

I. S. R. A.
INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES
MINISTRE DU DEVELOPPEMENT RURAL

B. P. 3 1 2 0
D A K A R (R E P D U S E N E G A L)

C. I. R. A. D.
CENTRE INTERNATIONAL DE
RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT

42, RUE SCHEFFER
75 116 PARIS

CN0101315
P065
RVS

PRODUCTION CONTINUE DE BIOGAZ POUR LA PETITE MOTORISATION RURALE

V

RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE SAISON DES PLUIES

E. RUSCH - P. L. SARR

DEPARTEMENT DE RECHERCHES SUR LES
SYSTEMES AGRAIRES ET L'ECONOMIE AGRICOLE

AVRIL 1986

5-2-87
87/0023
SRH
SR/Doc

A. F. M. E.
AGENCE FRANÇAISE POUR LA
MAITRISE DE L'ENERGIE

21, RUE LOUIS VICAT
75015 PARIS

INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES
DIVISION ECONOMIE ET
VALORISATION DE L'EAU

B. P. 37
34980 SAINT-CLEMENT, LA RIVIERE

SOMMAIRE

INTRODUCTION

I - UNITE DE PRODUCTION AGRICOLE

- 1.1 - Assolement et cultures mises en place
- 1.2 - L'irrigation de complément
 - 1.2.1 - Conduite de l'irrigation de complément
 - 1.2.2 - Résultats du suivi hydrique et de la conduite de l'irrigation
- 1.3 - Essais agronomiques
 - 1.3.1 - Dispositif expérimental
 - 1.3.2 - Interprétation des résultats
- 1.4 - Production *maraîchère* essai de diversification des cultures
- 1.5 - Productions fourragères
 - 1.5.1 - Culture pérenne
 - 1.5.2 - Culture annuelle

II - UNITE D'ELEVAGE ET DE PRODUCTION DE FUMIER

- 2.1 - Production de fumier
- 2.2 - Programme d'alimentation des bovins

III - UNITE DE PRODUCTION DE BIOGAZ ET DE COMPOST

- 3.1 - Résultats généraux
- 3.2 - Expérience de recyclage des pailles dégradées sortant du fermenteur
- 3.3 - Enregistrement des données sur *fichier* informatique
 - Essai de modélisation du processus de fermentation
- 3.4 - Amélioration et entretien de l'installation de fermentation
- 3.5 - Production de compost

IV - UNITE D'IRRIGATION ET D'UTILISATION DU BIOGAZ

- 4.1 - Fonctionnement du groupe motoalternateur
- 4.2 - Fonctionnement du *Brûleur* ménager et de la lampe

V - CONCLUSION ET PERSPECTIVES

- COMPLEMENT D'INFORMATION SUR LE PROJET "TRANSPAILLE NIAYES"

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

INTRODUCTION

L'installation de fermentation méthanique du CMRA de Bambey fonctionne à présent depuis deux ans (mise en place en septembre 1983). Les trois rapports précédents font le bilan du fonctionnement du module durant l'année 1984 (saison sèche froide, chaude et saison des pluies).

Dans ce rapport relatif à l'hivernage 1985, les résultats concernent le pilotage de l'irrigation par bilan hydrique simulé et bilan in situ, la valeur agronomique du compost produit, la diversification des cultures ainsi que des données de fonctionnement du fermenteur et d'utilisation du Biogaz. La campagne 85 est caractérisée par une pluviométrie de 395 mm, de fin juin à début octobre, dont la répartition dans le temps a été excellente. De ce fait, aucune période de véritable stress hydrique est à signaler. Les résultats obtenus sur l'irrigation de complément et surtout ceux concernant l'effet agronomique du compost ont été particulièrement démonstratifs cette année.

Parallèlement aux activités de recherche du module TRANSPAILLE du CNRA de Bambey, un projet de démonstration en milieu réel a démarré dans les Niayes à Thieudea, cette action fait l'objet d'un chapitre dans ce rapport illustrant brièvement les moyens disponibles, les objectifs poursuivis et l'état d'avancement des travaux.

I - UNITE DE PRODUCTION AGRICOLE

Durant la campagne 85 la surface totale cultivée est de 2 ha dont 0,75 ha d'essais agronomiques du compost produit par le fermenteur.

1.1 - Assolements et cultures mises en places

- Culture fourragère :

. niébé fourrager : semis le 24/6/85 sous irrigation sur 900 m²

. fourrage - **Panicum** maximum : culture pérenne sur 1700m²

- Culture de mil (souana III) :

. pluviale stricte 8750 m² dont 2500 m² d'essais

. irrigation complément 1250 m² d'essais

Semis les 12 et 13 juillet en sec .

- Culture d'arachide (55-437)

. pluviale stricte 8750 m² dont 2500 m² d'essais

. irrigation complément 1253 m² d'essais.

Semis en humide les 15 et 16 juillet après une pluie utile 37 mm du 14 juillet :

- Maraîchage : Essai de diversification des cultures

Surface totale de 1140 m² partagée en 8 parcelles de 130 m² :

- Gombo (variété pop 12) semis le 27/6/85

- Patate douce (variété blanche CDH) repiquage 19/7/85

- Aubergine (variété Black **Beauty** et Barbentane) repiquage 13/7/85

- Diakhatou (variété CDH) repiquage 19/7/85

- Maïs (variété ZM 10) semis 1/7/85

- Maïs-nikbé dérobé (variété ZM 10 - 59-9 tardive)

semis Maïs 1/7/85 semis Niébé 19/8/85

- Maïs-niébé associé (variété ZM 10 - I-1-14 hâtive)

semis Maïs 1/7/85 semis Niébé 12/7/85

- Niébé (variété I-1-14) semis le 29/6/85

1.2 - L'irrigation de complément

1.2.1 - Conduite de l'irrigation de complément

a) - Caractéristiques et limites des installations

Compte tenu de la faible disponibilité en eau (**8** m³ maximum par irrigation ceci toutes les 5 heures, temps de recharge du puits), les cultures irriguées ont été réduites afin d'éliminer le manque d'eau comme facteur limitant. On espère ainsi optimiser les apports d'eau durant l'hivernage.

Toutefois il a été retenu l'ordre de priorité suivant :

Priorité 1 : Mil 1250 m² d'essai agricole.

Priorité 2 : Arachide 1250 m² d'essai agricole.

Priorité 3 : Essai de cultures diversifiées 1140 m².

Priorité 4 : Fourrage 1700 m² (production).

Soit au total, 5450 m² en irrigation de complément à comparer aux 6700 m² de l'hivernage **84**.

Une révision du réseau d'irrigation complète a été faite pour l'hivernage **85** :

- remplacement des conduites ABC 3" par des BAUER 4" sur la conduite principale limitant ainsi les pertes d'eau lors de la montée en pression (2,5 Bar) ;
- vérification complète des rampes (joints et ressorts) ;
- remplacement des asperseurs par un nouveau modèle. Asperseur 30, buse 11/64, débit 1,15 m³/h, portée 13 m ;
- choix d'une maille 6 x 12 avec 10 asperseurs par poste Assurant une pluviométrie de 16 mm/h (sur Mil et arachide) (voir schéma général, de l'installation en annexe N° 1).

Ainsi compte tenu des asperseurs utilisés, des disponibilités en eau et de l'efficacité de l'irrigation par aspersion. La dose maximale théorique apportée par tour d'eau est de 9,5 mm (sur 625 m²). Malheureusement ce chiffre ne sera jamais atteint dans la réalité principalement du fait d'une mauvaise efficacité du réseau (Pertes lors de la montée en pression dans les rampes ABC 2") et également des conditions climatiques (vents forts).

Vu le temps de recharge du puits (4 h 30 au minimum) le nombre de tours d'eau durant 24 heures est limité à 4.

b) - Estimation des besoins en eau

D) Par bilan hydrique simulé (sur Mil et arachide)

Un bilan hydrique simulé sur micro-ordinateur comodore a été testé durant l'hivernage 85. Il s'agit d'un suivi hydrique par un modèle à pas pentadaire permettant de calculer :

- la demande climatique ETP.
- la demande évaporative ETM.
- l'évapotranspiration réelle de la culture : ETR
- la réserve hydrique du sol.
- l'indice de satisfaction des besoins en eau : $\frac{ETR}{ETM}$
- la dose d'irrigation à apporter dans les cinq jours à venir.

a partir des données suivantes :

- l'évaporation bac classe A penladaire.
- la pluviométrie de la pentade.
- la dose d'irrigation apportée durant la pentade.
- les coefficients culturaux de la pentade,

La dose d'irrigation est calculée à partir du taux de remplissage de la réserve hydrique du sol et suivant le stade culturel de la plante :

Phase 1, levée, croissance : Décision de déclenchement de l'irrigation lorsqu'on tombe au-dessous d'un taux de remplissage de 30 % de la réserve hydrique, la dose est calculée pour rattraper la réserve jusqu'à 50 %.

Phase 2, formation des fleurs fécondation : Décision de déclenchement de l'irrigation à 50 % de la réserve hydrique et rattrapage jusqu'à 70 %.

Phase 3, maturation : Décision de déclenchement de l'irrigation à 25 % de la réserve et rattrapage à 50%.

On met donc en évidence trois phases distinctes en relation directe avec la sensibilité de la plante à la sécheresse. La phase la plus sensible (2ème phase), correspondant à la formation des fleurs et la fécondation. On espère donc, avec ce modèle, apporter l'eau au moment où la plante en a le plus besoin en cas de déficit pluviométrique.

Il faut bien souligner que la décision de ramener la réserve à 50 ou 70 % (selon le stade de la plante) permet :

- de faire une économie réelle de l'eau
- d'apporter la dose optimale d'irrigation de complément
- d'éviter un drainage important si une forte pluie venait juste après une irrigation.

β) Suivi in **situ** de l'alimentation hydrique du mil

Afin d'assurer un suivi hydrique précis des essais agronomiques nous avons procédé à la mise en place de tubes de mesure d'humidité à la sonde à neutrons durant la campagne 85. Ces tubes ont été implantés sur le traitement recevant 25 % de la fumure minérale recommandée à raison de 3 répétitions et en trois situations :

- Mil + compost + complément d'irrigation
- Mil + compost en pluvial strict
- Mil en pluvial strict

Ce qui fait un total de 9 tubes.

Le choix des sites d'implantation des tubes a été réalisé en appliquant la méthode des extrêmes aux analyses de sols [Argile + Limon (A + L)] effectuées sur les échantillons prélevés sur les 15 parcelles du traitement 25 % de la fumure vulgarisée à raison de deux profils par **parcelle** soit un total de 30 profils ; sur chaque profil, 4 horizons ont été prélevés 0-10/10-20/20-50 et 50-100 cm. La mise en place des tubes s'est faite jusqu'à une profondeur de 4 mètres. La méthode gravimétrique a été choisie comme méthode d'étalonnage et les mesures de densité apparente sont faites à l'aide d'une sonde gamma.

On se propose, à l'aide de la sonde à neutrons, de réaliser de façon hebdomadaire les profils de teneurs en eau sur ces 9 sites répartis sur les essais.

La connaissance de ces profils hydriques permet d'obtenir :

- un bilan hydrique précis-
- la mesure de l'évapotranspiration **réelle** de la culture.
- les variations de stock d'eau sous la zone explorée par les racines, c'est-à-dire la quantité d'eau drainée (Perte nette pour la plante.

- un jugement sur la validité du bilan hydrique simulé ;
- mise en évidence d'une action éventuelle du compost sur le fonctionnement hydrique du sol.

NB : Pour plus de précisions concernant le fonctionnement de ce bilan hydrique simulé ainsi que la mise en place du suivi *in situ* se référer au rapport de Mr. **PERRIER** Laurent (stage IRAT/ISRA) intitulé "Suivi d'hivernage dans le cadre d'une unité de production de Biogaz-compost application à l'irrigation des cultures de saison humide".

1.2.2 - Résultats du suivi hydrique et de la conduite de l'irrigation

a) Données agrométéorologiques de l'hivernage 1985

Le total pluviométrique atteint à la sole C est de 395 mm. Ce chiffre compare à la moyenne pluviométrique annuelle de 1940 à 1985 : 599,2; accuse un déficit de 204,2 mm. Toutefois malgré une faible pluviométrie, il faut noter la bonne répartition des pluies durant la campagne 85, aucune phase de sécheresse n'a occasionné de stress hydrique véritable aux cultures.

Toujours du fait de cette bonne répartition des pluies, on constate que les valeurs des évaporations bac de la campagne 85 sont légèrement inférieures aux valeurs moyennes de 1972 à 1982,

On trouvera en annexe n°s 2 et 3 un tableau de la pluviométrie à la sole C et la représentation graphique des précipitations et de l'évaporation bac durant l'hivernage 85.

b) Résultats du suivi *in situ* sur le Mil

. Profils hydriques

On trouvera l'ensemble des profils hydriques en annexe 4 et les bilans en annexe 5.

L'analyse des profils hydriques conduit aux remarques suivantes:

1) En début d'hivernage

- Humidité volumique faible en Surface (5 à 8 %) ;
- Humidité volumique importante entre 2 et 3 m, les valeurs sont variables mais peuvent atteindre 20 %
- On observe aucun report de réserve hydrique de l'hivernage précédent aussi bien en pluvial qu'en irrigué.

β) Durant l'hivernage

- Le front d'humectation n'a jamais dépassé 80 cm sauf en irrigue où un profil (n° 2) indique le front à 1 m ;
- Le sol entre dans une phase d'humectation entre le début de l'hivernage et le 30 août consécutivement à la forte pluviométrie relevée jusqu'à cette date ;
- La phase de dessèchement débute dès le mois de septembre et ceci jusqu'à la fin de l'hivernage, le 10 octobre on atteint en pluvial le profil sec ;
- La comparaison des profils Mil compost pluvial et mil témoin pluvial (sans compost) est intéressante, elle fait apparaître une action du compost sur la rétention en eau du sol, En effet si on observe les limites de variations de l'humidité sur la tranche de sol entre 0 et 30 cm (zone d'enfouissement du compost), on constate une variation de 3 à 13 % d'humidité volumique (Maximum de dessèchement et maximum d'humectation) pour le mil témoin pluvial alors que pour le mil compost pluvial on constate qu'elle varie entre 5 et 15 %. Le compost favoriserait donc la rétention en eau du sol.

Cette observation est toutefois à manier avec beaucoup de prudence car elle repose que sur 4 mesures de profil et la différence enregistrée entre les valeurs est faible. Néanmoins ces résultats sont encourageants et il faudra reconduire cette expérimentation car elle seule permet de juger de l'action du compost sur le fonctionnement hydrique du sol. Dans une étude sur les rendements l'effet fonctionnement hydrique du sol est masquée par l'action fertilisante du compost, l'influence de ces 2 facteurs sur le rendement sont imbriqués et impossible à mettre en évidence séparément.

- Analyse des résultats du bilan in situ (les tableaux de résultats par profil se trouvent en annexe 5, le tableau récapitulatif des ETR moyennes hebdomadaires par essai en annexe 6).

En pluvial

L'évaporation réelle totale mesurée en condition pluviale sans compost (moyenne sur 2 profils) est de 342,9 mm, en condition pluviale avec compost (moyenne sur 2 profils) l'ETR totale atteint 347,1 ceci pour une

pluviométrie totale de 395 mm et de 355 mm du semis à la récolte. Le mil a donc utilisé très efficacement les ressources pluviométriques, on constate une meilleure **efficience** pour le mil compost mais là encore, la différence est trop faible pour **être** interprétable.

De très fortes consommations en eau ont été enregistrées durant la phase floraison-épiaison (7 à 8 mm/j), l'alimentation hydrique a été bonne durant cette phase critique de la croissance du mil.

On observe un léger déficit hydrique en fin juillet et en début octobre.

Conditions irriguées

L'évapotranspiration réelle totale atteint 388,8 mm (moyenne sur 3 profils) pour une offre en eau globale (pluie + irrigation) de 446 mm et de 398 mm du semis à la récolte.

Les différences de consommations entre l'essai pluvial et irrigué se situent principalement les deux premières semaines d'octobre en fin de cycle. On peut faire la même remarque qu'en condition pluviale stricte quant à l'efficience de l'utilisation de l'eau fournie.

Ainsi les profils hydriques et bilans in situ permettent de caractériser les conditions hydriques de l'hivernage 85 à savoir :

- une excellente répartition des pluies qui a entraîné une bonne alimentation hydrique du Mil excepté les deux périodes de léger déficit en fin juillet et début octobre ;
- les facteurs drainage et ruissellement ont eu une action minime, voir nulle (surtout pour le drainage), sur le bilan ;
- le front d'humectation n'a pas dépassé 80 cm, l'enracinement du mil a été peu profond, seules les petites pluies humectant les horizons supérieurs ont été utilisées,

c) Analyse du bilan hydrique simulé

 Pilotage de l'irrigation et bilan hydrique

Résultats : voir en annexe n° 7 les bilans pour le Mil et l'arachide (en condition pluviale et irriguée).

- Mil

L'irrigation apportée se répartit de la façon suivante (en fonction du conseil à l'irrigation indiqué par le modèle) :

Phase I	0 mm	
Phase II	8 mm du 26 au 31 août ,	
	15 mm du 11 au 15 septembre	au total 51 mm
Phase III	28 mm du 26 au 30 septembre	

La majeure partie des apports d'eau a eu lieu en fin de cycle

Satisfaction des besoins en eau

Mil Souna III 90 j.

		CYCLE	PHASE I Levée 30 j	PHASE II épiaison floraison 30 j	PHASE III maturation 30 j
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

$$SATI = \frac{ETR}{ETM}$$

Ainsi ce n'est qu'en fin de cycle où la différence entre satisfaction des besoins en eau en condition pluviale et irriguée est notable ; on passe respectivement de 0,67 à 0,83.

Globalement on constate une bonne alimentation hydrique du Mil, notamment lors de la phase critique (épiaison floraison) déterminante pour le rendement et où l'indice de satisfaction a atteint 0,99. Ce chiffre est à comparer avec celui obtenu en 84, année sèche, où la satisfaction des besoins en eau durant cette phase, n'était que de 0,41 en pluvial et 0,53 en irrigué, les rendements obtenus cette année là furent faibles.

Nous avons refait les calculs de satisfaction des besoins en eau pour la campagne 85 en respectant un découpage du cycle en quatre phases physiologiques utilisé en 84 qui est plus précis que celui employé par le modèle (voir Tableau N° 1)

On arrive néanmoins au même type de résultat si l'on compare la campagne 84 et 85 à l'aide de ce découpage, à savoir un indice faible

en 84 pour la période de pleine épiaison floraison par rapport à l'année 85. La campagne 85 par contre, en phase de remplissage et maturation, est caractérisée par un faible indice de satisfaction par rapport à la campagne 84. L'effet de l'irrigation lors de cette phase permet de passer d'un indice de 0,5 à 0,76.

■ Arachide

Répartition de l'irrigation

Phase I 21 mm du 6 au 10 août
Phase II 0 mm
Phase III 11 mm du 1 au 5 octobre

soit un total 32 mm

Satisfaction des besoins en eau

Arachide 90 j

		CYCLE	PHASE I levée (30j)	PHASE II épiaison- floraison (30j)	PHASE III maturation (30 j)
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

$$SATI = \frac{ETR}{ETM}$$

Les remarques que l'on peut faire sont identiques à celles faites pour le Mil à savoir une bonne alimentation hydrique. La satisfaction des besoins en eau est encore meilleure que pour le Mil ; ce qui était prévisible, l'arachide étant moins exigeante en eau que le Mil. Notons un léger effet de l'irrigation en fin de cycle,

Pour l'arachide, il faut signaler que le découpage en trois phases utilisé lors de la simulation correspond moins bien que pour le Mil aux quatre phases physiologiques du cycle de l'arachide, il serait

		Phases physiologiques	levée croissan- ce	début épi-flor	pleine épi-flor.	remplis maturat.
MIL SOUNA II	90 j	durée en jour	30	20	20	20
	1984	Pluvial ($\frac{ETR}{ETM}$)	0,95	0,75	0,47	0,83
		irrigué ($\frac{ETR}{ETM}$)	0,95	0,75	0,53	0,86
	1985	Pluvial ($\frac{ETR}{ETM}$)	0,98	0,99	0,98	0,50
irrigué ($\frac{ETR}{ETM}$)		0,98	0,99	0,99	0,76	

		Phases physiologiques	levée crois- sance	début flo- raison form. gynoph.	pleine flor. form. gynophore.	remplis Maturat
ARACHIDE 55-437	90 j	durée en jour	25	20	30	15
	1984	Pluvial ($\frac{ETR}{ETM}$)	0,94	0,86	0,71	0,88
		irrigué ($\frac{ETR}{ETM}$)	0,94	0,90	0,80	0,94
	1985	Pluvial ($\frac{ETR}{ETM}$)	0,89	0,96	0,99	0,74
irrigué ($\frac{ETR}{ETM}$)		0,89	0,99	0,99	0,87	

Tableau n° 1 Comparaison des indices de satisfaction en eau durant les campagnes 84 et 85 pour le Mil et l'Arachide.

souhaitable de le modifier pour les simulations futures. Nous avons donc également refait les calculs de satisfactions des-besoins en eau, en respectant les quatre phases physiologiques lors de la comparaison avec la campagne 84 (voir tableau n° 1), on constate globalement une meilleure alimentation en eau de l'arachide en 85 pour les trois premières phases par rapport à l'année 84. Seule en fin de cycle l'indice de satisfaction est plus faible en 85 qu'en 84 ; ceci aussi bien en pluvial qu'en irrigué.

Remarques : - Le découpage en trois phases sous-estime (pour la campagne 85) le déficit hydrique rencontré lors de la phase de maturation ; ceci pour le Mil ainsi que l'Arachide. Il serait donc, je pense souhaitable de respecter exactement les phases physiologiques de chaque plante lors de l'utilisation du modèle de simulation du Bilan hydrique et non pas utiliser un découpage simplifié en trois phases qui est générateur d'erreurs.

- Toutes ces données relatives à un bilan hydrique, seront exploitées lorsque nous étudierons l'effet de l'irrigation sur les rendements au moment de l'interprétation des essais agronomiques (chapitre 1.3).

d) Comparaison du modèle au bilan in situ (sur Mil pluvial)

On trouvera en annexe N° 8 le graphique des variations de l'ETR simulée et l'ETR mesurée du Bilan in situ (sur 4 sites de mesures) au cours du cycle de développement du Mil.

Pour effectuer cette comparaison, une nouvelle simulation du bilan hydrique a été faite en tenant compte de la profondeur réelle moyenne du front d'humectation mis en évidence sur les profils hydriques (80cm) ce qui donne pour la simulation une réserve maximum utilisable de 96 mm (720 mm/m) au lieu de 150 mm (voir annexe N° 9).

La simulation donne un total d'évapotranspiration réelle de 323,8 mm pour une mesure de 345. Cet ajustement relativement bon (6,1 % de différence) est toutefois légèrement trompeur, puisqu'une analyse des consommations en cours de cycle montre que :

En début de cycle : Le bilan simulé sous-estime l'ETR par rapport au bilan in situ et pourtant n'a pas mis en évidence le léger déficit hydrique du 25ème jour.

En milieu de cycle : Le bilan simulé sous-estime encore l'ETR par rapport au bilan in situ, les évaporations maximales enregistrées par la simulation n'atteignent que 5,5 mm/j alors que les mesures indiquent 8 mm/j.

En fin de cycle : Bonne adéquation entre bilan simulé et bilan in situ qui montre la validité de la méthode de calcul de l'évapotranspiration réelle de la culture du bilan simulé.

On peut tenter d'expliquer les différences constatées en début et milieu de cycle de la façon suivante :

En début de cycle

- . Problème de la validité du calcul de l'ETR à partir de l'ETM pour des cultures à grand écartement (la culture se comporte alors comme un sol nu sensible à la pluviométrie).
- . Le dispositif de mesure ne permet pas une bonne estimation de l'ETR, en effet vu l'écartement entre les plantules (0,90m) et la position du tube de mesure (entre 4 plantules), la valeur de l'humidité mesurée ne correspond pas au volume de sol exploré par la plantule (la sphère d'influences de la sonde n'a que 25 cm de rayon).

En milieu de cycle

Les différences constatées sont probablement dues au problème de la validité des coefficients culturaux et du référentiel évaporation Bac.

- Coefficients culturaux : Les mesures in situ indiquent un coefficient atteignant 1,5 (au 50ème jour) alors que le bilan in situ utilise pour la même période un coefficient (calculé sur une année moyenne) de 1,1.
- Les mesures d'évaporation Bac peuvent être faussées par des phénomènes de rosée et de condensation nocturne ; phénomènes qui semblent avoir été importants cette année (les matinées brumeuses étaient fréquentes).

-PLANCHE PHOTO n° 1-



i-3 - Essais agronomiques

Cet essai a pour but de déterminer quelle est l'économie d'engrais minéral que l'on peut réaliser par un apport de compost biogaz sur rotation Mil-arachide dominante dans la zone centre Nord du Sénégal, c'est un essai pérenne initié lors de la campagne **84**.

1.3.1 - Dispositif expérimental

Essais disposés en blocs de Fisher randomisés, 4 traitements et **5** répétitions.:

T ₁	:	0%	FMV (1)	FMV = fumure minérale vulgarisée
T ₂	:	25 %	FMV (1)	Arachide : 150 kg/ha 8-18-27
T ₃	:	50 %	FMV (1)	Mil : 150 kg/ha 10-21-21 (à défaut
T ₄	:	100 %	FMV (1)	de 10-21-21 sur le centre, nous avons épandu une fumure équivalente sous forme de 40 kg de Kcl, 53 kg supertriple, 105 kg 14-7-7)

Cet essai est **réalisé** en trois conditions :

- 1 - En pluvial strict sans fumure organique (compost) : PS
- 2 - En pluvial strict avec compost (PSC) l'ensemble des parcelles reçoit une dose de 4 t/ha de compost (matière sèche),
- 3 - Sous irrigation de complément, l'ensemble de la parcelle ayant reçu 4 t/ha de compost (matière sèche) : IC.

Les essais en conditions (2) et (3) ont été initiés en **84** et sont reconduits cette année en respectant rigoureusement la **randomisation** en blocs de fisher mise en place en **84**,

L'essai en conditions (1) a été démarré cette année afin **d'établir** une référence sur les rendements en mil en conditions mini-
males (sans irrigation et sans compost).

- Densité de semis Mil : 0,90 x 0,90 m
- Arachide : 0,45 m entre les lignes

- Dimension des parcelles 7,2 m x 7,2 m = 51,84 m²

Parcelle utile : Mil (on retire une ligne de bordure) :

$$6,3 \times 6,3 \text{ m} = 39,69 \text{ m}^2$$

Arachide (on retire deux lignes de bordure) :

$$5,85 \times 5,85 \text{ m} = 34,22 \text{ m}^2$$

- Variété Mil : **Souna III** 90 jours, semé en sec le 12 juillet

Arachide : 55-43790 jours, semé en humide le 15 juillet
sur une pluie de 37 mm.

1.3.2 - Interprétation des résultats

1.3.2.1 - Mil

Les résultats sont exprimés en kg de **MS/ha** et figurent dans les tableaux N° 2 à N° 6.

A) Analyse statistique (par essai IC ESC PS) du traitement fumure minérale

• Essai irrigué plus compost

Contrairement aux résultats obtenus l'année dernière, on note cette année un effet des traitements en irrigation de complément. En effet pour les paramètres Matière sèche totale, nombre d'épis total et pailles + **râchis** + **glumes**, l'effet des traitements est significatif au seuil de 5%. Le test de comparaison des moyennes (Test de Keuls) fait ressortir le classement suivant $T_4 > T_3, T_4 > T_1, T_4 = T_2$.

Pour le poids des graines par contre on note aucune différence significative bien que les plus values induites par l'apport d'engrais minéral varient entre + 200 et 300 **kg/ha** (tableau N° 2)

Pour toutes ces données du rendement, l'effet bloc est significatif ; ceci est dû au dispositif d'irrigation et aux effets du vent Est-Ouest perpendiculaire aux blocs. Il faut noter également l'influence de l'irrigation de l'arachide, la parcelle étant à proximité, il est fort possible que le vent ait amené un peu d'eau sur la parcelle de Mil (du moins sur les premiers blocs).

- Essai pluvial strict + compost (tableau N° 3)

Seul pour le poids des grains l'essai est à la limite de la significativité mais l'analyse ne ressort pas de différences entre les moyennes.

Pas d'effet bloc à signaler pour cet essai,

- Essai pluvial strict sans compost (tableau N° 4)

Pas d'effet traitement ni d'effet bloc.

B) Analyse statistique des interactions irrigation/traitement fumure minérale et compost/traitement fumure minérale (Voir annexe N° 10 et N° 11.

- Irrigation/fumure minérale

Ce test (factomet 2) s'effectue sur les données de l'essai irrigation + compost et pluvial strict + compost. Il permet de mettre en évidence l'interaction entre les deux facteurs ainsi que l'influence de chaque facteur séparément.

Les résultats d'analyse ne ressortent aucune interaction mais font apparaître une action nette de l'irrigation sur le rendement en paille + Râchis + **glumes** et le nombre d'épis (respectivement significative à 5 % et 1 %). Les rendements obtenus en irrigués sont bien meilleurs (tableau N° 6) **sauf** pour le poids des grains ; ceci étant dû à une attaque de Cantharides beaucoup plus **sévère** sur l'essai avec complément d'irrigation.

L'irrigation est intervenue en début **épiaison** floraison (8 mm), en pleine **épiaison** floraison (15 mm), et lors de la maturation (28 mm). Les 8 mm et 15 mm apportés en phase critique, même si leur répercussion sur l'indice de satisfaction en eau (voir tableau paragraphes 1-2-2 C) **n'est** que de 1 %, sont peut être responsables de cette augmentation de rendement. En effet en 1984 on avait déjà observé une augmentation spectaculaire du rendement avec seulement 16,7 mm d'irrigation en phase critique, le rendement en grain (Moyenne par essai) passait de 368 à 835 kg MS/ha et pour les pailles + Râchis + **glumes** de 4884 à 6068 (voir annexe N° 13).

En comparant ces chiffres aux résultats obtenus en 85, on constate une très forte différence entre les deux campagnes surtout pour le rendement en grain. La période de sécheresse subie en 84 en pleine phase d'épiaison a donc surtout affecté le rendement en grain.

- Compost/fumure minérale

On compare les données de l'essai en pluvial strict plus **compost** et pluvial strict sans compost.

De l'analyse ne ressort aucune interaction entre le **traitement** compost et fumure minérale ; ceci pour le poids des grains, de la paille + **Râchis + glumes** et le nombre total d'épis. Néanmoins pour chacun de ces paramètres, l'étude fait apparaître une action très forte du compost (significative à 1 %). Cet effet du compost en **condition pluviale** apparaît d'ailleurs très nettement par simple lecture des tableaux N° 5 et N° 6.

Parrallèlement un suivi du développement végétatif a été effectué sur Mil par :

- comptage cumulé des talles ;
- suivi de la croissance (**élongation**) des plantes.
(voir annexe N°s 14, 15).

Pour le nombre de talles les figures font apparaître une meilleure **différenciation** de l'effet des traitements en complément d'irrigation sans que cela puisse être totalement attribué à l'effet de l'irrigation, ces différences apparaissant avant la première date d'irrigation. Quant aux courbes comparant globalement les trois essais, on constate que l'essai irrigation de complément + compost présente le plus grand nombre de talles, suivi de l'essai compost en pluvial strict et enfin de l'essai fumure minérale seule. On retrouve les mêmes résultats pour les mesures d'élongation avec une différence beaucoup moins marquée entre irrigation + compost et compost pluvial.

1.3.2.2 - Arachide

A) Analyse statistique (par essai IC PSC PS) du traitement fumure minérale.

Les résultats sont exprimés en kg de MS/ha et figurent dans les tableaux 7 à 11 .

D'un point de vue statistique, il ne ressort aucun effet significatif des traitements pour l'ensemble des paramètres mesurés et pour les trois **situations** (compost + irrigation; compost pluvial,

Mil Soupa III - Irrigation de complément + compost (IC) tab N° 2

	Poids MS Total kg/ha	Poids grains kg/ha	Poids paille + râchis + glumes kg/ha	Nombre épis/ha
T ₁	7622	1434	6188	57193
T ₂	8294	1733	6561	63239
T ₃	7992	1630	6362	56185
T ₄	8725	1675	7050	65255
F traitement	6.09	2.86	3.44	4.46
F bloc	5.93	3.38	3.32	6.78
C.V. %	5.19	10.57	6.87	7.84

Mil Soupa III - Pluvial strict + compost (PSC) tab N° 3

T ₁	7259	1585	5674	48374
T ₂	7874	1759	6115	51398
T ₃	7908	1655	6253	52406
T ₄	9281	1864	6417	56941
F traitement	1.52	3.16	1.24	2.53
F bloc	0.86	1.67	3.49	3.32
CV %	8.76	8.97	10.48	9.59

Mil Soupa III - Pluvial strict sans compost (PS) tab N° 4

T ₁	6223	1315	4908	41068
T ₂	6493	1333	5160	45855
T ₃	6541	1270	5271	43587
T ₄	6717	1444	5273	45099
F traitement	0.91	0.88	1.15	1.52
F bloc	1.54	1.32	1.33	2.94
C.V. %	7.3	13.08	6.94	0.81

Mil Souna III - Tableau récapitulatif des essais

Tab N° 5

Traitements	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
	IC	PSC	PS									
Rendement kg/ha												
MS tot.	7622	7259	6223	8294	7874	6493	7992	7908	6541	8725	8281	6717
Grains	1434	1585	1315	1733	1759	1333	1630	1655	1270	1675	1864	1444
Paille + râchis+glumes	6188	5674	4908	6561	6115	5160	6362	6853	5271	7050	6417	5273
Nombre d'épis	57193	48374	41068	63239	51398	45855	56185	52406	43587	65255	56941	45099

Mil. Souna III - Moyenne des résultats par essai

Tab N° 6

Moyenne rendement/essai	IC	PSC	PS
MS tot.	8158	7831	6494
Grains	1618	1716	1341
Paille+râchis + glumes	6543	6115	5133
Nombre d'épis	60468	52280	43902

Tableau 5

pluvial Sans compost). Les différences arithmétiques sont relativement plus faibles comparées à celles observées sur mil ; de plus il n'apparaît pas une hiérarchisation des traitements aussi clairement que dans le cas du mil ; ceci étant plus nettement marqué pour l'essai avec complément d'irrigation.

Il faut signaler que depuis fort longtemps on a montré que l'effet des traitements fumures en général était toujours moins marqué sur arachide si la répartition de la pluviométrie est bonne sur l'ensemble de l'hivernage, ce qui a été le cas cette année (voir tableau des satisfactions des besoins en eau paragraphe 1-2-2-C). Remarquons enfin un effet bloc significatif sur le poids des gousses en condition irriguée ; ceci pour les mêmes raisons invoquées lors de l'analyse des rendements du Mil en irrigué.

B) Analyse statistique des interactions entre irrigation/ fumure minérale et compost/fumure minérale (Voir annexe N° 12)

■ irrigation/fumure minérale

Les résultats d'analyses ne ressortent aucune interaction pour toutes les données du rendement mais font apparaître une action nette de l'irrigation sur le rendement en gousse (voir tab N° 10 et N° 11), significative à 1 %, on observé une plus value de 400 kg/ha. Le rendement en fane et le nombre de pied par contre n'est pas affecté par l'irrigation.

L'irrigation est intervenue en phase "début floraison, formation des gynophores" (21 mm) et en phase "remplissage maturation" (11 mm). Les indices de satisfaction des besoins en eau sont passés respectivement de 0,96 à 0,99 et de 0,74 à 0,87. Malgré le peu d'effet de l'irrigation sur les indices de satisfaction en eau, il semblerait (comme dans le cas du mil) que l'irrigation ait tout de même influencé les rendements. Le même type de résultat a été observé en 84 où l'irrigation (de 45 mm) répartie sur les trois dernières phases du cycle a permis une plus value de 500 kg/ha (voir tab N° 1 - Paragraphe 1.2.2-C). Le niveau des rendements est toutefois plus faible qu'en 1985 (voir annexe N° 13) ceci du fait d'une satisfaction des besoins en eau moins bonne, surtout en phase de floraison et formation des gynophores, par rapport à l'hivernage 85.

On comprend moins bien par contre pourquoi en 85 l'irrigation a été sans action sur le rendement en fanes, alors qu'en 84, l'effet était important (400 kg/ha en MS). En effet le développement végétatif n'est pas

'limité à la seule période de croissance' (25 premiers jours) mais se poursuit jusqu'au 70ème jour. Il est fort probable que le développement végétatif soit moins sensible au déficit hydrique que la floraison et la formation des gynophores ; ce qui laisserait penser qu'en 85, en conditions pluviales, il avait atteint une valeur proche des potentialités de la variété du fait de la bonne répartition de la pluviométrie, L'irrigation n'aurait donc affecté que le rendement en gousse.

- Compost/fumure minérale

L'analyse ne ressort aucune interaction mais par contre met en évidence une action significative (à 1 %) du compost sur les fanes et les gousses, les plus values respectives sont de 325 et 150 kg MS/ha. On constate, comme pour le mil, que l'effet du compost se répercute sur l'ensemble de la plante avec une action plus nette sur le rendement en fane pour l'arachide (voir tab N° 10 et 11).

CONCLUSION

En pluvial strict avec ou sans compost les traitements ne se différencient pas tant pour le mil que pour l'arachide. Pour le mil dans des conditions d'alimentation hydrique plus favorable (irrigation de complément) on note des effets significatifs des traitements sur la production de matière sèche et sur les paramètres du développement végétatif de la plante (tallage-élongation). Cet effet des traitements n'apparaît pas sur la production des grains du fait d'une importante attaque de Cantharides. Pour l'arachide, on note aucun effet des traitements même en irrigation de complément.

Bien que les test effectués ne font ressortir aucune interaction entre traitements et irrigation d'une part et traitements/compost d'autre part, il ressort des résultats obtenus des niveaux croissants de production en relation avec l'utilisation du compost et du compost + irrigation.

A ce titre, l'effet de l'irrigation constaté aussi bien pour le mil que pour l'arachide est un peu surprenant vu les doses appliquées et leur moindre effet sur les indices de satisfaction en eau.

Quant à l'effet du compost sur les rendements, on peut l'interpréter de la façon suivante :

Tab. N° 7 Arachide 55-437 complément d'irrigation + compost (IC)

	Poids MS Total kg/ha	Poids gousses kg/ha	Poids des fa- nes kg/ha	Nombre de pieds
T ₁	4456	2007	2449	115127
T ₂	4015	1803	2212	113081
"3	4544	2034	2510	115711
"4	4252	1882	2370	108114
F traitement	1.9	3.72	0.92	-
F bloc	5.73	10.04	2.48	
C.V. %	8.92	6.47	12.62	

Tab. N° 8 Arachide 55-437 pluvial strict + compost (PSC)

m ₁ s	3736	1522	2211	109867
"2	3675	1385	2291	110452
T ₃	3910	1552	2.358	108698
T ₄ m	3966	1628	2338	112205
F traitement	0.96	1.36	0.45	
F bloc	1.06	0.26	2.06	
C.V. %	7.97	12.74	7.57	

Tab. N° 9 Arachide 55-437 pluvial strict sans compost (PS)

T ₁	3348	1300	2048	105192
T ₂	3258	1353	1905	109575
T ₃	3193	1332	1861	111328
T ₄	3506	1502	2104	108991
F traitement	1.4	1.84	1.17	
F bloc	1.9	1.68	1.8	
C.V. %	10.19	10.75	11.96	

Arachide 55-437 - Tableau récapitulatif des essais tabl N° 10

Traitements	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
Rendement kg/ha	IC	PS c	PS	IC	PS C	PS	IC	PSC	PS	IC	PSC	PS
MS Tot.	4456	3736	3348	4015	3676	3258	3910	4544	3199	4252	3966	3506
Gousses	2007	1522	1300	1803	1385	1353	2034	1552	1332	1882	1628	1502
Fanes	2449	2241	2048	2212	2291	1905	2520	2358	1861	2373	2338	2104
Nombre de pieds	115127	109867	105192	113081	110452	109575	115711	1086%	111328	108114	112205	108991

Arachide 55-437 - Moyenne des résultats par essai tab. N° 11

Moyenne rend/essai	IC	PSC	PS
MS Tot .	4315	3827	3354
Gousses	1931	1519	1373
Fanes	2384	2308	1981
Nombre de pieds	113008	110452	108698

- Effet **fertilisant NPK**. Nous avons effectué des analyses d'**échantillons** de compost utilisé en 85. On obtient **les** valeurs suivantes pour une quantité de 4 T de matière sèche : 40 à 45 U d'azote, 30 à 35 U de P₂O₅, 50 à 60 U de K₂O et un rapport $\frac{C}{N}$ de 15. **Même si ces éléments** ne seront pas **immédiatement** disponibles à la plante, ces valeurs permettent de se faire une idée sur la qualité de cette fumure organique ;

- Effet sur la **structure** et le fonctionnement du sol (rétention en **eau**). Lors de l'analyse des profils hydriques sur Mil (**chap. 1.2.2.b**), nous avons constaté sans pouvoir l'affirmer une **légère** action du compost sur la rétention en eau ;

- Action des composés phénoliques sur le développement **raci-**naire.

Cet essai ne nous permet pas de déterminer la part de tous ces paramètres sur le rendement. Toutefois, au bout de deux ans d'essai (soit seulement 2 épandages de compost) l'effet fertilisation est sûrement déterminant par rapport aux autres.



LABOUR DES PARCELLES



RECOLTE

1.4 - Production maraichère essai de diversification des cultures

La mise en place et les différentes actions culturales ont été faites à partir des fiches techniques élaborées par Mr. DUC (travaux sur la ferme irriguée du CNRA Bambey).

Gombo : variété Pop 12

Semis le 27/6/85 à 50 x 45 cm sur 130 m²

Fertilisation totale (fumure de fond puis deux apports de sulfate d'ammoniaque).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Unité/ha	85	36	54

La production s'est étalée du 10/9 au 2/12 grâce à une taille, elle a atteint 222 kg pour 130 m² soit 17 tonnes/ha.

Aubergine : 2 variétés ont été testées Black Beauty et Barbentane

Repiquage le 13/7/85 à 90 x 45 cm.

Fertilisation totale (fumure de fond puis 7 apports fractionnés en azote et potassium)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Unité/ha	130	75	168

La production s'échelonne du 20/9 au 2/12, elle a été tardive car la reprise après repiquage fut difficile (dégâts de phytophages).

Black Beauty : 242 kg sur 117 m² soit 20 t 700/ha

Barbentane : 201 kg sur 82 m² soit 12 t 300/ha

Diakhatou : variété CDH

Repiquage, fumure voir aubergine.

Cette spéculation a été un échec, les dégâts causés par les insectes furent très importants au repiquage, la production a démarré très tardivement mais n'a pu être maintenu suite à la panne de pompe survenue le 15 novembre date à laquelle le maraîchage a cessé d'être irrigué.

• Patate douce : variété blanche CDH

Repiquage le 19/7 sur billons, 2 lignes par planche sur 110 m²

Fumure totale (fumure de fond puis trois apports NPK)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Unité/ha	115	60	180

Production : récolte entre le 7/11 et le 15/11, 34 kg sur 110 m² soit 5 t 820/ha

Remarque : la variété rouge du CDH a été testée sur une planche, mais les rendements obtenus furent très faibles (4 kg).

• Maïs : variété ZM 10

Semis après irrigation le 1/07/85 à 1 m x 0,25 sur 130 m²

Démariage à un pied

Fumure totale (fumure de fond puis deux apports d'azote)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Unité/ha	94	54	81

Production récoltée le 13/9 Epis en vert : 70 kg soit 5 t 380/ha

Paille : 68 kg soit 5 t 230/ha

• Niébé : variété l-1 -14 (hâtive)

Semis le 29/6 à 50 x 25 cm sur 130 m²

Fumure totale (fumure de fond) :

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Unité/ha	16	36	54

Production : insignifiante 1,5 kg grain décortiqué (soit 115 kg/ha) ceci du fait d'une attaque très importante des oiseaux.

Culture	Surface	Période	Volume d'eau pompée m ³	Rendement irrigation	Dose mm	Consommation de gaz		Consommation de fuel	
						Globale (m ³)	m ³ /m ³ d'eau	Globale (1)	en l/m ³ eau
Mil	1250	26/8-31/8	112,65	0,48 (1)	43	24,990	0,222	9,9	0,088
		11/9-15/9							
		26/9-30/9							
Arachide	1250	06/8-10/8	99,8	0,40 (1)	32	23,442	0,225	10,1	0,101
		1/10-5/10							
Maraîchage	1040	1/7 -5/10	276,35	0,5 (2)	133	65,750	0,238	24,0	0,087
Fourrage (Panicum)	1700	22/6-13/7	191,35	0,5 (2)	56	33,025	0,173	17,0	0,089
Fourrage (Panicum)	900	24/6-13/7	55,1	0,5 (2)	30,6	11,050	0,201	5,4	0,098
Total		22/6-5/10	735,25			157,257	0,214	66,5	0,090

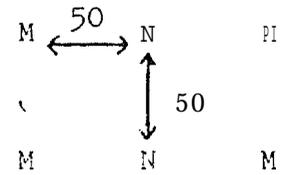
(1) Rendement calculé (Pluviomètre)

(2) Rendement estimé moyen

• Maïs (ZM-10) - Niébé associé (1-1-14)

-Parcelle 130 m²

Semis maïs : 1 juillet à 1m x 0,5
 Semis niébé : 12 juillet à 1m x 0,5
 Démariage à 2 pieds du maïs
 Fumure (voir maïs)

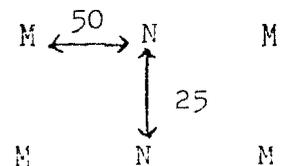


Production : maïs Epis en vert : 57 kg soit 4 t 306/ha
 Paille : 70 kg KS soit 5 t 380/ha
 Niébé grain : 1,5 kg soit 115 kg/ha

La production du niébé est insignifiante pour les mêmes raisons invoquées plus haut.

• Maïs (ZM-10) - Niébé dérobée (59-9 variété tardive) Parc. 130m²

Semis maïs : 1/7 à 100 x 25 cm
 Semis niébé : à 100 x 25 cm
 Démariage à 1 pied du maïs
 Fumure (voir maïs)



Production maïs Epis en vert : 65 kg soit 5 t/ha
 Paille : 70 kg MS soit 5 t 380/ha
 Niébé grain : 7,5 kg soit 576 kg/ha

• Remarques sur l'irrigation

Voir tableau du bilan de l'irrigation durant l'hivernage (tableau n°12). Malheureusement il est impossible d'estimer les quantités d'eau exactes reçues pour chaque parcelle élémentaire du maraîchage pour les raisons suivantes :

- Toutes les cultures n'ont pas été installées en même temps
- Le nombre de pluviomètres était insuffisant
- Vu les contraintes de mises en place du réseau d'irrigation par aspersion et la taille des parcelles, certaines parcelles, pour être alimentées correctement en eau, ont été irriguées au jet.

• Bilan du maraîchage (voir tableau récapitulatif n° 1.3)

Des résultats obtenus cette année on retient surtout par ordre décroissant le Gombo, qui de plus requiert peu d'intrants et ne nécessite

Tab N° 13

Tableau récapitulatif des rendements obtenus durant l'hivernage 85

	Intrants	N	P	K	Production/ha en kg	Prix vente Moyen en FCFA/kg	Potentiel de vente en millier de FCFA/ha
Gombo Pop 12		85	36	54	17 000	75	1275
Aubergine black beauty		130	75	168	20 700	50	1035
Aubergine barbentane		130	75	168	12 300	50	615
Diakhatou CDH		130	75	168	= insignifiant	150	
Patate douce variété blanche		115	60	180	5 820	125	727
Maïs ZM 10		94	54	811	5 380	75 épis en vert	403
Niébé 1.1.14		16	36	54	-	100	-
Maïs ZM 10 Niébé associé 1.1.14		94	54	81	Maïs 4306 Niébé -	75 épis en vert	323
Maïs ZM 10 Niébé dérobé 59-9		94	54	81	Mais 5000 Niébé 576	75 épis en vert 100 vert	+ 375 58 433

pas de faire un repiquage (semis direct), l'aubergine Black Beauty et les patates douces comme spéculations les plus intéressantes.'

Il est regrettable que le Diakhatou fut un échec car c'est une culture intéressante vu son prix de vente, une production normale atteind généralement 10 t/ha soit un potentiel de vente de 1250 MFCFA/ha.

Le Maïs et le niébé sont des cultures dégageant moins de revenus. Il faut déplorer les attaques d'oiseaux sur le niébé hâtif, ce qui ne nous permet pas de juger de l'intérêt de l'association Maïs-Niébé (on observe toutefois une légère baisse de rendement du Maïs en associé). Far contre, on constate que la culture Maïs-Niébé dérobé est intéressante puisque le rendement obtenu en maïs est le même que celui obtenu en maïs seul avec en plus une récolte de niébé qui n'a nécessité qu'une faible irrigation pour achever son cycle (les réserves en eau disponibles dans le sol après récolte du maïs et la pluviométrie en fin d'hivernage ont été presque suffisantes).

Tous ces résultats néanmoins sont à prendre avec une certaine réserve, car ces cultures n'ont pas été installées sous la forme d'un essai rigoureux avec répétitions. Il serait souhaitable de reconduire ce genre d'expérimentation sur quelques années sous forme d'un véritable essai en contrôlant tous les intrants, eau, engrais, semences, produits phytosanitaires afin d'aboutir à un bilan économique sérieux.

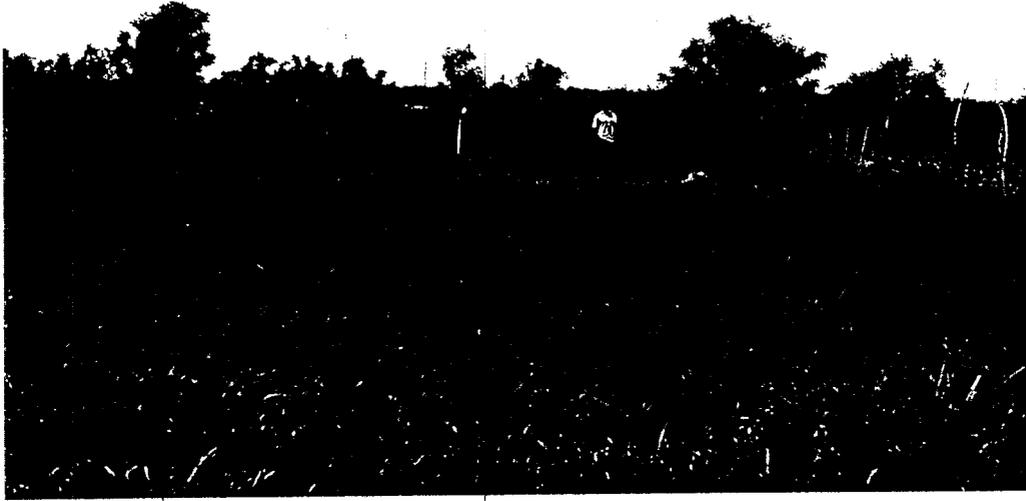
Une dernière remarque enfin d'ordre économique. Nous avons constaté lors de la vente de nos produits les fluctuations du marché à Bambey. Il apparait très facile d'augmenter le revenu par spéculation en démarrant le maraîchage 15 jours avant les premières pluies (mi-juin) ceci grâce à l'irrigation.

De cette façon on arrive sur un marché peu saturé où la concurrence est faible, par conséquent, on peut vendre à des prix élevés. L'irrigation permet également de poursuivre le maraîchage jusqu'en novembre-décembre, période également sans grande concurrence ; ceci grâce à une taille (comme cela a été le cas pour le Gombo) qui permet d'étaler la production sur deux mois. Cette technique est aussi réalisable sur l'Aubergine et le Diakhatou.

1.5 - Productions fourragères

1.5.1 - Culture pérenne : Pannicum Maximum, surface 1700 m²

Pour le détail des variétés fourragères implantées (essentiellement Pannicum Maximum et C1) et les dates de plantation voir rapport N° II.



PANNICUM MAXIMUM



NIEBE FOURRAGER

En saison sèche chaude, le fourrage s'est correctement développé **sauf sur les bordures, ceci** du fait d'une irrigation mal répartie (action des vents) et légèrement insuffisante par rapport à la demande climatique très importante en fin de saison sèche.

Pendant l'hivernage par contre, on assiste à une véritable "explosion" de végétation comme en témoigne la planche photo N° 3. Le climat de l'hivernage 85 caractérisé par une pluviométrie bien répartie (se rapproche d'un climat tropical humide) convient très bien au Pannicum Maximum qui est originaire des régions périforestières et forestières.

Fertilisation

Fin mai, la parcelle a été binée et amendée par du compost (3T MS à l'hectare) au fur et à mesure de l'avancement de la fauche qui se fait selon les besoins à savoir 20 kg Matière fraîche/tête/jour.

A la fin de l'hivernage le 11/10 après une fauche **globale** La parcelle a reçu une fertilisation minérale de 60 U d'azote 50 U P₂O₅ et 100 U K₂O (par hectare) puis a été binée ; ceci pour favoriser la recousse durant la période sèche froide (saison peu favorable au Pannicum).

Irrigation

- Du 22/6 au 14/7 191 m³ d'eau ont été apportés soit 56 mm avec une efficacité moyenne de 50 % du réseau d'irrigation ;
- Du 14/7 au 5/10 le fourrage n'a nécessité aucune irrigation.

Production

du 29/6/85 au 30/8/85 : fauchage de la parcelle au fur et à **mesure** des besoins, la production a été de 3500 kg matière fraîche soit 20 T 500/ha ;

Du 30/8/85 au 10/10/85 : la parcelle a été fauchée au fur et à mesure des besoins jusqu'au 15/9/85. A cette date, nous avons stoppé la fauche l'alimentation des boeufs étant assurée par les Pans:: de Niébé fourrager, ceci jusqu'au 8/10.

Le 9/10/85, toute la parcelle a été fauchée.

Production de cette période: 2650 kg matière fraîche soit 15T 600/ha

Production globale durant l'hivernage: 6150 kg de matière fraîche (23,8 % de MS soit 1464 kg MS sur 100 jours environ. Ce résultat est meilleur qu'en 84 où la production n'a été que de 922 kg sur 125 jours ; ceci certai-

nement du fait de la meilleure répartition pluviométrique de l'hivernage 85.

1.5.2 - Culture annuelle : Niébé fourrager

Semis le 24/6/85 sous irrigation sur 900 m²

- Fertilisation : uniquement une fumure de fond

- 3 t/ha compost (MS)

- 200 kg/ha 8-18-27 soit 16 U de N, 36 U de P₂O₅
et 54 U de K₂O

- Irrigation

	Juin (fin)	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre (début)	Tot
Dose apportée mm avec efficacité de 100 %	23	38	0	0	0	25	86
Dose apportée en mm avec efficacité réelle estimée à 50 %	11,5	19	0	0	0	12,5	43

- Production

	Fanes kg M.S	Grain kg M.S
1ère récolte	330	50
2ème récolte	45	25
Total	373	75
Total ramené à 1'ha	4740	830

La 1ère récolte a eu lieu à la première quinzaine de septembre.

A cette date, le niébé a été taillé à 20 cm, puis récolté à nouveau en mi-novembre.

Ainsi, grâce à une taille et une légère irrigation ((le niébé étant peu exigeant en eau), nous avons pu étaler cette nécultation sur 5 mois.

Les récoltes ont été faites tardivement, car nous voulions en priorité produire des grains pour les besoins en semences de la sole C et pour le projet des Niayes. Ceci explique le rendement moyen obtenu en fanes par rapport au rendement en grains notamment lors de la 2ème récolte.

Conclusion de l'activité production fourragère : globalement, les rendements obtenus cette année que ce soit pour le Pannicum ou pour le niébé ont été très satisfaisants. Le binome pannicum-niébé fourrager semble être une bonne politique fourragère que nous reconduiront dans le projet des Niayes.

II - UNITE D'ELEVAGE ET DE PRODUCTION DE FUMIER

Durant l'hivernage 2 boeufs de trait (440 et 360 kg de poids respectif) ont été gardés à l'étable.

2.1 - Production de fumier

On apporte 125 kg de paille par semaine soit 115 kg **MS**, Les boeufs produisent 7,6 kg MS/jour (cf. rapport N° II). La production de fumier est donc environ de 24 kg de MS par jour.

Du 1er juillet au 9 septembre on a introduit uniquement du fumier dans le fermenteur.

Du 9 septembre au 30 septembre on a introduit en plus 35 kg d'herbe de brousse (Matière verte) soit environ 14 kg de MS lors de chaque chargement du fermenteur (3 à 4 fois par semaine) soit une matière sèche totale journalière de 30 kg.

Période	Fécèa		Paille		Herbe de brousse		Total	
	kg de MS	%	kg de MS	%	kg de MS	%	kg de MS	%
du 1/07 au 9/09	532	31,6	1150	68,4	0	0	1682	100
du 9/09 au 30/09	167	23,6	345	48,7	196	27,7	708	100

Récapitulatif du 1/7/85 au 30/9/85

La quantité totale de fumier et d'herbe de brousse introduite dans le fermenteur du 1/7 au 30/9 a été de 2 t 390 en MS.

2.2 - Programme d'alimentation des bovins 1985-1986

Les disponibilités pour l'alimentation du bétail (2 boeufs de trait) à l'issue de la campagne 85 sont les suivantes :

Fanes d'arachide :	1840 kg MS
Fanes de niébé :	373 kg MS
Mil grain :	1580 kg MS
Paille de mil :	6210 kg MS
Fourrage (P. Maximum) :	4760 kg MS (Prévision)

Tableau N° 14 Programme d'alimentation des bovins et besoins en litière du 1/10/85 au 30/9/86

Période	Ration/Tête	Quantité d'aliment pour deux têtes				
		P = Paille de Mil (litière) en kg MS	M = Mil grain en kg de MS	FNF = Fanés Niébé Fourrager en kg de MS	FA = Fanés arachide en kg de MS	IF = Fourrage P. Maximum en kg de MS
Octobre	6F + 1M 3,9VF ; 310 g MAD	650 (150/semaine)	60	0	0	360
Novembre	6FNF + 2 F 3,4 UF ; 340 g MAD	650 (150/semaine)	0	360	0	120
Décembre, janvier, février, mars, avril	6FA + 2 F 3,4 UF ; 400 g MAD	3250 (150/semaine)	0	0	1800	600
Mai, juin	6F + 1M 3,9 UF ; 410 g MAD	1300 (150/semaine)	120	0	0	720
Juillet, août, septembre	6F + 1M 3,9 UF ; 410 g MAD	1290 (100/semaine)	180	0	0	1080
Total		7140	360	360	1800	2880
Disponible		6210	1580	373	1840	4760
Bilan		(-)930	(+)1220	(+)13	(+)40	(+)1880

Le tableau N°14 décrit le programme d'alimentation des bovins d'octobre 85 à fin septembre 86 en fonction des besoins en UF et MAD. Il indique également les besoins en litière en relation avec les estimations de biogaz nécessaire à l'irrigation. Les pailles de mil servant de litière sont consommées à volonté par les boeufs.

De la lecture de ce tableau on constate un surplus de mil grain et de fourrage. Ce surplus sera partiellement utilisé comme ration supplémentaire lors des travaux (transport des pailles, labour du maraîchage, binage et hersage du mil et de l'arachide, semis et soulevage de l'arachide).

La ration supplémentaire sera de 2 kg de mil et 1 kg de fourrage (MS) par jour et par tête ceci durant les 45 journées environ de travail, soit en tout 90 kg de fourrage (MS) et 180 kg de mil. Il reste encore un disponible de 1790 kg de fourrage et 1040 kg de mil qui pourrait être utilisé pour faire 2 rotations d'embouche bovine (2 x 3 mois) avec une paire de bovillons. Une ration de 5 kg MS de fourrage et de 3 kg de mil par tête correspondant à une valeur alimentaire de 5,2 UF et 470 g MAD, permettrait de réaliser ces deux rotations (1800 kg de fourrage et 1080 kg de mil sur une période de 6 mois). Malheureusement, cette activité d'embouche ne peut être réalisée du fait des problèmes administratifs au niveau du centre, lors des opérations d'achats-ventes.

En ce qui concerne les besoins en pailles pour la litière, le tableau fait apparaître un déficit de 930 kg. Ce déficit est assez faible comparé à 1984, car les rendements en pailles obtenus cette année sont corrects; mais pour assurer une autosuffisance de l'exploitation, il sera nécessaire en 1986 d'agrandir les parcelles en pluvial strict d'au moins 5000 m2 ceci en prévision d'hivernages moins favorables.

III - UNITE DE PRODUCTION DE BIOGAZ ET DE COMPOST

3.1 - Résultats généraux

Les relevés journaliers (charge, production: températures externe et interne) sont présentés en annexe N° 16. Le bilan hebdomadaire est donné sur le tableau N° 15.

Durant les mois de juillet, Août et Septembre 2 T 390 de fumier (en MS) ont été introduit dans le fermenteur soit en moyenne 26 kg de MS/jour. La production totale de biogaz a été de 438 m³.

Le rendement moyen en litre de biogaz par kg MS est de 188 l/kg MS, la productivité moyenne en m³ de gaz par m³ de cuverie par jour est de 0,53. Comparés aux chiffres moyens de la campagne 84 (205l/kg et 0,57 m³/m³ cuv/j) on est légèrement en-dessous notamment pour le rendement en biogaz ceci étant très probablement dû au facteur température car l'hivernage 85 a été plus frais et moins ensoleillé du fait de la régularité des pluies.

Signalons à ce propos qu'une pluie, surtout si elle a lieu en pleine journée, a une action très nette sur la production de biogaz ceci du fait de l'évaporation (sur le fermenteur et le talus de protection) qui de l'absence du rayonnement solaire. Ainsi la pluie survenue au cours de la journée du 11/8 a eut pour conséquence une chute de 30 % de la production.

Il conviendrait de mettre en place une mini-serre sur la partie ronde de la cuverie qui laisserait une couche d'air de 20 cm environ entre le paroi du fermenteur et la serre. Ce dispositif permettrait un réchauffement intense du corps du fermenteur durant la journée, l'isolerait de la pluie et la nuit réduirait les pertes de chaleur grâce à cette couche d'air isolante. Ce dispositif simple (4 ou 5 anneaux en tube PVC de 3 m et une bache plastique de 20m² perméable aux rayons UV) prendrait tout son intérêt en saison sèche froide. Cette meilleure maîtrise du facteur température est importante car son action sur la productivité du fermenteur est très forte.

3.2 - Expérience de recyclage des pailles dégradées sortant du fermenteur

Durant toute cette expérimentation (du 5 mai au 10 juillet) la charge introduite quotidiennement a été de 85 kg environ. Du 13 mai au

Tableau N° 15 Moyennes hebdomadaires, production, charge, rendement, température.

N°	Semaine	Charge moyenne en kg MS	Temps moyenne ext.	Production moyen M ³ /j.	Rendement Biog./kg de MS	Production moyen m ³ gaz/m ³ cuv/j.
	27	24.3	28.9	4.927	203	0.547
	28	24	29	5.213	217	0.579
	29	23.7	27.6	4.932	208	0.548
	30	27.4	27.4	4.870	178	0.541
	31	31.9	28.7	5.489	172	0.609
	32	27.3	27.4	5.218	191	0.580
	33	24.1	27.9	4.725	196	0.525
	34	25.2	28.1	4.636	-184	0.515
	35	21.1	27.9	4.496	213	0.500
	36	22.2	27.4	4.235	191	0.470
	37	24.2	27.5	4.327	179	0.481
	38	29.7	27	4.115	139	0.457
	39	26.1	28	4.513	173	0.501

14 juin, ces 85kg comprenaient approximativement 30 kg de pailles dégradées, le restant de la période, le chargement était constitué de fumier pur.

Les résultats figurent sur le graphique N° 16 indiquant les fluctuations de la production dans le temps ainsi que les variations de la température moyenne extérieure.

D'emblée on peut signaler une adéquation assez bonne entre les variations de température et celle de la production de biogaz. Du 25 mai au 10 juillet les Variations de températures sont faibles et on constate une chute nette de la production de gaz dès le 20ème jour suivant le recyclage puis une reprise normale de la production 20 jours après la fin du recyclage.

On en déduit que les pailles ayant déjà subi une fermentation méthanique sont improductives lors d'un deuxième passage. En effet la totalité de la moelle cellulosique a été dégradée lors de la première fermentation, il ne restait donc que les parties lignifiées plus difficilement fermentescibles. Le temps de latence constaté à la suite du changement de charge sur la production en biogaz est compréhensible vu que le temps de rétention d'une charge est de 40 jours environ (autrement dit le temps de remplissage du fermenteur est de 40 jours).

3.3 -Enregistrement des données sur fichier informatique - Essai de modélisation du processus de fermentation

Toutes les données journalières sont enregistrées sur fichier : production de biogaz, charge, matière sèche, température extérieure moyenne température maxi et mini du fermenteur (ces dernières n'ont pu être mesurées à partir du 21 Août la sonde de température dans le fermenteur étant tombée en panne).

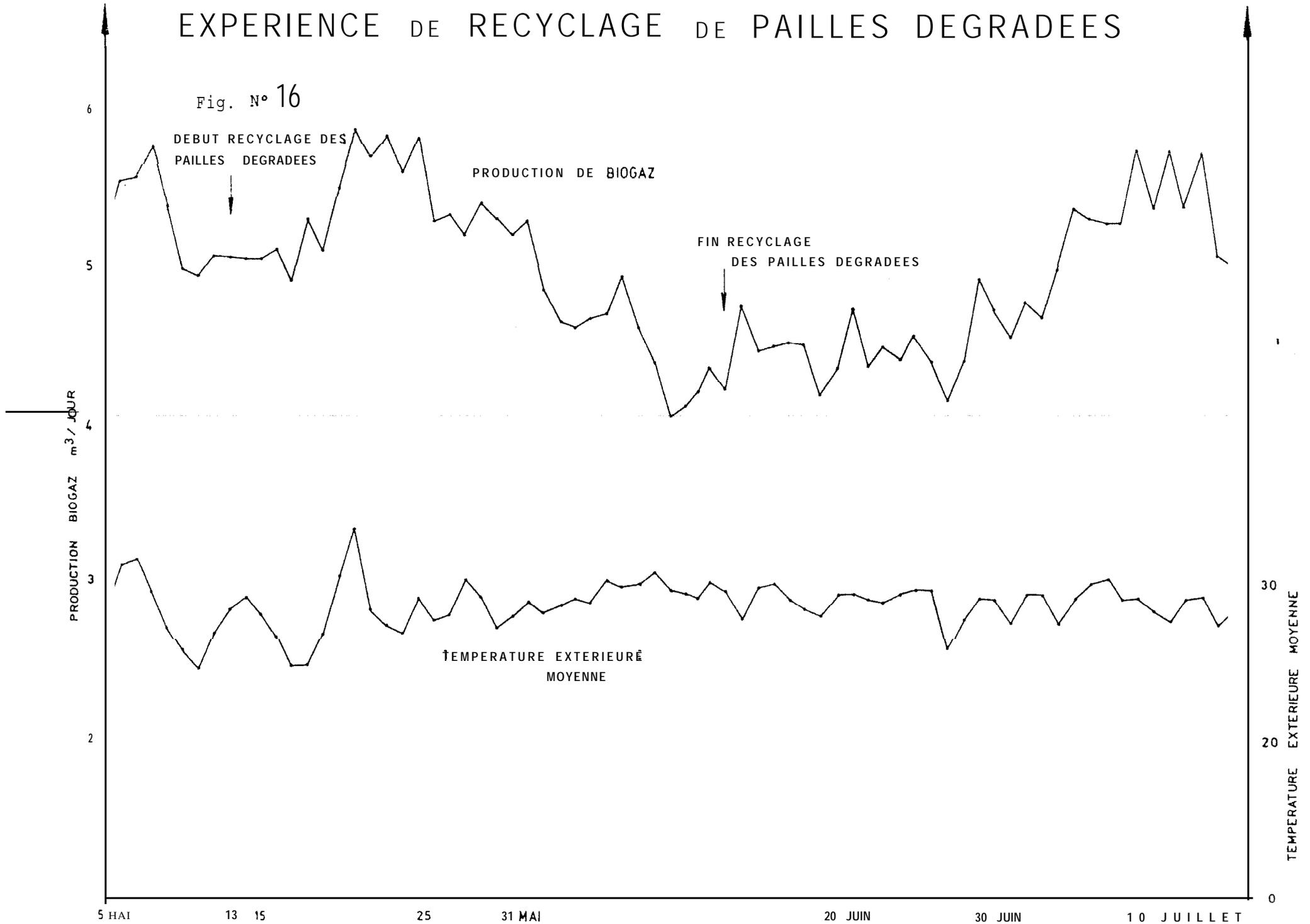
La production de méthane à partir d'une qualité de fumier donnée dépend des facteurs suivants :

- quantité de fumier présente dans le fermenteur ;
- la température dans le fermenteur (étroitement corrélée d'ailleurs à la température extérieure moyenne).

La difficulté principale rencontrée pour cette modélisation (Travaux initiés par Mr. C.Y. BOCQUIEN en 1984) est de chiffrer la quan-

EXPERIENCE DE RECYCLAGE DE PAILLES DEGRADEES

Fig. N° 16



tité de fumier présente dans le fermenteur à un temps donné, car on ne connaît que la quantité introduite quotidiennement. Or pour chaque charge introduite, il ressort une certaine quantité d'effluents. Le problème est donc de connaître le temps de rétention d'une charge journalière, introduite un jour X, dans le fermenteur. Il s'agit donc de déterminer l'avancement de cette charge dans le temps, Cet avancement dépend de la quantité de fumier introduite par la suite. Ainsi pour déterminer ce temps de rétention d'une charge, il faut étudier la relation entre la quantité de matière sèche introduite et l'avancement que produit cette charge,

Pour ce faire, nous procéderons à la manipulation suivante pour plusieurs valeurs de chargement : on charge régulièrement durant un mois avec: la même quantité de fumier et on suit l'avancement à l'aide de plusieurs petites bottes de paille (reliées chacune à une ficelle) introduites lors du premier chargement.

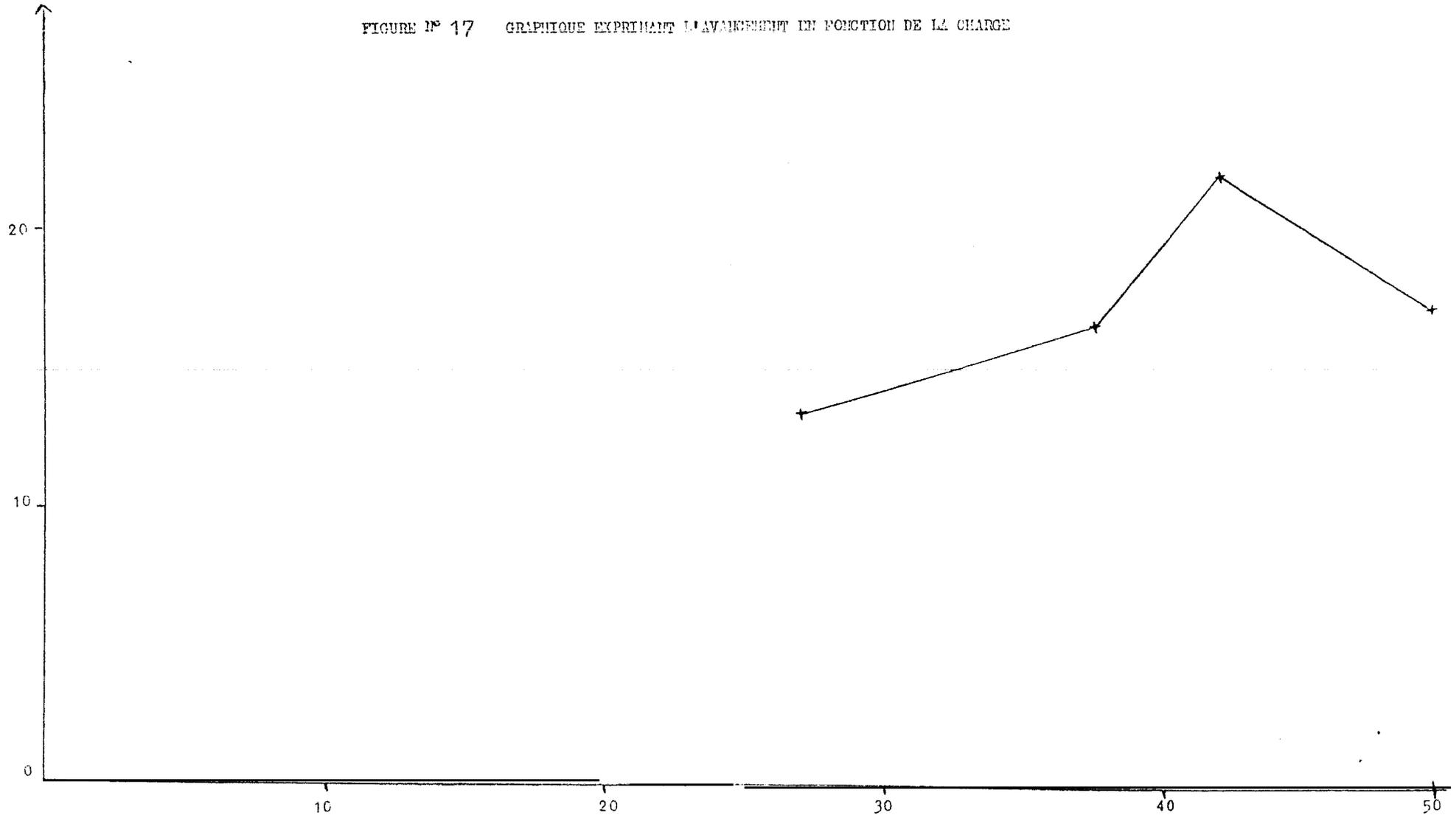
Ainsi du 20/07 au 30/8 nous avons introduit une charge moyenne de 50 kg de MS tous les deux jours. Les résultats sont malheureusement peu utilisables, la moyenne de l'avancement obtenu est de 17 cm avec un coefficient de variation de 49 %. Auparavant durant le mois de Juin 27 kg de MS ont été introduits quotidiennement, la moyenne de l'avancement a été de 13,7 cm avec un coefficient de variation de 41 %. Ces coefficients de variation très élevés rendent les moyennes peu significatives.

De plus le graphique reliant les avancements aux charges ne permet pas de déterminer une relation linéaire en partie à cause de la valeur de l'avancement obtenue avec les 50 kg de MS (voir figure N° 17) qui est très faible. Ceci est peut être du au fait que ce chargement s'est effectué tous les 2 jours, contrairement aux autres charges introduites quotidiennement, on peut faire l'hypothèse qu'une charge ayant séjourné 2 jours dans le fermenteur se tasse plus facilement.

Il s'agit à présent de refaire des mesures entre 20 et 40 kg de MS pour voir si l'on retrouve le même alignement constaté avec les charges de 27, 37 et 42 kg. Cette modélisation permettra de dimensionner de futures installations de fermentation. connaissant les besoins en biogaz., les données climatiques et les possibilités de chargement.

AVANCEMENT EN CM

FIGURE N° 17 GRAPHIQUE EXPRIMANT L'AVANCEMENT EN FONCTION DE LA CHARGE



CHARGE EN KG DE MS

3.4 • Améliorations et entretien de l'installation de fermentation

A) Entretien

Depuis septembre 83, date de mise en route du fermenteur,, aucun disfonctionnement **n'est** à signaler. Cette année, nous avons procédé à deux travaux d'entretien courant :

- nettoyage de la fosse de réception des effluents, un dépôt s'était formé et s'opposait à l'avancement du **vérin** (une journée de travail):

- Changement de l'étope assurant l'étanchéité au niveau du piston pénétrant dans le fermenteur (1 heure de travail après vidange du fermenteur).

B) Aménagements réalisés pour une meilleure gestion de l'eau

- Elevation des parois de la fosse de réception des effluents pour éviter les risques de débordements lors du chargement (la poussée du vérin fait monter le niveau d'eau dans la fosse) ;

- Pose d'un tuyau entre la trémie d'introduction du fumier et la fosse de réception des effluents. Ceci permet une recirculation de la phase liquide surtout lors du chargement où le niveau d'eau monte dans la fosse.

- Installation d'une grille au bout de la fosse sur laquelle on laisse égoutter l'effluent avant d'être mis en tas pour le compostage aérobie.

C) Travaux à réaliser en 1986

Pour une augmentation de la productivité en bioqaz

La température optimale de la fermentation méthanique est de 36°C or en saison sèche froide on atteint régulièrement des températures de 23°C à l'intérieur du **digesteur**. Pour réduire les pertes de calories et donc gagner en température, il s'agira :

- d 'augmenter le chauffage solaire et de réduire les pertes de chaleur nocturnes en disposant une mini-serre (déjà déorite au paragraphe **3.1**) sur la partie cylindrique du fermenteur (actuellement le fermenteur est **semi-enterré** et recouvert partiellement d'une bâche plastique),

Pour une amélioration de la qualité du gaz

Le biogaz contient principalement deux gaz, le méthane et le gaz carbonique. Le moteur Schule que nous utilisons est un moteur fonctionnant au fuel seul soit au fuel et biogaz (permet une économie de 70 % de fuel).

Le rendement du moteur dépend de la qualité du gaz. Il est conçu pour utiliser un gaz contenant 70 % de CH₄ et 30 % de CO₂. Or la proportion de CO₂ atteint souvent 50 % surtout en saison sèche froide,

Il s'agira de mettre au point et d'expérimenter un système de fixation du CO₂ par simple passage du gaz dans l'eau (le CO₂ est très soluble dans l'eau contrairement au méthane) soit par bulleur soit par douche du gaz.

3.5 - Production de compost

Les pertes de MS au cours de la fermentation méthanique s'élèvent en moyenne à 30 % (cf. rapport N° III). Compte tenu de la quantité de fumier introduite on peut estimer la production de compost à 1700 kg de MS de début juillet à fin septembre. Les effluents sont soit mis en tas, soit mis en fosse de finition, une des deux fosses de finition étant occupée par un essai de compostage de *Sesbania rostrata*. Cinq mois de compostage (plus 2 ou 3 arrosages si on se situe en saison sèche) sont suffisants pour obtenir un produit stable prêt à être épandu.

IV - UNITE D'IRRIGATION ET D'UTILISATION DU BIOGAZ

La production de biogaz pendant la campagne 85 a été stabilisé **entre 4 et 5 m³**. Durant tout l'hivernage nous avons essayé de maintenir le gazomètre proche du maximum de sa capacité entre **10 et 15 m³** afin de disposer d'une réserve suffisante en cas de période sèche.

Nous avons pu **éviter les pertes** en biogaz par évacuation (en cas de surpression lorsque le gazomètre est plein) en utilisant le brûleur ménager et la lampe. En cas de période sèche, le gaz est réservé à l'irrigation.

Le tableau N° 18 résume la répartition de la consommation en gaz,

Les besoins en irrigation ont été plus élevés cette année qu'en 84 (du fait du **marafchage**) et nous avons consommé **30,7 %** du gaz à cet effet, **13 % pour** les besoins de l'exploitation (chargement du **fermenteur**) **et 36,2 %** pour les besoins ménagers. Les pertes par évacuation **n'ont été** que de **0,4 %**. Les pertes au niveau du gazomètre par contre sont très élevées ; elles **atteignent 19,7 %** soit environ **1 m³** par jour ce qui a déjà été constaté en **84**. Il s'agit de reviser entièrement le **réseau** de gaz. Nous avons changé les tuyaux situés entre le compteur et le fermenteur **ainsi qu'entre le compteur** et le gazomètre. Il reste à vérifier le raccord PVC au niveau du gazomètre (déjà révisé en **84**). Le **restant de** l'installation (réalisé en tuyaux métalliques) est étanche. Une dernière possibilité pouvant **être** à l'origine de ces **fuites**, est peut être celle de la détérioration du caoutchouc du **gazomètre** devenu poreux ; ceci d'autant plus qu'il n'est pas protégé du rayonnement solaire, Cette protection sera réalisée systématiquement sur les futures installations (**Niayes**).

4.1 - Fonctionnement du groupe moto-alternateur

Durant l'hivernage, le fonctionnement du moteur concerne d'une part l'irrigation de complément et d'autre part les besoins journaliers de **l'exploitation** à savoir :

- pompage de **l'eau** pour la remise à niveau du fermenteur
- besoin en eau du bétail ;
- irrigation des pépinières ;
- chargement du fermenteur (3 fois par semaine environ).

Mois	Production biogaz en m ³	Perte* gazomè- tre en m ³	Evacuation sur- pression en m ³	Consommation (en m ³)		Consom. flampe en m ³	Consom. brûleur mé- nager en m ³
				irrigation compl.	besoins exploi- tation		
122 juin - 30 juin	40.8	14.1	0	15.6	3.2	0	7.9
!Juillet	154.9	22.9	2.2	52.4	22.2	0	55.2
!Août	152.4	39.4	0	36.6	20.1	5.8	50.5
!Septembre	130.9	18.4	0	35.4	18.3	14.8	44.0
II oct. 5 octobre	26.2	4.9	0	15.2	1.9	0	3.2
	505.2	99.7	2.2	155.2	65.7	20.6	160.8
Total	100 %	19.7 %	0.4 %	30.7 %	13 %	4 %	32.2 %

Tableau N° 18 Répartition de la consommation en biogaz durant l'hivernage 85

Les consommations globales au cours de la-saison des pluies figurent dans le tableau ci-dessous :

Mode d'alimentation	Bipgaz en m ³	fuel en l	Durée en heures
Mixte fuel/biogaz	220,9	84,3	95,1
fuel seul	-	4,5	2,1

Consommations horaires :

- en alimentation mixte 2,3 m³ gaz/heure, 0,891 fuel/heure
ratio énergétique 60 % biogaz/40 % fuel
- fuel seul 2,11 fuel/heure.

La consommation moyenne de gaz et de fuel (en alimentation mixte) par m³ d'eau distribué⁽¹⁾ figure dans le tableau N° 12 (cf. chapitre 1.4) :

0,214 m³ gaz/m³ eau

0,090 l fuel/m³ eau

(1) en utilisant au maximum les capacités de la pompe (10 asperseurs)

4.2 - Fonctionnement du Brûleur ménager et de la lampe

Le volet "besoins ménagers" a été introduit sur le module en juin 84. Son intégration sur ce type d'exploitation nous semble très important au vu des problèmes de déforestations, à la difficulté de collecte de bois de feu, dans cette région. D'un point de vue sociologique l'utilisation du Biogaz ne pose aucun problème. La famille résidant sur l'exploitation apprécie grandement les installations effectuées et les utilise au maximum. Les besoins en irrigation étant ponctuels durant l'hivernage nous avons pu réaliser une étude de consommation d'une famille composée de deux adultes, un adolescent et trois enfants.

Tableau N° 19 Consommation de biogaz pour la cuisson

Mois	Consommation totale m ³	Durée d'utilisation (j)	Consommation moyenne (m ³ /j)	Consommations extrêmes (m ³ /j)	
				Mini	Maxi
22/6/85 au 30/6/85	7,9	9	0,87	0,26	1,94
Juillet	55,2	31	1,78	0,21	2,92
Août	50,5	31	1,63	0,45	2,33

(suite tableau N° 19)

Septembre	44	30	1,47	0,35	1,62
1 au 5 Oct	3,2	5	0,6	0,48	0,733

Les consommations figurant dans le tableau sont globales, le brûleur n'a pas été utilisé pour les 3 repas chaque jour du fait des disponibilités en gaz lors des périodes d'irrigation. La moyenne de consommation en gaz du brûleur ménager pour une utilisation intensive (3 repas) oscille autour de 2 m³/j. Ceci correspond environ à 5 heures d'utilisation d'après les consommations spécifiques établies en 84 (rapport IV).

Durant les mois d'Août et Septembre (ou la disponibilité en gaz était la plus forte) nous avons pu tester la lampe (type indien). La consommation horaire pour un réglage moyen s'élève à 100 l de biogaz/heure. Ce type de lampe malheureusement, nécessite des changements du manchon (type camping gaz) assez fréquents, en moyenne toutes les 50 heures d'utilisation soit 2 à 3 fois par mois pour une durée de fonctionnement journalière de 4 à 5 heures. Ce remplacement du manchon constitue le seul entretien à réaliser pour assurer le bon fonctionnement de la lampe.

Ainsi les besoins en biogaz pour la cuisson et l'éclairage de la famille résidant sur le site se situent autour de 2,5 m³ de biogaz/jour.

V - CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'installation TRANSPAILLE de Bambey est avant tout vouée à la recherche, elle constitue le support de toutes les expérimentations concernant :

- La fiabilité du matériel (à ce titre aucune défaillance technique que ce soit pour le fermenteur ou le moteur n'est à signaler au bout de deux ans d'utilisation) ;
- L'affinement de la modélisation du **processus de fermentation** ;
- L'amélioration du fonctionnement du fermenteur et des accessoires (**rechauffage de l'eau**, protection thermique, épuration du gaz) ;
- L'utilisation du biogaz pour la motorisation et les besoins ménagers ;
- La valeur agronomique du compost. Cet essai prévu sur cinq ans, a une **importance** fondamentale, car il permet de déterminer et de chiffrer les effets du compost sur le sol et les cultures. Ces données sont indispensables pour effectuer l'approche agro-économique d'une exploitation en milieu réel. Les résultats obtenus en **85** (2ème année d'épandage du compost) mettent déjà en évidence une action positive assez forte du **compost** sur **Mil** et Arachide ;
- L'utilisation et l'optimisation de l'irrigation par bilan hydrique simulé, Des **résultats** intéressants ont été obtenus cette année et ce suivi hydrique sera reconduit en **86** ;
- Le choix des cultures maraîchères et fourragères valorisant au mieux l'irrigation.

Ces actions de recherche concernent à présent des **améliorations** de détail. L'ensemble des résultats obtenus depuis septembre **83** ont abouti à une bonne connaissance du fonctionnement de **l'installation, de sa fiabilité et** de ses performances.

L'approche agro-économique est à présent prioritaire et s'effectue en liaison **avec** la première action de pré-développement et transfert de technologie au **Sénégal, dans** le cadre d'une exploitation maraîchère de la région des Niayes à Thieudem- Un complément d'information figure à la fin de ce rapport décrivant l'ensemble du projet et son état d'avancement.

X COMPLEMENT : PRESENTATION DU PROJET "TRANSPAILLE NIAYES"

Ce projet de démonstration au Sénégal, sera coordonné avec l'action "emplois non salariés" initiée par un comité interministériel en 1980 et coordonné par la Société Nationale d'Assistance et de crédit (SONAGA-SONABANQUE).

Les 3 objectifs principaux concernent :

- le maintien, grâce au compost, de la fertilité des sols sur un périmètre maraîcher exploité par une coopérative ;
- l'intégration de l'élevage intensif ;
- la production à partir de biogaz d'électricité pour pallier à l'isolement du site.

Le suivi technico-économique sera assuré conjointement par l'IRAT/DEVE, le Département Systèmes et le Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaire(LNERV) de l'ISRA. Un protocole d'accord a été signé entre l'ISRA et la coopérative (SOSEDRAA), exploitant le périmètre maraîcher, Le financement du projet est assuré par l'AFME pour les équipements biogaz - compost - motorisation, La coopérative SOSEDRAA bénéficiant d'une aide financière du FAC' prend en charge l'aspect élevage - production et utilisation de l'électricité,

II - DESCRIPTIF TECHNIQUE

a) Caractéristiques du périmètre à l'heure actuelle

Il est implanté sur un domaine national cédé en bail par l'Etat et situé à proximité de THIEUEM entre KAYAR et POUT. La surface totale est d'environ 65ha dont 46ha irrigables.

La surface irrigable est divisée en 20 parcelles situées de part et d'autre d'une conduite principale de 1.212 m de longueur. Les travaux culturaux sont assurés par un tracteur de 80 CV équipé d'une gamme d'outils agricoles. Le périmètre emploie 10 permanents dont un tractoriste. Des ouvriers temporaires sont embauchés en période de gros travaux, Les travaux de planage et de mise en place du réseau d'irrigation sont sur le point d'être achevés.

Le pompage ds l'eau est effectué à partir-d'un forage préexistant situé dans le village de THIEUDEH et d'un débit de 300 m³/h. L'équipement comprend un moteur de 100 CV 98 HMT. Les caractéristiques du réseau d'amenée et d'irrigation sont les suivantes :

- . conduite d'amenée : PVC Ø 200 enterré L : 1.392 m
- . conduite principale : PVC Ø 160 enterré L : 1.212m, équipée de 10 hydrants
- . conduites secondaires en aluminium, couverture mobile par 5 conduites Ø.80; L : 200 m équipées de 10 branchements.
- . l'aspersion est assurée par 50 chariots asperseurs par conduite (alimentés par tricoflex Ø 20, L = 50 m). La maille est de 10 x 20 m. 50 asperseurs peuvent fonctionner en même temps.

b) Cultures et rotations prévues

L'occupation des 20 parcelles irrigables est définie comme suit :

- 1 x 2,3 ha : infrastructures, bâtiments
- 3 x 2,3 ha : arboriculture
- 16 x 2,3 ha : rotations annuelles
 - arachide/maraîchage de saison sèche
 - niébé/ " " "
 - sorgho ou mil/ " " "

En prévision de l'intégration de l'élevage une parcelle de 1 ha de fourrage pérenne (panicum maximum) sera mis en place ainsi qu'un hectare de niébé fourrager inclus dans les rotations annuelles.

c) Intégration de l'élevage et valorisation des résidus

1) Caractéristiques de l'élevage

L'élevage sera de type mixte, production laitière et embouche.

La production laitière sera assurée par 6 vaches de race Montbelliarde (cheptel de départ).

L'activité d'embouche se fera sur un cheptel de 6 têtes de race locale, on peut/ prévoir 3 rotations par an,

2) Affouragement et résidus

d) Potentialités du périmètre pour l'alimentation du cheptel

Culture	Surface ha	RDT kg/ha	MS Tot. kg	UF	MPD en g
Fourrage (Panicum Max.)	1	35.000	35.000	19.950	3.500.000
Niébé four.	1	3.000	3.000	1.800	123.000
Fanas de Niébé	2	1.000	2.000	1.200	82.000
Fanas d'arachide	2	1.000	2.000	1.200	82.000
Fanes patates douces	3	2.000	6.000	3.300	102.000
Mil grain	3	2.000	6.000	5.452	512.244
TOTAL :			54.000	32.902	4.401.244

Besoin en UF et MPD du cheptel sur une année

	UF	MPD
Cheptel laitier (6 têtes) entretien	8.322	660.000
(On considère un poids vif de 500 kg et une production de 15 l/j sur Production 300 jours à 4 % de Mo)	10.260	1.620.000
Embouche (6 têtes) croissance (âge de 12 à 18 mois) et entretien	6.570	660.000
Total	25.152	2.940.000

Le bilan est excédentaire aussi bien pour les UF que pour les MPD (respectivement 7.750 UF et 1.461 en MPD exprimé en kg).

b) Disponibilités en résidus

. résidus végétaux

	Surface	Rendement	MS TOTAL
Fanes de maraîchage	20 ha	1 T/ha	20 T
Paille de mil	3 ha	2 T/h	6 T
			Tot 26 T

. résidus animaux (Production de fécès en kg de MS)

	Production par tête/jour	Production cheptel/an
Vaches laitières	4 kg	8.760 kg
Embouche	2,3 kg	5.037 kg
		Tot. 13.797 kg

Total résidus végétaux + animaux : 40 tonnes/an

Les besoins en matière sèche du fermenteur voir II c/3) sont de 50 à 60 kg MS/jour soit 18 à 22 tonnes de MS/an, la disponibilité en résidus végétaux et animaux est largement excédentaire.

3) Unité de production de compost et de biogaz

Par rapport à l'installation de Bambey quelques améliorations ont été apportées sur cette unité.

- Le refroidissement du moteur se fera par circulation de l'eau dans l'arbre du fermenteur, on récupère ainsi des calories pour le chauffage du fermenteur ;

- Le verin hydraulique est actionné grâce à une pompe directement couplée au moteur, ce qui permet d'éviter les pertes d'énergie au niveau de la transformation! de l'énergie mécanique en énergie électrique.

Performances et caractéristiques du fermenteur

. Volume utile de fermentation : 12 m³

- . Charge journalière : 50 à 60 kg MS
- . Production de biogaz : 8 à 9,5 m³/j saison froide
10 à 12,5 m³/j " chaude
- Volume de stockage du Biogaz : 30 m³
- . Rendement de la production de biogaz : 150 à 240 l de gaz/kg MS
- . Productivité : 0,670 à 1,04 m³ de gaz/m³ de cuverie/j
- . Production de compost : 16 tonnes MS/an

6) Utilisation du biogaz

- Production d'électricité :

Le biogaz alimente un moteur SCHULE - KILORSKAR TV1 pouvant fonctionner au fuel seul et à partir d'un mélange fuel biogaz.

Puissance : 7 CV à 1.500 t/mn

Consommation en fuel et biogaz sous réglage optimal :

Biogaz : 0,45 m³/ch/heure — 3 m³/heure

Fuel : 0,07 l/ch/heure — 0,5 l/heure

Ratio énergétique : 80 % biogaz, 20 % fuel

Rendement moteur : 23 %

Remarque : le moteur fonctionnant au fuel seul, consomme (pour une même puissance 0,3 l/ch/heure soit 2,1 l/heure, le biogaz permet donc une économie de 75 % de fuel.

Au moteur est couplé un alternateur fournissant une puissance de 3,6 KW. La production journalière de biogaz permet l'utilisation du moteur durant 4 heures par jour.

L'utilisation de l'énergie électrique est prévue sur plusieurs postes :

- 1) - Un refroidisseur pour assurer la conservation du lait (1 KW).
- 2) - Un transformateur destiné à recharger des accumulateurs de 24 V (éclairage domestique, radio etc...) 1 KW.
- 3) - Un moulin pour la préparation des aliments du bétail (2,5 KW la capacité de mouture est de 150 kg/h).
- 4) - Alimentation électrique de l'atelier de mécanique (de 1 à 2 KW)
- 5) - Eclairage des parcelles lors des irrigations nocturnes (déplacement des aspenseurs et surveillance 3KW).

Il s'agit d'établir un calendrier des activités de chaque poste afin d'utiliser au maximum l'énergie électrique produite. Les postes 1, 2 et 3 fonctionnent tous les jours, et les postes 4 et 5 selon les besoins et l'énergie électrique disponible.

III - RESULTATS ATTENDUS-ASPECT ECONOMIQUE ET PERSPECTIVES

L'aspect technique de la fermentation méthanique est maîtrisé grâce aux deux années d'expérimentation au CNRA de Bambey. Seules quelques améliorations seront étudiées telles que le **rechauffage** du fermenteur par le moteur (circuit de refroidissement) et par le **principe** de serre. L'**objectif** principal de ce projet consiste en l'étude de la faisabilité économique en milieu réel d'un système de production intégrant production végétale, élevage avec valorisation des résidus par le compost et le biogaz.

Le but recherché étant de donner à une exploitation le **maximum** d'autonomie par **rapport** aux problèmes énergétiques, de fertilité des sols et de **l'isolement** de l'exploitation.

Le compte d'exploitation prévisionnel élaboré à partir des données réelles met en évidence la rentabilité économique du système.

COMPTE D'EXPLOITATION PREVISIONNELCHARGESAmortissement élevage

. Etable	: (900.000 F.CFA) sur 15 ans à 10 %.....	118.000
. Magasin	: (235.000 F.CFA) sur 15 ans à 10 %.....	31.000
. Matériel	: (20.000 F.CFA/an.....	20.000
. Animaux	: 6 vaches Montbelliarden.....	788.000
	(4.200.000 F.CFA) sur 8 ans à 10 %	

Amortissement matériel de production compost biogaz

. fermenteur complet,	(3.500.000 F C.FA) 10 ans/10 %.	570.000
. moto alternateur	(2.500.000 F C.FA) 5 ans/10 %.	660.000

Amortissement matériel électrique

. Congélateur	(300.000 F. CFA) 5 ans/10 %	79.000
Transformateur et accumulateurs		
.. (300.000 F.CFA) 5 ans/10 %.....		79.000
. Moulin	(800.000 F. CFA) 5 ans/10 %.....	210.000

Charges d'exploitation

. Intrants culture fourrage (1 ha)	100.000
. Eau irrigation fourrage 35 F. CFA/m ³	500.000
. Eau d'abreuvement 27 F. CFA/m ³	10.000
. Coût sanitaire.....	150.000
. Provision une rotation embouche.....	180.000
. Personnel	5.50.000
. Fuel	180.000
. Entretien	80.000
. Alimentation bétail	300.000

TOTAL : 4.605.000

PRODUITS

. Lait (6 vaches à 3.500 l/an ; 225 F. CFA/l)	4.725.000
. Veaux de l'élevage laitier.....	400.000
. Embouche 3 rotations/an sur 6 têtes.....	900.000
. 16 tonnes de compost à 1.500 F/tonne.....	240.000
. Economie de fuel.....	355.000

TOTAL 6.620.000

IV . L'ETAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX LE 15 AVRIL 1986

Le fermenteur est installé sur le site, la fosse de réception des **effluents** construite, l'arbre du fermenteur scellé. Le réseau de tuyauteries de gaz enterré est également en place.

L'étable est sur le point **d'être** achevée, le transport des vaches (actuellement **stabilées** à Sangalkam) est prévu début **Mai** 1986,

La mise en place des parcelles fourragères (Panicum Maximum et Niébé fourrager) est prévue également au mois de **Mai** 1986.

La mise en route du fermenteur se fera dès réception du moteur (fin Mai).

On peut estimer que l'ensemble de l'installation sera fonctionnelle fin juin 1986 en début d'hivernage.

BIBLIOGRAPHIE

FARINET J.L., SARR P.L - 1984

Production **continue** de biogaz pour la petite motorisation rurale (saison sèche froide N° II),

FARINET J.L., BOQUIEN C.Y - 1984

Production **continue** de biogaz pour la petite motorisation rurale (saison sèche chaude N° III).

FARINET J.L., BOQUIEN C.Y., SARR P.L. - 1984

Production continue de biogaz pour la petite motorisation rurale (campagne de la saison des pluies N° IV).

FOREST - 1984

Présentation et utilisation du logiciel BIP 4 rapport technique IRAT/D.E.V.E.

PERRIER L. - 1985

Suivi d'hivernage dans le cadre d'une unité de production de biogaz - aompost - Application à l'irrigation des cultures de saison humide.

TRAN MINH DUC - 1978

Ferme expérimentale des cultures irriguées - bilan de 5 années de fonctionnement au CNRA de Bambej.

 N N E X E

Pompe immersee Guinard 3kw HMT 50m Debit 12m³/h
25m

Compteur volumetriaue

SOLE B

SOLE c

BAUER 4"

Fourraae

M i l

ABC 2"

RB 30 TNT

6 m

12 m

11 / 6

Essai agronomiques

Production

Niebe fourrage

31,5 m

57 m

ssais agronomiques

Production

Maraichage

Arachide

Cultures diversifiees
ereale+legumineuse

Mil/niebe derobe

Anrexe N° 1 - RESEAU D'IRRIGATION FERME BIOGAZ

Annexe N° 2 :EVAPORATIONS BAC BAMBEY 1985

```

*****
*                               MOIS                               *
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* *DEC* *JAN* *FEV* *MAR* *AVR* *MAI* *JUI* *JUI* *AQU* *S E P* *OCT*
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
*1 * 58* 112* 134* 120* 113* 92* 84* 64* 44* 74*
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* 2 * 104* 107* 93* 103* 108* 91* 61* 54* 55*
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* 3 * 81* 94* 118* 96* 103* 87* 60* 56* 56*
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
*****
    
```

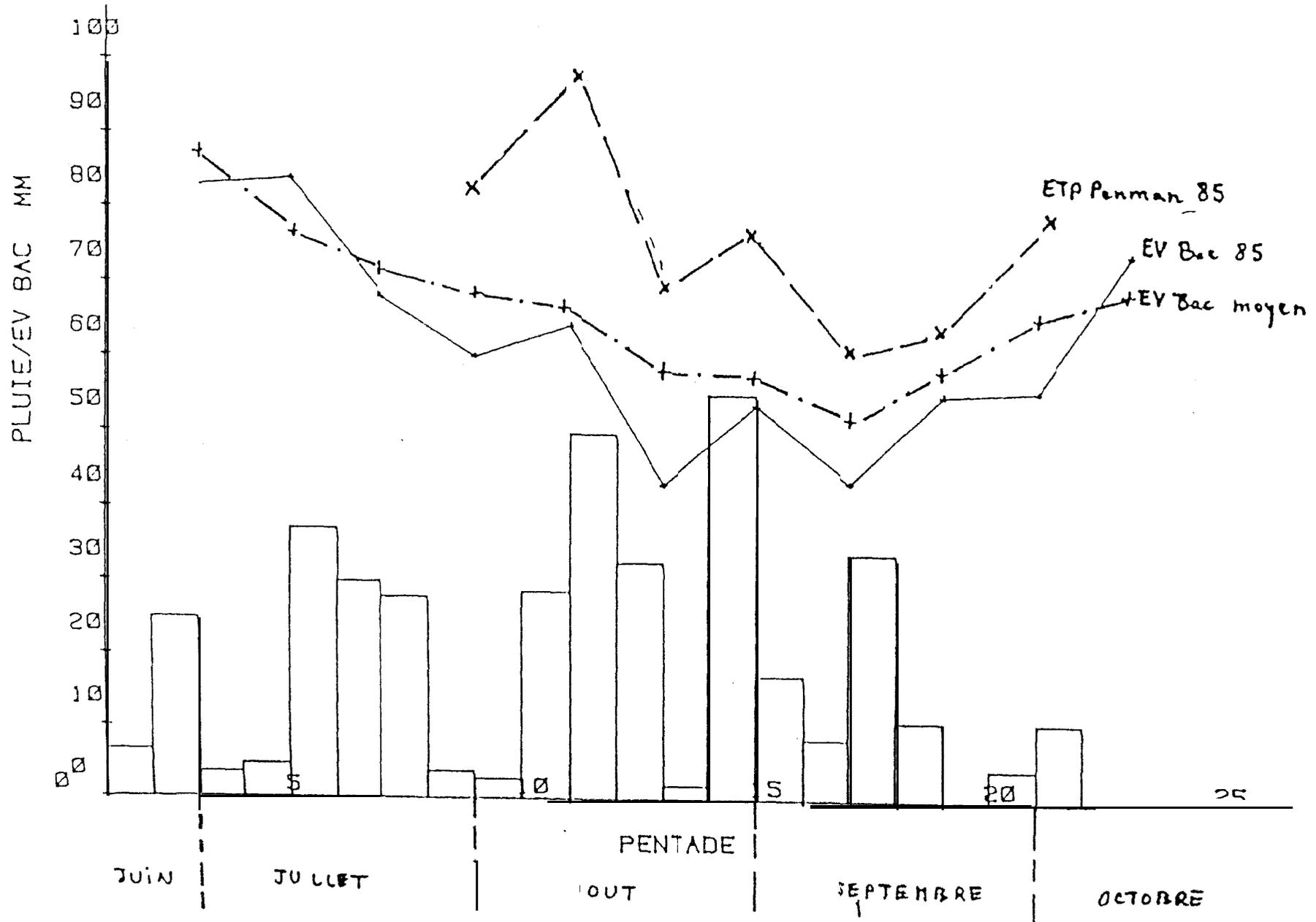
PLUVIOMETRIE S O L E C 85 (Bambey)

```

*****
*                               JOUR                               Y
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* *MOIS *DEC* *1* *2* *3* *4* *5* *6* *7* *8* *9* *10* *11*
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* * 1 * - * - * - * - * - * - * - * - * - * - * - *
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* *JUN * 2 * - * - * - * - * - * - * - * - * - * - *
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* * 3 * - *6.7* - * - * - * - *25* - * - * - * - *
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* * 1 * - * - * - *3.6* - * - * - * - * .3* 4.5*
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* *JUL * 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* -/Y 17* - * - * - * - *3.5*7.5*
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* * 3 * - * - * - * - * - * - * 3*1.5* - * - *
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* * 1 * - * - *2.5* - *8.5* - * - * - * - *
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* *OCTO * 2 * - * - r - * - * - * - * - y - * - *
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
* * 3 * - * - * - * - * - * - * - * - * - Y
*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
*****
    
```

Annexe N° 3 : HIVERNAGE 1985 - BAMBEY SOLE C

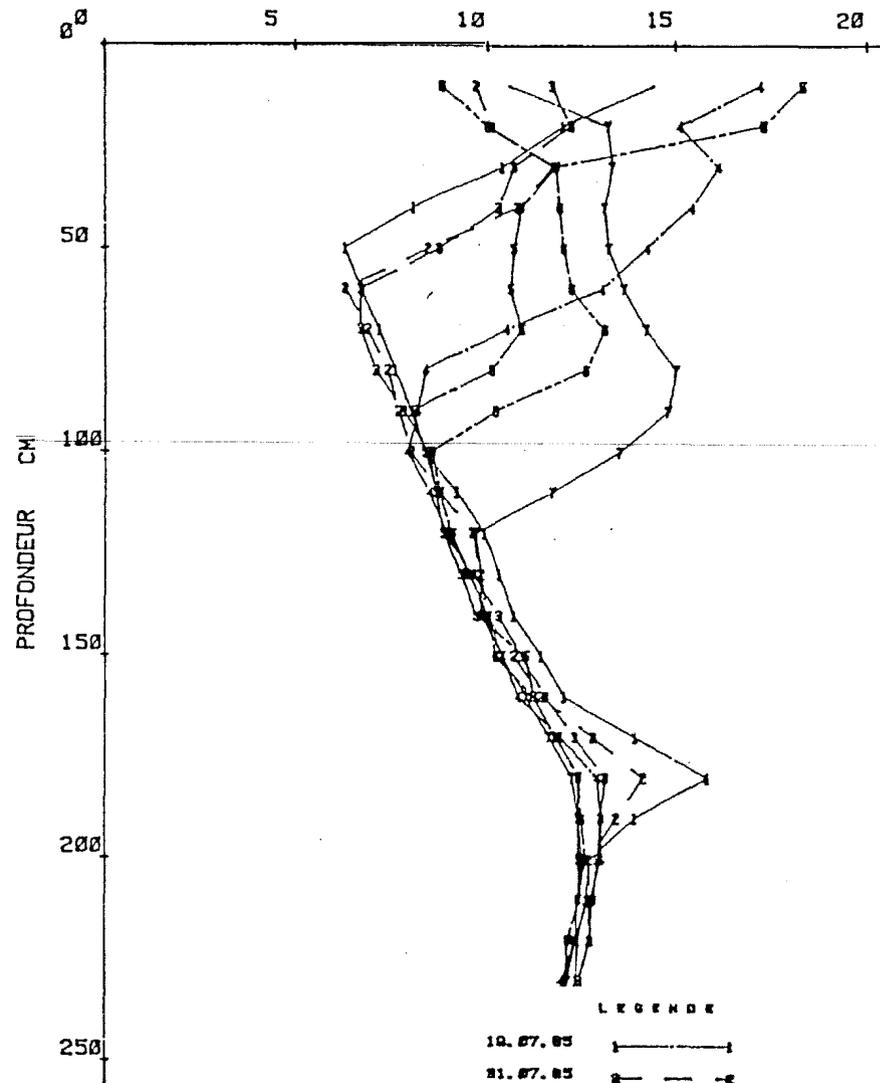
PLUIE/EVAPORATION BAC DU 20/6 AU 20/10

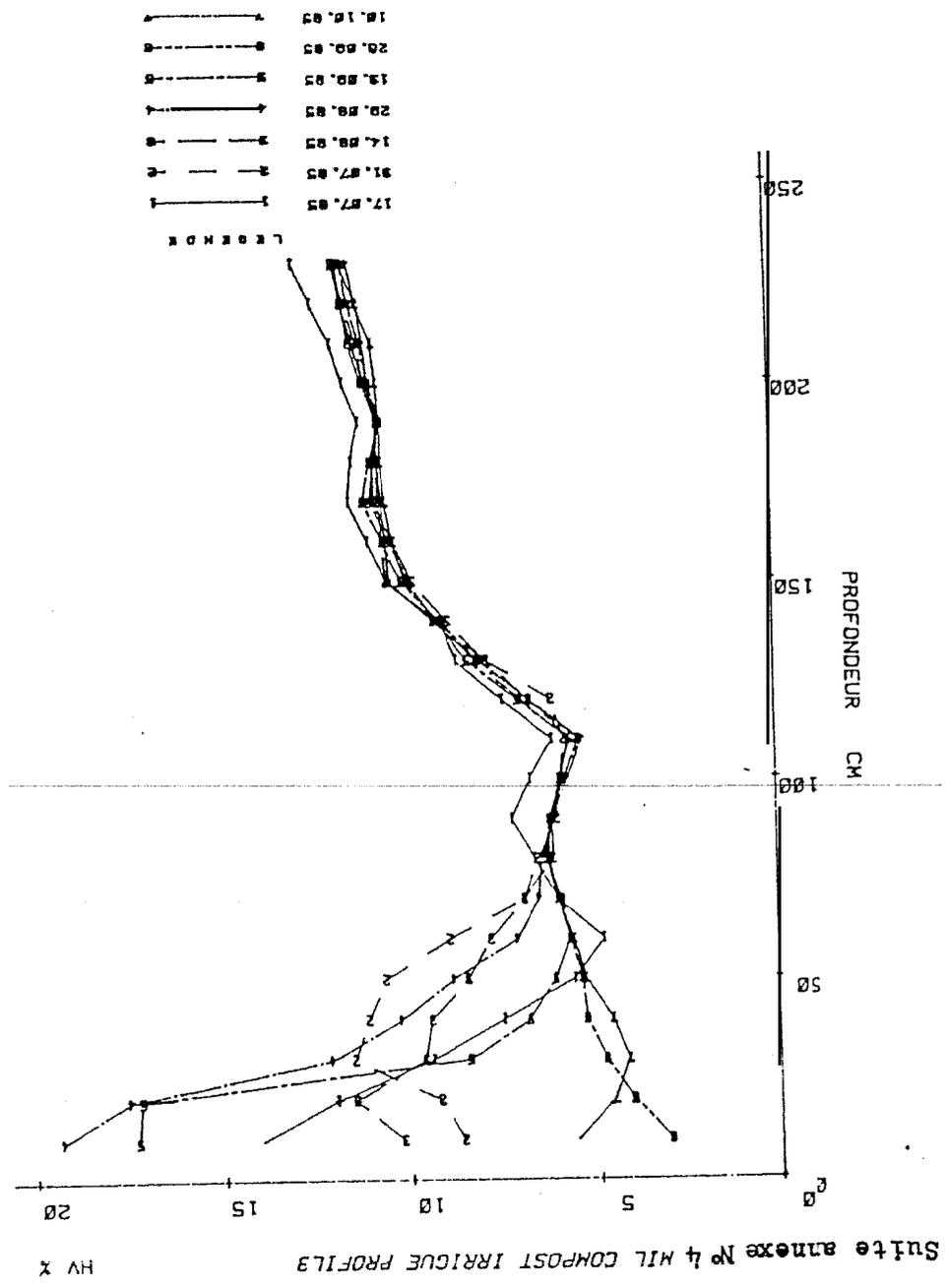
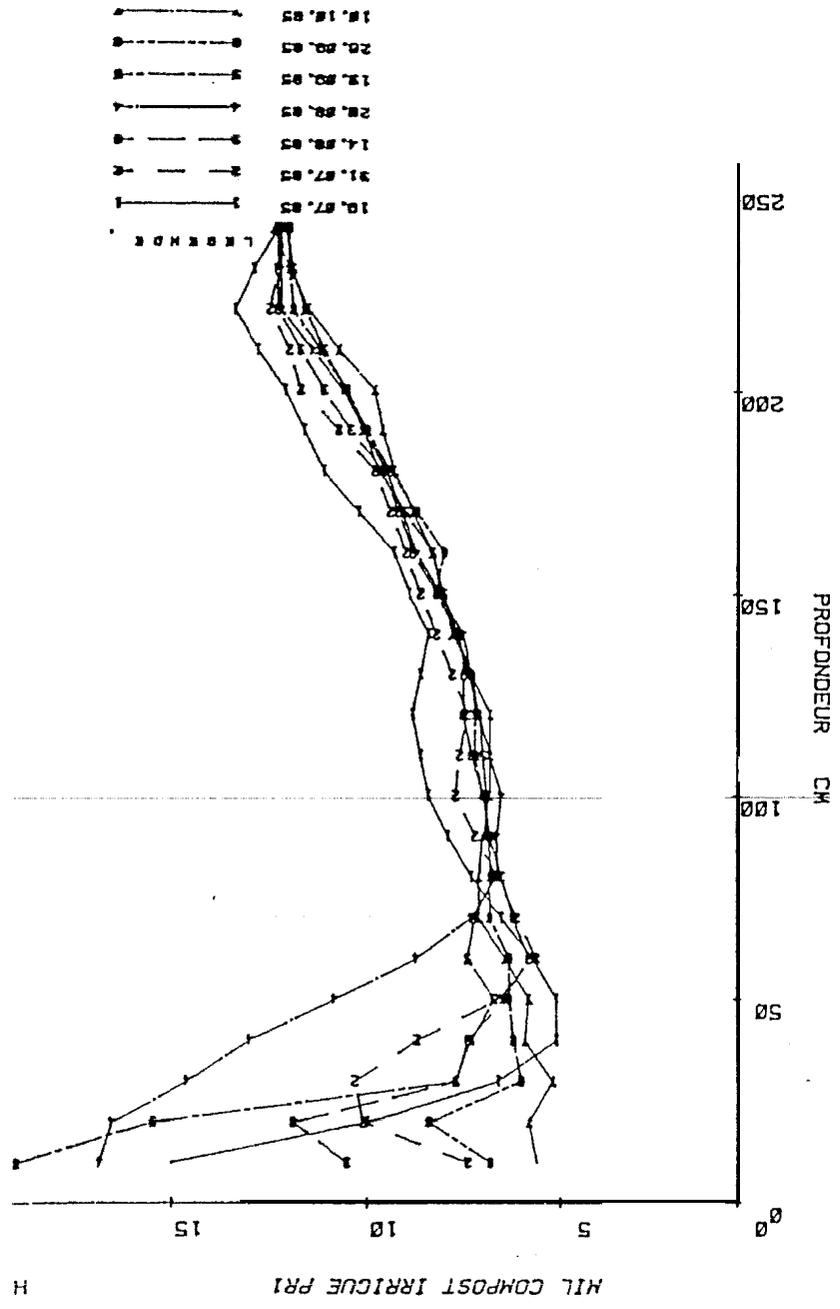


PROFIL HYDRIQUE

MIL COMPOST IRRIGUE PROFIL2

HV X

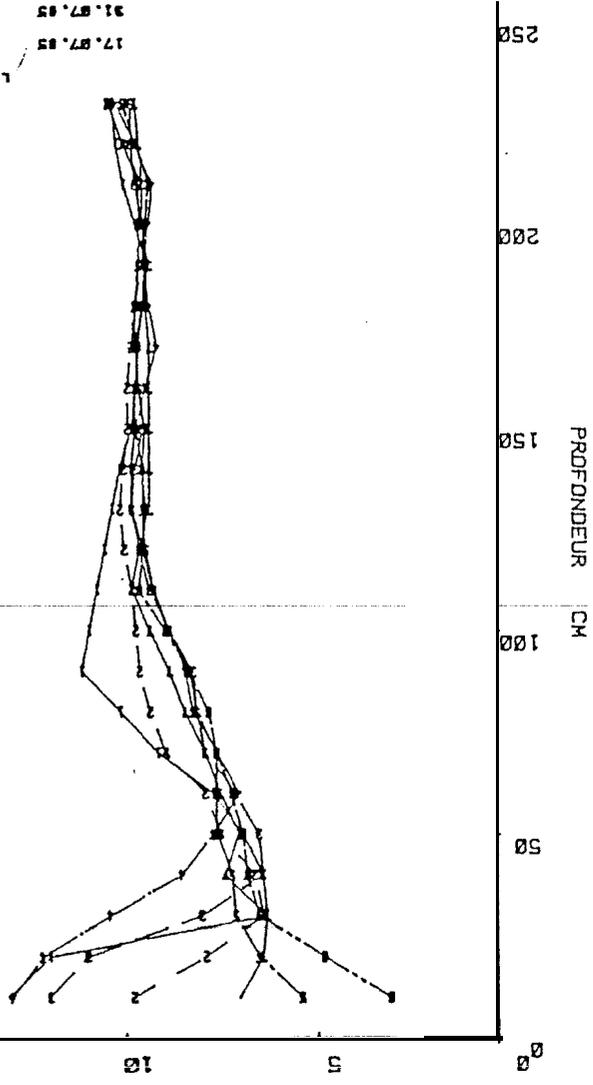




HV %

MIL TEMOIN PLUVIAL PROFIL 3

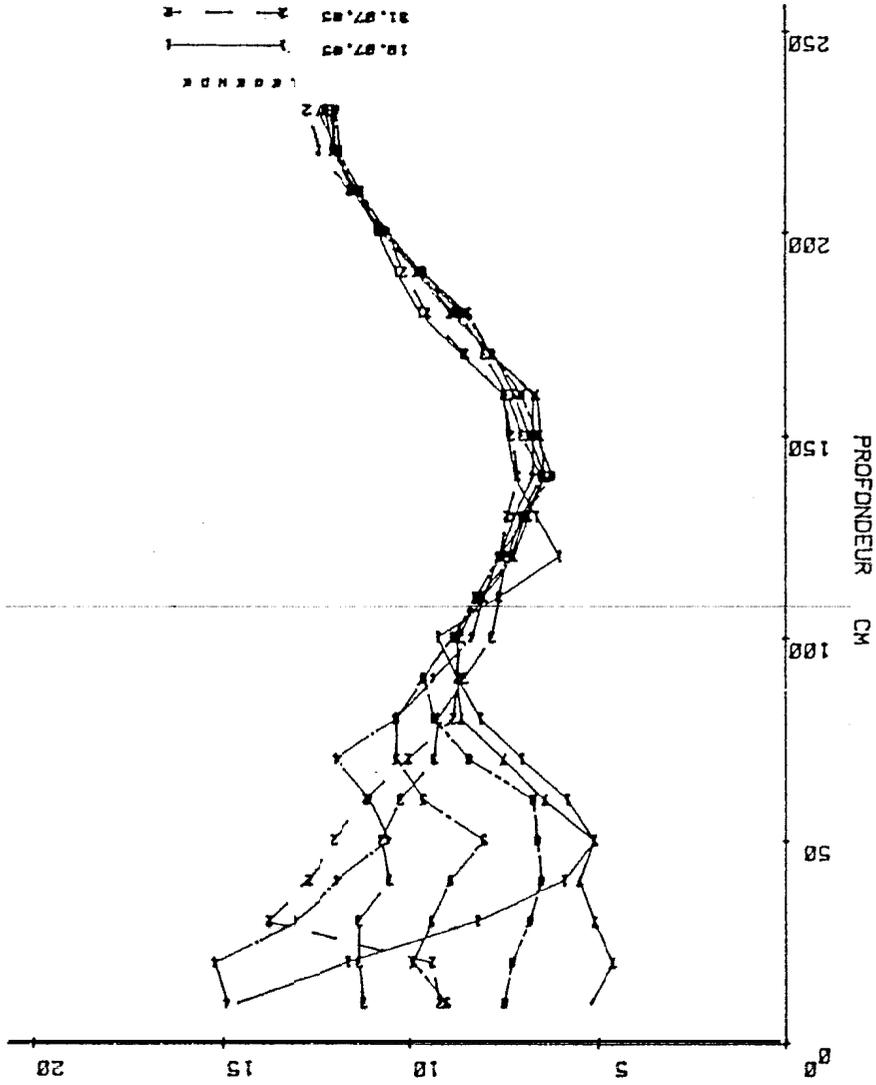
PROFIL HYDRIQUE

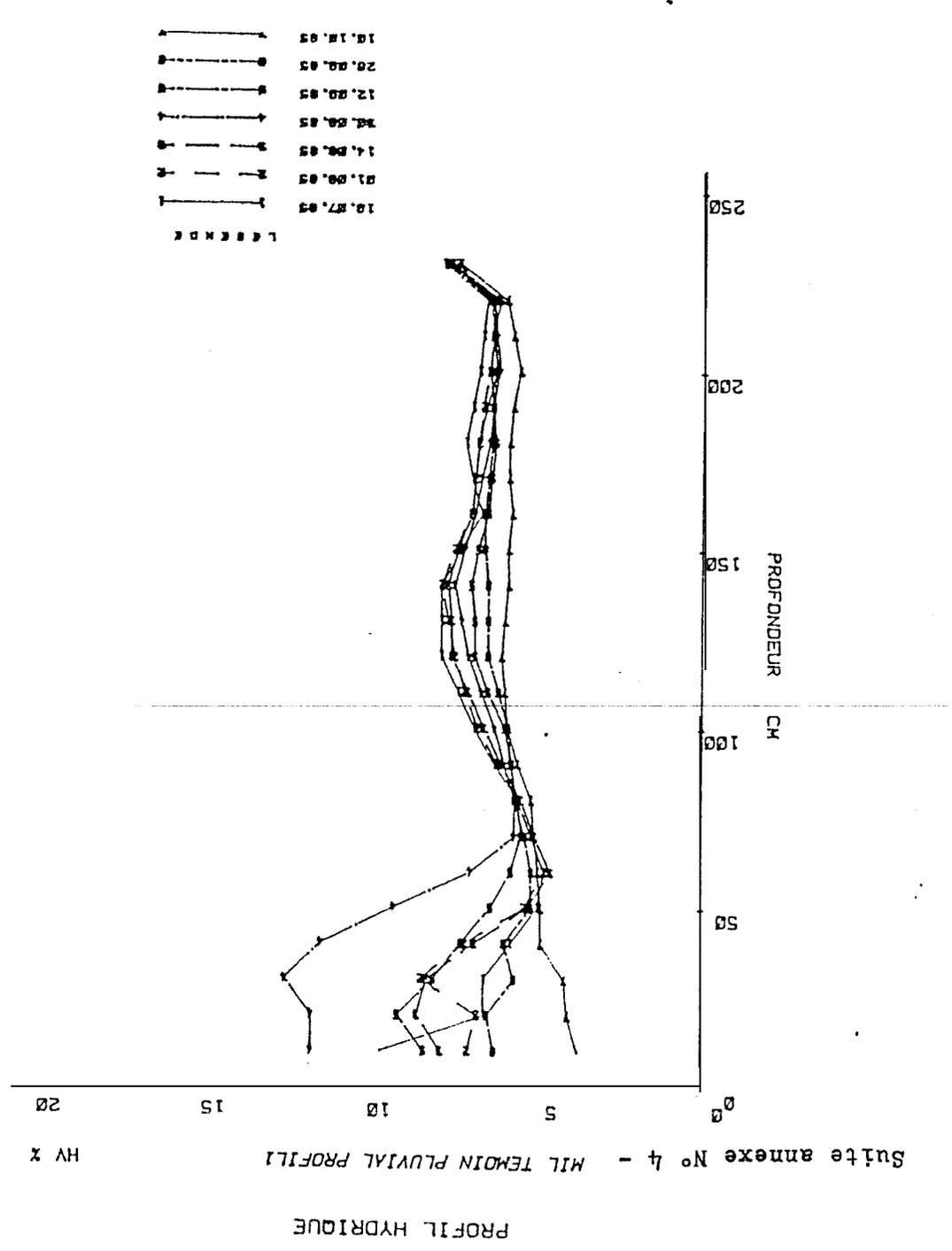
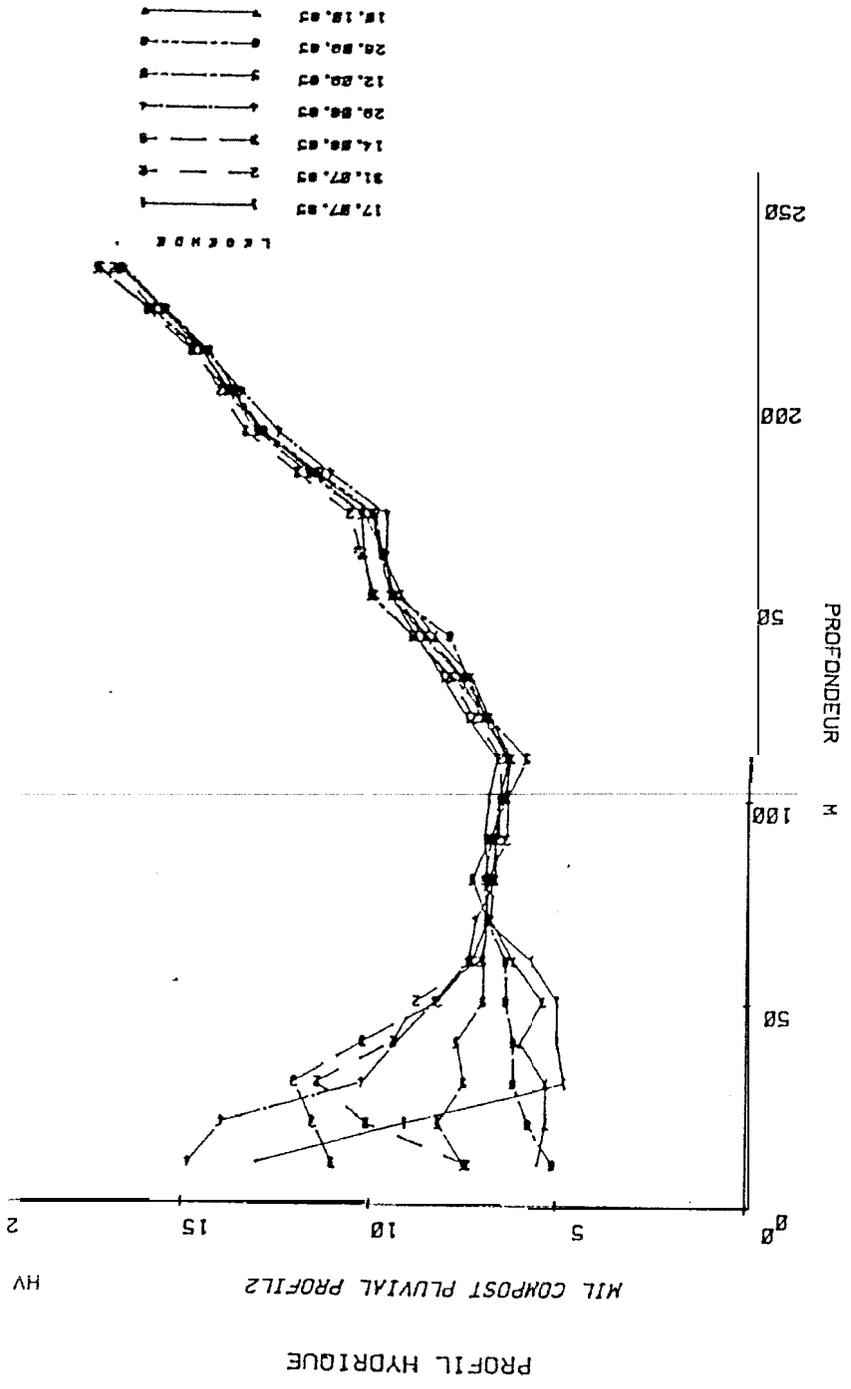


HV %

Suite annexe N°4 MIL COMPOST PLUVIAL PROFIL 1

PROFIL HYDRIQUE





Annexe N° 5

resultat du bilan in situ - mi l compost irrigué profil 1

```

*****
* mesure * stock(mm) * var(mm) * pl+irr(mm)* e t r (mm)* e t r (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 * 23.9 * 27.7 * 4 *
* 4 * 110.1 * -6.6 * 3.2 * 9.8 * 1.2 *
* 5 * 114.1 * 4 * 37.3 * 33.3 * 6.2 *
Y 6 * 150 * 35.9 * 79.2 * 43.3 * 6.2 *
Y 7 * 147.5 * -2.5 * 62.5 * 65 * 8.1 *
* 8 * 125.6 * -21.p * 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 * * 25 * 26.8 * 3.8 *
* 13 * 98.1 * -1.8 * 10.9 * 14.9 * 2.1 *
*****

```

resultat du bilan in situ - mil compost irrigué profil 2

```

*****
* mesure * stock(mm)* var(mm) * pl+irr (mm)* e t r (mm)* e t r (mm/j) *
*****
* 1 * 106.6 * 0 * 0 * 0 * 0 *
* 2 * 138.7 * 30.6 * 73.8 * 41.7 * 3.4 *
* 3 * 133.5 * -5.g * 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 * -11.4 * 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

```

*****
* mesure * stock(mm)* v ar (mm) * pl+irr (mm)* e t r (mm)* e t r (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 * -8.9 * 4.8 * 13.7 * 1.7 *
* 5 * 120.5 * 4.4, * 34.5 * 30.1 * - 5 *
* 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 *
*****

```

Suite annexe n° 5

resultat du bilan in situ - mil compost pluvial profil. 1

```

*****
*measure * stock(mm) * var(mm) * pl+irr(mm) * etr(mm) * etr(mm/j) *
*****
* 1 * 99.6 * 0 * 0 * 0 * 0 *
* 2 * 140.4 * 40.8 * 73.8 * 33 * 2.8 *
* 3 * 145.2 * 4.8 * 23.8 * 19 * 2.7 *
Y 4 * 137.6 * -7.6 * 4.4 * 12 * 1.5 *
* 5 * 137.7 * .1 * 36.8 * 36.7 * 6.1 *
* 6 * 161.2 * 23.5 * 67.7 * 44.2 * 5.5 *
* 7 * 155.7 * -5.5 * 57 * 62.5 * 7.8 *
* 8 * 145.8 * -9.9 * 27.2 * 37.1 * 4.6 *
* 9 * 130.6 * -15.2 * 2.1 * 17.3 * 3.5 *
* 10 * 131.5 * .9 * 35.6 * 34.7 * 5 *
* 11 * 113.1 * -18.4 * 11 * 29.4 * 4.2 *
* 12 * 104.8 * -8.3 * 0 * 8.3 * 1.2 *
* 13 * 99.6 * -5.2 * 10.9 * 16.1 * 2.3 *
Y*****
    
```

resultat du bilan in situ - mil compost pluvial profil 2

```

*****
*measure * stock(mm) * vat-(mm) * pl+irr(mm) * etr(mm) * etr(mm/j) *
*****
* 1 * 96.8 * 0 * 0 * 0 * 0 *
* 2 * 119.7 * 25.7 * 33.8 * 48.1 * 4.0 *
* 3 * 122.5 * 2.8 * 23.8 * 21 * 3 *
* 4 * 119.1 * -3.4 * 4.4 * 7.8 * 1 *
* 5 * 127.2 * 8.1 * 36.8 * 28.7 * 4.8 *
* 6 * 142.9 * 15.7 * 66.4 * 50.7 * 7.2 *
* 7 * 130.9 * -12 * 54.6 * 66.6 * 8.3 *
* 8 * 124.5 * -6.4 * 27.2 * 33.6 * 3.7 *
* 9 * 110.9 * -13.6 * 2.1 * 15.7 * 3.1 *
* 10 * 115.6 * 4.7 * 35.6 * 30.9 * 4.4 *
* 11 * 300.2 * -15.4 * 11 * 26.4 * 3.8 *
* 12 * 97 * -3.2 * 0 * 3.2 * .5 *
* 13 * 96.8 * -.2 * 10.9 * 11.1 * 1.6 *
*****
    
```

Suite annexe N° 5

resultat du bilan in situ - mil temoin profil 1

```

*****
*mesure * stock(mm) * var (mm) * pl+irr(mm) * etr(mm) * etr(mm/j) *
*****
* 1 * 76.3 * 0 * 0 * 0 * 0 *
* 2 * 101.8 * 28.5 * 73.8 * 48.3 * 4.0 *
* 3 * 100.4 * -1.4 * 22.9 * 24.3 * 3.0 *
* 4 * 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.e * 57 * 62.8 * 7.9 *
* 8 * 115.3 * -9.4 * 25.6 * 35 * 4.4 *
* 9 * 101.4 * -13.41 * 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 * -8.4 * 0 * 8.9 * 1.3 *
* 13 * 76.3 * -2.y * 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 * -6.5 * 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 *
* a * 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 *
*****

```

Annexe N° 6 : 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±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	3.1±0.9 mm/j	0.9±0.5 mm/j	0.8±0.7 mm/j
13	1.9±0.7 mm/j	1.9±0.5 mm/j	1.1±1.2 mm/j
TOTAL	388.8 mm	347.1 mm	342.9 mm

Annexe N° 7

SIMULATION BILAN HYDRIQUE
ANNEE 1985

HIL SOUNA 3 PLUVIAL

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM
TYPE VARIETE MILS3

SEMIS LE : 12.07. BS

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	B-20	5	0	0	0	8.2	0	0	0	0	0	0
JUIL	12-25	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	11.2	11.2	59.8	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	27.6	16.1	34.6	0	0	.91	1	0
AOUT	8-10	30	.61	.68	21.8	20.7	43.8	0	0	.95	1	0
AOUT	21-25	50	.7	.BS	20.4	20.4	73.4	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	33	1	1.02	24.5	24.5	82	0	0	1	0	0
AOUT	22-25	2	.69	2.06	28.6	27	56.9	0	0	.94	2	0
AOUT	26-31	58	1	1.2	35.6	35.6	77.3	0	0	1	0	0
SEPT	1-5	18	.84	2.09	24	24	71.3	0	0	2	0	0
SEPT	6-20	8	.7	1.08	13.8	23.3	56	0	0	.98	0	0
SEPT	11-15	34	.8	1	27.5	27.5	62.5	0	0	2	0	0
SEPT	26-20	11	.85	.92	25.3	23.8	49.7	0	0	.94	1	0
SEPT	21-25	0	.44	.88	29.6	20.6	29.1	0	0	.7	9	0
SEPT	26-30	5	.3	.84	23.5	15.6	18.5	0	0	.86	8	0
OCTO	1-5	11	.28	.81	30	14.2	15.3	0	0	.47	16	0
OCTO	6-20	0	.14	.78	34.6	8.5	6.8	0	0	.25	28	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE
ANNEE 1985

MIL SOUNA 3 IRRIGUE

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM
TYPE VARIETE MILS3

SWIS LE : 12.07. BS

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	37	.7	.28	8.5	14.6	22.4	0	0	1	0	0
JUIL	26-20	30	.7	.31	9.5	8.5	42.9	0	0	1	0	0
JUIL	21-25	28	.7	.37	11.2	11.1	59.8	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	.91	1	0
AOUT	8-10	30	.61	.68	21.8	20.7	43.8	0	0	.85	1	0
AOUT	11-15	50	.7	.BS	20.4	20.4	73.4	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	33	1	1.02	24.5	24.5	82	0	0	1	0	la
AOUT	22-25	2	.69	1.06	28.6	27	56.9	0	0	.94	2	0
AOUT	26-32	58	1	1.1	35.6	35.6	85.3	0	0	1	0	8
SEPT	1-5	18	.BS	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	21-25	34	.93	1	27.5	27.5	85.3	0	0	1	0	15
SEPT	16-20	21	.8	.82	25.3	25.3	71	0	0	1	0	0
SEPT	21-2s	0	.59	.88	29.6	25.2	45.8	0	0	.85	4	0
SEPT	26-30	5	.85	.84	23.5	22.5	56.3	0	0	.96	1	28
OCTO	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	.s	17	0

Suite annexe N° 7

SIMULATION BILAN HYDRIPUE
ANNEE 1985

ARACHIDE SS 437 PLUVIALE

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM

TYPE VARIETE ARAGØ

SEMIS LE , 15.07.85

HO:: S	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	6-10	s	0	0	0	-8.2	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	la	0
JUIL	21-25	28	.7	.53	15.9	15.0	47.7	0	0	1	0	0
JUIL	28-31	3	.S	.59	21.2	1 9	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	.S	.72	23	20	31.1	0	0	.87	3	0
AOUT	11-15	50	.7	.87	20.9	20.9	80.3	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	122.5	51.4	0	0	.98	0	0
AOUT	26-31	58	1	.81	26.2	26.2	81.2	0	0	1	0	0
SEPT	1- 5	18	.92	.79	17.4	17.4	61.8	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	as. 4	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	11	.B	.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	2 0	31.7	0	0	.83	4	0
OCTO	6-10	0	.3	.65	28.9	15.5	16.2	0	0	.54	13	0

SIMULATION BILANHYDRIQUE
ANNEE 1985

ARACHIDE 55 437 IRRIGUEE

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM

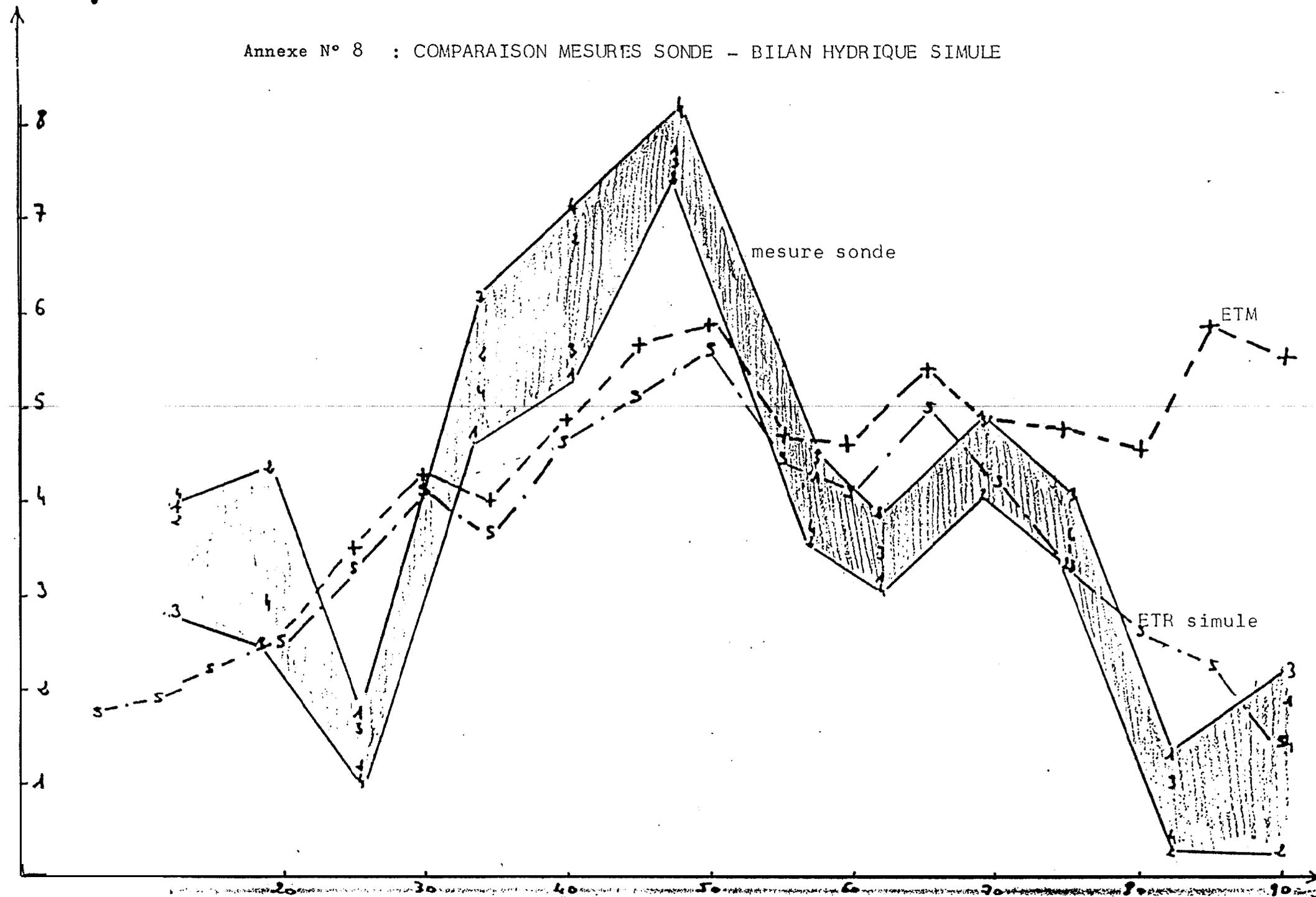
TYPE VARIETE ARAGØ

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	-8.2	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	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
MUT	11-15	50	.7	.87	20.9	20.9	78.6	0	0	1	0	0
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	69.4	0	0	.99	0	0
AOUT	28-31	58	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	80.6	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	.81	.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	28.0	21	36.3	0	0	.73	8	0

TR mm/j

Annexe N° 8 : COMPARAISON MESURES SONDE - BILAN HYDRIQUE SIMULE



Annexe N° 9

ANNEE : 1985 MIL 90 J. 90 jours

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 96.00 PLUIE POUR LE SEMIS PRECOCE : 37.00
 SEUIL DE RUISSELLEMENT : 0.00 DOSE D'IRRIGATION AU SEMIS : 0.00
 COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT : 0.00 DOSE EN COURS DE CULTURE : 0.00

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 1.3
 JUIN 6 E PE 24.9 .26 .00 .0 17.4 7.5 .0 .0 .00 .0 1.0 1.3
 JUIL 1 E PE 3.6 .12 .00 .0 8.4 2.7 .0 .0 .00 .0 .0 1.3
 JUIL 2 E PE 4.8 .08 .00 .0 7.5 .0 .0 .0 .00 .0 .0 1.3

MIL 90 J.

JUIL 3 E PE 37.0 1.00 .28 8.5 8.5 28.5 .0 0 .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 .0 58.3
 JUIL 5 E PE 27.7 1.00 .37 11.1 11.1 65.4 .0 .0 1.00 .0 .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 .0 .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 8 .0 96.3
 SEPT 2 E PE 8.5 .69 1.08 23.8 20.7 45.2 0 .0 .92 3 .0 96.3
 SEPT 3 E PE 8.9 .98 1.00 27.5 26.0 68.1 .0 0 .94 5 5 96.3
 SEP 4 E PE 11.0 .82 .92 25.3 23.3 55.8 .0 .0 .92 2.0 0 96.3
 SEPT 5 E PE 0 .58 .88 24.6 19.7 36.1 .0 0 80 4.9 .0 96.3
 SEP 6 E PE 32.5 .71 .84 23.5 20.8 47.7 .0 .0 .89 2.7 .0 96.3
 OCT 1 E PE 0.9 .6 .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 PE 0 .21 .00 .0 6.3 4.0 .0 .0 .00 .0 .0 1.3
 OCTO 4 E PE 0 .15 .00 .0 6.3 7.7 .0 .0 .00 .0 .0 1.3
 OCTO 5 E PE 0 .08 .00 .0 7.1 .6 .0 .0 .00 .0 .0 1.3
 OCTO 6 E PE 0 .00 .00 .0 6 .0 .0 .0 .00 .0 0 1.3

TOTAUX : 0. SOMETP 3035. 400. 45. 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 MIL 90 J. 90 jours

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 96.00 PLUIE POUR LE SEMIS PRECOCE : 37.00
 SEUIL DE RUISSELLEMENT : 0.00 DOSE D'IRRIGATION AU SEMIS : 0.00
 COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT : 0.00 DOSE EN COURS DE CULTURE : 0.00

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 1.3
 JUIN 6 E PE 24.9 .26 .00 .0 17.4 7.5 .0 .0 .00 .0 .0 1.3
 JUIL 1 E PE 3.6 .12 .00 .0 8.4 2.7 .0 .0 .00 .0 .0 1.3
 JUIL 2 E PE 4.8 .08 .00 .0 7.5 .0 .0 .0 .00 .0 .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 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 PE 2.0 .78 1.06 28.6 25.7 49.1 .0 .0 .90 2.9 .0 96.3
 AOUT 6 E PE 55.0 1.00 1.10 35.6 33.7 62.3 .0 8.1 .94 2.0 .5 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 1.08 23.8 20.7 45.2 .0 .0 87 3. .0 96.3
 SEPT 3 E PE 33.9 .82 1.00 27.5 25.3 53.8 0 .0 .92 2.2 1.0 96.3
 SEPT 4 E PE 0 .67 .92 25.3 21.6 43.1 .0 .0 .85 3.7 0 96.3
 SEPT 5 E PE 0 .45 .88 24.6 17.1 26.1 0 .0 .69 7.6 0 96.3
 SEPT 6 E PE 4.5 .32 .84 23.5 13.7 16.9 0 .0 .58 9.9 0 96.3
 OCTO 1 E PE 10.9 .29 .81 30.0 12.7 15.6 0 .0 .41 17.7 0 96.3
 OCTO 2 E PE 0 .16 .78 28.9 7.9 7.7 .0 .0 .27 21.0 0 96.3

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

TEST FACTOMET II

ANNEXE N° 10

MIL : Poids dos grains A. /A2 (compost pluvial/sans compost)

B₁ B₂ B₃ B₄ (traitements fumure minérale)

Traitement	Variance	F. Calcule	D. D. L.	F. Table 5%	F. Table 1%
A	22,305	46,579	1	4,17	7,56
B	1,395	2,914	3	2,92	4,51
A * B	0,2094	0,437	3	2,92	4,51
Variance erreur	0,4788		32		

MOYENNES A₁ = 6,811 - i ; A₂ = 5,318 ; Test de Keuls A₁ > A₂ a 5 et 1% coef var. : 11,41
 en Kg B₁ = 5,754 ; B₂ = 6,135 ; B₃ = 5,804 ; B₄ = 6,564 B₁ = B₂ = B₃ = B₄

MIL : Poids pailles + rachis + glumes A₁ A₂ (compost pluvial/sans compost)
 B₁ B₂ B₃ B₄ (traitements fumures minérale)

Traitement	Variance	F. Calcule	D. D. L.	F. Table 5%	F. Table 1%
A	145,771	37,311	1	4,17	7,56
B	9,384	2,140	3	2,92	4,51
A * B	0,943	0,140	3	2,92	4,51
Variance erreur	3,906		32		

Moyenne A₁ = 24,271 ; A₂ = 20,453 ; Test de keuls A₁ > A₂ a 5 et 1% coef. var. 8,84%
 un kg B₁ = 5,754 ; B₂ = 6,135 ; B₃ = 5,884 ; B₄ = 6,564 B₁ = B₂ = B₃ = B₄

MIL : Nombre d'épis A₁/A₂ (compost pluvial/sans compost)
 B₁ B₂ B₃ B₄ (traitements fumure minérale)

Traitement	Variance	F. Calculé	D. D. L.	F. Table 5%	F. Table 1%
A	11055,625	22,69	1	4,17	7,56
B	1066,492	2,188	3	2,92	4,51
A * B	293,159	0,602	3	2,92	4,51
Variance erreur	487,262		32		

A₁ = 207,4 ; A₂ = 174,15 ; Test de keuls A₁ > A₂ à 1% coef var. : 11,57%
 B₁ = 177,5 ; B₂ = 193,1 ; B₃ = 290,4 ; B₄ = 202,3 B₁ = B₂ = B₃ = B₄

MIL : Poids des grains A₁ A₂ (irrigation compost/compost pluvial)

B₁ a₂ a₃ a₄ (traitements Fumure minérale)

ANNEXE N°1d

Traitement	Variance	F. Calculé	D. D. L.	F. Table 5%	F. Table 1%
A	1,50	2,58	1	4,17	7,56
B	2,21	3,782	3	2,92	4,51
A * B	0,28	0,481	3	2,92	4,51
Variance erreur	0,584		32		

Moyenne en Kg
 A₁ = 6,423
 A₂ = 6,811
 B₁ = 5,992 ; a₂ = 6,928 ; B₃ = 6,521 ; B₄ = 7,026
 Test de Keuls A₁ = A₂ Coef. var. 11,56%
 B₂ > B₁ et B₄ > B₁ à 5%

= ; Poids pailles + rachis + glumes A, A₂ (irrigation compost/compost pluvial)
 B₁ B₂ B₃ B₄ (traitements Fumure minérale)

Traitement	Variance	F. Calculé	D. D. L.	F. Table 5%	F. Table 1%
A	28,49	5,345	1	4,17	7,56
a	16,93	3,177	3	2,92	4,51
A * a	2,0	0,375	3	2,92	4,51
Variance erreur	5,33		32		

A₁ : 25,950
 A₂ : 24,271
 Test de Keuls A₁ > A₂ à 5% Coef var. : 9,19%
 B₁ : 23,542 ; B₂ : 25,155 ; B₃ : 25,034 ; a₄ : 26,727
 Test de Keuls B₄ > B₁ B₂ = B₃ à 5%

MIL ; nombre d'épis A₁/A₂ (irrigation compost/compost pluvial)

B₁ B₂ a₃ B₄ (traitements Fumure minérale)

Traitement	Variance	F. Calculé	D. D. L.	F. Table 5%	F. Table 1%
A	10497,6	14,096	1	4,17	7,56
a	2143,66	2,879	3	2,92	4,51
A * a	433,0	0,581	3	2,92	4,51
Variance erreur	744,687	0,5	32		

ANNEXE N° 12
 Moyenne en Kg A_1 : 239,8 ; A_2 : 207,4
 test de keuls $A_1 > A_2$ à 1% coef var : 12,2%
 B_1 : 209,4 ; a_2 : 227,3 ; a_3 : 215,2 ; B_4 : 242,5 $a_1 = B_2 = a_3 = a_4$

A rachide

A_1 A_2 (compost pluvial/sans compost)
 B_1 B_2 B_3 B_4 (traitements fumure minérale)

Traitement	Variance	F. Calculé	D. D. L.	F. Table 5%	F. Table 1%
	gousses : fanes	gousses : fanes			
A	2,606	7,935	1	4,17	7,56
a	0,027	2,519	3	2,92	4,51
A * a	0,240	0,733	3	2,92	4,51
Variance erreur	0,320		32		

Moyenne gousses en kg A_1 : 5,207 ; A_2 : 4,697
 test de keuls $A_1 > A_2$ à 1% coef var. 11,57%
 a_1 : 4,831 ; B_2 : 4,684 ; B_3 : 4,938 ; B_4 : 5,354 ; $B_1 = B_2 = B_3 = a_4$

Moyenne fanes en kg A_1 : 7,895 ; A_2 : 6,775
 test de keuls $A_1 > A_2$ à 1% coef var. 10,74%
 B_1 : 7,337 ; B_2 : 7,181 ; B_3 : 7,219 ; B_4 : 7,602 $B_1 = B_2 = a_3 = a_4$

Arachide

A_1 / A_2 (irrigué compost / compost pluvial)
 B_1 B_2 B_3 B_4 (traitements fumure minérale)

Traitement	Variance	F. Calculé	D. D. L.	F. Table 5%	F. Table 1%
	gousses : fanes	gousses : fanes			
A	19,62	28,75	1	4,17	7,56
a	0,94	1,37	3	2,92	4,51
A * B	0,339	0,497	3	2,92	4,51
Variance erreur	0,682		32		

Moyenne gousses en kg A_1 a 6,608 ; A_2 a 5,207
 test de keuls $A_1 > A_2$ à 1%
 B_1 : 6,041 ; B_2 : 5,455 ; B_3 : 6,133 ; B_4 : 6,0 $B_1 = B_2 = B_3 = B_4$ coef var. 14%

Moyenne fanes en kg A_1 : 8,163 ; A_2 : 7,895
 Test de keuls $A_1 = A_2$ coef var ; 12,16%
 B_1 : 8,025 ; B_2 : 7,705 ; B_3 : 8,33 ; B_4 : 8,056 $B_1 = B_2 = B_3 = B_4$

Annexe N° 13

Trait. série	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		Moyenne traitem.			
	Rend. Moy. k g	MS/ha	PSC	IC	PSC	IC	PSC	IC	PSC	IC		
Grain			346	409	311	1252	430	677	385	1003	368	835
Paille + Râchis + glumes			4608	5395	4733	6431	4947	6936	5248	6708	4884	6068
MS Totale			4954	5804	5044	7683	5377	7013	5633	7111	5252	6903

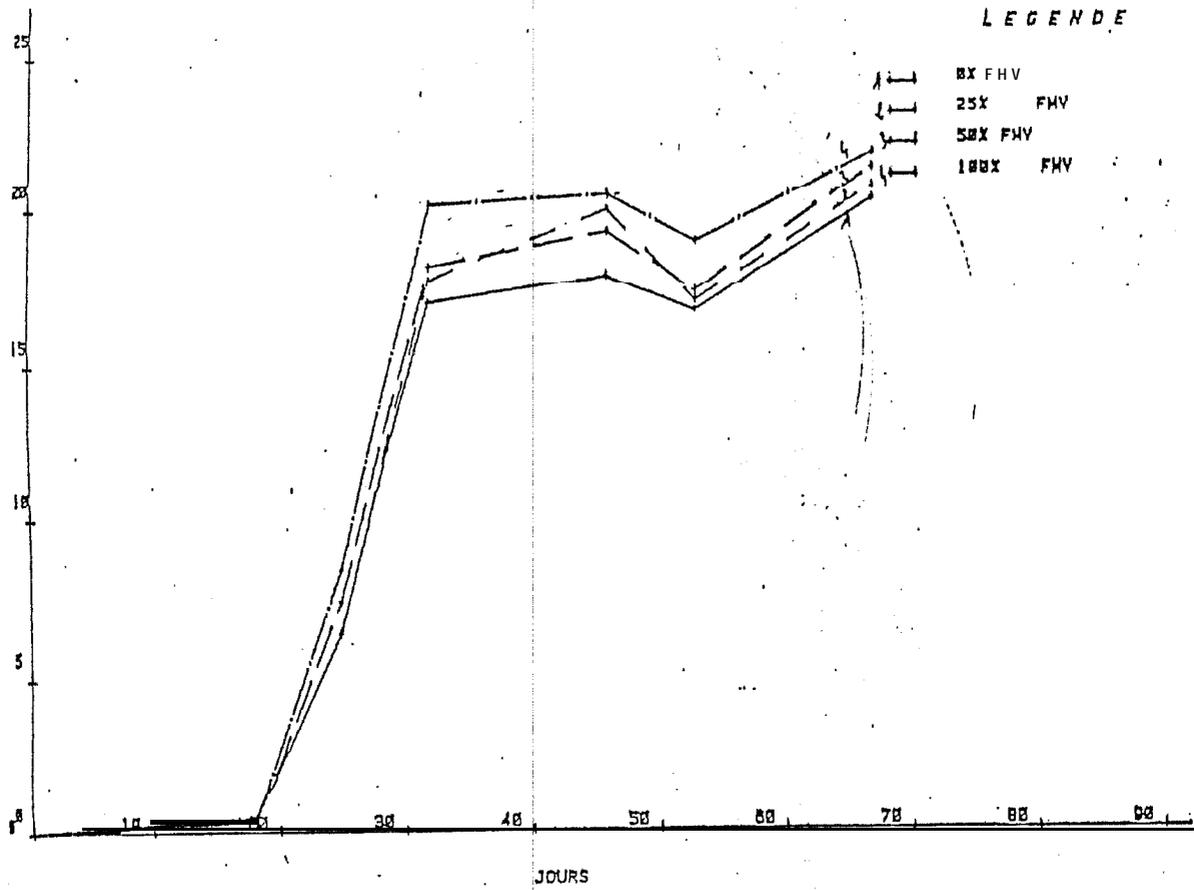
Récapitulatif des essais agronomiques sur Mil - Campagne 84

Trait. série	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		Moyenne traitem.			
	Rend. Moyen kg MS/ha		PSC	IC	PSC	IC	PSC	IC	PSC	IC		
Gousses			824	1286	865	1443	912	1420	930	1431	883	1395
Fanes			836	1399	752	1148	1062	1298	1027	1432	919	1319
MS Totale			1660	2685	1617	2591	1974	2718	1957	2863	1802	2714

Récapitulatif des essais agronomiques sur Arachide - Campagne 84

Nbre de Tallies

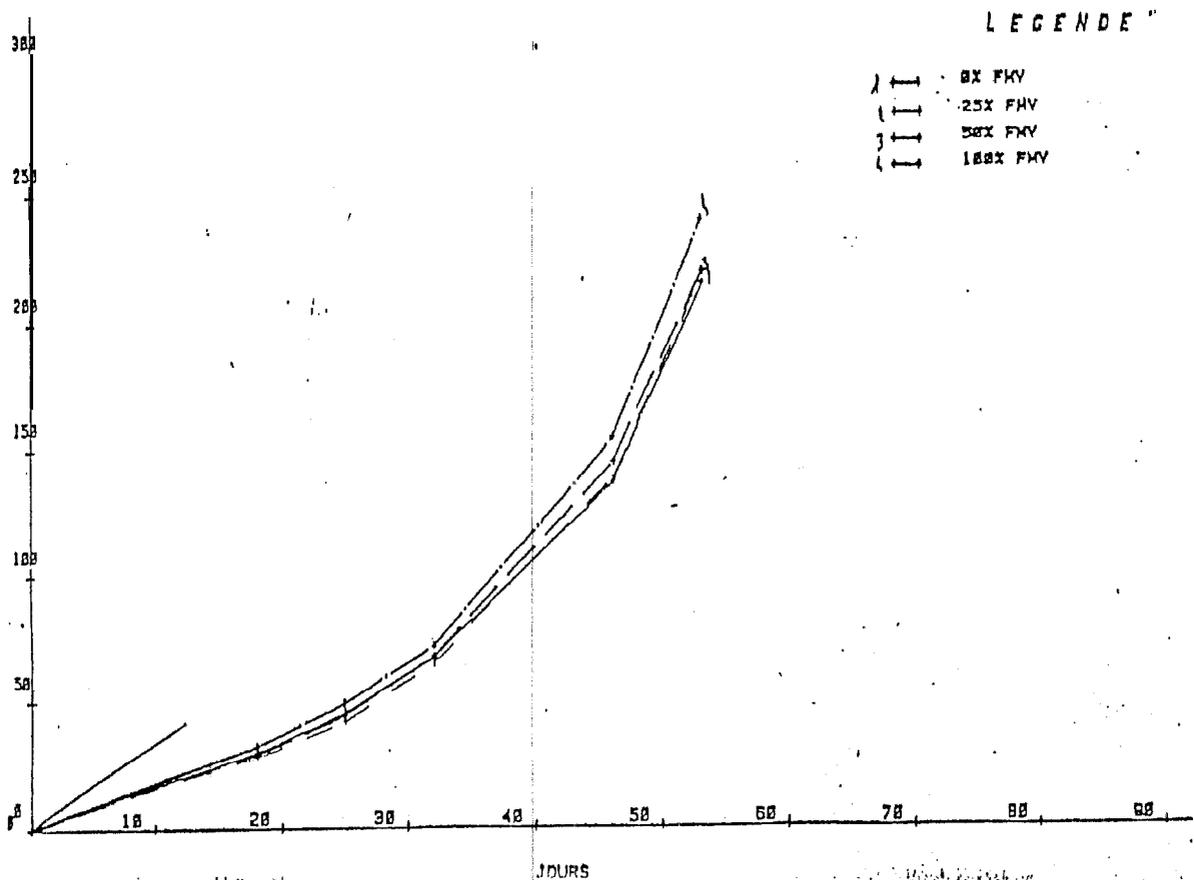
TALLAGE



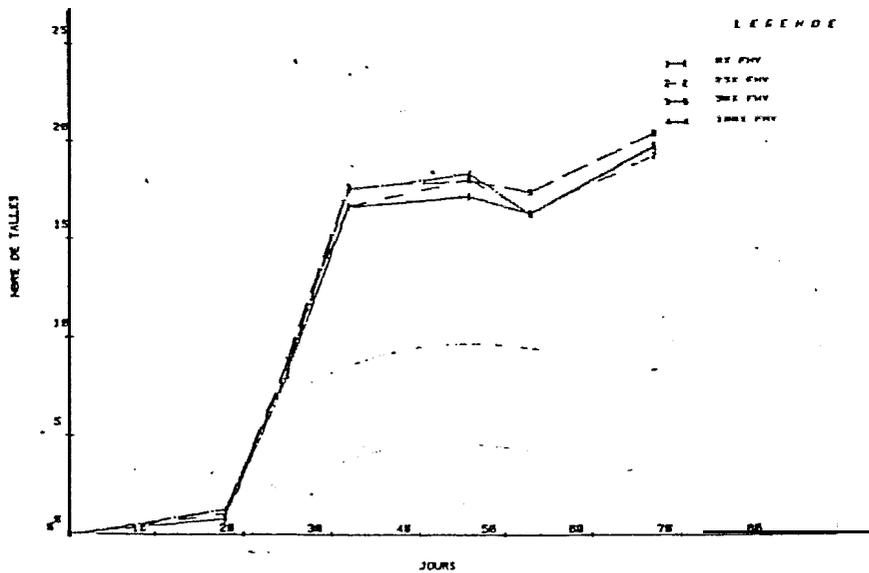
MIL COMPOST IRRIGUE

Hauteur en cm

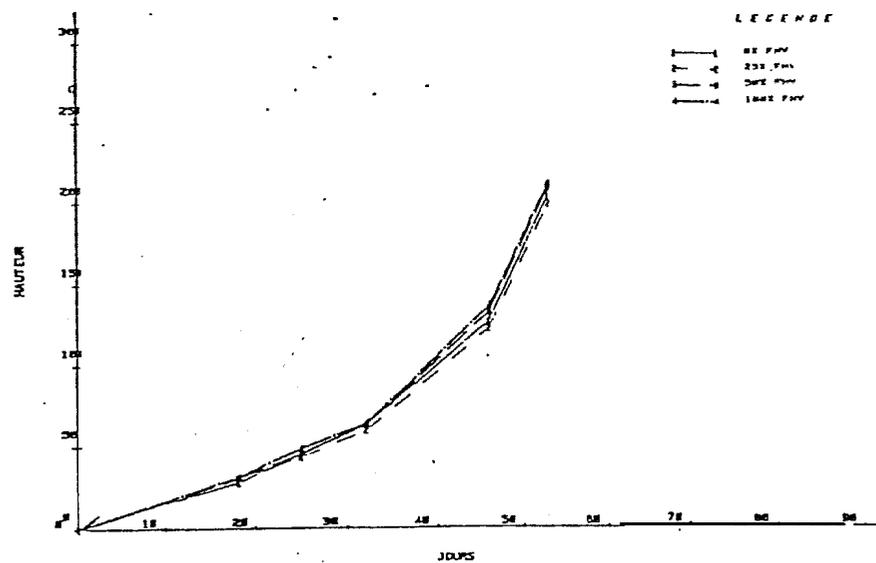
CRUISSANCE



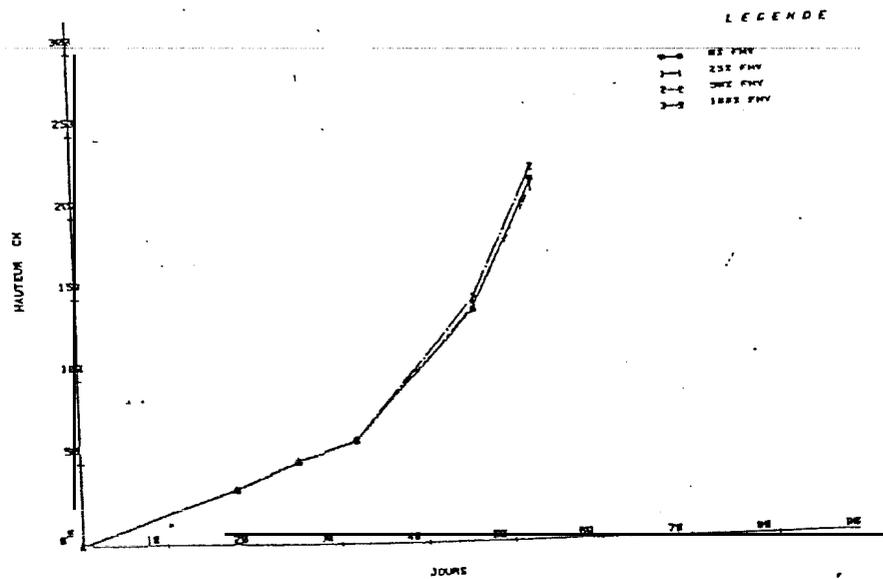
MIL COMPOST PLUVIAL
TALLAGE



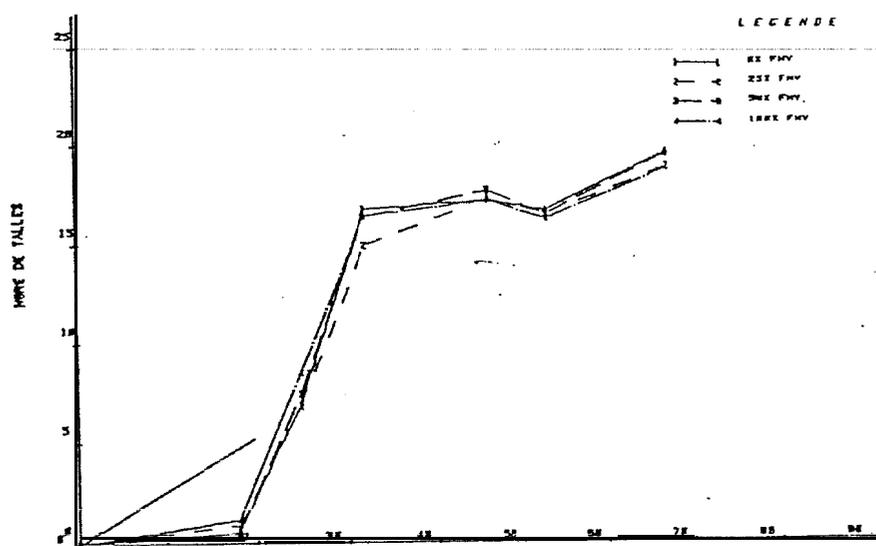
MIL TEMOIN
CROISSANCE

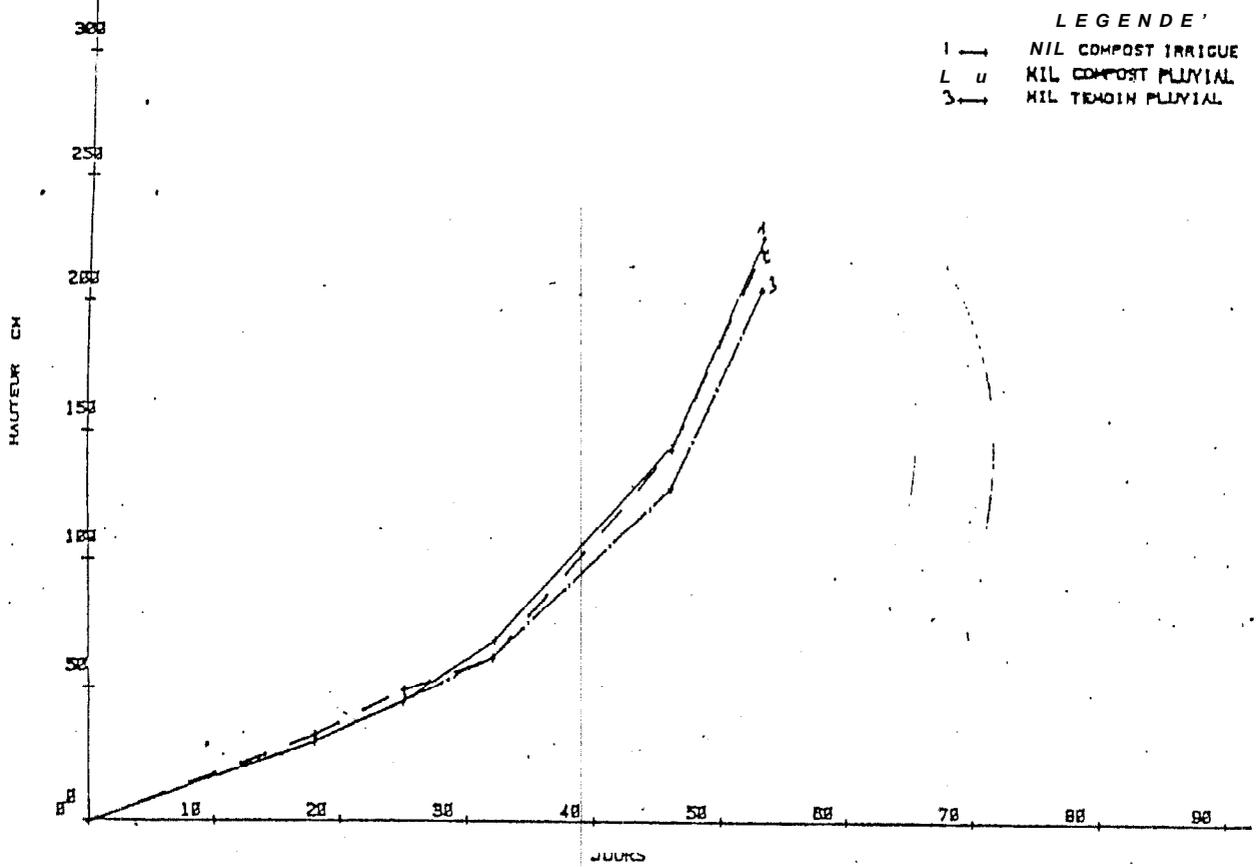


MIL COMPOST PLUVIAL
CROISSANCE



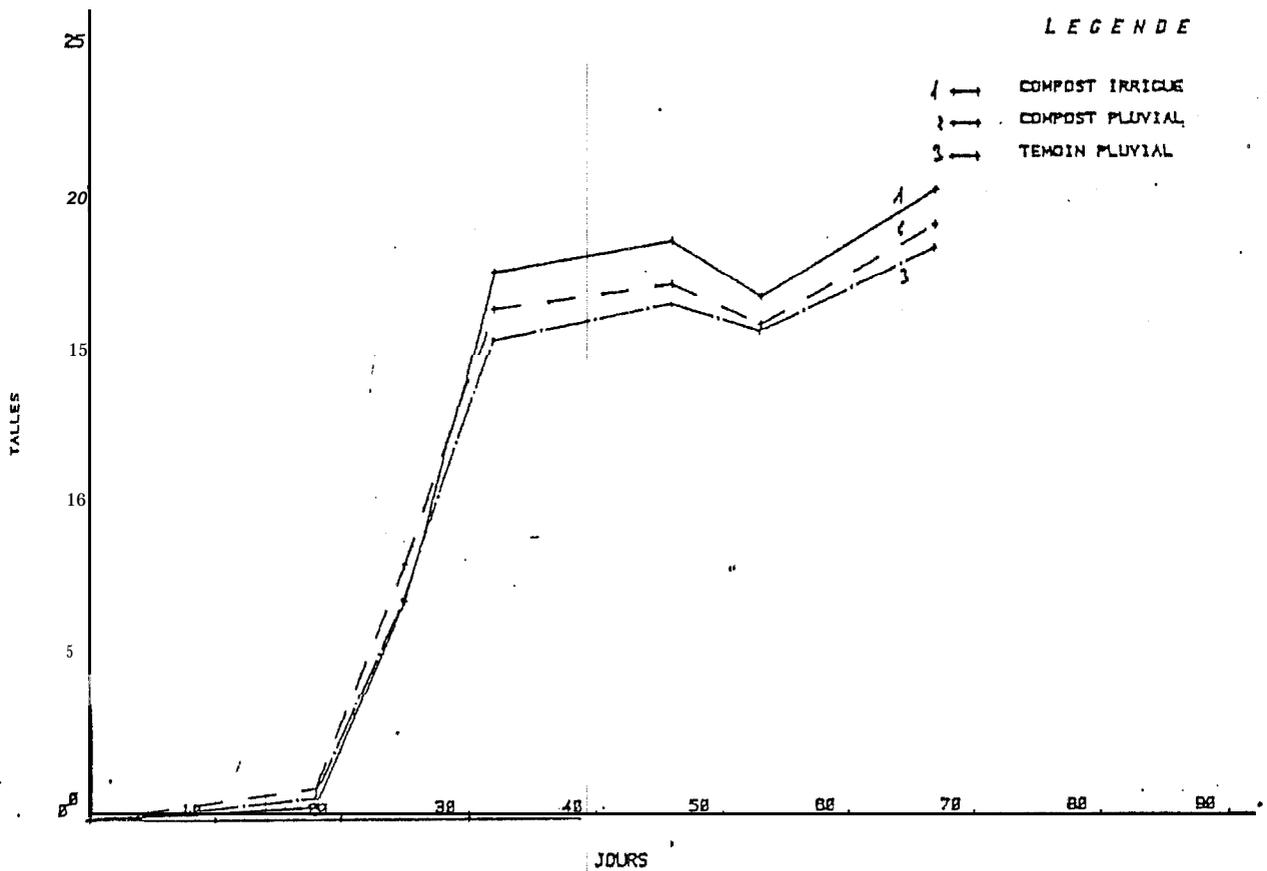
MIL TEMOIN
TALLAGE





MIL SOUNA3/ESSAI COMPOST IRRIGATION DE COMPLEMENT

NOMBRE D E TALLES



NUM	PRODUCTION litre	CHARGE kg	MS	T mini	T maxi	T ext.
1	4 752	85		32,6	32,7	29,0
2	4 590	85	29,7	31,7	32,2	27,6
3	4 792	85		30,8	32,5	29,5
4	4 708	85		30,9	32,5	29,5
5	4 980	85	31,1	31,3	31,3	27,6
6	5 374	135		31,5	33,0	29,2
7	5 306	0			33,5	30,1
8	5 274	100				30,3
9	5 287	95	30,1			29,1
10	5 733	85				29,2
11	5 379	85			sonde	28,4
12	4 722	85	26,4			27,7
13	5 381	145				29,1
14	4 716	0			Panne	29,3
15	5 072	85				27,5
16	4 991	85	29,6			28,4
17	5 097	85		31,1	32,4	28,5
18	5 126	85		31,8	32,0	28,1
19	4 549	85		29,5	32,0	26,4
20	4 980	135		28,3	30,6	26,7
21	4 886			0	31,4	27,8
22	4 820	165		30,0	31,4	26,6
23	5 100			0	31,8	27,4
24	4 359	165	29,8	31,0	31,4	27,7
25	4 535	165		30,7	31,9	28,3
26	4 911			30,3	31,1	25,9
27	5 609	135	31	30,8	32,2	27,6
28	4 453			0	30,2	28,3
29	5 140	165	36,6	29,8	32,4	28,1
30	4 885			0	32,6	27,6
31	5 420	165	33,5	31,6	32,6	28,2

JOUR	PRODUCTION l	CHARGE kg	MS	TEMP(mini)	TEMP(maxi)	TEMP(moye. EXT)
1	2425	160		32	32,4	28,9
2	2860			32	32	28,8
3	2800	160	32	32	33	29,6
4	2893				32,2	29,7
5	2612	130	34,2	31	32,8	27,7
6	2420			31,4	32,8	27,9
7	2402	140	35,9	32,4	33	28,9
8				32,1	32,6	29,4
9					30,9	28,3
10			38,3	30,4	31,7	26,3
11					29,2	23,0
12	4731	140	31	28,3	29,9	27,4
13	4918			29,0	31,0	28,8
14	5236	200	48,3	30,7	31,5	28,1
15	4406				29,7	27,9
16	4409				30,1	26,7
17	4661	135	27,1			28
18	4662				31,9	28,3
19	4009	140	26,0	29,8	32,4	20,1
20	4435				31,8	27,3
21	4717	740		29,9		28,7
22	4782	140	41,4			29,9
23	4810					27,8
24	4849	130	30			28,9
25	4848					28,9
26	4800	143				28,8
27	4600					26, P
28	4119	147				24,9
29	4510	145	33			28,3
30	4751					29,5
31	4346		35,2			28,6

en de

Jour	PRODUCTION litre	CHARGE kg	MS	T mini	T maxi	T ext.
1	4346					25,0
2	4222	145				27,8
3	4421					27,3
4	4368	145				28,3
5	4416	145	28,7			28,8
6	3929					23,0
7	4144	135	25,8			27,4
a	6144					27,4
9	3894	145	22,9			27,9
10	4176					27,7
11	4389	140	36,3			28,2
12	4568	143				26,7
13	4568					27,3
14	4340	135	30,8			28,6
15	4351					25,9
16	4155	145			sonde	26,9
17	4222					27,0
18	4203	145	36,1		Pa	28,0
19	4240	145				26,7
20	3784					24,1
21	4390	135	37,4			27,5
22	4395					27,9
23	4329	100	28,6			29,9
24	4210	150				29,2
25	4217					28,4
26	4896	100	37,9			29,0
27	4520	100				26,5
28	4763	100				26,3
29	4600				2	26,7
30	4825	100				29,9

Productivité 170,5 l/kg MS