contrôle neutronique de l'humidité des sols sous culture cotonnière

point d'essais d'Ankilivalo – Mahabo

Madagascar

P. MOUTONNET - G. SEMENT

L'étude a été conduite sur sols ferrugineux jaunes développés sur alluvions anciennes de la région de MORONDAVA. Il s'agit de tester l'incidence de l'irrigation sur la production de deux variétés cotonnières : ACALA et STONEVILLE, dans une zone où la culture sèche donne couramment 2,5 à 3 Tonnes de coton à l'hectare. Des expérimentations antérieures ont montré, en irrigué, l'intérêt du démarrage précoce de la saison agricole. Sur ANKILIVALO, les contraintes techniques n'ont permis qu'un décalage de 10 jours par rapport au coton sec. Par contre, l'irrigation s'est poursuivie bien au-delà de la saison des pluies; elle a permis au coton irrigué de développer pleinement son potentiel productif. Le contrôle neutronique de l'humidité du sol (4 tubes en non irrigué et 8 tubes sous coton irrigué) a permis de suivre en cours de campagne l'évolution des réserves hydriques du sol, en particulier, celles liées aux fluctuations d'une nappe phréatique peu profonde dont la présence est capitale en non irrigué.

Le gain de production estimé, compte-tenu des frais supplémentaires entraînés par les traitements insecticides tardifs en culture irriguée, se situe aux environs de 300 Kg de coton-graine à l'hectare pour 416 mm d'eau apportés par irrigation à la raie. ACALA a montré un comportement plutôt inférieur à STONEVILLE, sa supériorité qualitative ne compensant pas son infériorité quantitative. De plus, il semble qu'on puisse corriger par une bonne alimentation hydrique, ses défauts de maturité. On notera enfin que l'irrigation a amélioré le rendement à l'égrenage des deux variétés cotonnières.

L'étude a été conduite sur le périmètre cultivé de l'Unité Pilote d'Ankilivalo caractérisé par des sols ferrugineux tropicaux jaunes développés sur alluvions anciennes. Il s'agissait de tester l'incidence de l'irrigation - dans les conditions propres à ce point d'essais - sur la production de deux variétés cotonnières :

- Acala 1517 BR, cultivée sous irrigation dans le Sud-Ouest de Madagascar,
- Stoneville 7 A, à cycle court, plus rustique, mais donnant une fibre de moins bonne qualité.

La pluviométrie des quatre dernières saisons agricoles (Tableau n° 1) est généralement suffisante pour l'alimentation en eau du coton de la mi-Décembre à la fin Mars, compte-tenu de la bonne capacité de rétention du sol. Sans irrigation, les rendements obtenus sont de l'ordre de 2,5 à 3 T de coton graine à l'hectare; dans les conditions de culture suivante :

- semis début Décembre, avant les pluies;
- fertilisation minérale;
- traitements insecticides;
- maîtrise de l'enherbement qui reste le problème majeur.

L'irrigation se justifie dans la mesure où elle permet de prolonger la période pendant laquelle le cotonnier bénéficie d'une alimentation hydrique suffisante. Il s'agit de savoir si cette prolongation doit se situer avant ou après la saison des pluies. Il est reconnu que le démarrage de la culture avant les pluies présente certains avantages :

- la phase correspondant aux plus gros besoins en eau du cotonnier se situe dans la période la plus arrosée,
- la température moyenne pendant le cycle du cotonnier est plus élevée,
- les sarclages sont plus faciles et plus efficaces,
- le début de croissance en période sèche limite les risques d'exubérance végétative,
- la majeure partie de la production se réalise avant la phase Earias.

Ainsi, à Tuléar, les essais de date de démarrage précoce par irrigation ont montré entre le 15 Novembre et le 31 Décembre, une diminution de rendement de 900 kg par hectare, accompagnée d'une augmentation de la taille des plants.

On peut donc regretter que pour la saison agricole 1969/1970, l'installation du pompage n'ait pas pu être mise en place assez tôt pour permettre une irrigation plus précoce.

1 - IMPLANTATION ET CONDUITE DE L'ESSAI

L'essai est conduit suivant la méthode des couples avec subdivision de parcelles, 4 répétitions. Les dimensions des parcelles principales (variétés) sont de 60 m x 20 m = 1 200 m^2; la moitié de chaque parcelle reçoit les irrigations à la raie. La pente est de 1,1 à 1,7%, sur 20 m de longueur de raie. Le contrôle de l'humidité du sol en place est effectué sur 12 tubes d'accès de sonde à neutrons implantés suivant la figure n° 1 : 4 tubes donnent l'évolution de l'humidité du sol sous coton non irrigué, 8 autres sont représentatifs des essais irrigation à la raie.

Dans l'exploitation des résultats neutroniques, nous n'avons tenu compte que du facteur présence ou absence d'irrigation; l'incidence de la variété cotonnière sur l'économie de l'eau du sol n'a pas été abordée. La ligne de conduite de l'essai est la suivante :

- irrigation de germination avant les pluies;
- apports d'eau suspendus pendant la saison des pluies, jusqu'à ce que les cotonniers marquent un début de flétrissement aux heures chaudes : irrigations à faibles doses pour réduire le risque d'excès d'eau en cas de pluies;
- après le 20 Mars : irrigations normales.

TABLEAU N° 1

PLUVIOMETRIE DECADAIRE ET MENSUELLE A ANKILIVALO
PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURE MOYENNES MENSUELLES A MAHABO

	ANKILIVALO Pluviométrie (moyenne sur 4 ans)	MAHABO Pluies (sur 25 ans)	MAHABO Température (sur 10 ans)
NOV. 1 - 10	1,6		
11 - 20	4,3		
21 - 30	9,9		
TOTAL	15,8 mm	39,5 mm	28,1
DEC. 1 - 10	13,5		
11 - 20	54,5		
20 - 31	159,2		
TOTAL	227,2 mm	155,2 mm	28,4
JAN. 1 - 10	88,3		
11 - 20	89,0		
21 - 31	59,9		
TOTAL	237,2 mm	259,7 mm	28,2
FEV. 1 - 10	45,1		
11 - 20	112,9		
21 - 28	36,5		
TOTAL	194,5 mm	182,8 mm	28,3
MARS 1 - 10	29,5		
11 - 20	17,8		
21 - 31	77,4		
TOTAL	124,7 mm	110,1 mm	28,0
AVR. 1 - 10	6,1		
11 - 20	6,1		
21 - 30	2,9		
TOTAL	15,1 mm	13,4 mm	26,8
MAI 1 - 10	0		
11 - 20	3,6		
21 - 31	9,4		
TOTAL	13,0 mm	6,6 mm	24,6

TABLEAU N° 2

CALENDRIER DES APPORTS D'EAU (m/m)

DATES	PLUIES	IRRIGATIONS	OBSERVATIONS
Novembre			Labour
27 Novembre			Herbicide, disquage, billonnage
28 Novembre			Semis manuel
1er Décembre	16,6		
1 et 2/12		70,4	Haut des billons non humidifié
3 et 4/12		73,0	Reprise de l'irrigation de germination
7/12	24,9		
12/12	73,0		Démarrage germination en non irrigué
13 au 18/12	9,1		
24 au 31/12	227,1		Fortes pluies
1 au 10/1	194,3		
11 au 18/1	213,9		
25/1	9,8		
4 Février		16,4	Irrigation réduite (1 raie sur 2)
4 au 6/2	21,9		
13 au 20/2	52,5		
21 au 25/2	42,0		
12 Mars		13,3	Irrigation réduite
13 au 15/3	26,6		
23 au 24/3	35,3		
1 et 2 Avril		43,0	Irrigation complète
7 au 11/3	3,2		
13 Avril		52,8	Irrigation complète
13 Avril	21,9		
28-29 Avril		60,2	Irrigation complète
20-23 Mai		46,5	Irrigation complète
9-12 Juin		41,1	Irrigation complète
TOTAUX	972,7	416,7	

Le Tableau n° 2 regroupe l'essentiel des informations concernant l'économie des apports d'eau. Le débit de la pompe a été mesuré à l'aide de déversoirs calibrés et estimé à 4,4 l/s. Les profils neutroniques ont été relevés systématiquement, avant et 24 heures après chaque irrigation. Par ailleurs, en fin de saison sèche 1989, on a procédé à la détermination des caractéristiques hydrodynamiques du sol en place.

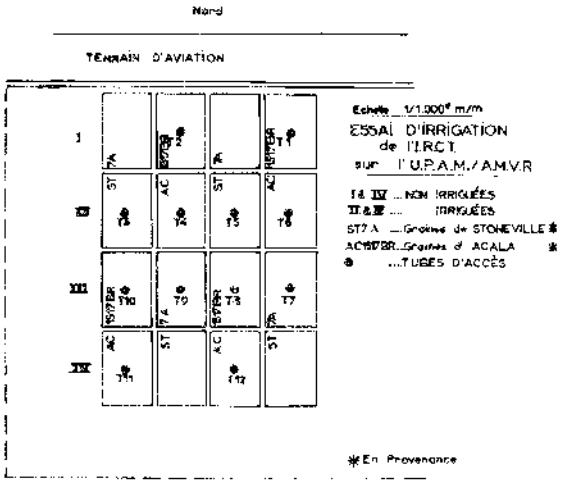


FIGURE N° 1

SCHEMA D'IMPLANTATION DE L'ESSAI

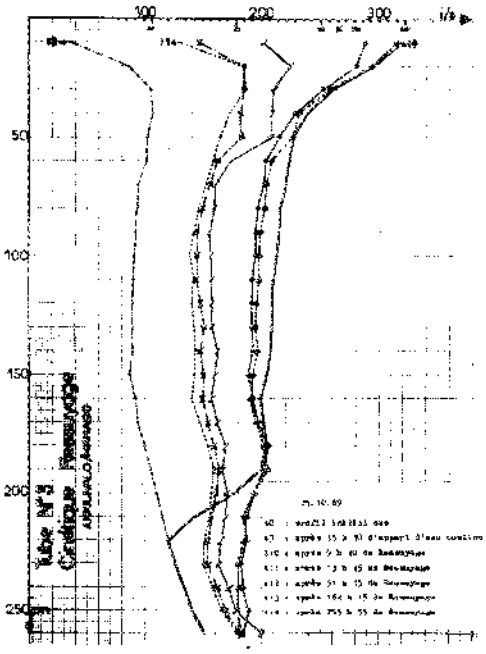


FIGURE N° 3

ETUDE DU RESSUYAGE DU SOL SATURE D'EAU

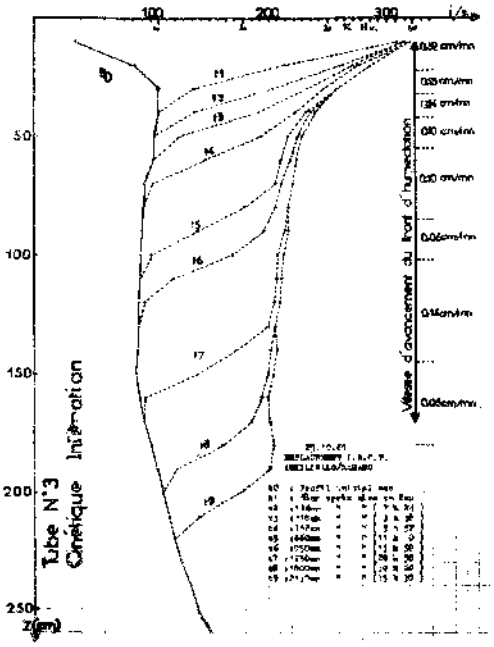


FIGURE N° 2

ETUDE DE L'INFILTRATION DE L'EAU APPORTEE SOUS CHARGE CONSTANTE

Etalonnage de l'humidimètre à neutrons : il a été réalisé par trois biais différents pour une sonde de valeur Eau 621 i/s :

- au champ = pour le sol en profondeur

  % HW = 0,139 N - 0,88

  % Hv = 0,139 N - 4,68

HW = Humidité volumique totale prenant en compte la perte au feu

Hv = Humidité volumique partielle

N = Vitesse de comptage en impulsions/seconde.

La densité apparente du sol en place est de 1,7 g/cm^3 et la perte au feu voisine de 2,5 %.

Le coefficient de corrélation est de 0,99.

- Etalonnage théorique = L'analyse chimique totale de deux échantillons prélevés respectivement, de la surface du sol à 40 cm de profondeur et de 40 cm à 150 cm, donne les indications suivantes (%) :

SOL	H_2O^+	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na 2O	Mn O2
0/40	5,2	75,2	7,8	4,7	0,73	0,43	0,25	0,48	0,04
40/150	2,8	87,9	3,9	2,0	0,51	0,21	0,10	0,37	0,01

P 2O5	K 2O	Bore ppm
0,07	2,30	3
0,03	2,34	3

Les droites d'étalonnage théoriques correspondant à une densité sèche de 1,70 g/cm^3 ont pour équation :

0/40 HV = 0,120 N - 9,68

40/150 HV = 0,121 N - 4,27

Elles ne prennent cependant pas en compte dans ce cas la valeur expérimentale du pouvoir absorbant des sols.

- Les mesures prenant en considération le pouvoir absorbant du sol, donnent pour chacun des échantillons, un comptage base 1 000 de 1 078 i/s - soit une pente de 7,5 i/s par point d'humidité pour une valeur eau de 621 i/s.

Les différentes pentes de la droite d'étalonnage de l'appareil obtenues par chacune des trois méthodes sont récapitulées ci-dessous :

	Au champ	Théorie	Sigma "a"
Surface	-	7,75	7,50
Profondeur	7,2	8,26	7,50

On note un écart de 13 % entre les valeurs extrêmes. L'exploitation des données neutroniques a été faite sur la base des valeurs obtenues au champ puisque c'est ce type d'étalonnage qui est pris comme méthode de référence.

Etude de l'évolution des eaux d'infiltration et de ressuyage : en fin de saison sèche 1969, un tube d'accès de sonde à neutrons a été mis en place sur sol hydromorphe pour étude de l'infiltration de l'eau apportée sous charge constante. Les profils obtenus au cours de l'infiltration de l'eau sont donnés en Figure n° 2. Pour chaque profil neutronique, le point d'inflexion correspondant au passage du milieu humide vers le milieu sec sous-jacent, définit la position du front d'humectation à l'instant considéré. L'étude de deux profils consécutifs permet de préciser la vitesse de progression du front d'humectation. Les valeurs sont rapportées sur la Figure n° 2. Nous les récapitulons ci-dessous :

Profondeur (cm)	0/20	20/30	30/40	40/50	50/80	80/100	100/140	150/180
Vitesse en cm/minute	0,32	0,13	0,14	0,10	0,10	0,08	0,14	0,08

D'une façon générale, la vitesse de progression est de 0,1 cm/minute. Il faut 12 à 15 h d'irrigation pour mouiller 1 mètre de sol. A la saturation, l'humidité volumique du sol en place atteint 40 % en surface, mais baisse rapidement jusqu'à 25 % entre 50 et 150 cm de profondeur. Ceci correspond à une porosité très faible; dans le cas plus général des 12 tubes implantés ultérieurement, la saturation se situe vers 30 à 32 %, ce qui est en bon accord avec une densité apparente sèche du sol en place voisine de 1,70 g/cm^3.

Les apports d'eau ont été arrêtés au bout de 37h30 et l'humidimètre à neutrons a permis d'étudier la désaturation du sol. Les résultats obtenus sont donnés Figure n° 3. La différence observée entre profil à la saturation et profil à la capacité au champ est de l'ordre de 2 à 3%.

On retiendra essentiellement les principales caractéristiques suivantes :

	Surface	Profondeur
Capacité au champ	26 à 37 %	20 à 24 %
Réserves Utilisables (mm)	0 - 55 cm = 142 55 - 105 cm = 77 105 - 155 cm = 76 TOTAL = 295	

Ces valeurs ont été déterminées en fin de saison sèche; il est probable que le profil sec atteigne à proximité de la surface des taux d'humidité inférieurs à pF 4,2. D'autre part, les façons culturales récentes ont contribué à l'estimation par excès de la capacité au champ de la couche du sol superficielle. Les deux phénomènes se combinent pour donner une sur-estimation des réserves utiles. D'autre part, les mesures ultérieures ont mis en évidence le rôle essentiel joué par la nappe phréatique; son intervention sur l'économie générale de l'eau rend illusoire toutes spéculations axées seulement sur la capacité de rétention du sol.

2 - CONTROLE NEUTRONIQUE DES IRRIGATIONS EN COURS DE CAMPAGNE - EVOLUTION DES RESERVES DU SOL - DETERMINATION DES BESOINS DES PLANTES

Les quatre tubes installés sous cotonniers non irrigués et les huit tubes implantés sous cotonniers irrigués ont été exploités régulièrement pendant la saison agricole 1970. Le protocole des mesures est le suivant :

Date	x - 1	x	x + 1	y - 1	y	y + 1
Intervention	Profil neutronique N° 1	Irrigation 1	Profil neutronique N° 2	Profil neutronique N° 3	Irrigation 2	Profil neutronique N° 4

On en déduit :

P N 2 - P N 1 : Contrôle des apports d'eau (1)

P N 3 - P N 2 : E. T. R. en mm/j compte-tenu des pluies intermédiaires (2)

P N 4 - P N 3 : Contrôle des apports d'eau.

Le profil effectué avant irrigation permet de savoir immédiatement quelles sont, par rapport à la capacité au champ, les possibilités de mise en réserve.

Le profil effectué 24 h après irrigation, permet de savoir si la mise en réserve projetée a été effective.

Au fur et à mesure de l'acquisition des résultats, ceux-ci ont été mis sur fiches perforées en vue d'une exploitation globale définitive, pratiquée sur ordinateur IBM 1130 de l'Université de Madagascar.

Les valeurs obtenues sont regroupées, par décade, dans le Tableau n° 3. Précisons que ces valeurs prennent en compte :

- d'une part la quantité d'eau mise en réserve entre les mesures faites avant et après irrigation;
- d'autre part, la quantité d'eau normalement consommée pendant le même intervalle de temps. L'E. T. R. journalière prise en considération est la moyenne des deux valeurs E. T. R. obtenues avant et après l'irrigation en question.

---

(1) *PN : profil neutronique*

(2) *Sous l'appellation E.T.R., nous mesurons ce qui est plutôt, la "consommation apparente du cotonnier". Ce paramètre peut différer de l'E.T.R. en période de pluviométrie excessive, en particulier quand il y a un risque de pertes par percolation et ruissellement.*

TABLEAU N° 3

IMPORTANCE DES IRRIGATIONS SUR LE POINT D'ESSAIS ANKILIVALO

JOUR DE L'ANNEE	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
Irrigations				5				0		34		-		105		77		
				10				0		7		-		98		55		
				27				0		19		-		84		68		
(mm)				2				0		54	107	-		101		94		
								0		20		-		37		63		
Contrôle								0		10	6	-		108		105		
				101				0		14		-		73		47		
neutronique				42				6		63		-		112		91		
Moyennes par décade				16				0,7		26	38			89		74		
Irrigations envisagées				16,4				13,3		43,0	52,6	60,2		46,5		41,1		

On notera essentiellement que :

- en début de campagne, les contrôles au champ indiquent des apports significativement plus faibles que ceux envisagés (mis à part l'apport N° 1 pour lequel les valeurs coïncident parfaitement);
- en fin de saison, par contre, les mises en réserve sont nettement plus fortes que celles envisagées. Il semble qu'un défaut dans le fonctionnement de la pompe ait pu se produire à ce moment-là.

Valeurs d'Evapotranspiration réelle déterminées au champ

Les valeurs déterminées entre mesures consécutives ont été rapportées sur la Figure n° 4 (pour cotonniers non irrigués) et sur la Figure n° 5 (cotonniers irrigués). La moyenne des observations décadaires suivant le traitement donne en fonction du temps, l'évolution de l'E.T.R exprimée en mm/j. Il est bon de préciser que le calcul neutronique prend en considération la variation globale de comptage entre la surface du sol et le fond du tube situé à un minimum de 2 m de profondeur. C'est dire que l'évolution au niveau de la nappe joue sur la détermination de l'E.T.R. On admet implicitement que l'eau de la nappe est réutilisée en saison sèche par le jeu combiné des remontées capillaires et de la descente des racines.

La Figure n° 6 reprend ces mêmes valeurs E.T.R obtenues d'une part en culture sèche, d'autre part en culture irriguée. En début d'année, malgré les fortes pluies, on n'obtient pas de chiffres anormalement élevés comme ce serait le cas s'il y avait d'importantes pertes par percolation. On observe une élévation du niveau de la nappe; la même eau sera utilisée ultérieurement par les cultures. D'ailleurs, les valeurs E.T.R. obtenues bien après la saison des pluies se situent, elles aussi, entre 6 et 7 mm/j.

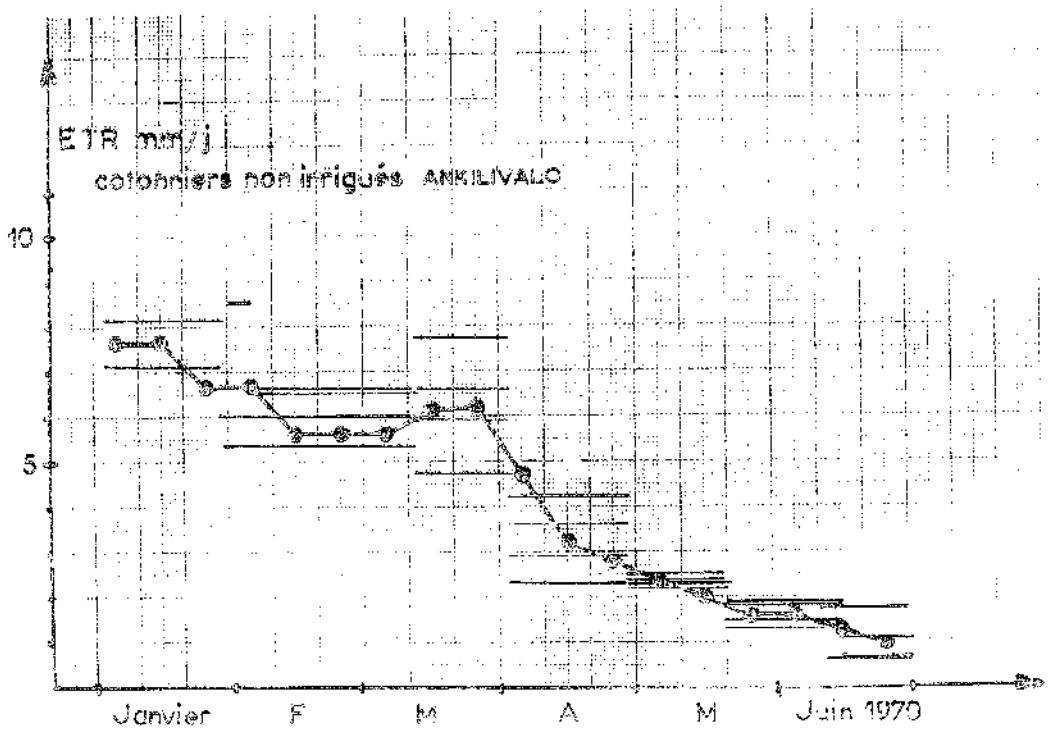


FIGURE N° 4

EVOLUTION DE L'EVAPO-TRANSPIRATION REELLE
SOUS COTONNIERS NON IRRIGUES

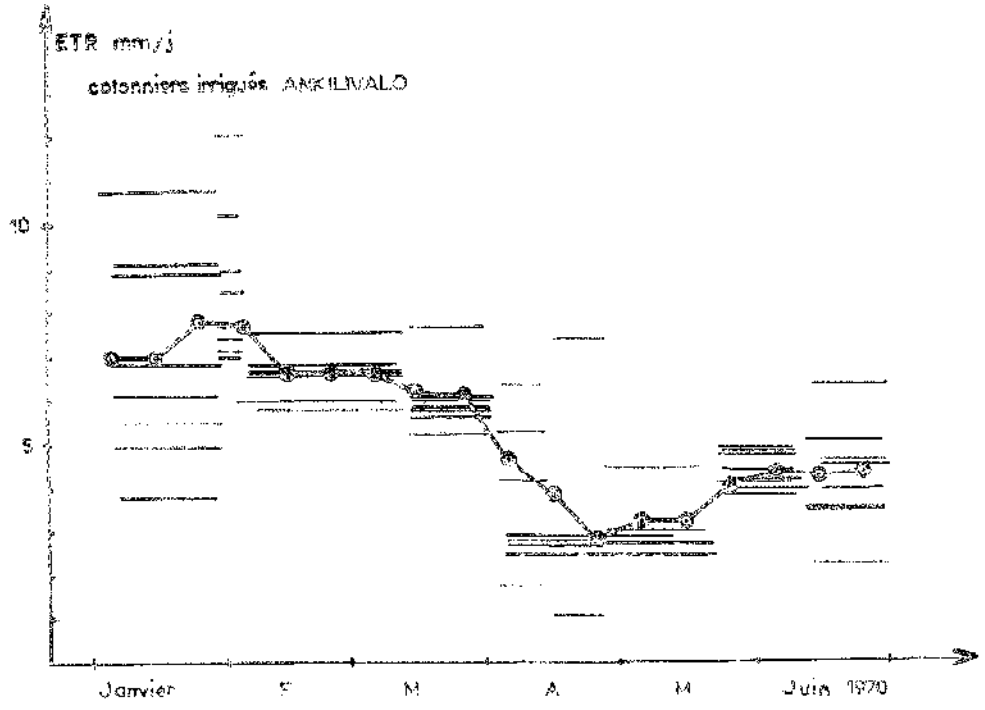


FIGURE N° 5

EVOLUTION DE L'EVAPO-TRANSPIRATION REELLE
SOUS COTONNIERS IRRIGUES A LA RAIE

Le décrochement se fait - en sec comme en irrigué - entre le 100 et le 120ème jour de l'année. Il résulte, sans doute, d'un abaissement de la température ambiante et de la diminution des besoins hydriques des cotonniers. Par la suite, les consommations continuent à baisser jusqu'à 1 mm/j sous cotonniers non irrigués. Pour le traitement irrigué, avec les gros apports de fin de campagne, l'E.T.R. remonte vers 4 mm/j. On assiste à ce moment-là, au démarrage d'un second cycle de développement végétatif de la plante, lequel n'a pas un grand intérêt économique, car il vient trop tard en saison. Il est intéressant de comparer ces résultats obtenus au champ, aux considérations théoriques basées sur les besoins de la plante à différents stades de développement physiologique (Figure n° 7). La reprise de végétation induite par les irrigations de fin de campagne se retrouve également au niveau de la floraison et du nombre de fleurs comptées 2 jours par semaine sur 16 m^2 de parcelle élémentaire : Tableau n° 4.

TABLEAU N° 4

RESULTATS DES COMPTAGES DE FLEURS DE COTONNIER

	Nombre de plants observés	Cumul fleurs au 20/4	Fleurs entre 20/4 et 30/6	Total fleurs
Acala Sec	578	2 280	144	2 424
Acala Irrigué	579	2 482	729	3 211
Stoneville Sec	512	3 024	137	3 161
Stoneville Irrigué	489	2 764	802	3 566
Moyenne sec	545	2 652	140	2 792
Moyenne irrigué	534	*2 623*	*765*	*3 388*
		- 29	+ 625	+ 596
Effet des irrigations		Non Significatif	Significatif	Significatif
Moyenne Acala	579	2 381	436	2 817
Moyenne Stoneville	500	*2 894*	*469*	*3 363*
		+ 513	- 33	+ 546
Effet variétal		Significatif	Non significatif	Significatif

Stoneville a fleuri davantage que Acala; l'effet de l'irrigation ne se manifeste que sur le 2ème cycle de floraison.

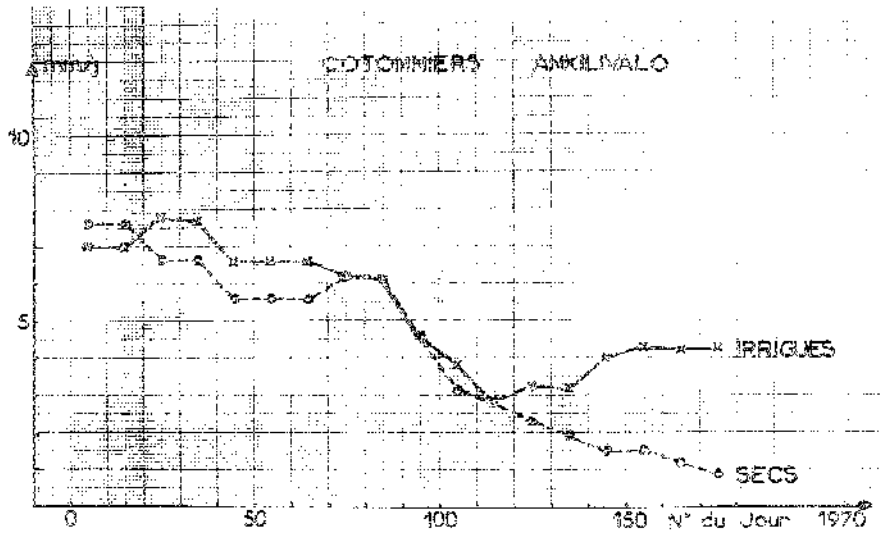


FIGURE N° 6

ETUDE COMPAREE DES CONSOMMATIONS APPARENTES D'EAU OBTENUES SOUS CULTURES COTONNIERES IRRIGUEE ET NON IRRIGUEE

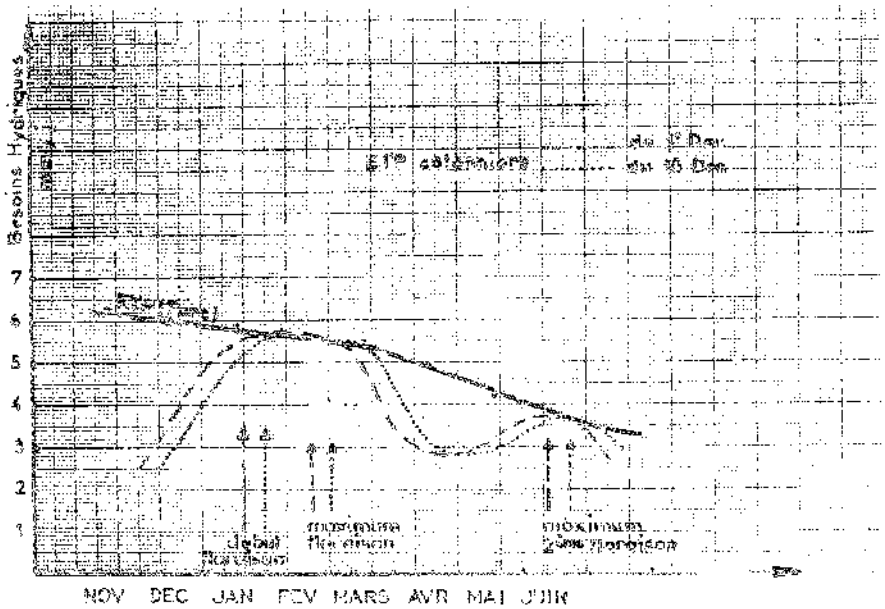


FIGURE N° 7

EVOLUTION TYPE DES BESOINS HYDRIQUES DU COTONNIER A DIFFERENTS STADES DE SON DEVELOPPEMENT PHYSIOLOGIQUE (SOUS LE CLIMAT DE MAHABO)

4 - EVOLUTION DES RESERVES HYDRIQUES DU SOL

La Figure n° 8 donne en fonction du temps, l'évolution du stock d'eau du sol pour l'horizon A (50 premiers centimètres) sous cotonniers non irrigués. Le profil origine est le profil le plus mouillé relevé le 2 Janvier 1970 en pleine saison des pluies; il est à la capacité au champ du moins dans l'horizon de surface. En absence d'irrigation, on observe un dessèchement rapide de cet horizon. Nous avons vu plus haut que vers le 85ème jour, l'E.T.R. faiblit; à cette époque, l'horizon A a fourni 60 mm sur ses réserves. Nous pensons pouvoir assimiler cette quantité aux R.F.U. Cette valeur est en bon accord avec les premières estimations faites à l'occasion de l'étude hydrodynamique de l'eau du sol. En fin de cycle, le cotonnier a utilisé *80 mm*, ce qui est nettement plus faible que les *142 mm* obtenus en fin de saison sèche. La différence *62 mm* sera évapotranspirée en cours d'année avant l'arrivée des pluies.

La Figure n° 9 donne, pour l'horizon A, l'évolution des réserves en culture irriguée. Les irrigations sont symbolisées par des triangles renversés positionnés en abscisse. On note que les 3 premières irrigations sont très discrètes. Pendant la période considérée, on se situe à la limite inférieure des R.F.U. Les deux dernières irrigations, par contre, sont particulièrement importantes puisqu'on reconstitue pratiquement le stock initial.

Nous n'avons pas jugé bon d'étudier en détail les horizons profonds sous culture irriguée en début de saison : rien ne les différencie des cultures sèches. En fin de saison par contre, les irrigations importantes peuvent affecter l'humidité des couches profondes. Une exploitation manuelle globale des résultats étant exclue, nous nous sommes intéressés au tube n° 5 pris au hasard.

La Figure n° 10 donne en fonction du temps, et pour chaque horizon, l'évolution des réserves hydriques. On considère qu'au 5 Janvier 1970 avec 349 mm de pluies antérieures, l'ensemble du profil est à la capacité de rétention. Les mesures ultérieures (avec 612 mm d'eau de pluie entre le 2/1 et le 28/4) montrent :

- un assèchement des horizons A et B;
- la saturation des horizons C et D (jusqu'au 80ème et 145ème jours de l'année respectivement);
- l'horizon B n'a pratiquement jamais été au-dessus de sa capacité au champ: la nappe évolue donc en dessous de 1 m de la surface du sol;
- à l'occasion des deux irrigations de fin de saison (840 et 680 m^3/ha) seul le premier mètre de sol a été humecté; en D les réserves diminuent linéairement.

R.F.U. : réserves facilement utilisables.

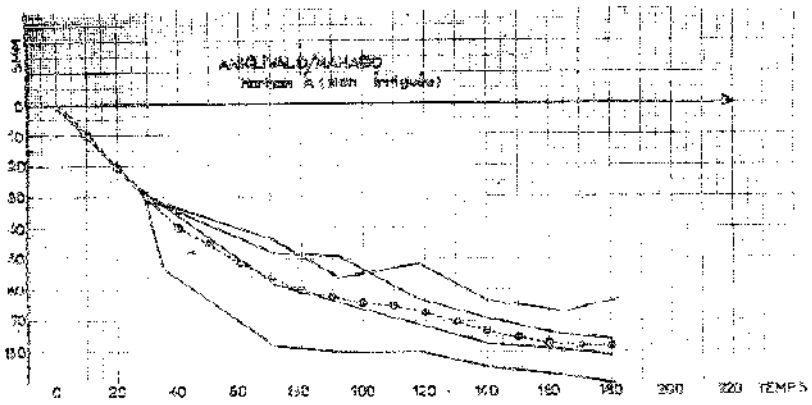


FIGURE N° 8

EVOLUTION EN COURS DE SAISON
DES RESERVES HYDRIQUES DE
L'HORIZON A (0 A 50 CM DE
PROFONDEUR)

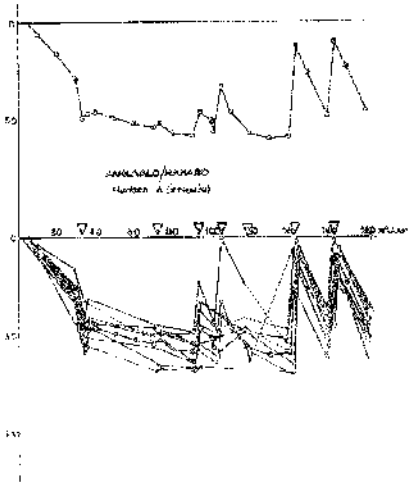


FIGURE N°9

EVOLUTION DES RESERVES HYDRIQUES
DE L'HORIZON A SOUS CULTURE
COTONNIERE IRRIQUEE

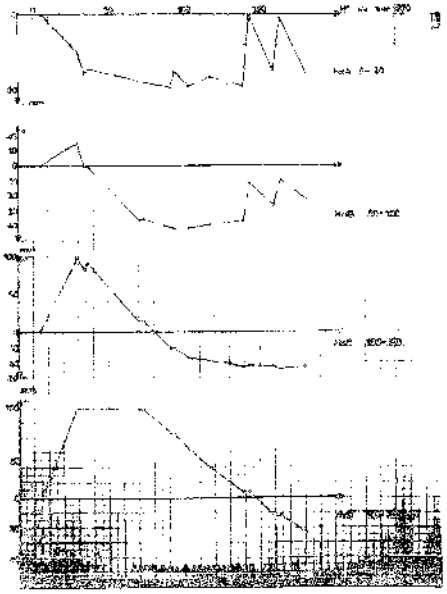


FIGURE N°10

EVOLUTION DES RESERVES HYDRIQUES
SUIVANT LES DIFFERENTS HORIZONS
DU TUBAGE N°5

5 - EVOLUTION, EN COURS DE CAMPAGNE, DE L'HUMIDITE DU SOL EN PLACE

Les Figures 11, 12, 13, 14 donnent en fonction du temps, l'évolution de l'humidité du sol, respectivement pour les horizons A, B, C, D dans le cas d'une culture non irriguée. La Figure n° 15 regroupe les valeurs moyennes obtenues par horizon en fonction du temps.

On observe :

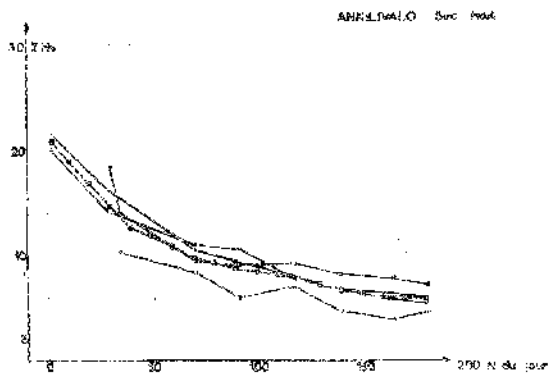
- une capacité au champ de l'ordre de *20 à 22 % Hv* pour les Horizons A et B non affectés par les remontées de la nappe;
- la saturation des Horizons C et D pendant un temps plus ou moins long avec *30 à 32 % Hv*;
- en fin de saison, les horizons A, B, C sont ramenés à un même niveau d'humidité voisin de 7 % Hv : ceci correspond sans doute à pF 4,2;
- l'horizon D contient encore une certaine quantité d'eau disponible.

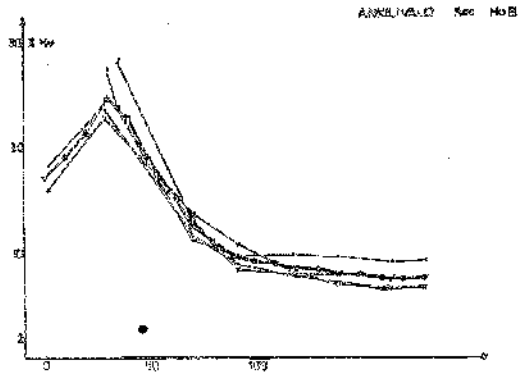
L'observation essentielle concerne surtout la détermination de la capacité de rétention de l'horizon de surface. L'étude de fin de saison sèche 1969, après façons culturales, a donné une C.R. moyenne de 25 à 30 % Hv, alors que l'ensemble des mesures faites en cours de campagne indique 22 % seulement. On peut voir là une des conséquences du manque de structure de ces sols qui reprennent leur cohésion initiale sitôt les premières pluies tombées.

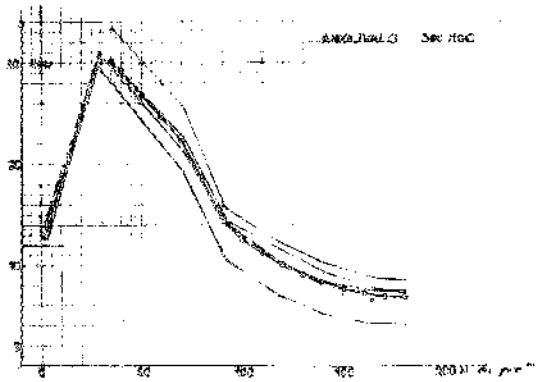
La Figure n° 16 donne en fonction du temps, l'humidité volumique de l'horizon A sous cotonniers irrigués. La capacité de rétention moyenne est de l'ordre de 20 % Hv; ce chiffre confirme celui obtenu en culture sèche. On voit nettement que vers le 35ème jour, la plante n'est plus dans les conditions d'une alimentation hydrique idéale, du moins dans l'horizon de surface. En fait, l'observation du profil hydrique complet nous montre (Figure n° 17) qu'à cette date, la nappe est seulement à 90 cm de profondeur, et qu'un risque d'engorgement du sol est encore à craindre. D'autre part, on estime que le cotonnier continue à s'alimenter facilement compte-tenu de son développement racinaire et des remontées capillaires qui peuvent atteindre 30 à 40 cm sur ce type de sol. On peut dire en conclusion que durant son cycle, le cotonnier irrigué a bénéficié d'une alimentation hydrique correcte puisqu'il n'y a pas eu d'engorgement marqué du sol, ni dessèchement critique des horizons utiles, ni flétrissement des feuilles aux heures chaudes.

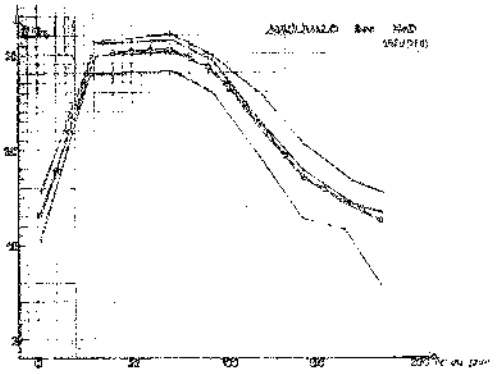
6 - RENDEMENTS OBTENUS

Le Tableau n° 5 présente dans sa partie supérieure, les rendements observés; puis les rendements corrigés pour éliminer l'effet densité des plants; et enfin l'interprétation de l'essai.









FIGURES N° 11, 12, 13 et 14

EVOLUTION DE L'HUMIDITE DU SOL SUIVANT LES HORIZONS A B C ET D,
EN CULTURE COTONNIERE NON IRRIGUE

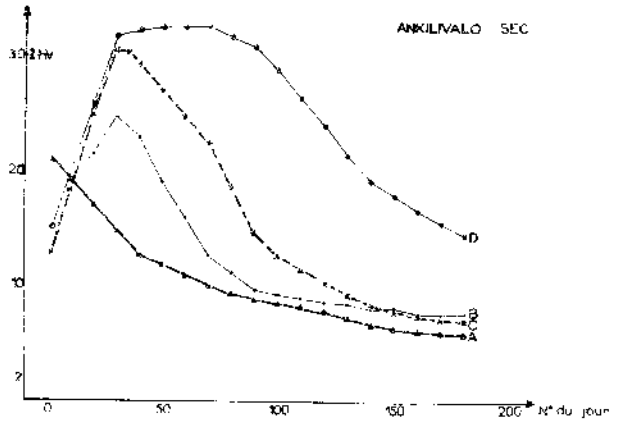


FIGURE N° 15

EVOLUTION DE L'HUMIDITE MOYENNE DES DIFFERENTS HORIZONS DU SOL SOUS CULTURE COTONNIERE NON IRRIGUEE

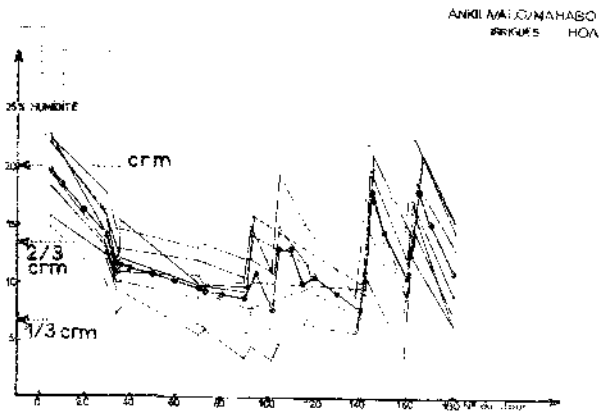


FIGURE N° 16

EVOLUTION DE L'HUMIDITE VOLUMIQUE MOYENNE DE L'HORIZON A SOUS COTONNIERS IRRIGUES

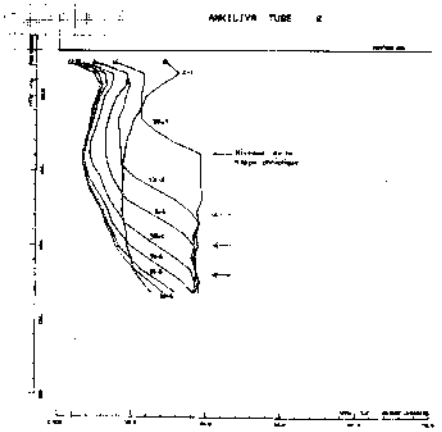


FIGURE N° 17

ENSEMBLE DES PROFILS HYDRIQUES RELEVES SUR T.2 EVOLUTION DE LA NAPPE PHREATIQUE EN COURS DE SAISON

TABLEAU N° 5

RENDEMENTS OBSERVES SUR COTONNIERS

	Plants/ha	17/4	8/5	CUMUL	29/5	CUMUL	17/6	TOTAL
Rendements								
ACALA SEC	85 650	1 300	779	2 079	423	2 502	168	2 670
ACALA IRRIGUE	91 510	1 677	763	2 440	355	2 795	239	3 034
STONEVILLE SEC	83 050	1 008	1 269	2 277	463	2 740	150	2 890
STONEVILLE IRRIGUE	90 090	1 804	1 168	2 972	221	3 193	189	3 382
Rendements corrigés								
ACALA SEC	87 825			2 116		2 571	148	2 719
ACALA IRRIGUE	-			2 270		2 661	224	2 885
STONEVILLE SEC	-			2 423		2 916	168	3 084
STONEVILLE IRRIGUE	-			2 902		3 110	179	3 289
MOYENNE SEC				2 269		2 743	158	2 901
MOYENNE IRRIGUE				2 586		2 885	202	3 087
EFFET IRRIGATION				+ 317 (N.S.)		+ 142 (N.S.)	+ 44 (N.S.)	+ 186 (S.)
MOYENNE ACALA				2 192		2 616	186	2 802
MOYENNE STONEVILLE				2 663		3 013	173	3 186
EFFET VARIETAL (en faveur STONEVILLE)				+ 471 (H.S.)		+ 397 (H.S.)	- 13 (N.S.)	+ 384 (H.S.)

NS : non significatif

S : significatif

HS : hautement significatif

La correction des rendements observés est nécessaire pour évaluer plus judicieusement l'effet des irrigations, la densité étant sensiblement meilleure en irrigué qu'en non irrigué. Au point de vue variétal, Stoneville se montre nettement plus productif et légèrement plus précoce que Acala. La maladie des capsules observées sur Acala s'est sans doute répercutée sur le rendement.

Pour ce qui est de *l'effet des irrigations*, il convient de distinguer d'une part l'irrigation de germination, d'autre part les irrigations de fin de saison des pluies :

- l'effet de **l'irrigation de germination** est celui qui se manifeste sur les rendements à fin Mai, c'est-à-dire sur le premier cycle de fructification : il est faible et non significatif (142 kg/ha), ce qui est normal puisqu'il n'y a qu'une dizaine de jours d'écart entre démarrage par irrigation et démarrage par pluie dans les parcelles non irriguées. Dans le cas de cet essai, l'irrigation avant saison des pluies n'a pas été payante, parce qu'elle est intervenue trop tard. Précisons qu'elle a nécessité un traitement insecticide supplémentaire en début de saison (1 traitement coûte environ 50 kg de coton-graine à l'ha).

- pour ce qui est de l'effet des **irrigations après saison des pluies**, nous n'avons comme chiffres certains que ceux de la récolte du 17 Juin, sur laquelle il est encore très faible et non significatif (44 kg/ha). A défaut de pouvoir le chiffrer de façon plus complète et plus sûre, on peut estimer très grossièrement et sous toutes réserves d'après les comptages de floraison du 20 Avril à fin Juin, les récoltes complémentaires qu'on aurait pu attendre de la poursuite des récoltes jusqu'à fin Août, moyennant évidemment poursuite des traitements insecticides couvrant les mois de Juin et Juillet (6 traitements).

Le Tableau n° 6 donne cette estimation reproduite sur la Figure n° 18.

TABLEAU N° 6

FLORAISON TARDIVE ET ESTIMATION DE LA PRODUCTION TARDIVE NON RECOLTE

	Fleurs/64 m² (2 j par semaine)	Nombre de capsules estimé (40 % des fleurs)	PMC •	Récolte estimée (kg/ha)
Acala sec	144	202	3,5 g	110
Acala irrigué	729	1 021	4 g	638
Stoneville sec	137	192	3,5 g	105
Stoneville irrigué	802	1 123	4 g	702
Effet des irrigations complémentaires estimé d'après floraison tardive				550 environ
+ récolte du 17 Juin				44
EFFET TOTAL				600 environ

Il faut déduire de ce chiffre le coût de 6 traitements insecticides, c'est-à-dire 300 kg de coton-graine à l'ha. Il ne resterait que 300 kg/ha environ de coton-graine pour payer les irrigations de fin de saison (environ 2 500 m³ d'eau à l'ha).

(•) *PMC = poids moyen par capsule.*

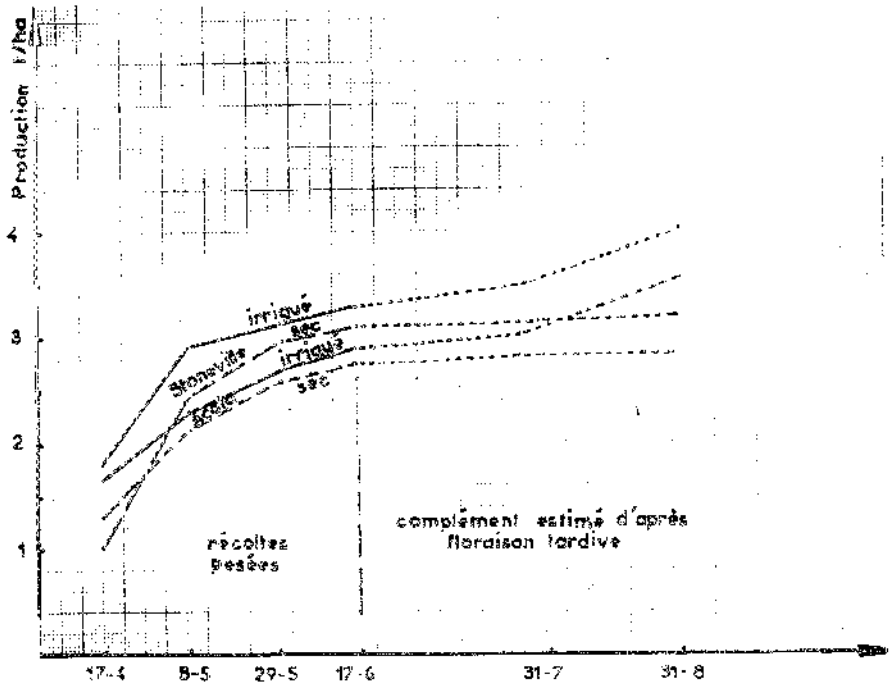


FIGURE N° 18

A GAUCHE : RENDEMENT CUMULE EFFECTIVEMENT RECOLTE.
A DROITE : CUMUL DU RENDEMENT COMPRENANT L'ESTIMATION DE LA PRODUCTION COTONNIERE D'ARRIERE-SAISON D'APRES LES COMPTAGES DE FLEURS ET DETERMINATION DES RECOLTES POTENTIELLES EN CULTURE SECHE ET EN CULTURE IRRIGUEE POUR LES VARIETES STONEVILLE ET ACALA.

7 - ASPECT QUALITATIF DE LA RECOLTE

Des échantillons de fibre prélevés sur la 1ère et la 2ème récoltes ont été expertisés au Laboratoire de l'I.R.C.T. Paris. La tableau n° 7 mentionne les caractéristiques de longueur, finesse, tenacité, allongement et maturité.

TABLEAU N° 7

CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES MOYENNES SUR LES 2 RECOLTES

	Fibrograph D		Finesse	Stelomètre		Pressley	Maturité	
	25 % SP	UR %	Indice micronaire	Tenacité g/tex	Allonge %	Tenacité I.P.	Rapport matur.	% fibres mûres
Acala sec	29,9	50,0	3,67	25,2	6,0	9,28	0,369	36
Acala irrigué	30,4	51,4	3,82	24,9	6,6	9,25	0,370	68
Stoneville sec	29,1	48,6	4,12	20,1	6,3	7,98	0,380	71
Stoneville irrigué	30,0	48,8	4,15	20,2	6,1	8,15	0,382	71
Moyenne sec	29,5	49,3	3,89	22,6	6,1	8,63	0,369	68
Moyenne irrigué	30,2	50,1	3,98	22,5	6,3	8,70	0,376	69
Moyenne Acala	30,1	49,3	3,74	25,0	6,3	9,26	0,364	67
Moyenne Stoneville	29,5	50,1	4,13	20,1	6,2	8,06	0,381	71

L'irrigation semble améliorer l'ensemble des caractéristiques technologiques.

Le Stoneville présente des qualités inférieures à l'Acala, ce qui est normal (toutefois la longueur n'est pas très différente), mais une meilleure maturité.

Le rendement à l'égrenage a été testé à l'égrenage à rouleau sur ces mêmes échantillons. Les résultats figurent dans le tableau n° 8.

TABLEAU N° 8

POURCENTAGE DE FIBRE PAR RAPPORT AU COTON-GRAINE

	1ère récolte	2ème récolte
Acala sec	38,50	39,86
Acala irrigué	39,64	41,43
Stoneville sec	40,46	40,41
Stoneville irrigué	41,17	42,30
Moyenne sec	39,48	40,13
Moyenne irrigué	40,40	41,86
Moyenne Acala	39,07	40,64
Moyenne Stoneville	40,81	41,35

L'irrigation a amélioré le rendement à l'égrenage chez les deux variétés.

Le Stoneville est supérieur non seulement en rendement brut, mais aussi en rendement fibre.

CONCLUSION

Les sols alluvionnés d'Ankilivalo constituent un milieu assez favorable à la culture du coton : au point de vue hydrique en particulier, l'eau de rétention, assez conséquente, se complète par la présence d'une nappe accessible à la végétation pendant et après la période des gros besoins en eau; ces conditions atténuent beaucoup le caractère défavorable de la pluviométrie, qui est assez resserrée dans le temps, et permettent d'obtenir couramment des rendements de l'ordre de 2,5 à 3 tonnes de coton-graine à l'hectare, lorsqu'on élimine les facteurs limitants étrangers à l'alimentation en eau. Il ne faut donc pas s'attendre à un effet considérable d'irrigations de complément sur la production.

On a tenté de chiffrer celui-ci, tout au moins sur la période postérieure aux pluies, les conditions n'étant pas réalisées pour permettre l'étude de l'incidence d'irrigations données avant la saison pluvieuse : on a pu estimer que l'effet net d'irrigations de fin de saison n'était que de l'ordre de 300 kg de coton-graine à l'ha, tout en s'assurant par des observations, entre autres un contrôle de l'évolution de l'humidité dans le sol, que ces irrigations étaient conduites dans des conditions excluant tout excès ou manque d'eau à un moment quelconque.

Les observations réalisées ont par ailleurs permis de constater que, mis à part le problème de la topographie, qui n'était pas étudié ici, les caractéristiques du sol conviennent à l'irrigation à la raie.

Au point de vue variétal, l'Acala 1517 ER a montré un comportement plutôt inférieur au Stoneville 7A, sa supériorité qualitative ne compensant pas, dans les conditons de prix de collecte actuels, son infériorité quantitative. De plus, il semble qu'on ne puisse corriger par une bonne alimentation hydrique ses défauts de maturité. On notera enfin que l'irrigation a amélioré le rendement à l'égrenage des deux variétés cotonnières.