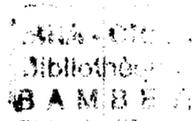


CN 0100490  
P. 420  
DAN

1979 (73)

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
PRIMATURE

SECRETARIAT D'ETAT  
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE



PRINCIPALES CONTRAINTES HYDRIQUES ET PEDOClimATIQUES  
CONCERNANT L'ADAPTATION DES CULTURES PLUVIALES  
DANS LA MOITIE SUD DU SENEGAL

C. DANCETTE  
Ingénieur Agronome IRAT, détaché à l'I.S.R.A.

Communication à la Conférence de l'I.I.T.A.

"SOILS AND CLIMATIC RESOURCES AND CONSTRAINTS  
IN RELATION TO FOOD CROP PRODUCTION IN WEST AFRICA"

October 15-19, 1979, Ibadan, NIGERIA

Octobre 1979

Centre National de Recherches Agronomiques  
de GAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES  
(I.S.R.A.)

PRINCIPALES CONTRAINTES HYDRIQUES ET PEDOClimATIQUES  
CONCERNANT L'ADAPTATION DES CULTURES PLUVIALES  
DANS LA MOITIE SUD DU SENEGAL

S O M M A I R E  
.....

	<u>Pages</u>
RESUME .....	2
INTRODUCTION	
I - <u>PRINCIPALES CONTRAINTES D'ORDRE AGROCLIMATIQUE</u> .....	4
1.1 - Les pluies	
1.2 - La demande évaporative d'ordre climatique	
II - <u>CONTRAINTES RELATIVES AUX BESOINS EN EAU DES CULTURES</u> .....	8
II.1 - Généralités	
II.2 - Le riz pluvial	
II.3 - Le soja	
II.4 - Conclusion	
III - <u>CONTRAINTES RELATIVES AUX SOLS</u> .....	11
CONCLUSION	
SIBLIOGRAPHIE	

PRINCIPALES CONTRAINTES HYDRIQUES ET PEDOCLIMATIQUES  
CONCERNANT L'ADAPTATION DES CULTURES PLUVIALES  
DANS LA MOITIE SUD DU SENEGAL

R E S U M E

L'adaptation des cultures au sens large du terme (espèces, variétés et techniques de culture adoptées) est conditionnée par les pluies. Ces dernières sont étudiées à partir de critères d'utilité agricole et en terme de probabilité (répartition, quantité). En fait, l'étude des pluies utiles implique la détermination d'un véritable bilan hydrique et donc la connaissance des besoins en eau potentiels (et de survie) des cultures. Les besoins en eau de quelques cultures sont considérés, mais il reste de nombreuses lacunes dans ce domaine. On insiste surtout sur le riz pluvial et le soja...

La généralisation des résultats de besoins en eau suppose une bonne connaissance des variations de demande évaporative d'ordre climatique. Cette dernière est estimée au Sénégal à partir des mesures d'évaporation en bac normalisé classe A.

Enfin le sol est abordé dans l'optique des mouvements, du stockage et de l'utilisation de l'eau par les plantes. En ce qui concerne l'utilisation, une importance spéciale doit être accordée à la connaissance de la dynamique racinaire.

Vers l'isohyète 600 mm, les contraintes agricoles sont surtout relatives à l'insuffisance des pluies, à leur mauvaise répartition, à la demande évaporative trop forte, à la perméabilité parfois trop élevée et à la faible capacité de rétention des sols.

Vers les isohyètes 900 à 1400, les contraintes pluviométriques concernent le riz pluvial surtout et le coton (gravité d'une mauvaise répartition des pluies) ; dans l'ensemble elles sont plus faibles, qu'au Nord mais les contraintes de sol par contre sont telles que l'eau pluviale est souvent mal valorisée : relief accentué, perméabilité plus faible et profondeur parfois limitée des sols, augmentent les risques de ruissellement. L'aménagement des sols revêt dans le Sud une importance particulière.

Mots clé

Contraintes agroclimatiques, pluies utiles, durée de cycle, demande évaporative, besoins en eau, évapotranspiration maximale (ou ETM), riz pluvial, soja, caractérisation hydrodynamique, perméabilité, rétention, bilan hydrique.

## INTRODUCTION

Nous avons voulu donner un rapide aperçu des contraintes d'ordre agroclimatique que l'on peut rencontrer dans la moitié Sud du Sénégal, c'est à dire dans une zone comprise en gros entre les isohyètes moyennes 600 mm au Nord. 1500 mm vers l'extrémité Sud-Ouest du Pays. Pour avoir une vue plus complète des problèmes d'ordre agroclimatique, le lecteur devra se reporter aux publications mentionnées dans la liste bibliographique car il est impossible de donner dans une communication de cet ordre, des détails complets sur la caractérisation de la saison des pluies utile pour chaque type de culture, sur les besoins en eau de chaque espèce ou variété étudiée, sur l'adaptation agropédoclimatique de certaines cultures ou encore sur les études hydrodynamiques et racinaires conduites actuellement. Il faut surtout savoir que nous leur accordons au Sénégal une grande importance. Le champ d'investigation est immense et si les efforts ont surtout porté, pendant la récente période de sécheresse, sur les problèmes de la moitié Nord du Pays, ceux de la moitié Sud ne sont pas sous-estimés et les responsables sénégalais, tiennent à leur accorder une part grandissante des moyens de recherche agroclimatique.

# I - LES PRINCIPALES CONTRAINTES D'ORDRE AGROCLIMATIQUE

## 1.1. Les Pluies

Parmi les principaux facteurs agroclimatiques il est classique de placer la demande évaporative avant la pluviométrie. Or il apparaît nettement d'après nos travaux que la pluviométrie d'une région conditionne la demande évaporative qui y règne pendant la saison des pluies. Nous verrons plus loin l'importance pratique de ces relations entre la pluviométrie et la demande évaporative pendant la campagne agricole pluviale au Sénégal.

Au point de vue quantitatif, la zone que nous avons retenue est comprise en moyenne entre 600 mm au niveau de Bamboey et de Diourbel et 1 500 mm vers l'extrême Sud-Ouest du Pays, à 1200 mm vers l'extrême Sud - Est. En fait, et ceci nous paraît beaucoup plus important que la simple et dangereuse moyenne, dans 80 % des années on atteint ou dépasse les seuils de 480 à 500 mm à la limite Nord de la zone étudiée, de 1250 à la limite Sud-Ouest et de 1050 à la limite Sud-Est du Pays. C'est donc plutôt à ces dernières valeurs, qu'il faudra essayer d'adapter les cultures retenues. (cartes I et II) il s'agit là d'une première contrainte qui pourra être très importante vers la limite-Nord (480 mm) et beaucoup moins vers le Sud (1050 à 1250 mm).

Au point de vue qualitatif, il est nécessaire de se lancer dans l'étude de la saison des pluies utile en agriculture. Les dates de premières et dernières pluies utiles sont particulièrement intéressantes, de même que la durée de cette saison. Cependant, la durée réelle de la saison des pluies utile à telle culture doit être déterminée à partir de critères agronomiques précis qui impliquent la connaissance des besoins en eau de cette culture tout au long de son cycle et l'établissement d'un véritable bilan "Pluie-Evapotranspiration de la culture" (FURST, communication à cette conférence). Au moment de la dernière pluie, il faut être en mesure d'estimer la quantité d'eau qui reste stockée dans le sol et utilisable par la culture. On doit tenir compte aussi des techniques agronomiques adoptées : par exemple semis en sec ou semis en humide, pour lesquels les critères de démarrage de la culture sont différents.

Même pour retenir une date de première pluie utile, il faut tenir compte des besoins hydriques "de survie" de chaque type de culture. A titre indicatif, et pour une culture comme l'arachide, on pourra trouver des dates de 1ère pluie, dernière pluie, fin d'utilisation des réserves hydriques du sol et durée réelle de la saison, soit pour la moyenne, soit à des seuils de 80 % de chances, dans les 3 situations agricoles de Bamboey (limite Nord), Niore du Rip (milieu) et Séfa (limite Sud de la zone).

(C. DANCETTE - 1976-77 et 78) - tableau n° I

	BAMBEY (45 années)	NIORU DU RIP (43 années)	SEFA (22 années)
Date de 1ère pluie utile moyenne	3 Juillet	23 Juin	15 Juin
90 % des cas avant le	13 Juillet	3 Juillet	22 Juin
dernière pluie utile moyenne	11 Octobre	17 Octobre	20 Octobre
90% des cas après le	1 Octobre	10 Octobre	13 Octobre
fin de l'utilisa- tion des réserves hydriques du sol moyenne	21 Octobre	1 Novembre	non déterminé
90% des cas après le	8 Octobre	23 Octobre	non déterminé
durée 1ère pluie- dernière pluie utile moyenne	101	117	128
90% de cas durée $\geq$	87	104	114
Durée réelle compte tenu des réserves hydriques du sol moyenne	111	132	non déterminé
90% des cas durée $\geq$	96	118	non déterminé

La saison des pluies utiles

Pour les cultures d'arachide, dans 3 stations  
agricoles sénégalaises

Tableau n° 1

Ainsi, dans le cas de l'arachide à Bamboey et à Niore du Rip, on retiendra que les agronomes (et en particulier les sélectionneurs) devrent rechercher, compte tenu de la durée totale de la saison des pluies utile, des variétés ayant au moins 80 % de chances de voir boucler leur durée de cycle, c'est à dire une centaine de jours au maximum (96) à Bamboey et 120 jours (118) à Niore du Rip.

Une étude des stations casamançaises de Vélingara, Kolda et Sédhieu a été faite dans cet esprit et a porté sur le riz pluvial en particulier (P. WILLIOT 1971) ; elle a permis de choisir la durée optimale des variétés à sélectionner, compte tenu de critères purement climatiques d'une part et d'autres critères agricoles d'autre part, dont le semis sur les 2èmes pluies, les premières étant surtout utilisées pour faire démarrer les adventices et pour les en-fouir par labour, ensuite. On montrait que pour diverses raisons, dont la sécurité et la nécessité de faire cadrer cette culture exigeante avec le cœur de la saison des pluies, il valait mieux s'orienter vers des durées de cycle de l'ordre de 95 à 100 jours.

## 1.2. La demande évaporative, d'ordre climatique

Au Sénégal, la demande évaporative est caractérisée par l'évaporation mesurée en bac normalisé classe A ; nous ne reviendrons pas sur les études antérieures de formules d'Evapotranspiration potentielle (ETP) ni sur les mesures d'ETP gazon (DANCETTE 1973). Signalons que, de même qu'il existait de très bonnes relations entre l'ETP gazon et la pluviométrie, il en existe aussi d'excellentes entre l'évaporation "Bac" et la pluviométrie de la saison (globale ou même mensuelle). Les relations sont encore meilleures si l'on fait intervenir la pluviométrie moyenne de la station (relation avec la latitude) et la continentalité. La relation globale est de la forme

$$\underline{EV = 10.4 - 2.76 \ln P} \quad (r = 0.92 \text{ et } F = 180.98).$$

La corrélation multiple s'exprime par la formule :

$$\underline{EV = 10.4 - 0.195 P - 0.0037 P_m + 0.0031 C} \text{ où :}$$

EV est l'évaporation "bac" moyenne pour la saison en mm/j

P : la pluviométrie moyenne de la saison en mm/j

P<sub>m</sub> : la pluviométrie moyenne pour la période de la station en mm

et C : la continentalité de la station exprimée en km séparant à vol d'oiseau la station, de la côte océanique.

La relation globale a permis d'estimer l'évaporation "bac" moyenne des principales stations sénégalaises disposant de relevés pluviométriques complets. Par précaution, ces relations, établies pendant des années relativement déficitaires (1971-1976), n'ont pas encore été étendues à l'ensemble de la période (1930-1976). Quand la période de mesure simultanée de pluviométrie et d'évaporation "bac" sera plus longue et plus représentative, nous étendrons le champ d'application de nos formules. Pour le moment, disons que cette évaporation caractérise des années plutôt déficitaires auxquelles il conviendra d'adapter les cultures étudiées ; ces cultures ne s'adapteront que mieux à des années moins sèches. Quant au gradient Nord-Sud de la demande évaporative (exprimé par des coefficients par rapport à Bamboey), il est possible qu'il soit plus accentué pendant les années sèches ; en effet, toutes proportions gardées, il y a plus de différence d'évaporation dans une station nordique qui reçoit en année très sèche 75 mm de pluie au lieu de 350, que dans une station du Sud qui en reçoit 750 au lieu de 1200.

En se reportant à la carte n° III, on s'aperçoit donc que, lorsque l'évaporation "bac" est de l'ordre de 7,2 mm/jour au Nord de notre zone, vers Bamboey - Diourbel, elle tombe à 4,6 mm vers le Sud-Ouest et 4,8 mm/jour vers le Sud-Est. La demande évaporative est dans le Sud, de 35 % environ inférieure à celle de Bamboey. Il va de soi que les besoins en eau (ou évapotranspiration maximum ETM) des cultures sont liés à cette demande évaporative. Une culture qui a besoin de 500 mm à Bamboey, en exige en gros 500 x 0,65 soit 325 mm vers Ziguinchor.

Notons par ailleurs que la demande évaporative peut varier de plus ou moins 10 % au maximum, d'une année sur l'autre, par rapport à la normale, si on prend l'exemple des dernières années (1972-1978) de Bamboey. (DANCETTE - Février 1978 p.5). Si ces variations présentent une importance réduite dans le sud où les pluies restent le plus souvent supérieures aux besoins en eau des cultures, elles deviennent par contre préoccupantes dans le Nord de la zone où les pluies peuvent être limitantes. A titre d'exemple, il était tombé 330 mm à Bamboey en 1972, sur des cultures de mil souba de 90 jours qui nécessitent 420 mm pour une année de demande évaporative moyenne. Or, la demande évaporative a été 1,10 fois plus forte en 1972, que pour la période ; les besoins en eau de ce même mil ont donc augmenté dans la même proportion, passant de 420 mm à  $420 \times 1,10 = \underline{462 \text{ mm}}$ , en accentuant donc le caractère déficitaire de cette saison. A Séfa où la même année étaient tombés 750 mm, il importait assez peu finalement que les besoins en eau de la même culture de mil souba passent de 300 à 330 mm.

En résumé, la contrainte liée à la demande évaporative et à ses variations inter-annuelles est relativement faible au Sud, mais nettement plus préoccupante en allant vers le Centre et le Nord du Sénégal. Notons enfin que l'on peut jouer sur la demande évaporative d'ordre climatique, par l'aménagement arboré du paysage agricole : ainsi à Bamboey, la demande évaporative peut être facilement abaissée de 15 à 20 % par l'influence des brise vent en maillage carré, par rapport à de grands champs dégagés et sans arbres (P.G. SCHOCH 1966)

A Djibélor, la demande évaporative est de même très différente selon des situations en rizière traditionnelle encaissée dans d'étroites vallées bordées d'arbres, en clairière de plateau ou enfin en grande rizière aménagée récemment et très peu protégée. Des différences de  $\pm 25 \%$  sont communes.

## II - CONTRAINTES RELATIVES AUX BESOINS EN EAU DES CULTURES

### II.1. Généralités

Quelques connaissances ont pu être acquises au Sénégal, au cours de la dernière décennie, en ce qui concerne principalement, dans l'ordre décroissant de la qualité et du volume de ces connaissances, les cultures pluviales suivantes :

- . mil (*pennisetum typhoides*) : variétés de 75, 90 et 120 jours
- . arachide : variétés de 90, 105 et 120 jours
- . niébé (75 à 90 jours) : toutes les cultures ci dessus à Bambeï
- . jachère d'herbe
- . coton à la ferme irriguée de Bambeï (T.M. DUC 1978)
- . riz pluvial à Djibélor
- . soja à Djibélor
- . sorgho et maïs

Il ressort des études conduites à Bambeï, que les besoins en eau dans un même lieu et pour une même espèce (le mil par exemple, sur la figure n° IV) ou pour des espèces différentes (mil, arachide et niébé figure n° V) sont essentiellement liés à la durée du cycle de végétation et de façon moindre aux variations de demande évaporative d'une année à l'autre. Pour ce qui est des cultures de mil, d'arachide et de niébé, les lecteurs peuvent se reporter à plusieurs documents de synthèse publiés récemment (DANCETTE 77 et 78) Graphique n° VI.

Nous insisterons un peu plus dans le cadre de cette note, sur les cultures de riz pluvial et de Soja

### ii.2 Le riz pluvial

Les besoins en eau ont été mesurés en Casamance maritime, à Djibélor, depuis 1972 ; l'expérience montre qu'il n'y a guère de différence entre les deux systèmes d'évapotranspiromètres utilisés à partir de 1975 ; l'un avec une nappe permanente avec niveau constant et déversoir, dans un drain de coquillages accumulés sur 40 cm et surmonté de 50 cm de sol, l'autre avec 90 cm de sol drainé gravitairement et avec appoint de bougies poreuses soumises à une dépression. Nous avons donc retenu les résultats du premier système de cuves datant de 1972 ; par ailleurs le drainage est assuré beaucoup plus facilement avec ce type de cuve et le riz pluvial n'est pas du tout incommodé par la présence de la nappe.

Les résultats sont reportés dans la figure n° VII.

On remarquera que le niveau de demande évaporative a été très bas en 1973 et que les coefficients  $K = \frac{ETM}{EV \text{ Bac}}$  atteignent des valeurs exceptionnelles pour ne pas dire douteuses.

Si on ramène tous les résultats à une même demande évaporative moyenne pour la période et à compter du 1er Juillet qui représente une bonne date de semis du riz pluvial, on obtient pour Djibélor des consommations qui varient essentiellement avec la durée du cycle (graphique n°VIII). Nous avons rajouté dans le tableau qui suit, (tableau n° II), les consommations que l'on aurait eu respectivement à Séfa et à Niéro où la demande évaporative est nettement plus forte qu'à Djibélor dont le climat local de clairière est particulièrement humide.

En moyenne pendant tout le cycle, les consommations tournent entre 3,8 et 4,4 mm/jour à Djibélor, 4,5 à 4,9 mm à Séfa en Casamance continentale et entre 5,4 et 5,9 à Niéro du Rip, qui représente une limite pour cette culture du riz pluvial. En fait, la plus grave contrainte est celle de la satisfaction des besoins en eau à partir de l'initiation florale jusqu'à la fin de l'épiaison (DANCETTE 1974) ; à ce moment là, les besoins de pointe peuvent atteindre facilement :

- . 5 mm/jour à Djibélor
- . 6 mm/jour à Séfa
- . 6,5 à 7 mm/jour à Niéro du Rip

Sachant que le riz a la plus grande partie de son système racinaire utile dans les 30 premiers cm (NICOU, Ségué, Haddad 1970) et que la capacité de rétention des sols sableux de plateau n'est pas énorme, il ne faut pas s'étonner si le riz pluvial, en milieu de cycle, commence à souffrir dès le 3ème ou 4ème jour sans pluie.

La réserve en eau utile  $Eu$  peut en effet être estimée à 40 mm sur 30 cm dans un sol beige ; la réserve en eau facilement utilisable pour le riz pluvial est souvent chiffrée à 0,25 de  $Eu$  (au lieu de 0,75 pour des plantes résistantes à la sécheresse comme le mil ou l'arachide) ce qui ne laisse que 10 mm d'eau très disponible qui peuvent facilement disparaître en 2 jours. La répartition régulière des pluies est donc très importante à considérer pour le riz pluvial et on a tout intérêt à semer le riz pluvial de telle sorte que sa floraison coïncide avec la période de plus forte probabilité de pluies (10 Août à 10 Septembre en gros)

### JI.3 le Soja

Nous n'avons pas eu de différence sensible entre les 2 types d'évapotranspiromètre avec nappe à niveau constant ou avec drainage accéléré, aussi avons-nous gardé une moyenne des deux cuves. Les besoins en eau du soja sont d'après cette première année de mesure (1978), nettement inférieurs à ceux du riz pluvial. Ils atteignent 314 mm à Djibélor, soit 0,80 EV "Bac" au lieu de 1,10 en général pour le riz. En se ramenant à l'évaporation "Bac" moyenne de chaque station, le soja aurait besoin de :

- 412 x 0,8 = 330 mm à Djibélor
- 487 x 0,8 = 390 mm à Séfa
- 582 x 0,8 = 466 mm à Niéro du Rip

Variété de riz pluvial	Djibólor	Séfa	Nioro du Rip
Dourado précoce (85 jours) K = 1,20	377 (EV = 314)	430 (EV = 358)	542 (EV = 452)
V. 302 G (95 jours) K = 1,03	363 (EV = 352)	413 (EV = 401)	516 (EV = 501)
V. 63-83 et IKP (105 jours) K = 1,09	427 (EV = 392)	505 (EV = 463)	605 (EV = 555)
V. 144 D9 (110 jours) K = 1,12	461 (EV = 412)	545 (EV = 487)	652 (EV = 582)
Soja ISRA 44A/73 (710 jours) K = 0,80	330	390	466

Estimation des besoins en eau, en mm (ou ETM)  
de certaines variétés de riz pluvial et de soja  
en fonction du site, de la durée du cycle et de  
l'évaporation "Bac" (EV)

Tableau n° II

N.B.  $K = \frac{E.T.M.}{EV \text{ "B"}}$  et EV = Evaporation "Bac" en mm

Les besoins de pointe peuvent être très élevés vers le stade de début floraison, comme on peut le voir sur le graphique n° IX. La contrainte de satisfaction des besoins en eau vers le stade épici-son doit donc être en considération, puisqu'il faut alors pour le soja au moins 5 mm d'eau par jour à Djibélor, 5,5 mm à Séfa et 7,0 mm à Niore du Rip. Par contre, à la différence du riz pluvial, il est capable d'exploiter intensément une plus grande profondeur de sol et ne montre pas aussi rapidement des symptômes de stress hydrique en cas d'arrêt des pluies, lorsque par ailleurs le sol a été bien humecté préalablement.

Le soja, de par son comportement au point de vue hydrique serait plutôt à rapprocher des cultures mentionnées dans le graphique n° VI (mil sanio, arachide 105 jours, niébé).

#### II.4. Conclusion

Pour conclure sur les besoins en eau, il nous a semblé intéressant de faire pour une station du Sud comme celle de Séfa, une estimation des besoins en eau des principales cultures dont nous venons de parler : ceci a été fait à partir des évaporations bac moyennes de cette station et des coefficients  $K = \frac{ETM}{EV \text{ "Bac"}}$

que nous avons déterminés pour chaque espèce et variétés citées : figure n° X. On pourrait faire la même chose, pour chacune des stations de la zone Sud.

Nous avons encore beaucoup de lacunes dans le domaine des besoins en eau des cultures et nous espérons démarrer prochainement un programme de mesure à Niore du Rip. Ainsi les cultures de maïs, soja et coton pourraient être abordées dans leur zone normale ; les autres cultures aussi pourraient être reprises pour vérifier les résultats acquis sous d'autres climats et tester la validité des coefficients culturaux  $K = \frac{E.T.P.}{EV \text{ Bac}}$ , à des fins de généralisation et par là d'adaptation.

### III - CONTRAINTES RELATIVES AUX SOLS

Nous nous limiterons à certaines contraintes d'ordre hydrique, laissant aux pédologues (G. BEYE en communication à cette conférence) le soin de parler d'autres facteurs de fertilité.

Comme on peut le constater sur le tableau n° III, les sols sableux du Sénégal peuvent être très différents entre eux du point de vue hydrique et hydrodynamique. Notre étude des sols est encore très incomplète pour la zone Sud au point de vue caractérisation hydrique systématique (essais de drainage interne). On peut cependant avoir une assez bonne idée de l'ensemble, avec les sols Dior, les sols Dek et les sols beiges (respectivement sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés mais lessivés en fer, sols à hydromorphie temporaire de surface sur sable et marno calcaire, sols ferrugineux tropicaux, lessivés, à taches et concrétions de profondeur, sur matériau sablo-argileux. Série brun jaunâtre).

( G. HAMON 1978, J. IMBERNON 1979, VACHAUD et C<sup>ie</sup> 1977. )

de certains sols sablonneux du Sénégal  
 Quelques caractéristiques hydriques

Tableau n° III

Diéti	Dior	Dior	Dior	Dior	Boège
NDIOL	LOUCA	BAMBEY	BAMBEY	BAMBEY	BEFA
10	22	25	36	170	
Stock hydrique en mm sur 100 cm de sol au filtrissement perenne (après jachère d'herbe)					
IDEM					
56	76	101	162	300	
A la capacité de rétention (2 jours de ressuyage avec suppression de l'évaporation) compris le stock au filtrissement permanent					
IDEM					
35	60	66	137	275	
Après 10 jours de ressuyage (EU = stock disponible pour les plantes)					
Cote du plan de flux nul après 35 jours de mise en évaporation					
IDEM					
11 %	12 %	16 %	22 %	21 %	
Formabilité de 100 g pour humidité volumique de					
6 %	8,5 %	10 %	18 %	20,5 %	
Perméabilité de 10 m/j pour humidité volumique de					
5 %	7 %	8,5 %	14 %	27 %	
Perméabilité de 1 m/j pour humidité volumique de					
21 %	23 %	20 %	25 %	35 %	
Humidité volumique maximale atteinte à 50 cm en essai d'infiltration après gros apports de l'ordre de 200 mm					
2,5 %	3,5 %	6 %	12 %	60 %	
Teneur moyenne en Argile + Limon fins %					

Il faut remarquer que les sols les plus sableux, peuvent avoir une réserve en eau disponible pour les cultures, à la capacité de rétention, très faible dans le Nord du Pays; en dessous de Bamboey, on se trouve à des niveaux qui peuvent encore varier du simple au double : 76 mm sur 1 mètre de sol Dior, 126 mm pour un sol Dek à Bamboey et 130 mm pour un sol Beige à Séfa en Casamance.

Dans nos travaux de modélisation du bilan hydrique (FOREST, communication à cette Conférence), on tiendra compte de cette capacité d'emmagasinement de l'eau dans les principaux sols concernant nos études. A partir de cette connaissance, on peut en effet prévoir ce qui risque de percoler en dessous d'une profondeur donnée et de ne plus être utilisable par les cultures. Nos travaux sur les mesures de conductivité hydraulique sont aussi très importants car ils conditionnent de nombreux problèmes d'adaptation des cultures, d'aménagements antiérosifs et d'irrigation éventuelle, le tout en vue d'une meilleure valorisation des ressources hydriques pluviales, fluviales et souterraines. Nous n'avons pas l'ambition d'approfondir toutes les contraintes hydriques qui se posent au niveau des sols, mais nous pouvons toutefois les énumérer dans leur ordre d'importance décroissante et géographique.

#### A - Vers la zone d'isohyète 600 mm

. Faible pouvoir de rétention (sols dior notamment) et percolations profondes faisant que toute l'eau de pluie n'est pas toujours bien valorisée par les cultures (en moyenne sur 55 ans = 115 mm de drainage en sols dior à Bamboey, en dessous de 150 cm et après culture de mil de 90 jours).

. Pour les sols appelés Dek (à hydromorphie temporaire) bien que la vitesse d'infiltration sur sol sec au départ soit très correcte, on constate assez rapidement un fort ralentissement quand le sol est humecté. Il y a donc des risques certains d'engorgement et de ruissellement lors des pluies très intenses.

. Pour ces derniers sols, l'évaporation sol nu est nettement plus importante que sur les sols de type Dior ou Diéri (où au contraire elle est exceptionnellement faible : sols auto-mulchants). Après 120 jours d'évaporation sol nu on sol Dek, 25 % du volume infiltré en début d'expérience se sont évaporés au lieu de 8 % en sol Dior.

#### B - Vers la zone Sud (isohyètes 1200 à 1400 mm)

Les contraintes sont à rapprocher de celles mentionnées pour les sols Dek. Les risques de ruissellement sont accrus du fait des sols moins perméables, des pluies plus abondantes, des plantes consommant moins d'eau et du relief plus accentué, qu'au Nord.

Par contre, pour le riz pluvial, des emplacements situés dans des sols beiges en zone de bas-fond et avec submersion temporaire ou dans des sols gris assistés parfois de nappes, peuvent être très favorables. L'essentiel est de retenir l'eau et de l'obliger à s'infiltrer sur place. Pour les bilans hydriques, on s'efforce de déterminer un certain coefficient de ruissellement (CHARREAU 1969).

L'évaporation sol nu est encore plus forte qu'en sol Dek (35 jours après la mise en évaporation on a déjà perdu 42 mm soit 24 % du stock infiltré initial.

La plupart du temps sur le plan purement hydrique, que le sol soit trop ou pas assez perméable, que l'on soit au Nord ou au Sud, on a toujours intérêt à labourer (CHARREAU et NICOU 1971 - CHOPART 1975). Ceci pour favoriser une exploitation plus rapide et plus intense des réserves hydriques par les cultures. Même avant l'implantation des cultures, le labour favorise s'il est bien réalisé, l'infiltration des premières pluies et réduit le ruissellement.

Quant aux techniques de lutte contre l'évaporation sol nu, on ne peut guère y compter pour les sols très sableux qui sont par nature "auto-mulchants". Par contre ces techniques sont à considérer pour les sols Deko et Beiges par exemple, c'est à dire pour tous les sols qui sont un peu plus argileux.

Enfin parmi les contraintes hydriques des sols, il faudrait bien sûr citer tous les sols tronqués ou ceux à cuirasse indurée peu profonde et limitant d'autant le volume des réserves utilisables et la capacité d'infiltration, tout en augmentant les risques de ruissellement. Ainsi, nous avons pu observer dans le Sine Saloum (vers Niore du Rip) des sols de sommet de pente lissés en surface et s'humectant très difficilement (humectation à 30 ou 40 cm de profondeur seulement, après avoir reçu plus de 250 mm de pluie). On voit tout de suite quelle importance peut prendre le facteur ruissellement dans ces conditions et pourquoi certaines cultures souffrent, malgré une pluviométrie globale apparemment très bonne. Enfin il est évident que des sols ayant déjà par eux même des caractéristiques hydriques très défavorables aux cultures, peuvent être de plus dangereux pour les sols et les cultures situés en contre-bas ; c'est pourquoi un aménagement rationnel de terroir agricole implique que l'en raisonne à l'échelle de tout au bassin versant ou tout au moins d'une unité morpho-pédologique (M. NIANG 1977 et KILIAN 1978).

CONCLUSION

Dans ce rapide exposé, nous n'avons fait qu'évoquer certaines contraintes d'ordre agroclimatique et pédologique auxquelles les agronomes se heurtent dans la moitié Sud du Sénégal. Connaître ces contraintes et en chiffrer l'importance, c'est déjà faire un pas important vers les solutions qui permettent d'y pallier. Ces solutions résident bien sûr dans le choix des dates d'intervention, culturale, dans celui des espèces et variétés les mieux adaptées et enfin dans celui des techniques de travail et aménagement des sols avant, pendant ou après les cultures elles-mêmes. Nous ne pouvons qu'insister sur la nécessité de plus en plus reconnue de savoir non seulement comment l'eau pénètre dans le sol et y est stockée, mais encore comment elle est utilisée, de même que les solutés minéraux, par le système racinaire des principales cultures. Les études dynamiques et simultanées de l'eau, des éléments minéraux qu'elle véhicule et des systèmes racinaires des cultures, dans les principaux sols mis en valeur, s'avèrent de plus en plus comme le moyen le plus efficace pour comprendre les réactions des plantes et partant, pour mieux les contrôler. Cette brève revue de certains problèmes auxquels nous sommes confrontés, révèle certes bien des lacunes et des sujets non abordés concernant soit le climat, soit le sol, soit la plante elle-même, mais nous sommes conscients de l'importance de ces faiblesses et par là des moyens et du temps qu'il faudra consacrer pour y remédier.

## BIBLIOGRAPHIE

### Aménagement du Territoire

Quelques données agropluviométriques de 16 stations au Sénégal - Période 1932-1965. Ministère du Plan et du Développement - DAKAR Avril 1967

### J. CHAROY, F. FORREST, J.C. LEGOUPIE

Frequency calculation of water requirements in order to optimize irrigation project.  
SONA DISTRICT (Republic of NIGER IRAT-Montpellier 1970).

### C. CHARREAU et L. SEGUY

Mesures de l'érosion et du ruissellement à Séfa, en 1968  
AGRO TROP XXIV- 11 - 1055-97 - 1969

### C. CHARREAU et R. NICOU

L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest Africaine et ses incidences agronomiques - AGRO TROP N° 2-5-9-11-1971

### J.L. CHOPART

Influence du labour et de la localisation de l'engrais en profondeur sur l'adaptation à la sécheresse, de différentes cultures pluviales au Sénégal  
ISRA - CNRA de BAMBEY - Mars 1975

### C. DANCETTE

Mesures d'évapotranspiration potentielle et d'évaporation d'une nappe d'eau libre au Sénégal. Orientation des travaux portant sur les besoins en eau des cultures  
AGRO - TROP. 1976 N° 4 Oct. Déc. 1973

### C. DANCETTE

"Stades de sensibilité à la sécheresse et influence des stress hydriques sur deux variétés très différentes utilisées en riziculture pluviale"  
IRAT - CNRA de BAMBEY - Septembre 1974

### C. DANCETTE et C.S. SOW

Analyse agroclimatique de la saison des pluies, en vue de faciliter les choix de la Recherche et du Développement agricoles - ISRA - CNRA de BAMBEY - Septembre 1976

### C. DANCETTE

"Agroclimatologie appliquée à l'économie de l'eau, en zone soudano-sahélienne" à paraître dans AGRO. TROP.  
CNRA de BAMBEY - ISRA - Avril 1977

### C. DANCETTE

"Besoins en eau et adaptation du mil à la saison des pluies au Sénégal", ISRA - CNRA de BAMBEY Février 1978,  
AAASA - IBAOAN - 3<sup>rd</sup> Général Conference and 10<sup>th</sup> anniversary

C. DANCETTE

Estimation des chances de réussite de 3 types d'arachide (90, 105 et 120 jours) à partir de l'analyse pluviométrique (Programme Brunet-Moret-ORSTOM)  
ISRA - CNRA de BAMBEY - Juillet 1978.

T.M. DUC

Ferme Expérimentale des cultures irriguées : bilan de cinq années d'expérimentation  
ISRA - CNRA de BAMBEY - Juin 1978

G. HAMON

Caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol de culture en moyenne Casamance -  
ISRA - CNRA de BAMBEY - Septembre 1978

G. HAMON

Caractérisation hydrodynamique in situ de doux sols de la Région Centre-Nord. ISRA CNRA de BAMBEY-Septembre 1978

J. IMBERNON

Caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol de la Région de Louga - ISRA - CNRA de BAMBEY - Août 1979

J. IMBERNON

Dynamique de l'eau et Variabilité spatiale du sol  
ISRA - CNRA de BAMBEY - Août 1979

J. KILIAN

Compte rendu de mission au Sénégal sur l'aménagement de l'espace rural  
IRAT-GERDAT Montpellier - mission auprès de l'ISRA  
29 Septembre - 11 Octobre 1978

M. NIANG

"Aménagement et Conservation des sols" Fiche 1, 2, 3, 4, et 6  
Séminaire "Bilan et perspectives des recherches sur le développement rural mené dans les Unités Expérimentales"  
ISRA-GERDAT-BAMBEY 16-21 Mai 1977

R. NICOU, L. SEGUY, G. HADDAD

Comparaison de l'enracinement de 4 variétés de riz pluvial en présence et absence de travail du sol  
AGRO TROP. vol XXV N° 8 - 639-659 - 1970

P.G. SCHOCHd'une strate arborée

Influence sur l'évapotranspiration potentielle au Sénégal et conséquences agronomiques. AGRO TROP. Novembre 1966

P. WILLIOT

Quelques résultats sur la pluviométrie des stations de Vélingara, Kolda et Sédiou-Séfa. Application à l'agriculture  
IRAT - CNRA de BAMBEY - Février 1971.

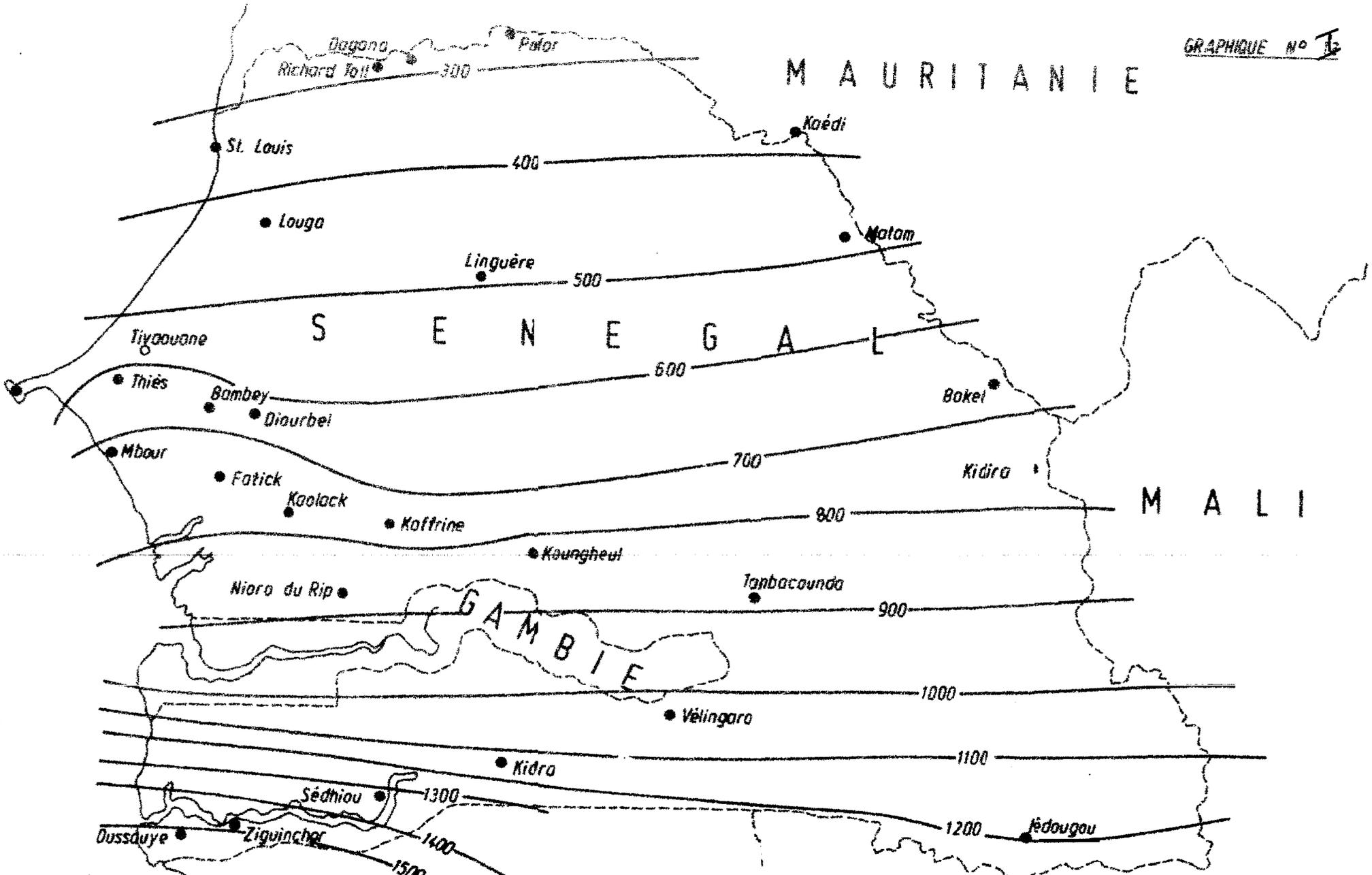
O C E A N A T L A N T I Q U E

M A U R I T A N I E

S E N E G A L

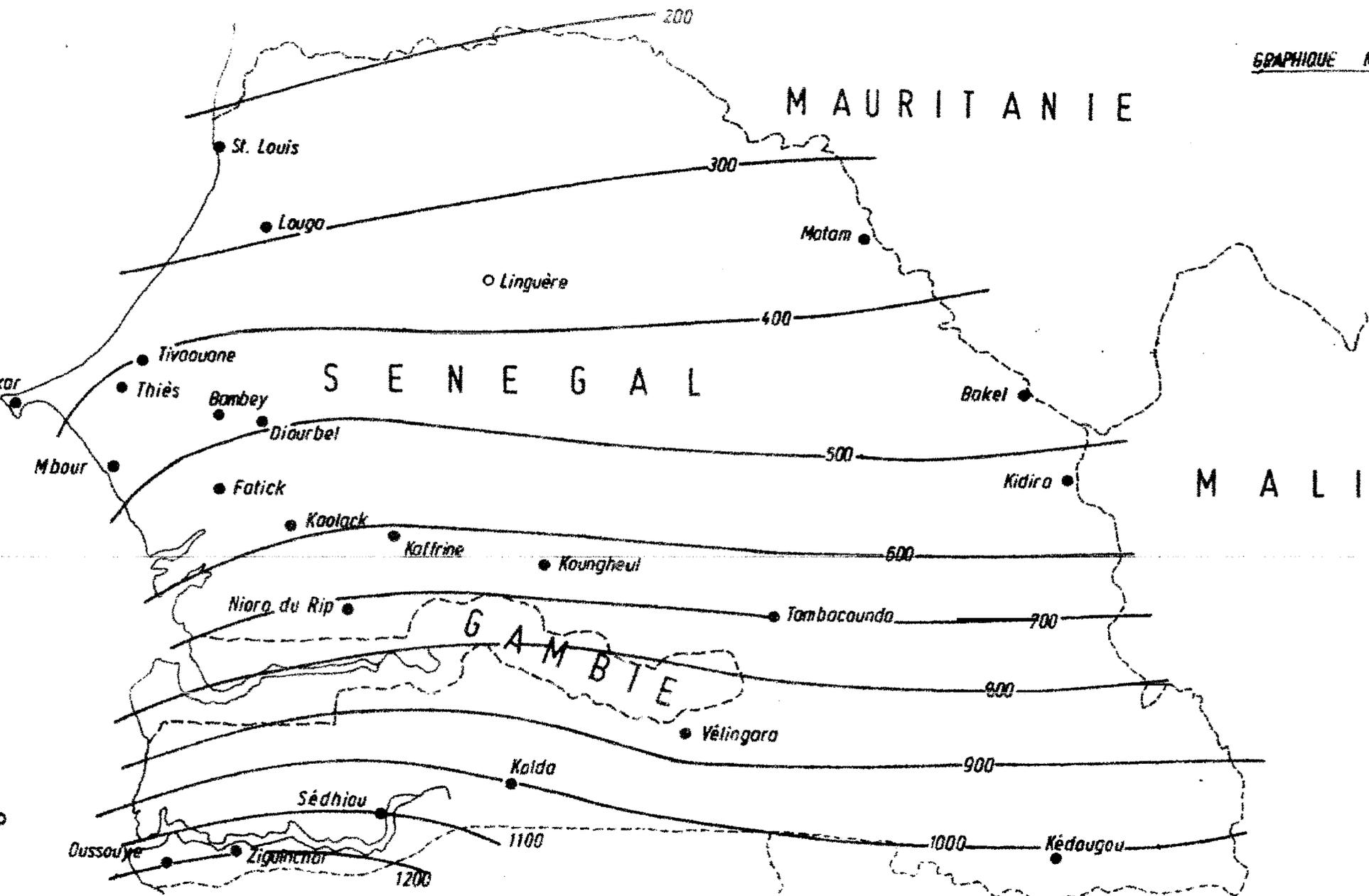
M A L I

G A M B I E



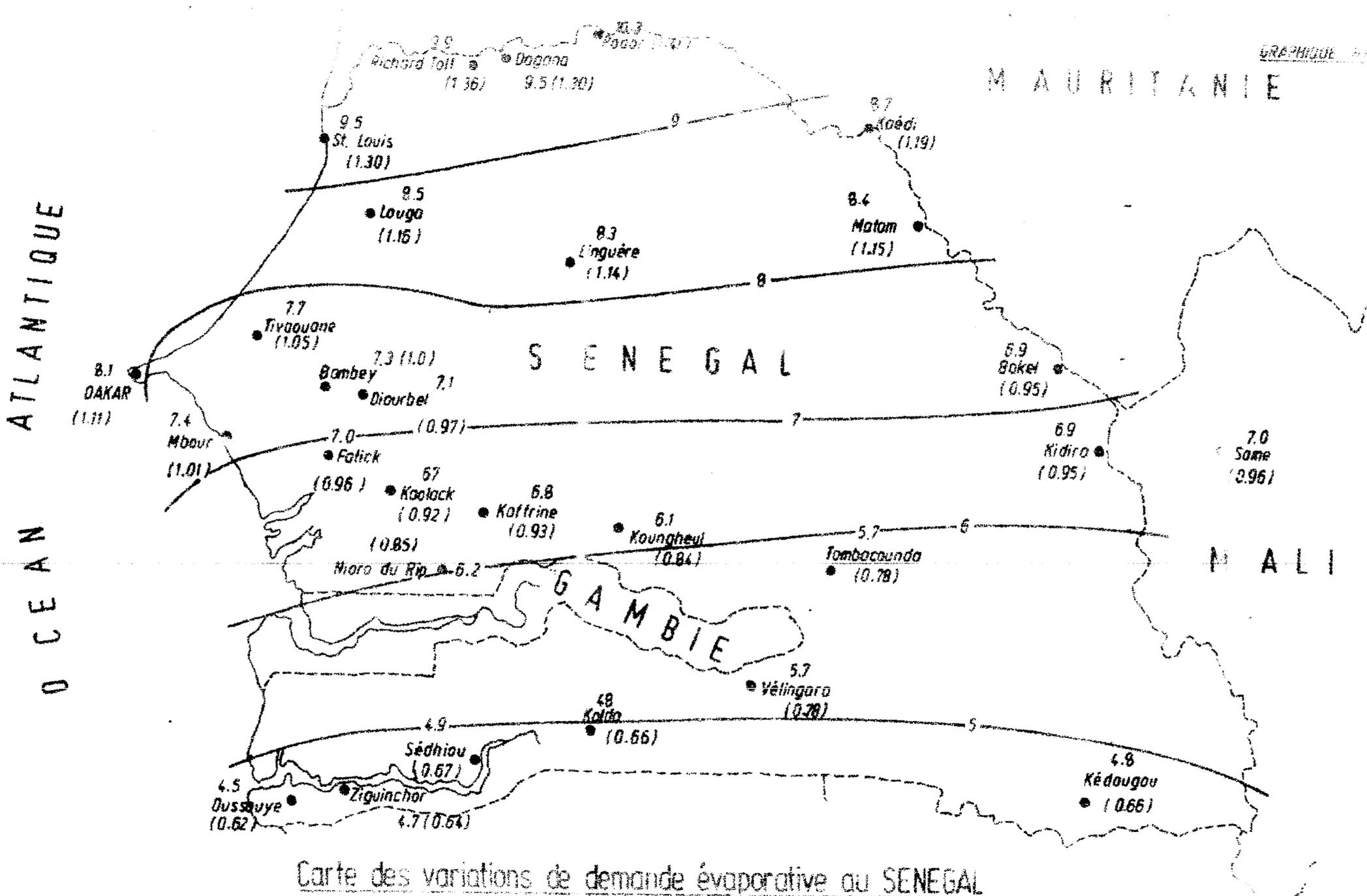
Pluviométrie moyenne en mm, de Juin à Octobre compris, au Sénégal (période 1931 - 1975)

- Calculs effectués à partir des données brutes de la météorologie nationale - listing Hydrologie ORSTOM



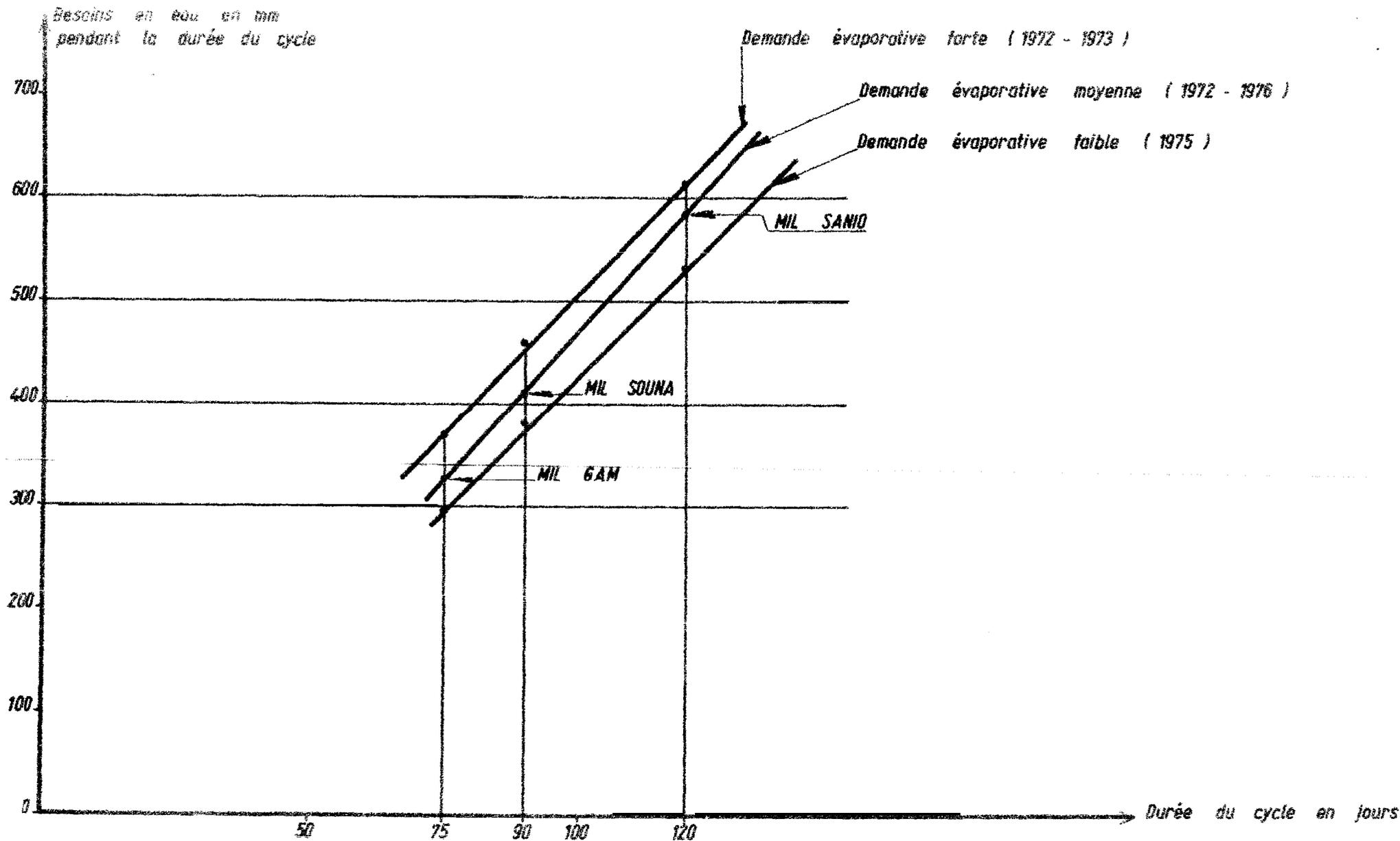
Pluviométrie en mm, de Juin à Octobre compris, atteinte ou dépassée dans plus de 80% des cas au Sénégal période 1931-1975

- Calculs effectués à partir des données brutes de la météorologie nationale = listing Hydrologie ORSTOM



Carte des variations de demande évaporative au SENEGAL  
 (mm / jour)  
 pendant les mois d'hivernage (Juin à Octobre compris)

# BESOINS EN EAU DU MIL ( E.T.M. ) DANS LA ZONE DE BAMBEY



Graph n° 1V

Service de BIOCLIMATOLOGIE  
 ISRA - CREA BAMBEY

Besoins en eau  
ou ETM en mm

600

500

400

300

200

0

50

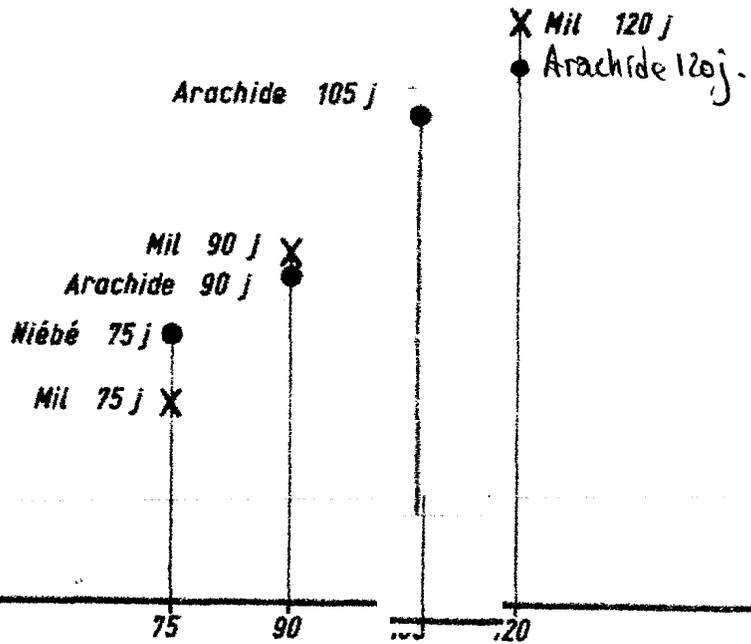
75

90

105

120

Durée totale du cycle (semis - récolte) en jours



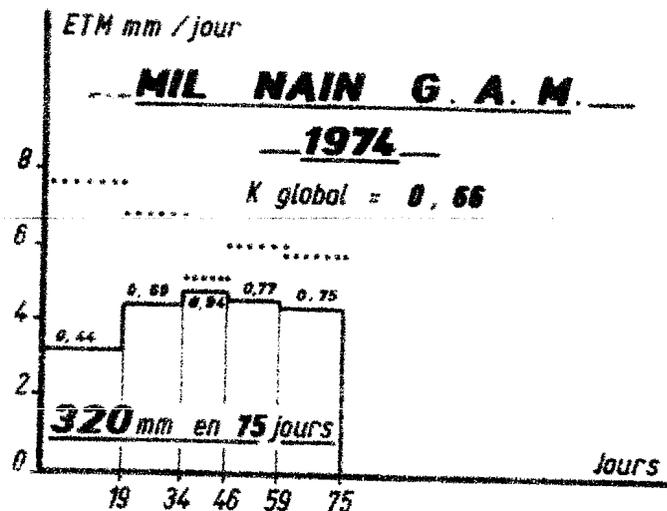
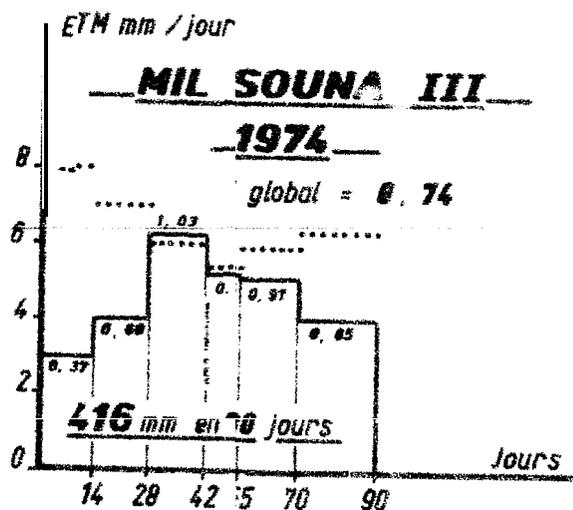
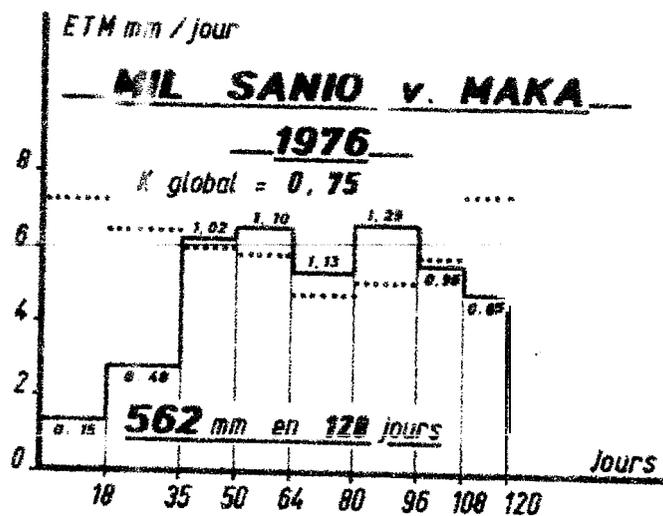
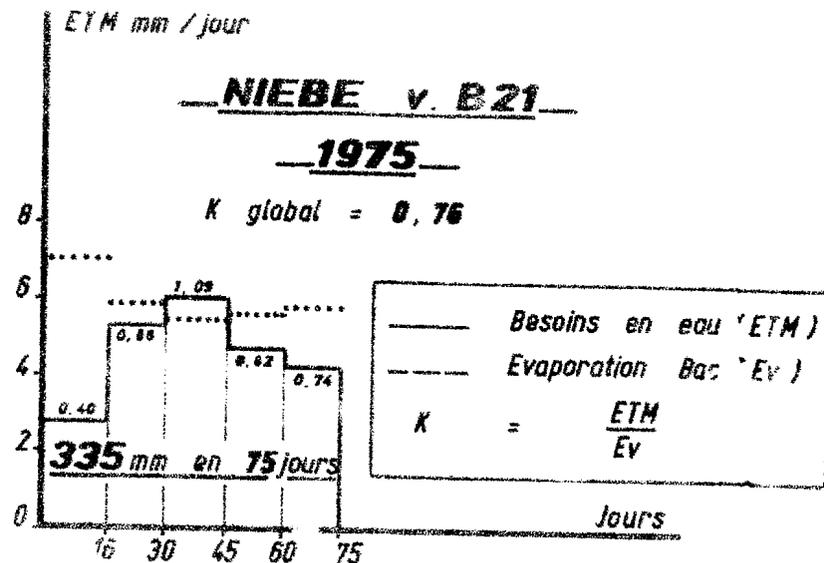
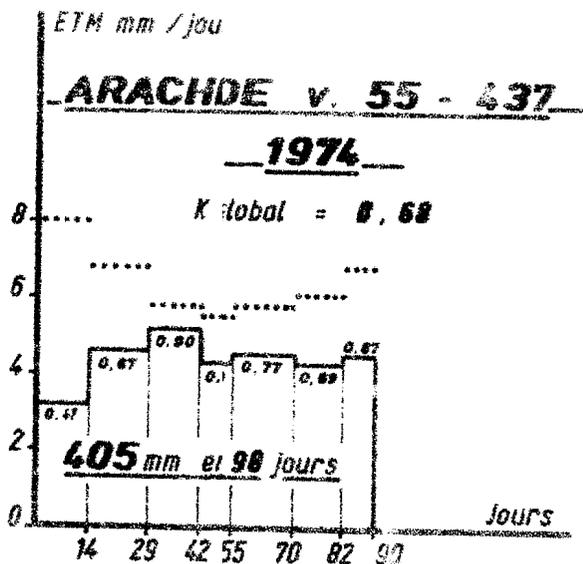
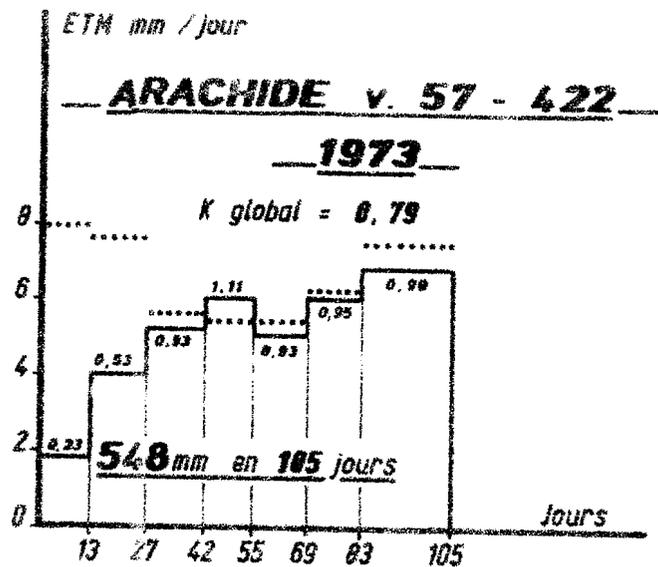
LES BESOINS EN EAU DES CULTURES AU SENEGAL SONT PROPORTIONNELS A LA LONGUEUR

DU CYCLE DE VEGETATION

Graphique n° 10

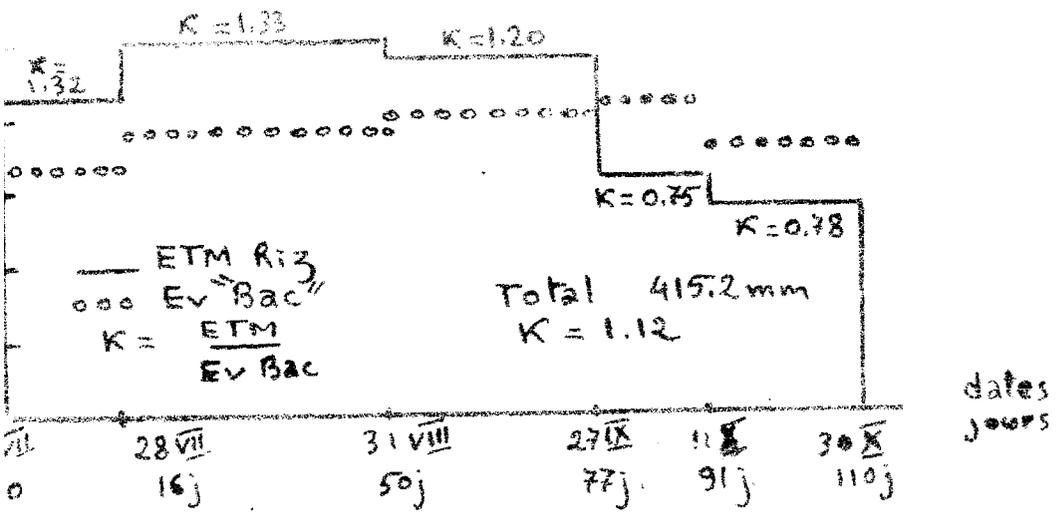
1/11.5

I. S. R. A. - C. M. R. A. BAMBEY.

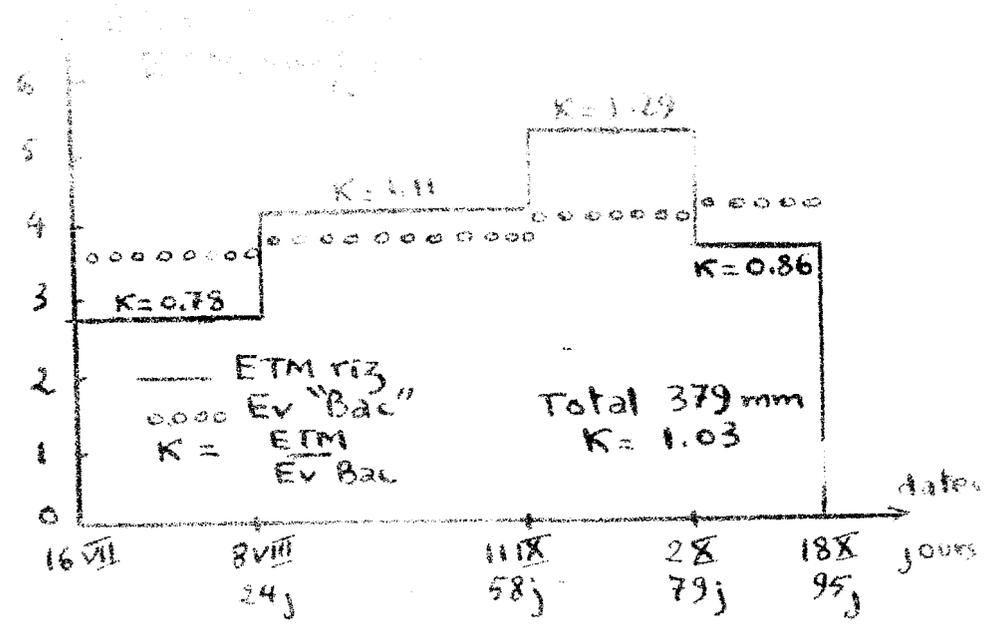


BESOINS EN EAU DES PRINCIPALES CULTURES SENEGALAISES MESURES AU C. N. R. A. DE BAMBEY  
 ( I. S. R. A. )

Besoins en eau  
mm/jour



Riz pluvial 144 B9 - Djibélor 1976

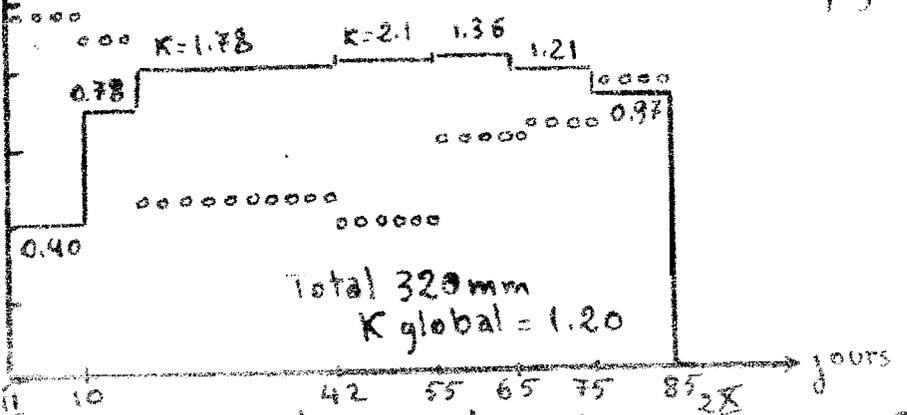


Riz pluvial 302 G - DJIBELOR 1975

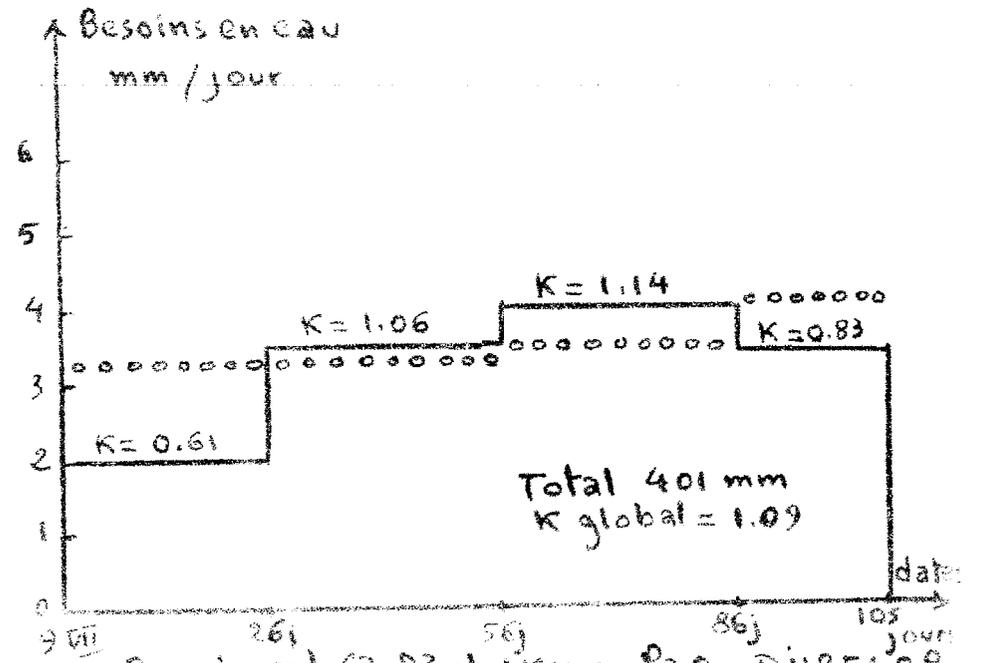
Besoins en eau  
mm/jour

BESOINS en EAU du  
RIZ PLUVIAL

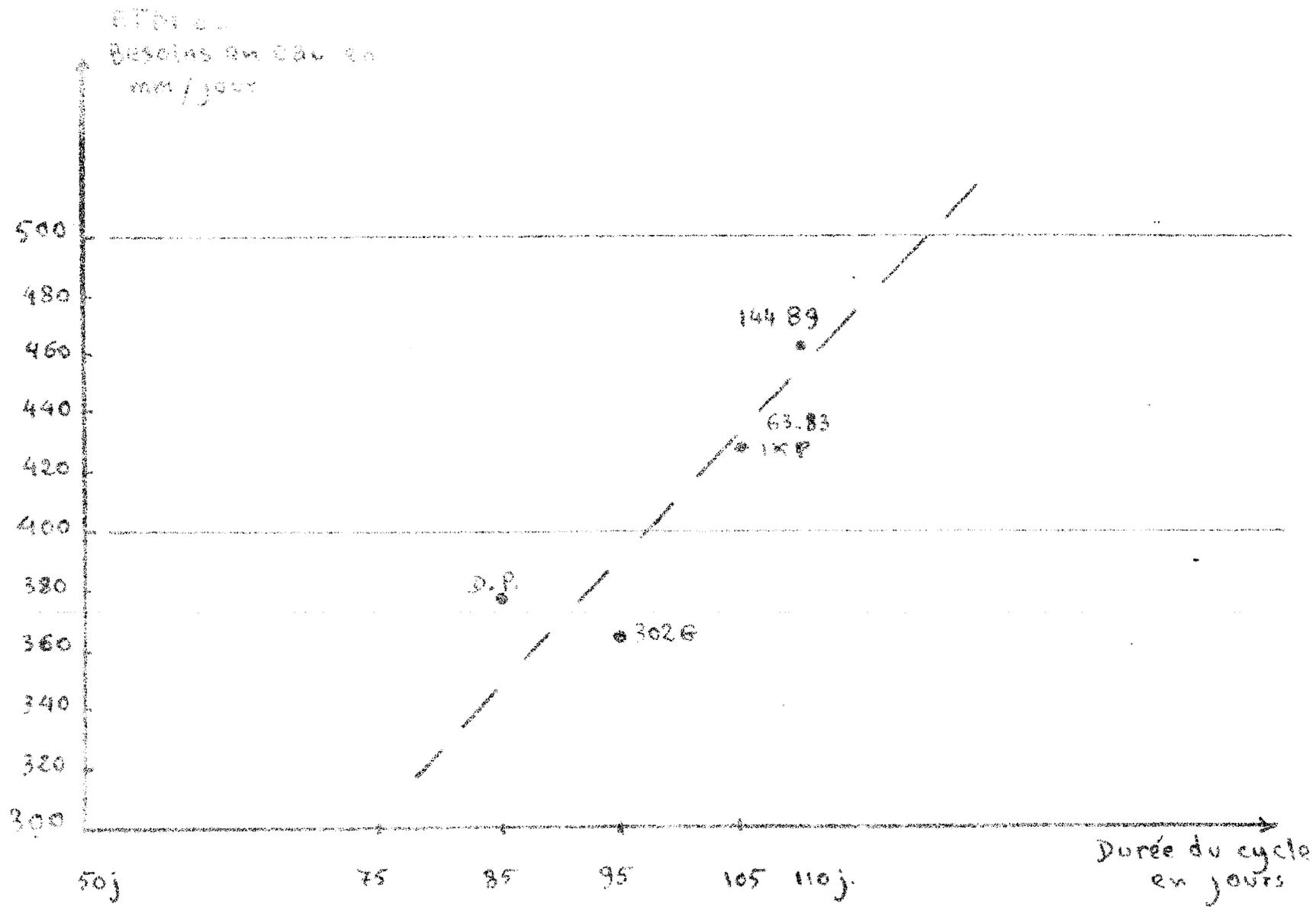
fig. n° VII



Riz pluvial Dourado précoce - DJIBELOR 1973.

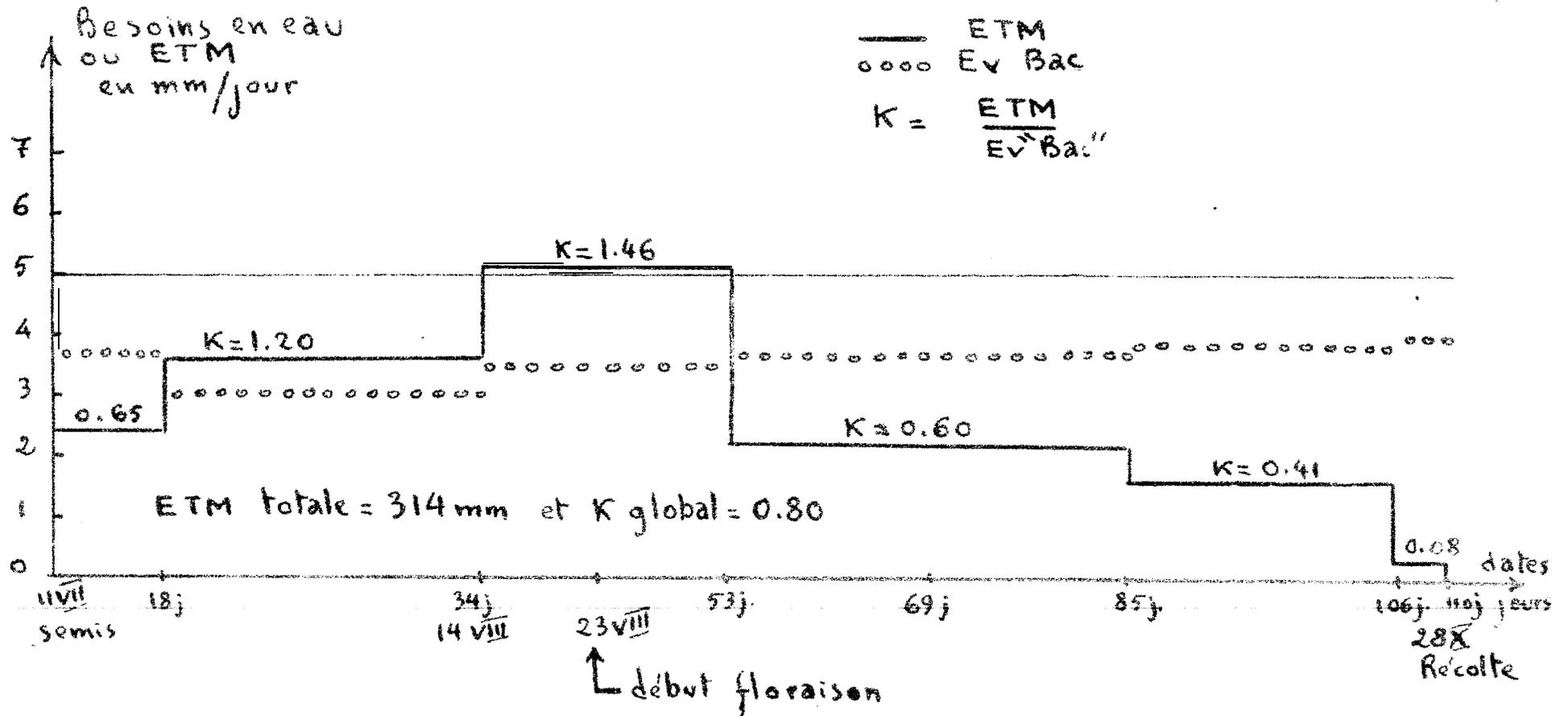


Riz pluvial 63-83 et 1 Kong - Pao - DJIBELOR 1974



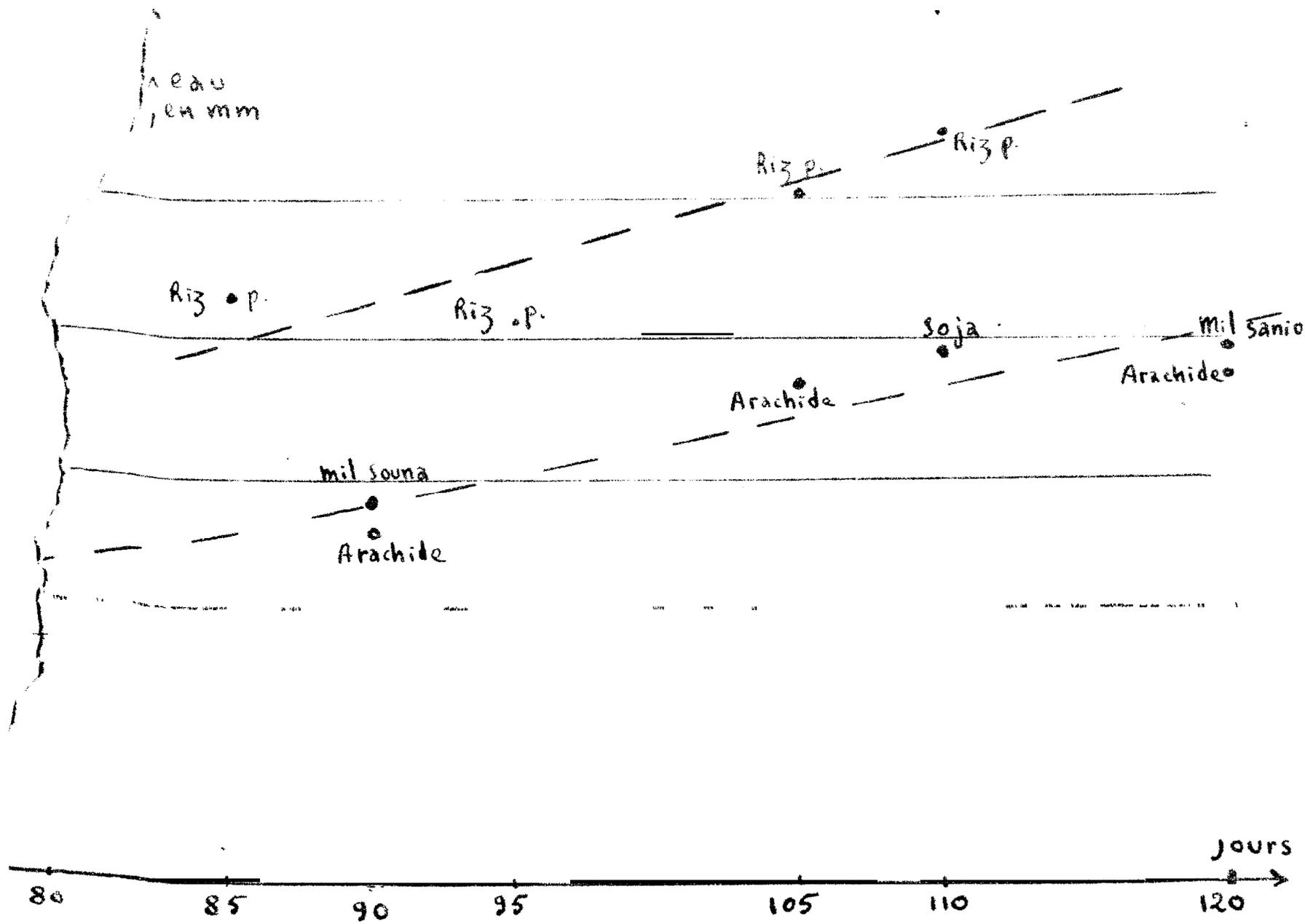
Besoins en eau du riz pluvial, selon les variétés et les durées de cycle,  
pour une demande évaporative moyenne à DJIBOUTI.

graph. n° VIII



Besoins en eau du Soja (v. ISRA 44 A/73) à DJIBELOR  
en 1978

Graph. n° IX



Transposition à la station de SEFA des résultats portant sur  
soins en eau, à partir d'Ev "Bac" et des coefficients  $K = \frac{ETM}{Ev \text{ "Bac"}}$

figure n° X