

REPUBLIQUE DU SENEGAL

INSTITUT SENEGALAIS

D.E

RECHERCHES AGRICOLES

DEPARTEMENT DE RECHERCHE SUR LES SYSTEMES
DE PRODUCTION ET LE TRANSFERT DE TECHNOLOGIES
EN MILIEU RURAL

6 1182

CN0101007
P420
DAN

(C. D. /ND. F.)

DOCUMENT N. 84/6

JANVIER 1984

*AGROCLIMATOLOGIE ET ADAPTATION VARIETALE
DE L'ARACHIDE AU SENEGAL*

par

C. DANCETTE

Ingenieur de Recherches IRAT detache a L'ISRA

AGROCLIMATOLOGIE ET ADAPTATION VARIETALE

DE L'ARACHIDE AU SENEGAL

1 INTRODUCTION

Pour favoriser des choix variétaux rationnels, la climatologie agricole dispose des éléments suivants :

- La pluviométrie annuelle moyenne, et celle qui est atteinte ou dépassée dans 80 % des années (cette dernière donnée est bien plus utile que la première en agriculture) ; on dispose de cette pluviométrie sur des périodes longues (30 années au minimum) ou sur les 15 dernières années caractérisées par une sécheresse indéniable (1968 à 1982 ; on peut, bien sûr, rajouter maintenant 1983). Aucune étude ou recherche sérieuse ne permet de dire quand se terminera cette séquence sèche. La prudence et la recherche de la sécurité paysanne font qu'il vaudrait mieux essayer de s'adapter à cette série de 15 années de sécheresse, plutôt qu'à la série la plus longue possible. Le choix est plus d'ordre politique que scientifique : autant dire qu'il n'a pas été fait. Nous raisonnons donc dans les 2 hypothèses : série longue et 15 dernières années.

- Les durées d'hivernage utile entre la première pluie permettant le semis et la fin de la période d'utilisation des réserves hydriques (utiles) du sol. On dispose surtout de travaux concernant le mil semé en sec et démarrant sur une première pluie souvent inférieure à 20 mm (levée à partir de 6 mm). Aussi les durées moyennes seraient pour l'arachide, plus courtes de 2 à 3 jours, sans tenir compte par ailleurs d'une période d'utilisation des réserves hydriques plus brève que pour le mil. En effet l'arachide n'est pas capable d'extraire l'eau de façon aussi profonde et intense que le mil. Pour les durées d'hivernage utile, il est bon de raisonner là encore sur les valeurs à 80 % des cas, plutôt que sur les valeurs médianes.

- Les mesures au champ sur plusieurs années, des besoins en eau des principales variétés d'arachide, différenciées essentiellement par leur longueur de cycle végétatif : 90, 105 et

120 jours. Ces besoins sont serres au plus près, mesures par bilan hydrique (humidimétrique) *in situ* (confirme par des mesures en évapo-transpiromètres de 4 m²), au sein de parcelle de 200 m², sur des cultures très bien conduites au point de vue agronomique (les rendements en gousse sont compris entre 29,5 quintaux/hectare pour la 55 437 et 37 quintaux/hectare pour la 28 206). Les arrosages sont modérés et se font en complément des pluies de façon à ne pas entretenir de percolation et à n'affecter le plus souvent que les 30 à 40 premiers cm de sol. De toutes les façons, tous les facteurs du bilan hydrique sont comptabilisés ou maîtrisés (ruissellement par exemple). Les valeurs de besoin en eau sont modulées en fonction de la demande évaporative de l'année ou du lieu ; pour ce dernier point, nous disposons d'une carte de demande Bvaporative au Sénégal, obtenue à partir des relevés en bac normalisé classe A. En adaptant les mesures précises faites à Bambey, il est possible d'estimer, en tout point du Sénégal, les besoins en eau d'une culture classique ; les variations inter-annuelles en un même lieu ne peuvent excéder plus ou moins 10 %.

- Les réserves en eau des principaux sols sableux du Sénégal. Les principaux sols sableux ont été caractérisés eu point de vue hydro dynamique ; la connaissance du réservoir permet de pondérer beaucoup ce que l'on peut affirmer au seul vu des pluviométries reçues et des besoins en eau quantifiés tout au long du cycle.

- La simulation du bilan hydrique des cultures

Ce n'est en fait que la synthèse des éléments précédents, assemblés de façon rationnelle et "collant" le plus près possible à la réalité ; en effet, le modèle de Forest-Franquin, pour notre cas précis de l'arachide, a été calé sur nos bilans "in situ", au cours de plusieurs campagnes et s'est avéré être suffisamment précis pour nos besoins. Les écarts sur les consommations réelles globales mesurées au champ ou simulées dépassent rarement 7 à 8 %. Le modèle permet de savoir, de 5 jours en 5 jours, dans quelles conditions s'est faite l'alimentation en eau de la culture (stress et excès),

Des séries de 40 années sont analysées et permettent par projection de se faire une idée de ce qui peut se passer à l'avenir. Ceci suppose bien sûr que le climat ne se dégrade pas et que l'on estime que les 40 années écoulées sont représentatives de ce qui nous attend ! Nous avons là encore essayé de distinguer l'ensemble de 40 années, de la dernière période des 15 années sèches, ce qui montre bien d'ailleurs la dégradation de la situation agroclimatique et infirme notre hypothèse d'une certaine permanence climatique.

II PLUVIOMETRIE

On se basera sur les cartes d'isohyètes jointes (graphiques I et II) : pluviométrie moyenne d'une part, et pluviométrie atteinte ou dépassée au seuil de 80 %. Il nous paraît raisonnable, connaissant les besoins en eau des principales variétés d'arachide, de faire en sorte qu'ils "collent" avec la pluviométrie espérée au seuil de 80 %. Cependant cette démarche est trop sommaire car toute la pluie recueillie n'est pas forcément utile à la plante et il faut, dans la pratique) tenir compte des pluies hors saison utile et des pertes par ruissellement et percolation (nous passons sur l'interception). La carte à 80 %, montre ainsi qu'à Louga, il faudrait des variétés n'ayant besoin que de 280 mm (cela n'existe pas), à Tivaouane de 400 mm, à Bambey de 480 mm, à Kaolack-Kaffrine de 600 mm, à Niore de 680 mm etc.,

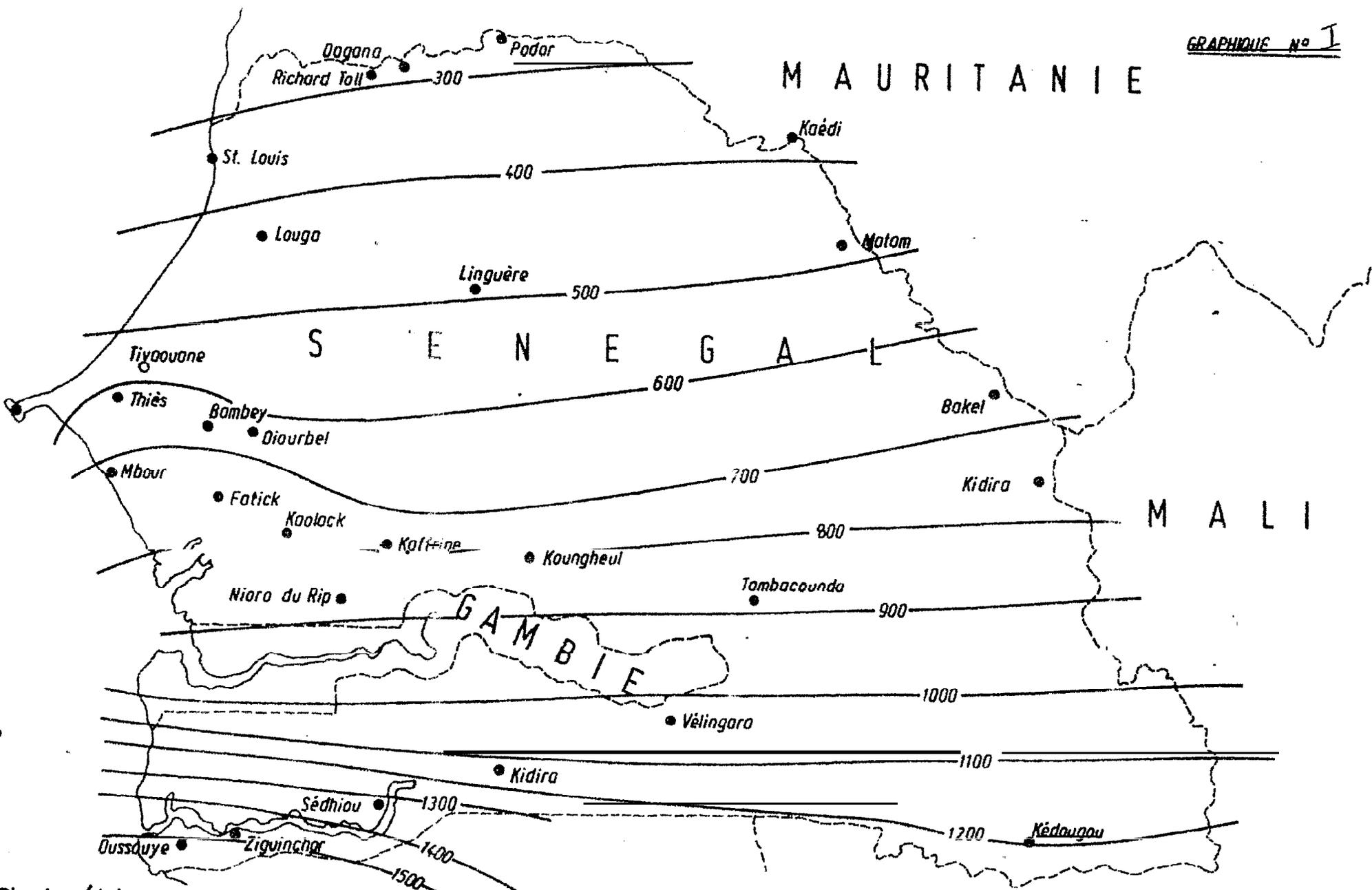
Cette méthode à notre avis est trop optimiste, connaissant l'efficacité, souvent médiocre, des ressources pluviométriques brutes.

En ce qui concerne la dégradation de la situation pluviométrique au Sénégal, comme d'ailleurs dans tout le Sahel, nous avons mis à jour les tableaux suivants où nous donnerons seulement les moyennes et conclusions.

Dans le premier tableau, on a actualisé ce qui avait été préparé en 1977 pour le colloque de Nairobi sur la désertification. Le second provient d'une étude de J.P Fréteaud faite en 1983.

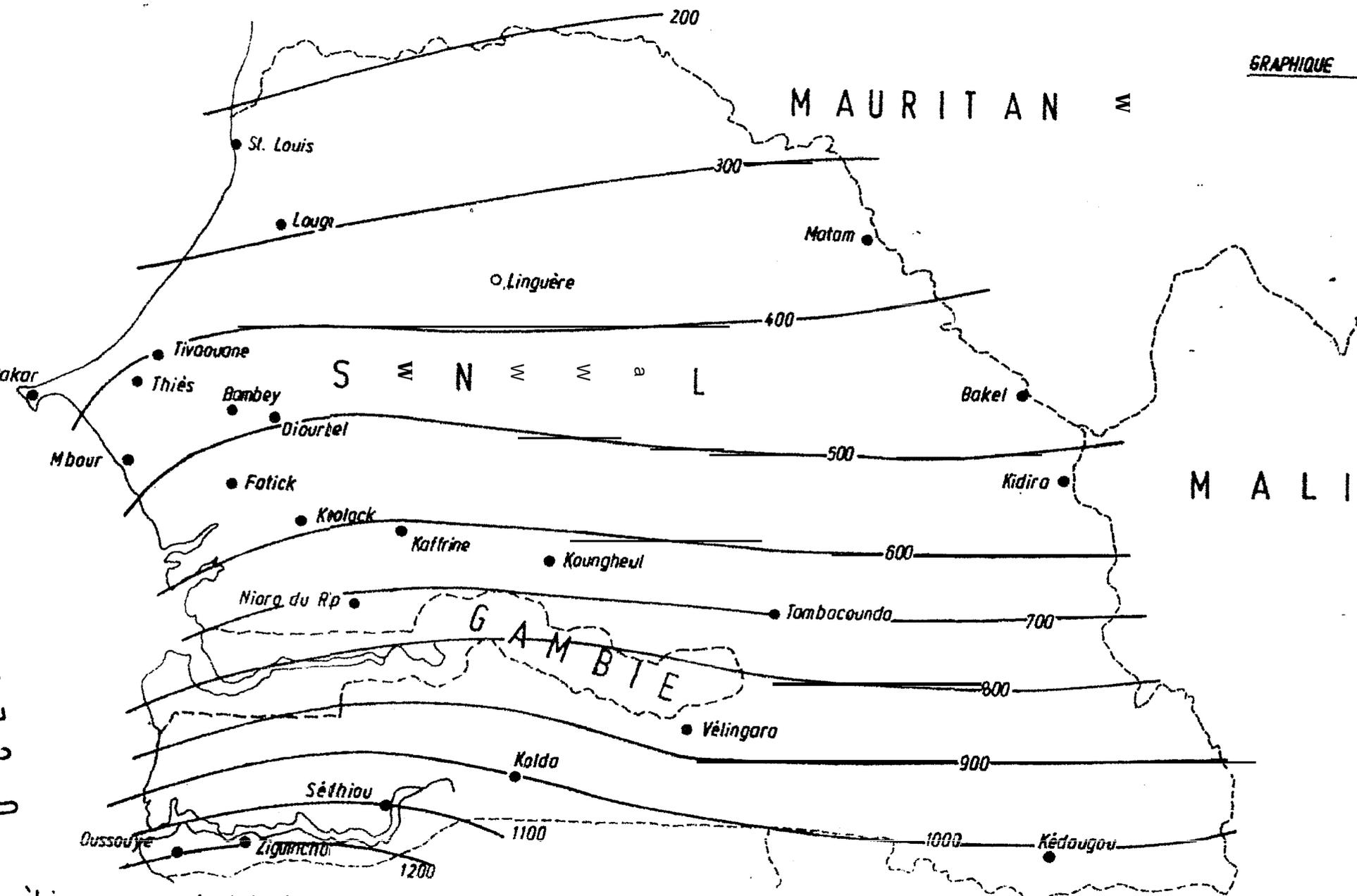
Pour les durées d'hivernage utile, on peut consulter la carte du graphique IV qui était valable pour le mil ; elle ne concerne que la moitié Nord du pays ; on peut réduire de 2 ou 3 ces nombres de jours indiqués, pour l'arachide,

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



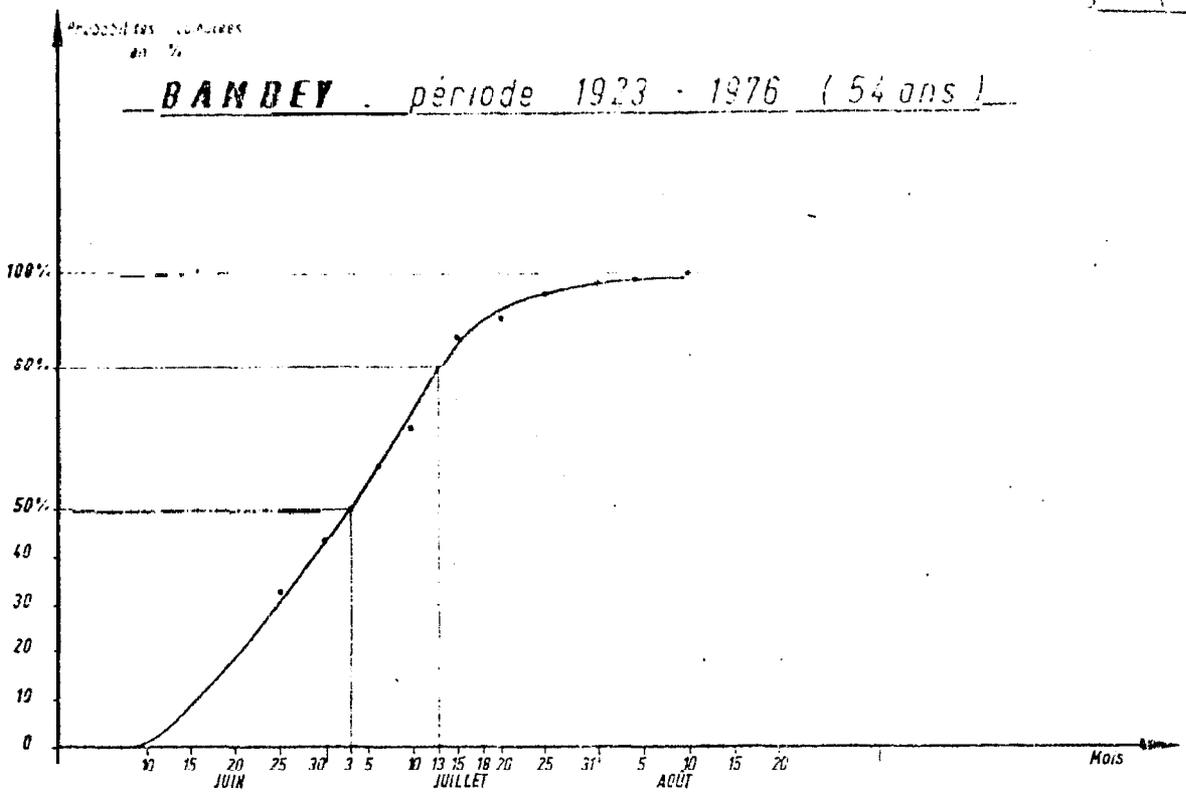
Pluviométrie moyenne en mm, de Juin à Octobre compris, au Sénégal (période 1931 - 1975)

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



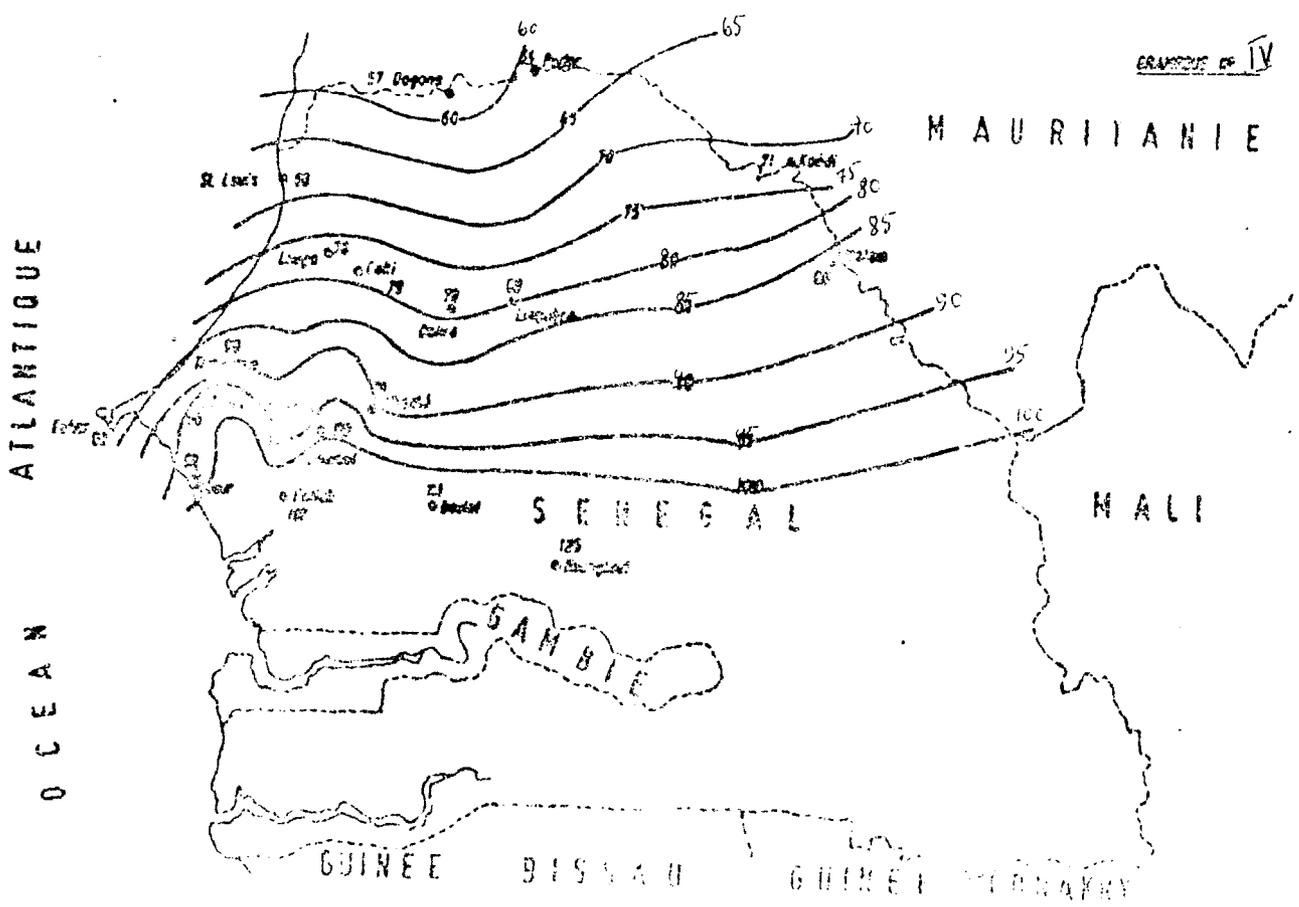
métrie en mm, de Juin à Octobre compris, atteinte ou dépassée dans 80% des cas au Sénégal (période 1931-1975)

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



PROBABILITES D'AVOIR PU FAIRE UN SEMIS D'ARACHIDE REUSSI EN HUMIDE AVANT UNE DATE DONNEE, A PARTIR DU 1 JUIN

gr. E



(optique MIL)

	Moyenne des 16 dernières années 1968-1983	Moyenne 1931-1960	P atteinte ou dépassée dans 80 % des années (1931-1975)	Déficit % 1968-1983 comparé à 1931-1960
SAINT-LOUIS	227 mm	339	228	-33
DAGANA	227	320	199	-29
PODOR	195	328	190	-40
LOUGA	279	465	289	-40
KEBEMER	290	510		-43
COKI	310	522		-41
LINGUERE	355	525	365	-32
MATRIH	310	530	352 a	-42
TIVAOUANE	410	604	403	-31
DAHRA	366	502		-27
DAKAR	331	565	362	-41

THIES	446 mm	684	-	-35
BAMBAY	477	672	479	-29
DIOURBEL	482	690	500	-30
		640	-	-32
VELINGARA Ferlo	17 manquent années	600	-	-21
SENNE	450 manquent 6 années	630	-	-29
BAKEL	502 manquent 6 années	705	-	-29

TABLEAU N° 1

PLUVIOMETRIE DE LA COÛTIE NORD DU SENEGAL, en mm

3. : On remarquera que la moyenne de 16 de ¹⁹⁶⁰ dernières années correspond d'assez près au seuil de pluviométrie que l'on peut atteindre ou dépasser dans 30 % des années au cours de la période 1931-1975. Cette remarque avait déjà été faite en 1977.

	Moyenne 1968-I 982	Moyenne du début à 1967 (30 à 60 ans)	Déficit %
GUEDE	192 mm	300 (d'après carte);	-36
RI CHARD- TOLL	218	311	-30
LOUGA	288	447	-36
BAMBEY	487	671	-27
NIORO DU RIP	080	9 16	-26
BOULEL	521	72 0	-28
VELINGARA	810	1 10' 1	-26
MISSIRAH	730	1 088	-33
SEFA	965	1 311	-26
DJIBELOR (Zi gui nchor)	1 106	1 546	-28

PLUVIOMETRIE DES STATIONS ISRA, en mm

TABLEAU N° 2

La carte avait été dessinée en 1975 et là encore il faudrait probablement réduire les durées indiquées, compte tenu des dernières saisons des pluies, de 1976 à 1983.

D'après cette carte, il faudrait des variétés de mil de 73 jours à Louga (porter à 75), 93 à Bambey (porter à 90), 98 à Mbour (porter à 95), 107 à Fatick (porter à 105), 113 à Boulel (porter à 110), 129 à Koungheul...

Pour les stations plus au Sud, on dispose de quelques données sur Miro du Rip et Séfa. A Miro du Rip, on sait que la durée d'hivernage peut égaler ou dépasser 118 jours dans 80 % des années et qu'à Séfa, (mais sans tenir compte des réserves en eau du sol après la dernière pluie) on peut compter sur 114 jours (auxquels on pourrait facilement rajouter une quinzaine de jours d'utilisation des réserves soit au total près de 130 jours),

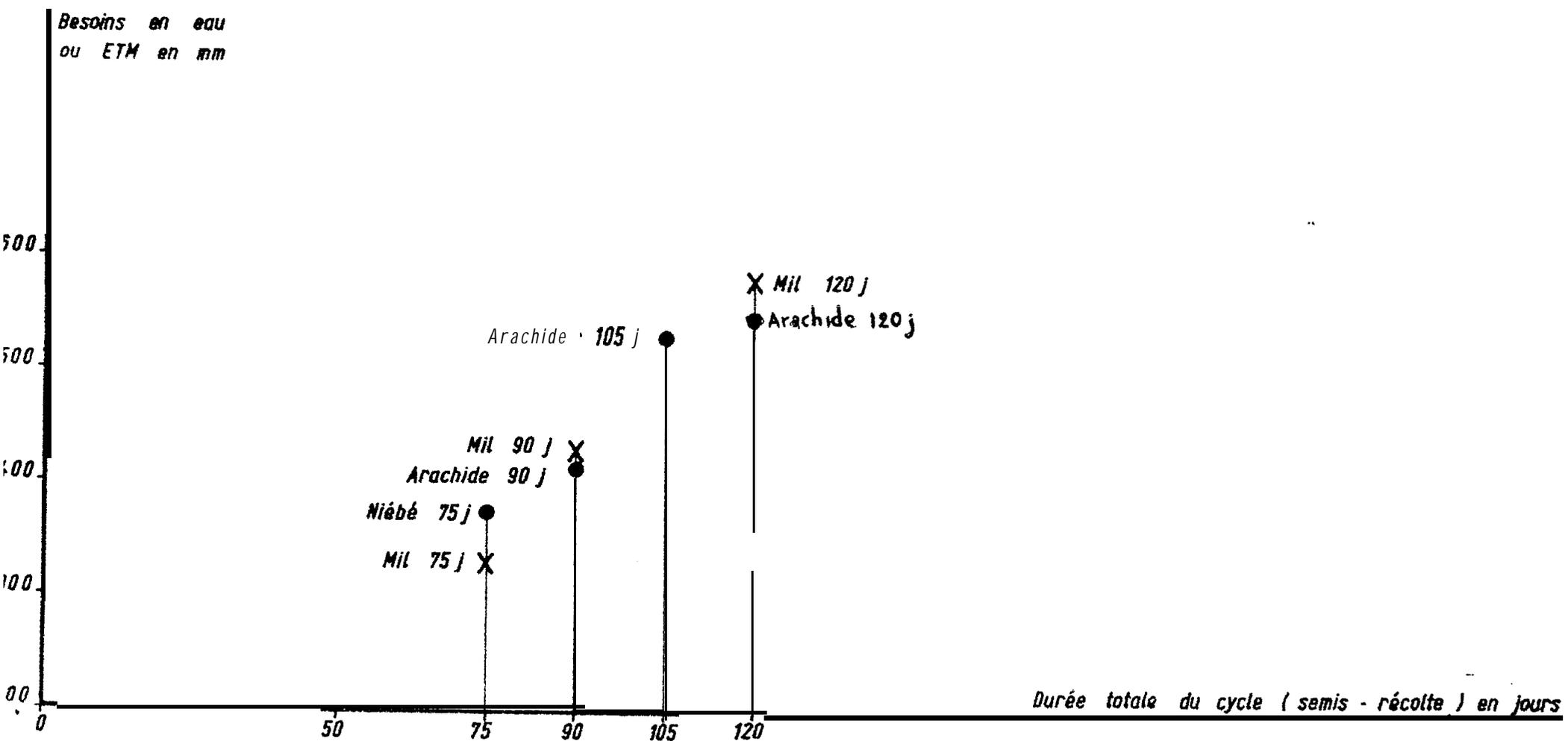
Toutes ces durées, précisons-le bien, Partaient de la première Pluie utile de semis ; elles sont donc optimistes dans la mesure où toute l'arachide ne peut dans la Pratique Paysanne être semée sur la première Pluie. Toutes ces valeurs ne sont qu'indicatives, compte tenu des réserves faites plus haut,

III LES BESOINS EN EAU : (graphique N° V)

A Bambey, pour une demande évaporative moyenne (sur 11 ans) et en partant d'un semis le premier Juillet, les besoins en eau sont respectivement de 400 mm pour l'arachide de 90 jours (variété 55 437), de 535 mm pour l'arachide de 105 jours (variété 57 122), de 570 mm pour l'arachide de 120 jours (variété 28 208). Il faut savoir que ces besoins en eau sont plus élevés en année très sèche (majorer au maximum de 10 %) et moins élevés en année très humide (minorer de 10 %). On peut estimer les besoins en eau dans les autres régions en utilisant un indice de correction qui n'est autre que le rapport entre la demande évaporative de la zone considérée et celle de Bambey (voir carte des variations de la demande évaporative au Sénégal : graphique N° VI). En gros, à Louga les variétés de 90 jours auraient besoin de :

$$400 \times 1,15 = 460 \text{ mm}$$

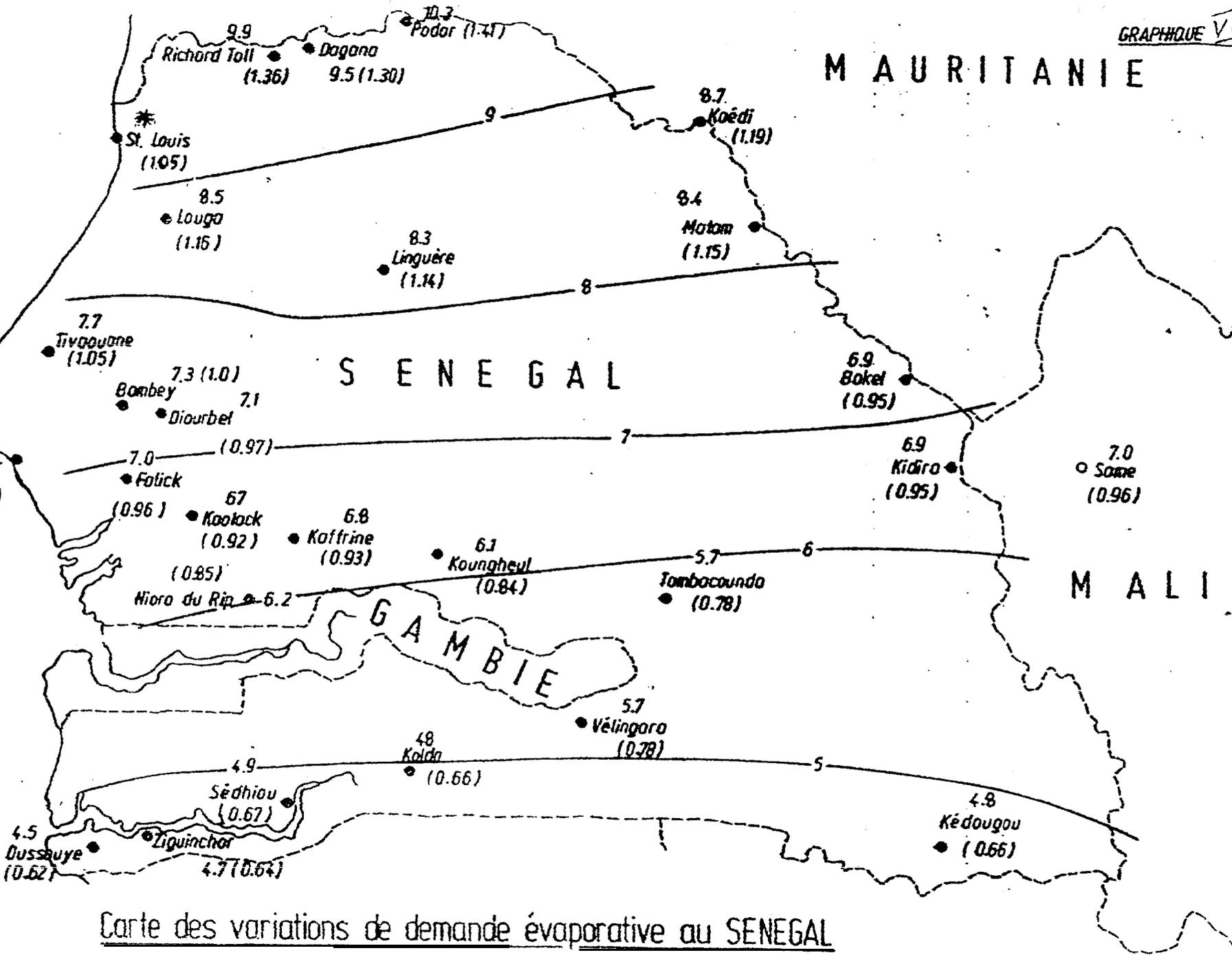
- à Bambey, celles de 90 jours auraient besoin de 400 mm



BESOINS EN EAU DES CULTURES AU SENEGAL SONT PROPORTIONNELS A LA LONGUEUR
DU CYCLE DE VEGETATION.

ATLANTIQUE
OCEAN

MAURITANIE



* Correction côtière

Carte des variations de demande évaporative au SENEGAL

(mm / jour)

pendant les mois d'hivernage (Juin à Octobre compris)

• Période 1972-1976

et celles de 105 jours de 535 mm donc :

- à Kaolack, celles de 105 jours et de 120 jours auraient besoin respectivement de :

$$535 \times 0,92 = 490 \text{ mm}$$

$$570 \times 0,92 = 525 \text{ mm}$$

- à Nioro du Rip, celles de 105 et de 120 jours auraient besoin respectivement de :

$$535 \times 0,85 = 455 \text{ mm et}$$

$$570 \times 0,85 = 485 \text{ mm etc...}$$

On peut confronter très utilement ces besoins en eau, aux pluviométries espérées dont nous avons parlé plus haut.

Encore une fois, tout cela n'est qu'indicatif et je ne voudrais pas trop insister, car ces valeurs sont très globales, et ce qui compte surtout, c'est la répartition des pluies et la satisfaction des besoins en eau non pas sur tout le cycle, mais tout au long de chacune des phases du cycle, et même au cours des périodes très courtes aux moments les plus cruciaux. Ceci nous amène au bilan hydrique complet et détaillé.

IV SIMULATION DU BILAN HYDRIQUE (modèle Forest-Franquière)

La simulation porte sur des durées de 5 jours en 5 jours, à partir du semis (dont les critères sont précisés par ailleurs). On prend en compte : les pluies, la demande évaporative, les besoins en eau de la culture, la réserve en eau utile du sol considéré sur la profondeur d'enracinement possible. Le taux de remplissage des réserves en eau du sol permet, à partir de l'abaque d'Eagleman, d'estimer l'évapo-transpiration réelle (ETR), égale ou inférieure à l'évapo-transpiration maximale (ETM ou besoin en eau de la culture). Ce qui est intéressant, c'est le taux de satisfaction des besoins en eau, c'est à dire le rapport $\frac{ETR}{ETM}$, tout au long du cycle et au cours des principales phases. Nous avons distingué 4 phases pour l'arachide :

- Phase végétative
- Phase floraison : première partie
- Phase floraison : deuxième partie
- Phase maturation

Une étude faite en collaboration avec F. Forest (IRAT - DRD Montpellier) a porté sur 3 stations : Louga, Bambey, Nioko du Ripel 3 sortes de sol : 50, 80 et 120 mm de réserve en eau utile sur 1 mètre, et les 3 variétés d'arachide de 90, 105 et 120 jours; on peut résumer les résultats dans le tableau comparé qui suit et, surtout, dans le graphique n° VII. Sur le graphique, on peut se rendre compte aussi de la péjoration due à la sécheresse des dernières années (68-79).

Très brièvement, ces travaux mettent en évidence que : pour Louga, on ne peut rien faire de mieux qu'avec la 55 437, en attendant peut-être d'avoir des "75 ou 80 jours résistantes à la sécheresse et à potentiel de rendement correct.."

Pour Bambey, les variétés de 90 jours sont très bien adaptées et ne sont pas trop pénalisées par l'évolution actuelle de la pluviométrie, à condition toutefois de ne les semer qu'après le premier Juillet, ce qui permet d'éviter les faux départs (premières pluies précoces suivies de longues sécheresses).

Les variétés de 105 jours manquent souvent d'eau en fin de cycle, même si on considère toute la période 1940-1979 : le taux moyen de satisfaction est de 54 % en phase de maturation ; il tombe à 36 % entre 1968 et 1979. Les variétés de 105 jours présentent donc un risque certain en fin de cycle. Il faut cependant reconnaître que de bons rendements sont; parfois observés, même avec une alimentation hydrique médiocre en fin de cycle.

Ainsi en 1973, année où la moyenne des rendements d'essais comparatifs est sur la 57 422 de 105 jours de 1463 Kg/ha de gousses et sur la 55 437 de 90 jours de 2637 Kg/ha de gousses, la satisfaction des besoins en fin de cycle est de 35 pour la 57 422 et de 91 % pour la 55 437.

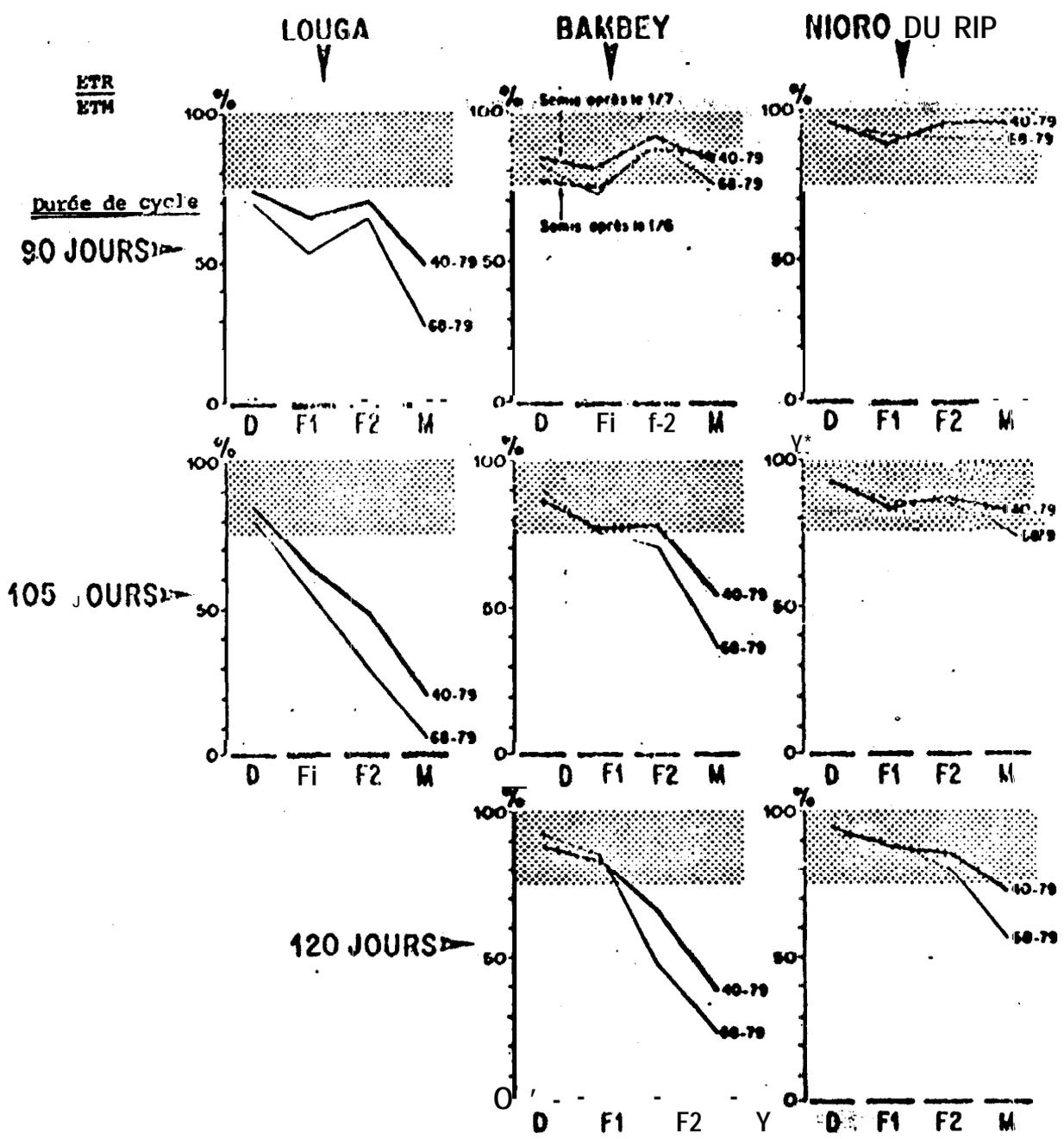
En 1980, année de semis très tardifs (07 Août) on obtient 1370 Kg/ha sur la 57 422 et 1850 sur la 55 437; ceci n'est pas étonnant, avec une très mauvaise fin d'hivernage.

En revanche, en 1976, on observe 3021 Kg/ha sur la 57 422

Figure 1.1

INFLUENCE DES CONDITIONS PLUVIOMETRIQUES SUR LA
SATISFACTION DES BESOINS EN EAU DE LA CULTURE DE L'ARACHIDE

Sol sableux : type DIOR RU : 50 mm enracinement 1 mètre.



et 2529 sur la 55 437, **alors** que la satisfaction des **besoin** est **très** mauvaise pour la 57 422 en fin de cycle (25 % pour la 57 422 et 91 % pour la 55 437). Une alimentation hydrique **médiocre** en fin de cycle n'est donc pas **forcément catastrophique**.

Pour **les autres années** de la **période 1972-1980**, les **différences** sont faibles : on arrive en fin de compte à une moyenne de 2122 Kg/Ha pour la 57 422 et 2138 Kg/Ha pour la. 55 437 !

Sur 14 **années** de comparaison de **variétés** de 90 jours (28 204 puis 55 437) et de 105 jours (57 422), les résultats sont aussi très voisins (DANCETTE - FOREST-Avril 1982) à Bambeï en **sol de sélection** :

	V 57 422 105 jours dormante	V 55 437 90 jours non dormante
Rendements gousse Kg/Hectare	2033	2087
Rendements fan& Kg/Hectare	3810	3659
ETR simulée en mm	450	350
ETM ou besoins en eau en mm	540	400
Satisfaction glo- bale des besoins	83 %	88 %

Ce sont surtout **des** considérations **relatives** à l'écono-
mie de l'eau et à un meilleur **équilibre** du bilan hydrique général
qui peuvent **faire** militer en faveur de la **variété** de 90 jours, qui
consomme 200 mm de moins que la 105 jours, ce qui est énorme
(1000 m³/Ha), beaucoup plus que les **considérations agronomiques**
liées aux essais et **études en station**, Il faut reconnaître aussi

que la variété de cycle plus long sera plus pénalisée (en rendement et en qualité) que celle de cycle court, en cas de semis retardé, ce qui est fréquent et souvent inévitable en milieu paysan. Répétons-le, notre simulation et les essais portent sur des résultats de station où la plupart des intrants sont relativement bien maîtrisés, ce qui est rarement le cas en milieu paysan où les contraintes sont multiples et souvent insurmontables (sous équipement, manque de main d'oeuvre, retards divers de distribution des facteurs de production etc. ..)

A Bambey, la variété de 120 jours est exclue, d'un point de vue agroclimatique et hydrique (voir tableaux et graphiques) .

Pour Nioro du Rip

Pas de problèmes de manque d'eau pour les variétés de 90 et de 105 jours, encore que l'on constate un fléchissement notable en fin de cycle pour la 105 jours, sur la période 1968-1979.

Il n'y a pas trop de problèmes pour les variétés de 120 jours, si on considère la période complète 1940-1979 ; mais les problèmes apparaissent avec les dernières années.

Le pessimisme (si on pense que la période de sécheresse va se prolonger longtemps encore) ou la prudence, si on estime que la variété de 120 jours est trop à l'étroit /compte tenu de la durée de l'hivernage (égale ou supérieure à 118 jours dans 80 % des cas> et laisse trop peu de latitude de manoeuvre au point de vue calendrier cultural, font que l'on peut pencher en faveur des variétés de 105 jours.

Une solution sage consisterait à garder dans la région des variétés de 105 jours et de 120 jours.

Pour la Casamance, le problème ne se pose pas trop encore, sauf si les conditions climatiques se dégradent de plus en plus. En tout cas, pour le moment, même avec des hivernages totalisant 600 à 700 mm, l'alimentation hydrique des variétés de 120 jours est encore très correcte. De plus, les sols sont, en

général, plus argileux qu'au Nord et possèdent une réserve en eau utile plus importante, permettant de mieux supporter les aléas de répartition pluviométrique. Les variétés de cycle plus court peuvent être envisagées seulement dans le cas de semis retardés. Il faut remarquer que les cultivateurs sèment souvent très en retard en Casamance; la première séquence pluvieuse permet à l'herbe de lever, la deuxième de faire un labour d'enfouissement, la troisième seulement de semer ; les semis sont de plus très échelonnés compte tenu de la disponibilité en matériel et en main d'oeuvre, J'ai vu semer de l'arachide (sur billon heureusement) le 15 Août en Guinée Bissau, sur défriche récente, alors qu'il pleuvait depuis le mois de Mai. Dans ces cas là, et sans s'attendre à des rendements record, on peut bien sûr recourir à des variétés (dormantes si possible) de 90 jours, qui vont porter les récoltes à la date du 15 Novembre ! (les cultures ne résisteront bien sûr qu'en utilisant les réserves hydriques du sol, pendant 15 à 30 jours après la dernière pluie utile),

Les problèmes de résistance à la sécheresse, de durée de cycle végétatif etc... ne devraient être abordés en fait, que dans le cadre du (ou des) systèmes de culture de la zone considérée,

QUELQUES TRAVAUX RECENTS, EN AGROCLIMATOLOGIE APPLIQUEE A
L'ADAPTATION VARIETALE, AU SENEGAL

- "Analyse agroclimatique de la saison des pluies en vue de faciliter les choix de la recherche et du développement agricoles. Le cas de Nioro du Rip" C.N.R.A Bambey - ISRA 1976. C. Dancette et C. S. Sow.

- "Cartes d'adaptation à la saison des pluies, des mils à cycle court dans la moitié Nord du Sénégal." Comité consultatif AIEA. Bambey : 10 - 14 Novembre 1975. FAC-AIEA rech; doc. n° 192 Vienne 1976 - C. Dancette,

- "Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique" AGRO. TROP. XXXII n° 1 1377. C. Franquin et F. Forest.

- "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). Le cas de Bambey ISRA - CNRA Bambey Juillet 1978 - C. Dancette.

- "Simulation du bilan hydrique de l'arachide, en vue d'une meilleure adaptation de cette culture aux conditions tropicales" document préparé pour le symposium. Conseil Africain de l'arachide (C.A.A) Banjul - Gambie 7 - 11 juin 1982. F. Forest et C. Dancette.