CN0100664

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SECRETARIAT D'ETAT
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE.

METHODE PRATIQUE D'ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES PRINCIPALES CULTURES PLUVIALES AU SENEGAL

Par
C. L'ANCETTE
Ingénieur Agronome (INRA-IRAT) mis à la disposition de l'ISRA

Décembre 1980

Centre National de Recherches Agronomiques
de BAMEEY

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

Ce travail a été réalise, grâce à la participation du personnel de la division de bioclimatologie agricole du CNRA de Bambey. Il convient de citer cn particulier :

M. Çitor NDOUR : Observateur bioclimatologue principal, responsable de la conduite des essais, manipulateur de l'humidimètre à neutrons et calculateur.

M. Ndongo NGOM : Observateur agrométéorologue, manipulateur do la sonde à neutrons et calculateur,

M. Abdoulaye FAYE : Observateur bioclimatologue, manipulateur d 'humimètre à neutrons et calculateur

Mme Ndèye Ndiaye FAYE née MBODJ : Sténodactylographe et secrétaire du Groupe "Utilisation rationnelle des ressources en eau",

Nous n'oublierons par les dessinateurs::
PIM : (MB GADIAGR et P.M SECK)
et les imprimeurs du Service de documentation, sous la direction de Bara DIOP.

R E S U M E

Le but poursuivi par l'auteur est de fournir au lecteur une méthode relativement simple et suffisamment préci se, pour déterminer à toute fin utile, les besoins en eau des principales cultures sénégalaises, dans leurs diverses localisations géographiques. Lus étapes essentielles de cette détermination sont les suivantes :

- caractérisation d o la demande évaporative (cl 'ordre climatique) dans le temps et dans l'espace, pour chaque localité étudiée ; cette demande est représentée par l'évaporation d'une nappe d'eau libre en bac normalisé classe A.

- choix des coefficients de végétation $k' = \frac{\text{Besoins en eau}}{\text{EV "Bac"}}$ lesquels sont variables selon les espèces et selon les variétés, et tout au long du cycle végétatif.

- calcul des besoins en eau par périodes de 10 jours, couvrant toute la durée de la culture.

Les espèces abordées sont le mil, (3 variétés), l'arachide (3 variétés), le niébé, le riz pluvial, le soja, le maïs, le sorgho, le coton et la jachère d'herbe. Quelques applications relatives à la connaissance des besoins en eau sont ensuite énumérées rapidement, le but ultime étant do parvenir à établir un bilan hydrique complot, faisant Lntervonir le climat, le sol et la plante, on vue d'une meilleurs économie de l'eau.

Mots clé : Demande évaporative, évapotranspiration, besoins en eau, pluviométrie, bilan hydrique, simulation, adaptation.

METHODE PRATIQUE D'ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES PRINCIPALES CULTURES PLUVIALES AU SENEGAL

-************-

S O M M A 1 R E

Pages

I - AVERTISSEMENT AU LECTEUR 5

II - METHODE D'ESTIMATION DES BESOINS EN EAU 7

II-I - Préciser les conditions de demande évaporative

II-2 - Estimer les coefficients de végétation de chaque culture, tout au long de son cycle

II-3 - Exemple tic calcul des besoins en eau

III - QUELQUES APPLICATIONS POSSIBLES 15

III-1 - Suivi agropluviométrique de la campagne agricole

III-2 - Chancesde réussite des cultures

III-3 - Simulation du bilan hydrique des cultures et conclusion

IV - BIBLIOGRAPHIE 21

IV-1 - Agroclimatologie - pluviométrie

IV-2 - Demande évaporative, besoins en eau et adaptation des cultures

IV-3 - Sols - extraction racinaire.

METHODE PRATIQUE D'ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES PRINCIPALES CULTURES PLUVIALES AU SENEGAL

-*************-

I- AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Ce document est rédigé à l'intention des nombreux agronomes de la Recherche et du Développement qui sont intéressés par une estimation simple ut rapide des besoins en eau des principales cultures pluviales sénégalaises. Cette connaissance pourra être utilisée à plusieurs fins telles que :

- Le contrôle tout au long de la saison des pluies, de l'alimentation hydrique des cultures soumises aux aléas pluviométriques, à des fins de compréhension et d'évaluation des rendements;
- La satisfaction des besoins en eau de chaque culture, lorsqu'il est possible de pratiquer l'irrigation en complément des pluies (doses et fréquence des apports) ;
- Les choix concernant l'adaptation aux conditions pédoclimatiques des diverses zones sénégalaises, des principales espèces et variétés créées localement ou introduites, en vue de l'élaboration de cartes de répartition variétale.

Il ne suffit pas, pour bien appréhender les modalités d'alimentation hydrique des cultures, de se baser sur la seule pluviométrie et sur la connaissance des besoins en eau, mais il faut aussi faire intervenir les caractéristiques du réservoir-sol, il est nécessaire d'avoir une idée correcte par exemple de la capacité de rétention (pratiquement, la quantité d'eau en mm qui peut être stockée dans une tranche de sol d'épaisseur donnée, et utilisée avec profit par la culture). La profondeur du "réservoir utile" pour les plantes est sous la dépendance de la dynamique de l'enracinement, mais ce dernier peut par ailleurs être limité par certaines contraintes de sol. On sait ainsi qu'un mil peut utiliser l'eau du sol sur une profondeur allant jusqu'à 100 cm et l'arachide sur une profondeur pouvant atteindre 125 cm. La quantité d'eau utile pour les cultures, sur une épaisseur de sol d'un mètre, est voisine de :

../..

- 45 à 60 mm, pour les sols très sableux (diéri de NDIOL et sables dunaircs de Louga)

- 70 à 120 mm, pour des sols allant dos diors aux decks,

un peu plus de 120 mm, pour des sols beige ou rouge de plateau casamançais.

Lorsque la pluviométrie excède brutalement ces capacité; de stockage, il y a percolation profonde, si le sol est perméable (sols très sableux) ou ruissellement lorsque la perméabilité est faible (sols plus argileux ou mêmes sableux mais à sables fins très dominante) : cette eau est alors perdue pour la culture bien qu'on puisse la retrouver dans les couches profondes (alimentation hydriqus des arbres) , dans les nappes ou dans les dépressions, ce qui n'est pas sans intérêt, au contraire.

Ces quelques remarques étant faites, notre but n'est pas de détailler les problèmes d 'alimentation hydrique: nous renvoyons les lecteurs intéressés à la liste bibliographique ci-jointe. En effet, cette note se veut concise, facile à utiliser et diffusable à un grand nombre d 'exemplaires. Il convient 3 chacun de 1 'adapter avec bon sens à ses préoccupations particulières.

II - METHODE D'ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Pour déterminer les besoins en eau de façon pratique, simple, mais relativement rigoureuse, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes :

II-I - Préciser les conditions de demande évaporative

La demande évaporative traduit l'ensemble des facteurs climatiques qui influent sur les pertes d'eau par évaporation au niveau du sol ou d'une nappe d'eau libre et par transpiration au niveau des plantes. On peut l'appréhender à partir des calculs ou des mesures d'ETP (évapotranspiration potentielle d'un couvert végétal homogène et dense, de type herbacé, bien approvisionné en eau et soumis aux seules contraintes d'ordre climatique régional). Plusieurs procédés de mesure d'évaporation peuvent donner aussi une idée de cette demande évaporative, en s'affranchissant des contraintes de sol et de matériel végétal : citons entre autres, les mesures d'évaporation Piche, d'évaporation d'eau libre en bacs : bac normalisé classe "A", bac enterré, bac flattant etc.., Pour diverses raisons nous avons retenu au Sénégal, la mesure de l'évaporation d'eau libre en bac normalisé classe "A" installé sur un sol nu non arrosé. Des corrélations simples ou multiples peuvent être établies pour calculer cette Qvaporation bac" dans les postes où elle n'est pas directement mesurée, mais où l'on dispose des données climatiques essentielles : pluviométrie, insolation nu. rayonnement, vitesse du vent, température, humidité relative etc...

Le lecteur pour plus do précisions, peut se reporter au:: documents de synthèse, parus dans la revue de l'Agronomie Tropicale (réf. bibl. n°s 18, 28, 36) .

La demande évaporative varie donc dans un même lieu, on fonction du temps : variations on cours d'année et d'une année sur l'autre ; elle varie aussi avec les zones climatiques, d'une station à l'autre. La carte du graphique N° I traduit le gradient décroissant Nord-Sud de demande évaporative que l'on observe au Sénégal (l'évaporation en bac normalisé classe A est chiffrée à partir. do corrélation avec la pluviométrie, pendant l'hivernage).

Ce gradient est exprimé pour chaque station étudiée, par un coefficient se rapportant à la station agronomique centrale de Bambey. Ainsi 1 ,4 à Podor veut dire que l'évaporation moyen-

Il faut noter que, par rapport à notre étude de 1979, nous avons apporté une modification concernant la frange côtière, soumise sur 20 à 25 km à un influence océanique très marquée. On s'aperçoit ainsi que les mesures d'évaporation "bac" sont, à latitude égale, environ 0.8 fois plus faibles sur la côte qu'à l'intérieur des terres. Ceci ressort par exemple très bien de la comparaison des stations de Bambey et de Sangalkam ou Cambérène sur la côte. Il faudrait faire le même travail dans la région du Fleuve et y chiffrer le gradient de continentalité entre Saint louis et les stations de plus en plus éloignées de l'Océan : par exemple NDIOL, ROSS-BETHIO, RICHARD-TOLL, FANAY, PODOR, GUEDE etc... Ce travail est an projet, mais pour celà il faudra:; t installer un bac normalisé à Saint Louis. n attendant, nous avons réduit de 20%, l'évaporation (et e coefficient donc) des stations côtières comme Saint Louis, Dakar et MBour (tableau n°II et graphique N° I), par rapport à l'intérieur.

Les besoins en eau des différentes cultures retenues, le plus souvent mesurés à Bambey seront bien sûr sous la dépendance de ce gradient do demande évaporative.

La première étap3 consistera, à partir de la date de la première pluie utile, pour des semis en sec ou en humide, à estimer l'évaporation en bac normalisé classe A. Le tableau n° 1 indique cette évaporation en mm par jour (moyenne décadaire sur 11 ans) à Bambey

Juin	1	9.4	Août	1	6.2	Octobre	1	6.4
	2	8.9		3	6.1		2	6,4
	3	8.9		3	5.7		7	6.9
Juil.	1	8.1	Sept.	1	5.7	Nov,	1	7.2
	2	7.3		2	5.4		2	7.0
	3	6.7		3	5.6		3	7.5

Tableau N° I

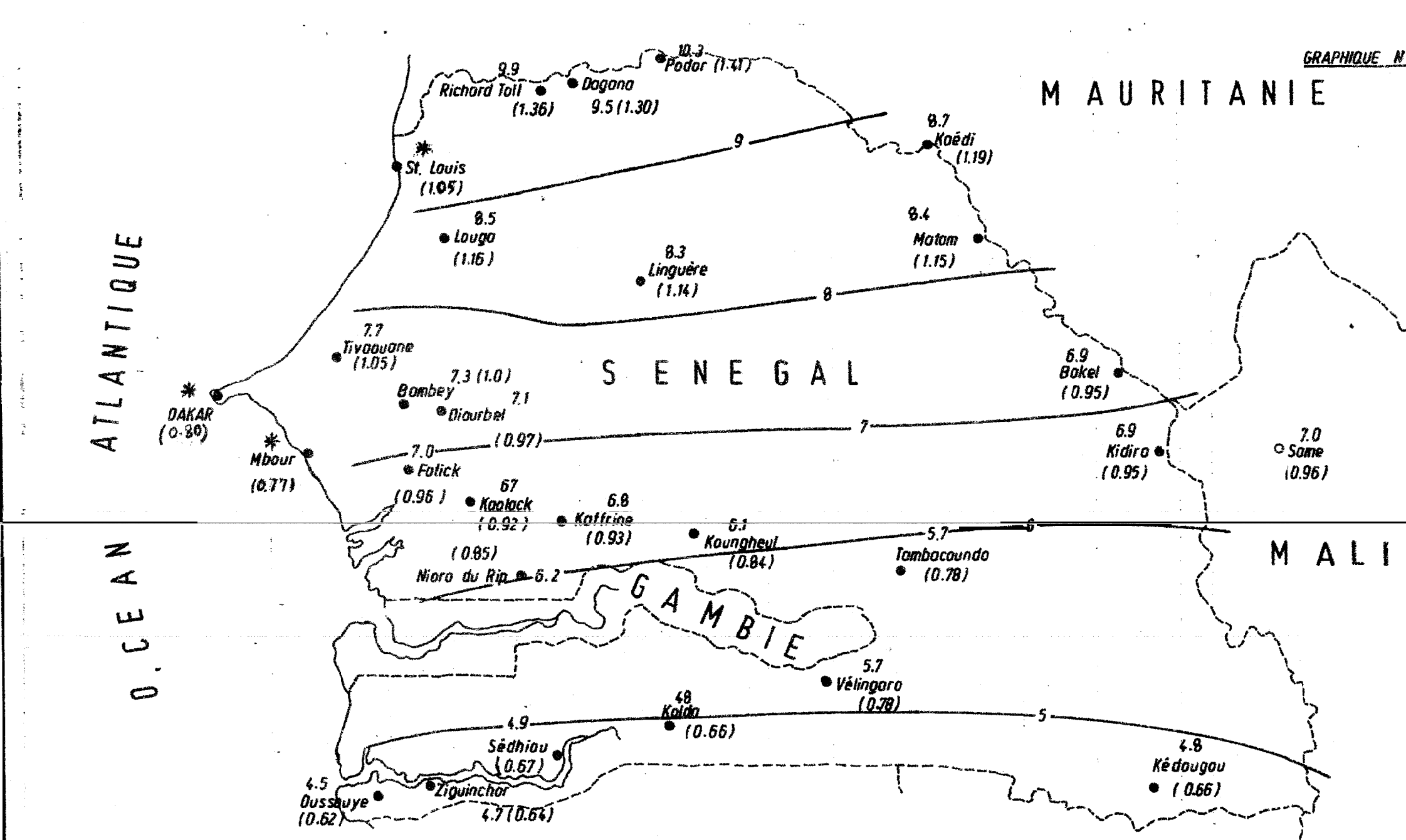
Dans la seconde phase, l'évaporation est chiffrée pour chaque localité par rapport à Bambey, à partir des coefficients indiqués dans le tableau n° II,

Podor	1.41	Bakel	0.96	Koungheul	0.84
Guédé	1.40	Kidira	0.92	Sinthiou M.	0.82
Dagana	1.30	Dakar *	0.80	Tambacounda	0.78
Richard-Toll	1.30	Mbour *	0.77	Maka	0.80
Saint-Louis *	1.05	Thiès	0.90	Missirah	0.73
Louga	1.16	Thiénaba	0.99	Vélingara	EJ.71:
Linguère	1.14	Bandia	0.98	Kédougou	0.66
Dahra	1.15	Fatick	0.96	Séfa	0.67
Kaédi (Mauritanie)	1.19	Kaolack	0.92	Bignona	0.67
Matam	1.15	Gossas	0.95	Ziguinchor	0.64
Tivaouane	1.05	Kaffrine	0.93	Kolda	0.66
Bambey	1.00	Darou	0.88	Oussouye	0.62
Diourbel	0.97	Nioro	0.85	Cap Skiring	0.60

* Station,: côtières corrigées

Tableau n° II : Coefficients traduisant la demande évaporative par rapport à Bambey, au cours de la saison des pluies.

GRAPHIQUE N



* Correction côtière

Carte des variations de demande évaporative au SENEGAL

(mm / jour)

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

Période 1972-1976

Dessinateur Mbaye GADIAGA

Il convient de préciser que la demande évaporative peut varier d'une année sur l'autre. L'expérience montre qu'au Nord du Pays (à Richard-Toll et à Guédé), dans le Centre (à Bambey ou à Nioro du Rip), au Sud du Pays (à Séfa ou à Djibélor), l'évaporation en bac normalisé classe A, ne dépasse pratiquement jamais plus ou moins 10 % par rapport aux valeurs moyennes des stations. Le tableau n° III donne une idée dos variations constatées au cours des dernières années dans 3 stations échelonnées du Nord au Sud du Sénégal ; pour dos travaux fins, on peut utiliser la demande évaporative de l'année même que. l'on veut étudier, mais pour dos travaux plus généraux, on peut se baser sur une demande moyenne, sachant que l'on risque de s'en écarter quelque peu (± 10 %) selon les années. Il en sera donc de même en cc qui concerne les besoins en eau des cultures que nous allons maintenant essayer de déterminer ,

	1971	1972	1973;	1974	1'375	1976	1977	1978	Moyenne
Guédé-sier (FAO-OMVS)	-	(1.06)	(1.08)	(0.92)	(0.96)	(0.97)	(1.00)	-	9.3 (1.00)
									---mm-
Bambey (ISRA)	7.2 (1.01)	6.3 (0.96)	7.2 (1.01)	7.3 (1.03)	6.9 (0.97)	7.3 (1.03)	7.5 (1.09)	6.7 (0.94)	7.1 (1.00)
Séfa (ISRA)	4.9 (0.98)	5.2 (1.04)	4.7 (0.94)	4.7 (0.94)	4.9 (0.98)	5.2 (1.04)	5.4 (1.08)	5.1 (1.02)	5.0 (1.00)

Tableau n° III

Evaporation en bac normalisé classe A, en mm/jour à Guédé a Bambey et à Séfa. Variations interannuelles (1971- 1978 sur les valeurs moyennas d'hivernage juin à octobre compris)

L'idéal serait certes de déterminer chaque année l'"évaporation bac", mais les données sont rarement disponibles à temps et, pour les besoins immédiats des utilisateurs, des moyennes peuvent suffire.

II -2 - Estimer les coefficients do végétation de chaque culture. tout au long de son cyc.le

Le coefficient de végétation K' d'une culture est pour nous le rapport entre les besoins en eau mesurée "au champ" et l'évaporation en bac normalisé classe A pendant la même période (la décade on l'occurence). On pourrait tout aussi bien se rapporter à l 'ETP (coefficients K = besoins en eau sur ETP), sachant qu 'au Sénégal, l'ETP mesurée sur gazon est égale à 0.78 fois l'évaporation on bac normalisé classe A, pendant la saison des pluies (contre 0.65 pendant la saison sèche...) réf. biblio. nº 28.

Les besoins en eau sont maintenant assez bien connus au Sénégal sur mil, arachide, niébé, riz pluvial, gazon et jachère d'herbe. (nºs 21, 27, 31, 35 et 36). Pour le maïs, le sorgho, le coton, le soja etc.. . il reste encore beaucoup à faire car il faudrait. pour ces dernières cultures, un dispositif'de mesure des besoins en eau, situé dans le Sine Saloum, dans : des conditions de sol et de climat favorables.

Pour les cultures que nous connaissons mal, nous avons retenu les résultats obtenus au Niger (nºs 19 et 25) en particulier dans la station expérimentale d ' hydraulique agricole (SEHA) de Tarna, près de Maradi, dans des conditions climatiques assez proches de celles du Bambey.

Nous n 'avons pas voulu utiliser les résultats obtenus par D. Rijks, dans la vallée du Fleuve Sénégal, a Guédé plus précisément (nº 29). Ces résultats de grande valeur concernent la zone climatique sahélienne, pour ne pas dire même, au vu des 12 dernières années, la zone sub-saharienne ; Il serait risqué d'étendre les coofficionts K' à toute la zone située au Sud de la frohtièrséparant lu Sénégal et la Mauritanie (zones sahéliennes pour la partie Nord du pays, mais soudaniennes Nord et Sud pour le reste du Sénégal, sans oublier la partie côtière sous influence canaricnnoj. Ainsi, pendant les hivernages de 1972 et de 1973, à Guédé, les hauteurs de pluie ont été quasi nulles (respectivement 66 mm et 124 mm) lorsque les mesures de besoins en eau ont été faites sur maïs, niébé, coton ; les conditions d'aridité étaient donc particulièrement sévères, avec une demande évaporative

pour le cas particulier du Fleuve Sénégal, et surtout pour les hivernages exceptionnellement secs, le lecteur aura intérêt à s'appuyer sur les travaux de D. Rijks, plutôt qu'à notre étude.

En fin de compte, nous retiendrons pour les coefficients $K' = \frac{\text{besoins en eau de la culture}}{\text{Ev bac normalisé classe A}}$ (ou encore évapotranspiration maximale ETM)

Le tableau suivant (tableau n° IV). Les coefficients K' y figurent pour toutes les décades du cycle habituel de chaque culture mentionnée, du semis à la récolte.

Décade (N° d'ordre semis-récolte)	MIL			ARACHIDE			NIEBE B21 75 j	MAIS BDS 110j	RIZ PLUVIAL moyenne 4 variétés 110 j	SOJA ISRA 144A73 110j	SORGHO 137-62 NK 300 110 j	COTON BJA SM67 110j	JACHERE D'HERBE BAMBEY
	Sanio 120j	Souna 90j	GAM 75j	28-206 120j	57-422 105j	55-437 90j							
1	0.21	0.31	0.45	0.26	0.23	0.41	0.38	....	0.60	0.66	0.50	0.42	0.58
2	0.30	0.42	0.55	0.38	0.41	0.57	0.60	.44	0.80	1.00	0.60	0.48	0.72
3	0.45	0.68	0.75	0.48	0.65	0.67	0.95	0.53	1.02	1.28	0.84	0.58	0.80
4	0.68	1.02	0.95	0.64	0.93	0.90	1.08	0.67	1.10	1.40	1.05	0.70	0.87
5	0.90	1.10	0.95	0.83	1.06	0.83	1.00	0.80	1.20	1.44	1.15	0.82	0.93
6	1.05	1.08	0.80	0.97	1.04	0.78	0.80	3.90	1.20	1.20	1.20	0.92	0.95
7	1.16	0.92	0.70	1.87	0.93	0.77	0.75	0.96	1.10	0.75	1.18	1.02	0.95
8	1.19	0.84	0.68 (5j)	1.00	0.93	0.65	0.72 (5j)	0.99	1.12	0.52	1.10	1.10	0.93
9	1.18	0.78		0.93	0.92	0.65		0.98	0.90	0.45	0.95	1.15	M.-m- 0.84
10	1.06			0.78	0.90			0.88	0.80	0.42	0.84	1.20	0.60
11	0.90			0.74	0.90 (5j)			0.70	0.76	0.40	0.76	1.20	mm....
12	0.75			0.65				*NB3	*NB2	*NB1	*NB4	1.13	*NB4
												0.85	
												0.46	
												*NB3	

Tableau n° IV : Variation des coefficients $K = \frac{\text{Besoins en eau}}{\text{Ev bac}}$ au cours du cycle, pour diverses cultures pratiquées au Sénégal

NB1- Il y a eu pour le soja, une seule année de mesure à Djibélor (près de Ziguinchor) ; les valeurs données nécessiteraient une confirmation.

NB2- Les mesures sur riz pluvial furent effectuées à Djibélor, sur V. 63-03, IKP, 3026, 144B9, de 1973 à 1976.

NB3- Pour le maïs et le coton, nous avons retenu les résultats obtenus par T.M. DUC à la fsrmc irriguée de Bambey en hivernage, Il faudrait confirmer ces résultats sur sol plus argileux, au Sine Saloum ou au Sénégal Oriental.

NB4- Pour le sorgho, nous avons retenu les résultats du NIGER (TARNA)

NB5- Pour la jachère d'herbe, excepté en début et fin do cycle, K' est supérieur à $K' = \frac{\text{ETP gazon digitaria}}{\text{Ev Bac}}$

Cette jachère comprenant de très nombreuses espèces reste verte aussi longtemps qu'il y a des apports d'eau ; la durée du cycle pourrait

I -3 - Exemple de calcul des besoins en eau

Nous sommes mainenant en mesure do pouvoir déterminer pour toutes les cultures retenues, les besoins en eau approchés à partir d'une date do semis en humide, ou d'une date de début de végétation dans le cas d'un semis en sec,

Prenons par exemple le cas d'une arachide de 105 jours, type 57-422, semée à Thiénaba le 9 Août 1980 :

a) On chiffre la demande évaporative à Thiénaba, et plus précisément l'évaporation en bac normalisé classe A, à partir du 9 Août donc:. Pour cela il faut appliquer aux valeurs de Bambey, le coefficient 0.99 que l'on trouve dans le tableau n° I I

b) On connait le coefficient K' pour l'arachide de 105 Jours (tableau n°IV

$$K' = \frac{\text{besoins en eau}}{\text{Ev bac normalisé}}$$

c) Il est alors facile de chiffrer les besoins en eau en mm/j et en mm pour chaque décade ou période considérée. Les différentes étapes du calcul sont présentées dans le tableau n° V.

PERIODE	0-20/8 13 j	21-31/8 11 j	1-10/9 10 j	11-20/9 10 j	-30/9 10 j	1-10/10 10 j	11-20/10 10 j	21-31/10 11 j	1-10/11 10 j	11-20/11 10 j
Ev BAMBEY	6.1	5.7	5.7	5.4	5.6	6.4	6.4	6.9	7.2	7.3
Ev Thiénaba	6.0	5.6	5.6	5.3	5.5	6.3	6.3	6.8	7.1	7.2
K' arachide 105 j	3.23	0.41	0.65	0.93	1.06	1.04	0.93	0.93	0.92	0.90
Besoins en eau mm/j	1.4	2.3	3.6	4,9	5.8	6.6	5.9	6.3	6.5	6.9
Besoins en eau de la décade ou période retenue	18.2	25.3	36.0	49.0	58.0	66.0	59.0	69.3	65.0	69.0

Total 514.8 mm en 105 j

Tableau n° V : Besoins en eau do l'arachide 57-422 à THIENABA en 1980

III - QUELQUES APPLICATIONS POSSIBLES

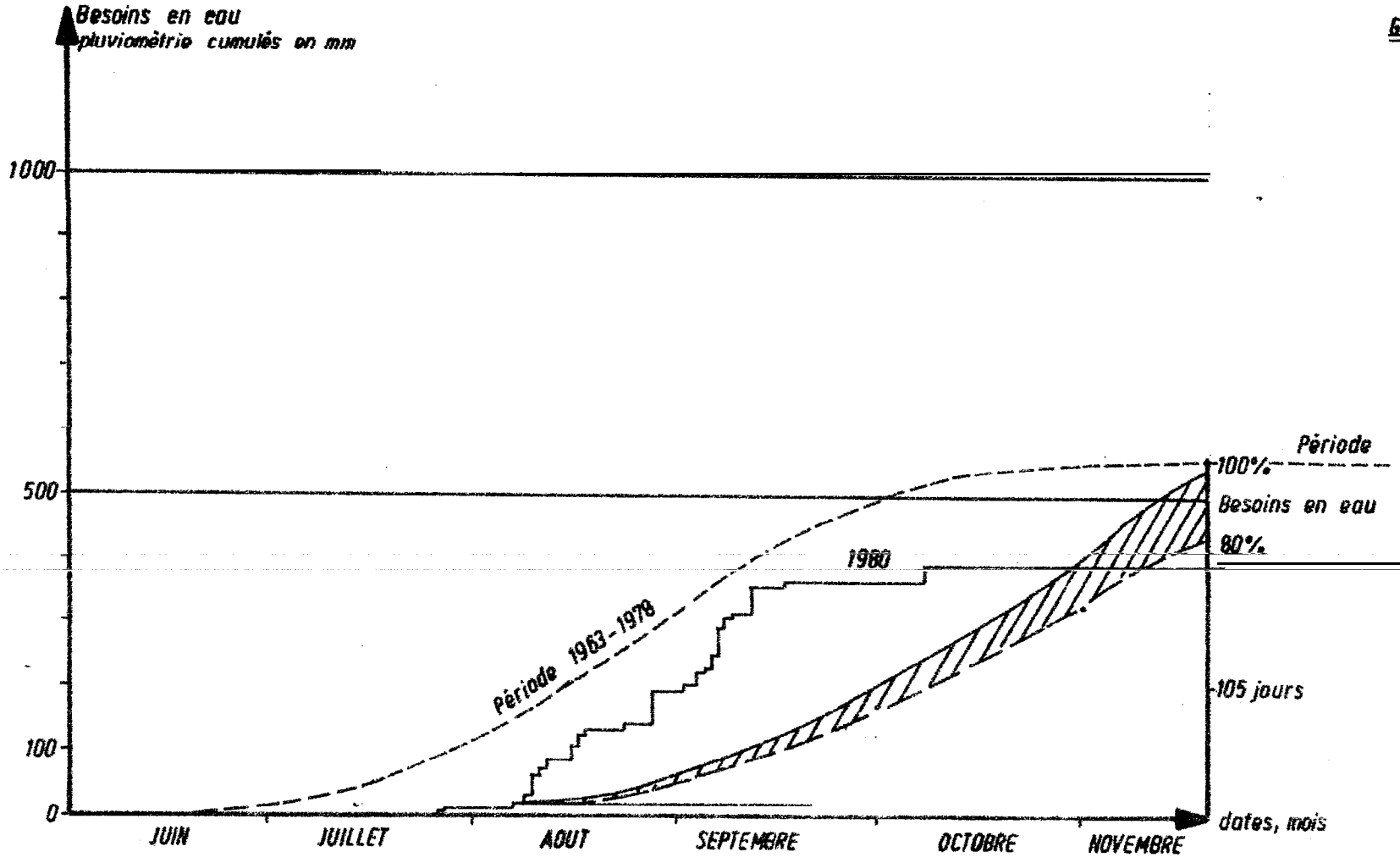
III-1 - Suivi agro-pluviométrique do la campagne agricole

Si l'on veut comprendre mieux les mécanismes do production, o u estimerles chances do réussite d 'une spéculation agricole, il est intéressant d 'assurer un suivi, entre autres facteurs, Lies conditions d'alimentation hydrique des cultures. Pour celà, dans un premier stade, il suffira de confronter les besoins en eau de la culture retenue, à la distribution des pluies de la saison. Le plus simple est d'exprimer les précipitations sous forme graphique, en cumul quotidien au cours du temps ; ceci donne une bonne idée des jours de pluie (dates de semis et do dernière pluie entre autres), de 1 'importance quantitative de chacune, de leur répartition (les périodes de sécheresse ressortant très bien sous forme de palier,. ,), de la durée de la saison, du total atteint etc.,, Les besoins en eau sont de même cumulés à partir de la date de semis en humide ou de départ do la culture (quand cette dernière avait été semée en sec) à un niveau optimal (100% des besoins) ou à un niveau do repêchage (80% des besoins); on constate en effet que les rendements d'une culture ne chutent pratiquement pas, tant que les besoins en eau sont satisfaits à un taux compris entre 80 et 100%. Enfin, il est toujours recommandé de faire figurer sur le graphique la pluviométrie moyenne de la station (graphique n°II). Un gros progrès consisterait d (ailleurs à donner non plus la pluviométrie moyenne, mais celle quo l'on pourrait espérer atteindre ou dépasser un nombre d 'années ruf fisant pour garantir une certaine sécurité agricole, au moins d'un point de vue hydrique : on retient souvent les seuils de 75% ou 80% des années (réf. biblio. n°s 13, 27, 37...)

III-2 -Chances de réussite des cultures

La connaissance des besoins en eau cl 'une culture permet donc, au moins globalement et quantitativement, d 'en estimer les chances de satisfaction, au vu de la pluviométrie (n°s 26, 31, 32...). C'est pourquoi, à titre indicatif, nous donnons dans les graphiques III et IV, les pluviométries moyennes et celles que l'on peut espérer atteindre ou dépasser dans 80% des cas. On s'aperçoit alors que

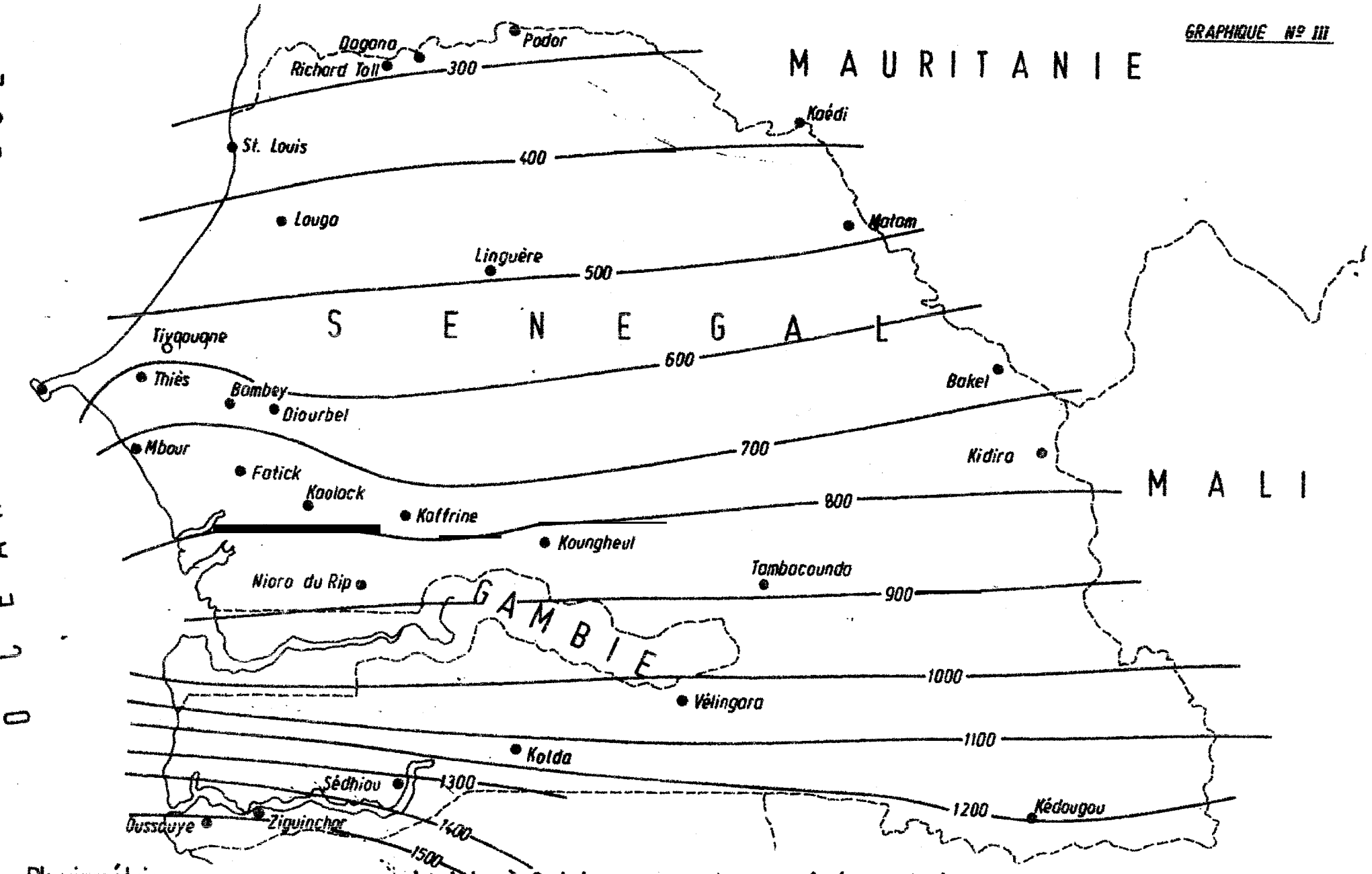
GRAPHIQUE Nº



SATISFACTION DES BESOINS EN EAU DE L'ARACHIDE DE 105 J-OURS (V. 57-422) A THIENABA EN 1980

SR/BIO CNRA-BAMBEY

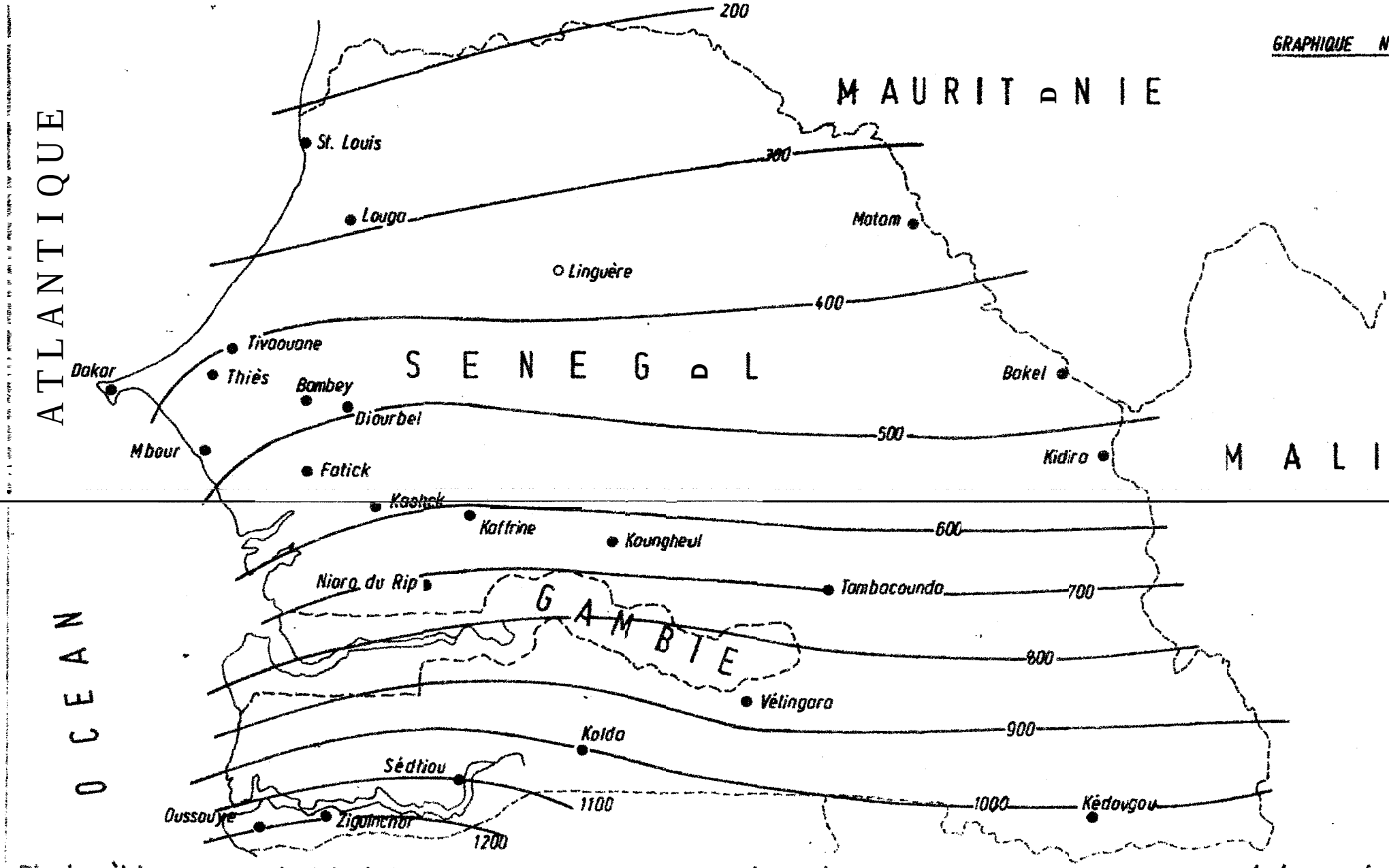
GRAPHIQUE Nº III



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"

GRAPHIQUE Nº IV



Pluviométrie en mm, de Juin à Octobre compris, atteinte ou dépassée dans 80% des cas au Sénégal période 1931-19

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

raisonner sur des quantités de pluie moyennes est trompeur et que retenir un seuil de 80 % de chances incite à être beaucoup plus prudent. Sachant qu'une arachide de 105 jours a en général besoin de plus de 500 mm d'eau dans les régions de Thiès et de Diourbel, on voit sur la carte que le seuil que l'on peut atteindre ou dépasser dans 80 % des années, se situe plutôt autour de 450 mm. Ceci veut dire que l'on aura des difficultés d'alimentation hydrique dans plus de 20 % des cas, et d'autant plus que, sur la quantité de pluie indiquée, une part non négligeable peut soit ruisseler, soit percoler plus bas que la limite d'extraction racinaire de la culture. Très souvent, en effet, toute la pluviométric reçue n'est pas entièrement stockée dans le sol, ni utilisable avec profit par la culture, Inversement, pour une variété d'arachide de 90 jours, dont les besoins sont limités à 400 mm, si le seuil de 450 mm dans 80 % des années assure une bonne sécurité hydrique, il ne faut pas oublier que, dans 80 % des années, on bénéficiera de plus de 450 mm : il y aura donc des risques non négligeables de lessivage, de récolte sous pluie, de moisissure des fanes d'arachide, de germination des semences non dormantes etc...

III-3 - Simulation du bilan hydrique des cultures et conclusion

Nous avons vu par les exemples précédents que s'il existe des procédés plus rationnels que par la passé, pour mieux appréhander les problèmes d'alimentation hydriquo des cultures, ce n'est pas encore la panacée, loin de là. C'est pourquoi, nous nous acheminons vers la simulation complète du bilan hydriquo des cultures, à partir dos connaissances dc milieu suivantes : pluviométrie, demande évaporative et bosoins en eau des plantes, caractéristiques hydrodynamiques d'infiltration, de ressuyage, et percolation, de rétention de 1 'eau, d 'évaporation et d 'utilisation de 1'eau (modalités d 'enracinement et extraction hydrique) pour les principaux types de sol du Sénégal. (n°s 30 à 55). Sans vouloir détailler trop la méthode de simulation utilisée (réf, n°s 23, 30, 33, . .), et qui pourra faire l'objet prochainement d 'une publication, nous pouvons d 'ores et déjà préciser les points suivants :

. ./. .

Par l'analyse d'un grand nombre de stations sénégalaises, sur 30 à 40 années au minimum, en faisant intervenir donc la pluviométrie, le stock d'eau utile en fonction du type de sol, les besoins en eau de la culture, la consommation réduite en cas de stress, on pourra déduire : le taux de satisfaction des besoins (de 5 jours en 5 jours, tout au long du cycle de végétation) et donc les périodes de déficit ou d'excédent hydriyua (lesquels seront chiffrés avec précision), le drainage en dessous d'une profondeur donnée et les durées totales d'alimentation hydrique bonne ou défectueuse.

Cette analyse est de la plus grands importance pour déterminer sur un grand nombre d'années, les probabilités de réussite des diverses variétés, en tenant compte non seulement de l'aspect quantitatif des besoins, mais encore des durées de cycle compatibles avec les durées d'alimentation hydrique correcte entre la date de semis et la fin de l'utilisation par la Plante de; réserves hydriques du sol.

Ce travail Ost bien sûr grandement facilité par l'utilisation d'un ordinateur performant - type IBM 360. Il existe actuellement un projet Portant sur l'adaptation de diverses variétés d'arachide aux conditions pédoclimatiques (surtout pluviométriques) du Sénégal, en collaboration entre 1 'ISRA et le GERDAT (IRAT Montpellier-division d'Hydraulique Agricole); l'étude, qui pourrait être entreprise aussi pour de nombreuses autres espèces cultivées, pourra conduire à des choix de variétés et de dates d 'intervention culturalc Plus rationnels et notamment à l'esquisse de cartes d'adaptabilité des principales variétés disponibles.

Les applications de la simulation du bilan hydrique sont très nombreuses, tant dans le domaine de l'agriculture pluviale stricte : explication du rendement, chances de réussite et cartes d'adaptation culturale etc..., que dans celui de l'agriculture irriguée en totalité ou en complément des pluies : modalités d'irrigation, doses et fréquences, mise au Point de systèmes de culture etc..

Cependant, la simulation du bilan est un travail long et minutieux qui demande des moyens assez conséquents pour la compilation des données, leur traitement informatique et surtout 1 'interprétation et la valorisation des résultats, sous une for-

IV -- BIBLIOGRAPHIE

IV-1 - Agroclimatologie, pluvioniétrie

1 - IRAT et ISRA Rapports annuels d'activité "météorologie des stations ISRA" CNRA BAMBEY - 1964 compris a 1979 compris

2 - AMENAGEMENT DU TERRITOIRE "Quelques données agropluviométriques de 16 stations du Sénégal. Période 1932-1965" Ministère du plan et du Développement. Dakar-Avril 1967.

3 - SECK Ml "Les orages dans la région occidentale de l'Afrique". Thèse Faculté de sciences de l'Université de Paris - Octobre 1969

4 - SECK M. "Etude des Principaux facteurs agrométéorolcgrqucs au Sénégal" Météo Nationale - TP.U.T Sénégal - AGRO. TROP. Vol XXV n°3 - Mars 1970

5 - RIJKS D. "Données météorologiques recueillies à Richard-toll,, Guédé, Samé, Kaédi-FAO-OMVS DAKAR-rapports annuels 1970 à 1975.

6 - WILLIOT P. "Quelques résultats sur la pluviométrie des stations de Vélingara, Kolda et Sédhiou-Séfa. Application à 1 'agriculture" - IRAT Sénégal-CNRA de Bambey - 1971.

7 - RIJKS D. "Etudes portant sur l'analyse de la régularité des pluies, dans le bassin du Fleuve Sénégal" FAO-OMVS - Mars 1972.

8 - BIRIE - HABAS J. et DANCETTE C. "Projet d'études pluviométriques appliquées à l'agriculture sénégalaise
A- Analyse f réquentielle des Piuios
B- Application possible : station d'avertissements agrométéorologiques" - IRAT Sénégal-CNRA Rambcy-Avril 1973

9 - De LANNOY "Données météorologiques recueillies au Centre pour le Développement de l'horticulture à Cambérène" CDH-DGPA-MDR puis ISRA - rapports anruels de 1973 à 1977.

10 - CORNET A. "Données météorologiques dans les différente points d'étude" - Documents techniques ORSTOM-Dakar rapports annuels de 19'75 à 1978.

14 - DANCETTE C. SOW C.S . "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" - CNRA Bambey - ISRA Septembre 19'76.

12 - MADAME SAGNA, née BASSE A "Le bilan des pluies au Sénégal de 1944 à 1973" Université de Dakar-Faculté des lettres et sciences humaines - Département do géographie Dakar - Octobre 1976.

13 - ISRA - Météo Nat. "Points sur la pluviométrie et la campagne agricole au Sénégal" - Divers rapports ronéotypés, en cours de campagne et après la campagne - ISRA - DMN. de 1977 à 1980.

14 - Météorologie Nationale (Direction de) "Rapport sur la campagne des pluies provoquées au Sénégal" Ministère de l'Equipement-Dakar 1978

IV-2 - Demande évaporative, besoins en eau et adaptation des cultures au Sénégal

15 - IRAT SENEGAL Rapport d'activité 1965 - "Comparaison de quelques formules d'évapotranspiration potentielle au Sénégal" bioclimatologie CNRA BAMBEY - par PG. SCHOCH 1966

16 - COCHEME J., FRANQUIN P. "Une étude d'agroclimatologie de l'Afrique sèche au-Sud du Sahara en Afrique Occidentale" FAO-UNESCO WMO Rome 1967

17 - BERNARD E.A. "La détermination des pertes d'eau Par évapotranspiration dans les projets d'aménagement intégré du Fleuve Sénégal" Rapport de mission Avril 1967.

18 - SCHOCH P.G.9 DANCETTE C. "Utilisation do l'évaporomètre Piche pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle" - AGRO. TROP. N° 9 Septembre 1968

19 - CHAROY J. "Los cultures irriguées au Niger-Résultats de 7 années de mesures et d'expérimentations (1963-1970)" SEHA TARNA in Agro Trop, vol XXvI N° 9 Septembre 1971.

20 - RIOU C. "Etude de l'évaporation on Afrique Centralo. Contribution à la connaissance des climats" Thèse de doctorat ORSTOFI-Paris 1972.

21 - DANCETTE C. "Les besoins en eau des plantes de grande culture au Sénégal" in isotopes and radiation techniques in soil physics and irrigation studies - AIEA SM. 1976/36 Vienna 1973.

22 - Roche M et Cie "Etude methodologique pour l'utilisation des données climatologiques de l'Afrique Tropicale" Livre III notamment : "évapotranspiration et déficits hydriques" CIEH - Ministère de la Coopération-ORSTOM-Paris 1974

23 - FOREST F. "Bilan hydrique et prospective décadaire des besoins en eau des cultures pluviales en zone soudano-sahélienne" Cahiers pédagogiques et opérationnels - Ministère de la Coopération - PARIS 1974.

24 - DOORENBOS J. and PRUITT W.O. "Crop water requirements" irrigation and drainage paper n° 24 - FAO Rome 1975

25 - KALMS J.M. et VALET S. "Détermination des besoins en eau de différentes cultures vivrières et industrielles, dans les conditions pédoclimatiques des terrasses du Niger à Tillabéry" Rapport INRAN - Niamey Juillet 1975.

26 - DANCETTE C. "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-FAO-AIEA Techn. doc n° 192 - Vienna 1976

27 - DANCETTE C. "Besoins hydriques des cultures pluviales et politique agricole de l'eau, dans les zones Centre et Nord du Sénégal" - ISRA CNRA BAMBEY -Juillet 1976.

28 - DANCETTE C. "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" IRAT-CNRA BAMBEY 1975 in AGRO. TROP. N°. 4 - Octobre, Décembre 1976.

29 - RIJKS D.A. "Agrométéorologie" chapitres 2, 3 et 4 notamment PNUD, FAO, OMVS-AGP/REG 114
Rapport technique n° 2 - Rome 1976.

30 - FRANQUIN C. et FOREST F. "Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique" AGRO. TROP. XXXII N° 1 - 1977

31 - DANCETTE C. "Besoins en eau et adaptation du mil à la saison des pluies au Sénégal" ISRA-CNRA BAMBEY Colloque AAASA-IBADAN-Février 1978.

32 - DANCETTE C. "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 1973.

33 - CHARRY J. FOREST F. LEGOUPIL J.C. "Evaluation fréquentielle des besoins d'irrigation pour l'optimisation d'un projet d'aménagement hydroagricole. Périmètre de Sona-Niger" INRA-IRAT-Août 1978.

34 - HALL A.E. et DANCETTE C. "Analysis of fallow farming systems in semi arid tropics using a model to simulate the hydrologic budget" Agronomy journ. 70-816-823-1978.

35 - DANCETTE C. "Principales contraintes hydriques et pédoclimatiques concernant l'adaptation des cultures pluviales dans la moitié Sud du Sénégal" ISRA CNRA BAMBEY Conférence IITA-IBADAN-15-19 Octobre 1979.

36 - DANCETTE C. "Agroclimatologie appliquée à l'économie de l'eau en zone soudano sahélienne" ISRA-CNRA BAMBEY Avril 1977 AGRO. TROP. XXXIV-4 Octobre-Décembre 1979.

37 - VIRMANI S.M., REDDY S.L. and BOSE M.N.S. "A Handbook on the Rainfall Climatology of West Africa : Data for Selected Locations" - ICRISAT - bulletin d'information n° 6 - 1980

IV-3 - Sols-extraction racinaire

38 - CHARREAU C. "Dynamique de l'eau dans deux sols du Sénégal" AGRO. TROP. XIX (N° II) 1963.

39 - IRAT - Collectif (DANCETTE, GILLET, BARAN, DUC, DURAND, CORNET) "Etude in situ des caractéristiques hydriques et hydrodynamiques des principaux types de sol du casier sucrier des 120 hectares de Richard-Toll" Rapport du 31 Mars - IRAT-SENEGAL 1969.

43 - DANCETTE C. "Détermination au champ de la capacité de rétention après irrigation, dans un sol sableux du Sénégal. Intérêt agronomique de cette mesure et application à une culture d'arachide" AGRO. TROP XXV n°3 Mars 1970

41 - NICOU R, SEGUY L, HADDAD G. "Comparaison de l'enracinement de 7 variétés de riz pluvial en présence ou absence do travail du sol" IRAT-Sénégal - AGRO. TROP XXV n°8-1970

42 - DANCETTE C. "Principales études de l'IRAT au Sénégal, portant sur las caractéristiques hydriques et hydrodynamiques des sols et sur leur aptitudo à l'irrigation" AGRO TROP XXVI n°9 Septembre 1973

43 - DANCETTE C. et MAERTENS C. "Méthode d'estimation de la capacité au champ pour l'eau, à partir du PF3" Sciences du sol, bulletin A.F.E.S. n°3 - 1974

44 - DANCETTE C. et NICOU R. "Economie de l'eau dans les sols sableux du Sénégal" IRAT-CNRA Bambey Juin 1974.

45 - PIERI C. "Minéralogie et propriétés dz surface de deux SOla sableux du Sénégal" ISRA-CNRA de Bambey - AGRO, TROP. XXXII 197'7.

46 - VACHRUD G., DANCETTE C., SONKO S. et THONY J.L "Méthode de caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol non saturé - Application à deux types de sol du Sénégal en vue de la dé termination des termes du bilan hydrique " (sols dior et diéri) Ann. Agron. 29 (1) 1978.

47 - HAMON G. "Caractérisation hydrodynamique in situ de 2 sols de culture de la région Centre-Nord du Sénégal" (sols dior et dek) ISRA-CNRA BAMBEY - Septembre 1978

48 - HAMON G. "Caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol de culture en moyenne Casamance" (sol beige de plateau) ISRA CNRA de BAMBEY Septembre 1978

49 - IMBERNON J. "Caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol de la région de Louga" (sol dunaire très sableux) ISRA CNRA de Bambey Août 1979

50 - IMBERNON J. "Dynamique de l'eau et variabilité spatiale du sol" (sol dior) ISRA CNRA Bambey - Août 1979

51 - DANCETTE C, HAMON G et VACHAUD G. "Etude comparée de la dynamique de l'eau en sol sableux nu et cultivé - modalités d'alimentation hydrique du mil et de l'arachide en conditions pluviales déficitaires, au Sénégal" ISRA CNRA BAMBEY (sols dior) IAEA-SM. 235/17 Vienna 1979.

52 - HAMON G. "Mise en oeuvre et critique de méthodes do caractérisation hydrodynamique de la zone non saturée du sol - Application aux sols de culture du Sénégal" Thèse - Université scientifique et Institut National Polytechnique cie Grenoble Janvier 1980.

57 - BARET F, et BEYE M. "Caractérisation hydrodynamique d'un sol de la région de Bambey" - (sol dior-deck particulier de la forme irriguée du CNRA de BAMBEY) - ISRA-CNRA-Bambey Avril 1980.

54 - CHOPART J.L. "Etude au champ des systèmes racinaires des principales cultures pluviales au Sénégal (arachide, mil, sorgho, riz pluvial)" Thèse - Institut National Polytechnique de Toulouse - Juin 1980

55 - BARET F. "Caractérisation hydrodynamique d'un sol de la région de Nioro du Rip " (sol rouge colluvial) ISRA-CNRA de Bambey - Septembre 1980.