

CN880048

PROGRAMME *D'AMELIORATION* DU MAIS
POUR LES *CULTURES IRRIGUEES* DE LA VALLEE DU SENEGAL

CADRE ET OBJECTIFS DES RECHERCHES
SYNTHESE DES TRAVAUX DE 1984 A 1988

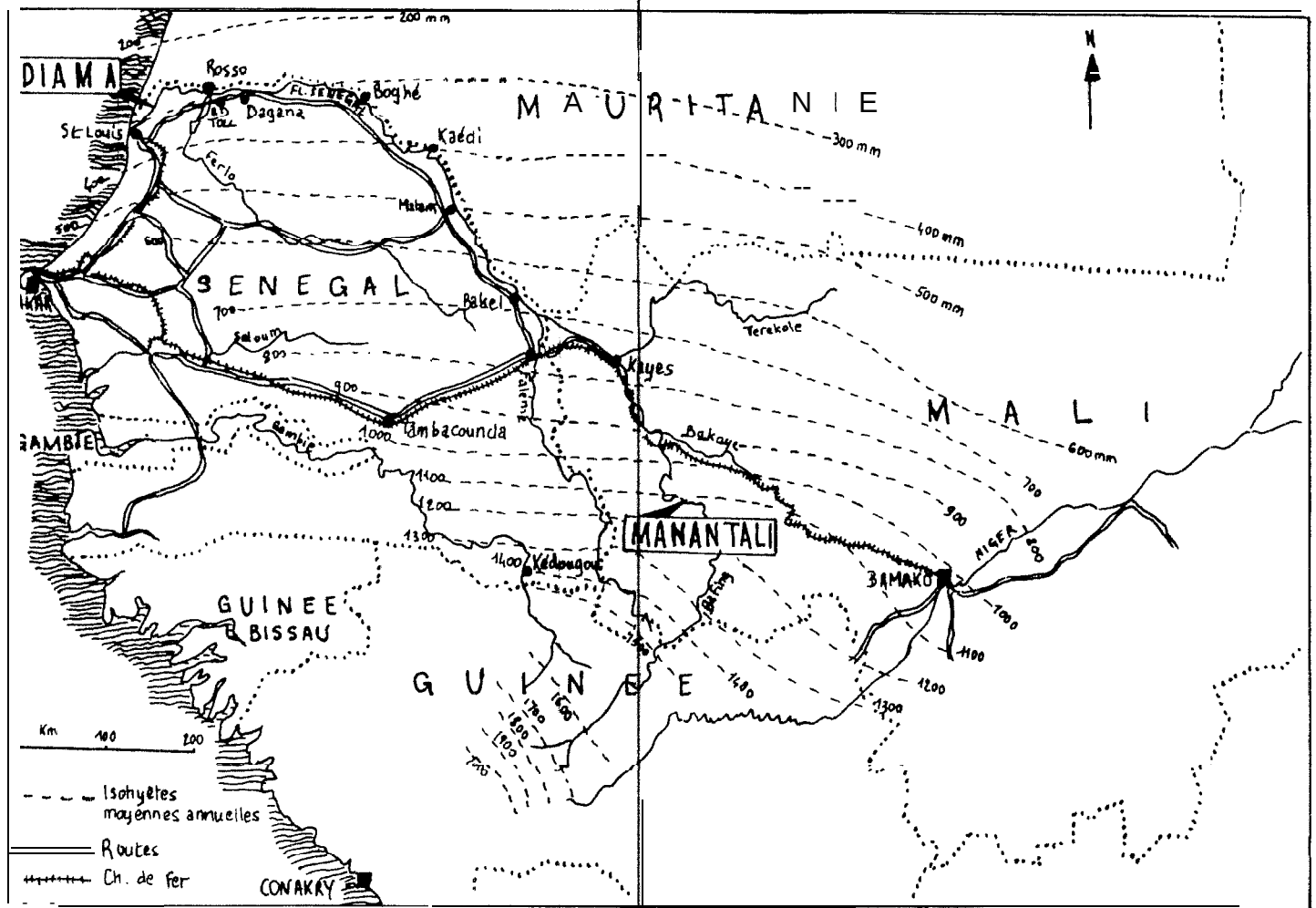
B. CLERGET

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES
CENTRE DE RECHERCHES AGRICOLES DE SAINT LOUIS

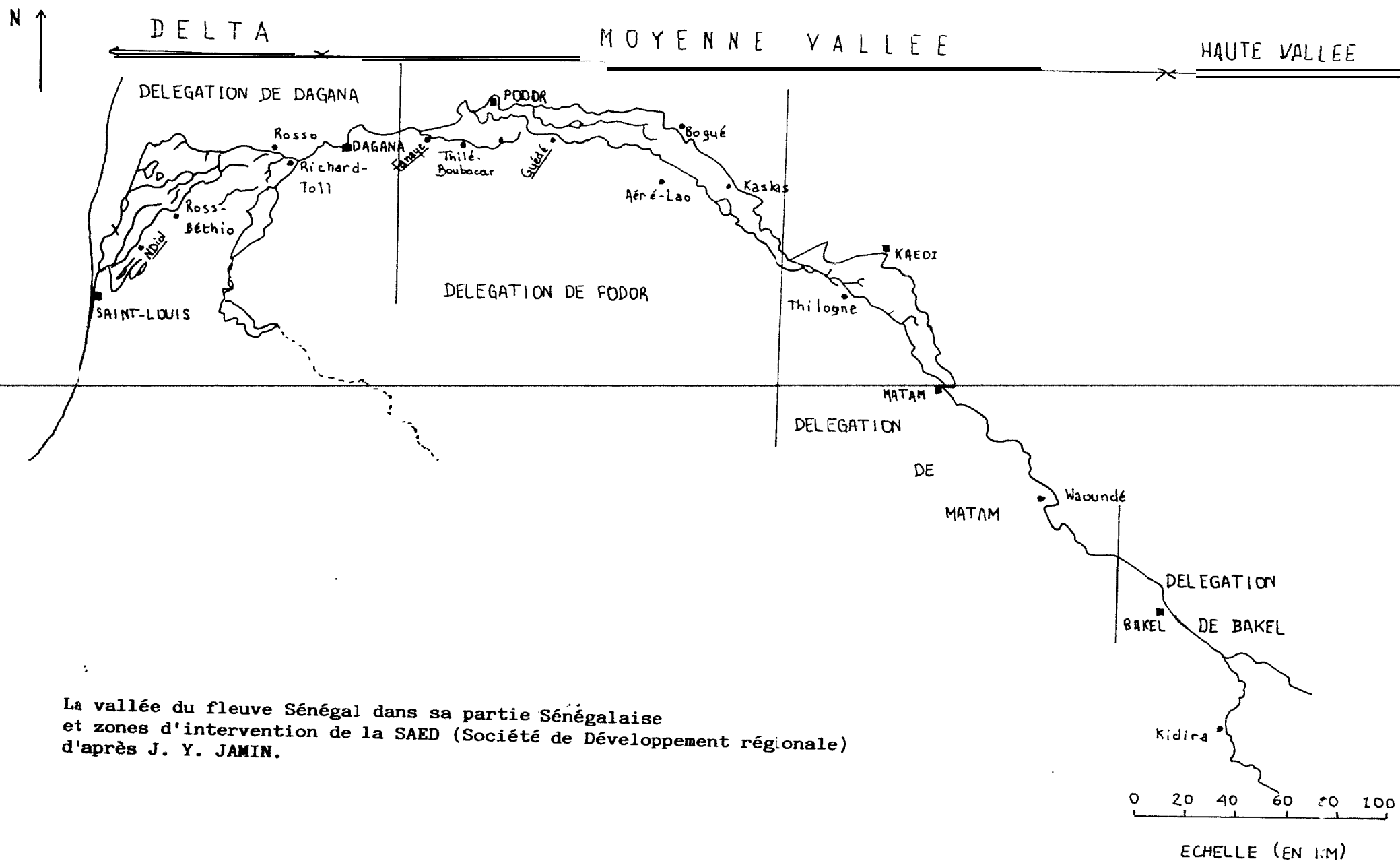
SEPTEMBRE 1988

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
I - Présentation de la région : la vallée du Sénégal	4
11. Caractéristiques générales	4
12. Climat	4
13. Géologie	4
14. Pédologie	5
II - L'aménagement du fleuve	9
21. Caractéristiques	10
22. Potentiel irrigable	10
23. Surfaces irrigables à potentiel maïsicole	11
24. Qualité de l'eau d'irrigation	12
25. Aménagements agricoles actuels	12
III - La culture du maïs dans la vallée	14
31. La production actuelle et les perspectives	14
32. La consommation	16
33. La culture traditionnelle	16
34. La culture sur les périmètres irrigués	18
IV - Les recherches précédentes sur le maïs dans la vallée	26
41. L'IRAT puis l'ISRA à Richard Toll	26
42. Le programme PNUD-FAO-CMVS à GUEDE	28
V - Synthèse des travaux du programme maïs de l'ISRA, 1984-1988	34
51. Les objectifs	34
52. Le dispositif de recherche	38
53. Le tri variétal	42
54. La création variétale	49
55. Les essais agronomiques	55
Bibliographie	60



Le bassin du fleuve Sénégal d'après Marchés Tropicaux



La vallée du fleuve Sénégal dans sa partie Sénégalaise
et zones d'intervention de la SAED (Société de Développement régionale)
d'après J. Y. JAMIN.

I - PRESENTATION DE LA REGION : LA VALLEE DU SENEGAL

11 - Caractéristiques générales

Le fleuve Sénégal, long de 1 790 kilomètres, prend sa source en GUINEE, dans le massif du FOUTA DJALON, traverse la partie occidentale du MALI, puis constitue la frontière entre la MAURITANIE et le SENEGAL.

Son bassin versant de 335 000 km² peut être divisé en trois zones bien différenciées :

- le haut bassin en amont de Bakel,
- la vallée proprement dite, qui forme de Bakel à Richard Toll un grand arc de cercle de 400 km de long et 15 km de largeur en moyenne ; le lit majeur représente plus de 500 000 hectares de terres alluvionnaires cultivables. C'est dans cette zone qu'on cultive du maïs irrigué,
- le delta, en aval de Richard Toll. Sa superficie est de l'ordre de 250 000 ha.

12 - Climats

Le climat est tropical sec, à une saison des pluies de Juillet à Octobre.

- climat soudanien, avec des précipitations supérieures à 500 mm/an dans le haut bassin,
- climat sahélien, avec des précipitations de 150 à 500 mm/an dans la vallée,
- climat sub-canarien dans la partie occidentale du delta, sous influence maritime.

13 - Géologie

Le cours supérieur du Sénégal traverse des sédiments primaires : dolérites et surtout grès.

Le cours moyen, de Kayes à Bakel, intéresse des zones généralement métamorphiques et granitiques.

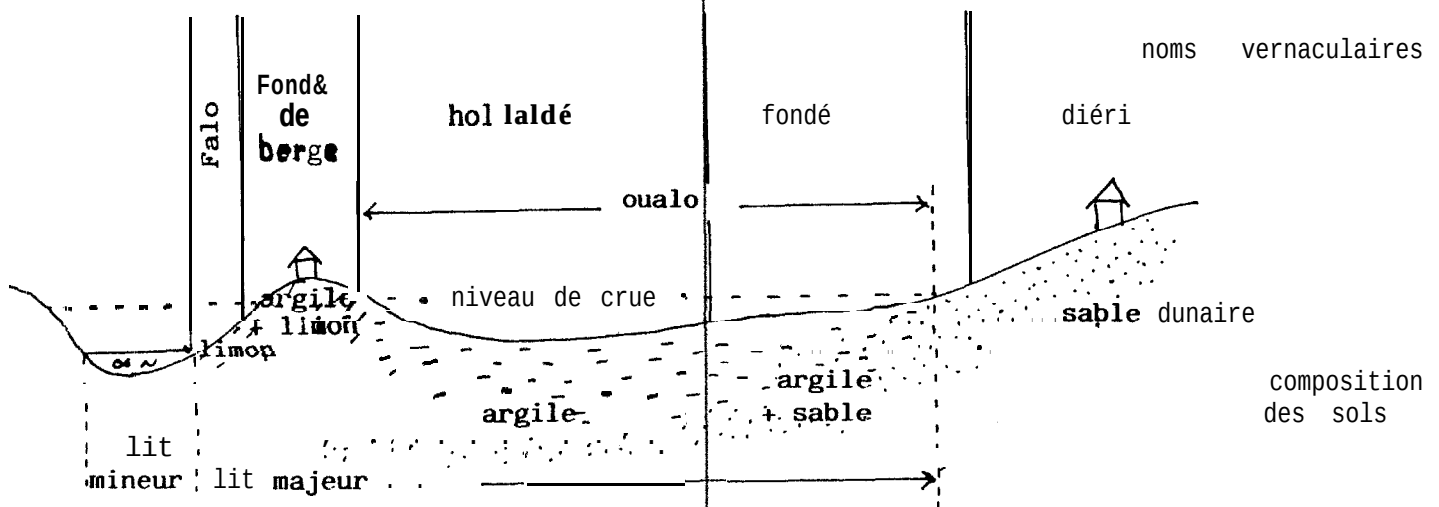
Le cours inférieur, à l'aval de Bakel, traverse un bassin sédimentaire récent. Des alternances climatiques ont modelé le paysage actuel :

- une période sèche a vu la formation de **systèmes** dunaires très étendus au travers desquels le Sénégal s'est creusé ensuite un lit.
- une période plus humide, contemporaine d'une remontée de la mer a ensuite permis au fleuve de construire tout un **système** de bourrelets de berge.

14 - Pédologie

On ne parlera **que** de la vallée, qui est à la fois la zone qui intéresse le SENEGAL, celle qui dispose du plus grand potentiel de terrains irrigables, et enfin celle dans laquelle on pourra développer le plus aisément le maïs irrigué.

Dans toute la vallée on retrouve a toposéquence typique décrite sur le schéma suivant :



Toposéquence caractéristique de la vallée du **Fleuve Sénégal**

Le relief est très peu marqué dans toute cette partie occidentale de l'Afrique, de sorte que les crues du fleuve intéressent un lit majeur très large, 15 km en moyenne et un système de marigots extrêmement étendu.

Le substrat initial est composé de dunes aux travers **desquelles** le fleuve s'est percé une vallée, dans laquelle il a déposé ses alluvions.

La dune de sable, ou diéri, encadre la vallée et subsiste parfois par banc dans la vallée (région de Podor).

Les alluvions argileuses ont constitué le oualo, zone inondable pendant la crue. Dans les cuvettes ou hollaldé les terrains sont très lourds, puisqu'ils contiennent 50 à 60 % d'argile.

Sur le bord des cuvettes on trouve des terrains de transition, appelés fondés, de composition variable (transition du hollaldé à la dune). Une partie seulement des fondés est atteinte par les crues actuelles.

C'est sur ces sols de fondé qu'on pourra développer la culture du maïs irrigué. On trouvera dans le tableau ci-dessous quelques exemples d'analyse physique de ces sols fondés, représentatifs de leur région.

profondeur cm	teneur %				sables grossiers	pH	pF %		réserve utile mm/m	conductivité mmhos/cm
	argile	limons fins	limons grossiers	sables fins			3	4,2		

FANAYE-30 km en amont de DAGANA

fondé de berge (ouaka)	0-40	57	23	11	8	1	6,6	33,5	25,5		40
	40-60	57	22	11	8	1	5,7	32,5	25,3	80	242
	60-120	55	21	13	9	1	5,0	34,0	25,4		695
fondé (ouakadjidiou)	Q-27	41	17	8	24	11	6,0	21,3	16,4		21
	27-50	41	17	8	23	11	5,8	21,7	19,7	50	19
	50-106	41	17	8	23	11	5,9	23,4	18,6		18
fondé (djidiégo)	0-20	36	16	9	26	13	6,3	19,2	15,5	20	44
	20-50	34	15	7	30	13	6,3	19,5	15,6	(limité à 0,50 m)	93

ORNOLDE - 60 km en amont de MATAM

fondé de raréré (bas)	0-30	22	10	30	32	3	7,3	22,9	8,9	130	130
	30-130	23	10	48	17	1	6,5	21,8	9,7		24
fondé oualéré (haut)	0-20	21	25	36	17	0,2	6,1	23,8	.		37
	20-35	18	12	43	21	0,1	6,8	20,8	.	-	95
	35-110	15	9	35	38	0,1	6,8	17,7	.	-	9

Exemples d'analyses de sols des fondés de la vallée du Sénégal, à Fanaye et Ornodé

On constate d'importantes variations de composition pour ces sols regroupés sous la même appellation.

A FANAYE, un fondé est une argile ou une argile sablo-limoneuse (classification de Hénin), tandis qu'à ORNOLDE, dans la région de Matam, il s'agit d'une argile sablo-limoneuse.

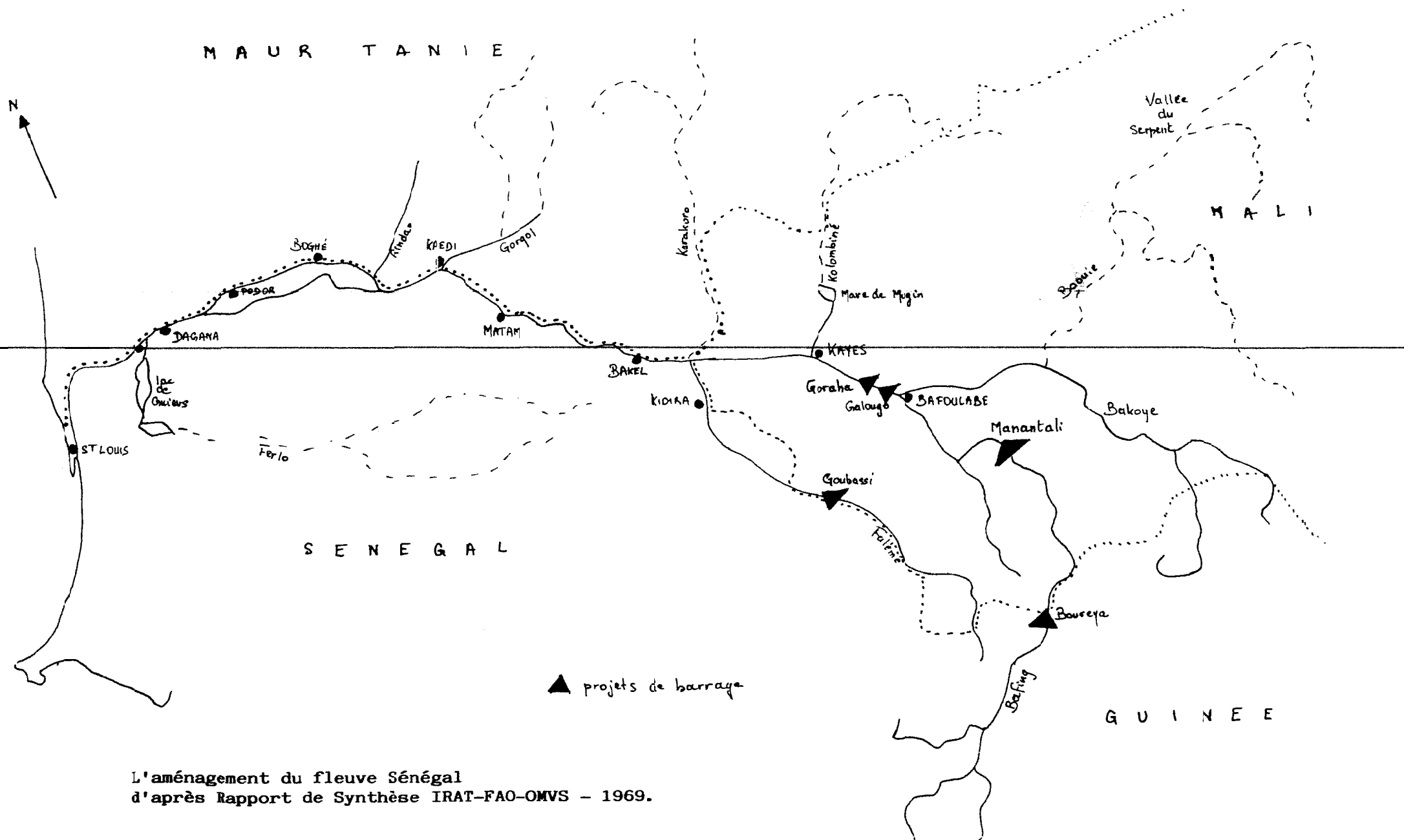
Cette différence de composition importante entraîne un potentiel maïsicole bien meilleur dans la partie amont de la vallée. Et ce, d'autant plus que le relief est plus accentué dans cette partie amont, ce qui améliore le drainage des fondes.

Il faut noter la conductivité importante des horizons profonds du fondé de berge, à FANAYE. Dans cette région, en aval de Boghé, le sous-sol des berges du fleuve reste salé, ce qui condamne les cultures à enracinement profond, telles que le maïs. De plus, on observe des remontées de sel, à la faveur des irrigations (périmètres de Thilé Boubakar).

Tous ces sols sont très instables et leur tenue devra être améliorée par des amendements calciques.

L'analyse chimique des sols fondes de la vallée montre (rapport SEDAGRI, 1973) :

- une carence générale en phosphore,
- une carence en soufre assez générale dans la vallée en dehors de la région de Bakel.



L'aménagement du fleuve Sénégal
d'après Rapport de Synthèse IRAT-FAO-OMVS - 1969.

II - L'AMENAGEMENT DU FLEUVE

21 - Caractéristiques

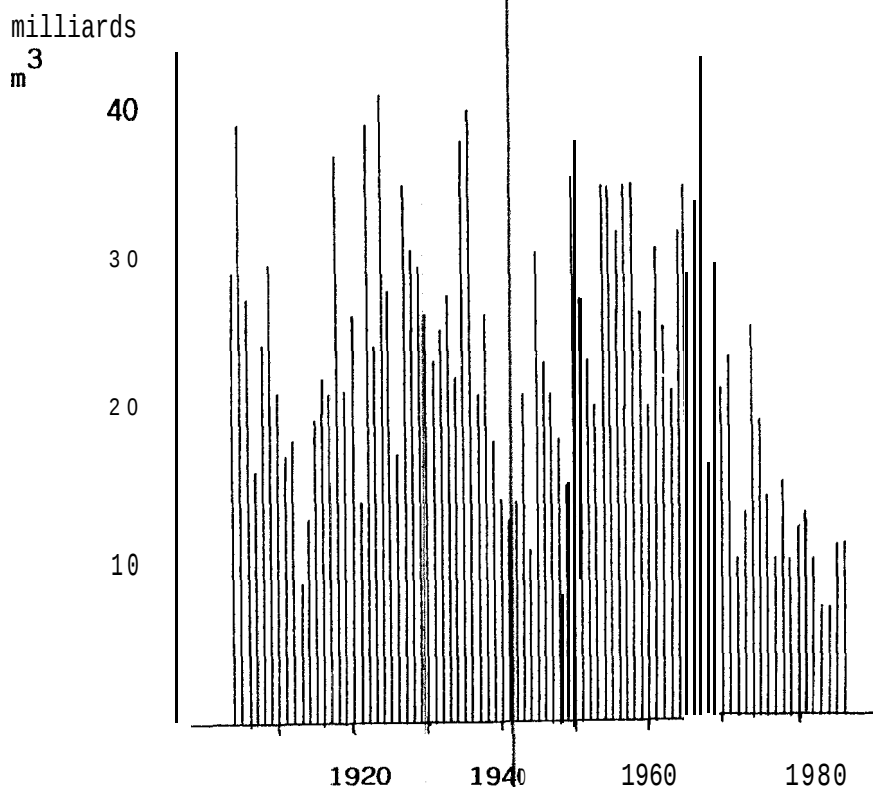
Deux barrages ont été construits :

- DIAMA, à 40 km de Saint Louis. C'est un barrage anti-sel, qui isole la vallée des eaux marines. Il permettra de maintenir un niveau constant de l'eau dans le fleuve jusqu'à Boghé (à 300 km à l'Est de Saint Louis). La cote finale de la réserve d'eau, à + 2 m, permettra l'irrigation par gravité d'une partie des terres du delta.
- MANANTALI, au Mali, sur le Bafing, forme une réserve de 11 milliards de m³. Le Bafing apporte environ 50 % du volume d'eau charrié par le Sénégal.

Le débit annuel du Sénégal oscille entre 8 et 40 milliards de m³ par an, avec une moyenne de 20 milliards de m³.

Sur la base de cette moyenne, on prévoit de stocker 10 milliards de m³ d'eau derrière le barrage de Manantali, avec lesquels on peut assurer un débit permanent de 300 m³/seconde dans le fleuve.

Ce débit autorise l'irrigation permanente de 375 000 hectares de culture, le fonctionnement d'une centrale hydro-électrique de 200 mégawatts et la navigation jusqu'à Kayes pour des unités de 2 500 tonnes.



Volume annuel de la crue du Sénégal, mesuré à Bakel depuis 1904.

Cependant, depuis 1972, le volume annuel n'a atteint 20 milliards de m³ qu'une seule fois, en 1974, et se situe entre 8 et 13 milliards de m³ pour les années 80. Les prévisions initiales devront être revues en baisse si le climat actuel se maintient.

En 1988, l'état d'avancement des travaux d'aménagement est le suivant :

- Le barrage de Diama a été fermé pendant l'hivernage 1986. Il retient donc de l'eau douce en amont et le réservoir atteint Bogué. Cependant la digue mauritanienne n'est pas construite et le réservoir ne peut être rempli à la cote finale : + 2,0 M.

Pendant la saison froide, on dispose donc d'eau douce pour mener une campagne de culture.

Mais l'évaporation est forte et il a fallu laisser entrer de l'eau de mer à Diama en 1987 pour équilibrer les niveaux amont-aval.

- Le barrage de Manantali a été fermé en hivernage 1987 et son remplissage a commencé. On a utilisé la réserve pour effectuer quelques lâchers d'eau pendant le début de l'année 1988, ce qui a permis de maintenir le niveau du réservoir d'eau de Diama à un niveau élevé.

Dorénavant, l'eau d'irrigation est donc disponible toute l'année dans le delta et la vallée jusqu'à Bogué, et sans doute dans la région de Matam-Bakel qui dispose d'un réservoir naturel. Dans la région de Kaédi, le fleuve s'assèche si le débit est intermittent, parce que le lit du fleuve y franchit un seuil.

Le financement de la digue de la rive droite (Mauritanie) est à présent trouvé et les travaux vont commencer en 1988.

Dans l'avenir, d'autres barrages devraient être construits pour augmenter le volume de la réserve d'eau disponible, améliorer les conditions de navigation et disposer de plusieurs centrales électriques au fil de l'eau.

Enfin, un projet de port fluvio-maritime existe pour Saint Louis, avec l'idée du percement et d'un chenal proche de Saint Louis, vers la mer.

21 - Potentiel irrigable

La majeure partie des surfaces irrigables se situent dans la vallée (en aval de Bakel) et le delta.

56 % du potentiel des terres irrigables après la construction de Manantali se situent en territoire Sénégalais.

	Surface totale (ha)	fondé	faux hollaldé	hollaldé
Vallée du Sénégal	351 000	122 000	112 000	117 000
Vallée du Gorgol	9 000		3 000	6 000
Delta du Sénégal	50 000		± 50 000	

Surfaces nettes irrigables (d'après Chaumeny - 1973)

23 - Surfaces irrigables à potentiel maïsicole

Les surfaces irrigables se répartissent en trois grandes catégories, suivant la texture du sol :

- **hollaldé** : sols de cuvette, teneur en argile supérieure à 50 %.
vocation rizicole stricte
- **fondé** : sols sablo-limoneux des parties hautes
teneur en argile inférieure à 30 %
toutes les cultures y sont possibles.
- **Faux-hollaldé** : sols intermédiaires entre hollaldé et fondé,
de composition variable
teneur en argile de 30 à 50 %
la culture du riz et des céréales y est possible

Le maïs peut être cultivé sur les sols de fondé et les faux-hollaldés. Le potentiel des surfaces maïsicoles pour la vallée est donc d'environ 200.000 hectares.

La culture du maïs semble exclue sur ces sols dans le delta : il s'agit pour l'essentiel de hollaldés, trop lourds, et la plupart sont salés, au moins dans les horizons inférieurs et conviennent beaucoup mieux à la culture du riz sous nappe d'eau.

En revanche, on envisage de cultiver du maïs sur le diéri, dunes de sable qui sont proches des bras d'alimentation en eau dans le delta : Lampsar, Djéous, les trois marigots, canal du la Taouey, lac de Guiers et peut-être plus tard le **canal du Cayor**. Le potentiel aménageable est important, mais les longueurs de canalisation nécessaires pour **amener l'eau jusqu'à** la dune seront un important facteur limitant.

24 - Qualité de l'eau d'irrigation

Les analyses de l'eau du fleuve montrent que (étude hydro-agricole SEDAGRI - 1973) :

- l'eau est peu chargée en limon : 50 à 70 mg/l pendant la saison froide,
- l'eau est très peu minéralisée, en deça du seuil de floculation pour Na, K et Mg. Cela peut provoquer la mise en suspension de l'argile des sols et leur colmatage,
- la concentration élevée en ion carbonate présente des risques d'alcalinisation des sols irrigués.

Ces deux risques doivent être pris en compte afin d'effectuer des amendements correctifs si cela est nécessaire.

25 - Aménagements agricoles actuels

Au 30 Juin 1987, la situation des périmètres aménagés par la SAED était la suivante :

Région	Superficie aménagée (hectares)	
	30 Juin 1987	1985
DAGANA	12 786	12 650
PODOR	7 694	5 550
MATAM	5 182	3 050
BAKEL	1 704	900
Total	27 456	22 050

Surfaces aménagées pour la SAED

Région	grands aménagements SAED	P.I.V SAED	Foyers+privés	agro-industrie
DAGANA	11 800	1 050	1 450	7 800
PODOR	1 400	4 150		
MATAM		3 050		
BAKEL		900		
TOTAL	13 200	9 150	1 450	7 800

Détail des aménagements existant en 1985, par type et par catégorie d'investisseurs.

Dans le delta, l'essentiel des aménagements est donc constitué de grands aménagements de 400 à 1000 ha, à vocation rizicole, sur lesquels les familles cultivent des parcelles de un hectare. Chaque famille possède plusieurs parcelles. La préparation des terrains est mécanisée (gros tracteurs), le reste des opérations sont manuelles en général (mais le battage, puis la récolte tendent à se mécaniser).

Dans la vallée, l'essentiel des aménagements est constitué par des Périmètres Irrigués Villageois (P.I.V.), de 20 à 60 hectares, sur lesquels les familles cultivent des parcelles de 4000 m² en général. Il n'y a aucune mécanisation, toutes les opérations sont manuelles.

Les nouveaux aménagements sont maintenant des aménagements intermédiaires, de 100 à 200 hectares, sur lesquels les paysans disposent de parcelles de un hectare. La mécanisation est envisagée, Divers essais sont en cours : traction bovine, petits tracteurs...

On note que l'essentiel des aménagements réalisés ces dernières années, l'a été dans la vallée.

On note enfin que les investisseurs privés ne se sont installés que dans le delta : CSS, SOCAS, foyers et privés.

II - LA CULTURE DU MAIS DANS LA VALLEE

31 - La production actuelle et les perspectives

Le maïs est une culture traditionnelle dans la vallée, mais il a toujours été produit sur les surfaces restreintes du falo, terrain de décrues des berges du lit mineur. Les terrains sont les mieux fertilisés par l'apport limoneux de la crue et la proximité du fleuve maintient une nappe d'eau suffisante pour satisfaire aux besoins du maïs.

La surface ainsi mise en culture est de l'ordre de 1000 à 2000 hectares pour le SENEGAL.

Campagne	77-78	80-81	84-85	85-86	86-87	87-88
Superficie (hectare)	125	950	2 575	2 475	3 514	2 373

Evolution des superficies cultivées en maïs sur les périmètres de la SAED

Depuis 1975, on a commencé à aménager des périmètres irrigués dans la vallée.

Jusqu'en 1985 les superficies cultivées en maïs ont rapidement augmenté, à mesure de la construction des périmètres irrigués.

Mais depuis 1985, cette progression des surfaces est ralentie, malgré la progression constante des superficies aménagées.

Il y a beaucoup de raisons pour expliquer ce phénomène. Parmi les plus importantes :

- difficultés d'accès au crédit pour ces dernières campagnes.
- dégradation rapide des aménagements sur fondé.
- entretien et remplacement des pompes mal assurés.
- échecs nombreux et répétés pour la culture du maïs.
Rendements très généralement faibles.
- pas de marché pour cette céréale.

	hiv. 84	sf 84/85	hiv. 85	sf 85/86	hiv. 86	sf 86/87	hiv. 87	sf 87/88
Dagana	-	-	-	-	-	64	-	-
Podor	250	565	176	485	358	467	101	959
Matam	465	1000	292	1180	412	1353	155	880
Bakel	197	100	166	176	622	218	152	126
Total	912	1663	634	1841	1392	2122	407	1966

Répartition des surfaces cultivées en maïs sur les périmètres de la SAED pendant les 4 dernières campagnes

L'analyse de la production par région et par saison montre que :

- la saison froide est la saison privilégiée pour la culture du maïs dans la vallée, à l'exception de la région de Bakel où le maïs est cultivé pendant l'hivernage en conditions pluviales strictes.
- depuis 84 les superficies emblavées en maïs pendant la saison froide restent très constantes et faibles, de l'ordre de 2000 hectares.

Les superficies cultivées pendant l'hivernage sont beaucoup plus variables suivant les années.

	tonnes grain par ha
Podor	1,448
Matam	1,758
Bakel	2,518
Moyenne:	1,964

Moyennes des sondages de rendements du maïs effectués par la SAED en hivernage 1987

Des sondages de rendement ont été effectués par la SAED pendant l'hivernage 87. Ces sondages montrent le faible niveau de production atteint sur ces surfaces irriguées. La SAED a donc revu son chiffre moyen de rendement qui passe de 4 à 2 tonnes/ha. Cette situation est évidemment très défavorable au développement de la production de maïs, dont la culture n'apparaît pas rémunératrice aux agriculteurs.

	6ème Plan 1980-84			Prévision 2000		
	Superficies (1000 ha)	Production (1000 t)	Rendement (t/ha)	Superficies (1000 ha)	Production (1000 t)	Rendement (t/ha)
pluvial	76	83	1,1	150	250	1,7
irrigué	2	8	4,0	11	50	5,0

Statistiques et objectifs de production du maïs au Sénégal

Plan Céréaliier 1986

A l'horizon 2000 le Plan Céréaliier prévoit que 17% du maïs sera produit en irrigué, contre 9% aujourd'hui. Ceci grâce à une forte augmentation des surfaces irriguées cultivées en maïs et à une légère augmentation du rendement (théorique).

Le rendement moyen visé en 2000 est de 5 tonnes pour les cultures irriguées. Ce qui est en réalité ambitieux compte tenu de la vraie situation initiale.

32 - La consommation

Le marché du maïs est extrêmement limité dans la région du fleuve.

Il existe cependant un flux de maïs en C-pi vert vers les villes : Saint Louis, Podor, Matam, Bakel au SENEGAL ; Boghé, Kaédi et les grands centres en MAURITANIE. L'importance de ce flux n'est pas connu.

Le commerce du maïs en grain semble plus restreint :

- les échanges ont lieu entre villageois (marché hebdomadaire) et éventuellement de village à village (semences)
- Le marché urbain est peu demandeur.
- Le maïs est essentiellement autoconsommé.
- Il est mangé en épis grillés pendant deux ou trois semaines, puis constitue l'alimentation de la famille productrice pendant deux ou trois mois.

L'étude du marché des céréales dans la région reste à faire.

33 - La culture traditionnelle

Le maïs est une culture traditionnelle dans la région, mais il a toujours été cultivé sur des surfaces réduites.

Dans la région de Bakel, au climat soudanien, la culture traditionnelle ignore le fleuve et se pratique sous pluie, comme au Sénégal Oriental ou au Mali.

Mais de Matam à Richard Toll les précipitations d'hivernage n'autorisaient que la culture du mil. Le sorgho et le maïs étaient cultivés pendant la saison froide, avec la décrue du fleuve.

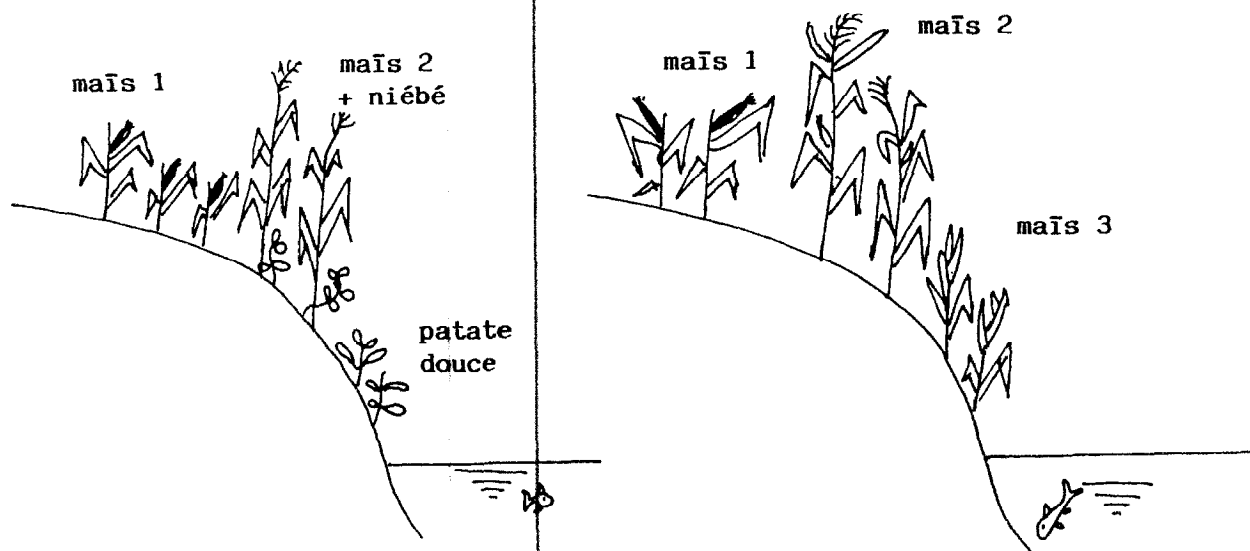
Le sorgho, cultivé dans les cuvettes (hollaldé) après le retrait de l'eau a occupé des surfaces allant jusqu'à 150.000 hectares dans la vallée.

Le maïs, plus exigeant en eau et en éléments fertilisants, était cultivé sur les bords du lit mineur, sur les terres de Falô, enrichies par les limons déposés par la crue. La surface maximum cultivée a été estimée à 8-10.000 ha pour tout le bassin.

Cette culture de décrue se pratique toujours. On estime qu'elle couvrait 2500 hectares au maximum, au SENEGAL, jusqu'en 1986. A partir de 1987 le barrage de Manantali modifie totalement le régime de crue et de décrue.

L'avenir de cette culture traditionnelle est donc très incertain ; la décrue s'effectuera très lentement, sur de petites surfaces et les lâchers d'eau viendront submerger les cultures installées.

Il n'en reste pas moins qu'elle constitue un héritage culturel paysan important, qui explique une partie des difficultés rencontrées dans la vulgarisation des techniques de culture sur les nouveaux périmètres irrigués.



Les deux systèmes de culture les plus fréquents sur les falos.

La culture traditionnelle est effectuée le long des berges du fleuve, sur les terres de falo, fertilisées par la crue. Le maïs est semé de Novembre à Janvier, en plusieurs fois, à mesure que s'effectue la décrue.

Le semis est effectué au "lougal", lourd pieux de bois rouge, qu'on enfonce dans le sol encore humide. Le grain est ainsi placé à 10-15 cm sous la surface du sol, recouvert d'une poignée de sable. Ce placement est évidemment très favorable : germination dans le sable, protection de la jeune pousse contre la sécheresse de l'air et sans doute les oiseaux, maintien des racines dans la zone humide, évitement du problème de franchissement de la croûte de surface.

En 1986, on a observé des densités assez fortes, allant jusqu'à 50.000 pieds/ha, tandis que les observations plus anciennes font état de densités plus faibles.

Le maïs cultivé sur ces terres est jaune corné ; on observe souvent la présence de quelques grains violets. Les variétés sont assez fortement anthocyanées.

Les variétés traditionnelles sont bien représentées par la variété Maka (maïs en pulaar) conservée à Kaédi. C'est une variété à cycle court (maturité à 80-85 jours en hivernage, 110-115 jours en saison froide), à grain jaune corné.

Il semble que les paysans conservent encore leurs variétés traditionnelles pour semer ces cultures de falo. Une prospection pourrait éventuellement être faite si on l'estime nécessaire. Elle est rendue difficile par le caractère temporaire de l'installation des paysans pour la culture du champ de falo.

L'enherbement de ces cultures est faible, sans doute à cause de la difficulté rencontrée par les jeunes pousses pour franchir la croûte superficielle et du décalage de cette culture par rapport au cycle des herbes tropicales.

34 - La culture sur les périmètres irrigués

La culture du maïs dans des périmètres irrigués est nouvelle dans la vallée, puisqu'elle a commencé avec l'aménagement des premières PIV en 74 dans la région de Bakel.

La SAED publie une fiche technique pour la culture du maïs. La mise au point des techniques proposées pour les périmètres irrigués a été réalisée à GUEDE, dans le cadre du projet FAO-OMVS.

- Préparation du sol : labour, rotavator, billonnage
- semis :
 - . en humide sur billon
 - . en sec, à 2/3 du billon
 - . à plat, à 2cm de profondeur (planage parfait)
- densité conseillée : 40 à 60.000 pieds/ha
entre lignes 70 à 80 cm, 35 à 40 cm
sur la ligne 2graines par poquets,
pas de démarriage
- date de semis : 10-30 Juin et 15 Octobre - 15 Novembre
- fumure : N = 100 à 150 unités en 3 apports
P205 = 80 à 100
K20 = 60 à 80 avant semis
- désherbage :
 - . 3 sarclo binages
 - . Atrazine ou simazine 1,5 à 3 kg m.a./ha
- traitements insecticides en fonction des attaques.

Résumé de la fiche technique du CNAPTI - SAED pour la conduite de la culture du maïs

En pratique la vulgarisation de cette fiche est très difficile, parce qu'elle se heurte à de très fortes contraintes économiques et culturelles. On peut analyser les plus importantes, en reprenant l'ordre des opérations conseillées.

a) Préparation du sol

Le maïs est cultivé dans les P.I.V., où toutes les opérations sont manuelles. Le labour est donc exclu, le billonnage difficile à réaliser. Cependant les P.I.V. sont en général spécialisés : riz dans les terrains les plus lourds, maïs et maraîchage sur les terrains plus légers. Les billons peuvent donc resservir chaque année, il suffit de les rehausser. Des motoculteurs faciliteraient grandement cette opération.

b) Semis

Le semis le plus favorable est effectué sur des billons hauts, dont le sommet n'est pas submergé. Ainsi la jeune pousse lève à travers un sol emmiété, tandis que se forme une croûte très dure sur toute la surface de sol qui a été immergée.

Malheureusement les paysans ont tendance à utiliser les techniques traditionnelles dans les périmètres irrigués : la plupart continue à semer profond, au loughal. On constate qu'avec cette méthode la levée est très bonne et qu'on peut attendre longtemps avant la deuxième irrigation.

Mais au moment de cette deuxième irrigation, la plante se trouve dans une situation très défavorable, sous une lame d'eau profonde, qui n'est pas drainée en général. De plus le trou dans lequel est la jeune plante se referme sur elle. Le stress est important et la mortalité forte à ce moment.

La technique de semis au 2/3 du billon est une technique "anti-sel" : le sel relaché par l'eau au moment de l'évaporation s'accumule principalement en haut du billon, qu'il faudrait donc éviter.

Mais cette technique ne se justifie pas :

- dans la vallée, les sols ne sont pas salés.
- dans le delta, les sols sont beaucoup trop salés pour y cultiver du maïs.

c) Densité

Ce thème est sans doute le plus facile à faire passer, peut être parce qu'il n'entraîne guère de contrainte.

Le maïs est effectivement semé en ligne dans les périmètres, aux écartements recommandés. la densité est souvent correcte dans les parcelles, sauf dans les zones basses submergées trop souvent dans lesquelles elle devient très faible.

On observe aussi quelquefois des densités trop fortes (100.000 plants /ha) par suite de l'absence de démariage dans des cultures bien levées.

d) Date de semis

Les dates de semis recommandées permettent de situer les phases critiques de la croissance du maïs dans les meilleurs créneaux pour la température et les précipitations.

Les baisses de production enregistrées pour des semis hors de ces périodes sont très importantes.

e) La fumure

La fumure préconisée est forte et ne tient pas compte des objectifs de rendement. Elle est parfois appliquée pour les paysans.

Pour le phosphore et le potassium la recommandation ne résulte pas d'études menées dans la région. Il s'agit d'une recommandation moyenne.

Pour l'azote une étude (T. Moscal) a montré qu'avec 100 à 150 unités on peut espérer 3-4 tonnes de grains.

Cette fumure, forte en phosphore, semble prendre en compte la carence en cet élément signalée dans toutes les analyses de sol de la région.

La fumure en potassium est une fumure d'entretien pour une culture fournissant 4 tonnes de grain par hectare, dont toutes les tiges sont exportées.

La carence en soufre signalée dans l'étude de la SEDAGRI n'est en revanche pas prise en compte.

f) Désherbage

En saison froide l'enherbement ne semble pas constituer une grosse contrainte dans les cultures de maïs.

- les herbes, adapte-es à l'hivernage, lèvent peu et lentement en saison froide.
- La croûte qui se forme rapidement en surface après l'irrigation, par suite de l'intense évaporation bloque les levées.

En hivernage la concurrence des adventices est au contraire très violente. De nombreux désherbages sont nécessaires, comme recommandé par la fiche.

L'utilisation d'herbicide est inconnue actuellement sur le maïs.

Le prix de vente de ces produits est nettement dissuasif.

g) Lutte insecticide

Elle n'est pas pratiquée aujourd'hui.

On rencontre des problèmes de destruction des levées par les sauteriaux en Octobre-Novembre, puis les cultures de saison froide restent généralement indemnes d'attaque d'insectes.

En hivernage des chenilles polyphages (*Mythimna loreyi*) et des foreurs de tige (*Eldana saccharina*) pour l'essentiel, peuvent provoquer de très graves dégâts dans les cultures. Des attaques locales de sauteriaux sont aussi possibles.

h) La technique d'irrigation

L'irrigation ne fait pas l'objet de recommandations dans la fiche de la SAED. C'est pourtant le principal facteur limitant des cultures actuelles.

Le problème posé devra trouver des solutions à plusieurs niveaux :

- conception des aménagements et entretien de ceux-ci,
- recommandations pour le rythme des irrigations,
- recommandations pour les doses d'irrigation.

* Conception des aménagements, entretien.

Le maïs est aujourd'hui cultivé dans des P.I.V. (Petit Périmètre Irrigué) dans la vallée. Ces aménagements sommaires ont été commencés à partir de 1974, pour assurer la survie des populations fortement menacées.

Il s'agit de casiers de 20 à 40 hectares, installés en bordure du fleuve, sur une zone plane. Le dessouchage est généralement assuré par les paysans. Un grader trace ensuite un réseau d'irrigation, qui alimente des parcelles de 0,2 à 0,4 hectare. En général on n'a pas effectué de planage.

Une pompe sur flotteurs alimente le casier. Elle débite dans un bassin de déversement en béton. Quelques ouvrages en béton aux intersections des canaux permettent la répartition de l'eau.

L'entretien des installations est à la charge des paysans. Il est généralement mal assuré. Beaucoup de ces P.I.V. ont été construits sur des terrains de fondé ; la destruction des canaux y est très rapide, avec un surcreusement derrière le bassin de déversement et un comblement par effondrement des bords. Une technique de fixation des canaux doit être trouvée pour résoudre cette question.

Ces installations, calquées sur les aménagements rizicoles, conviennent mal aux autres cultures. L'irrigation se fait par la submersion temporaire de la parcelle, plane. Il n'existe pas de réseau de drainage permettant le contrôle de la durée de cette submersion.

Le plan des aménagements devra donc être amélioré. Au minimum, un réseau de drainage doit être réalisé. Une légère pente dans les parcelles qui autoriserait l'irrigation à la raie, améliorerait l'homogénéité de l'irrigation et les drainages éventuels.

* Rythme des irrigations

Il est difficile de faire une recommandation précise pour le rythme des irrigations:

En saison froide, on sème en Octobre, au moment où il fait encore chaud. Le rythme des premières irrigations doit être de 7-10 jours pour assurer une humidité suffisante dans l'horizon supérieur.

En Décembre-Janvier, l'ETP est nettement plus faible, les plantes sont jeunes, on pratiquera des irrigations tous les 10-15 jours.

De Février à Avril, l'évaporation est forte, les plantes adultes consomment beaucoup, on irriguera tous les 7 jours, jusqu'à maturité.

En hivernage les précipitations interfèrent avec le planning d'irrigation et compliquent le problème.

Il faut semer entre le 10 et le 30 Juin, en irrigation totale, avec un rythme de 7-10 jours, afin que les plantes soient bien développées au moment des fortes pluies d'Août : elles supporteront mieux les périodes d'enneigement prolongé qui peuvent alors survenir (pluie après irrigation...).

* Dose d'irrigation

L'irrigation dans les E.P.I.V. se fait par submersion : on remplit la parcelle avec une lame d'eau importante, qu'on laisse ensuite s'infiltrer.

Le planage des parcelles n'est jamais parfait. On doit donc irriguer en excès afin d'atteindre toute la surface. La perméabilité des sols de fond est assez faible, l'eau va donc pénétrer lentement, et il faut la laisser stagner quelques heures. Mais il est impératif, pour la survie du jeune maïs et sa bonne croissance ensuite, de cirainer l'eau qui reste dans les parties basses.

La submersion est très mal supportée par le maïs, en particulier au début de la croissance. La durée de l'opération doit donc être limitée le plus possible, tout en assurant une irrigation efficace.

Les mesures d'écoulements réalisées sur les sols fondés montrent que 5 heures sont suffisantes pour laisser pénétrer l'eau de la réserve utile dans un fondé léger (Ouakadjidion). Il faudra 15 à 20 heures pour la même opération dans les fondes lourds (Ouaka).

sol	Vitesse d'infiltration
diéri	100 mm/heure
fonde Ouaka sur	1er apport de 24 mm : 40 mm/heure (sol sec)
limon argileux (levée)	2ème apport de 36 mm : 4 mm/heure 3ème apport de 6 à mm : 2,8 mm/heure
R.U. sur 1m = 60 mm	
fonde Ouakadjidiou sur sable argileux	1er apport de 66 mm : 66 mm/heure (sol sec)
R.U. sur 1m = 50 mm	2ème apport de 60 mm : 12 mm/heure

Mesure des vitesses d'infiltration dans les sols maïscultivables

(in Caractérisation et hydrodynamique des sols de la vallée du fleuve Sénégal en vue de leur irrigation naturelle - ISRA - CRA de Richard Toll - Mars 1979).

Cependant lors des premières irrigations on ne devra réhumecter que l'horizon de surface, car les racines des jeunes plantes n'ont pas encore colonisé le sol en profondeur (on estime à 1 mètre de profondeur la zone utilisée par le maïs adulte).

On peut donc retenir trois recommandations valables sur tous les sols maïscultivables

- les parcelles doivent impérativement être drainées après une irrigation,
- le drainage doit être fait 6 heures après pour les quatre premières irrigations,
- il doit être fait 12 heures après, pour les autres irrigations.

Enfin on notera la grande capacité au champ de ces sols, très importante par rapport à la réserve utile.

Sol	Capacité au champ
fondé Ouaka	310 mm/mètre
fondé Ouakadjidian	220mm/mètre

Cette réserve totale du sol doit être remplie avant la culture, c'est le rôle de la préirrigation pendant laquelle on doit amener un gros volume d'eau pour réhumecter les sols asséchés pendant les inter-saisons.

IV - LES RECHERCHES PRECEDENTES SUR LE MAIS DANS LA VALLEE.

Le maïs est une culture d'importance secondaire dans la vallée, face au sorgho autrefois, au riz aujourd'hui.

Pour cette raison les travaux de recherche sur cette plante ont toujours été modestes dans la région. Avant l'indépendance, la MAS, Mission d'Aménagement du Sénégal, a tenté quelques opérations d'introduction de variétés, mais sans grande conviction et sans succès.

Des travaux plus consistants ont été conduits à partir des années 60.

41 - L'IRAT puis l'ISRA à Richard Toll.

Dans la décennie 60, quelques travaux d'amélioration variétale ont été menés par P. SAPIN, sur les stations IRAT de Richard Toll, Guédié et Kaédi.

a) Prospections et tests de variétés locales

n° prospection	nom	origine	n° prospection	nom	origine
425	Olo	N'Gorel	916	Maka	M'Boula
426	Bidorou	"	950	Olo	Dounga
432	M'Bodedio	Olo ologo	951	Bala	Dounga
433	N'Danedio	"	952	Sabourou Niabou	"
434	Olo	"	965	M'Bodedio	N'Dioum
459	Olo	DarEl burka	972	Olo	Gamagi Saré
495	Maka	Aéré M'Bar	973	N'Danéri	"
496	Bidorou	"	982	Maka	Memeth
528	Maka	Séna Bousso	1016	Maka	N'Diayan
546	Maka	Bolol Dégo	1040	M'Bodedio	Fanaye
547	Bidorou	"	1041	Olo	"
566	Maka	Wallaldé Réo	1042	N'Danedio	"
605	Maka	Guédié	1059	Maka	N'Diamba
614	Maka	N'Dioum	1079	N'Danedio	G aya
638	Maka	Wallaldé	1060	M'Bodedio	"
901	Maka	Galoya	762	M'Bodedio	Doundoun
			473	M'Bodedio	Dougon Mango

Liste des écotypes de maïs testés à Richard Toll en 1962-1963

Des prospections ont été faites tout le long de la vallée et testées à Richard Toll. On remarquera qu'il existait alors plusieurs variétés de maïs dans la région, connues sous des appellations différentes. Cette variabilité semble avoir disparu aujourd'hui.

On notera qu'en pulaar : Olo = jaune
M'Bodedio = rouge
N'Danadio = blanc.

On ignore si ces appellations avaient un rapport avec la couleur du grain.

Ces variétés prospectées ont été testées.

Maka a ensuite été retenue pour le programme de création variétale.

b) Introduction de variétés

Parallèlement au test des variétés locales, des hybrides introduits des Etats Unis, de France, d'Israël et du Dahomey ont été essayés (de 1962 à 1964). Les meilleurs ont été retenus pour le programme de création variétale.

De 1969 à 1971 des hybrides et des variétés introduits ont à nouveau été testés mais aucun matériel ne s'avéra réellement satisfaisant.

Enfin quelques essais variétaux, de variétés créées à Bambey et de variétés du CYMMIT, ont été installés à Fanaye et Matam au début des années 80, par P. A. Camara et C. Luce. Ces essais menés par des chercheurs basés à Bambey, loin de la vallée, n'ont jamais donné de résultats satisfaisants et n'ont pas fait l'objet de rapport.

c) Création variétale

14 hybrides israéliens et france-américains ont été croisés avec Maka, variété locale. Des back-cross sur Maka ont ensuite été effectués pour obtenir des formes "3/4 locales" et "7/8 locales".

En 67-68 quelques variétés "3/4 locales" à base d'hybrides israéliens se sont comportées nettement mieux que le Maka. Quatre de ces variétés ont été brassées pour créer le composite de Richard Toll (CRT).

Après un brassage le CRT essayé en saison froide 1968-69 s'est révélé décevant face à Maka. Il a été alors abandonné.

d) Etude des pratiques culturales

Enfin un essai de fertilisation a été réalisé en hivernage 1969 sur sol hollaise à Richard Toll. On a testé en interaction des doses de 0 à 200 unités d'azote, 0 à 100 unités de phosphate et 0 à 100 unités de potasse. Seul l'azote a marqué de façon significative.

De 1975 à 1978 un essai sur les "techniques culturales en sol fonde" a été mené à Fanaye par P. Courtessolle et M. Sonko.

Il s'agissait de tester l'effet des techniques de préparation du sol sur le rendement de diverses cultures : maïs, riz, blé, sorgho et tomate.

Le maïs a été semé pendant la saison froide 1975-76 (variété : BDSIII, 5 répétitions).

traitement	rendement moyen (tonnes/ha)	Q séquentiel 5%
1. rotavator à 3 cm	4,43	c
2. rotavator à 10 cm	5,29	b
3. labour à 35 cm + 2 rotavators	5,50	a
4. labour 35 cm avec enfouissement de pailles broyées + 2 rotavators	5,60	a
		C.V. essai : 2 %

Essai de techniques culturales sur maïs BDS III

Fanaye saison froide 1975-76, P. Courtessolle et M. San ko

On mesure bien avec cet essai l'importance de la préparation du sol pour la culture du maïs. le travail de surface au rotavator procure un gain de production particulièrement intéressant.

42 - Le programme PNUD-FAO-OMVS à GUEDE

Dans la décennie 70 d'importants travaux de recherche sur les céréales ont été conduits à la station de Guédé, essentiellement par T. Moscal.

Pour le maïs le programme de recherche a comporté 3 grands volets

- Introduction et test de variétés.
- Etude des pratiques culturales en casier.
- Etude des besoins hydriques.

a) Introduction et test de variétés

140 variétés ont été introduites et testées de 1974 à 1978 :

- des hybrides simples et doubles italiens, roumains et américains
- des composites africains et d'autres origines tropicales.

Le travail d'essai a été mené pendant plusieurs saisons pour chaque variété. La synthèse des résultats obtenus a été rédigée en 1979.

Deux erreurs méthodologiques entachent quelque peu ces travaux :

- les variétés étaient testées sans répétition, mais sur des parcelles supérieures à 100 m². Seulement la taille des parcelles d'essai était variable.
- Plus grave : il semble bien que les semences d'essai des saisons suivant la première introduction provenaient de grains récoltés dans les parcelles d'essai des saisons précédentes, conduites sans isolement.

L'analyse des résultats montre que certains hybrides se comportent mieux que les variétés composites, en particulier des hybrides italiens qui produisent 6-7 tonnes/ha.

Cependant ce sont des variétés composites jaunes à grain corne, proches du Maka traditionnel de la région qui ont été retenues à la fin du projet et proposées à la vulgarisation, pour d'évidentes raisons de facilité de multiplication.

Variétés	Origine
Early Thai	Philippines
CPJ Bouaké	Côte d'Ivoire
Diara	Inde
A 53-54	Inde
Katumani	Kenya
Kisan	Inde
Penjalinan	Philippines

Variétés proposées à la vulgarisation au terme du projet de Guédé

En 1984, trois variétés étaient encore multipliées à la station de Guédé : Early Thaï, Diara et Penjalinan. Elles se ressemblaient beaucoup. Une enquête menée auprès de la SAED a montré que la variété Early Thaï avait été multipliée à Matam et diffusée largement dans les périmètres irrigués de la SAED. Les autres variétés des projets de Guédé semblent avoir été abandonnées.

En regardant de près les résultats de T. Moscal on constate que c'est la variété Early Thaï qui avait fourni les performances les plus régulières.

date de cycle (j.)	sem. hiv. 75-76	sf 175/76	hiv. 21/06/76	sf 30/176/77	hiv. 77	sf 77/78	hiv. 78	sf 78/79
			11/1	15/06	15/10	.	30/10	
			19	89	105	.	115	
rendement kg/ha	2500	5370	2435	4455	3315	2072	5363	4712

Résultats d'essais pour Early Thaï de 1975 à 1979, à Guédé

saison	hiv. 85	sf 85/86	hiv. 86	sf 86/87		hiv. 87
date de semis	-	22/11	4-24/07	14-20/11	6/12	11/07
cycle (j.)	86	128	84	117	123	88
rendement (kg/ha)	4700	4300	3000	3400	1900	1800

Résultats d'essais pour Early Thaï de 1985 à 1987, à Fanaye (moyennes)

En 1985 Early Thaï, Diara et Penjalinan ont été réintroduites de leurs organismes d'origine.

Multipliées et essayées on a constaté que Diara et Penjalinan étaient en réalité deux variétés très précoces, mal adaptées à la région. Early Thaï se comportait par contre bien et ses caractéristiques étaient conformes à celles de la variété qu'on avait maintenue à Guédé et multipliée à la SAED, à l'exception d'un grain légèrement plus clair.

La variété Early Thaï qui est donc bien adaptée à la région et a été largement diffusée dans la région a été choisie comme témoin constant pour les essais du programme de l'ISRA. On a donc continué de mesurer ses performances, à Fanaye. D'autre part, en l'absence de variétés à diffuser immédiatement, on a assuré la production de semences de base de cette variété Early Thaï.

b) Etude des pratiques culturales en casier

Les études sur ce domaine, menées par T. Moscal, ont été assez peu nombreuses. On retiendra essentiellement :

- quelques essais sur les dates des semis,
- un essai sur l'utilité du billonnage,
- un essai de fumure azotée,
- des essais de densités de semis.

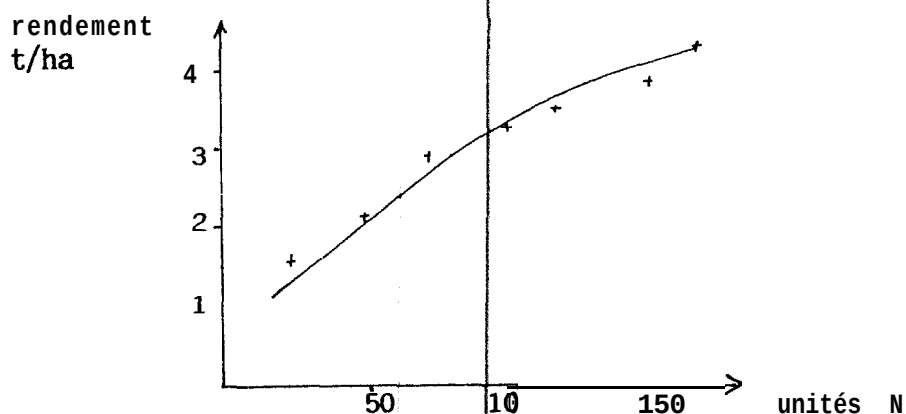
* dates de semis

Après quelques travaux d'approches, T. Moscal conclut que les semis de saison froide doivent être effectués entre le 3.5 Octobre et le 15 Novembre, ceux d'hivernage entre le 10 Juin et le 1er Juillet. La saison chaude est trop défavorable à la culture du maïs.

* billonnage

Un essai de T. Moscal montre que le billonnage ne présente pas un avantage décisif comparé à une culture pratiquée sur un sol labouré parfaitement plané et où l'irrigation est parfaitement maîtrisée. (Ce qui prouve évidemment l'intérêt qu'il y a à vulgariser la pratique du billonnage) lorsque ces dernières conditions ne sont pas remplies).

* Fumure azotée



T. Moscal : Essai de fumure azotée, saison sèche froide 1977/78
4 répétitions, mélange de composites jaunes.

L'essai montre qu'on atteint une limite de production autour de 5,0 tonnes/ha avec le composite utilisé, dans les conditions de culture du casier. Cette limite est atteinte pour des doses d'azote de 150 unités par hectare.

L'essai montre aussi la mauvaise efficience de l'azote apportée, puisqu'il faut presque 4 unités par quintal de grain (contre 2,5 à 3 en Europe), peut être par le lessivage dû à l'irrigation.

* Densité de semis

Quelques essais concernant la densité de semis à pratiquer sont aussi rapportés pour T. Moscal. Mais ils ont été conduits sans répétition et conduisent à des résultats surprenants qui amènent aux recommandations suivantes pour les composites vulgarisés :

- semis d'hivernage : 50 à 60.000 pieds/ha
- semis de saison froide : 60 à 70.000 pieds/ha.

c) Etude des besoins hydriques

D.A. Rijks, expert de la FAO, a mesuré les besoins hydriques du maïs cultivé à Guédé. Une estimation provisoire de ces besoins a été publiée en 1976 dans la synthèse des travaux d'agroclimatologie du programme de Guédé.

Ces estimations proviennent de 4 séries de mesures pour la saison froide faites de 1971-72 à 1974-75, mais d'une seule série pour l'hivernage effectuée en 1972.

Saison froide (semis de mi-Novembre)		hivernage (semis début Juin)	
Semaines après semis	K'	Semaines après semis	K'
1 - 4	0,5	1 - 3	0,4
5 - 7	0,5 à 0,9	4 - 12	0,9
8 - 13	0,9	13 - 14	0,5
14 - 16	0,6		
17 - 19	0,3		

Estimation provisoire des besoins en eau moyens des cultures de maïs à Guédé : rapport entre l'évapotranspiration et l'évaporation du bac classe A (coefficient K').

d) Autres travaux

Une étude malherbologique a été conduite par E.L.P. Davies. Elle montre que toutes les annuelles sont maîtrisées par un épandage d'atrazine, et que le Cypérus rotundus, pérenne, est difficile à maîtriser et risque de s'étendre.

Quelques relevés qualitatifs sur les insectes ravageurs et un essai de lutte contre les foreurs par l'utilisation du *Bacillus thuringensis* ont été conduits par T. Moscal. Les résultats ne sont pas probants.

V - SYNTHÈSE DES TRAVAUX DU PROGRAMME MAIS DE L'ISRA, 1984-1988

A partir de Novembre 1984, un programme de recherche pour l'amélioration de la culture du maïs irrigué a débuté au Centre ISRA de Saint Louis. Il a été confié à un sélectionneur, B. Clerget, de Novembre 1984 à Août 1988.

Le premier travail de ce programme a été de faire le point sur la situation existante pour la culture du maïs dans la région, et d'identifier les besoins en produits de recherche, exprimés ou prévisibles, afin de définir les objectifs du programme.

La situation existante a été décrite dans les pages précédentes.

51 - Les objectifs

a) Les objectifs officiels de production

	6ème Plan 1980-84			Prévision 2000		
	Superficies (1000 ha)	Production (1000 t)	Rendement (t/ha)	Superficies (1000 ha)	Production (1000 t)	Rendement (t/ha)
pluvial	76	83	1,1	150	250	1,7
irrigué	2	8	4,3	11	50	5,0

Statistiques et objectifs de production du maïs au Sénégal

Plan céréalier - Ministère du Développement Rural - Mai 1986

Le maïs est une céréale de seconde importance au Sénégal, du point de vue des quantités produites, loin derrière le couple mil-sorgho.

Cependant le 7^e Plan Gouvernemental (1985-89) et le Plan Céréalier pour l'horizon 2000 considèrent prioritaire le développement de la production de cette plante.

L'objectif du Plan Céréalier est la couverture de 80 % des besoins en céréales du Sénégal en l'an 2000, contre 52 % aujourd'hui.

Pour atteindre ce but on ne pourra augmenter que légèrement les superficies cultivées, de sorte que l'accent doit être principalement mis sur une intensification raisonnable de la culture.

Dans les zones de diffusion du maïs, les marges brutes de culture du mil-sorgho sont sensiblement moins élevées que celles du maïs, il est donc à prévoir que le maïs se substituera en partie au mil-sorgho dans ces régions. D'autant que l'intensification légère prévue sera plus profitable au maïs.

Dans la zone irriguée on table d'abord sur une augmentation importante des surfaces aménagées et sur une légère augmentation des rendements, qui les ferait passer de 4 à 5 tonnes/ha.

Il faut noter que ce chiffre de 4 tonnes/ha pour la période 1980-84 était largement surestimé. En 1987, la SAED a revu ce chiffre en baisse et compte maintenant un rendement moyen de 2 tonnes/ha, beaucoup plus proche de la réalité.

L'objectif apparaît donc beaucoup plus ambitieux : il s'agit de porter les rendements des cultures irriguées de 2 à 5 tonnes/ha, en moyenne, en 10 ans.

Dans l'état actuel des connaissances acquises il paraît possible d'amener les agriculteurs de la vallée à un niveau de production d'environ 4 tonnes/ha.

Ce qui signifie que la production moyenne sera alors inférieure à 4 tonnes/ha.

Il faudrait donc qu'une partie des agriculteurs atteignent des rendements bien supérieurs à 5 tonnes/ha. Ce qu'on ne sait pas faire aujourd'hui sur les terres de fonde et qu'il faudra apprendre à faire sur le sable du diéri. Ceci constitue l'objectif principal du programme de recherche pour l'amélioration de la culture du maïs.

D'autre part cet objectif de production ne pourra être atteint que si les mesures d'accompagnement nécessaires sont mises en place. Elles sont prévues dans le Plan Céréaliier :

- Accès au crédit
- Disponibilité des intrants
- Fixation d'un prix plancher au producteur
- Contrôle des importations de céréales
- Commercialisation et transformation.

Il est possible que ces activités soient assurées par des structures privées. Cela nécessitera d'établir une politique des prix incitative pour tous les intervenants. Mais d'autre part le produit proposé devra rester d'un prix abordable pour le consommateur.

Le riz et le blé sont les céréales les plus utilisées aujourd'hui en milieu urbain, parce qu'elles sont d'emploi facile. Il faut que les autres céréales les concurrencent dans ce domaine, parce que la seule incitation financière risque d'être insuffisante pour modifier la demande, à moins qu'elle soit très forte.

Le "riz de maïs" et les incorporations de farine de maïs dans le pain ou les pâtes permettront cette concurrence.

La qualité du maïs produit devra prendre en compte les débouchés de commercialisation visés.

On peut aussi essayer d'introduire de nouvelles recettes de consommation : la confection de tortillas par exemple pourrait créer de nouveaux marchés pour le maïs.

Dans tous les cas il faudra que le programme d'amélioration puisse proposer des variétés adaptées à chaque utilisation.

b) Les objectifs retenus pour le programme de recherche ISRA

* En sélection,

Compte tenu des objectifs officiels et de la situation actuelle de la culture de maïs, on s'est fixé à moyen terme les objectifs suivant :

Pour les paysans de la moyenne vallée :

- Ils cultivent sur des petits périmètres irrigués, sur des sols fondés. Leur capacité d'investissement est faible, peu d'entre eux sont formés à la culture du maïs irrigué.
- La culture du maïs dans leur milieu (sol et climat) n'est pas facile. Ils disposent de peu d'actifs et font la plupart des opérations à la main.
- Dans les prochaines années cette situation n'évoluera que lentement.
- On leur proposera donc une variété supportant la submersion, dont le rendement soit aussi stable que possible (c'est à dire que la variété tolère des conditions difficiles), adaptée aux deux saisons de culture.

Il s'agit d'un compromis et cette variété ne pourra avoir qu'un potentiel limité.

Utilisateurs	Formule génétique	Cycle	Potentiel	Grain	Débouchés
Paysans de la moyenne vallée	1 variété à pollinisation libre (peu renouvelée)	hivernage : 90 jours saison froide : 130 j.	5 tonnes/ha	jaune corné blanc corné	épis verts, couscous riz de maïs
Industriels ou grosses exploitations du delta, sur sable sous aspersion	2 variétés à pollinisation libre	« hivernage : 120 jours * saison froide : 120-150 j.	6 tonnes/ha	corné	consommation humaine
1. début de production ou culture semi-extensive			6 tonnes/ha		
2. culture intensive	2 hybrides	* hivernage : 120 jours	8 tonnes/ha	denté	consommation
		* saison froide : 120-150 j.		corné-denté	animale

Objectifs de sélection du programme de recherche maïs Irrigué de l'ISRA

Pour les agriculteurs du delta :

- La culture sur sable sous aspersion impose une maîtrise technique telle, qu'elle ne pourra être conduite que par des exploitants capables de mener une culture intensive de maïs.

Par ailleurs ils seront obligés de viser l'intensification pour atteindre une productivité suffisante.

On leur proposera donc des variétés à haut potentiel, dont les exigences pourront être satisfaites dans ces systèmes de culture.

Ces variétés seront surtout adaptées aux conditions pédo-climatiques particulières du delta.

* Agronomie

Les objectifs précis ne sont pas définis aujourd'hui. Il s'agit de mettre au point les techniques culturales qui permettront d'obtenir des rendements à la fois élevés et stables dans le temps, tant sur les sols de fondé que sur ceux de diéri.

* Entomologie

Le risque d'attaque d'insectes est important dans la région, en particulier dans le delta.

Il s'agit donc de mettre au point des dispositifs de lutte, d'évitement ou de tolérance qui autoriseront une culture à risque acceptable.

En particulier on étudiera les résistances du maïs aux foreurs présents dans la région.

52 - Le dispositif de recherche

Depuis 1984 on a travaillé sur trois stations de l'ISRA dans la vallée.

a) Fanaye :

* Environnement pédo-climatique

Cette station est située à 150 km de Saint Louis. L'emplacement choisi permet de disposer, sur une distance réduite, de tous les terrains typiques de la toposéquence habituellement rencontrée dans la vallée.

On doit toutefois noter que les terrains de fondé de la station de Fanaye sont plus lourds (35-40% d'argile) que ceux des fondés de la région de Matam (20-25% d'argile).

Les terrains de fonde de Fanaye sont en fait représentatifs des fondés de la partie occidentale de la moyenne vallée, de Boghé à Dagana. En amont les fondés sont plus légers, souvent situés à des cotes nettement plus élevées par rapport au lit du fleuve, ce qui leur assure un meilleur drainage.

De plus les horizons profonds des fonde de berge sont sales dans cette partie occidentale de la vallée, ce qui n'est plus le cas en amont de Boghé. Cette salure doit être prise en compte et étudiée, parce qu'elle semble poser des problèmes pour les cultures de tomate et de maïs dans cette région.

Cette représentativité limitée des terrains de fonde de la station de Fanaye, n'est pas réellement gênante pour les travaux de sélection : travaillées dans les conditions les plus difficiles (terrains lourds, mal drainés), on peut penser que les variétés retenues se comporteront d'autant mieux dans des conditions un peu plus faciles.

En ce qui concerne le climat, on peut estimer que celui de Fanaye est représentatif pour toute la vallée.

- Les températures minimum et maximum sont à peu près homogènes dans la région, même si les conditions sont un peu plus sévères à Matam, mais à des saisons où cela n'a pas d'influence pour la culture du maïs : Mai-Juin et Octobre.
- Les précipitations d'hivernage sont plus fréquentes et couvrent une saison un peu plus longue dans l'Est de la vallée. Mais cela ne change pas fondamentalement les conditions climatiques: humidité et température sont du même ordre, la violence des pluies est identique et l'irrigation d'appoint est partout nécessaire (avec des quantités variables). Seul l'ensoleillement est un peu différent.

* Environnement matériel et humain

Pour la partie ISRA la station comporte une dizaine d'hectares de casiers aménagés en deux zones :

1°/ fondé de berge et hollaldé

2°/ fondé.

Une pompe flottante est installée sur le N'Gallenka, bras, mort du fleuve, chargé par l'aval.

Un système de drainage existe, mais fonctionne mal, par manque d'entretien,

Les parcelles disponibles pour l'expérimentation du maïs, sur le fondé, sont au nombre de 14. Ce sont des bandes de 12 x 160 m, longées par des canaux secondaires assurant l'irrigation (par submersion) et le drainage.

La station est en fait un PAPEM, promu à un nouvel avenir.

L'équipement est sommaire : 1 hangar, 1 bureau.

Des tracteurs et quelques outils permettent d'effectuer la préparation des sols. Les autres opérations se font à la main.

Le personnel est peu qualifié et peu motivé. L'éloignement de la station par rapport à Saint Louis pose des problèmes de suivi et d'autorité hiérarchique.

L'intégrité territoriale de la station, propriété d'état, installée en milieu villageois n'est pas assurée.

En 1988, des travaux sont entrepris pour améliorer l'équipement de la station :

- des bâtiments sont en cours de construction : salles de travail, hangars fermés, logement du chef de station, chambres de passage.
- une clôture fermera la station
- les terrains seront réaménagés et un agrandissement est prévu.

b) Guédé

La station de Guédé est située à 220 km de Saint Louis. C'est une station ancienne, utilisée par l'IRAT dans les années 60 et par l'OMVS dans les années 70. Elle comporte deux casiers, l'un sur sol fonde, l'autre sur hollaldé. On a mené des essais à Guédé pendant 2 saisons : hivernage 1985 et saison froide 85 - 86, sur le casier de fondé.

Il était important de comparer les résultats obtenus sur cette station, à ceux qu'avait obtenus T. Moscal sur le même lieu, dans le cadre du programme de recherche de l'OMVS. Ce programme constitue en effet la référence actuelle en matière de céréaliculture dans la vallée.

On n'a cependant pas continué l'expérimentation à Guédé :

- les conditions pédo-climatiques font double emploi avec celles de la station de Fanaye ;
- L'ISRA ne souhaitait pas prendre en charge cette station ;
- les terrains de la station sont actuellement très hétérogènes (par constitution ou à la suite des travaux de recherche ?) et ne permettent pas l'expérimentation variétale.

c) N'Diol

* Environnement pédo-climatique

Cette station est située à 25 km de Saint Louis, dans le delta.

Elle comporte une cuvette de 60 ha sur sol hollaldé, salé, propre à la seule riziculture et environ 40 ha sur le diéri (sable dunaire). Il n'y a pour ainsi dire pas de terrain de transition dans le delta.

L'expérimentation du maïs concerne donc la partie diéri, arrosée par aspersion. Il s'agit de mettre au point la culture du maïs dans ces conditions, puisqu'on envisage dans le futur d'installer des pivots d'arrosage dans le delta et le long du canal de Cayor ou de la vallée du Ferlo.

Le sable dunaire est très pur et contient 98% de sable (analyses de la SOCAS à Savoigne).

Le climat de la station de N'Diol est de type sub-canarien, à cause de la forte influence maritime. Ce climat concerne une bande littorale d'environ 50 km de large (limite courante : Ross-Bethio sur la route).

Les résultats obtenus à N'Diol ne seront donc pas directement extrapolables hors de cette zone climatique, en particulier autour de Richard Toll, le long du canal de Cayor...

* Environnement matériel et humain

L'eau de la station est pompée dans le Lampsar, marigot rempli par des pompes de la SAND à partir du fleuve. Aujourd'hui il existe des problèmes quand à la capacité de pompage et au niveau de l'eau dans le Lampsar.

Le canal d'amenée d'eau vers le diéri est commun avec le périmètre Lampsar de la SAED. Il est rempli par la SAED en période de culture, par une pompe de la station sinon. Une pompe de reprise envoie l'eau dans un réseau d'aspersion à maillage partiel 12 x 12, sur le diéri.

Les possibilités de déficience sont nombreuses sur ce circuit compliqué.

La maîtrise de l'irrigation n'est pas assurée (pression, temps de pompage...). Le matériel disponible doit être révisé et changé en partie.

La station comporte un équipement sommaire : un hangar, un bureau, un séchoir. Des tracteurs et quelques outils permettent d'effectuer la préparation des sols. Les autres opérations se font à la main.

Le personnel est peu qualifié et peu motivé.

En 1988 des travaux sont entrepris pour améliorer l'équipement de la station :

- des bâtiments sont en cours de construction : salles de travail, hangars fermés, logement du chef de station.
- une clôture ferme la station.
- les terrains seront réaménagés et le matériel d'irrigation entièrement renouvelé.

53 - Le tri variétal

En 1984 le programme de recherche pour le maïs irrigué de l'ISRA partait de zéro. En particulier il ne disposait d'aucune semence, d'aucune variété à diffuser.

Les seules références disponibles pour la culture du maïs étaient les travaux de T. Moscal à Guédé. De plus trois variétés avaient été maintenues, mais sans isolement, à la station de Guédé : Early Thai, Diara et Penjalinan.

De 1984 à 1988, le programme de recherche est conduit par un sélectionneur, et orienté en priorité vers la recherche variétale.

Le premier travail à mener consistait à établir des références quant aux types de matériel les mieux adaptés dans la région et à la façon de les cultiver.

On a donc essayé une large gamme de variétés, dans le but de trier les meilleures adaptations puis les meilleures variétés disponibles qui sont susceptibles d'être diffusées en remplacement des variétés actuelles.

Les variétés essayées ont été fournies par des organismes internationaux : CIMMYT, IITA, SAFGRAD et IRAT.

On a testé environ 350 variétés.

a) Les populations du CIMMYT

Le CIMMYT pratique la sélection récurrente sur une quarantaine de populations qui composent le matériel de travail de "L'Advanced Generation Unit". Ces populations ont été constituées de façon thématique en fonction de :

- la zone écologique
- le cycle
- la couleur du grain
- la texture du grain,

et font l'objet de sélections pour certains caractères prioritaires, par population : maladies, insectes, caractères organiques ou morphologiques.

En l'absence de référence quant aux adaptations à rechercher pour la région, on a choisi de tester le plus grand nombre de ces populations. On dispose à présent d'informations quant au comportement dans la région pour 28 de ces populations.

On a résumé dans le tableau correspondant, deux informations, parmi les plus importantes, recueillies dans les essais :

- 1 - % du témoin. Il s'agit du rapport rendement de la population sur le rendement du témoin.
Le témoin constant est Early Thaï.
- 2 - Cycle semis-maturité, exprimé en jours.

La précision de ces informations n'est pas la même pour toutes les populations. Ces chiffres sont des moyennes obtenues pour les variétés issues d'une même population et testées dans les essais EVT. Mais le nombre des variétés testées par population est très variable.

On a choisi de tester les populations du CIMMYT dans les essais EVT. Il y a plusieurs raisons à ce choix :

- les essais ELVT ne comportent qu'un nombre réduit de populations, les meilleures dans le monde. On cherchait à tester une gamme large.

Population	Grain	Précocité	rendement % témoin (Early Thai)					sele		s - mât		é (jours)	
			hiver nage		saison froide			hiver nage		s - mât		é (jours)	
			a5	86	85	86	a7	a5	86	a5	86	a5	86
21 Tuxpeño 1	b.d	L	115					94					
22 Mezcla Tropical Blanco	b.dc	L	126					90					
23 Blanco Cristallino - 1	b.c	I	a9		72			87		139			
24 Antigua Veracruz 181	j.cd	I	a9		121			a7		131			
25 Blanco Cristallino - 3	b.c	L											
26 Mezcla Amatilla	j.cd	I	108		107			85		126			
27 Amarillo Cristallino - 1	j.c	L	81		105			89		133			
28 Amarillo Dentado	j.d	L											
29 Tuxpeño Caribe	b.d	L	120		103			88		131			
30 Blanco Cristallino - 2	b.cd	E	110		129			83		127			
31 Amarillo Cristallino - 2	j.cd	E			117					125			
32 ETO Blanco	b.c	L	79		a9			90		140			
33 Amarillo Subtropical	j.c	I				108						110	
34 Blanco Subtropical	b.cd	L		162		126			88		122		
35 Antigua Republica Dominicana	j.d	I	101		124			a3		132			
36 Cogollero	or.cd	I	104		119			88		131			
42 ETO Illinois	b.dc	L		184		108			a9		125		
43 La Posta	b.d		117		106			90		132			
44 AED Tuxpeño	b.d	---		171		106			91		124		
45 Amarillo Bajio	j.d	I		151		135			79		115		
46 Templado Amatillo Cristallino	j.c	E				99						101	
47 Templado Blanco Dentado	b.d	I											
46 Compuesto de Hungria	j.d	E		134		126	111		78		113	107	
49 Blanco Dentado-2	b.d	I	132			105		a4		137			
61 Early Yellow Flint QPM	j.cd	E											
62 White Flint QPM	b.cd	L		91	a7				a9	138			
63 Blanco Dentado-1 QPM	b.d	L		113	104				a9	137			
64 Blanco Dentado-2 QPM	b.d	L											
65 Yelbw Flint QPM	j.cd	I		94	a7				a7	135			
66 Yellow Dent QPM	j.d	L											
67 Templado Blanco Cristallino QPM	b.cd	I											
68 Templado Blanco Dentado QPM	b.dc	I		115		143			a4		126		
69 Templado Amarillo QPM	j.c	L											
70 Templado Amarillo Dentado QPM	i.d	L		99		95			a3		127		

Deux informations recueillies dans les essais de 1984 à 1988 pour 28 populations du CIMMYT

- Le dispositif d'essai est réduit à deux ou trois stations pour la région, et seule la station de Fanaye s'est révélée suffisamment fonctionnelle. On ne pouvait donc pas répéter les essais sur plusieurs lieux.

Les coefficients de variation obtenus dans les essais sont importants. Il fallait donc augmenter le nombre de répétitions pour mettre des différences en évidence. Or les essais du CIMMYT ne comportent que quatre répétitions. Cependant lorsqu'on s'intéresse à l'adaptation globale d'une population, on multiplie beaucoup le nombre de répétitions pour cette population, en regroupant les résultats de toutes les variétés qui en sont issues.

Les conclusions :

- On a généralement constaté que les populations tardives expriment mal leur potentiel dans cette région.
- Les matériels à cycle intermédiaire semblent plus prometteurs.
- Le cycle du témoin, Early Thaï, est à situer dans cette gamme intermédiaire.

Les populations sub-tropicales semblent les plus intéressantes. Les résultats par rapport au témoin en hivernage sont peut-être surestimés par suite d'une densité faible des témoins non expliquée avec une certitude totale (erreur possible).

Cependant le comportement des populations 34, 45, 48 et 68 en saison froide 86-87 confirme cette impression.

Pendant ces deux saisons d'essai, hivernage 1986 et saison froide 1986/87, les populations sub-tropicales ont montré une plus grande rusticité que le témoin, puisqu'elles prennent nettement l'avantage quand la production du témoin s'écroule. La raison première semble être une moins bonne tolérance de Early Thaï aux submersions prolongées lors de la levée, comme l'ont montré les travaux de D. BROSSARD en hivernage 1986.

b) Les populations de l'IITA

L'IITA possède quelques populations en propre, issues de sélection dans du matériel africain, nigérian pour l'essentiel.

L'essentiel du travail génétique réalisé actuellement par l'IITA porte sur le transfert de la résistance au Streak dans ses populations et celles du CIMMYT.

Les populations n'ont pas toutes été essayées pendant 2 saisons, faute d'avoir reçu les essais.

Elles se comportent relativement bien, au moins aussi bien que le témoin Early Thai, mais sans performance réellement notable.

Les populations TZSR-W-1 et TZESR-W-1, blanches cornées, pourraient présenter un grand intérêt pour une transformation en "riz de maïs".

c) Les populations du SAFGRAD

Le SAFGRAD possède quelques variétés en propre. L'essentiel du travail génétique réalisé actuellement porte sur la précocité (pour échapper à la sécheresse) et sur la tolérance à la sécheresse.

Les variétés précoces ont un comportement intéressant : légèrement plus précoces que le témoin Early Thai, elles ont un potentiel du même ordre que lui.

Les variétés intermédiaires semblent mal adaptées.

d) Les variétés de l'IRAT

Il n'a pas été facile de tester les variétés de l'IRAT, dont les semences un peu âgées levaient très mal dans les sols lourds.

On a donc multiplié les variétés à fécondation libre qui ont été testées en collection à partir de l'hivernage 1986.

On a regroupé sur le tableau les variétés qui ont montré une adaptation suffisante dans ces tests et pourront présenter un intérêt pour les sélections futures. C'est le cas particulièrement pour IRAT 35, IRAT 48 et IRAT 199. Cette dernière variété est la soeur de la Jaune Denté de Bambey (Tocumen 7635).

e) Les hybrides testés

On sépare les variétés de formule hybride des autres variétés testées, à pollinisation libre.

Le test de variétés hybrides a été fait dans une optique différente. Il s'agit de disposer de résultats concernant les hybrides commerciaux actuellement disponibles, afin de pouvoir fournir un conseil à un éventuel demandeur (exploitant privé, régie...).

			rendement % témoin					cycle semis - maturité				86
			hivernage			saison froide		hivernage			saison	119
			Grain	Précocité	85	86	87	85	86	87	85	119
POPULATIONS DE L'IITA												
Pool 16			b.cd	E		117		133	80			119
TZSR.W.I			b.c	L		141			92			
TZSR.Y.I			j.d	L		107			91			
TZSR.W			b.c	E		99		97	81			119
RUT			b.cd	I		106			91			
POPULATIONS DU SAFGRAD												
Safita 2			b.d	E		108		129	77			113
D 822			b.cd	E		125		116	77			115
D 765			j.d	E		94		112	75			111
CSP			j.c	E		100		86	74			112
Safita 102			b.d.	I				92				129
Latente x Latente				I				78				127
Staha				I				52				131
VARIETES DE L'IRAT												
IRAT 35	CBB	Côte d'Ivoire	b.cd	I		93		148	88			117
IRAT 48	CPJ	Côte d'Ivoire	or.c	E			101	105		85		118
IRAT 171	NCB Blanc	Burkina	b.d.c	I		101		104	85			118
IRAT 199	Ferké (1) 7635		j.c	I			120	100		89		118
IRAT 200	Ferké (1) 7928		j.d	L		86		118	85			
IRAT 217	NCB jaune	Burkina	j.dc	I		101		83	85			122 117
IRAT 218	Ferké (1) 7529		b.d	L		97		147	90			120
HYBRIDES												
PFA 13	Pioneer		j.d	I	154		155		84		121	
PFA 14	Pioneer		j.d	I	180		155		93			
HE 6132	Limagrain		j.d	L	140		230		85		124	
HE 1101	Limagrain		b.d	L	49		163		95		131	
FBH 1	IRAT 298		b.cd	L	170		152		90		131	
FBH 4	IRAT		j.cd	L	127		173		88		129	

Deux informations recueillies dans les essais de 1984 à 1988 pour les variétés et populations de l'IITA, du SAFGRAD et de l'IRAT et quelques hybrides performants

D'autre part on peut ainsi mesurer le potentiel maximal avec des pratiques culturales optimales utilisées pour les essais.

Enfin l'utilisation des hybrides devrait s'imposer dans les exploitations qui cultiveront du maïs sous pivot sur le sable du diéri.

On n'a malheureusement pas réussi beaucoup d'essais d'hybrides ; ceux qui ont été conduits à la station de N'Diol (IITA, IRAT) ont plus ou moins échoués, pour diverses raisons :

- Attaque de sauteriaux, avec destruction totale,
- Attaque de foreurs, avec infestation totale,
- Mauvaise gestion de l'irrigation,
- Des problèmes de conservation des semences traitées sont apparus pour l'essai INERA-IRAT.

En définitive les seules observations utilisables ont été recueillies dans les essais EMIAT-IRAT sur les stations de Fanaye et de Guédé, en hivernage 85 et saison froide 85-86.

Les principales conclusions sont :

- Mauvaise levée dans la région des hybrides de l'IITA,
- Comportement différent de certaines variétés suivant la saison : FBH4, HE 1101,
- Plus-value atteignant 4 tonnes/ha pour les meilleurs hybrides, face à Early Thaï.

Les résultats pour les six meilleurs hybrides sont reportés dans le tableau de la page 47.

f) Early Thaï

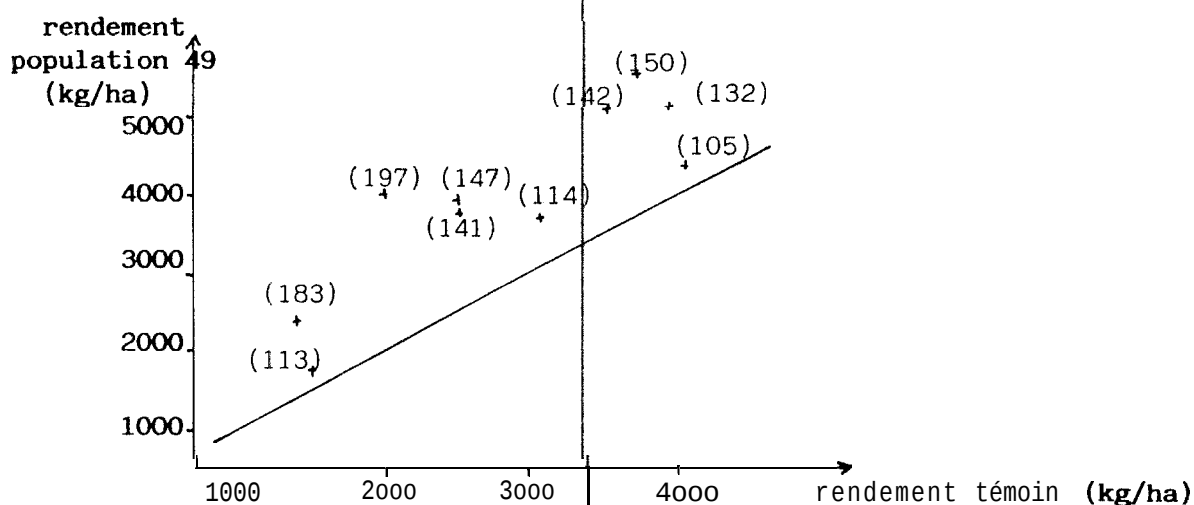
Une autre conclusion apparaît très clairement à la suite de ces essais : la variété témoin, Early Thaï est assez bien adaptée à la région et aux conditions de culture.

Son remplacement par de nouvelles variétés ne s'impose donc pas si facilement. Il faudra disposer de matériels effectivement plus performants, mieux adaptés aux conditions de culture et acceptés par les paysans.

Early Thaï est à priori une sélection effectuée dans SUWAN 1. C'est une variété orange cornée, comme la variété traditionnel le Maka. Elle est exceptionnellement, bonne lorsqu'elle est consommée en vert, sous forme d'épis grilles.

Il semble quand même que la stabilité de rendement de Early Thaï constitue une faiblesse de la variété, grave dans les conditions actuelles de culture. Si la variété dispose d'un potentiel correct, de l'ordre de 5 tonnes/ha, elle supporte moins bien que d'autres matériels les conditions difficiles :

C'est ce qu'on constate sur la courbe suivante, où la population 49 du CIMMYT offre un net avantage de production lorsque Early Thaï ne produit que 1,5 à 3,0 tonnes/ha.



Comportement de la population 49 du CIMMYT dans les essais de 1985 à 1987. Pour chaque comparaison, on indique entre parenthèses le rapport en pourcentages entre les rendements de la population 49 et ceux du témoin Early Thaï.

54 - La création variétale

Les travaux dans ce domaine ont été peu nombreux. Commencée en 1985 le programme de sélection devait, en préalable à toute création, définir ses objectifs en fonction des conditions régionales et rechercher dans le même temps les types de maïs adaptés aux conditions agro-climatiques locales.

On constituait simultanément un début de collection, en conservant à mesure les matériels retenus et susceptibles d'être ensuite utilisés pour le programme de création variétale.

Un problème se pose pour conduire ces opérations : on dispose d'une surface de travail réduite et les possibilités de cultiver en isolement sur une même station sont quasi-nulles. Ce qui complique la mise en oeuvre de toutes les opérations en pollinisation libre.

541. Création d'un composite jaune corné

A partir de fin 1986 on a commencé les opérations de création d'un composite précoce jaune corné.

En contre saison 1986-87 les opérations de semis d'un top-cross ont échoué, par manque de personnel suffisamment formé.

En hivernage 87 on a tenté de constituer les semences pour un diallèle qui aurait permis à la fois de constituer le composite précoce jaune corné et d'analyser l'aptitude à la combinaison des constituants choisis pour ce composite.

L'objectif n'est pas atteint, puisqu'il manque deux croisements pour le diallèle.

La constitution du composite peut cependant se poursuivre. La liste des variétés retenues pour créer ce composite et leurs performances mesurées à Fanaye est reportée dans le tableau suivant :

	Grain	rendement (% témoin)			cycle semis- maturité (jours)			origine
		hiv.86	sf 86	hiv.87	hiv.86	sf.86	liv.87	
1. Penjalinan	or.c.			73			80	Philippines
2. SW 1 C9F84L	or.c.	133	117		86	121		Philippines • Suwan 1 ?
3. Poza Rica 7931	j.c.	103	93		86	115		CIMMYT • Arnarillo Cristallino 2
4. Variété Kédougou	j.c.	86			68	97		prospection Sénégal
5. Pop. Sénégal Oriental	j.c.	96			75	112		prospection Sénégal
6. IRAT 48	or.c.		105	101		118	85	Côte d'Ivoire • Composite Cuba+Antigua
7. Diara	or.c.			77			69	Indes
8. Early Thaï	or.c.	100	100	100	86	117	84	Philippines • Suwan 1 ?
9. Maka "Méry"	or.c.	94	114		81	115		prospection

Performances des neuf variétés retenues pour la composition du composite jaune corné

Mesurées à Fanaye en 1986 et 87 • Témoin : Early Thaï

542. Sélection dans Early Thaï

Un premier cycle de sélection dans Early Thaï cultivé sur un fondé lourd, dans des conditions d'engorgement répétées a été mené.

Il sera nécessaire de poursuivre ce travail et de conduire d'autres cycles de sélection si on veut conclure sur la possibilité d'améliorer une variété pour ces conditions.

543. Tolérance à la submersion

Dans les conditions de cultures pratiquées actuellement dans la vallée du Sénégal, sur des sols lourds irrigués par submersion, le maïs lève et croît mal. Ainsi la densité de culture est très souvent insuffisante et limite fortement le rendement.

L'amélioration des techniques culturales en ce domaine est la première priorité à donner aux programmes de développement du maïs. La pratique du billonnage et l'aménagement des parcelles de façon à rendre leur drainage possible seront sans doute les deux mesures les plus efficaces.

a) Croissance en milieu asphyxiant

Il n'en reste pas moins que le maïs rencontrera toujours des conditions de croissance plus ou moins asphyxiantes dans la vallée :

- irrigation régulière mais à forte dose, nécessaire pour balancer la très forte évaporation.
- sol assez lourds ou même très lourds, sans structure. Chaque irrigation provoque un tassement du sol et la fermeture des pores (boue) puis la constitution d'une croûte de surface. Ensuite, après 3 jours, le sol commence à se fissurer très largement et profondément, à mesure du séchage.

S'il existe des variétés de maïs plus aptes à supporter ces périodes d'asphyxie elles doivent être recherchées. Des travaux américains dans ce sens montrent qu'il existe une certaine variabilité génétique pour cette tolérance, liée en particulier à la présence d'aérenchyme, tissu lacunaire, dans les liges et les racines.

b) levée en milieu asphyxiant

Pour le présent, s'il existe des variétés mieux aptes à germer et à lever dans ces conditions d'asphyxie elles doivent être recherchées tant que les techniques de production restent mal adaptées (la formation des paysans et l'amélioration de l'accès aux crédits et matériels nécessaires ne se feront que progressivement).

N.R. Fausey et M.B. Mc Donald ont montré qu'il existe une variabilité génétique du taux de levée en fonction de la durée de submersion après semis.

En s'inspirant, de leurs travaux on a mené des expériences en 1986. Une stagiaire, D. Brossard, en a été chargée.

Les résultats sont consignés dans les courbes correspondantes ci-après.

La première expérience montre clairement que pour des durées de submersion à la levée supérieures à 24 heures, le taux de levée, déjà faible dans le sol lourd utilisé, devient très mauvais. Deux variétés semblent avoir un comportement un peu meilleur que celui des autres variétés :

- Ikenne (1) 8149, variété du CIMMYT
- PFA 14, hybride PIONEER.

La deuxième expérience montre qu'une durée de submersion de 6 à 18 heures après le semis provoque en moyenne le même taux de levée du maïs, mais que ce taux diminue pour une submersion de 24 heures.

L'hybride PFA 14 lève nettement mieux que les autres variétés.

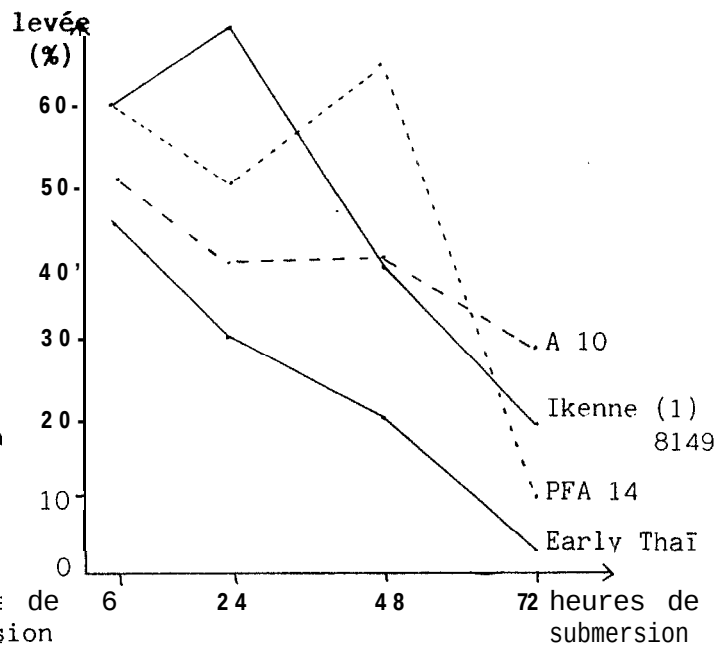
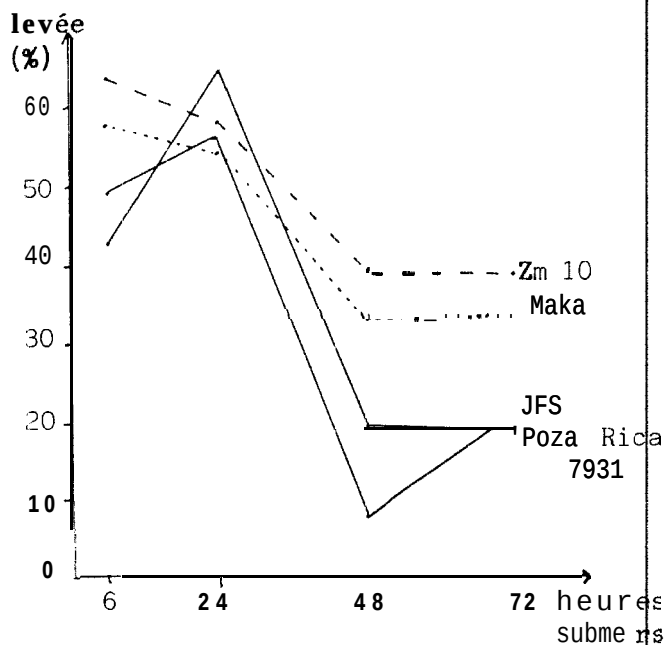
On n'a pas pu prolonger plus loin ces expériences, faute de moyens appropriés.

Elles laissent pourtant espérer une variabilité de comportement au moment de la levée. Une fois celle-ci confirmée, il sera intéressant de sélectionner pour la vallée les variétés les plus performantes à cet effet.

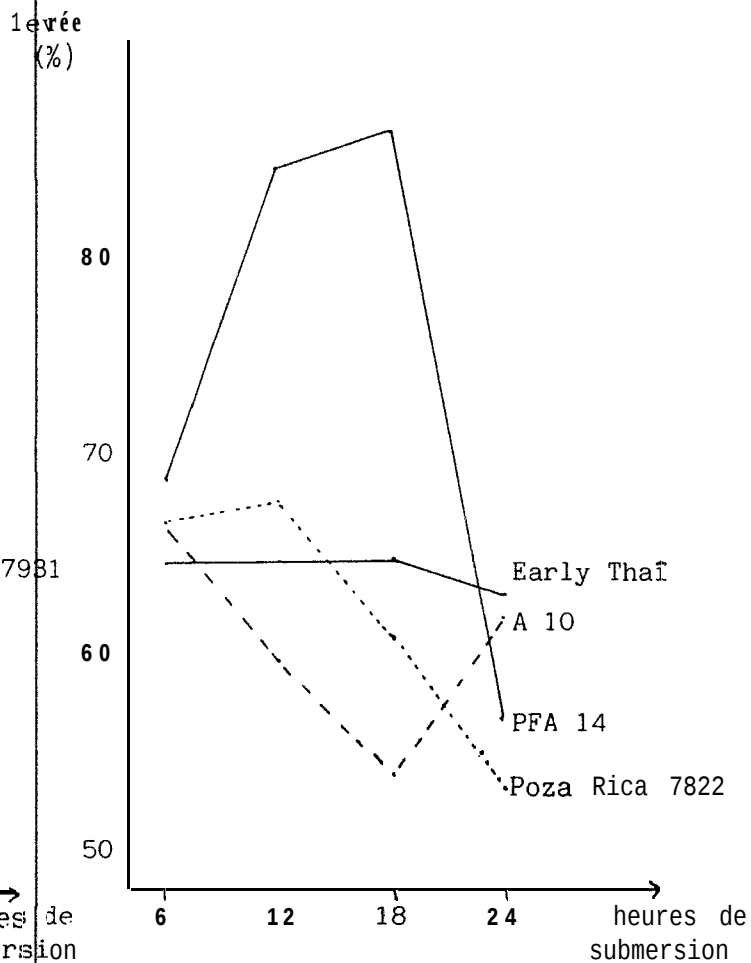
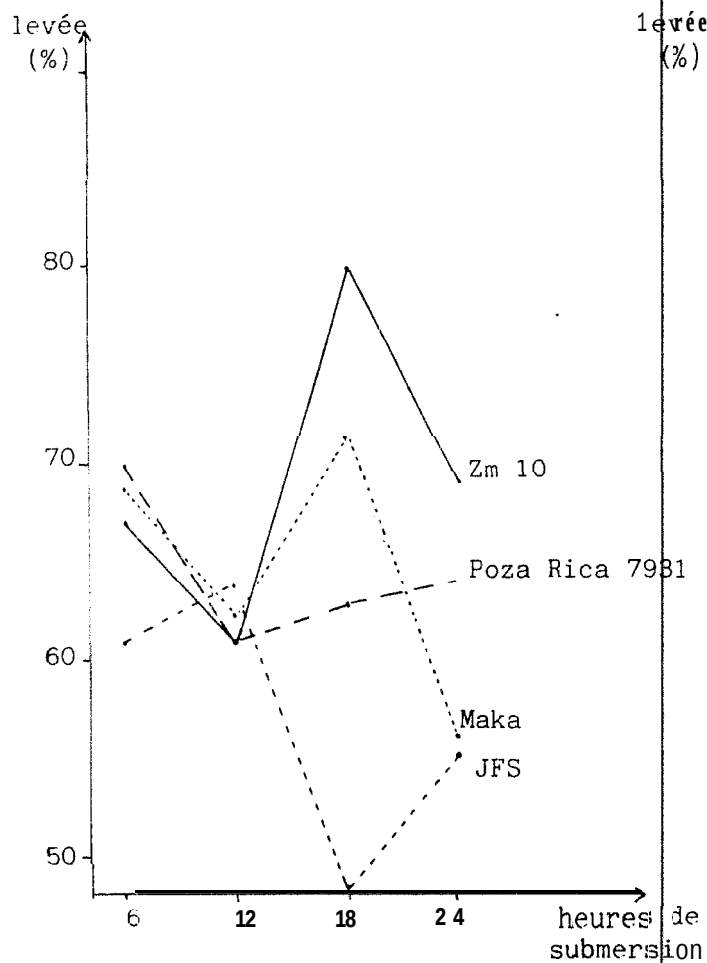
Il sera aussi intéressant d'étudier l'éventuelle existence d'une corrélation entre cette aptitude à la levée en milieu asphyxiant et une bonne croissance dans ce même milieu. Avec l'idée qu'une corrélation positive, permettrait de disposer d'un test précoce, simple d'emploi.

On remarquera pour finir que le tri variétal qui a été réalisé de 1984 à 1988 permet de toutes façons de détecter les variétés qui lèvent bien dans ces conditions :

- les parcelles étaient planes et submergées.
- le taux de plants présents à la récolte indique assez fidèlement le taux de levée.
- le rendement mesuré, dépend beaucoup de la densité finale, et les variétés qui lèvent sont donc bien placées par ce critère.



Courbes des taux de levée en fonction de la durée de la submersion initiale - Expérience 1.



Courbe des taux de levée en fonction de la durée de la submersion initiale - Expérience 2.

c) La résistance aux foreurs

Si la pression exercée par les maladies sur les cultures de maïs de la vallée du Sénégal est nulle aujourd'hui, il n'en est pas de même avec les insectes.

Les sautériaux (*Odealus senegalensis*) et parfois les criquets pèlerins présentent un risque important en particulier pour les semis de saison froide, à la fin de l'hivernage.

Les chenilles phytophages et foreuses de tige sont présentes et provoquent parfois des dégâts importants. On a quelques exemples de destruction totale des cultures de maïs sur des périmètres SAED de la vallée.

Et les attaques de foreurs semblent très violentes et systématiques lorsqu'on cultive du maïs dans le delta pendant l'hivernage.

Les 7000 hectares de canne à sucre de Richard Toll constituent un bon réservoir de foreurs, en particulier pour *Eldana saccharina*.

En 1986 une prospection entomologique a été réalisée dans la vallée sur les cultures de maïs par Monsieur Eloi Diémé. Les cultures de la station de N'Diol ont été trouvées entièrement infestées. Dans la vallée les attaques étaient rares et très faibles.

97 tiges disséquées - 100% d'attaque			
739 chenilles (moyenne : 18/plante)		72 chrysalides	
<i>Eldana saccharina</i>	544	<i>Eldana saccharina</i>	53
<i>Busseola fusca</i>	148	<i>Busseola fusca</i>	18
<i>Sesamia calamistis</i>	27		
<i>Acigona ignefusatis</i>	8		
<i>Oryctoplebia pencontreta</i>	12		

Prospection entomologique sur le maïs,
station de N'Diol
Eloi Diémé, 18-24 Septembre 1986

Le risque d'attaque du maïs par des insectes apparaît donc fort. On ne peut lutter contre les criquets que par des moyens chimiques, connus et utilisés. Par contre on dispose d'une autre stratégie possible dans la lutte contre les foreurs de tige : la résistance variétale.

Un programme de recherche pour cette résistance sera bientôt initié. Cette résistance semble indispensable pour le développement futur de culture de maïs dans le delta.

55 - Les essais agronomiques

Divers essais **agronomiques** ont été conduits dans le but de mieux connaître les **besoins** et les spécificités de la culture du maïs dans la région.

On souhaitait aussi **vérifier** qu'aucun facteur ne limitait **grossièrement** les **résultats** obtenus dans les essais variétaux.

Les études faites de 85 à 87 portent sur la date de semis, les **fumures**, la **densité** de semis, le rythme d'irrigation.

a) Date de semis

Les dates de semis **préconisées** à la suite des travaux de T. Moscal à GUEDE sont :

- hivernage : 10 - 30 Juin
- saison froide : 15 Octobre - 15 Novembre.

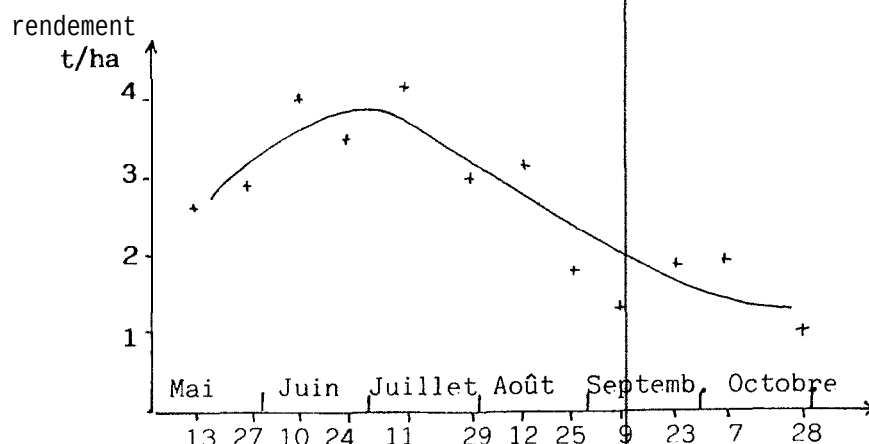
On a voulu **vérifier** ce **résultat**, analyser les causes et mesurer les **pertes** de rendement lorsqu'on **sème** hors de ces **délais**. En particulier pour connaître les **périodes** de semis possibles pour la pratique des opérations de sélection.

Une **experimentation** a été conduite de Mai 1985 à Avril 1986, durant laquelle on **semait** une parcelle de maïs tous les 15 jours

Les **résultats** concernant la courbe de rendement sont **malheureusement** partiels. Ils confirment les **préconisations** antérieures. Et montrent que les semis effectués **au-delà** du 15 Août en **hivernage** et **au delà** du 1er **Février** en saison-froide fournissent une faible récolte.

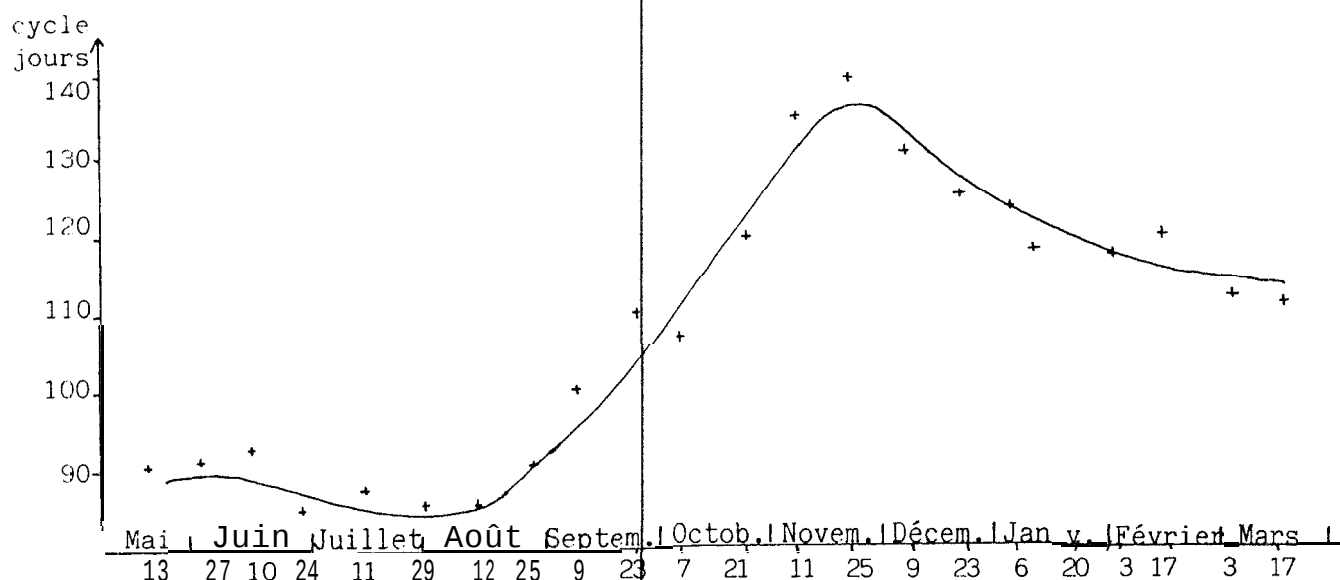
On a d'autre part **tracé** la courbe de l'évolution de la durée du cycle en fonction de la date de semis.

On montre ainsi que la durée du cycle varie de 85 à 140 jours pour la variété **Early Thaï**.



Evolution du rendement de la variété **Early Thaï** en fonction de la date de semis.

Expérience réalisée à Fanaye de Mai à Octobre 1985.



Evolution de la longueur du **cycle** de végétation de la variété **Early Thaï**
 en fonction de la date de semis
 Expérience réalisée à Fanaye de Mai 1985 à Juin 1986.

b) La fumure

T. Moscal avait essayé les doses de fumure azotée et montré que le rendement plafonne pour un apport de 160 unités.

Les essais en vase de végétation (étude SEDAGRI) montrent une déficience en phosphore générale dans la vallée, et des déficiences en soufre et en potasse par endroit.

* La fumure P K S

Un essai factoriel a été réalisé pour détecter d'éventuelles déficiences en ces éléments. L'essai a été semé en hivernage 85 puis en hivernage 86, en saison froide 86-87 et en hivernage 87.

Seul l'essai de la première saison a donné des résultats. Les semis effectués ensuite sur les parcelles travaillées seulement à la daba n'ont jamais fournis une levée correcte.

L'analyse de l'essai montre que :

- seul l'apport à 140 unités, provoque une différence de rendement,

- l'apport des fertilisations PKS n'augmente pas le rendement,
- aucun effet = dose significatif au seuil 5%. Pourtant l'interaction P x K x S pourrait exister, ainsi qu'un effet dose pour le soufre..
- l'apport de 25 kg de soufre/ha augmente significativement le coefficient de prolificité du maïs, mais diminue le taux de plants survivants..

Les résultats de cet essai mériteraient d'être confirmés. D'autre part il fallait suivre l'évolution des rendements après plusieurs cultures. La première culture était faite sur une jachère ancienne. Cela n'a pu être mené à bien.

* Fumure Mg

Certains symptômes foliaires sur maïs faisaient penser à une carence magnésienne. On a donc voulu tester cette hypothèse.

L'essai a été mené en saison froide 85-86.

On n'a pas montré d'effet de la fumure magnésienne (avec du patenkali).

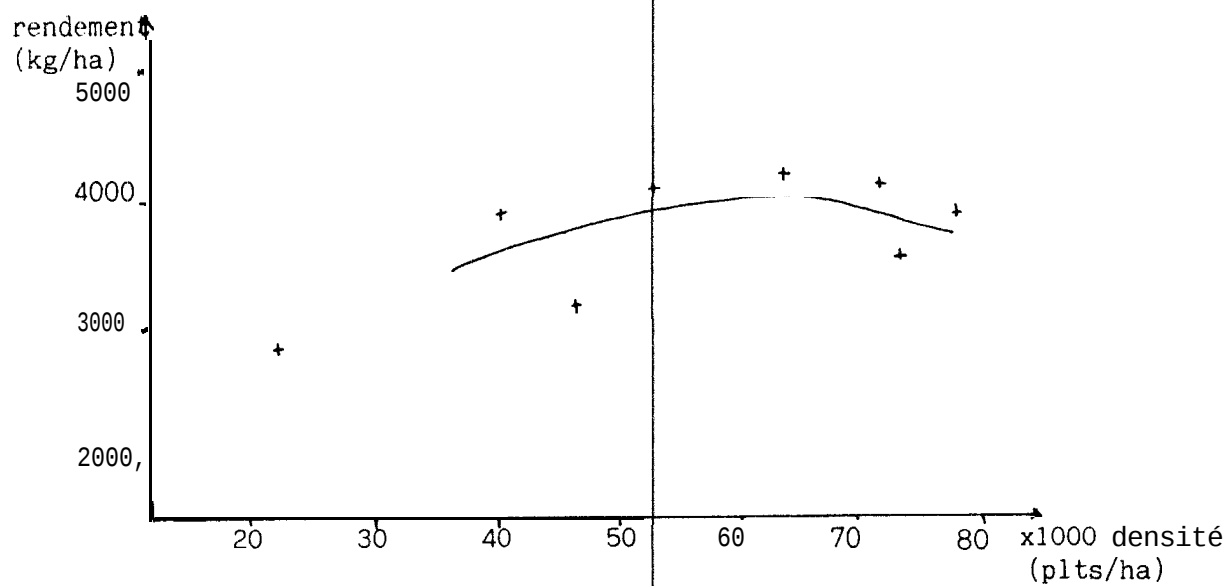
* Conclusions

Avec les variétés utilisés (composite, type Early Thai);

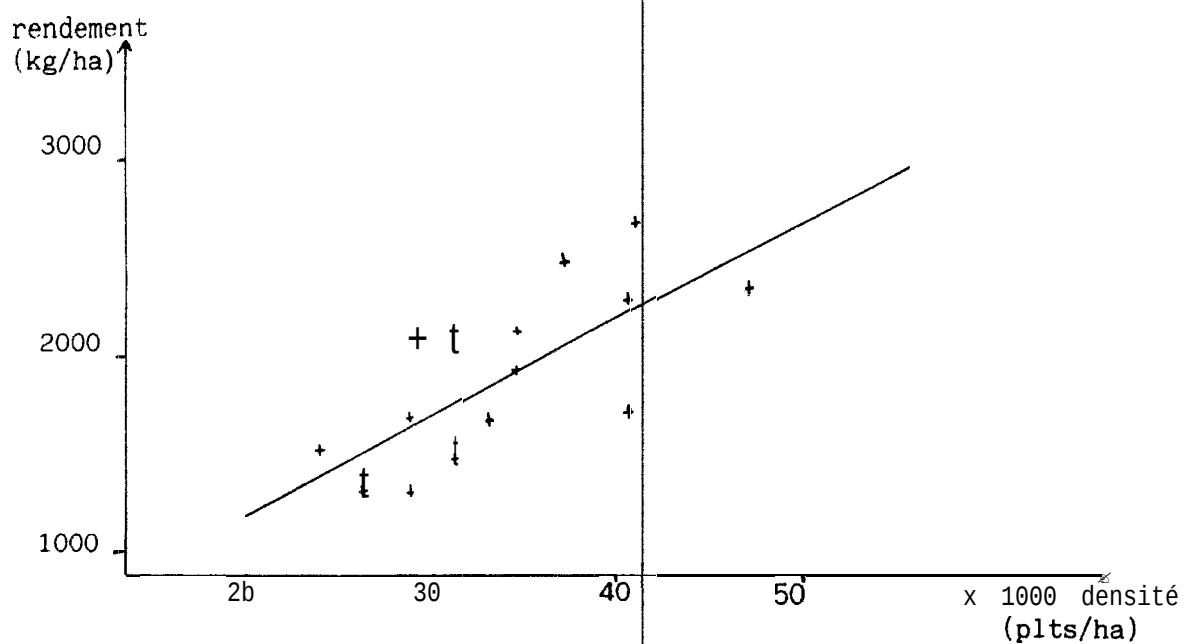
- l'alimentation minérale semble correctement assurée sur les sols nouveaux ; une culture sans engrais fournit une récolte de l'ordre de 3 T/Ha.
- dans les sols utilisés depuis longtemps, cas de la station de GUEDE, Oh T. Moscal a conduit son essai, le sol fournit de l'azote pour une production de l'ordre de 1 tonne/ha. Le besoin en azote est de 4 unités par quintal dans la zone d'utilisation optimale. Une étude plus précise reste à faire.

c) La densité de sem's

La densité de semis recherchée dans les essais est de 53.000 pieds/ha, mais on obtient en général une densité plus faible, par suite des pertes à la levée, très importantes dans ces sols lourds.



Rendement en fonction de la densité
Saison froide 1986-87, Fanaye, variété Early Thaï



Rendement en fonction de la densité
Hivernage 1987, Fanaye, variété Early Thaï
 $Y = 0,048 x + 293,24$ $r = 0,698$.

Cette densité est celle qui est généralement recommandée pour les maïs tropicaux. Les études plus spécifiques à la région sont peu nombreuses : celles de T. Moscal montre peu de différence entre 55 et 70.000 plants/ha en saison froide. L'étude n'est pas faite en hivernage.

On a cherché à étudier la question. Les résultats obtenus sont très partiels.

Four Early Thaï,

- en saison froide le rendement est maximal et constant entre 55 et 75.000 pieds/ha quand les conditions de culture sont suffisamment favorables.
- en hivernage, l'augmentation de rendement est linéaire entre 20 et 40.000 plants/ha. Les pertes de plants en cours de culture sont très importantes (sans doute pendant les périodes de submersion prolongée).

d) Rythme d'irrigation et temps de submersion

T. Moscal recommande dans sa fiche d'irriguer tous les 10-15 jours.

Un essai a été mené en hivernage 1986, sur les variétés Maka et Early Thaï :

- Avec des submersions prolongées pendant 48 heures, la levée est nulle.
- Avec des submersions maintenues pendant 24 heures, la levée est de l'ordre de 55 %.
- Un rythme d'irrigation hebdomadaire avec submersion de 24 heures est très préjudiciable à la levée. Le rythme de 10 jours est nettement plus favorable.

Les différents essais et les observations sur le rythme d'irrigation permettent de tirer les conclusions suivantes :

- La culture sur billon est de loin la plus favorable. On sème le grain en haut du billon, l'irrigation remplit les raies, il n'y a plus de submersion pendant la levée (phase la plus critique).
- En cas de culture à plat une irrigation est nécessaire pour ramollir la surface après une semaine, afin de permettre la levée. La croûte est infranchissable pour la plantule. Il faut drainer immédiatement.
- Le rythme d'une irrigation tous les 10 jours semble le plus judicieux. Cependant au moment de la plus forte demande - floraison, remplissage du grain - il est nécessaire d'irriguer toutes les semaines pour satisfaire les besoins de la culture.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUTILLIER et al. 1952. La moyenne vallée du Sénégal. PUF 1962.
- CHAUMENY J. Le potentiel irrigable du bassin du fleuve Sénégal. Agronomie Tropicale XXVIII, n°11, Novembre 1973.
- DAVIES E.L.P. Rapport Annuel 80-81 OMVS. Projet malherbologie.
- DESAUNETTES J.R. Etude pédologique du casier pilote d'Ornoldé. FAO-OMVS Janvier 1968.
- IRAT. Rapport Synthétique général sur l'acquis de la recherche agronomique et les possibilités d'extrapolation en milieu rural. 1969. PNUD-FAO-OMVS.
- IRAT. Rapport de synthèse des expérimentations. Rapport final. Développement de la recherche agronomique dans le bassin du fleuve Sénégal. 1972 -PNUD-FAO-OMVS.
- JAMMET. Etude du milieu et de l'agriculture traditionnelle des populations de la vallée. MAS (Mission d'Aménagement du Sénégal) n°28. 1953.
- MOSCAL T. Compte rendu blé, triticales, maïs, sorgho 1975/76. PNUD-FAO-OMVS, Dec. 1976.
- MOSCAL T. Rapport de campagne ; saison-froide 1976-77, hivernage 77. PNUD-FAO-OMVS, Juin 1978.
- MOSCAL T. Rapport de saison-froide 1977-78. PNUD-FAO-OMVS, Juillet 1978.
- MOSCAL T. Rapport blé, maïs, sorgho. Saison-froide 1978-79. PNUD-FAO-OMVS, juillet 1979.
- MOSCAL T. Synthèse des essais blé, maïs, sorgho de 1971 à 1979. PNUD-FAO-OMVS, Août 1979.
- MOSCAL T. Les cultures céréalières et légumineuses. PNUD-FAO-OMVS, juillet 1980.
- NDIAYE Mamadou. Itinéraires techniques relatifs à la culture du maïs dans le périmètre de Djandioly-Garly. ISRA-DRSAEA. Déc. 1984.

RIJKS D.A. Développement de la recherche agronomique dans le bassin du fleuve Sénégal. OMVS-FAO. Rome 1976.

ROIJANET G. Compte rendu de mission au Sénégal. IRAT Septembre 1985.

SAED. Maïs et sorgho. Fiches du CNAPTI à l'usage des conseillers agricoles. Février 1984.

SAIJVAIRE D. Compte rendu de mission au Sénégal. IRAT Mars 1986.

SEDAGRI. Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal. Etude pédologique. OMVS-FAO. Paris 1973.

SONKO Mamadou. Etude pédologique du PAPEM de Fanaye. IRAT Richard TOLL 1973.

- L'aménagement du fleuve Sénégal. Marchés Tropicaux 17 Avril 1981.

- Caractérisation hydrique et hydrodynamique des sols de la vallée du fleuve Sénégal en vue de leur irrigation rationnelle, ISRA Richard Toll Mars 1979.

BIBLIOGRAPHIE

Liste des rapports et documents publiés de 1984 à 1988

B. CLERGET
Programme de sélection du maïs irrigué
ISRA, Centre de Recherches Agricoles de SAINT LOUIS

- Rapport sur les essais variétaux de maïs, saison froide 1984/85, Station de FANAYE.
- Rapport sur les essais variétaux de maïs, saison froide 1984/85, périmètre de DJANDIOLY.
- Rapport annuel 1984. Mars 1985.
- Rapport annuel 1985. Mars 1986.
- Observation des cultures irriguées et traditionnelles. Rapport de mission dans la vallée du fleuve Sénégal. Mamadou Ndiaye, B. Clerget. 17-21 Février 1986.
- L'amélioration du maïs dans la vallée du fleuve Sénégal. Document présenté à la réunion d'évaluation du programme maïs. 27-29 Mai 1986.
- Rapport analytique de campagne d'hivernage 1985. Août 1986.
- Compte rendu de mission. à Montpellier et dans les Landes. 15-19 Septembre 1986.
- Rapport de synthèse 1985. Juin 1986.
- Les contraintes de production du maïs au Sénégal et dispositif national de recherche pour le maïs. Document présenté à la réunion du SAFGRAD. 23-27 Mars 1987.
- Rapport de mission : réunion du réseau maïs du SAFGRAD. 23-27 Mars 1987.
- La sélection du maïs pour le milieu irrigué. Document présenté à la réunion des sélectionneurs maïs de l'IRAT. 18-22 Mai 1987.

- La tolérance du maïs à la submersion. Document présenté à la réunion des sélectionneurs de maïs de l'IRAT. 18-22 Mai 1987.
- Rapport annuel 1986. Juin 1987.
- Rapport analytique de campagne de saison froide 1985-86. Juillet 1987.
- Rapport analytique de campagne d'hivernage 1986. Septembre 1987.
- Rapport analytique de campagne de saison froide 1986-87. Février 1988.
- Rapport annuel 1987. Février 1988.
- Rapport analytique de campagne d'hivernage 1987. Mars 1988.
- Rapport analytique de campagne de saison froide 1987-88. Mai 1988.

*Office d'Édition de la
Recherche Scientifique et
Coopération Internationale*



REPROGRAPHIE INDUSTRIELLE
EDITIONS - DUPLICATIONS -

MINIPARC N°7-ZOLAD- 34100 MONTPELLIER
07.52.20.08