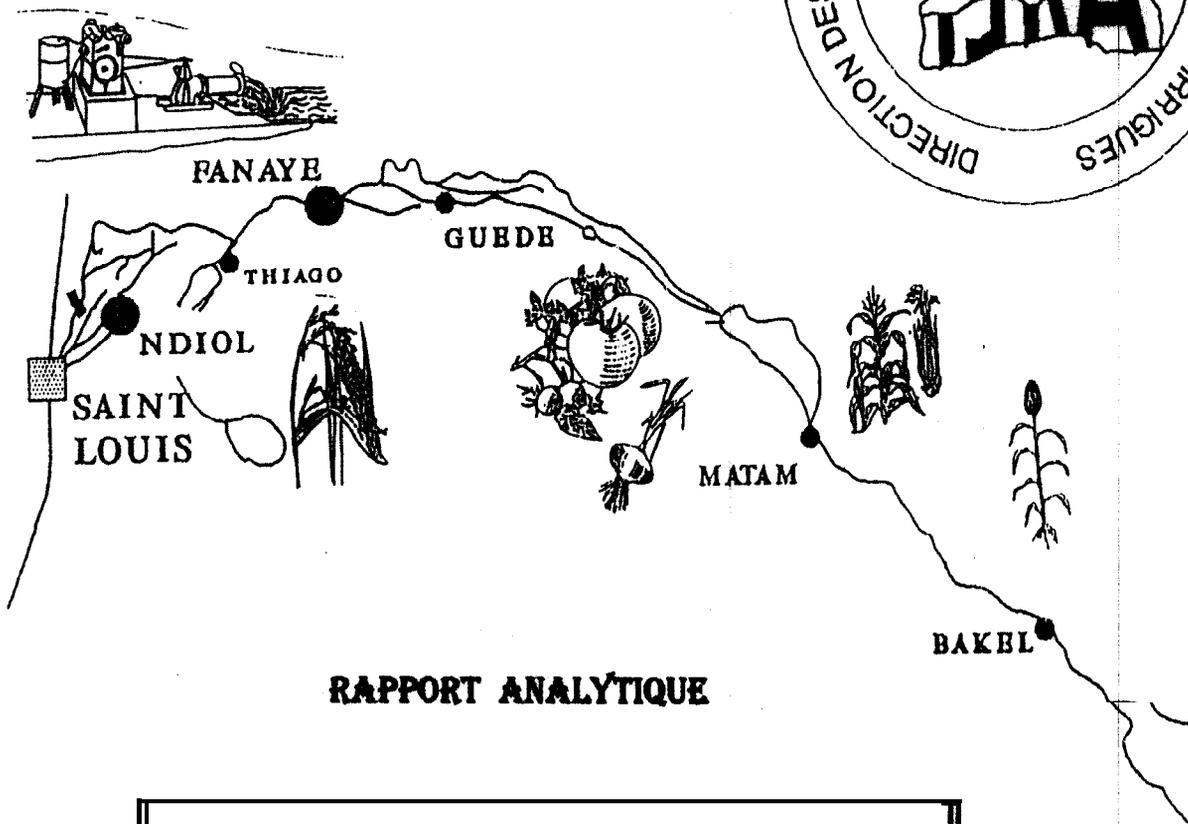


CI.000290

F084
DIO/CI

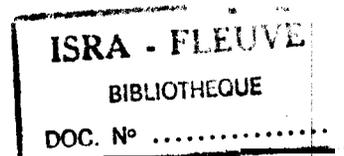
REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE



**Synthèse des Recherches sur la
double culture du riz dans le fleuve**

T. DIOUF, agrophysiologiste



Mars 1997

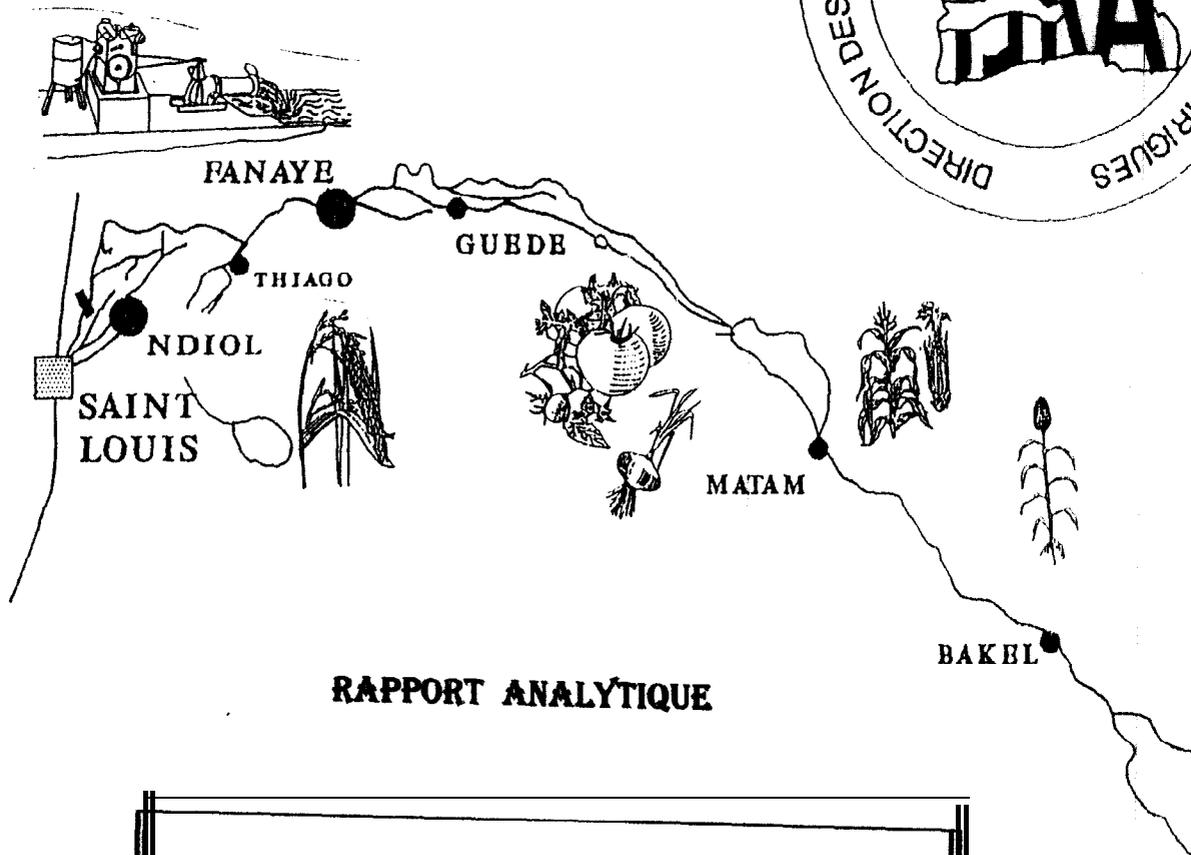
CI.000

F080

Dio/II

REPUBLIQUE DU SENEGAL

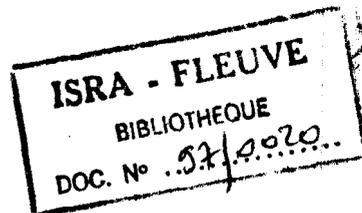
MINISTRE DE L'AGRICULTURE



RAPPORT ANALYTIQUE

**Synthèse des Recherches sur la
double culture du riz dans le fleuve**

T. DIOUF, agrophysiologiste



Mars 1997

INTRODUCTION

En raison de son importance dans l'alimentation des populations urbaines et rurales, le riz occupe une place de choix dans la politique de **l'Etat** en matière **d'autosuffisance** et de **sécurité** alimentaires. Avec une production nationale d'environ 800 000 tonnes de céréales, **l'Etat** du **Sénégal** est obligé d'importer **chaque** année **près** de 100 000 tonnes de blé et **400 000** tonnes de riz pour satisfaire les besoins en céréales et **particulièrement** en riz, **entraînant** ainsi des sorties importantes de devises. Malgré tous les efforts consentis dans le secteur rizicole, la production annuelle locale qui est de 200 000 tonnes de paddy est encore loin de satisfaire les besoins en cette **céréale**.

Devant la situation **économique** difficile aggravée par le changement de parité du F CFA, **l'Etat** s'est désengagé au profit du secteur privé sur les activités ci-après :

- l'approvisionnement des facteurs de **production**;
- **la production et la commercialisation**;
- l'importation des riz entiers et **intermédiaires**;
- **libéralisation** de la **filière (prix du riz paddy)**.

Dans la nouvelle stratégie de relance de la production dans le cadre d'une agriculture intensive et diversifiée, le secteur rizicole **représente** le moteur et le privé l'acteur.

Pour atteindre l'objectif d'autosuffisance en riz, la riziculture devra **être** intensifiée par la pratique de la double culture. Grâce **à** la disponibilité en eau autorisant l'irrigation à toutes les périodes de l'année de variétés performantes et adaptées aux conditions agroécologiques de la vallée et de techniques **culturelles** appropriées, il est permis de croire **à** la réalisation technique de la double culture.

Dans cette optique, des recherches ont été menées dans le delta et la moyenne vallée. Le but du présent travail est de faire la **synthèse** de ces recherches sur la double culture afin de dégager des perspectives de recherches susceptibles, de lever les contraintes liées **à** la pratique effective et généralisée de la double culture.

1. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET AGROCLIMATIQUES

1.1. Le Climat

La **riziculture** irriguée est pratiquée dans une zone semi-aride du Nord à climat de type **Sahélien**. Les principaux facteurs **agro-météorologiques** sont les suivants :

- **Pluviométrie** : elle est **très faible, irrégulière**, répartie sur une courte **période** (2 à 3 mois au maximum) entre fin Juillet et fin Septembre. Dans l'ensemble, les quantités et le nombre de jours de pluie diminuent du Sud au Nord. Les moyennes annuelles sont de : **200-300** mm dans le delta, **400-600** mm dans la moyenne **vallée**, **700 à 800** mm dans la haute **vallée**.

- **Températures, hygrométrie et insolation**

On distingue 3 grandes saisons :

- la saison des pluies, **dépasse** rarement 3 mois. Elle **démarre** entre **fin** juin et début août et se termine entre mi-septembre et mi-octobre. Les amplitudes thermiques sont relativement faibles (entre 23 et 35°C de températures moyennes mensuelles minimales et maximales). **L'humidité** relative de l'air est **élevée**;

- la saison **sèche fraîche**, se situe entre mi-novembre et fin **février** (en moyenne et à titre indicatif, car des variations de l'ordre du mois ne sont pas rares). Elle est **caractérisée** par des minima plus faibles (12 à 16°C) et par des **maxima** compris entre 30 et 34°C. **L'humidité** relative de l'air peut être **très basse** (**vents** forts, secs et relativement frais);

- la saison **sèche chaude**, se situe entre **mars** et **juin**. Les **minima** remontent progressivement de 16 à 23° - 24°C et les maxima s'élèvent de 35 à 40° pour **culminer** en mai à **plus** de 40°C (ils sont plus élevés, d'autant qu'on **s'éloigne** de l'influence océanique). Des maxima **journaliers absolus** de 45 à 46°C peuvent être observés lors des coups de vent dharmattan (vent d'Est chaud et sec) : des **échaudages** physiologiques peuvent alors se produire, notamment sur le maïs, même **très** bien irrigué. **L'humidité** relative, d'abord **très** basse, augmente progressivement avec l'approche de la saison **des pluies** (**remontée** de la mousson vers le nord, sous l'influence de l'anticyclone de **Saint-Hélène**, à partir du mois de mai).

L'insolation qui atteint ou dépasse 3 000 heures par an n'est pas limitative et est favorable à une bonne **activité photosynthétique**, si les conditions d'alimentation hydrique et **minérale** sont bonnes. Toutefois, à cette latitude, les **durées** du jour varient peu : entre 11 et 13 heures, ce qui est un handicap par rapport aux journées de 16 heures qui peuvent **être** atteintes aux latitudes de 45°. Les vents de sable et la brume **sèche** assombrissent fréquemment le ciel et la **poussière** recouvre les feuilles, ce qui est défavorable pour une bonne **activité photosynthétique**.

En raison de sa situation **sahélienne**, la zone enregistre une radiation solaire élevée toute **l'année** (10 h/j en moyenne) avec 400 cal **cm²/j** de Novembre à Janvier et 680 cal **cm²/j** en Mai. Ces conditions thermiques ainsi que le régime des vents **entraînent** une forte évaporation qui varie suivant les saisons.

L'évaporation (mesurée au **Piche**) est plus faible en hivernage, notamment en Septembre avec 3,4 **mm/j** à Saint-Louis et 4,4 **mm/j** à Podor et Matam. Le maximum se situe en Mai à Podor et Matam (13,2 **mm/j** et 12 **mm/j**) et en Janvier à Saint-Louis (7,3 **mm/j**). Les moyennes **annuelles** qui sont de 5,1 **mm/j** à Saint-Louis, 7,9 **mm/j** à Podor et 8,9 **mm/j** à Matam 'correspondent à une lame d'eau de 1.880 à 3.265 **mm/an**. L'évapotranspiration **mesurée** sur Bac A varie de 3.250 **mm/an** à Richard Toll à 4.130 **mm/an** à Guédé (RIJKS 1976).

Ces valeurs traduisent des conditions climatiques **sévères** qui en relation avec les précipitations moyennes annuelles **révèlent** à la fois, l'ampleur des **déficits hydriques** et des besoins en eau des plantes.

• Vents

La saison **sèche** est le cycle des vents chauds et secs chargés de **poussières (continentaux) soufflant** sur l'ensemble de la zone.

Les vents sont **responsables** de transfert **d'air** souvent évaporatif (2400 mm d'évapotranspiration potentielle à Richard-Toll).

Le **véritable** harmattan s'observe surtout de **Mars à Juin**. C'est un vent fort du secteur Est à Nord-Est, **Il** s'accompagne des **températures** maximales les plus élevées (42 à 46 °C). Il est **très** néfaste pour les cultures **irriguées**. Il souffle à une vitesse moyenne de 7 à 14 **m/s** (25 à 50 **m/s**) et atteint souvent 60 à 70 **km/h** en fin de saison **sèche**. C'est un facteur dont il faut tenir compte dans le calage calendaire des cultures **irriguées**. Les risques **d'échaudage** et de perte totale des

cultures sont surtout à craindre quand l'harmattan survient pendant les phases d'induction florale et de floraison.

La moyenne et la haute vallée sont sous le régime de ces vents.

Le delta, en raison des influences océaniques, bénéficie du régime des alizés maritimes du Nord-Ouest dont l'humidité adoucit le climat.

1.2 Les Sols

On distingue 4 grands types de sols classés en fonction de leur texture et de leur structure (Tableau 1).

Tableau 1 : Classification des sols (OMVS/FAO, 1973)

Type de sols		
Haal Pulaar	Méthode ORSTOM	Méthode FAO
Hollaldé	Vertisols et paravertisols/ Vertisols topomorphes non grumosoliques	Chromic vertisols
	Hydromorphes/ gley de surface et d'ensemble	Eutric gleysols
Faux-Hollaldé	Vertisols et paravertisols/ Vertisols topomorphes non grumosoliques	Chromic vertisols
	Hydromorphe/ pseudogley à tâches et concrétions	Eutric fluvisols
	Peu évolué/ d'apport hydromorphe	Eutric fluvisols
Fondé	Peu évolué/ d'apport hydromorphe	Eutric fluvisols
	Hydromorphe/ pseudogley à tâches et concrétions	Eutric fluvisols
Diéri	Sols isohumics/ brun rouge subaride	Haplic xenosols
	Minéral brut/ d'apport éolien	Eutric regosols
	Minéral brut/ d'apport fluviatile	Eutric fluvisols

Les Hollaldé : Ils représentent 36 % du potentiel des terres irrigables. Ils sont argileux, ils contiennent 50 à 75 % d'argile. Leur drainage est très mauvais. Ils sont favorables à la riziculture. Ils ont une structure prismatique à sol sans

structure. Ils supportent la submersion. Ils sont très difficiles à travailler aussi bien en sec qu'en humide.

Les Faux-Hollaldé : Ils couvrent 31 % du potentiel des terres irrigables. Ils sont argilo-limoneux. Ils contiennent 30 à 50 % d'argile. Leur drainage est mauvais. Ce sont des sols sans structure. Ils sont favorables à la riziculture et autres cultures. L'irrigation est pratiquée à la raie cloisonnée.

Les Fondé : Ils représentent 33 % du potentiel des terres irrigables. Ils sont limoneux. Leur teneur en argile est faible 10 à 30 %. Leur drainage est moyen. Leur structure est cuboïde. Ils sont favorables à toutes cultures autres que le riz. Ils sont filtrants. L'irrigation est pratiquée à la raie ou par aspersion.

Les Diéri : Ils sont très sablonneux. Ils contiennent 80 à 90 % de sable. Ils ont une structure monogranulaire. On peut pratiquer toutes les cultures autres que le riz. L'irrigation est pratiquée par aspersion.

Ces sols présentent les caractéristiques chimiques suivantes :

- Faible statut organique des sols
- Faible teneur en N
- Faible teneur en P assimilable
- Forte capacité fixatrice vis à vis du P. (Hollaldé et Faux-Hollaldé)
- Forte salinité chloruro-sodique et acidité liée à l'oxydation de la pyrite dans le delta.
- Alcalinisation potentielle des sols, induite par l'irrigation dans la moyenne vallée.

1.3 L'hydrologie

1.3.1 Le fleuve Sénégal

Le fleuve Sénégal est long de 1790 kilomètres. Il prend sa source en Guinée Conakry dans le massif du Fouta Djallon, traverse la partie occidentale du Mali, puis constitue aujourd'hui la frontière entre la Mauritanie et le Sénégal.

Son bassin versant de 335 000 km² (dont 25 000 km² au Sénégal) peut être divisé en trois zones bien différenciées :

■ le haut bassin en amont de Bakel représente plus des 2/3 de l'ensemble du bassin versant;

■ la moyenne Vallée proprement dite, qui forme de Bakel à Richard-Toll un grand arc de cercle de 600 km de long et 15 km de largeur en moyenne; le lit majeur représente plus de 500 000 hectares de terres alluvionnaires cultivables;

■ le delta, en aval de Richard-Toll : sa superficie est de l'ordre de 250 000 hectares.

* La pente du fleuve : elle est forte et accidentée jusqu'à Bakel, puis douce sur 700 km de Bakel (26 m) à Saint-Louis (0 m).

* Les crues et décrues : le fleuve a un régime tropical caractérisé par une crue de juillet à octobre et un étiage de février à juin. Les crues sont essentiellement liées aux pluies enregistrées dans le haut bassin de Guinée. Les décrues commencent dès que les pluies diminuent et s'échelonnent de novembre jusqu'en juin. C'est pendant cette période que se produisait l'intrusion de l'eau de mer, "langue salée", qui, avant la mise en service du barrage de Diama en 1986, pouvait remonter le fleuve sur 200 km et exceptionnellement jusqu'au seuil du Mafou à 400 km de Saint-Louis.

* Les débits moyens annuels : sur une période de 64 ans le fleuve Sénégal a un débit moyen de 780 m³/s à Bakel, correspondant à un volume d'eau annuel de 25 milliards de m³. Le débit moyen annuel minimum a été de 270 m³/s en 1913 et le débit moyen annuel maximum de 1274 m³/s en 1934.

Depuis 1968, le fleuve connaît une série d'années très déficitaires, liées à la diminution des pluies dans le haut bassin en zone Guinéenne et dans l'ensemble des zones soudaniennes et sahéliennes d'Afrique de l'Ouest.

1.3.2 Les barrages

Les contraintes hydrologiques liées au régime naturel du fleuve sont les suivantes :

- le débit irrégulier du fleuve qui s'accompagne de fortes variations des superficies inondées ;

- le niveau d'étiage qui était très bas, en année sèche, entraînant la remontée de la 'langue salée" d'où la **salinisation** des sols avec des dégâts plus ou moins importants sur les **cultures** en place;

- le stockage **insuffisant** de l'eau douce nécessaire à l'**alimentation** des villes et à l'irrigation.

Pour la levée de ces contraintes, deux barrages ont été construits sur le fleuve dans le cadre de l'**Organisation** pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) regroupant le Mali, la Mauritanie et le Sénégal : l'un en amont (**Manantali**, hydro-électrique) et l'autre en aval (**Diama**, **antisel**) du fleuve.

MANANTALI (1988), au Mali, sur le Bafing à 110 km de l'embouchure, constitue une réserve de 12 milliards de m³. Le Bafing apporte environ 50 % du volume d'eau charrié par le Sénégal. Il permet de **régulariser** le débit du fleuve à 300 m³/s. Ce débit autorise l'irrigation de 375 000 hectares de culture, le fonctionnement d'une **centrale hydroélectrique** de 200 **mégawatts** et la navigation jusqu'à Kayes pour des unités de 2 500 tonnes.

- **DIAMA (1986)**, à 40 km de Saint-Louis est un **barrage anti-sel**, qui isole la Vallée des eaux marines. Il permet de maintenir un niveau constant de l'eau dans le fleuve jusqu'à Boghé (à 300 km à l'Est de Saint-Louis). La réserve ainsi **constituée par un plan d'eau** de 235 km² devrait permettre d'irriguer à elle seule 70 000 hectares. Le **plan** s'étend jusqu'en amont de Boghé et alimente au passage le lac de Guiers par le canal de la Taouey. La cote **finale** de la réserve d'eau, à + 2 m, permet l'alimentation gravitaire permanente ou **saisonnaire** des **réseaux**.

'La **régularisation** du fleuve a permis l'amélioration des disponibilités en eau de surface notamment dans le lac de Guiers.

Le Lac de Guiers est une dépression **alimentée** par le fleuve sénégal à **travers** le marigot Taouey **qui** a fait l'objet **d'importants** travaux de calibrage et de profilage destinés à accroître sa capacité de transit. Le lac est prolongé en aval par la **vallée** du **ferlo** qu'il alimentait avant la construction du barrage de Keur Momar Sarr en 1956.

Avec le barrage de **Diama** et les endiguements des rives gauche et droite, le **relèvement** du plan d'eau dans le Delta a **considérablement amélioré** l'alimentation du lac. Le potentiel du lac a ainsi quasiment doublé depuis 1988/89, atteignant 1,2 millions de m³/j contre 400 à 600.000 auparavant. L'importance de ces ressources et l'**amélioration** de son alimentation **servent** de

sou'bassements aux vastes projets hydrauliques nationaux que sont, le Canal du Cayor et la remise en eaux de la basse **vallée** du ferlo, étape dans le programme de revitahsation des **vallées** fossiles.

II L'INTENSIFICATION DE LA RIZICULTURE DANS LE DELTA ET LA VALLEE DUFLEUVE SENEGAL

21 Historique de la culture irriguée dans le fleuve et évolution des aménagements (OMVS, 1980)

L'idée de mettre en valeur les terres de la vallée du Sénégal date de 1817 et c'est à partir de 1821, date de la nomination du Baron Roger Gouverneur, que le plan de colonisation agricole va être mis en oeuvre. En effet, le Baron Roger crée au confluent de la Taouey et du Sénégal un jardin **expérimental** qu'il confie à un jardinier **pépiniériste**. Ce dernier léguera son nom à la ville sise aujourd'hui à cet endroit : **Richard-Toll** (le champ de Richard).

Dès 1822, Richard envisage des aménagements techniques, une recherche variétale ainsi qu'une **expérimentation** à grande échelle. Créé en 1824, le jardin de **Richard-Toll** constitue le premier acte notoire de mise en valeur de la vallée du **Sénégal** et le point de départ des **aménagements**. **Richard-Toll** conçoit et **réalise** des bassins délimités par des **diguettes**. La technique d'irrigation est basée sur l'inondation d'une parcelle à partir d'une noria, une de "ces bascules à monter l'eau", qui espère t-on va couvrir toute la vallée de cent toises en cent toises (Hardy, 1912, cité par **OMVS**, 1980).

En deux ans, de 1824 à 1826, **Richard-Toll** est devenu un véritable jardin d'exploitation et d'**expérimentation** où il a été noté pas moins d'une cinquantaine d'**espèces** végétales d'origines locale et **étrangère**. Ces espèces végétales appartiennent à trois groupes :

1. les fruits et légumes (melons, patates, tomates, cerises, pois de bambou, piments, issus de **variétés** locales ainsi que des choux, salades, carottes dont les semences proviennent de la métropole);
2. **les céréales** comprenant essentiellement le riz rouge;
3. **les cultures industrielles** comprenant le cotonnier, le mûrier, le **nopal** et l'indigotier.

En 1935, la mission d'étude du fleuve Sénégal est créée et les aménagements sont relancés. Suivra en 1938, la création de la mission d'aménagement du Sénégal (M.A.S).

En 1939, la M.A.S. met en place des casiers étagés et ceinturés de digues pour retenir les eaux de crue dans les parties hautes et retarder l'inondation dans les parties basses. Ainsi, 1000 hectares ont été endigués.

En 1945, la M.A.S. se fixe comme objectif d'aménager 50 000 hectares en 10 ans pour la production de 80 000 tonnes de paddy. L'exploitation doit se faire sur deux types d'aménagement et d'irrigation : l'aménagement en submersion contrôlée et l'aménagement avec maîtrise de l'eau. Le premier mode d'exploitation accorde une large part à la mécanisation et à la gestion étatique, l'autre minimise ces deux facteurs pour mettre l'accent sur le travail manuel et la participation paysanne. La submersion contrôlée a été introduite dans le delta du Sénégal (rive gauche) à la veille des années 1960 par la Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal (M.A.S.) qui a effectué les études.

En 1960-61, cette irrigation a été développée sous l'organisation autonome du delta (O.A.D) qui a succédé à la M.A.S. Ainsi en 1964, les superficies brutes des cuvettes recensées, protégées par la digue ont été de 30 900 hectares dans le delta et 5 518 hectares dans la moyenne vallée.

En 1965, l'O.A.D. a été remplacée par la SAED. De la création de la SAED à nos jours, on compte plus de 68 875 hectares de superficies aménagées pour les zones couvertes par la SAED (Dagana, Podor, Matam, Bakel) dont 34 315 hectares d'irrigation encadrée, 27 060 hectares d'irrigation privée et 7 500 hectares d'irrigation industrielle.

22 Evolution et bilan des recherches sur la double culture du riz

La double culture du riz est la combinaison de deux cultures de riz (cultures d'hivernage et de contre saison), en alternance sur une même parcelle et dans une même année.

La construction des barrages de Diama (barrage antisel en amont de l'embouchure) et de Manantali (barrage de régulation du débit du fleuve et Centrale hydroélectrique), en territoire malien, a permis aux agriculteurs du Delta et de la Vallée du fleuve Sénégal, de disposer d'eau d'irrigation en toutes saisons de l'année et donc d'autoriser une intensification de l'agriculture irriguée en général, et de la riziculture en particulier.

En dépit de la levée partielle de cette contrainte en eau, d'autres contraintes non moins importantes rendent encore difficile la réalisation effective de la double **récolte** annuelle.

Les principales contraintes identifiées liées à l'intensification rizicole sont variables : physique (**édapho-climatique**), biologique et **socio-économique**.

Les contraintes physiques sont relatives, d'une part, à la faible fertilité des sols du delta et de la **vallée** du fleuve Sénégal (teneurs en **matière** organique, en azote et en phosphore assimilable) et à la forte salure des sols du delta, et, d'autre part, aux effets néfastes des températures **extrêmes**, notamment les basses températures de l'air **en** fin de cycle (Novembre, et de l'eau d'irrigation, en début de cycle (**Février/Mars**), dont les conséquences sur les cultures irriguées sont à la base même de l'absence de pratique généralisée de la double culture.

Les contraintes biologiques sont, surtout, inhérentes à la forte pression des adventices. On note, cependant, la présence des oiseaux granivores, des insectes, des **acariens** et aleurodes, des nématodes et de maladies sporadiques.

Les contraintes **socio-économiques** sont constituées par les prix élevés des facteurs de production, leur indisponibilité au moment opportun la faible disponibilité de la main d'oeuvre, le faible niveau de formation des producteurs, le manque de planification etc.

La levée de ces différentes contraintes doit permettre d'intensifier la **production** rizicole, base des investissements consentis par les Etats membres de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve **Sénégal** (OMVS).

Dans l'optique d'une intensification de la riziculture par la pratique de la double culture, beaucoup de travaux ont été réalisés dans le Delta et la **Vallée** du fleuve Sénégal par différents organismes : **IRAT (1968-69)**; **FAO (1978)**, **ADRAO (1986)**, **JICA (1991)**, **ISRA (1995)**.

Si les objectifs visés sont **les** mêmes, les méthodes **d'approche** par contre **diffèrent**. Ces recherches sur la double culture du riz peuvent être subdivisées en trois **périodes** :

- la période **1965 - 1969**,
- **la période 1973 - 1990**,
- la période **1991 - 1995**.

221 Période 1965-1970

Elle marque le début d'une expérimentation sur l'intensification **rizicole** par la pratique de la double culture (Couey et al., 1967-1969). Leurs travaux de recherche ont porté sur l'adaptation variétale aux conditions de saisons sèches, la détermination de meilleurs couples de **variétés** (saison sèche - saison humide) donnant les plus hauts rendements et le choix optimal des époques de semis

rendant techniquement possible la double culture. De même, il a été étudié la **possibilité** de la repousse **après** récolte et remise en eau comme alternative de succession culturale. Les résultats sont les suivants :

221.1 Etude variétale en saison sèche casier aménagé Richard-Toll (Couey, 1968-69)

Les tests de comportement effectués sur des variétés formosanes peu **sensibles** au **photopériodisme** ont permis de décider la double culture.

Deux catégories de **variétés** ont été dégagées :

Tableau 2 : Rendement de variétés peu sensibles et de variétés **sensibles** au **photopériodisme**.
Casier **aménagé** Richard-Tell (COUEY, 1968-69)

Variétés	Rendement kg/ha
<u>peu sensible au photopériodisme</u>	
Taichung Native N° 1	6330 kg/ha
Tainan 3	6250 kg/ha
Tainan 8	5540 kg/ha
Chaïnung 242	5040 kg/ha
<u>sensible au photopériodisme</u>	
semis : 11 Novembre, récolte 25 avril	
D.52/37	3530 kg/ha
D.9.9.	3190 kg/ha
H.1411.B	3690 kg/ha
H.18.12.2E	3690 kg/ha.

221.2 Etude des couples de variétés casier aménagé Richard-Tell (Couey, 1968-69)

L'étude a porté sur 3 variétés en saison humide repiquées le 29 Juin. En 1967-68, : 2 variétés en saison sèche repiquées le 20 Décembre ont suivi celles conduites en saison humide.

Les rendements ont été obtenus avec les binômes suivants :

Hivernage Saison sèche

H.821.3 + Taïnan 3 repiqué	10,90 t/ha/an
H.821.3 + Takhung Native repiqué	12,37 t/ha/an
D.52/37 + Taïnan 3 repiqué	11,94 t/ha/an
D.52/37 + Takhung Native repiqué	13,20 t/ha/an
D.9.9. + Taïnan 3 repiqué	13,11 t/ha/an
D.9.9. + Takhung Native repiqué	14,13 t/ha/an

En 1968-69, 6 autres binômes ont été testés dont voici les résultats :

Paugern + D.52/37	=	6,04 t/ha/an
L.144 + D.52/37	=	8,02 t/ha/an
Paugem + T(N)1	=	7,84 t/ha/an
Paugem + IR8	=	3,52 t/ha/an (IR 8 ayant avorté en saison sèche suite à un manque d'eau)
T(N)1 + T(N)1	=	8,83 t/ha/an
IR8 + IR8	=	9,12 t/ha/an

La double culture a été suivie d'une repousse en saison humide qui peut donner de 67 % à 86 % du rendement de la culture principale. Couey et al. (1968).

2.2.1.3 Etude des dates de semis

L'objectif visé est d'établir un calendrier **cultural** permettant la réalisation technique de la double culture à partir des dates optimales de semis déterminées en saison **sèche** et enhivernage.

Tableau 3: Variétés assez sensibles au photopériodisme.

Variétés	Semis 1 ^{er} Nov. Rendement en t/ha	Semis 1 ^{er} Déc. Rendement ent/ha
D.52/37	3,25	4,08
414.11.B	3,31	5,33
H.18.122.E	5,09	4,93
H.821.3	5,34	4,90
H.821.3	4,87	4,51
H.18.103.D	5,00	4,94
63.83	3,34	2,72

Toutes ces variétés ont un très bon comportement en saison sèche et leurs rendements ont baissé avec un semis plus tardif sauf H.14.11-B et D52/37.

Tableau 4: Variétés peu sensibles au photopériodisme.

Variété	Rendementent/ha		
	semis 1 ^{er} Nov.	semis 1 ^{er} Déc.	semis 1 ^{er} Fév.
Taïchung Native 1	5,19	5,92	3,70
IR 8	7,29	4,81	0,87
IR 5	4,46	3,62	1,12
IR 9	5,28	3,74	0,67
H.6.8	3,75	3,74	0,11
H.6.17	2,15	4,88	0,065

Comme précédemment, le semis du 1^{er} Novembre a donné les meilleurs rendements. Taïchung Native 1 et H.6.17 ont donné les meilleurs rendements en semis tardif de Décembre. Ce qui peut être est lié à leur faible sensibilité au photopériodisme.

En semis de Février, les rendements sont très bas. Selon Couey (1969) la baisse de rendement est due à la coulure. La maturité était très échelonnée ce qui a influé sur la qualité du produit.

En conclusion, il est recommandé en culture de contre-saison froide à Richard-Toll de ne pas dépasser la date du 15 Novembre pour effectuer les semis.

2.2.1.4 Etude de la repousse

Cette étude a révélé la possibilité de valorisation de la repousse en saison **sèche** aussitôt **après** la récolte avec la remise en eau de la parcelle.

Les rendements obtenus en **1969** avec 50 **unités** d'azote étaient les suivants :

H.18.102.OA	=	5,53 t/ha
L.II.14	=	3,84 t/ha
L.102.8	=	5,22 t/ha
D.52/37	=	4,52 t/ha

Par contre la repousse suivant la culture d'hivernage a été un échec à cause de la coulure qui **était à** 100 % quelle que soit la date de coupe.

Il ressort des études conduites dans cette **période** (1965-69) que la double récolte annuelle est techniquement possible dans les conditions hydro-pédoclimatiques de Richard-Tell, et que les recherches méritent d'être poursuivies sur ce sujet, en raison de l'inter& qu'il **présente**. Cependant, beaucoup de questions restent à **préciser**. Le semis en milieu paysan n'est pas mécanisé et s'effectue à la volée. L'époque de semis **proposée** qui se situe entre Novembre et Décembre ne répond pas à la stratégie paysanne qui veut, en cette période, se consacrer aux cultures **maraîchères**.

Quand à la repousse, elle **présente** un intérêt certain et les recherches devraient s'orienter vers la détermination de la faculté de repousse de différentes variétés susceptibles de donner de hauts rendements.

2.2.2 Période 1973-1990

Elle est **caractérisée** par des études de **connaissance** du milieu physique (**Rijks, 1976**), de comportement de **matériel végétal** vis-à-vis de ce milieu (**T. That, 1976; Coly et Dome, 1980**) et de techniques **culturelles** adaptées à la double culture (**JICA, 1987-1989**).

Les objectifs visés ont été de :

. définir les potentialités agricoles dans la perspective de l'aménagement et du développement **intégré** de la **vallée**;

, concevoir et exécuter un programme réorienté de recherche appliquée et de démonstrations pilotes en vue de promouvoir l'accroissement de la productivité agricole.

Les données de base de ces études ont permis d'expérimenter les différentes successions riz-riz et les dates de semis (T. That, 1978).

Les résultats de ces travaux sont les suivants :

2221 Le riz de saison sèche-froide suivi d'un riz d'hivernage

Semis : Novembre-Décembre

Récolte : **Mai ou Juin**

Variétés : **Kwang-She-Sheng, TN1, etc.**

Le cycle s'allonge de 5 mois à 6 mois et demi selon les années et le rendement n'est jamais élevé (5-8 t/ha) à cause des **températures** nocturnes basses alors que le potentiel de production de ces variétés est de l'ordre de 11-12 t/ha. Il a été noté **que** ces variétés semées en Novembre-Décembre ou en Février, sont toujours **récoltées** en Avril-Mai-Juin. (T. That, 1976).

Il est donc inutile de prolonger leur cycle avec des **coûts** d'irrigation élevés (deux à trois mois de pompage d'eau).

2222 Le riz de saison sèche-chaude suivi du riz d'hivernage

Ce système n'a été essayé qu'avec le repiquage et non avec le semis direct.

Riz de saison sèche-chaude : pépinière en Janvier-Février; repiquage en **Février-Mars**; **récolte** en **Juin-Juillet** suivant la variété. En Janvier, on recommande d'adopter le dapog **protégé** par la **matière plastique**.

Riz d'hivernage : pépinière en Juin ou Juillet; repiquage de Juillet à mi-Août; **récolte** en Octobre-Novembre et Décembre.

Les rendements de pointe de cette double culture sont de l'ordre de **15-20 t/ha** avec les **combinaisons** suivantes :

TN1-TN1

IR8 - IR 1561 - 228-3

IR8 - IR 2071-625

TN1 - IR 2061464.

La triple culture a été également testée par T. That (1978). Ce système repose sur le repiquage.

1^{er} riz : repiqué en fin Février - début Mars, récolte en Mai- Juin.

2^e riz : repiqué sans labour à la récolte du 1^{er} riz Mai-Juin, récolte en Septembre.

3^e riz : repiqué sans labour en Septembre, récolte mi-Décembre.
Les deux premiers riz ont donné de très bons résultats 15 à 20 t/ha.
Le rendement total en triple culture est de 17 à 24 t/ha/an avec des occupations de rizières de 299 à 314 j/an, (Tableaux 4, 5 et 6).

Tableau 5 : Essai de tripleculture (Wandama) - 3récoltes : 314 jours/an
Rendement total des 3récoltes : 17,2 t/ha/an.

	1 ^{ère} culture	2 ^{ème} culture	3 ^{ème} culture
	Saison sèche chaude	Hivernage	Saison sèche froide
- Labour	Classique	sans	Sans
- Variété	IR 8	IR 2061-465	IR 747-B2
- Semis	24.3.76	24.7.76	13.11.76
- Repiquage	6.4.76	6.8.76	10.12.76
- Séjour en pépinière (jours)	13	13	27
- Type de pépinière	Dapog	Dapog	Dapog
- Jours au repiquage après récolte précédente		3	35
- Récolte	3.8.76	5.11.76	15.4.77
- cycle évolutif (jours)	132	103	132
- Occupation du terrain (jours)	119	90	105
- Rendement effectif (t/ha)	7,3 <u>1/</u>	8,4	1,5 <u>2/</u>
- Rendement potentiel (t/ha)	8	8,4	4- 5

1/ Malgré les filets de protection et le gardiennage, les dégâts dus aux attaques aviaires sont estimés à 0,9 % environ.

2/ Repiquage tardif, froid, oiseaux..

Tableau 6 : Essai de triple culture rizicole sur fondé à Rindiao

1er Riz	IR 747-B2	IR 747-B2
- Semis	15/12/75 (Dapog)	15/12/75 (Dapog)
- Repiquage	31/12/75	31/12/75
- Récolte	26/4/76	30/4/76
- Rendement	4,5 t/ha	5,5 t/ha
2e Riz	IR 1561-228-3	IR 1561-228-3
- Semis	12/4/76 (Dapog)	12/4/76 (Dapog)
- Repiquage	26/4/76 (sans labour)	30/4/76 (sans labour)
- Récolte	3/8/76	10/8/76
- Rendement	6,3 t/ha	6,3 t/ha
3e Riz	IR 22	TN1
- Semis	26/7/76 (pépinière classique)	26/7/76 (pépinière classique)
- Repiquage	21/8/76 (sans labour mais en retard)	23/8/76 (sans labour mais en retard)
- Récolte	24/11/76	16/11/76
- Rendement	10,0 t/ha	7,8 t/ha
Total des 3 récoltes	20,8 t/ha	19,6 t/ha

Tableau 7 : Essai de triple culture (Wandama) - 3 récoltes : 311 jours/an. Rendement total des 3 récoltes : 23,9 t/ha

	1 ^{ère} culture	2 ^{ème} culture	3 ^{ème} culture
	Saison sèche chaude	Hivernage	Saison sèche froide
- Labour	Classique	Sans	Sans
- Variété	IR 8	IR 2061-465	Kwang-she-sheng
- Semis	24/3/76	24/7/76	13/11/76
- Repiquage	6/4/76	6/8/76	9/12/76
- Séjour en pépinière (jours)	13	13	26
- Type de pépinière	Dapog	Dapog	Dapog
- Jours au repiquage après récolte précédente		4	35
- Récolte	2/8/76	4/11/76	23/4/77
- cycle évolutif (jours)	131	101	133
- Occupation du terrain (jours)	118	88	107
- Rendement effectif (t/ha)	10,1 <u>1/</u>	8,4	5,4 <u>2/</u>
- Rendement potentiel (t/ha)	11,4	8,4	6-7

1/ 12 % de perte due aux attaques aviaires

2/ Repiquage tardif, attaques aviaires.

2223 Dates de semis

Dans l'optique d'établissement d'un calendrier cultural différentes dates de semis ont été étudiées. La variété Taïchung Native 1 (TN1) a été utilisée.

Tableau 8 : Effet de la date de semis sur l'évolution du cycle

Dates de semis	Date de floraison	Date de récolte	Cycle
18 Nov. 1975	21 Avril	18 Mai	182 (jrs)
09 Déc. 1975	26 Avril	27 Mai	170 (jrs)
20 Déc. 1975	05 Mai	05 Juin	171 (jrs)
20 Jan. 1976	27 Avril	27 Mai	128 (jrs)
10 Fév. 1976	08 Mai	25 Juin	121 (jrs)
03 Mars 1976	27 Mai	24 Juin	113 (jrs)

Comme on le constate, il y a un allongement inutile du cycle de TN1 avec les semis en Novembre - Décembre.

D'après ces **résultats**, c'est seulement à partir de la **dernière** décade de Janvier que l'allongement du cycle s'estompe et fin Février début Mars pour qu'il n'y ait plus d'effets du froid sur l'allongement du cycle du riz.

Sur la base de ces données, il a été **recommandé** dans l'optique de la double culture de semer à partir de mi-Février et de récolter avant Juillet pour le semis d'hivernage.

2224 Rendement du riz en saison sèche-chaude et en hivernage

Tableau 9 : Effet de la saison sur le rendement des variétés de riz

Variétés	Date de semis	Date de récolte	Rendement t/ha
TN1 (saison sèche-chaude)	03 Mars 1976	24 Juin 1976	10,60
TN1 (hivernage)	24 Juin 1976	13 Oct. 1976	7,16
IR8 (saison sèche chaude)	24 Mars 1976	02 Août 1976	10,30
IR8 (hivernage)	17 Juin 1976	23 Oct. 1976	8,32

Les rendements sont plus élevés en saison **sèche** chaude qu'en hivernage, ce qui confirme les **résultats** obtenus par Magne en 1976 à Richard-Toll avec les variétés TN1, IR8, IKP, IR 269. Les rendements variaient entre 11 et 12 t/ha en saison sèche chaude alors qu'en hivernage, ils étaient de 7 - 8 t/ha.

2225 Etudes variétales

Pour les besoins de la double culture, plusieurs études variétales ont été conduites par l'ADRAO (Coly et Dome, 1980, Coly et Godderis, 1986, Wan Brand, 1987) en saison **sèche** et en hivernage à la recherche de variétés tolérantes au froid et aptes à la double campagne. Ces études ont abouti à l'identification de variétés **adaptées** aux **conditions** de culture **suyvantes**.

Tableau 10 : Classification des variétés par saison

Saison humide	Saison chaude	Saison froide	Saison chaude et hivernage
- IR 1529-680-3 - Jaya - BG-90-2 - SRI Malaysia - FH 109 - IET 1996 - IR8 - Kn 1h-350	- Tatsumi Mochi - Aïwu - KSS - KH 998 - IKP - IR 2823-399-5-6 - IR 3941-86-2-2 - CP 6920-33.	- KH 998 - IR 3941-86 - Tatsumi Mochi	- Aïwu - KH 998 - IKP - Calrose - KSS - IR 3941-2.

2226 Double culture du riz en fonction des modes de semis

JICA (1991) a expérimenté la possibilité de la réalisation de la double culture du riz suivant les modes de semis suivants : repiquage, semis à la volée.

Les résultats sont les suivants :

Tableau 11: Double culture du riz (Thiago)

Mode de semis	Années	1987		1988		1989	
	Saisons	CSC	HIV.	CSC	HIV.	CSC	HIV.
Repi-quage	Variétés	Minami-nishiki	KSS	IKP	KSS	IKP	IKP
	Durée cycle semis - récolte (jours)	4 Mai/ 15 Juil. 70	22 Sept. 8 Déc. (77)	8 Av/ 4 Aout (118)	15 Oct. inter-rompu	20 Mars 25 Juillet (127)	28 Sept 27 Jan (121)
	Rendement (t/ha)	4,0	5,2	9,0	-	8,47	4,24
Volée	Rendement annuel t/ha	9,2		9,0		12,71	
	Variétés	MN	KSS	IKP	KSS	IKP	IKP
	Durée cycle semis récolte (jours)	18 Av./ 13 Juil. (81 jrs)	8 Sept./ 30 Nov. (88 jrs)	21 Mars/ 4 Août (136 jrs)	23 Sept. inter-rompu	2 Mars/ 25 Juillet (145 jrs)	9 Sept/ 6 Janvier (119 jrs)
Rendement t/ha	5,3	5,2	8,9		7,07	7,20	
	Rendement annuel t/ha	10,5		8,9		14,27	

Les essais ayant été conduits en saison sèche froide, les variétés courantes XI? et JAYA ont nécessité des cycles de plus de 5 mois entraînant une baisse de rendement et de qualité. Deux variétés Vietnamiennes considérées tolérantes au froid ont vu leur cycle s'allonger à 5,5 à 6 mois.

Sur la base de ces constatations, il a été recommandé de ne pratiquer la double culture qu'en saison sèche-chaude. Le début des semis doit correspondre à la date d'arrêt du froid à partir du 15 Février. De ce fait, le cycle végétatif serait de 130 jours pour IKP, 150 jours pour JAYA et l'époque de récolte serait aux environs de fin Juin pour IKP et vers mi-Juillet pour JAYA.

Si on tient compte de la culture d'hivernage qui vient après, JAYA ayant un cycle long ne peut convenir à la culture de contre-saison chaude donc seule une variété à cycle court peut convenir. S'il s'agit d'une culture annuelle, le début de Juillet serait l'époque optimale du semis pour le riz d'hivernage.

Ainsi durant cette période, il a été expérimentalement démontré en station que la double et triple cultures sont techniquement possibles (T. That, 1978). Cependant, la technique utilisée qu'est le repiquage est difficilement réalisable par les paysans, compte tenu de l'indisponibilité de la main d'oeuvre temporaire et de la taille des parcelles individuelles. D'autre part, les variétés courantes IKP et JAYA ont vu leurs cycles rallongés de deux mois et plus et ont connu une diminution de rendement et de qualité, en contre saison froide. Par conséquent, on peut dire que la contre saison froide ne convient pas à la riziculture irriguée. La double culture annuelle devra donc prendre en considération la contre saison chaude et l'hivernage.

Sur le plan variétal, les résultats obtenus ont une grande valeur agronomique car ils ont permis de classer les variétés par saison de culture (saison humide - saison sèche chaude - saison sèche froide) et pour les trois campagnes. Quant aux techniques culturales, il faut noter que les époques et le mode de semis pratiqués ne sont pas ceux utilisés par les paysans (Septembre - Novembre - Janvier).

223 Période 1991 - 1995

C'est une période d'approfondissement des connaissances et de définition de calendriers culturaux les plus appropriés pour les paysans. Les recherches portaient sur le mécanisme physiologique du calage du cycle au calendrier cultural, (Dingkuhn et al. 1991, 1992, 1993) l'identification de variétés adaptées aux conditions spécifiques des différentes zones écologiques de la vallée du fleuve Sénégal (Senghor, 1993, 1994, 1995) et le calage du cycle au calendrier et évaluation du rendement (Diouf, 1992, 1993, 1994).

Les résultats de ces travaux sont les suivants :

223.1 Mécanisme physiologique du calage du cycle au calendrier cultural

Les recherches menées par l'ADRAO (Dingkuhn et al. 1991, 1992, 1993) sont axées sur le mécanisme du calage du cycle au calendrier cultural. Elles consistent à caractériser le matériel végétal sur la base de paramètres physiques et physiologiques déterminant les constantes thermiques (température de base, température optimale, somme des températures) qui, associées à la constante

photopériodique et à la phase végétative de base, permettent de faire des prévisions précises. L'analyse en CP a **permis** de classer les variétés en trois catégories par rapport **à** leur aptitude **à** la double culture.

Type 1 : Variétés adaptées à la contre-saison chaude (meilleure stabilité de rendement): cycle **précoce** mais **très** variable en **saison** humide avec une **température** optimale et une somme des températures faibles et une température de base **élevée**.

Type II : Variétés adaptées à la saison d'hivernage : cycle moyen mais excessivement long en saison **sèche** avec une température optimale et une somme des températures faibles et une température de base élevée.

Type III : Variétés adaptées aux deux campagnes : cycle précoce ou moyen, stable avec une température **optimale** et une somme de températures élevées et une température de base faible. Ces recherches ont également permis d'identifier de nouvelles **variétés adaptées** aux conditions de culture de la vallée.

Tableau 12 : Classification des variétés par saison

Saison humide	Saison sèche chaude
<u>Cycle moyen</u>	- IR13240-108-2-3
- BW293-2	- I Kong Pao
- ITA306	- IR50
- ITA222	- IR22107-14-2-1
- BG400-1	- IR39422-75-3-3-3
- S449-B28	- IR39357-133-3-2
- Jaya	- IR31785-58-1-2-3
- IET279	
- IR4422-98-3-6-1	
<u>Cycle court</u>	
- IR13240-10-2-2	
- 32XUAN-5C	
- TNAU7893	
- RAU2004-6-69-2-1	
- IR50	
- ITA230	
- I Kong Pao	
- IR31785-58-1-2-3	

Sur la base de ces données, un logiciel Ridev a été conçu par l'ADRAO pour l'élaboration de calendriers **cultureaux**.

223.2 Etudes variétales

Dans une dynamique complémentaire, l'équipe riz de l'ISRA/Saint-Louis a mené des recherches pour les objectifs de la double culture. En amélioration variétale, Senghor (1994) a conduit un essai multilocal en vue d'identifier des variétés hautement productives et adaptées aux conditions spécifiques des différentes zones écologiques de la vallée du fleuve Sénégal. Cet essai a permis de retenir comme variétés précoces: 32 XUAN 5C, IR13240-108-2, IKP et IR50 et pour les variétés à cycle moyen BG-400-1 et BG-90-2, ITA 222 et BW 293.2.

223.3 Calage du cycle au calendrier cultural et évaluation du rendement

En phytotechnie, les recherches menées par DIOUF.T (1992-1995) ont essentiellement porté sur la possibilité de la réalisation technique de la double culture et sa rentabilité.

Les résultats antérieurs avaient montré un allongement excessif du cycle en semis de saison sèche froide (150-200 j) Ton That (1976) entraînant des coûts d'irrigation très élevés pour le paysan sans accroissement proportionnel des rendements.

Le calendrier cultural proposé pour les semis de Novembre-Décembre est inadapte aux conditions d'exploitation des agriculteurs de la vallée. La technique de plantation utilisée pour la double culture qui est le repiquage n'est pas pratiquée dans le delta et la vallée. Les variétés qui servaient naguère de test (D52/37, TN1, IR8, Tainan 3, Paugem etc.) ont disparu des circuits de multiplication des semences.

Les variétés actuelles largement diffusées, telles que JAYA, IR 1529-680-3 et IKP présentent un cycle végétatif incompatible aux conditions de culture de saison sèche chaude.

En raison des résultats non transférés parce que inadaptés en milieu réel et devant l'impérieuse nécessité d'intensifier la riziculture par la pratique de la double culture, une étude portant sur le calage du cycle au calendrier cultural et évaluation du rendement a été menée. (DIOUF T. 1995). Elle avait pour objectif de trouver parmi les variétés disponibles, en conditions de saison sèche et de saison des pluies, des variétés plastiques, présentant une bonne régularité de rendement et aptes à la double culture.

L'étude a été conduite pendant trois ans en saison sèche chaude et en hivernage avec les dates de semis suivantes :

Saison **sèche** chaude : 15 Février, 2 Mars, 17 Mars

Hivernage : 21 Juillet, 5 Août

10 **variétés** ont **été** testées.

223.3.1 Cycle végétatif

223.3.1.1 Evolution du cycle en fonction de la date de semis et de la variété

Comme on peut le constater dans le tableau cidessus, la date de semis influe sur la **durée** du cycle des variétés. Le cycle est plus long en saison **sèche** chaude qu'en hivernage (Tableau 13). Il est plus long en semis précoce de saison **sèche** chaude. En saison **sèche** chaude, la 1^{ère} et la 2^{ème} date de semis permettent de récolter les variétés précoces et de libérer les parcelles pour la culture d'hivernage. Par contre la 3^{ème} date de semis du 17/3 nous conduit en plein hivernage, ce qui n'est pas **indiqué**. En hivernage, le cycle varie très légèrement. Les deux dates de semis permettent de **récolter** les variétés avant l'installation du froid en Décembre.

Tableau 13 : Evolution du cycle en fonction de la date de semis et de la variété (Fanaye)

Variétés	Dates de semis				
	Saison sèche chaude			Hivernage	
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₁	D ₂
IR 50	132 D	124 B	123 CD	108 C	106 CD
IR 31785-58	129 E	118 F	120 F	105 D	103 D
IR 39422-75	128 EF	121 E	120 F	106 D	102 D
IR 13240108	131 D	124 D	123 CD	114 B	105 CD
IR 3941-86	129 E	122 E	122 DE	113 B	107 CD
IR 39357-133	128 EF	121 E	122 DE	108 C	105 CD
AIWU	128 EF	124 D	123 CD	106 D	103 D
IR 1529-680-3	153 A	143 A	138 A	129 A	127 A
IKP	136 C	131 C	125 C	115 B	111 B
JAYA	149 B	139 B	132 B	129 A	126 A
Moyenne générale	134	127	125	113	109
PPds.05	1	1	1	1	4
C.V.%	1,98	1,98	1,98	0,89	2,66

D₁ - 1^{ère} date de semis : 15 Février

D₂ - 2^e date de semis : 02 Mars

D₃ - 3^e date de semis : 17 Mars

Les lettres A, B, C, D, E, F indiquent les différences entre traitement. Les chiffres portant la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %

Toutes les variétés ont eu un allongement de cycle sous l'effet des températures basses. Cependant, cet allongement dépend des particularités biologiques de

chaque variété. Il est plus marqué chez IR 1529-680-3 et JAYA pendant toutes les saisons surtout en semis précoce de saison sèche chaude. On observe une diminution du cycle avec l'élévation de température.

Pour toutes les dates entre variétés, on note des différences significatives. Dans toutes les conditions de culture IR 1529-680-3 et JAYA ont dominé en longueur de cycle.

A la première date de semis le 15/2, le cycle moyen des variétés est de 134 jours ce qui permet de récolter le 28 Juin toutes les variétés dont le cycle est compris entre 128 et 134 jours tandis que IR 1529-680-3 et JAYA seront récoltées le 16 Juillet avec un retard de 19 jours et des risques de subir les effets de la pluie.

A la deuxième date de semis le 2/3 avec un cycle moyen de 127 jours, les variétés précoces peuvent être récoltées le 6 Juillet et permettre la mise en place de la culture suivante. IR 1529-680-3 et JAYA seront récoltées le 22 Juillet avec des rendements qui risquent d'être affectés par les pluies.

Avec une récolte tardive, il reste peu de temps pour la mise en place de la campagne d'hivernage.

A la troisième date de semis le 17/3, le cycle moyen est de 125 jours, ce qui permet de récolter le 18 Juillet toutes les variétés précoces. Seules les variétés IR 1529-680-3 et JAYA vont être récoltées le 31 Juillet.

En hivernage, le cycle est stable. La 1^{ère} date du 21 Juillet permet la récolte des variétés à cycle court le 10/11, tandis que JAYA et IR 1529-680-3 seront récoltées le 26/11. Pour la 2^{ème} date de semis du 5/8, les variétés à cycle court vont être récoltées le 21/11, ensuite IR 1529-680-3 et JAYA pour le 8/12.

223.3.1.2 Analyse générale des variétés et des dates par saison sur les 3 ans sur l'évolution du cycle.

Tableau 14: Cycle végétatif en jours (Fanaye)

Variétés	Saisonsèchechaude Moyenne générale des 3 dates	Hivernage Moyennegénérale des 3 dates
IR 50	126 D	107 D
JR 31785-58	123 FG	104 E
IR 39422-75	123 FG	104 E
IR 13240-108	126 D	110 c
IR3941-86	124 EF	110 c
IR 39357-133	123 FG	107 D
AIWU	125 DE	105 E
IR 1529-680-3	145 A	129 A
IKP	130 C	113 B
JAYA	140 B	128 A
Moyennegénérale	129	111
PPds 05	1	2
C.V. %	1,98	1,96

Les lettres A, B, C, D, E, F, G indiquent les différences entre traitements.

Les chiffres portant la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % .

Dans chaque saison, entre variétés, on note des différences significatives au seuil de 5 % . En saison sèche chaude, les variétés les plus précoces sont : IR 31785-58, IR 39422-75, IR 39357-133, IR 3941-86 suivies de AIWU, IR 50, IR 13240-108 et IKP. Avec le semis du 15/2 et du 2/3, on peut récolter toutes les variétés à cycle court. En hivernage, on observe la même tendance. Des semis allant du 21/7 au 5/8 permettent de récolter les variétés précoces en Novembre et les variétés à cycle moyen au plus tard en début Décembre. Pour les 2 saisons, entre dates il y a une différence significative. L'effet année est significatif. Les interactions (Année x Date), (Année, Variété), Date, Variété), (Année, Date, Variété) sont significatives.

2.2.3.3.2 Rendement

2.2.3.3.2.1 Variation du rendement en fonction de la date de semis et de la variété

Il ressort des **résultats que les rendements** varient en fonction des saisons et des dates de semis.

En saison **sèche** chaude, le rendement le plus élevé est obtenu à la **2^{ème}** date de semis correspondant à l'élévation de température favorable à un bon tallage. A la première date de **semis**, le rendement obtenu peut être expliqué par une **réduction de tallage** due aux températures basses en phase juvénile et à l'échaudage provoqué par les vents chauds et secs **d'Avril-Mai** en période de reproduction. LE rendement le plus faible est obtenu à la **3^{ème}** date de semis.

Eh hivernage, on observe la même tendance qu'en saison sèche chaude, le rendement le plus faible est obtenu à la **dernière** date de semis.

Tableau 15 : Variation du rendement en fonction de la **variété** (Fanaye)

Variétés	Saison sèche chaude			Hivernage	
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₁	D ₂
IR 50	7,19 BC	7,61 CD	4,73 DE	6,44 BCD	5,41 B
IR 31785-58	6,37 EF	7,76 CD	5,17 CD	5,94 CD	5,61 B
IR39422-75	6,34 F	7,47 D	5,10 CD	6,19 BCD	4,77 B
IR 13240-108	6,87 CD	8,48 B	6,17 A	6,82 ABC	5,70 B
IR 3941-86	6,83 CDE	8,33 B	5,38 Bc	7,15 AB	4,92 B
IR 39357-133	4,56 G	6,37 F	4,52 E	5,76 B	5,06 B
AIWU	6,47 DEF	6,96 E	5,22 Bc	6,27 BCD	5,28 B
IR 1529-680-3	7,57 B	9,09 A	5,67 B	7,48 A	7,39 A
IKP	6,98 C	8,08 BC	5,17 CD	6,30 BCD	4,99 B
JAYA	8,16 A	9,45 A	6,47 A	7,41 A	5,87 B
Moyenne générale	6,73	7,96	5,35	6,57	5,50
PPds 05	0,486	0,486	0,486	0,96	1,31
C.V. %	12,77	12,77	12,77	10,09	16,44

Les lettres A, B, C, D, E, F indiquent les différences entre traitements.

Les chiffres portant la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %.

Il apparaît que le génotype et le milieu se partagent le contrôle du mécanisme d'élaboration du rendement.

Les rendements varient en fonction des variétés, des saisons et des dates de semis. Les variétés s'expriment mieux en saison sèche chaude à la 2^{ème} date de semis quand les conditions thermiques sont favorables à une bonne croissance. Dans chaque saison et chaque date de semis entre variétés, il existe des différences significatives.

223.3.22 Analyse générale des variétés et des dates par saison sur les 3 ans sur la **variation** du rendement

Tableau 16: Rendement en paddy(t/ha) Fanaye

Variétés	Saison sèche chaude	Hivernage
IR 50	6,51 DEF	5,93 BCD
IR 31785-58	6,43 DEF	5,77 CD
IR39422-75	6,30 EF	5,48 CD
IR 13240-108	7,18 Bc	6,26 BC
IR 3941-86	6,85 CD	6,04 BCD
IR 39357-133	5,15 G	5,41 D
AIWU	6,22 F	5,77 CD
IR 1529-680-3	7,44 B	7,43 A
IKP	6,74 CDE	5,65 CD
JAYA	8,01 A	6,64 AB
Moyennegénérale	6,68	6,04
PPds.05	0,48	0,79
CV%	12,77	13,13

Les lettres A, B, C, D, E, F indiquent les différences entre traitements.

Les chiffres portant la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %.

L'analyse de variance des données de rendement des variétés des deux saisons a permis de déterminer les performances et la stabilité des variétés par saison ainsi que les interactions année, date et variété.

En saison sèche chaude, les variétés les plus productives sont JAYA, IR 1529-680-3, IR 13240-108 suivies de IR 3941-86 et IKP.

La variété IR 39357-133-3 a donné le plus faible rendement.

En hivernage, les variétés les plus productives sont **IR 1529-683-3** suivies de **JAYA, IR 13240-108** et **IR 3941-86-2**.

A travers les saisons, les variétés les plus productives sont **IR 1529-680-3, JAYA, IR 13240-108** et **IR 3941-86-2**.

Les variétés les plus stables sont **IR 1529-680-3, IR 3941-86-2** et **IR 39357-133-3** qui quelque soit la saison donnent un rendement régulier.

Les interactions (Année x Date), (Année x Variété), (Date x Variété), (Année x Date x Variété) sont significatives.

Sur la base des données des analyses générales sur le cycle et le rendement pour la pratique de la double culture, les variétés ont été placées en trois catégories :

- I - Variétés à bon rendement, mais à cycle long ne calant pas au calendrier cultural de saison **sèche** chaude (**JAYA, IR 1529-680, IKP**);
- II- Variété à rendement moyen à bon, à cycle calant au calendrier cultural de saison **sèche** chaude (**IR 13240-108, IR 3941-86, IR 50, IR 31785-58, IR 39422-75, AIWU**);
- III - Variétés à faible rendement, à cycle calant au calendrier cultural de saison **sèche** chaude (**IR 39357-133**).

223.3.23 Etude des binômes de variétés

Le choix des **variétés** découle de la classification de ces **dernières** basée sur les données des deux saisons (saison **sèche** chaude et hivernage).

Par priorité, les **variétés** les plus productives et qui peuvent être recommandées pour la double culture sont : Tableau 17.

Saison **sèche** chaude

IR 13240-108

Hivernage

IR 1529-680-3, JAYA, IR 13240-108-2.

**Tableau 17 : Doublérécolte annuelle (Fanaye)
Binômes de variétés**

CONTRESAISONCHAUDE				HIVERNAGE				Rendement Annuel Paddy t/ha
Variétés	Date de semis	Date de récolte	Rendement t/ha	Variétés	Date de semis	Date de récolte	Rendement t/ha	
IR 13240	2/3	3/7	8,48	IR 13240	21/7	10/11	6,82	15,30
IR 13240	2/3	3/7	8,48	IR 13240	5/8	17/11	5,70	14,18
IR 13240	2/3	3/7	8,48	JAYA	5/8	8/12	5,87	14,35
IR 13240	2/3	3/7	8,48	IR 1529	5/8	8/12	7,39	15,87

2.2.3.3.2.4 Calendrier cultural

La mise en place de la campagne d'hivernage est conditionnée par la date de récolte de la culture de saison sèche chaude.

Les données des deux saisons sur l'évolution du cycle et la variation du rendement ont permis d'élaborer le calendrier cultural suivant (Tableau 18).

Pour la saison sèche chaude, l'époque de semis s'étend de mi-Février au 2 Mars, date limite pour les cycles courts.

Pour la saison d'hivernage, l'époque de semis s'étend du 21 Juillet au 5 Août, date limite pour les cycles moyens.

Tableau 18 : Calendrier **cultural** (Fanaye)

Opérations	Contre saison froide				Contre saison chaude				Saison des pluies			
	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	
'réirrigation			x						x			
'ravail du sol			x Labour	ou offset/ige					x offsetage	ou brûlis		
'ertilisation				x FF	FC	FC			x FF	x FC	x FC	
rrigation					Lame d'eau 5 à 10 cm					Lamé d'eau 5 à 10 cm		
emis - Récolte	Sahel 108 Récol. 10 Nov			x Sahel 108 15 Février				Récolte 25 Juin	x Sahel 108 21 Juillet			
		JAYA, IR1529 Récol. 8 Déc.			x Sahel 108 2 Mars				x Récol. Juillet	x Jaya, IR1529-680-3 5 Août		
rainage				x 5 jours après semis	x 25 jours après semis	x 60 jours après semis		x 10 à 15 jrs avant réco.	x	x idem	x	x
arclage					Traitement herbicide	Traitement herbicide				Traitement herbicide	Traitement herbicide	
ardiennage					Chasse aux oiseaux					Chasse aux oiseaux		

FF = Fumure de Fond

FC = Fumure de couverture

S. 108 = Sahel 108

Récolte - 40^e jour à compter de la 1^{re} date d'épiaison**Drainage**Il est **effectué** : 5 jours après le semis pour permettre la levée et l'enracinement.

25 jours après semis pour le premier apport d'engrais d'entretien et le traitement herbicide.

60 jours après semis pour le deuxième apport d'engrais d'entretien et le traitement herbicide.

Diminution de la lame d'eau jusqu'à 5 cm au stade laitex.Drainage **assec** au stade **pâteux** 10-15 jours avant récolte.

2.2.3.3 Approche économique de la double culture

Frais d'exploitation pour 1 ha/an

<u>Semence</u>	325 F x 120 kg/ha x 2	=	78.000 FCFA
<u>Engrais</u>	18-46-O 184 F x 150 kg/ha x 2	=	53.200 F CFA
<u>Urée</u>	195 F x 200 kg/ha x 2	=	78.000 FCFA
<u>Herbicide</u>	Propanil 3.250 F x 8l/ha x 2	=	52.000 FCFA
	Weedone TP 5.000 F x 2l/ha x 2	=	20.000 FCFA
<u>Travail du sol</u>	Offsetage 18.000 F x 2	=	36.000 FCFA
<u>Irrigation motopompe</u>	60.000 F x 2	=	120.000 FCFA
<u>Total Frais exploitation</u>		=	439.200 FCFA

Frais de transformation

Récolte + battage (mécanique) - 20 % de la production
(décorticage + ensachage) = 17 FCFA/kg
Rendement annuel (variété IR 13.240-108-2)
8,48 t/ha + 6,82 t/ha = 15,30 t/ha = 15 t/ha

Frais de récolte + battage

$$\frac{15 \text{ t} \times 20}{100} = 3 \text{ t}$$

Production disponible

$$15 \text{ t} - 3 \text{ t} = 12 \text{ t}$$

<u>Prix décorticage</u>	17 F x 12000 kg	=	204.000 FCFA
-------------------------	-----------------	---	--------------

Rendement à l'usinage

$$\frac{12000 \text{ kg} \times 70}{100} = 8400 \text{ kg}$$

Poids du son

$$12000 \text{ kg} - 8400 \text{ kg} = 3600 \text{ kg}$$

<u>Prix du riz blanc</u>	200 F x 8400 kg	=	1.680.000 FCFA
--------------------------	-----------------	---	----------------

<u>Prix du son</u>	30 F x 3600 kg	=	108.000 FCFA
--------------------	----------------	---	--------------

Poids de lapaille (rapport grain/paille 1,5)

$$\frac{12000 \text{ kg}}{1,5} = 8000 \text{ kg}$$

Nombre de balles de 5 kg

$$8000 \text{ kg} : 5 = 1600 \text{ balles}$$

<u>Prixdesballes</u>	$350 \text{ F} \times 1600$	=	560.000 FCFA
<u>Frais de confection 7/10</u>	$\frac{350 \text{ F} \times 1600 \text{ balles} \times 7}{10}$	=	392.000FCFA
<u>Frais totaux</u>	$439.200 \text{ F} + 204.000 \text{ F} + 392.000$	=	1.035.200 FCFA
<u>Prix réel de la production</u>	$1.680.000 \text{ F} + 108.000 \text{ F} + 560.000 \text{ F}$	=	2348.000 FCFA
<u>Bénéfice</u>	$2.348.000 \text{ F} - 1\ 035\ 200 \text{ F}$	=	1.312800 FCFA

CONCLUSION GENERALE

Il est établi que la double culture est techniquement possible et économiquement rentable grâce à la disponibilité de variétés performantes et adaptées aux conditions de saison sèche chaude et d'hivernage et de calendrier cultural répondant aux conditions socio-économiques du paysan. On peut donc dire que la stagnation voire même la chute de la production rizicole n'est pas liée à un manque de paquet technologique mais à un ensemble de facteurs interdépendants qu'on trouve de l'amont à l'aval de la production, En amont de la production, nous avons les problèmes de crédit (crédit annuel de culture et crédit d'investissement pour les équipements et les aménagements agricoles), de la qualité des aménagements, de l'organisation de l'approvisionnement des facteurs de production notamment les semences et les prestations de service. Au niveau de la production, le respect des itinéraires techniques notamment la date de récolte qui influe sur la qualité de la production (humidité).

En aval de la production, le crédit pour la transformation, l'organisation de la filière de commercialisation, l'amélioration de la transformation (qualité du riz blanc, rendement à l'usinage, emballage et présentation du produit).

En effet, force est de constater que le riz malgré toute son importance sur le plan national n'a pas encore réellement bénéficié de la part des autorités

gouvernementales toute l'attention particulière qu'il convient de lui accorder. Le riz ne bénéficie plus de subvention et n'est pas protégé contre le riz importé.

Pour accroître la production nationale et rendre le riz local plus compétitif les mesures suivantes sont à prendre :

- augmentation des superficies aménagées;**
- réduction des prix des facteurs de production;**
- limitation et taxe sur le riz importé;**
- amélioration des itinéraires techniques utilisées par les paysans;**
- octroi de crédit annuel de culture moins contraignant, répondant aux critères de réalisation de la double culture;**
- dégagement de lignes d'investissement pour les équipements et les aménagements agricoles;**
- amélioration de la transformation ;**
- organisation de l'approvisionnement des facteurs de production et de la filière de commercialisation.**

Les recherches pour la levée des contraintes liées à la pratique effective et généralisée de la double culture doivent en plus des mesures citées ci-dessus mettre l'accent sur la planification des activités situées en amont et en aval de la production rizicole.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - OMVS/FAO (1973). Etude hydroagricole du bassin du fleuve **Sénégal**
- 2 - RIJKS, C. (1976). **Agrométéorologie**. Développement de la recherche agronomique dans le bassin du fleuve Sénégal. FAO/PNUD/OMVS/ROME.
- 3 - SAED, (1984), le riz.
- 4 - COUEY, M et al.(1969) Double **récolte** annuelle. Recherches rizicoles à **Richard-Toll** en 1968-1969, Secteur IRAT/Fleuve. P. 240-265.
- 5 - IRAT (1969). **Synthèse** des activités et résultats 1968 de l'IRAT au Sénégal et sur la rive Mauritanienne du fleuve **Sénégal**.
Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures **Vivrières**.
- 4 - POISSON, C (1970). Bilan de 25 années de **recherches** rizicoles à **Richard-Toll** (Sénégal). IRAT.
- 7 - MAGNE, C. (1976). **Expérimentation** multilocale. Essais variétaux riz Centre National de **Recherches** Agronomiques de Bambey (CNRA).
- 8 - COLY, A, DOME, J. (1980). Rapport d'activités 1979 du projet spécial à Richard-Toll. ADRAO.
- 9 - COLY et GODDERIS, W. (1986) Amélioration **variétale** du riz irrigué Station régionale de riz irrigué ADRAO Saint-Louis **Sénégal**.
- 10 - ADRAO (1986). Bilan des activités de la station pendant la **decennie** 1976-1986. Station régionale du riz irrigué Saint-Louis Sénégal.
- 11 - VAN BRANDT, H. (1987). Rapport sur les essais de vérification en milieu paysan ADRAO Saint-Louis **Sénégal**.
- 12 - JICA (1991) Etude **expérimentale** du développement agricole. Rapport final Février 1991. Agence Japonaise de Coopération Internationale.

- 13 - **TRINH, T.T.**, (1978). Recherches agronomiques et développement agricole - Bassin du fleuve Sénégal. Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal. Les **cultures céréalières** - FAO ROME 1978.
- 14 - **DINGKUNH, M.** (1992). Bases physiologiques et écologiques du cycle de culture des **variétés** de riz dans le Sahel. Rapport annuel **1991** ADRAO, pp. 12-24.
- 15 - **DINGKUNH, M., MIEZAN, K.M. et ASCH, F.** (1993). Mise au point de **variétés à haut rendement** mieux adaptées au Sahel. Rapport annuel 1993. ADRAO. pp. 14-25.
- 16 - **SENGHOR, P.T.** (1994). rapport analytique final **ISRA/DRCSI** !Saint-Louis.
- 17 - **TRINH, T.T.**, (1976) . Le cycle végétatif du riz. Incidence des contraintes climatiques dans la vallée du Sénégal. Centre National **d'expérimentation** Agronomique et de Développement Agricole de **Kaédi**.
- 18 - **DIOUF, T.** (1996). Recherches rizicoles en phytotechnie Saint-Louis **1992-1995**.
- 19 - **OMVS** (1980). Etude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal. L'introduction de la culture irriguée. Direction de la Planification et de la Coordination. Avril 1980.