

C.I.R.A.D.

DÉPT SYSTEMES AGRAIRES

PROGRAMME SAHEL

1050 3
C1000 335

F084
JAN/CI

ESSAI DE SYNTHÈSE DES RECHERCHES

SUR LA RIZICULTURE IRRIGUÉE

EN ZONE SAHÉLIENNE

J.Y. JAMIN'

Septembre 1990

v.2.19

Publié in Le Développement Agricole au Sahel. Tome II, Recherches et Techniques.
P.M. Bosc, V. Dollé, P. Garin, J.M. Yung Ed. ; CIRAD-SAR, Montpellier, sous presse.

1 Introduction

Si la rixiculture est **très** ancienne en Afrique **sahélienne**, en particulier dans la Vallée du Niger où elle **dérive** de la cueillette d'*Oryza glaberrima* (riz cultivé africain), *O. barthii* (riz sauvage annuel) et *O. longistaminata* (riz sauvage à rhizomes), la culture **irriguée à grande échelle** est un **phénomène** relativement **récent** ; les premiers essais remontent au **XIX^{ème} siècle** au **Sénégal** (Richard-Toll), mais ce n'est qu'au **début** du **XX^{ème} siècle** que de grands projets **d'aménagements** sont mis **à l'étude**. La **première réalisation** sera l'Office du Niger, où la culture commence en 1935, sur le **modèle** de la **Gézireh** au Soudan.

Seront ensuite **lancées l'O.A.V.** puis **l'O.A.D.** le long du Fleuve **Sénégal** (Organisation Autonome de la Vallée, **O.A.** du Delta), dont le **réel développement** ne se fera **qu'après l'indépendance** avec la **création** de la S.A.E.D. (**Société d'Aménagement et d'Exploitation** du Delta), qui **verra ses prérogatives s'étendre** progressivement **à l'ensemble de la Vallée**, avec d'abord de grands casiers puis des petits **périmètres irrigués** villageois (P.P.I.V.). **Parallèlement**, se mettra en place la SONADER (**Société Nationale de Développement Rural**) en Mauritanie (rive droite du Fleuve), ainsi que les petits **périmètres** de la Haute **Vallée** du Fleuve **Sénégal** au Mali. D'autres **expériences** se sont **développées** au Niger (ONAHA, Office National des **Aménagements Hydro-Agricoles**), au Burkina-Faso (**Vallée du Kou**), au Tchad (casiers de Bongor et polders du Lac) et au Nord-Cameroun (SEMRY, **Société d'Expansion** et de Modernisation de la **Riziculture** de Yagoua) où de grandes superficies ont **été aménagées**.

Tous les **périmètres sahéliens** ont comme **caractéristique** commune la **prédominance** absolue de la culture du **riz**, pour des raisons **pédologiques** (sols de cuvette, facilement **irrigables** mais difficilement **drainables**, parfois salins) et politiques (recherche de **l'autosuffisance** alimentaire), même si **à l'origine** de **grands espoirs** avaient **été** places dans le coton ; les efforts de diversification des cultures n'ont pas **été** abandonnés, mais il faut bien constater qu'en dehors du maraîchage (**pratiqué** sur de petites surfaces et de façon souvent "pirate" par les paysans) et du **maïs** (cultivé en contre-saison dans la partie amont du Fleuve **Sénégal**) ou parfois du **blé** (**Vallée du Kou, zone Tombouctou-Diré, polders du Lac Tchad**), le riz reste encore aujourd'hui la seule culture **pratiquée à grande échelle de façon régulière**.

Au **démarrage** des **opérations** d'irrigation, bien que les bases techniques des **rizicultures** traditionnelles de **Casamance**, de **Guinée** et de la **Vallée** du Niger aient **été utilisées**, on a surtout **importé** des techniques de Pays ayant une plus longue tradition de rixiculture **irriguée** (Asie, Madagascar, mais aussi Guyane) et des **variétés** asiatiques de **l'espèce Oryza sativa**. Des stations de recherche ont **été** ensuite **implantées** dans toutes les **zones concernées**.

Les instituts de recherche nationaux ont fourni un effort notable **d'expérimentation** sur le **riz** irrigué ; citons en Particulier les travaux de **l'ISRA** au **Sénégal**, du **CNRADA** en Mauritanie, de **l'IER** au Mali, de **l'INERA** au Burkina-Faso, de **l'INRAN** au Niger et de **l'IRA** au Cameroun. Ils ont **été** appuyés Par des instituts **internationaux**, en particulier **l'IRAT** (souvent **à l'origine** des **premières** recherches), et **également** **l'ADRAO**, **l'OMVS** et la FAO, ainsi que Par **l'université** de **Wageningen** (Pays-Bas) pour les **recherches** sur **l'irrigation**. Les **coopérations** chinoises (Formose puis Chine Populaire) ont aussi **joué un rôle important**.

Un trait commun **à tous les périmètres considérés** est la puissance des **sociétés de développement**, et l'importance qu'elles ont **accordée à la création** de structures de "Recherche **Appliquée**", "Recherche **d'Accompagnement**" ou "Recherche-Développement" en leur sein. Aussi beaucoup de **résultats** ont-ils **été** obtenus dans le cadre de ces **opérations de développement**, dont les moyens financiers sont (ou tient) sans commune **mesure avec** ceux des instituts de recherche nationaux.

Les travaux qui ont **été menés** sur la rixiculture **irriguée** au Sahel concernent les besoins en eau des plantes et leur traduction en terme **d'aménagement** hydraulique, les cycles de culture, les **variétés**, les sols et **l'amélioration** de leur **fertilité**, la **préparation** des terres, les techniques d'implantation, le **désherbage**, la protection des cultures, et la **mécanisation** ; plus **récemment** ont **été** lancés des travaux sur les **systèmes** de culture et **les systèmes de** production.

Nous utiliserons ici surtout les **résultats** des recherches **effectuées** dans la **Vallée** du Fleuve **Sénégal** et à l'office du Niger depuis plusieurs **décennies**, ainsi que ceux obtenus au Nord-Cameroun, **à la Vallée du Kou** et **à l'ONAHA**.

2 Les besoins en eau des plantes

Ces besoins ont **été pendant** longtemps satisfaits de façon empirique ; ce n'est qu'à partir de 1970 que des travaux **précis** et **spécifiques** aux milieux **considérés** ont **été** ment% sur ce **thème**.

Au **Sénégal**, **Rijks C.**, 1976 a **déterminé** les besoins en eau du riz pour les **différentes** saisons de culture sur la base des Evapo-Transpirations **Réelles** d'une culture de riz, ainsi que les coefficients culturaux K permettant de relier **l'ETR à l'évaporation** d'un Bac "Classe A" **fréquemment utilisé** dans les stations **météorologiques**¹.

Pour l'hivernage, **les** besoins sont d'environ 1100 mm ; ils sont de l'ordre de 1700 mm en saison **sèche** froide et en saison **sèche** chaude (**très** variable selon les **années**). Les 15 premiers jours, **K' = 0,8**, puis **K' = 1** les 15 jours suivants, **puis 1,2 à 1,4** jusqu'à 15 jours avant la **récolte**, où il redescend **à 1**.

Au Mali, les **Projets BEAU (Besoins en Eau)**, 1981, et **GEAU (Gestion de l'Eau)**, 1984, ont **menés** des travaux **similaires**, mais **en** ramenant les ETR à **l'ETo, évapo-transpiration** de la culture de **référence** (gazon vert de 8 à 15 cm, en pleine croissance, **d'après** FAO, 1977). Les **résultats** obtenus sont proches des **précédents** : les besoins d'irrigation sont de **1200** mm en hivernage, en tenant compte de deux **préirrigations** et de la **pluviométrie décadaire** de **probabilité 80 %**. Le coefficient Kc est alors de **1,1** les deux premiers mois, puis de **1,25** ensuite (en **semis direct**)¹.

Sur ces bases ont **été** calculés les **débites** fictifs continus **nécessaires**. A l'office du Niger, ils sont de **1,1 l/s** ha ; les **débites** de pointe **sont** estimés à **1,5 l/s** ha ; c'est ainsi qu'au Projet **Retail l'aménagement** a **été** fait sur la base d'un débit de **1,8 l/s** ha à la parcelle, soit **2 l/s** ha en **tête** de tertiaire ; l'irrigation est **organisée** avec **des tours d'eau de 5 à 7 jours**, et **des mains d'eau de 20 l/s pour 2 ha**.

Il faut noter que **les** travaux en **matière** de **besoin** en eau et d'hydraulique ont pu s'appuyer sur d'importantes bases de **données agro-météorologiques (Météorologies Nationales, ASECNA, stations de recherche)**, et sur des monographies **hydrauliques détaillées réalisées** par **l'ORSTOM**.

3 Cycles cultureux

Dans tout le Sahel **se** pose un **problème** de calage des cycles du riz par rapport **à** la saison froide. En effet, les basses **températures** peuvent bloquer certaines phases du cycle du riz ou compromettre leur bon **déroulement**. En dessous de **15°C**, la floraison et le **début** du remplissage sont fortement **perturbés** et le taux de grains vides est donc **élevé** ; la **germination** et la **levée** sont pratiquement **bloquées** ; la **végétation** d'une culture **déjà installée** mais pas encore parvenue **à l'initiation paniculaire** n'est par contre pas trop **affectée**, bien qu'elle soit **sérieusement ralentie** ; en dessous de **10°C**, la **végétation** est **bloquée**.

Les maxima de **température élevés enregistrés** en avril-mai (**plus de 43°C**, avec une **humidité très** faible, surtout lorsque souffle **l'harmattan**) peuvent aussi **perturber** la floraison du riz et provoquer des **stérilités**. L'incidence sur les **rendements** et sur le calage des cycles est cependant plus **limitée** que les effets du froid.

Sur la base de ces contraintes, des **études fréquentielles** de **températures** ont **été effectuées** ; citons les travaux de **Rijks C.**, 1976, dans la **Vallée** du Fleuve **Sénégal**, et ceux du Projet **Geau**, 1984, à l'Office du Niger. Selon la latitude, **les contraintes** sont plus ou moins fortes : dans la partie Nord du Sahel (**Podor, Gao**), la **fréquence** des **températures** froides est beaucoup plus forte **qu'à** la **lisière** de la zone soudanienne (**Vallée du Kou**) où le semis est possible en **décembre-janvier**. Le calage des cycles doit aussi tenir compte des **disponibilités** en eau d'irrigation, souvent **réduites** en fin de saison **sèche** dans les fleuves **sahéliens** comme le **Sénégal**, le Niger ou le **Logone**, **malgré** le **développement** des barrages de **régulation (Manantali sur le Sénégal, Sélingué sur un affluent du Niger)** et des **réservoirs** de stockage (SEMRY 2 à Maga).

¹ $K' = \frac{ETR}{Ev A}$ $K_c = \frac{ETR}{ET_0}$

Trois grandes saisons de culture sont utilisables pour le **riz** : hivernage, saison **sèche** froide (ou **désaison**), saison **sèche** chaude (ou contre-saison).

Pour l'hivernage, le cycle doit **être calé** par rapport à la floraison du riz et aux basses **températures** **débutant** fin novembre ; avec des **variétés** non-photosensibles à cycle moyen (130 jours), les semis doivent se faire au plus tard **début août**. Avec des **variétés** à cycle plus court (110 jours), ils peuvent encore avoir lieu fin **août**. Les potentiels sont cependant plus faibles lorsque l'on s'approche de ces dates limites, les dates optimales de semis étant entre **début-juin** et **fin** juillet. Les semis ne doivent pas commencer trop **tôt** (avant **fin** mai), pour ne pas risquer que les pluies de septembre viennent endommager les **récoltes**. Avec les **variétés** photosensibles, le **problème** est différent : leur date **d'épiaison** est assez stable et des semis **précoces** permettent d'accroître la **durée** de la phase **végétative**, et donc le potentiel de matière **sèche** qui pourra être **accumulé** puis **transféré** vers les grains ; à l'inverse les semis tardifs **réduisent** ce potentiel.

Pour la saison **sèche** chaude, on cherche en **général** à faire des semis les plus **précoces** possibles, pour **éviter** que les pluies d'hivernage ne viennent endommager les **récoltes** ou gêner le battage, et **également** pour permettre une remise en culture rapide pour la campagne d'hivernage dans le cas de la double-culture. Cependant la **précocité** de ces semis est **limitée** par les basses **températures** de janvier. Ce n'est donc que **début** ou **mi-février** que les semis sont en **général** possibles dans de **bonnes** conditions.

Pour **résoudre** ce **problème**, il est possible d'avancer les semis en novembre, **début décembre** au plus tard, avant la **période** des froids, et de faire une culture dite de saison-sèche froide. La germination et la levée se font alors avant que les **températures** ne soient trop basses ; la **végétation** du riz est ensuite **très** ralentie en **décembre-janvier**, et elle ne **redémarre** vraiment pleinement **qu'à** partir de **mi-février**. Le cycle du riz est alors nettement **allongé**. Cette contrainte est beaucoup moins forte au sud, comme à la **Vallée** du **Kou** où les semis de **fin-décembre** et janvier sont **fréquents**, avec un repiquage en janvier ou **février**.

Pour les semis de saison **sèche**, il est **impératif** d'utiliser des **variétés** non-photosensibles : **en** effet, une **variété** photosensible **semée** en **février** risque de n'arriver à **maturité** qu'en novembre (cycle de 280 jours). En saison **sèche** chaude, il est **recommandé** d'utiliser des **variétés** à cycle court, car le **début** de **végétation** étant assez lent **fin-février-début** mars, les cycles sont **allongés** de 15 jours environ par rapport à l'hivernage, et les **récoltes** des **variétés** à cycle moyen sont trop tardives. Pour les semis de saison froide, **on** peut utiliser des **variétés** à cycle moyen, car les parcelles sont de toute façon **libérées** à temps pour l'hivernage suivant, mais **il faut s'assurer** de leur **tolérance** au froid ; il faut noter qu'en cas de double-culture saison froide / hivernage, le temps disponible entre **récolte** d'hivernage et semis de saison froide est **très** court.

Dans la pratique, la plupart des surfaces **irriguées** ne portent qu'une culture par an, en hivernage. La **double-riziculture** est cependant **réalisée** dans **certains périmètres** : succession saison **sèche** chaude / hivernage sur une partie **des terres** de la **Vallée** du Fleuve **Sénégal**, ainsi qu'au Projet **Retail en zone** Office du Niger ; **succession** saison **sèche** froide / hivernage dans les petits **périmètres** de la **région** de Gao, à l'**ONAHA** au Niger, dans la **Vallée** du **KOU** et à la **SEMR**. Dans toutes ces situations, la lutte contre les oiseaux mobilise **beaucoup** de main d'oeuvre en **contre-saison**. La double-culture est surtout **réalisée** dans les **périmètres** où les surfaces **attribuées** par famille sont faibles (**0,2 à 0,5** ha), et elle est plus rare ou ne porte que sur une partie des surfaces **dès** que ces attributions sont de l'ordre de un ou plusieurs **hectares** par famille. L'utilisation de **variétés** à cycle court et de façons culturales **simplifiées**, voire du non-travail du sol, sont susceptibles de favoriser l'extension de la double-culture, de **même** que la **mécanisation**. La pratique de la repousse, **étudiée** en station de **recherche** par l'**IRAT** puis l'**ADRAO** au **Sénégal**, a fait **jusqu'à présent** l'objet de peu **d'applications** en milieu paysan.

Des **successions riz** / autre culture sont également possibles, et elles sont **pratiquées** en particulier dans la **Vallée** du **Sénégal** : **riz** d'hivernage / maïs de saison froide autour de **Matam** et Bakel (maïs sur une partie seulement des surfaces en vraie **double-culture**), ou **riz** / tomate entre Richard-Toll et Podor, mais **avec** un **décalage** des cycles conduisant plutôt à faire 3 cultures sur **2 ans** : riz de saison **sèche** chaude / tomate de saison froide / riz d'hivernage. Ces successions posent d'autres problèmes que celui des cycles, en particulier par rapport au **planage** des parcelles (succession de cultures à plat et de cultures sur **billon**).

La triple-culture (riz de saison sèche chaude / riz d'hivernage / blé de saison froide) a été tentée au Sénégal par la FAO, mais sa réalisation effective n'a pu être pérennisée, même en station de recherche.

4 Les variétés

Les cultivars utilisés dépendent d'abord du degré de maîtrise de l'eau qui est atteint. Lorsque les dénivelés intra-parcellaires sont importants, on utilise des variétés à paille longue (1,5 m ou plus), qui tolèrent de fortes lames d'eau ; la levée se fait en général sous pluie, et l'inondation n'intervient que lorsque le riz a atteint une taille suffisante. Lorsque le planage est bon, on peut utiliser des variétés à paille courte (0,7 à 1,1 m), qui ont un fort potentiel de rendement, et l'implantation peut se faire par semis en prégermé ou par repiquage. Toutes les variétés utilisées sont des *Oryza sativa* d'origine asiatique, avec une préférence pour les types indica qui ont des grains de meilleure qualité que les japonica (Chabrolin R., 1965).

Les variétés à paille longue sont en général photosensibles. Elles ont une croissance rapide, et sont donc compétitives par rapport aux adventices ; par contre leur réponse aux engrais est limitée, elles sont sensibles à la verse, et leur potentiel de rendement est assez faible (4-5 t/ha environ), en liaison avec leur faible rapport grain/paille. Ces variétés rustiques ont été très employées au début des aménagements au Sénégal et au Mali, et continuent de l'être dans les zones non réhabilitées de l'Office du Niger. Citons quelques variétés, avec leur origine, et leur cycle, donné à titre indicatif pour un semis de fin-juin début-juillet (premières pluies régulières) : Ségadis (Indonésie, 135 j), H 15-23 DA (Sénégal, 145 j), D 52-37 (Guyane, 150 j), Gambiaka Kokum (Mali, 155 j), BH 2 ou IRAT 14 (Mali, 165 j), DK 3 (Mali, 165 j).

Les variétés à paille courte se sont développées depuis 1970. Elles ont une croissance moins rapide, et sont donc plus sensibles aux adventices, mais elles répondent très bien aux engrais, ont de forts potentiels de rendement (7 à 10 t/ha, voire plus) et sont peu ou pas photosensibles (Poisson C., 1970). Elles sont systématiquement employées dès que les conditions de planage le permettent. De nombreuses variétés sont utilisées, originaires d'Asie le plus souvent (par l'intermédiaire de l'IRRI ou de l'ADRAO), ou parfois obtenues sur place (ADRAO, IRAT ou instituts nationaux). Citons parmi les plus répandues, avec leur cycle en hivernage, IR 8 (IRRI, 135 j), JAYA (Inde, 130 j), BG 90-2 (Sri-Lanka, 130 j), IR 46 (IRRI, 125 j), Sri-Malaysia (Malaisie, 125 j), IR 1529-680-3 (IRRI, 125 j), 44-56 (Inde, 125 j), ITA 123 (Nigéria, 125 j) ; et pour les cycles plus courts (ayant un potentiel un peu plus faible), Kwang She Sheng (KSS, Chine, 105 j), 1 Kong Pao (IKP, Taiwan, 110 j), Taichung Native n° 1 (TN 1, Taiwan, 115 j), Tatsumi Moschi (Japon, 100 j). De nombreuses autres variétés sont en cours de test.

Pour la contre saison chaude, on recherche des variétés à cycle court, ayant un bon démarrage malgré les basses températures, et pouvant aussi être cultivées en hivernage pour les semis tardifs de double-culture ; les plus utilisées sont IKP (au Sénégal et au Mali), China 988 (à l'Office du Niger) ; TN 1, IR 1561-228-3-A et Aiwu semblent aussi pouvoir être très intéressantes. Pour la saison froide, on utilise IR 46, Jaya, BG 90-2, IR 1529-680-3, 44-56, ITA 123. Les cycles sont très variables selon la date de semis et le climat de l'année (effet du froid) ; ils sont toujours supérieurs à ceux de l'hivernage, de 10 à 20 jours en saison sèche chaude, d'un mois ou plus en saison froide (sauf au sud, où les cycles varient moins).

La sélection variétale doit prendre en compte le potentiel de rendement et le cycle, mais aussi la tolérance à certaines maladies (pyriculariose et mosaïque jaune pour les périmètres les plus au sud), et surtout le goût des agriculteurs et les contraintes éventuelles du marché national. Même si la plupart du temps le riz décortiqué commercialisé contient un fort taux de brisures (autour de 50 W), les variétés les plus recherchées sont celles ayant des grains longs et très blancs, mais cela peut varier selon les régions.

Dans tous les pays existent une ou plusieurs variétés bien adaptées, ayant un potentiel de rendement correct. Dans les introductions (il y a peu de travaux de création variétale dans la zone, ce que justifie l'abondance et la diversité des collections internationales de variétés), on recherche une diversification du matériel végétal (sécurité), des variétés à cycle court (plus grande souplesse), ou des variétés pouvant être utilisées en saison sèche, froide ou chaude ; et dans tous les cas un potentiel de rendement élevé.

5 Le travail du sol

Le labour a **été** partout **systématiquement employé** au **démarrage** de ce type de **riziculture** ; il est peu à peu apparu que des façons **culturelles** plus superficielles pouvaient **être utilisées** pour gagner du temps.

Les **conditions sahéliennes** font en effet que le labour n'est pas indispensable : si on peut semer **tôt**, les **résidus** de **récolte** et les **adventices** à enfouir sont **très** faibles en fin de saison **sèche**, et ceci est **accentué** par l'utilisation des **périmètres irrigués comme zone** de pâture. La plupart des essais, **menés** en particulier au **Sénégal** (Courtessole P., 1985), ont **montré** que d'aussi bons rendements qu'avec un labour peuvent être obtenus avec un travail superficiel au **pulvérisateur** ou au rotavator, et que de plus ces façons superficielles **présentent** l'avantage de ne pas **détériorer** le **planage**. Cependant, lorsque la traction animale est **utilisée** (Office du Niger, ONAHA, **Vallée du Kou**), aucun outil ne permet de se passer du labour (dont la profondeur est en **général** assez faible : **10-12** cm).

A l'Office du Niger, en traction bovine, on a remarqué que la **répétition** du labour, à la Felleberg ou en planches avec les **ados** aux **mêmes** endroits chaque **année**, contribue fortement à **dégrader** le **planage**. Il faut alors utiliser d'autres techniques de labour (alterner **ados** et **dérayure** au **même** endroit selon les **années**) ou la charrue **réversible** ; seule une charrue **réversible** "japonaise" (à lame) est utilisable avec les boeufs (**testée** à l'office du Niger et à la **Vallée du Kou**). Le labour est ensuite repris avec un passage de herse, voire deux pour le semis direct (Pour lequel on cherche un lit de semence assez fin), mais pour gagner du temps, en repiquage, **certain**s paysans font l'impasse sur la reprise. Des essais ont **montré** que le double labour pouvait favoriser un plus fort rendement, à cause d'un meilleur **contrôle** des adventices, mais son utilisation est **réduite** du fait des **contraintes** de calendrier et **d'équipement** qu'il impose.

Lorsqu'une bonne maîtrise de l'eau est atteinte, des travaux sous eau peuvent **être effectués** : de **très** bons **résultats** sont **obtenus** avec une fraise (rotavator) sur tracteur ou motoculteur, surtout si l'on peut ensuite maintenir une **lame** d'eau jusqu'au repiquage ou au semis en **prégermé** : la Persistance de conditions **asphyxiées** freme **considérablement** la **levée** des adventices ; de plus la mise en boue facilite les travaux de **planage**. Le **piétinage mécanique** (tracteur à roues cages) a aussi **été testé** à la **SEMRY**. En culture **attelée**, il est Possible d'utiliser, **après** le labour, le puddler à **cônes** (**testé** à l'Office du Niger et à la **Vallée du Kou**), qui permet de faire une mise en boue correcte (mais son utilisation est **problématique** en sols lourds) ; plus rapidement en wurs de diffusion, la barre niveleuse, **utilisée** à l'Office du Niger et à l'**ONAHA** dit **après** hersage, **permet l'amélioration** du **planage**, mais sans autoriser des mouvements de terre importants.

Dans **certain**s Petits **périmètres**, où les surfaces **cultivées** par famille sont faibles, le travail du sol est **entièrement** manuel ; un pseudo-labour peu profond est alors **réalisé** à la **daba** (houe). Cette technique trouve ses **limites dès** qu'un **accroissement** des surfaces est possible.

Le labour est absolument **nécessaire** dans deux types de situations : lorsque l'on veut enfouir de la **végétation** ou des **résidus** de **récolte** (restitution des pailles), et Pour lutter **contre** certaines adventices wmm le **riz à rhizome**. L'**enfouissement** n'est cependant pas une **opération** wurante : il est souvent difficile à **réaliser** si la **végétation** n'est pas au **préalable broyée** ou **compostée**, **particulièrement** en traction animale. Pour la lutte **contre** le **riz à rhizome**, le labour Permet d'obtenir de bons **résultats**, si il est **réalisé en début** de saison **sèche**, mais ils ne sont pas **définitifs**, et doivent **être** suivis d'une extirpation manuelle.

La **simplification extrême** des façons **culturelles** abouti au **non-travail** du sol. Cette technique a **été** longuement testé au **Sénégal** (Courtessole P., 1985), et a **connu** un **développement** rapide **lors** de son introduction en milieu paysan. Elle permet un gain de temps et d'argent **appréciable**, sans avoir de **conséquences** importantes sur le rendement ; son utilisation doit **être précoce** (avant que **les** pluies ne permettent un **développement** des adventices) ; elle est bien **adaptée** au semis en **prégermé**. Eventuellement, en cas **d'infestation récente**, la végétation adventice peut **être détruite** au paraquat avant un semis en **prégermé** sans **travail** du sol. Le repiquage sans travail du sol a aussi **été** teste, et donne de bons **résultats**, mais il y a une wntrainte de **dureté** des sols : il faut en effet que les repiqueurs puissent enfoncer les plants dans la terre.

6 Les techniques d'implantation

Trois grands modes d'implantation existent dans les périmètres irrigués de la zone : le semis direct en sec, le semis direct en prégermé, le repiquage. L'implantation se fait le plus souvent à la volée (semis) ou en foule (repiquage).

Le semis en sec est le mode de semis le moins performant en terme de rendement, parce que la germination et la levée sont mauvaises si l'eau n'est pas bien répartie mais aussi du fait de la concurrence rapide des adventices. C'est cependant le seul mode facilement utilisable lorsque le planage ne permet pas un bon contrôle de l'eau d'irrigation et que la levée doit se faire sous pluie. Les quantités de semence nécessaires sont importantes : 120 à 180 kg/ha.

Le repiquage et le semis en prégermé peuvent tous les deux donner de très bons résultats. De nombreux essais réalisés au Sénégal et au Mali montrent que les potentiels de ces deux techniques sont très proches si l'on a une bonne maîtrise de l'eau et des adventices, le repiquage facilitant beaucoup cette dernière. Le choix dépend principalement des conditions économiques locales, en particulier du coût de la main d'oeuvre et de celui des herbicides (le repiquage demande environ 40 à 50 journées de travail de plus).

Le semis en prégermé a l'avantage de demander peu de main d'oeuvre ; cependant la nécessité de faire un léger assec pour faciliter la levée implique un bon fonctionnement du système de drainage et favorise l'invasion des parcelles par les adventices ; les temps de désherbage peuvent alors être importants, ou le recours aux herbicides nécessaire, si l'on veut viser un rendement élevé. Le planage doit être de bonne qualité pour que la levée soit homogène. 120 kg de semences sont nécessaires par hectare. Le semis peut être manuel, ou réalisé avec un petit semoir centrifuge portatif.

Le repiquage assure un peuplement régulier et permet, à condition qu'une lame d'eau soit maintenue (ce qui souvent ne peut être fait dans les P.P.I.V. situés sur des hautes levées), une très bonne maîtrise des adventices. Les quantités de semences demandées sont faibles, 40 à 50 kg/ha, et l'obtention d'un bon rendement est presque garantie, si toutefois les plants ne sont pas repiqués trop âgés : les plants ne doivent pas avoir plus de 3-4 feuilles, soit 20-25 jours en hivernage, 25-30 jours ou plus en contre-saison suivant les températures ; au delà la reprise est difficile, et le potentiel de tallage réduit. Les densités optimales varient selon les zones et les conditions ; en hivernage des peuplements de 25 x 25 cm peuvent donner de bons résultats, mais un repiquage à 20 x 20 cm assure une plus grande sécurité ; en contre-saison le repiquage à 20 x 20 cm semble nécessaire.

Dans la Vallée du Fleuve Sénégal, le semis en sec a été abandonné dès que les conditions de maîtrise de l'eau l'ont permis ; dans tous les grands périmètres, où les surfaces par famille sont d'un hectare ou plus, le semis en prégermé est pratiqué, avec association ou non de désherbage chimique ; dans les P.P.I.V., où les surfaces ne dépassent guère 0,5 ha par famille, le repiquage est utilisé. A l'Office du Niger, le semis direct en sec est le mode le plus répandu dans les zones où la maîtrise de l'eau est faible ; avec les réaménagements et les projets d'intensification, et malgré l'importance des attributions (plusieurs hectares par famille), le repiquage progresse rapidement (avec appel au salariat), y compris dans les zones non encore réaménagées dès que les paysans peuvent réaliser un compartimentage ; le semis en prégermé est expérimenté avec de très bons résultats, et pourrait être une alternative au repiquage pour certaines familles. Dans les P.P.I.V. de la Vallée du Fleuve Niger (Mali et ONAHA), à la Vallée du Kou et à la SEMRY, le repiquage est systématique, en rapport avec les faibles surfaces exploitées par chaque famille.

Les implantations en ligne sont assez rares ; elles nécessitent un matériel spécial relativement onéreux (semoirs en sec, semoirs en prégermé, repiqueuses mécaniques) ou une forte technicité de la main d'oeuvre pour le repiquage manuel en ligne (pratiqué cependant à l'ONAHA et à la Vallée du Kou). Leur principal intérêt est d'autoriser ensuite un sarclage mécanique (cf § 8.). Des matériels expérimentaux existent, en particulier en provenance de l'IRRI : semoir prégermé en ligne (simple et robuste), repiqueuse (plus fragile) utilisant des plants issus de pépinière Dapog ou de pépinière humide modifiée ; ces plants étant repiqués très jeunes, ils sont très sensibles à la submersion, et un très bon planage est donc nécessaire. L'utilisation de la

pépinière Dapog ("hors-sol") facilite beaucoup le transport des plants, **mais** son utilisation implique un respect **très strict** du calendrier de repiquage, car les plants ne peuvent vieillir en **pépinière**.

7 La fertilité des sols

7.1 La pédologie

Au **départ**, les sols ont **été** essentiellement choisis sur des **critères** topographiques : grandes cuvettes facilement **dominables** du Delta et de la **Basse-Vallée** du Fleuve **Sénégal** ou du Delta Central **Nigérien**, ou au contraire **hautes-levées situées à proximité immédiate** de la ressource en eau et ne **nécessitant** pas de protection importante contre les crues (P.P.I.V. de la Moyenne et de la Haute **Vallée** du Fleuve **Sénégal**, et de la **Vallée** du Fleuve Niger).

Des travaux d'inventaire des sols ont ensuite **été** en **général menés**, souvent à une **échelle (1/50 000^{ème})** permettant un bon choix des sites **à aménager** mais assez peu d'avoir une perception claire des contraintes **à** la parcelle ; quelques **zones** ont cependant **été cartographiées** au 1/10 000^{ème}, avec parfois une **carte** des contraintes : texture, profondeur de la nappe, **salinité**.

Des **problèmes** importants de **salinité** ont **été reconnus** dans le Delta du Fleuve **Sénégal** (origine **géologique** des sels) ; lorsque la couche d'argile **n'excède** pas un **mètre**, un **dessalement** est possible si une irrigation continue (double-culture) est **assurée** avec de l'eau douce. Au Mali, Toujan, 1980, puis Bertrand, 1985, ont mis en **évidence** un **phénomène** de **dégradation** des sols par alcaliisation et sodisation, **lié** au **déséquilibre** chimique de l'eau du Fleuve Niger vers le **pôle sodique** et **à** sa concentration progressive dans les sols ; sur les **zones** les plus hautes et les plus sableuses, ce **phénomène** se traduit par l'apparition de salants (noirs ou blancs) et **l'impossibilité** de cultiver du **riz** sans maintien permanent d'une lame d'eau ; dans les sols argileux **à** nodules calcaires des cuvettes, on note un syndrome de **rabougrissement-dépérissement** du **riz**, **lié** probablement au blocage du **zinc**.

Dans la plupart des situations de cuvette, le drainage pose un **problème** important, et souvent mal **résolu**, qui ne laisse pratiquement pas d'autre choix que la **riziculture** pour la mise en valeur. A l'inverse, sur les **hautes-levées**, **c'est** plutôt la forte **perméabilité** des sols qui est une contrainte, et ce d'autant plus que l'irrigation se fait par pompage, donc avec un souci **d'économie** d'eau (l'absence de maintien d'une lame d'eau facilite alors **l'envahissement** par les adventices).

7.2 Fertilisation

Les **besoins** en azote sont les premiers **à** satisfaire pour obtenir de bons rendements, car tous les sols **considérés** sont pauvres en **matière** organique, et totalement incapables de fournir des **besoins** en **azote** d'autant plus **élevés** que progresse l'intensification. Au **Sénégal**, dans des conditions assez intensives, des doses de 120 **à** 150 **N/ha** sont **préconisées** (ISRA, ADRAO). A l'Office du Niger, des doses relativement faibles suffisent en zone non **réaménagée** où la maîe de l'eau est faible et les **variétés** du type "paille longue" : **25 à 40 unités** ; en conditions **intensifiées**, on recommande 70 **à** 100 unités, et **jusqu'à 150 N** dans les meilleures parcelles (IER, Projets **Geau** et Retail). A la SEMRY, une dose de 90 **à** 120 **unités** est **vulgarisée** (IRA, SEMRY). A la **Vallée du Kou**, 150 **unités** sont **recommandées** (CERCI, INERA) et 120 **unités à l'ONAHA** (INRAN, ONAHA). Dans toutes les situations, les **réponses à l'azote** sont toujours **très bonnes dès** que les conditions (**variété**, enherbement, **planage**) le permettent, et elles sont souvent **linéaires jusqu'à** 100, voire 150 ou 200 **unités**. Le conseil des doses **à** appliquer doit donc **être** relativement fin, et **être** fonction du niveau de rendement que l'on peut viser compte-tenu des autres contraintes.

La forme **d'azote** la plus **utilisée** est **l'urée** (46-0-0), bien adaptée aux conditions aquatiques des **rizières irriguées** (**même** si un **assec** est **préférable à l'épandage**) ; l'apport se fait en couverture, en **général** en plusieurs fractions (**tallage** et initiation **paniculaire** le plus souvent). On note cependant l'utilisation du sulfate d'ammoniaque **à** la SEMRY (21-0-0), enfoui **à** la **préparation** du sol, parallèlement **à** celle de **l'urée**. La **matière**

organique est peu **utilisée** en riziculture, pour plusieurs raisons : **quantités** disponibles assez **limitées** (en liaison avec **l'écologie** de ces zones et le **caractère** extensif de **l'élevage**), utilisation préférentielle sur le maraîchage, problème de transport, faible **efficacité** sur les sols hormis l'apport d'azote (dans les conditions **sahéliennes**, la **matière** organique est vite **détruite**, et il faut des **quantités** importantes pour avoir un effet sur la structure du sol, qui est rarement un **problème** dans ce type de riziculture). Le compostage de la paille de riz est en cours de test **à l'Office du Niger** et **à la Vallée du Kou**. L'utilisation **d'Azolla, fougère** aquatique fixant l'azote **grâce à** une algue bleue symbiotique (*Anabaena*), est en cours **d'expérimentation** (ADRAO, ISRA, IER) ; elle pose des contraintes d'adaptation des souches aux conditions locales (sols et eaux), de **tolérance** aux vents en grands bassins et d'enfouissement. *Sesbania*, qui fixe beaucoup d'azote **grâce à** des **nodosités**, a **été testé** au **Sénégal** (ADRAO) ; son enfouissement est **problématique**, car ses tiges ligneuses doivent **être broyées** au rotavator avant le labour.

Pour le phosphore, la situation est plus variée : dans la **Vallée du Sénégal**, les **réponses** au phosphore sont assez rares, et la fertilisation **phosphorée** n'est pas **systématique** ; une **fumure** plutôt **destinée** à compenser les exportations est **recommandée** (SO-60 **unités**), mais elle est peu **appliquée**. Au Mali, on note par contre une **réponse** assez bonne aux formes solubles (phosphate d'ammoniaque), sans pour autant que l'absence de fertilisation soit grave **à court terme** ; 45 **unités** sont **recommandées** en conditions intensives. A la **Vallée du Kou**, 75 **unités** sont **recommandées** (engrais complet 14-26-14). A l'ONAHA, 30 **unités** sont **apportées** (engrais complet 15-15-15). A la **SEMRY**, les **réponses** sont **très** variables selon les **sols** et les sites, les **carences** les plus **prononcées** se **trouvant** dans les sols argileux **à** nodules calcaires. Le phosphore est certainement **l'élément** pour lequel la fertilisation doit être la **plus étudiée** en fonction des conditions locales. La substitution des formes solubles (Phosphate d'ammoniaque, 18-46-O) par des phosphates naturels (de Matam au **Sénégal**, du Tilemsi au Mali) **présente** un **intérêt économique** certain, mais il se heurte **à** des **problèmes** de **présentation** du produit (**pulvérulent**), et **à** sa **solubilité** parfois **limitée** dans les conditions de sols des **rizières** (pH, **réduction**) ; **à l'office du Niger**, les **réponses enregistrées** au Phosphate Naturel du Tilemsi (**PNT**) sont faibles, même **après** plusieurs campagnes ; **les essais** de granulation et d'attaque partielle effectués par **l'IRAT** ou la **SOFRECHIM** pourraient rendre ces phosphates **très intéressants** si le prix du traitement reste raisonnable.

Pour le potassium, on note partout une situation assez satisfaisante : les sols **alluviaux** sont en **général** correctement pourvus, et bien que les exportations du riz soient **très** fortes, aucune **réponse** au potassium **n'a** jamais **été notée** et cet **élément** a **été très tôt écarté** des **recherches** (Poisson C., 1970). Un apport de 60 unit& est **recommandé** au **Sénégal**, mais aucun paysan ne l'effectue. A la **Vallée du Kou**, les 300 kg d'engrais complet (14-26-14) **vulgarisés** apportent 45 **unités** de **K₂O** ; **à l'ONAHA**, 30 unit& sont **appliquées**.

D'autres **éléments** doivent parfois **être** apportés par la fertilisation. Citons par exemple le cas du zinc : une carence a **été notée** au **Projet Retail** de l'**Office du Niger** lorsque l'on passe en conditions intensives : les teneurs du sol en zinc sont **très** faibles, et les conditions de pH alcalin peuvent dans **certains** terrains bloquer sa **disponibilité**. L'apport de sulfate de zinc fournit une **très bonne réponse** **à court terme** (doublement de la **biomasse en pépinière** par exemple), mais son effet ne va pas au **delà** d'une campagne.

8 Le désherbage

Les adventices les **plus courantes** sont les **graminées** (*Echinochloa colona*, *Ischaemum rugosum*, *e-t* les riz sauvages : *Oryza barthii* et *O. longistaminata*) et les **cypéracées** (*Cyperus esculentus*, *C. rotundus*, *Scirpus maritimus*), ainsi que le **Typha** qui envahit canaux et drains (Poisson C., 1970 ; **IRAT**, 1978).

Le mode de **désherbage** le plus **répandu** est l'arrachage manuel des adventices. Cependant des essais de **désherbages mécanique et chimique** ont **été effectués**, avec des applications pratiques au niveau des paysans dans certains pays. Partout le maintien d'une lame d'eau est un **élément** capital du **contrôle** des adventices, et de ce point de vue le repiquage est **très intéressant** (il donne de plus une avance de **végétation** importante au riz). La **propreté** des semences joue aussi un **rôle** capital dans la maîtrise des adventices.

Les **méthodes mécaniques** correspondent soit à des façons **culturelles utilisées pour la préparation** des sols (double-labour **recommandé** en culture **attelée** au Mali, labour profond en **début** de saison **sèche** contre le riz à **rhizome**, travail sous eau), soit à des passages de sarcleuses rotatives manuelles dans la culture ; ce dernier type d'intervention **nécessite** bien entendu une implantation en ligne, rarement **réalisée** sauf à l'ONAHA et à la **Vallée du Kou**. Des **sarcleuses** provenant de Madagascar et de l'**IRRI** (sarcleuses à cône) sont **testées** à l'Office du Niger ; **après** abandon (fragilité), elles sont **réintroduites** à l'ONAHA.

Les **méthodes** chimiques sont actuellement assez **variées**. Au **Sénégal**, de nombreux herbicides **sélectifs** sont disponibles (Poisson C., 1970 ; IRAT, 1978 ; Jamin J.Y., 1985) ; la plupart sont à base de **propanil**, **éventuellement** associé à du **benthiocarb**, du bentazon, du **2-4-5 TP**, de l'**oxadiazon**, du molinate, ou du **2-4 D** ; ils sont largement utilisés par les paysans dans les **grands périmètres**, mais leur **efficacité** est fonction du choix de **matières actives adaptées** à la flore adventice, des doses **appliquées**, et surtout du respect de la **période** de traitement (stade 2-3 feuilles des adventices en **général**). Une **formulation** à base d'oxadiazon **spécialement étudiée** pour le repiquage existe, et donne de bons **résultats** ; elle est facile à utiliser, car elle ne **nécessite** pas de **pulvérisateur** (bouteilles à vider dans l'eau). Au Mali, les herbicides ne sont pratiquement pas **employés** par les paysans ; les essais **effectués** par l'**IER** montrent que les produits **utilisés** au **Sénégal** peuvent donner de bons **résultats**. A la SEMRY, en repiquage, la formule **spéciale** repiquage à base d'oxadiazon a **été essayée** avec de bons **résultats**. En Mauritanie, des **problèmes** d'importation freinent la diffusion des herbicides, vitale pour les grands **périmètres privés** du Delta.

Deux herbicides totaux sont **intéressants** en **riziculture** : le paraquat, qui permet **d'éliminer** les riz rouges annuels (et d'autres adventices **éventuelles**) avant le semis (aucune **rémanence**, un semis peut suivre **très vite**, par exemple sans travail du sol) et le glyphosate qui permet **d'éliminer** le **riz à rhizome** (97 à 99 % d'**efficacité** dans des essais de l'**IER** au Mali) tout en ayant une faible **rémanence** (10 jours environ).

9 Les ennemis des cultures

L'**écologie** de la **zone sahéenne** fait que les **problèmes** entomologiques et phytopathologiques sont beaucoup moins importants qu'en **zone soudanaise** (Poisson C., 1970 ; Brenière J., 1976).

Les foreurs de tige (*stem borers*) sont les seuls insectes nuisibles assez **couramment répandus**, **sans** toutefois **représenter** en **général** une menace **économique** justifiant un traitement **systématique** des **rizières**. Les principales **espèces** sont *Chilo zacconius*, *Maliarpha separatella*, *Sesamia calamistis*, *Scirpophaga sp.* ; les attaques sont **plus rares** en contre-saison qu'en hivernage. Le traitement au **carbofuran** en **pépinière**, **très économique**, permet de lutter contre les coeurs morts au **tallage** ; contre les **panicules** blanches, un traitement au **champ**, beaucoup plus **onéreux**, est **nécessaire**.

Certains défoliateurs peuvent **faire ponctuellement** des **dégâts** importants ; au Mali, des **chenilles** de *Spodoptera sp.* ravagent **régulièrement** certaines **pépinières**. Un traitement au carbofuran, à la **deltaméthrine**, ou avec d'autres produits est efficace ; en repiquage, l'attaque est **limitée** aux **pépinières**, car les chenilles ne peuvent survivre en milieu **inondé**. Au **Sénégal**, on a **noté** parfois des attaques d'acridiens dans le Delta.

Parmi les maladies, la seule qui ait une influence notable dans **certains périmètres** est la **pyriculariose**. La lutte est essentiellement **organisée** autour de la **résistance variétale** (remplacement de D 52-37 par H 15-23 DA à l'Office du Niger et de 44-56 par **ITA 123** à la **Vallée du Kou**). On note **également**, sans grande incidence, un peu d'helminthosporiose et de cercosporiose. La mosaïque (ou panachure) jaune du riz (**RYMV, Rice Yellow Mottle Virus**) commence à faire son apparition dans certaines **zones** du Burkina-Faso, au sud (**BG 90-2** y est sensible) ; la **résistance variétale** est aussi **utilisée**.

Les oiseaux posent un **problème très grave** dans la plupart des **périmètres** ; les **dégâts** sont **particulièrement élevés** sur les cultures de contre-saison. Les principaux responsables des **dégâts** à la maturation sont les *Quelea quelea*, *Euplectes sp.*, *Ploceus sp.* ; des **destructions** au parathion sont **organisées** pour **réduire** les populations.

Certains oiseaux peuvent aussi provoquer des **dégâts au semis**, en particulier les oiseaux d'eau (canards, **échassiers**) sur les semis **en prégermé**.

Les rats peuvent provoquer de graves **dégâts**. Les pullulations sont brusques. Les raticides sont **efficaces**, mais sans pouvoir **éliminer** totalement la menace.

10 Le machinisme

Le premier **problème mécanique à résoudre** en rixiculture est souvent celui du pompage, qui implique la gestion, par **l'Etat** ou, de **plus en plus**, par des groupements paysans, de groupes motopompes (**Sénégal** et Mauritanie, Nord-Mali, SEMRY 3 au Nord-Cameroun) ou de stations de pompage (Delta et Basse **Vallée** du Fleuve **Sénégal**, ONAHA, SEMRY 1) ; des **matériels** fiables ont **été identifiés** dans tous les pays, **l'idéal étant l'électrification lorsqu'elle** est possible (Delta du **Sénégal**, ONAHA). Quelques situations permettent de se passer du pompage (**Office** du Niger avec un barrage, **Vallée** du Kou, SEMRY 2).

Pour la **mécanisation** du travail du sol, des solutions techniques **très variées** existent (cf § 5.), et le choix **dépend** essentiellement de **critères économiques**. La culture manuelle n'est viable que pour les petites surfaces ; au **delà** la culture **attelée** peut **être utilisée** (Office du Niger, ONAHA), ou la motorisation (grands **périmètres** du **Sénégal** et de Mauritanie, SEMRY) ; partout la motorisation a abouti **à l'utilisation** de tracteurs de forte puissance (plus de 100 cv) ; cependant depuis quelques **années** des tentatives de motorisation plus modeste ont **été** entreprises : tracteurs de 40 **à** 60 cv, qui semblent les plus **intéressants** (surtout pour un travail sous eau au rotavator), ou **motoculteurs**, avec des **résultats** souvent peu encourageants, en particulier au niveau **fiabilité** et temps de travaux (SAED, Office du Niger, SEMRY, **Vallée** du Kou, ONAHA) ; l'utilisation du motoculteur ne semble **à** retenir que pour le travail **à** la fraise sous eau. La motorisation implique une utilisation collective, ou tout au moins fortement **coordonnée** (synchronisation des travaux), des **équipements**, qui peuvent **être gérés** par **l'Etat** (SEMRY), des groupements paysans (**Sénégal**) ou des entrepreneurs **privés** (**Sénégal**, Mauritanie) ; la culture **attelée confère** par contre une large **indépendance** aux exploitants, **particulièrement appréciable** en double-culture (ONAHA et Office du Niger, qui ont abandonné la motorisation), mais elle pose des **problèmes** d'entretien des animaux (**disponibilité** de pâturages ou cultures **fourragères**). Des essais d'introduction de buffles asiatiques sont en cours au **Sénégal** ; ces animaux demandent un milieu **très** humide.

Des petits **matériels** d'implantation existent (semoirs et repiqueuses, cf § 6.), ainsi que des sarcleuses **manuelles pour le désherbage** (cf § 8.)

Pour la **récolte**, les moissonneuses-batteuses ont **été testées**, en particulier au **Sénégal** et en Mauritanie, où leur utilisation se **développe** rapidement dans les grands **périmètres** (**privés** ou associatifs), mais dans des conditions de **rentabilité encore** incertaines (taille des parcelles et entretien) ; les petites motofaucheuses, **testées** au **Sénégal** et à l'Office du Niger, ne sont pas **très intéressantes**. Par contre la **mécanisation** du battage est partout un **succès** : si **es petites** batteuses **à pédale** asiatiques n'ont pas **été appréciées** (**Sénégal**, ONAHA), par contre les batteuses **à moteur** sont **très répandues** ; des **modèles** simples et facilement transportables ont **été développés** à l'Office du Niger (et en Mauritanie) par la **coopération néerlandaise** ; bien que ne vannant pas, ils sont **intéressants** car **très économiques**. Dans de nombreux P.P.I.V., le battage reste manuel, au bâton (Mali) ou sur des **fûts** (**Vallée** du **Sénégal**, ONAHA).

Le transport est une question clef pour les agriculteurs, et c'est souvent lui qui permet de rentabiliser les tracteurs ; le peu de commodité des motoculteurs pour cette fonction a **été** une des causes de leur rejet (**Sénégal**). En traction animale, les **boeufs** de labour sont **utilisés** pour le transport **à l'ONAHA**, mais pas **à l'Office du Niger**, où **on** utilise les ânes.

Au niveau du **décorticage**, le **marché** commande le **développement** : partout où la commercialisation est libre et le prix du riz blanc attractif, une **diffusion rapide** des **décortiqueuses** artisanales est enregistrée (**Sénégal**, **Mauritanie**, **Mali**, Niger).

11 Les systèmes de culture et les systèmes de production

Les aspects **économiques** et les raisonnements en terme **d'itinéraire** technique, et non en terme de **technique isolée**, sont de plus en plus pris en compte dans les recherches. Dans tous les **périmètres**, des suivis des budgets de culture sont **effectués**, ainsi que des suivis des temps de travaux. Il a **été** plus difficile dans de nombreux endroits de **s'intéresser à** l'ensemble du **système** de production des paysans, **activités non-rizicoles** incluses. Des travaux sont en **cours** dans ce sens au **Sénégal (ISRA)** et au Mali (Office du Niger) ; cet aspect semble encore avoir **été** peu pris en compte **à** la SEMRY et en Mauritanie.

12 Conclusion

Il existe de nombreux acquis en **matière de riziculture irriguée** au Sahel, et beaucoup des **résultats de** la recherche sont **déjà appliqués** par les paysans : dans ces **systèmes** intensifs, le **décalage** entre la recherche et les techniques paysannes est beaucoup plus faible que dans les **systèmes** de culture pluviale. Les potentiels de production sont **élevés**, et les recherches actuelles visent (ou devraient viser) plus **à** faciliter l'obtention de ces potentiels (souplesse des **itinéraires** techniques, existence de pratiques alternatives, **économie** de temps ou **d'intrants**) **qu'à** les augmenter. D'où l'importance des travaux **menés en matière de systèmes** de culture et de **systèmes** de production, pour faciliter le transfert des acquis et mieux **définir** leurs conditions d'application, mais aussi pour permettre une meilleure orientation des recherches techniques vers la satisfaction des besoins **réels** des agriculteurs.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages de Synthèse

ADRAO, 1989 : Rapport Annuel 1988.

Angladette A., 1966 : Le riz. Maisonneuve et Larose, Paris, 930 p.

Aubin J.P. et Dagallier J.C., 1991 : Mécanisation de la riziculture. CIRAD, Montpellier, sous presse.

Bosc P.M., Yung J.M., Fauck R., 1989 : Essai d'évaluation des acquis de la recherche agronomique au regard du développement en zones **soudano-sahéliennes.** DSA-CIRAD, Montpellier, 210 p.

Jamin J.Y. et Caneill J., 1984 : Diagnostic sur les systèmes de culture pratiqués dans le cadre de **la SAED** sur la rive gauche du Fleuve **Sénégal.** Tome 2 : Le milieu naturel et **transformé.** Tome 3 : Les **systèmes de culture irriguée.** 162 p. et 210 p.

Jamin J.Y., Sanogo M.K., 1989 : Note sur les acquis du Projet Retail de l'Office du Niger en **matière de Recherche-Développement.** Office du Niger, Projet Retail, Niono, 20 p.

Poisson C., **1970 : Bilan de 25 années** de recherches **rizicoles à Richard-Toll (Sénégal).** IRAT, Richard-Toll, 96 p.

Seguy J. et al, 1985 : La recherche agronomique dans la vallée du Fleuve **Sénégal.** Bilan et diagnostic. **ISRA/SAED/FAC,** 155 p.

Documents plus spécialisés

BEAU (Projet), 1981 : Besoins en eau au niveau arroseur. Riz, Canne. Office du Niger, **Ségou,** Univ. **Wageningen,** 15op.

Bertrand R., 1985 : Sodisation et alcalisation des sols de l'office du Niger. **IRAT,** Montpellier, 25 p.

Brenière J., 1976 : Principaux ennemis du riz en Afrique de l'Ouest et leur **contrôle.** **IRAT/ADRAO,** Monrovia, 87 p.

CERCI, 1981: Rapport annuel 1980. CERCI, Bobo-Dioulasso.

Chabrolin R., 1965 : Résultats de cinq ans de travaux **conditionnant** l'augmentation rationnelle de la **productivité** agricole tropicale. La riziculture. **L'Agro. Trop.** vol. XX-1965 pp **966-971.**

Coulibaly M., 1988 : Etude de la fertilité des sols du Projet Retail. **Mémoire de fin d'études.** **ENSUP/** Office du Niger, Bamako, 75 p.