

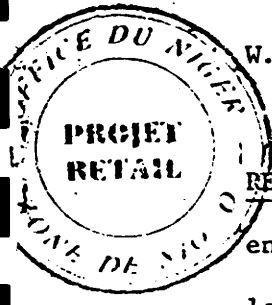
2.4.87

Projet de Publication  
dans l'Agrochimie Tropicale

F20

CULTURES IRRIGUEES DANS LE DELTA CENTRAL DU FLEUVE NIGER AU MALI

l'Office  
du Niger



W. GENET (1), C. BASTIAANSEN (1,3), A. DIALLO (2), L. VAN DONGEN (1,3)

RESUME - Dans le secteur riz de l'Office du Niger (ON), au Mali, la production en riz par tête a baissé considérablement durant les dix dernières années. Dans le but de mieux assurer l'équilibre nutritionnel des paysans, d'améliorer leurs revenus monétaires et de rentabiliser les (ré-)aménagement hydro-agricoles à l'ON, il a semblé utile de rechercher les possibilités, telles que:

- d'améliorer le système de production semi-extensif, pratiqué actuellement;
- d'adopter un système de production intensif;
- d'introduire la diversification des cultures.

A ces fins des études de terrain, en station et en milieu paysannal, furent exécutées durant les années 1981-1984.

Les résultats des essais indiquent que la riziculture semi-extensive peut être consolidée dans les zones produisant encore un rendement acceptable, à condition que la dégradation dangereuse du système hydraulique soit arrêtée.

Une intensification graduelle du système de production n'est pas à conseiller.

Dans les zones de basse production, l'adoption de la riziculture intensive avec repiquage et double culture offre une perspective et peut être capable d'absorber l'excès de la population des zones à consolider et même des paysans venant d'ailleurs.

La diversification des cultures fut étudiée, visant à insérer dans le calendrier agricole, en contre saison et après la récolte du riz, des cultures autres que le riz sur les parcelles aménagées pour la riziculture: maïs, niébé, sorgho, blé et soja.

- (1) Département d'Irrigation et Génie Civil, Université Agricole, BP 9101, Wageningen, Pays-Bas (Adresse de correspondance)
- (2) Office du Niger, Segou, Mali, Adresse actuelle: P.O. Box 821, WT STA CANYON, TX79016, U.S.A.
- (3) Adresse actuelle: Projet Petits Périmètres Villageois Ile à Morphil, BE 356, St. Louis, Sénégal

PROJET RETAIL  
Arrivée N° 168  
du 1-10

B00  
0694

BIBLIOTHEQUE	N°	F20
	Date	/

Des contraintes majeures furent rencontrées dans les domaines: climatologie (date de semis), pédologie et maîtrise de l'eau de l'irrigation. Il a été conclu que dans la situation actuelle la diversification des cultures à grande échelle n'est pas envisageable à l'ON.

*Mots clés:* riz irrigué, intensification de la riziculture, systèmes de production, diversification des cultures, Office du Niger, Mali.

### INTRODUCTION

L'Office du Niger (ON), fondé en 1932, est l'organisme qui dirige une zone irriguée de près de  $\frac{40}{50}$  000 ha, située dans le Delta Central du fleuve Niger au Mali.

L'ON fut établi comme un projet de colonisation agricole dans une zone ultérieurement non-cultivée. Au début, la culture de coton, installée sous la pluie avec des irrigations supplémentaires en septembre et octobre, était la seule culture. La culture de coton a été abandonnée et depuis 1970 le riz constitue au niveau des paysans la seule culture irriguée à grande échelle. Pendant les dix dernières années la situation socio-économique du colonat s'est aggravée. La population augmentait rapidement sans être accompagnée d'une augmentation de la production du riz. En 1978 un programme de réhabilitation de l'ON fut défini. Afin de rentabiliser les investissements des (ré-)aménagement dans le cadre de ce programme, d'assurer l'équilibre nutritionnel des paysans, et d'améliorer leurs revenus monétaires, des recherches sur les possibilités d'améliorer la riziculture irriguée et l'introduction éventuelle de la diversification apparaîtraient opportunes.

Les recherches furent exécutées par le projet G.EAU (Gestion de l'Eau), dans le cadre d'un programme de coopération entre le Mali et les Pays-Bas (l'ON et l'Université Agricole de Wageningen, resp.). Le Projet G.EAU a démarré les recherches en 1981 et cette publication décrit en bref quelques résultats, lesquels sont amplement traités dans les rapports du projet (G.EAU, 1984).

## LA SITUATION ACTUELLE

### LOCALISATION, CLIMAT, SOLS ET TOPOGRAPHIE

Le périmètre irrigué de l'ON se trouve dans le delta mort du fleuve Niger (figure 1). A Markala, un barrage dans le fleuve Niger relève le niveau d'eau en amont d'environ 5 mètres, ce qui permet l'irrigation par gravité de deux systèmes actuels, liés aux canaux du Sahel et du Macina.

Le climat de la zone de l'ON est de type Soudano-Sahélien avec une seule saison de pluie, allant de juin à fin septembre.

Suivant les données météorologiques (tableau I), l'année peut être divisée en trois saisons:

- hivernage: juin-octobre;
- contre saison sèche froide: novembre-février;
- contre saison chaude: mars-mai.

Les conditions climatologiques en contre saison sont très spécifiques. A partir du mois de novembre la température commence à baisser. L'humidité relative est basse pendant toute la contre saison. En décembre et janvier les températures minimum moyennes sont moins de 15°C. A partir du mois de mars les températures montent vite, pendant que l'Harmattan, le vent sec et chaud, souffle. Une période de 2 à 3 mois de froid relatif est donc précédée et suivie par des périodes chaudes.

La variation en texture des sols de l'ON est assez grande. Deux grands groupes peuvent être distingués. La plupart (56%) des sols font partie du groupe moins argileux: Danga ou Danga blé. Les autres ont une texture plus argileuse: Dian et Moursi. Les proportions de sols très sableux (Seno) et très argileux (Boi) sont faibles (B.EAU, 1981).

En général les sols de l'ON sont très compacts. La densité apparente varie de 1.6 à 1.8 gr/cm<sup>2</sup>, tandis que la porosité totale est très faible, s'élevant à

35% environ. La macroporosité diminue de 5% en surface jusqu'à moins de 2% en profondeur (B.EAU, 1981; G.EAU, 1984).

La vitesse d'infiltration de ces sols est très basse et varie entre quelques millimètres jusqu'à 80 millimètres par 24 heures (B.EAU, 1981).

Les sols de l'ON sont pauvres en matière organique (1 - 1.4% dans la couche supérieure, 0.4 - 0.8% dans le sous-sol). La teneur en azote varie dans la couche arable entre 0.03 et 0.06% et dans le sous-sol entre 0.02 et 0.05% et est classifiée comme moyenne à faible (DABIN, 1951; TOUJAN, 1981; G.EAU, 1984).

En général les réserves en phosphore sont faibles. La quantité de phosphore assimilable varie entre 2 et 7 ppm et est au-dessous du seuil de déficience d'environ 30 ppm, Bray II (TOUJAN, 1981; G.EAU, 1984).

En ce qui concerne la topographie on constate que la pente général du terrain est très faible. La variation en hauteur du terrain est néanmoins prononcée au niveau de la parcelle. L'écart de la dénivellation à l'intérieur d'une parcelle de rizière peut atteindre 40 cm (G.EAU, 1984).

1984  
LA RIZICULTURE ACTUELLE

classique

Etant donné le climat semi-aride, avec une courte période de pluie allant de juin à septembre, et l'utilisation des variétés de riz à cycle long de 150 à 170 jours, une seule culture de riz par année est pratiquée en saison hivernale.

Les variétés vulgarisées (BH2, D52-37, Gambiaka kokum), disposant d'un potentiel de rendement de 5 T/ha, sont photosensibles et doivent être semées avant le 15 juillet pour assurer ce potentiel (G.EAU, 1984).

La culture actuelle du riz a un caractère assez extensif et traditionnel. Un TH (travailleur homme entre 15 et 55 ans) cultive une superficie relativement large de 2 à 3 ha.

Le calendrier cultural conseillé prévoit un double labour et hersage par traction animale (attelage à deux boeufs), précédés par des pré-irrigations. Le semis direct, le plus souvent à la volée, est pratiqué sur un sol humidifié par une irrigation de levée ou par la précipitation. En absence de pluies, une irrigation de soutien est nécessaire après la levée. La mise en eau définitive s'effectue 4 à 6 semaines après la levée. Une couche d'eau de 30 à 40 cm est établie sur les rizières, empêchant en même temps le développement de mauvaises herbes.

Sur la plus grande partie de la zone rizicole ce calendrier n'est pas suivi. Les colons ne pratiquent qu'un seul labour et le semis direct se fait sur la pluie. Cette habitude est due à l'incertitude de l'approvisionnement en eau d'irrigation, au manque de moyens de labour, à la dénivellation à l'intérieur et à la taille excessive des champs.

Après une irrigation, l'eau stagne dans les parties basses difficiles à drainer, tandis que les parties hautes ne sont mouillées que légèrement. Le labour devient difficile et le riz ne germe pas ou très mal; le résultat en est une densité faible et irrégulière des plantes. Quand les pluies sont tardives, le semis est effectué après le 15 juillet.

Ce mode d'installation, c.à.d. un seul labour et un semis direct, favorise le développement de nombreuses mauvaises herbes. Le sarclage et le désherbage ne sont guère pratiqués et difficiles à faire par suite du semis à la volée et de la grande superficie cultivée par TH.

Pour obtenir des rendements supérieurs à 2 T/ha, l'emploi d'engrais azoté et, à un moindre degré, d'engrais phosphaté sera indispensable. Les recommandations actuelles à l'ON sont: i) 75 kg/ha phosphate d'ammoniaque au moment du semis (soit NPK; 13.5:34.5:0) et ii) 50 kg/ha urée en deux fractions: 25 kg/ha au moment du tallage et 25 kg/ha à l'initiation paniculaire (soit 2 fois 11.5 N). Vu les rendements actuels, en dessous de 2.0 T/ha, et par rapport à la dose d'urée, la dose de phosphate d'ammoniaque est assez forte.

En réalité, ces dernières années la quantité d'engrais disponible était insuffisante pour satisfaire ces recommandations et c'est ainsi que les doses appliquées ont été (plus) faibles. Grâce à leur photosensibilité, toutes les variétés mûrent environ au même moment vers la fin novembre-début décembre. La récolte est en décembre et le battage mécanique par l'ON commence à la fin du même mois et continue pendant 3 mois jusqu'en fin mars.

#### LES EXPLOITATIONS RIZICOLES

Durant la campagne 1982/83 l'ON a compté 5 500 familles composant d'une moyenne de 10 personnes et ayant une superficie moyenne cultivée en riz de 7 ha. La variation autour des moyennes est élevée. On a constaté des familles de plus de 50 personnes tandis que la superficie en riz par famille varie de 2 jusqu'à 30 ha.

Le tableau II montre la population, la superficie cultivée, le rendement moyen et la production par tête au début des années 1970 et 1980. Il est à noter que la variation autour du rendement moyen est considérable (G.EAU, 1984).

A l'heure actuelle beaucoup de familles ne reçoivent pas la totalité des vivres nécessaires et n'ont aucun ou peu de revenu monétaire. Dans certaines zones, p.e. Macina et Molodo, les dettes antérieures augmentent rapidement. L'endettement moyen dépasse déjà la valeur de la production annuelle en riz. Beaucoup de colons se sont retrouvés dans une situation socio-économique dérisoire et perdent de plus en plus leur motivation (IER, 1980; IRAM, 1981). Souvent ils sont obligés d'entreprendre d'autres activités pour assurer la survie de leur famille, p.e. la culture de riz en hors-casier (en dehors de la zone vulgarisée par l'ON) et la production des cultures maraîchères à petite échelle de façon très intensive en contre saison sèche froide.

## CONTRAINTES TECHNIQUES ET SOCIO-ECONOMIQUES

Les contraintes techniques majeures sont: la dégradation du système hydraulique, la dénivellation du terrain à l'intérieur des champs, le manque d'équipement agricole, des entrants agricoles et de nourriture de boeuf, résultant en:

- une préparation tardive et mauvaise du lit de semis, dûe à des difficultés ou de la négligence d'effectuer la pré-irrigation;
- un enherbement abondant qui fait la concurrence au riz pour l'espace, la lumière et les éléments nutritifs. L'enherbement défend l'emploi efficace d'engrais azoté.

Comme contraintes socio-économiques sont notées: l'insuffisance des vivres pour l'autoconsommation ("vivres données"), le manque de revenus monétaires, les endettements et les droits fonciers mal réglés. En outre, la formation et le fonctionnement de l'encadrement quant à la vulgarisation seront à améliorer.

## L'AMELIORATION DE LA RIZICULTURE IRRIGUEE

### LES OBJECTIFS ET LES METHODES DE RECHERCHE

Les recherches se sont concentrées sur deux volets. On a essayé, à une échelle réaliste et dans la mesure du possible, de lever les contraintes qui empêchent la production optimale (amélioration de la riziculture actuelle).

Par ailleurs, la possibilité d'introduire une riziculture intensive avec repiquage et double culture a été testée en station et à petite échelle en milieu paysannal (intensification).

### L'AMELIORATION DE LA RIZICULTURE ACTUELLE

Les variétés de riz vulgarisées ne feront pas l'objet de changement. Leur potentiel de rendement ne forme pas encore un facteur limitant vu le niveau

actuel de production. Leur photosensibilité, leur taille et leur besoin réduit en engrais sont des caractéristiques plutôt avantageux/ que désavantageux/ dans les conditions prévalantes. Il faudrait que les façons culturales et le calendrier cultural soient mieux suivis par les colons, et à ces fins plusieurs mesures ont été prises, à savoir:

- la réhabilitation du système d'irrigation ainsi que la mise en place d'une gestion d'eau pour pouvoir disposer de l'eau d'irrigation à temps, et en quantités suffisantes. Pendant la période de la pré-irrigation, la bonne gestion d'eau facilite le double labour à temps;
- la dotation sur crédit de l'équipement agricole et des intrants agricoles. Il s'agit de: attelages, équipement agricole, semences propres, engrais, sous-produits pour nourrir les boeufs;
- la formation de l'encadrement, leur renforcement dans la vulgarisation et l'assistance aux colons dans l'aménagement parcellaire (compartimentage, construction des sous-arroseurs et sous-drains) et le suivi des techniques culturales.

Les mesures citées ci-dessus ont été testées au niveau partiteur (superficie dominée par un canal secondaire d'irrigation). Les partiteurs KL-2 (400 ha) et N-5 (200 ha) ont fait l'objet d'étude pendant les saisons de 1982 et 1983.

La participation des colons a été stimulée par la garantie des vivres à raison de 250 kg paddy par bouche à nourrir, l'assouplissement du remboursement des dettes antérieures et l'octroi de certains droits fonciers.

Comme résultat de l'intervention on peut noter que:

- la plus grande partie des champs a été labourée deux fois;
- le semis a été effectuée avant le 15 juillet sur 80 à 90% de la superficie.

A cet égard le calendrier a été bien suivi.

Au partiteur KL-2, le rendement moyen après la réhabilitation s'élevait à environ 2.0 T/ha, nettement supérieur à celui d'avant l'intervention (1.4 T/ha après la campagne 1981). Ceci est 20% au dessous du rendement escompté de



2.5 T/ha et légèrement supérieur à la moyenne de l'ON sur plusieurs années. Au partiteur N-5 le rendement n'a guère changé par rapport aux années précédentes et se monte à environ 2.1 T/ha. Les partiteurs voisins ont connu une baisse de rendement et l'on peut dire qu'on a consolidé la production au N-5. Mais il y avait des partiteurs à d'autres endroits (N'Debougou) qui produisaient également un rendement d'environ 2 T/ha.

Les causes de ces rendements encore relativement bas sont à rechercher entre autres dans la dénivellation des champs encore existante, qui empêche une levée homogène du riz et qui favorise le développement de mauvaises herbes. En plus, le double labour et la mise en eau définitive à temps se sont révélées être pas assez efficaces dans la lutte contre les plantes adventices. Par conséquence l'emploi d'engrais azoté fut peu efficace.

Le compartimentage, le planage des champs (étant en concurrence avec le travail du double labour) et le désherbage (manuel) à temps des rizières restent difficilement réalisables tant que la superficie par TH égale ou dépasse 2.5 ha.

#### L'INTENSIFICATION

L'intensification signifie en premier lieu l'emploi de plus de temps de travail par unité de superficie. En même temps un certain volume de capital est nécessaire pour améliorer le système d'irrigation et l'aménagement parcellaire et pour doter plus d'équipement et d'intrants agricoles sur crédit aux exploitants.

L'augmentation de la population a résulté en une réserve de main d'oeuvre disponible et conséquemment la superficie en riz par TH peut diminuer. L'introduction de l'intensification devra aboutir à une augmentation des rendements pour compenser: les coûts plus élevés de production, l'augmentation de l'autoconsommation par ha et l'augmentation de la main d'oeuvre investie dans la riziculture.

A échelle réduite en milieu paysannal, le projet a mené un test d'intensification à l'intérieure des partiteurs KL-2 et G-5, comprenant les caractéristiques suivantes:

- un compartimentage plus avancé pour améliorer la gestion de l'eau au niveau de la parcelle;
- l'introduction des variétés non-photosensibles, à paille courte, cycle court et disposant d'un potentiel de production plus élevé;
- l'introduction du semis en ligne, ce qui facilite le sarclage et le désherbage;
- l'augmentation des doses d'engrais pour rentabiliser le temps investi dans le sarclage et le désherbage.

Sur les champs de 13 colons au partiteur KL-2 et trois colons au partiteur N-5 la variété IET 2885 (non-photosensible et disposant du potentiel d'un bon rendement) a été introduite sur un compartiment de 0.5 ha par colon.

Du à la dénivellation, le compartimentage non-optimale et l'abondance des mauvaises herbes par manque de désherbage, un rendement moyen de 2.0 T/ha a été obtenu au KL-2. Ce rendement est identique à la moyenne générale sur le partiteur entier. Au partiteur G-5 la levée n'a pas posé de problèmes grâce aux champs assez plats (champs planés mécaniquement dans le cadre d'un test financé par la Banque Mondiale). L'enherbement était néanmoins énorme et bien que le projet ait assisté les colons dans le désherbage, certaines parties étaient désherbées tardivement. Il a fallu environ 60 homme/jours de travail à l'hectare pour achever un propre désherbage, malgré le semis en ligne.

La figure 2 montre l'effet du désherbage et les rendements ont été:

- champs désherbés à temps : 3.5 T/ha;
- champs désherbés en retard: 2.5 T/ha;
- champs non-désherbés : 2.1 T/ha.

Il est alors évident que le désherbage est une opération assez rentable, mais que dans les conditions actuelles, les colons manquent le temps et les bras pour le faire à temps sur toute leur superficie emblavée. Une réduction de la superficie

par TH est indispensable, sans cela la lutte à temps contre les mauvaises herbes ne sera pas possible.

#### LA RIZICULTURE PAR REPIQUAGE

La riziculture intensive par repiquage a certains avantages sur la riziculture par semis direct:

- le repiquage garantit une meilleure densité de plantes;
- la mise en boue et l'inondation des champs rendent le développement de certaines espèces de mauvaises herbes plus difficile. Surtout le tamba bin (*Ischaemum rugosum*) et le diga (*Oryza longistaminata*), les espèces dominantes dans les champs rizicoles à l'ON, sont plus faciles à contrôler (DE DATTA, 1981)
- l'inondation des champs bien avant le repiquage du riz augmente la disponibilité du phosphore, nécessaire pour un rapide et bon développement du système racinaire (DE DATTA, 1981; JONES, 1982). La minéralisation de la matière organique, bien que plus lente, sera plus efficace aussi sous conditions d'anaérobie;
- l'efficacité des engrais peut être meilleure, grâce à la densité optimale des plantes, la bonne maîtrise de l'eau et l'enherbement bien contrôlé.

En outre, le compartimentage et le planage sont réalisables sur la superficie réduite, liée à la culture intensive. La mise en boue et une couche d'eau sur le champs serviront comme niveau (de référence), ainsi facilitant ces opérations.

Le tableau III montre un rendement de riz repiqué bien supérieur par rapport au rendement de riz par semis direct. Les résultats démontrent des rendements significativement ( $\gamma = 0.05$ ) plus élevés pour le riz repiqué. La différence est très nette surtout en contre saison.

Un essai variétal de riz repiqué (figure 3), de cinq variétés, a donné un rendement moyen et intégral sur champs d'essais de  $500 \text{ m}^2$  de 6.2 T/ha en hivernage et de 5.2 T/ha en contre saison.

La variété BG 90/2, d'un rendement intégral de 7.8 T/ha en hivernage, était la variété la plus productive (tableau IV). Comparé à la culture en hivernage, le cycle de végétation en culture de contre saison est de plus longue durée pour

les variétés testées. L'écart de deux semaines au minimum est dû au froid pendant les mois de février et mars. Pour toutes les variétés, la saison hivernale est plus productive que la contre saison.

#### LA DOUBLE CULTURE DE RIZ

La contre saison froide (novembre à février) est caractérisée par des températures minima moyennes et absolues basses (tableau I).

La double culture de riz n'est possible qu'avec une deuxième culture en contre saison chaude, allant de mi-février jusqu'à début juin. Une variété à cycle court de 100 à 110 jours, résistante au froid nocturne du mois de février mais aussi adaptée à la chaleur des mois d'avril et mai sera cultivable.

Parmi les variétés testées la seule variété répondant à ces exigences est la variété IR 1561-228-3 ayant un cycle de 98 jours en hivernage et 115 jours en contre-saison. Pour éviter le risque de pluies au moment de la récolte, elle est semée en pépinière mi-février. La culture en semis direct ne réussit guère à cause du froid, qui ralentit la germination et la levée; de plus le rendement obtenu par ce mode d'installation, de l'ordre de 2.5 T/ha maximum en station, ne justifie pas son introduction en milieu paysannal.

Dans un essai de culture de contre saison par repiquage (12 colons sur une superficie de 5 ha), un rendement moyen de 4.2 T/ha a été obtenu.

Aucune contrainte majeure ne fut rencontrée mais l'installation de la pépinière avec le froid nocturne en février demande de la précision et une bonne formation en la matière: pré-germination de la semence, mise en place de la pépinière et son suivi.

La période disponible pour le repiquage du riz en contre saison est assez réduite et limitée à trois semaines si bien que la superficie cultivable ne couvre que la moitié de celle en hivernage. Donc une intensité de la culture de 150% semble être la limite.

## LA RENTABILITE DE LA RIZICULTURE INTENSIVE

L'intensification de la riziculture irriguée n'a de sens que si elle est suffisamment rentable; elle doit constituer un intérêt pour les colons.

Au fur et à mesure que l'intensification s'accroît, le coût des facteurs de production à l'hectare augmente et doit être compensé par une augmentation au moins équivalente du rendement.

Un autre paramètre important dans l'évaluation de la rentabilité est la superficie cultivable par TH à un certain stade de l'intensification. La superficie cultivable a été basée sur des normes de temps de travaux retenues à l'ON. Il est tenu compte qu'au moment de la pointe de travail, un TH est assisté par au moins une autre personne de la population active (entre 8 et 55 ans). La population active est 2.5 à 3 fois supérieure au nombre de TH.

Ci-après cinq systèmes de production, correspondant à cinq étapes progressives d'intensification, sont évalués. Le tableau V résume les paramètres les plus importants de ces systèmes.

Le temps consacré au labour détermine la superficie maximum à semer pour les systèmes A et B, les deux systèmes les plus extensifs. Pour le système C, le temps nécessaire pour le labour et le sarclage limite la superficie à 1.5 ha par TH, si l'on désherbe suffisamment et à temps. Pour les deux systèmes D et E, le repiquage limite la superficie cultivable encore davantage.

La double culture n'est introduite que dans le système E, sur 50% de la superficie.

Dans les deux systèmes A et B, encore extensifs, les variétés vulgarisées actuellement sont maintenues, tandis que dans les autres systèmes des variétés non-photosensibles, à cycle plus court et à un potentiel de rendement élevé, ont été introduites.

Les doses d'engrais augmentent avec le niveau d'intensification.

L'efficacité des engrais augmente grâce à une gestion d'eau améliorée et une meilleure maîtrise de l'enherbement. Les coûts d'engrais sont exprimés en équivalent poids de paddy: 0.5 kg engrais = 1 kg paddy = 60 FCFA (1983).

Les rendements escomptés sont basés sur la réalité actuelle, les données de la recherche à l'ON, les rendements obtenus dans les pays voisins (Burkina Faso, vallée de Kou; Sénégal, vallée du fleuve) et sur les données de littérature. Ils forment un plafond de rendements moyens, réalisables par les colons.

La dernière ligne du tableau V donne le nombre d'hectares par attelage (paire de boeufs). Dans le système le plus extensif (A), un attelage laboure 4 à 5 ha comme dans la situation existante. Le système B nécessite un attelage sur 3 ha, parce qu'on pratique le double labour avant le semis au lieu d'un seul labour. Dans les systèmes plus intensifs (C et D) la durée de l'installation est courte et un attelage peut labourer 2 à 2.5 ha. En cas de double culture (E), le nombre d'hectares par attelage augmente, parce qu'un attelage est utilisé pendant deux saisons par année.

#### Coûts de production

Le tableau VI donne les coûts de production par ha des cinq systèmes. Les colons payent une redevance de 400 kg/ha de paddy à l'ON et le coût du battage mécanique représente 12% du poids de paddy battu.

Un attelage coûte environ 60 000 FCFA par année, donc une tonne de paddy.

Le semis direct à la volée demande actuellement 120 à 140 kg/ha de semences. Compte tenu du prix des semences, le coût correspond à 160 kg/ha de paddy. Pour le semis en ligne on utilise moins de semences mais il faut ajouter les coûts de semoir à raison de 50 kg paddy à l'ha.

Une pépinière de 500 m<sup>2</sup> suffit pour repiquer un hectare et demande 40 kg de semences.

La dose d'engrais, donc leur coût, augmente avec le niveau d'intensification. Les coûts divers augmentent également par hectare, mais pas par TH.

Les coûts totaux de production, exprimés en équivalent poids de paddy, augmentent considérablement avec l'intensification de la culture: 1.0 T/ha pour le système le plus extensif jusqu'à 1.9 T/ha pour les systèmes plus intensifs. Exprimées en pourcent du rendement escompte, ces coûts diminuent de 57, 59, 55, 48 et 45% pour les systèmes A, B, C, D et E, respectivement.

#### Seuil de production

Le seuil de production, étant l'ensemble des coûts de production et de l'auto-consommation de la population (300 kg par tête par an et quatre personnes par TH), varie considérablement pour les 5 systèmes. Pour la riziculture extensive il est de l'ordre de 1.35 T/ha et pour la riziculture intensive par repiquage et sans double culture au dessus de 3 T/ha.

#### Les revenus

Si le tableau VI montre que les revenus monétaires par hectare cultivé augmentent avec l'intensification, le tableau VII indique que ces revenus baissent - à l'exception du système E - en les exprimant par TH.

Un calcul supplémentaire, supposant un rendement égal à 3/4 du rendement escompté, montre l'influence des rendements plus faibles qu'attendus, sur les revenus du colon.

Les deux systèmes extrêmes (A et E) sont les plus rentables. Si les rendements

sont faibles, au niveau de 3/4 du rendement escompté, le revenu monétaire devient nul ou même négatif, sauf dans le cas d'une double culture de riz repiqué.

#### CONCLUSIONS

Dans le programme de réhabilitation du périmètre rizicole de l'ON, des changements dans le système de production sont à prévoir. Les mesures pour améliorer et/ou intensifier la riziculture doivent être orientées vers la réalisation d'une situation dans laquelle la production deviendra rentable pour les colons. L'introduction du système B offre une perspective à condition que le rendement moyen par exploitant soit bien supérieur à 2.5 T/ha de paddy. Sans cela le revenu (monétaire) par TH n'augmente pas du fait de l'augmentation des coûts de production et du taux de l'autoconsommation par hectare cultivé par rapport au système A. Dans le cadre du projet G.EAU deux variantes du système de production B ont été testées à une échelle réelle (200 et 400 ha). Les rendements moyens ont été de l'ordre de 2.0 T/ha.

L'intensification de la riziculture n'est point possible sans l'introduction de la double culture.

Comme le semis direct n'est pas à conseiller en contre saison chaude, l'introduction de la riziculture repiquée devient une nécessité.

Deux solutions semblent être opportunes:

- la consolidation du caractère extensif de la riziculture. Dans ce cas une superficie assez grande par TH doit être retenue pour que le seuil de production n'augmente pas trop du fait de l'autoconsommation à l'ha. Dans ce sens il vaut mieux consolider, avec un minimum d'investissements, les zones produisant encore un rendement acceptable (1.7 T/ha ou plus), mais qui subissent actuellement une dégradation dangereuse de leur système hydraulique;
- le développement de la riziculture intensive par repiquage et en double culture (150%). Elle peut absorber l'excès de la population des zones en riziculture extensive et à consolider, mais aussi de nombreuses familles venant d'ailleurs.



Dans les zones, comme celle de Macina, où une réhabilitation exige un investissement très important dû à l'état actuel du réseau hydraulique et au manque d'équipement agricole, l'introduction de la riziculture par repiquage semble plus appropriée que de suivre la voie difficile de l'intensification graduelle. Dans quelle mesure une combinaison du semis direct en hivernage et d'une culture de riz repiqué en contre saison est possible? La réponse n'en est pas connue, mais une riziculture extensive est difficilement compatible avec une riziculture repiquée, surtout si les variétés actuelles, photosensibles et à cycle très long, sont maintenues en saison hivernale. En outre, cette combinaison rend difficile la gestion de l'eau, les activités de la vulgarisation et l'établissement d'un calendrier cultural.

La recherche a montré que la riziculture repiquée et en double culture est techniquement réalisable. Une réhabilitation du réseau hydraulique ne constitue pas la contrainte majeure, du moins au plan technique. La réussite d'une relance de la production rizicole dépendra largement de la bonne organisation de la production, de la vulgarisation et de la motivation qui trouvera le colon au plan socio-économique.

En ce qui concerne la poursuite des recherches, une étude approfondie des systèmes de production est à recommander.

#### LA DIVERSIFICATION DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE

##### LES OBJECTIFS ET LES METHODES DE RECHERCHE

Par diversification on entend ici l'introduction en milieu paysannal de cultures autres que le riz dans le système de production actuel.

Au niveau des paysans le riz constitue la seule culture irriguée sur une grande échelle.

Les cultures maraîchères se font sur de petites surfaces de façon très intensive, surtout en contre saison sèche froide.

Les quelques formes et essais de diversification exécutés par l'ON dans le passé ont tous échoué (DE WILDE et al, 1967).

Afin de rentabiliser les investissements des (ré-)aménagement faits au niveau de l'ON, d'assurer l'équilibre nutritionnel des paysans et en même temps d'améliorer les revenus monétaires, la diversification apparaît opportune. Lors de sa mission en 1978, la Banque Mondiale a été émis le voeu que soient reprises les recherches sur les possibilités de la diversification à l'ON.

Le projet G.EAU a démarré des recherches sur différentes cultures en 1981 (G.EAU, 1984), dont nous présenterons les principaux résultats.

Les travaux réalisés n'ont porté que sur les aspects techniques. Les études des temps de travaux et des coûts de production ne seront en effet nécessaires que s'il est prouvé que la diversification est faisable, du point de vue technique.

Deux situations différentes où la diversification peut s'insérer sont à distinguer:

- l'introduction en contre saison des cultures autres que le riz dans les parcelles aménagées pour la riziculture irriguée, après la récolte du riz.  
Le riz est gardé comme culture d'hivernage;
- l'introduction d'un système de rotation de différentes cultures pendant deux ou trois saisons. Le riz peut faire partie d'une rotation.

La recherche faite par le projet G.EAU a été concentrée sur la première situation: la riziculture en hivernage et d'autre cultures en contre saison. Les essais menés en hivernage avec des cultures autres que le riz, ont servi surtout de référence pour les résultats obtenus en contre saison.

Les essais ont été exécutés à deux niveaux:

- au niveau station, sous conditions controlées et optimales;
- au niveau paysannal, sous conditions actuelles.

En station ce sont surtout les facteurs variété, date de semis, fertilisation et irrigation qui ont été étudiés.

Pour exclure l'influence de la nappe phréatique dans les essais, le champ a été

installé en dehors de la zone rizicole.

Une moto-pompe et un système de tuyaux souterrain permettaient le dosage exact et optimal de l'eau d'irrigation pour les cultures.

Le choix des cultures a été basé sur les recommandations de la Banque Mondiale et en fonction des directives de l'ON. Les cultures retenues ont été le maïs, le niébé, le sorgho, le blé et le soja.

La recherche au niveau paysannal a concerné des cultures qui pourraient intéresser en premier lieu les paysans (le maïs et le niébé); elle a permis de comparer les résultats ainsi acquis avec ceux obtenus en station.

#### RECHERCHES EN STATION

##### Maïs

Les aspects étudiés sur le maïs sont: l'irrigation, la date de semis et la variété.

La croissance en contre saison n'est pas optimale. L'évapotranspiration actuelle mesurée est restée bien inférieure à l'évapotranspiration potentielle calculée. Si l'irrigation n'est pas optimale, les rendements du maïs sont encore plus bas. Tant que l'approvisionnement en eau de la culture du maïs n'est pas bien assuré, les rendements ne seront pas acceptables.

La date optimale de semis en contre saison est vers le mois d'octobre ou plus tôt. Un semis plus tardif causera une chute des rendements pour toutes les variétés testées (tableau VIII).

Les variétés composites (Early Thai, Diara et Penjalinan), introduites du Sénégal (MOSCAL, 1979) sont mieux adaptées à la culture de contre saison que les variétés locales améliorées: Tiemantie de Zamblara et Kogoni-B. La figure 4 montre l'effet de la chaleur et de l'humidité relative basse au moment de la

fécondation. Aucune variété du test s'est montrée adaptée aux conditions du semis tardif (novembre-janvier). Les rendements sont bas et les cycles longs. Le maïs est plutôt une culture de l'hivernage. Comme le montre la figure 5, la croissance en hivernage est plus rapide qu'en contre saison. Les rendements en culture d'hivernage étaient environ 4 T/ha.

### Niébé

Les aspects étudiés sont: la date de semis et la variété. Les essais ont été menés en hivernage et en contre saison.

En contre saison froide, une date de semis précoce (octobre) est la meilleure. Un semis plus tardif provoque une levée très lente et une croissance retardée et par conséquent le rendement diminue.

La culture en contre saison chaude donne de bons rendements, 1.6 à 3.5 T/ha de grains pour les meilleures variétés (59-25, 58-81, TVx1836-015J, TVx1999-02 et TVx2907-02D), semées en février.

En hivernage, des traitements chimiques sont obligatoires, sinon les dégâts causés par les insectes seront énormes. En contre saison aucun dégât n'a été constaté.

### Blé

Les aspects étudiés sont: l'irrigation et le comportement général de la culture. Un intervalle d'irrigation d'une semaine est plus favorable qu'un intervalle de deux semaines. Les rendements de l'irrigation fréquente étaient 1.3 (Hindi Tosson) et 1.5 (Biskri Bouteille) fois plus élevés par rapport aux rendements de l'irrigation moins fréquente.

Le rendement maximal, obtenu avec la meilleure variété (Hindi Tosson), est néanmoins bas (2 T/ha).

La méthode d'irrigation, soit l'irrigation à la planche soit l'irrigation par petites rigoles sous pente faible, rend difficile la préparation du lit de

semis dans les rizières.

La date de semis se limite au mois de novembre. Le blé, étant une culture des zones tempérées, ne supporte pas la chaleur du mois d'octobre et de la période mars à mai.

### Sorgho

Les aspects variété et date de semis ont été étudiés en contre saison.

La date de semis précoce (au mois d'octobre) est la meilleure aussi pour le sorgho. Les variétés naines (73-13, 75-14 et CE 151-262) peuvent donner de bons rendements (plus de 3 T/ha) en semis précoce. La variété locale de taille longue (SH<sub>1</sub>D<sub>3</sub>) n'est pas adaptée à la contre saison, son taux de stérilité étant élevé. Les variétés CE 90 et IRAT 13 se sont montrées moins productives (moins de 2 T/ha).

### Soja

Le comportement de différentes variétés de soja a été étudié pendant la contre saison et l'hivernage.

Les variétés testées étaient Bossier, Ecuador, UFV<sub>1</sub>(Bp<sub>2</sub>), Alamo, IGH-23 et Jupiter. Le rendement maximal obtenu de 2 T/ha sous conditions contrôlées (Bossier en hivernage) ne justifie pas une culture irriguée au niveau des paysans ayant un rendement encore plus faible.

Pour les variétés testées, l'inoculation des grains de Rhizobium est nécessaire pour obtenir des rendements acceptables. Ce procédé est très délicat au niveau des paysans.

### RECHERCHES AU NIVEAU DES PAYSANS

En contre saison des essais sur "grande échelle" ont été menés sur le maïs et le niébé dans la rizière.

Les essais ont été entrepris après la récolte du riz dès que l'humidité du sol a permis le labour. Par conséquent la plupart des essais n'ont pas démarré avant fin décembre. Dans cette période les températures sont relativement basses et sub-optimales pour la germination et la croissance du maïs et du niébé. Conséquemment les rendements au niveau des paysans ont été très bas, au-dessous de 300 kg/ha de grains pour les deux cultures.

#### CONCLUSIONS

Les essais sur l'introduction des cultures, autres que le riz, à grande échelle et en contre saison après la récolte du riz, menés en station et au niveau des paysans, permettent de tirer des conclusions sur les possibilités de la diversification des cultures à l'ON.

Les variétés de riz cultivées actuellement à l'ON occupent les champs au moins jusqu'au mois de décembre. C'est ainsi qu'une date de semis optimale (octobre - novembre) pour les cultures testées en contre saison n'est pas réalisable. Le froid, en décembre et janvier, suivi par la chaleur et l'humidité relative basse de la contre saison chaude entraînent respectivement une mauvaise croissance et une mauvaise fécondation du maïs, du sorgho et du niébé. Pour le blé, la date de semis est limitée au mois de novembre.

Le semis tardif entraîne une chute de rendement pour toutes les cultures étudiées, exception faite pour le niébé semé en février, qui semble supporter assez bien les conditions de la contre saison chaude.

La plupart des sols de l'ON sont compacts et ont une macroporosité faible, ce qui rend difficile l'irrigation et le drainage et constitue ainsi un handicap pour la réussite des cultures. La vitesse d'infiltration est généralement très basse et les sols restent engorgés longtemps après chaque irrigation. L'eau stagnant inhibite la germination et la bonne croissance des plantes.

En plus, les sols (surtout le type Danga) forment souvent une croûte imperméable

dès la première irrigation, ce qui influence défavorablement la levée. Les sols sont pauvres en azote et en phosphore assimilable. Cette pauvreté s'accroît après la culture inondée du riz en hivernage et les basses températures de la contre saison (ralentissement de la minéralisation et diminution de la mobilité du phosphore dans le sol). L'apport d'engrais reste peu efficace tant que la maîtrise de l'eau est inadéquate et que la date de semis est non-optimale.

L'irrigation des cultures est nécessaire en contre saison. La méthode conseillée pour le maïs, le niébé, le sorgho et le soja est celle par sillons (irrigation à la raie). Le blé doit être semé à plat et l'irrigation doit se faire à la planche. Les caractéristiques physiques du sol et la dénivellation du terrain rendent difficile une bonne préparation de la terre pour l'irrigation. Surtout le maïs et le blé exigent une irrigation fréquente, ce qui est difficile à réaliser sans avoir des problèmes d'engorgement en eau. Une bonne gestion de l'eau d'irrigation n'est guère possible vu la dénivellation prononcée à l'intérieur des champs et le réseau hydraulique dégradé.

Au terme de l'analyse ci-dessus, la conclusion en est que la diversification sous forme d'introduction des cultures autres que le riz en contre saison et après la récolte du riz, est très difficile dans la situation actuelle. Après une introduction éventuelle des variétés de riz non-photosensibles et de cycle court, la contrainte climatologique pourrait être surmontée en grande partie. Cependant, les contraintes pédologiques et topographiques, limitant la bonne maîtrise de l'eau d'irrigation, constitueront le plus grand problème pour l'introduction de la diversification. Dans ce sens le riz restera la culture principale de l'ON, du fait qu'il est moins exigeant du côté pédologique et, une fois germé et levé, supporte l'inondation du champ davantage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

B.EAU, 1981. Besoins en eau au niveau arroseur. Wageningen, Département d'Irrigation et Génie Civil, Université Agricole, 149 p.

DABIN B., 1951. Alimentation du riz. Interpretation d'un essai d'engrais réalisé à l'Office du Niger. L'agron. trop., VI-9/10: 507-513.

DE DATTA S.K., 1981. Principles and practices of rice production. New York, John Wiley & Sons, 618 p.

G.EAU, 1984. Gestion de l'eau, Tome I: Rapport principal, Tome III: Expérimentation Agricole. Wageningen, Département d'Irrigation et Génie Civil, Université Agricole, 83 p. + 197 p.

INSTITUT D'ECONOMIE RURALE, 1980. Etude socio-économique des exploitants de l'Office du Niger, Synthèse de l'étude: "structures des exploitations". Bamako, IER, 36 p.

INSTITUT DE RECHERCHE ET D'APPLICATION DE METHODES DE DEVELOPPEMENT, 1981. Etude diagnostic et propositions de structuration des organisations à l'Office du Niger, Tome I: Rapport principal, Tome II: Documents complémentaires. Paris, IRAM, 72 p. + 158 p.

JONES U.S., 1982. Fertilizers and soil fertility. Reston, Virginia, Reston Publishing Company, 421 p.

MOSCAL T., 1979. Synthèse des résultats concernant le blé, le maïs et le sorgho au Centre FAO de Guede (1971-1979), St. Louis, OMVS.

TOUJAN M., 1980. Evolution des sols irrigués. Grenoble, SOGREAH, 16 p.

WILDE J.C. de et al, 1967. Mali Office du Niger: Experiences with agricultural development in tropical Africa, Vol. II. Baltimore, John Hopkins Press, p. 245-300.



## SUMMARY

GENET, W., BASTIAANSEN, C., DIALLO, A., DONGEN, L. VAN - Irrigated crops in the Central Delta of the Niger river in Mali.

In the rice area of the Office du Niger (ON), Mali, production per head has fallen dramatically during the past ten years. In order to guarantee sufficient food supply for the farmers, to improve their monetary income and to make the rehabilitation of the hydro-agricultural infrastructure pay, it seemed worthwhile to investigate the following possibilities:

- to improve the present semi-extensive system of rice production;
- to shift towards an intensive production system;
- to introduce crop diversification.

Field studies in this respect were carried out on experimental fields and under on-farm conditions.

The results of the experiments indicate that the semi-extensive system of rice production could be consolidated in zones still having an acceptable production level, provided that decay of the irrigation and drainage system will be prevented.

Gradual intensification of the rice production system is not to be recommended. In zones with a low production level, the introduction of the intensive system including transplanting and double cropping offers more perspectives. These areas could absorb part of the overpopulation of the zones to be consolidated and even farmers from elsewhere could be settled here.

Crop diversification was studied to find out if alternative crops could be included in the cropping pattern. Those crops should be cultivated during the dry season after the rice harvest.

Experiments were carried out with the following crops: corn, cowpea, sorghum, wheat and soy bean.

Severe constraints were found with respect to climate (sowing date), soil

characteristics and irrigation water management on field level.

In the present situation introduction of crop diversification on large scale does not seem possible in the ON project.

*Key words:* irrigated rice, intensification of rice cultivation, production systems, crop diversification, Office du Niger, Mali.

## RESUMEN

GENET, W., BASTIAANSEN, C., DIALLO, A., DONGEN, L. VAN - Cultivos bajo riego en el Delta Central del río Niger en Mali.

Dentro del sector arroz del Office du Niger (ON), en Mali, la producción en arroz por cabeza ha bajado considerablemente durante los diez años pasados. Con el fin de asegurar mejor el equilibrio nutricional de los campesinos, de mejorar sus ingresos monetarios y de rentabilizar la rehabilitación de la infraestructura hidro-agraria del ON, ha parecido oportuno examinar las posibilidades de:

- mejorar el sistema de producción semi-extensivo practicado actualmente;
- pasar a un sistema de producción intensivo;
- introducir la diversificación de cultivos.

En este respecto fueron ejecutados estudios de campo a nivel experimental y en ambiente campesino durante los años 1981 - 1984.

Los resultados de las pruebas indican que el cultivo de arroz de manera semi-extensiva puede ser consolidado en las zonas con un rendimiento todavía aceptable, con la condición de que la degradación peligrosa del sistema hidráulico sea interrumpida.

Una intensificación gradual del sistema de producción no es recomendable.

Sin embargo, dentro de las zonas de baja producción, el cultivo de arroz intensivo, con transplante y doble cultivo, ofrece perspectivas. Es capaz de absorber el exceso de población de las zonas a consolidar y aún de campesinos forasteros.

La diversificación de cultivos fue estudiada con el fin de poder inserir, durante la temporada seca y después de la cosecha de arroz, cultivos diferentes de arroz en el calendario agrario.

Los cultivos estudiados fueron: maíz, niébé, sorgo, trigo y soja.

Impedimentos mayores fueron encontrados en los dominios de climatología (época de siembra), pedología y gestión del agua de riego en el campo.

En la situación actual, la diversificación de cultivos en escala grande no es recomendada por el ON.

*Palabras-clave:* arroz bajo riego, intensificación del cultivo de arroz, sistemas de producción, diversificación de cultivos, Office du Niger, Mali.

Figure 1: Office du Niger: périmètre irrigué.



Figure 2: Champs de riz en milieu paysannal: partie en bas désherbée,  
partie en haut avec mauvaises herbes (*Ischaemum rugosum*).

FIG. 2

Figure 3: Essai variétal: devant une variété à paille courte, à gauche et à droite des variétés à paille longue.



Figure 4: Epis de maïs: peu de grains dû à la chaleur et à la sécheresse au moment de la fécondation.

Figure 5: Croissance de deux variétés de maïs en deux saisons de culture.

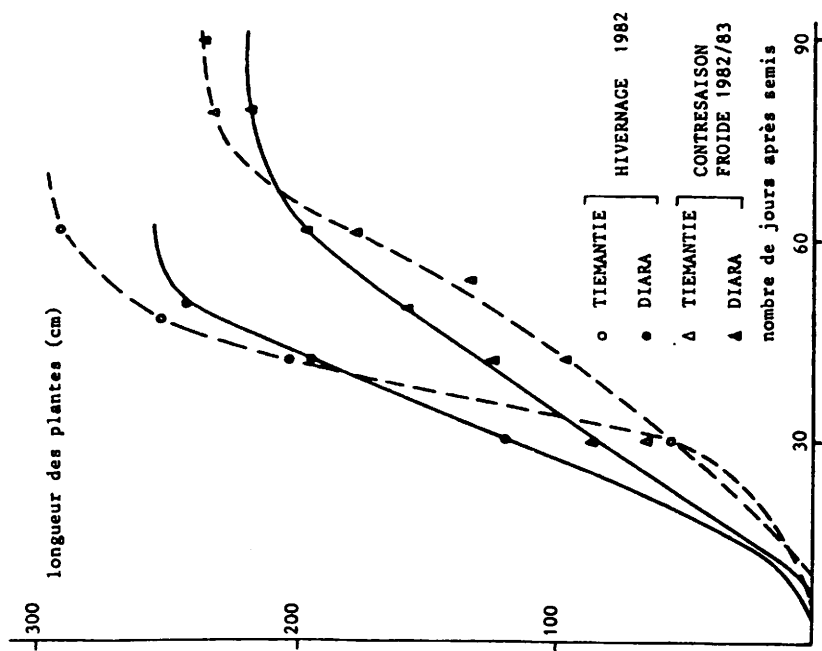


Tableau I: Données climatologiques pour la zone de l'Office du Niger.

mois	j		m		a		m		j		j		a		s		o		n		d		total
	sèche froide	sèche chaude	contre saison	sèche chaude	contre saison	sèche chaude	contre saison	sèche chaude	contre saison	hivernage	contre saison	hivernage	contre saison	hivernage	contre saison	hivernage	contre saison	hivernage	contre saison	hivernage	contre saison	hivernage	
<u>pluviométrie (mm)<sup>1)</sup></u>	0.1	0.0	1.7	4.4	17.6	64.0	147.9	213.6	100.8	15.9	0.9	0.3	567.2										
<u>température moyenne (°C)<sup>2)</sup></u>																							
minima	12.2	15.6	18.1	21.7	24.4	23.8	22.2	21.6	21.6	20.9	17.2	13.5											
moyennes	22.7	25.9	28.1	30.7	32.3	30.8	27.9	26.8	27.3	28.4	26.6	23.0											
maxima	33.2	36.1	38.1	39.6	40.2	37.7	33.6	32.0	33.0	35.8	35.9	32.5											
<u>temp. min. absolue (°C)<sup>3)</sup></u>	5.6	7.2	10.2	14.4	16.4	12.6	16.0	13.4	15.4	11.2	10.6	10.2											
<u>nombre de journées avec</u>																							
moins de 15°C <sup>3)</sup>	31	25	12	2	-	1	-	3	-	10	28	12											
15 - 20°C	-	3	19	24	7	9	27	27	30	21	2	18											
<u>humidité relative moyenne (%)<sup>4)</sup></u>	26.1	26.0	22.7	26.4	34.5	50.3	66.7	74.2	73.4	55.8	37.4	32.3											
<u>évaporation mensuelle (mm)<sup>5)</sup></u>	223	273	332	327	370	258	267	233	237	251	228	208											
<u>insolation mensuelle (h)<sup>6)</sup></u>	288	296	288	228	226	231	245	242	264	251	222	208											

1) Niono, 1939-1974

2) Niono, 1951-1970

3) Kogoni, 1974

4) Kogoni, 1948-1954

5) Kogoni, 1972, bac Colorado

6) Kogoni, 1972

Tableau II: Quelques données sur les exploitations  
rizicoles à l'Office du Niger.

	début des années		différence en % de 1970
	1970	1980	
population totale	35 000	60 000	+ 71
superficie cultivée, ha	37 500	36 000	- 4
rendement moyen en paddy, T/ha	1.8	1.7	- 6
production par tête, T	1.9	1.0	- 47

Tableau III: L'effet de la méthode de mise en place et de la saison de culture sur le rendement (paddy en T/ha).

saison/variété	mode d'installation		
	repiquage	semis direct	
		à la volée	en ligne
hivernage 1983			
BH-2 <sup>1)</sup>	5.4	4.6	4.3
IET 2885 <sup>2)</sup>	6.0	4.3	3.3
IR 1561-228-3 <sup>2)</sup>	5.2	-	4.0
contre saison chaude 1983			
BG 90/2 <sup>2)</sup>	4.9	-	2.5
IET 2885 <sup>2)</sup>	5.2	-	2.5
contre saison chaude 1984			
IR 1561-228-3 <sup>2)</sup>	4.9	2.4	2.5

1) variété photosensible, paille longue et vulgarisée  
actuellement à l'ON

2) variété non-photosensible, paille courte, cycle court

Résultats d'une analyse statistique. Les rendements donnés sont les moyennes de plusieurs répétitions sur parcelles d'une surface de 600 m<sup>2</sup>.

Tableau IV: Résumé des résultats des essais variétaux,  
rendements en T/ha et longueur du cycle en jours.

		variété: IR 1561-228-3	IR 30	IR 2885	IR 2911	BG 90/2
saison						
hivernage	rendement	5.2	5.3	6.3	6.2	7.8
	cycle	98	110	135	138	125
contre saison	rendement	4.8	4.9	5.4	-	5.6
	cycle	115	125	155	-	140

- semis en pépinière début juillet et mi-février

- engrais en éléments fertilisants (N, P, K)

Tableau V: Caractéristiques des cinq systèmes de production évalués.

ystème de production:	A	B	C	D	E
1) mode d'installation					
. semis direct à la volée	x	x			
. semis direct en ligne			x		
. par repiquage				x	x
2) nombre de cultures par an	1	1	1	1	2
3) superficie par TH (ha)	3.5	2.5	1.5	1	1 et 0.5
4) variétés					
. vulgarisées actuellement, photosensibles	x	x			
. modernes, non-photosensibles, à paille courte			x	x	x
5) dose d'engrais (équivalent poids de paddy; kg/ha)	100	250	450	450	450
6) rendement escompté (T/ha)	1.75	2.50	3.50	4.00	4.00
7) nombre d'hectares par attelage	4-5	3	2-2.5	2-2.5	3-3.7
- engrais en éléments fertilisants (N, P, K)					



Tableau VI: Coûts de production du riz par hectare, pour cinq systèmes de production en équivalent poids de paddy (kg/ha).

système:	A	B	C	D	E
redevance	400	400	400	400	400
battage	200	300	420	480	480
labour	200	300	400	400	300
semences	160	160	160	50	50
engrais	-	250	450	450	450
divers	40	70	90	120	100
coûts totaux	1000	1480	1920	1900	1780
autoconsommation	350	480	800	1200	800
seuil de production	1350	1960	2720	3100	2580
revenu monétaire	400	540	780	900	1420

Tableau VII: Revenus par TH pour cinq systèmes de production (T paddy).

systeme	A	B	C	D	E
revenus					
. rendement = $R_e$	2.6	2.6	2.4	2.1	3.3
. rendement = $3/4 R_e$	1.3	1.2	1.2	1.2	2.0
revenus monétaires					
. rendement = $R_e$	1.4	1.4	1.2	0.9	2.1
. rendement = $3/4 R_e$	0.1	nég.	0.0	0.0	0.8

$R_e$  = rendement escompté.

Pour  $R = 3/4 R_e$ , les coûts sont corrigés à cause des frais de battage moins élevés.

Tableau VIII: Résultats des essais sur l'effet de la variété et de la date de semis sur le maïs en contre saison 1982/83.

variétés		date de semis			
		18 oct	13 nov	10 dec	17 jan
Tiemantie	a	1685	1027	490	110
	b	123	129	124	112
Kogoni-B	a	2656	1696	1860	953
	b	98	110	105	95
Diara	a	2988	1854	1877	1464
	b	112	121	117	105
Early Thai	a	2286	1819	1532	719
	b	112	121	117	102
Penjalinan	a	2627	1559	1253	633
	b	112	121	117	102

a = rendement (kg/ha)

b = cycle (jours)