

CalCul : un outil pour construire un calendrier cultural prévisionnel du riz irrigué au Sahel

Jean Christophe POUSSIN (1)

(1) Auteur correspondant : IRD BP 5045 34032 Montpellier Cedex, France

RESUME

Les performances de la riziculture irriguée au Sahel sont en deçà de ses potentiels aux plans des rendements et de l'intensité culturale. L'une des causes de ces performances médiocres est le non respect par les producteurs du calendrier cultural.

Pour tenter de lever cette contrainte, nous proposons un outil permettant de construire un calendrier cultural prévisionnel du riz irrigué à l'échelle d'une sole, c'est à dire d'un aménagement ou d'un secteur d'aménagement. Cet outil utilise le modèle RIDEV qui simule du développement du riz irrigué au Sahel. Il nécessite de définir le mode d'implantation du riz, la durée de réalisation des principaux chantiers pour l'ensemble de la sole, ainsi que la date prévue pour le démarrage des semis et la variété choisie. Il fournit un calendrier cultural prévisionnel à l'échelle de la sole, en ajustant le rythme de réalisation des interventions culturales, depuis la pré-irrigation et le travail du sol jusqu'à la récolte, à celui du chantier le plus lent, et cale les périodes d'intervention aux stades de la culture en s'appuyant sur les recommandations de l'ADRAO.

L'amélioration du calendrier cultural permet une meilleure efficacité des intrants et une économie d'eau à l'échelle de l'aménagement. Au delà de la construction d'une prévision, cet outil d'aide à la décision vise à introduire dans la réflexion le mode d'organisation des producteurs.

SUMMARY

The performances of irrigated rice agriculture in the Sahel fall short of its potential with respect to yields and farming intensity. One of the causes of these mediocre performances is the non-respect of the farming calendar by the producers.

In an attempt to eliminate this constraint, a tool has been proposed, which allows the development of a provisional farming calendar for irrigated rice in an irrigated zones. This tool uses the model RIDEV which simulates the development of irrigated rice in the Sahel. It is necessary to define the rice sowing method, the time it takes for performing the work on the soil, the predicted sowing date and the variety chosen. It provides a provisional farming calendar at the soil level, by adjusting the rhythm of the execution of farming interventions, from pre-irrigation and work on the soil till harvest, to that of the slowest work. It then corresponds the intervention periods to the different stages of the crop cycle based on the recommendations of ECOWAS.

Improving the farming calendar results in a better use of inputs and the economy of water in the irrigation zones. This tool, which could be used to forecast, helps in decision-making. It also aims at introducing in the reflection, organisational methods for producers.

INTRODUCTION

La riziculture irriguée constitue une activité majeure sur les deux rives du fleuve Sénégal (Sénégal et Mauritanie) et à l'Office du Niger (Mali). En effet, les conditions bioclimatiques dans ces régions permettent d'espérer des rendements élevés et d'effectuer deux récoltes par an. Néanmoins, les résultats obtenus n'atteignent pas ces espérances.

Au Sénégal notamment, les rendements moyens se situent entre 4 et 5 t/ha malgré des coûts de production élevés liés en partie à l'irrigation par pompage et au recours à la motorisation pour la préparation du sol et la récolte, et l'intensité culturale est faible (SAED, 1998). Ces résultats médiocres ne permettent pas de rentabiliser les aménagements et fragilisent la compétitivité de la production locale face aux importations.

Les diagnostics agronomiques effectués (Jammet, 1953 ; Boutillier *et al.*, 1960 ; Bonnefond et Caneill, 1981 ; Jamin et Caneill, 1983 ; Ndiaye, 1984 ; Le Gal, 1989 ; Havard, 1990 ; Le Gal, 1995 ; Poussin, 1995 ; Poussin, 1998 ; Wopereis *et al.*, 1998) convergent. Ils identifient les problèmes suivants :

- mauvais contrôle des adventices, surtout dans les parcelles semées directement, lié au défaut de nivellement des parcelles et aux conditions inadéquates d'application des herbicides ;
- mauvaise gestion de l'eau liée au mauvais entretien du réseau et de la station de pompage, ou à un défaut d'organisation collective du tour d'eau ;
- efficacité médiocre de la fertilisation liée aux dates d'apport inadéquates, à l'infestation par les adventices et à la faible profondeur de travail du sol ;
- mauvaise qualité du paddy liée pour partie aux variétés utilisées et aux conditions de remplissage des grains, mais aussi à une récolte tardive exposant les grains à des conditions d'humidité très variables provoquant leur fissuration.

L'analyse de ces contraintes conduit à s'intéresser aux stratégies des producteurs (absentéisme ou désintérêt, adhésion à plusieurs groupements...), mais aussi au processus de production, dont les caractères principaux sont les suivants :

- un système intensif, nécessitant l'achat d'intrants (généralement via emprunt bancaire), et la commercialisation au moins partielle de la production (remboursement de l'emprunt, reconstitution du fonds de roulement) ;
- une organisation collective des producteurs exploitant le même aménagement (Sénégal et Mauritanie surtout) ;
- des liens nécessaires avec des acteurs situés en amont et en aval du processus (banque, encadrement, fournisseurs, riziers).

Le déroulement d'une campagne de culture illustre ces caractères. Il montre également l'importance des incertitudes qui pèsent sur le processus de production et expliquent en partie le « désintérêt » des producteurs.

Pour améliorer les performances des systèmes de riziculture irriguée, nous avons choisi d'en améliorer la gestion à l'échelle de l'aménagement ou du secteur d'aménagement en proposant un outil de prévision du calendrier cultural utilisable par les conseillers agricoles. Cet outil permet en outre de discuter des règles d'organisation définies par les producteurs (individus ou groupements), des relations avec les acteurs externes et de la mise en œuvre des techniques culturales.

OBJECTIFS ET CONCEPTION DE L'OUTIL

Avant le démarrage de la culture, les producteurs définissent une prévision, un plan. Mais ce plan est souvent très succinct :

- il donne la priorité aux aspects financiers (crédit bancaire) et commerciaux (achat d'intrants) sans prise en compte des conséquences des décisions et actions collectives sur la conduite de la culture ;
- il se limite à la programmation des actions collectives les plus proches (travail du sol et démarrage de la station essentiellement), sans analyse de la cohérence des règles d'organisation à mettre en œuvre pour chacun des chantiers ;
- il prend très peu en compte les divers incidents qui perturbent le déroulement de la campagne.

L'objectif de l'outil n'est pas de fournir une solution « clé en main » prenant en compte la totalité du problème. Son utilisation s'inscrit dans une démarche de conseil auprès des producteurs afin d'améliorer la gestion technique de leur aménagement. Le conseiller agricole peut utiliser cet outil avec les producteurs pour dynamiser les réflexions nécessaires à la préparation d'une prochaine campagne rizicole. Cette préparation peut en particulier aboutir à la construction d'un calendrier cultural prévisionnel précisant pour chaque chantier, depuis la pré-irrigation et la préparation du sol jusqu'à la récolte, sa période de réalisation calée selon le stade de la culture, ainsi que les règles d'organisation pour leur réalisation (tour entre secteurs et parcelles). L'objectif de cet outil est donc de fournir des éléments « objectifs » pour la construction d'une prévision et la mise au point de règles d'organisation.

CalCul propose un calendrier cultural prévisionnel de conduite du riz à l'échelle d'une sole (aménagement ou secteur d'aménagement). On considère que cette sole est composée de plusieurs parcelles conduites par un ou plusieurs producteurs, qui peuvent dépendre d'une organisation paysanne et qui disposent de moyens techniques limités : ressources en eau, matériel et main d'œuvre. Pour construire un calendrier cultural prévisionnel, CalCul tient compte des performances des principaux chantiers. Il ajuste leur période de réalisation aux stades de la culture en simulant le développement du riz. Cette simulation utilise le modèle RIDEV (Dingkuhn *et al*, 1995) conçu par l'ADRAO en collaboration avec le CIRAD et l'IRD. La simulation est faite à partir des températures journalières minimales et maximales de l'air sous abri enregistrées dans une station météorologique proche de l'aménagement. Les dates de réalisation des différentes opérations culturales sont fondées sur les recommandations techniques de l'ADRAO en matière de conduite du riz irriguée.

La version actuelle du logiciel CalCul fonctionne sous MS-DOS. Elle est écrite en langage C et utilise une bibliothèque logicielle conçue par le laboratoire INRA d'Economie et Sociologie Rurale de Grignon. Une version fonctionnant sous Windows 95 est en préparation.

Principes de fonctionnement. La limitation des moyens techniques et les règles d'organisation déterminent les performances des différents chantiers. Les chantiers dont les performances sont les plus contraignantes peuvent être :

- la mise en eau des parcelles, pour la pré-irrigation et/ou l'implantation du riz, dont la durée est liée au dispositif d'irrigation et au tour d'eau entre parcelles ;
- la préparation du sol, lorsqu'elle n'est pas motorisée comme à l'Office du Niger par exemple ;
- le repiquage, qui nécessite une main d'œuvre importante ;

- la récolte (battage non compris), du fait d'un nombre restreint de machines lorsqu'elle est motorisée, ou de la nécessité d'une main d'œuvre importante lorsqu'elle est manuelle.

Le principe de construction du calendrier cultural pour l'ensemble de la sole est le suivant : sur chacune des parcelles de la sole, les interventions doivent être calées sur l'état de la parcelle (ressuyage après pré-irrigation) ou le stade de la culture (second apport d'engrais à l'initiation paniculaire, récolte à la maturité...). Pour respecter ce principe, le rythme de réalisation des interventions culturales doit être constant. Il faut donc étaler les semis selon la durée du chantier le plus contraignant.

Prenons l'exemple d'une implantation par repiquage. Si la durée minimale de l'opération de repiquage est évaluée à 15 jours, il est nécessaire :

- d'étaler les semis des pépinières sur 15 jours ;
- d'organiser le « tour » entre parcelles pour ce semis de la même façon que le repiquage ;
- de conduire les pépinières de manière homogène (semis pré-germé, gestion de la lame d'eau).

Si ces règles ne sont pas respectées, le stade des plants au repiquage risque fort d'être inadéquat (plants trop âgés) pour une partie des parcelles.

Autre exemple : la pré-irrigation avant le travail du sol. Si la durée minimale du travail du sol est plus faible que la durée de mise en eau pour la pré-irrigation, on est malgré tout contraint d'étaler le chantier de travail du sol. Il faut en effet que les parcelles soient toutes dans un état d'humidité propice au moment du travail du sol. De même, la mise en eau avant semis ou repiquage doit être réalisée au plus tôt après le travail du sol afin de limiter la durée d'évaporation et réduire ainsi le volume d'eau nécessaire à la ré-imbibition des parcelles.

Paramètres en entrée (figure 1). Les caractéristiques du mode de conduite du riz nécessaires au fonctionnement de CalCul sont :

- le mode d'implantation (semis direct ou repiquage) ;
- la réalisation éventuelle d'une pré-irrigation avant le travail du sol, ainsi que la durée de ressuyage des parcelles après cette pré-irrigation ;
- la durée minimale des chantiers de mise en eau, préparation du sol, repiquage, et récolte (battage non compris).

Ces paramètres sont fournis par l'utilisateur et non proposés par le logiciel.

On suppose que le mode d'implantation et les techniques culturales utilisées sont homogènes sur l'ensemble de la sole (aménagement ou secteur d'aménagement) pour laquelle on souhaite établir un calendrier prévisionnel.

Version 1.0

Caractéristiques

Implantation : SEMIS DIRECT
 Pré-irrigation (O/N) : OUI Délais de ressuyage : 12 jours
 Durée des chantiers (en jours)

Préparation du sol : 4
 Mise en eau : 15
 Repiquage : 0
 Récolte : 25

Prévisions et Simulation

Début des semis : 01/07
 Variété 1 : JAYA Variété 2 : Sahel 108
 Fichier Météo : ROSSO.FEM

On étale les semis selon la durée de la récolte

↑↓ ENTER

N.B. Les paramètres fournis par l'utilisateur sont indiqués en caractères noirs

Figure 1. Paramètres en entrée

En cas de pré-irrigation, la connaissance du délai de ressuyage des parcelles est nécessaire pour déterminer la date à laquelle on peut réaliser le travail du sol. L'appréciation de l'humidité du sol après ressuyage est laissée à l'utilisateur. Ce dernier peut en effet attendre, en plus du ressuyage des parcelles, la levée des mauvaises herbes avant d'effectuer le travail du sol.

On suppose que ce délai est homogène sur l'ensemble de la sole. Si ce n'est pas le cas, du fait d'une hétérogénéité de type de sol par exemple, il faudra en tenir compte en réalisant la pré-irrigation sur l'aménagement en commençant par les parcelles qui ressuient le moins vite, et en terminant par celles qui ressuient le plus vite.

Les durées des chantiers de mise en eau, préparation du sol, repiquage, et récolte sont celles qui ont été observées les années passées sur le périmètre. Elles sont exprimées en nombre de jours. Ces durées correspondent à un mode d'organisation précis et aux performances globales (à l'échelle de la sole) des matériels utilisés. Une réflexion doit être menée par le conseiller agricole avec les producteurs sur la définition de ces performances (prise en compte des pannes, durée journalière de travail...) et sur les règles d'organisation relatives à leur réalisation sur la totalité des parcelles de la sole. La préparation du sol peut correspondre à plusieurs opérations successives de travail du sol (labour suivi d'un hersage, comme à l'Office du Niger). La durée saisie correspond alors à celle de l'ensemble de ces opérations.

Quant à la récolte, sa durée n'inclut pas le battage. En effet, cette opération, souvent longue et contraignante (emploi de main d'œuvre salariée ou d'une batteuse mécanique), peut être différée après la mise en meules et effectuée en dehors des parcelles. Sa durée n'influençant pas directement le rythme des autres chantiers, nous avons opté pour ne pas prendre en compte cette opération.

Le chantier ayant la plus longue durée est considéré comme le plus contraignant : Le rythme de réalisation des autres chantiers doit se conformer à celui qui est le plus lent. Néanmoins, la préparation du sol est considérée comme un cas particulier. En effet, s'il n'y a pas de pré-irrigation, le rythme de réalisation de la préparation du sol est sans effet sur les autres chantiers, notamment le semis. S'il y a une pré-irrigation, il peut être nécessaire ou non, comme à l'Office du Niger, d'économiser l'eau. Les décideurs ont donc le choix d'adapter ou non le rythme des autres chantiers à celui de la préparation du sol.

PREVISIONS ET SIMULATION

La construction du calendrier cultural prévisionnel nécessite le choix d'une date pour le démarrage des semis, et d'une variété voire deux : l'une pour les premiers semis, l'autre pour les derniers semis. L'ADRAO a établi les paramètres d'une quarantaine de variétés utilisées au Sahel. Le nombre de variétés doit être augmenté dans le futur.

Le calendrier cultural prévisionnel est établi en fonction du développement du riz. La simulation du développement du riz pour les 2 variétés choisies utilise les données de température de l'air enregistrées dans une station météorologique proche de l'aménagement. Au Sénégal, on dispose de 5 stations réparties le long de la vallée : Ndiaye (proche de St-Louis), Rosso (proche de Richard Toll), Podor, Matam et Bakel. En Mauritanie, on dispose de 2 stations : Rosso et Kaédi. Au Mali, on dispose de la station de Niono.

Les semis sont étalés sur une durée égale à celle du chantier dont la durée est la plus longue : $\text{Date fin semis} = \text{Date début semis} + \text{Durée du chantier le plus long}$.

On réalise 2 séries de simulations en utilisant la totalité des années climatiques stockées dans le fichier météorologique : la première simulation correspond à la première variété semée à la date de début des semis ; la seconde, à la deuxième variété semée à la date de fin des semis. Ces 2 séries de simulations permettent d'obtenir 4 dates pour chaque stade du riz :

- la date minimale d'apparition du stade pour le premier semis ;
- la date moyenne d'apparition du stade pour le premier semis ;
- la date moyenne d'apparition du stade pour le dernier semis ;
- la date maximale d'apparition du stade pour le dernier semis.

On obtient donc pour chaque stade du riz une période probable de réalisation bornée par ces 4 dates (figure 2). Les périodes de réalisation des différentes opérations sont ensuite calées sur ces périodes d'apparition des stades du riz.

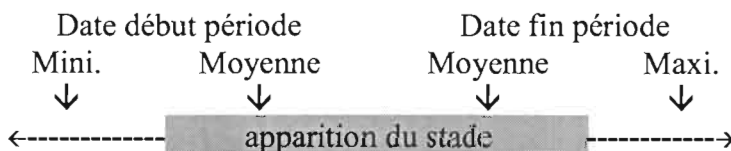


Figure 2. Bornes de la période d'apparition d'un stade du riz

L'écart entre les dates extrêmes et les moyennes est relativement faible en hivernage (moins d'une semaine). Par contre il peut être beaucoup plus important en saison chaude du fait d'une forte variation inter-annuelle des températures de l'air en début de cycle (Poussin, à paraître). Le calendrier prévisionnel est donc moins précis, et les producteurs doivent observer le développement du riz afin de bien caler leurs interventions.

CALENDRIER CULTURAL PREVISIONNEL

Avant de présenter ce calendrier (figure 3), on rappelle les caractéristiques du mode de conduite, ainsi que la durée du chantier sur laquelle sont étalés les semis. On fournit également les taux de stérilité des épillets moyens (moyennes des taux de stérilité simulés) et maxima (maxima des taux de stérilité simulés) pour les 2 variétés prévues en début et en fin de période de semis. Selon les niveaux moyens et maxima de ces taux, on peut réviser les prévisions en changeant par exemple la date de démarrage des semis ou les variétés.

Le calendrier est présenté par tranche de 2 mois (1 caractère représente 1 jour). On y trouve les opérations depuis la pré-irrigation et la préparation du sol, jusqu'à la récolte. Les diverses opérations après le semis sont calées sur des stades clés du riz : le stade 4 feuilles, la reprise des plants après repiquage, l'initiation paniculaire, l'épiaison, la floraison et la maturité physiologique. Enfin, on fournit une durée totale de l'irrigation. Celle-ci démarre avec la pré-irrigation ou la mise en eau, et s'achève au plus tard au dernier drainage avant la récolte. Cette information permet d'effectuer des prévisions sur le fonctionnement de la station de pompage.

On propose plusieurs techniques de désherbage chimique ou manuel avec leur période de réalisation. Les paysans peuvent choisir l'un ou l'autre mode de désherbage. De même, on propose un fractionnement de la fertilisation en 3 apports. Le troisième apport à l'épiaison est facultatif ; il permet une prolongation de la photosynthèse et ainsi un meilleur remplissage des grains (Dingkuhn *et al*, 1992).

Le choix et la mise en œuvre de ces techniques doivent faire l'objet d'une discussion avec les producteurs. L'homogénéité des techniques utilisées dans les diverses parcelles n'est pas obligatoire. On peut notamment moduler le nombre d'apports et la quantité d'urée apportée selon l'état de la parcelle à l'initiation paniculaire.

RESULTATS ATTENDUS

A travers la construction d'un calendrier cultural prévisionnel, on recherche une meilleure planification des opérations et donc une meilleure efficacité des coûts de production. Actuellement, cette efficacité est médiocre du fait notamment du non respect du calendrier cultural (Donovan *et al*, 1998).

Au Sénégal par exemple, on dispose d'une base de données constituée par la SAED à partir d'un échantillon de producteurs situés dans le delta et le reste de la vallée. L'exploitation de cette base de données permet de construire la relation entre le rendement et le coût par hectare, hors frais de récolte et de main d'œuvre (figure 4), et de calculer un coût unitaire de production pour chaque producteur.

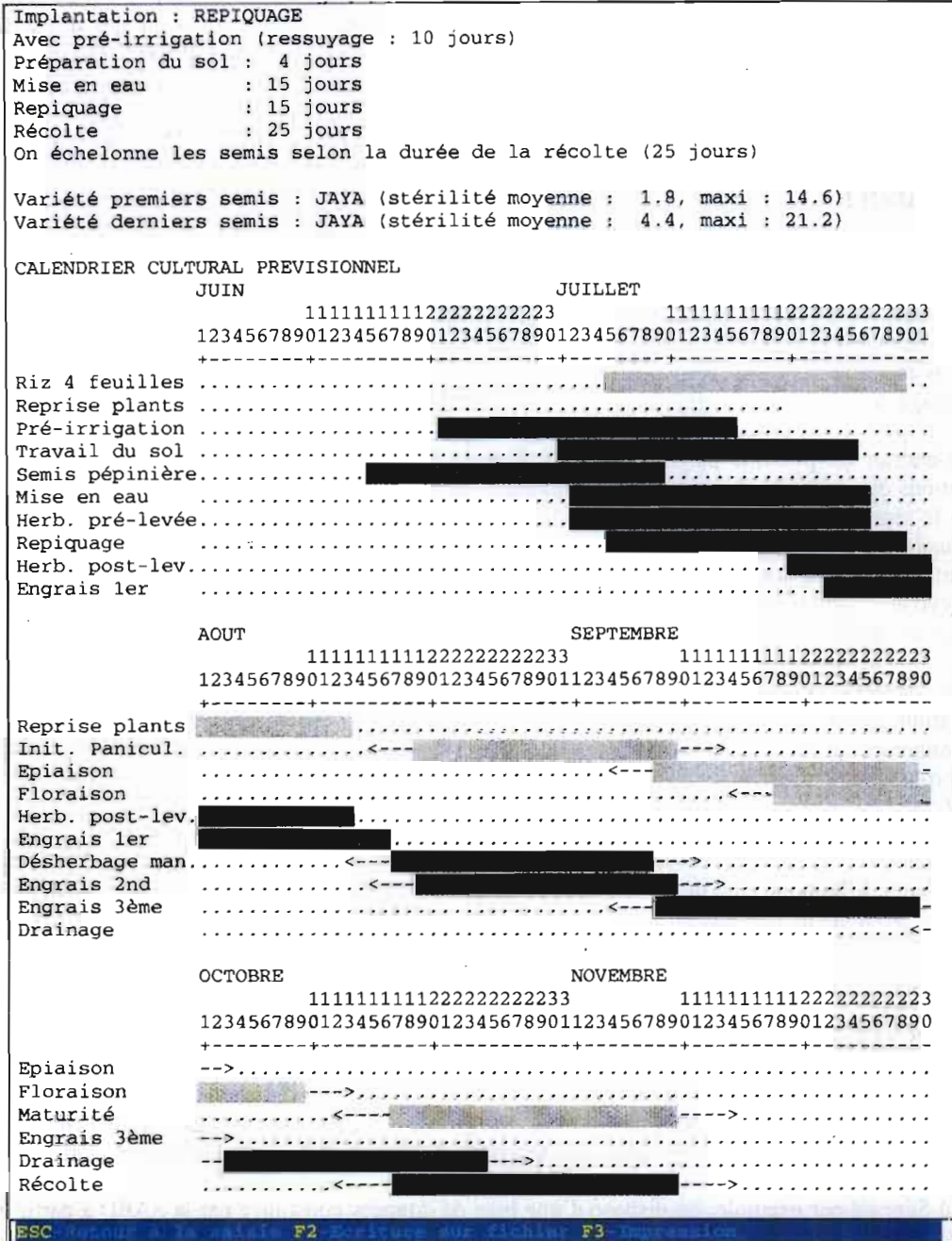


Figure 3. Exemple de calendrier culturel prévisionnel

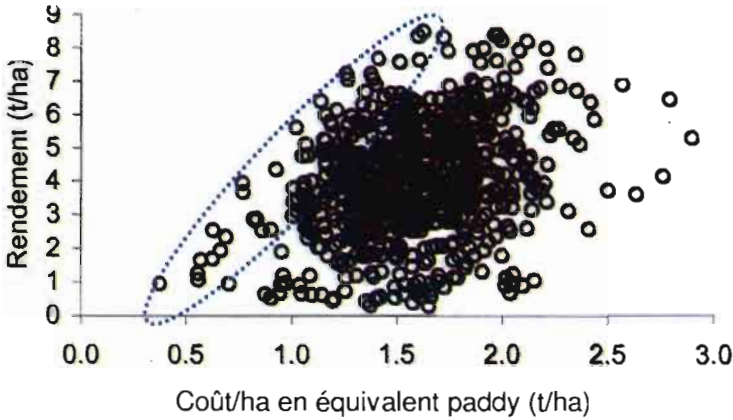


Figure 4. Rendements obtenus en hivernage 1994, 1995 et 1996 dans la délégation de Dagana selon le coût/ha hors frais de récolte et de main d'œuvre (Source : base de données SAED-DPDR). Les coûts sont exprimés en équivalent paddy

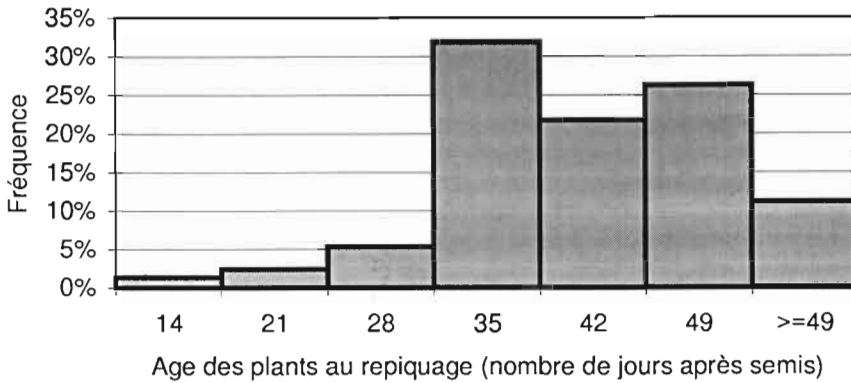
Dans les parcelles récoltées, ce coût varie de 17 FCFA à près de 700 FCFA par kilo de paddy produit ! Les producteurs qui valorisent au mieux les coûts de production se situent sur la courbe enveloppe de la relation rendement-coût. Ils représentent moins de 10% de l'échantillon et leur coût unitaire de production se situe entre 20 et 30 FCFA par kilo de paddy. On peut donc espérer faire chez 90% des producteurs de fortes économies sur les intrants agricoles à travers notamment un meilleur respect du calendrier cultural.

Au Mali, le PSI a effectué en hivernage 1998 une enquête sur toutes les parcelles d'un même arroseur (plus de 400 parcelles) du secteur de Niono à l'Office du Niger. Cette enquête montre qu'on peut encore améliorer les rendements sans augmenter les coûts. En effet, les semis des pépinières s'échelonnent du 19 avril au 18 juillet, et l'âge des plants au repiquage varie de 2 semaines à plus de deux mois. Des simulations du développement de la variété BG 90 2M, variété de cycle proche de celle généralement utilisée en hivernage (Kogouni), ont été faites en utilisant les températures de l'air relevées la même année. Ces simulations permettent de reconstruire le calendrier cultural idéal pour chaque date de semis. Les résultats de cette simulation montrent que l'âge optimal des plants au repiquage est 3 semaines quelle que soit la date de semis des pépinières.

L'histogramme suivant (figure 5) indique que plus de 90% des parcelles sont repiquées tardivement. Ce retard au repiquage induit un stress physiologique beaucoup plus fort avec une régression des premiers talles. On peut donc supposer que ce retard a un impact sur le rendement du riz.

En Mauritanie, le PSI a effectué en hivernage 1998 un suivi très précis de la totalité des parcelles d'un petit périmètre villageois (Diallo *et al*, 1999). Ce périmètre de 27,5 ha est composé de 119 parcelles appartenant à 31 producteurs. Du fait de l'état du réseau et des règles du tour d'eau, l'irrigation constitue une contrainte majeure dans 25% des parcelles. Par ailleurs, on a pu mesurer l'effet des retards d'apport d'urée sur le rendement (figure 6). On s'aperçoit qu'à quantité égale d'apport d'urée, les retards induisent une perte de 2 à 3 t/ha. Une opération conduite en 1999 par le

PSI a pour but d'améliorer la planification de la campagne d'hivernage. Nous pourrions alors mesurer l'effet de cette planification sur les performances individuelles et collectives.



Source : F. Ouvry, PSI-Mali

Figure 5. Histogramme de l'âge des plants au repiquage en hivernage 1998 dans le secteur de Niono

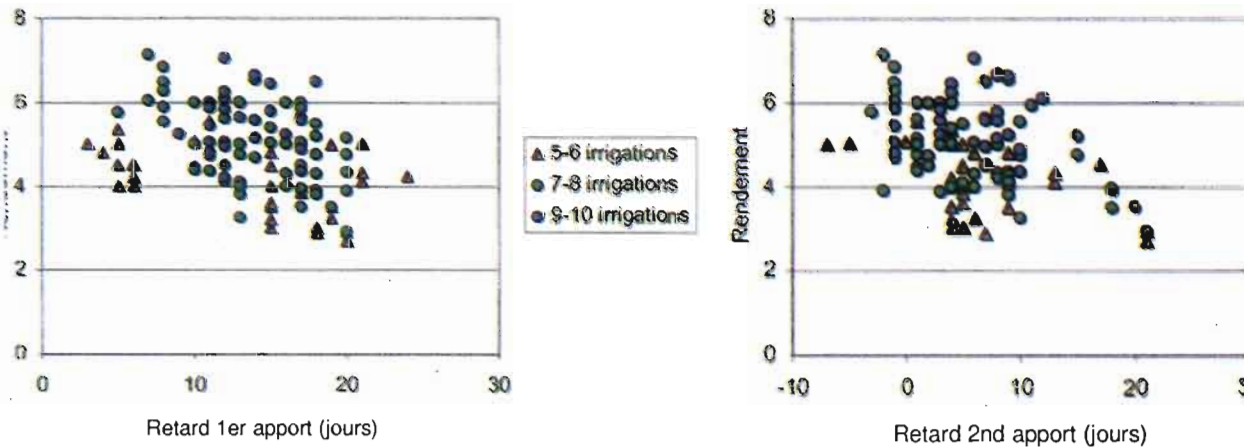


Figure 6. Effet du retard des apports d'engrais sur le rendement selon le nombre d'irrigations

Enfin, l'utilisation de cet outil nous permet d'espérer :

- la définition par les producteurs de règles d'organisation consensuelles et cohérentes pour la gestion de leur aménagement ;
- l'établissement précoce de contrats précis avec les acteurs externes que sont les fournisseurs de produits phyto-sanitaires et de services, ainsi que les riziers acheteurs de leur production ;

- l'augmentation de l'intensité culturale par le calage respectif des différents cycles en tenant compte des concurrences entre travaux.

PREMIERS RESULTATS OBTENUS

La démarche de construction d'un calendrier prévisionnel a été testée au Sénégal depuis l'hivernage 97 dans quelques aménagements. La réalisation du logiciel CalCul et sa diffusion auprès des opérateurs du développement au Sénégal et au Mali ont permis d'élargir ce test en 1999. Les résultats présentés sont donc actuellement encore assez restreints.

Le premier test a été effectué dans un périmètre irrigué villageois de la moyenne vallée du Sénégal. Les 50 ha, subdivisés en 4 secteurs, sont cultivés par 50 paysans issus du même village. La gestion du périmètre est assurée par un GIE, 4 chefs de secteurs, 1 pompiste et 1 technicien villageois. Les 4 secteurs fonctionnent en parallèle et sont soumis aux mêmes règles d'organisation. L'implantation du riz s'effectue par repiquage en entraide (1 groupe par secteur). C'est le chantier le plus long : il dure au minimum 3 semaines, et en pratique, plus d'un mois. Néanmoins, les producteurs sèment tous leur pépinière en même temps, en 2 ou 3 jours. Le repiquage des premières parcelles peut donc être fait à temps, mais les suivantes sont repiquées avec retard.

La construction du calendrier cultural pour l'hivernage 1997 a été faite à l'échelle du périmètre. Elle a conduit à redéfinir les règles d'organisation du repiquage et l'étalement des semis des pépinières sur la durée du repiquage. Cette redéfinition des règles, faite en assemblée générale, correspond à un consensus de la totalité des producteurs. Malgré des retards par rapport aux prévisions, les producteurs ont pu économiser 2 fûts de gas-oil pour le pompage, soit 15% de la consommation. Cette économie les a conduit à construire eux-mêmes un calendrier pour la saison chaude et l'hivernage 1998. Selon les responsables du périmètres, le rendement moyen a été augmenté d'environ 1 t/ha en hivernage 1998.

Nous avons testé la même démarche en 1998 dans 2 grands aménagements, l'un situé dans le delta, l'autre situé en moyenne vallée. Dans les 2 cas nous n'avons pas pu construire de prévision.

Dans le premier cas, c'est l'organisation de la récolte qui constitue la contrainte majeure. En effet, la durée de l'irrigation sur l'ensemble de l'aménagement (1000 ha) est inférieure à 4 mois, mais celle de la récolte (battage non compris) est supérieure à 3 mois. La qualité du paddy s'en ressent fortement et il est impossible d'envisager d'augmenter l'intensité culturale. Il s'agit avant tout d'organiser le chantier de récolte en définissant le plus tôt possible des contrats avec les prestataires de moissonneuse-batteuse.

Dans le second cas, c'est la gestion de l'eau et l'entretien du réseau qui constituent la contrainte principale. La consommation en eau est très supérieure aux besoins et l'horizon de prévision des producteurs est inférieur à la semaine (Barreteau, 1994). Dans ce cas, la priorité doit être donnée à l'amélioration de la gestion de l'irrigation et de l'entretien du réseau par la définition de règles cohérentes et consensuelles pour les diverses structures de décision : union des GIE (aménagement), GIE ou Section d'Utilisation du Matériel Agricole (plusieurs mailles hydraulique) et Groupement de Producteur (maille hydraulique).

La mise en œuvre d'une planification à l'échelle d'un grand aménagement, gérée par plusieurs structures de décision emboîtées est plus difficile. Elle nécessite un travail aux différentes échelles, en

commençant par le niveau opérant que constitue le Groupement de Producteurs exploitant des parcelles dans la même maille hydraulique, et en terminant par l'Union des GIE qui gère la station de pompage et l'aménagement.

Dans le petit périmètre villageois de Nakhlet en Mauritanie, nous avons proposé une réhabilitation du réseau, une modification des règles du tour d'eau ainsi qu'une planification du calendrier cultural pour l'hivernage 1999. Un suivi, du même type que celui effectué en 1998, doit être effectué dans toutes les parcelles. Nous pourrions ainsi mesurer les effets de ces propositions ainsi que la qualité de leur mise en œuvre par les producteurs (Diallo *et al*, 1999).

CONCLUSION

Les techniques culturales actuelles (travail du sol, variétés, contrôle des adventices, fertilisation) permettent d'excellents rendements. Au Sénégal par exemple, certains producteurs atteignent le potentiel (9 à 10 t/ha) sans surcoût ; en Mauritanie et au Mali également. L'amélioration des performances des systèmes irrigués est donc moins une question technique qu'un problème organisationnel. Ostrom (1992) a porté le même diagnostic sur les systèmes irrigués auto-gérés asiatiques.

Le logiciel CalCul n'aborde pas directement le mode d'organisation des producteurs. En déchargeant le conseiller du calcul d'un calendrier prévisionnel, il permet à ce dernier de focaliser son travail avec les producteurs sur leur mode d'organisation. C'est de cette manière que l'URDOC (Unité de Recherche-Développement et Observatoire du Changement) à l'Office du Niger et la SAED au Sénégal envisagent d'utiliser cet outil.

Ce logiciel fait partie d'un ensemble d'outils et méthodes proposés par la composante « gestion technique, organisation sociale et foncière de l'irrigation » du Pôle régional CORAF de recherche sur les systèmes irrigués sahélien. L'objectif de ces outils est d'améliorer la gestion des aménagements à travers une « professionnalisation » des producteurs (Legoupil *et al*, 1999).

BIBLIOGRAPHIE

- Barreteau O., 1994.** Des pratiques de gestion à la consommation d'eau d'un périmètre irrigué. Le cas du périmètre de Nianga. DEA national d'hydrologie, ENGREF, Paris. 47 p. + annexes.
- Bonnefond P. et J. Caneill, 1981.** Systèmes de culture irriguée et unités de production paysannes sur la rive gauche du fleuve Sénégal. Etudes Scientifiques, décembre 1981, pp.15-36.
- Boutillier J.L., P. Cantrelle, J. Causse, C. Laurent et T. N'Doye, 1962.** La moyenne vallée du Sénégal (étude socio-économique). Paris, PUF, 368 p.
- Diallo Y., Legoupil J.C., Wade M., Ngaidé H., Poussin J.C. et B. Lidon, 1999.** Amélioration des performances des petits périmètres irrigués villageois, par la mise en place d'un système d'information et de suivi des pratiques. Communication présentée au séminaire de synthèse des résultats du PSI/CORAF, Dakar du 30 novembre au 3 décembre 1999, 23 p., sous presse.
- Dingkuhn M., De Datta S.K., Pamplona R., Javellana C. et H.F. Schnier, 1992.** Effect of late-season N fertilization on photosynthesis and yield of transplanted and direct seeded tropical flooded rice. II. A canopy stratification study. *Field Crops Res.*, **28**:235-249.

- Dingkuhn M., Le Gal P.Y. et J.C. Poussin, 1995.** RIDEV, un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et des calendriers. *In* : Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal. P. Boivin, I. Dia, A. Lericollais, J.C. Poussin, C. Santoir and S.M. Seck (Editeurs). Actes de l'atelier ORSTOM-ISRA à Saint-Louis (Sénégal), du 19 au 21 octobre 1993, ORSTOM, collection « Colloques et Séminaires », Paris, ISBN 2 7099 1272 4, pp. 205-222.
- Donovan C., Wopereis M.C.S, Guindo D. et B. Nebié, 1999.** Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of Wets Africa. II. Profitability and risk analysis. *Field Crops Res.*, **61**:147-162.
- Harvard M., 1990.** Etude et évaluation des systèmes mécanisés. L'exemple du delta du fleuve Sénégal. *Cahiers de la Recherche Développement*, n° 28, pp. 17-32.
- Jammet A., 1953.** Etude du milieu et de l'agriculture traditionnelle des populations de la vallée. Saint-Louis, Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal, Bulletin n°28, 29 p.
- Jamin J.Y. et J. Caneill, 1983.** Diagnostic sur les systèmes de culture pratiqués dans le cadre de la SAED sur la rive gauche du fleuve Sénégal. T.3 : Les systèmes de culture irriguée. Saint-Louis, ISRA-CIRAD-INA-PG, 210 p.
- Le Gal P.Y., 1989.** Double culture et riziculture de saison sèche chaude. Saint-Louis, ISRA, 17 p.
- Le Gal P.Y., 1995.** Gestion collective des systèmes de culture en situation d'incertitude : cas de l'organisation du travail en double culture dans le delta du fleuve Sénégal. Thèse de doctorat. Paris, INA-PG, CIRAD. 213 p.
- Legoupil J.C., Lidon B., Wade M., Poussin J.C., Tangara B. et I.M. Maïga, 1999.** Le PSI : une recherche en accompagnement à la professionnalisation de la gestion paysanne des aménagements hydro-agricoles. Communication présentée au séminaire de synthèse des résultats du PSI/CORAF, Dakar du 30 novembre au 3 décembre 1999, 23 p., sous presse.
- Ndiaye M., 1984.** Itinéraires techniques relatifs à la culture de maïs dans le périmètre de Djandioly-Garly. Saint-Louis/Richard-Toll, ISRA, 102 p.
- Ostrom E., 1992.** Crafting institutions for self-governing irrigation systems. ICS Press, San Francisco, California. ISBN 1-55815-168-0, 111 p.
- Poussin J.C., 1995.** Gestion technique de la riziculture irriguée. *In* : Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal. P. Boivin, I. Dia, A. Lericollais, J.C. Poussin, C. Santoir and S.M. Seck (Editeurs). Actes de l'atelier ORSTOM-ISRA à Saint-Louis (Sénégal), du 19 au 21 octobre 1993, ORSTOM, collection « Colloques et Séminaires », Paris, ISBN 2 7099 1272 4, pp. 153-170.
- Poussin J.C., 1998.** Diagnostic sur les systèmes de riziculture irriguée dans la moyenne vallée aval du fleuve Sénégal. *In* : La conduite du champ cultivé. Points de vue d'agronomes. ORSTOM, collection « Colloques et Séminaires », Paris. pp. 133-161.
- SAED, 1996.** La riziculture dans la vallée du Sénégal. Les marges de progrès. République du Sénégal, Ministère de l'Agriculture, SAED – Direction de la Planification et du Développement Rural, Août 1996. 21 p. + annexes.
- Wopereis M.C.S., Donovan C., Nebié B., Guindo D. et M.K. Ndiaye, 1999.** Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of Wets Africa. I. Agronomic analysis. *Field Crop Res.*, **61** : 125-145.



Pour un Développement Durable de l'Agriculture Irriguée dans la Zone Soudano-Sahélienne



Synthèse des Résultats du Pôle Régional de Recherche sur
les Systèmes Irrigués (PSI/CORAF)

JC.Legoupil, C.Dancette, P.Godon, IM.Maïga et KM.Ndiaye



Pour un Développement Durable de l'Agriculture Irriguée dans la Zone Soudano-Sahélienne

Synthèse des Résultats du Pôle Régional de Recherche
sur les Systèmes Irrigués (PSI/CORAF)

Editeurs

JC.Legoupil

C.Dancette, P.Godon, IM.Maïga et KM.Ndiaye

avec la collaboration de N. Dupuy pour l'édition scientifique

© PSI/WECARD-CORAF
Tous droits de traduction et de reproduction réservés
Crédit photographique : PSI/WECARD-CORAF
Edition WECARD-CORAF, juin 2000
ISSN 0851-0296