PROCESSUS DE DECISION ET INNOVATION : L'EXEMPLE DE LA DOUBLE RIZICULTURE IRRIGUEE DANS LE DELTA DU FLEUVE SENEGAL,P.Y. LE GAL
Agronome
CIRAD-SAR

RESUME

La double riziculture irriguée est une innovation récente dans le Delta du fleuve Sénégal. Sa place dans les stratégies paysannes est complexe, car elle ne relève ni d'une obligation, ni d'un choix délibéré. Les retards observés dans la réalisation des travaux ne découlent pas tant de problèmes techniques, que des modes d'organisation collective et des comportements individuels des agriculteurs. Une démarche d'aide à la décision a été mise au point pour améliorer leur maîtrise de ces situations complexes. Elle associe modélisation et simulations dans le cadre d'une approche pluri-disciplinaire.

DECISION-MAKING PROCESS AND INNOVATION : THE CASE OF DOUBLE CROPPING OF IRRIGATED RICE IN THE SENEGAL RIVER DELTAP.Y. LE GAL
Agronomist
CIRAD-SAR

ABSTRACT

Double cropping of irrigated rice is a recent innovation in the Senegal river Delta. Its place in farmers' strategies is complex, as it is neither an obligation nor a free choice. Delays observed in work schedules are not so much linked to technical problems as to ways of collective organization and farmers' individual behaviour. A decision support system has been conceived to improve their control of these complex situations. It uses modelization and simulations in a multidisciplinary approach.

Dès lors que les conditions climatiques et hydrauliques le permettent, la double culture annuelle représente une innovation majeure contribuant à l'intensification des systèmes de production irrigués. Déjà largement répandue en Asie sous des formes techniques et organisationnelles diverses, elle se rencontre également sur les grands aménagements hydro-agricoles en Afrique de l'Ouest¹ principalement sous la forme d'une succession riz-riz.

La double culture pose de nombreuses questions en matière de gestion de l'eau, de l'enherbement ou des sols. Mais les paysans se trouvent d'abord confrontés à des problèmes relevant de la gestion des calendriers de travail : ils doivent caler deux cycles culturels, dans un temps et sur un espace déterminés, avec une main-d'œuvre et un matériel définis. Ils sont alors placés devant un problème plus général d'organisation du travail, ensemble des choix effectués dans la nature et l'enchaînement des opérations culturales (PAPY & al., 1990a).

Les réussites sont variables et tiennent à la conjonction de plusieurs facteurs : taille des attributions foncières par rapport à la main-d'œuvre disponible, autonomie des paysans par rapport à la gestion de l'eau et du matériel, fonctionnement d'une structure centralisatrice assurant la coordination des activités. Les expériences de la SEMRY au Cameroun (ROUPSARD, 1984), de l'ONAHA au Niger (HECO & DUC GAUQUIER, 1990), et du projet Retail au Mali (JAMIN & al., 1990) montrent qu'avec de faibles superficies par actif, de l'ordre de 0,25 à 0,50 ha, des techniques de préparation du sol et de récolte manuelles ou faisant appel à du petit matériel (traction animale, petites batteuses), une structure assurant efficacement l'encadrement de la production (crédit et commercialisation notamment), la double culture est réalisable dans les conditions paysannes sahéliennes. Néanmoins des dysfonctionnements apparaissent, dus à des déséquilibres structurels des filières rizicoles comme au Cameroun (ENGOI A OYEP, 1991), ou des baisses de rendement liées à des retards dans le déroulement des travaux comme au projet Retail.

Dans la Vallée du fleuve Sénégal le développement de la double culture est un objectif affiché de longue date par les pouvoirs publics. Les expériences menées de 1975 à 1986 ont montré que sa réussite dépendait du calage des calendriers culturels, mais aussi de la concurrence avec d'autres activités rémunératrices (JAMIN, 1986). Depuis 1987, la régularisation du cours du fleuve par deux barrages, Manantali au Mali et Diama trente kilomètres en amont de Saint-Louis, permet un essor théorique de cette innovation.

Par les bouleversements importants qu'elle entraîne dans le fonctionnement collectif d'un périmètre irrigué, la double culture est un support privilégié pour analyser les processus de décision des agriculteurs placés dans une dynamique de changement, et élaborer une démarche d'aide à la décision les accompagnant dans ce processus d'apprentissage. Ce travail a été mené depuis 1991, sur deux grands aménagements nouvellement réhabilités du Delta du fleuve Sénégal : Thiagar et Boundoum. Nous limiterons notre présentation au cas de Thiagar, qui couvre 900 ha en complète maîtrise de l'eau, répartis entre 6 villages. Deux d'entre-eux, Thiagar et Ndiethene, ont fait l'objet d'une attention particulière. Ils comptent respectivement 280 et 267 ha aménagés, cultivés pour partie en double culture depuis trois années consécutives. Nous insisterons particulièrement dans cet article sur les comportements des agriculteurs face à la mise en œuvre de ce nouveau système de culture, et présenterons en conclusion les principes sur lesquels se base la démarche d'aide à la décision expérimentée avec eux.

1. Position du problème

Dans le Delta la double riziculture comprend une campagne de contre-saison chaude semée en février-mars pour être récoltée en juin-juillet, suivie d'une campagne d'hivernage semée le plus tôt possible après libération des parcelles et récoltée normalement en décembre. Le goulot d'étranglement se situe donc en juillet-août, avec la réalisation de l'enchaînement récolte-préparation du sol-mise en eau-semis sur un ensemble de parcelles réparties entre différents villages et différentes mailles hydrauliques. Les récoltes sont réalisées principalement avec des moissonneuses-batteuses de taille

¹ la notion de taille d'aménagement, et l'intensité des problèmes rencontrés, doivent être relativisées selon les régions. Ainsi la double riziculture couvre 75 à 90% des 96.000 ha du périmètre de Muda en Malaisie (JEGATHESAN, 1986), alors qu'en Afrique de l'Ouest elle dépasse rarement 3.000 à 4.000 ha dans une même zone, souvent sur plusieurs aménagements.

moyenne (barres de coupe de 4,20m), le travail du sol avec des tracteurs de 100cv, attelés de pulvérisateurs réalisant un simple déchaumage. Ces opérations sont généralement effectuées par des prestataires de service pour le compte des organisations paysannes. Les décisions prises pour réaliser ce calendrier de travail s'intègrent dans un cadre présentant plusieurs spécificités.

- un outil de production exogène et récent :

L'introduction de l'irrigation dans le Delta est récente : 1957 pour les premiers aménagements en milieu paysan, 1973 pour les périmètres avec complète maîtrise de l'eau. Ces derniers supposent une intensification des systèmes de production : leur conception véhicule une logique de gestion et d'organisation fortement marquée par la culture occidentale, et implique que les paysans s'adonnent essentiellement voire uniquement à cette activité.

Jusqu'en 1987 le développement du secteur irrigué s'est fait sous contrôle étroit de l'Etat, la participation des paysans se limitant à la gestion de leurs parcelles. Depuis cette date le désengagement de l'Etat de certaines fonctions (notamment crédit, approvisionnement en intrants, et prestations mécanisées) entraîne une responsabilisation accrue des producteurs dans la gestion stratégique et tactique des aménagements (LE GAL & DIA, 1991). Outre le bon fonctionnement des différents maillons de la filière rizicole, la réussite de leurs activités économiques dépend alors de leurs objectifs, et de leurs capacités de négociations internes et vis à vis de leurs partenaires extérieurs : banque, agro-fournisseurs, prestataires de service et riziers.

Face à cette évolution ils ne disposent que d'une expérience limitée, acquise d'abord sur les périmètres irrigués villageois, puis récemment avec le développement de l'irrigation privée (LE GAL, 1992a) Mais ces aménagements sommaires de taille généralement réduite (autour de 30 ha) sont peu propices à l'intensification, donc à la double culture. Leurs contraintes techniques et leurs modes d'organisation ne sont guère transposables sur les grands périmètres.

- une organisation collective de la production :

Sur un aménagement donné, les centres de décision sont multiples : paysan sur sa parcelle, groupement de producteurs gérant une maille hydraulique, Union des groupements supervisant la gestion de l'eau sur tout l'aménagement, villages, et prestataires de services agricoles. Ces différents acteurs doivent coordonner leurs actions pour gérer collectivement certains facteurs de production : l'eau bien sûr, mais également le matériel.

A la différence des organisations industrielles et administratives, ces intervenants multiples, s'ils sont dépendants sur l'aménagement, demeurent autonomes au dehors et peuvent développer des stratégies socio-économiques très différentes en fonction de leurs activités. Cette situation originale représente une source potentielle de conflits.

-- Un isolement décisionnel global :

La formation initiale et continue des agriculteurs est généralement réduite, notamment celle des responsables face aux tâches qui leur sont confiées dans la gestion des fonds, du matériel ou des hommes. De plus la libéralisation de la filière ne s'est pas accompagnée d'une redéfinition opérationnelle des fonctions de conseil et de recherche-développement. Les agriculteurs disposent alors difficilement des informations et appuis nécessaires pour améliorer la maîtrise d'un système de culture complexe. Réciproquement ils sont peu habitués à les rechercher, et leurs réseaux d'information demeurent limités à leur entourage.

2. Obligation, suggestion ou choix délibéré?

L'aménagement de Thiagar a été créé en 1978 et réhabilité en 1988-1989 pour un coût d'environ 1.500.000 Fcfa/ha. Il a ensuite été transféré aux agriculteurs, qui doivent en assurer la gestion et la pérennité. En contrepartie de cet investissement public non remboursable, les producteurs se sont moralement engagés à intensifier leur système de production, en pratiquant notamment la double culture.

S'étant globalement désengagé de la gestion de cet aménagement, l'Etat ne peut théoriquement contraindre les paysans à accepter cette modification importante de leurs pratiques. Nous sommes donc bien dans le cas d'une innovation **suggérée**, que les paysans ont la **possibilité** de refuser à tout moment. Néanmoins ce refus doit être fortement motivé pour être accepté par l'Etat et les bailleurs de fonds étrangers, à l'origine du financement. Ceux-ci conservent en effet des moyens de pression non négligeables : mobilisation des fonds prévus pour des travaux complémentaires, voire financement d'actions nouvelles. En acceptant la **réhabilitation** puis le transfert de gestion de l'aménagement, les agriculteurs doivent également assumer la logique intensive décidée par l'Etat. Leur adhésion à cette formule **procède-t-elle** pour autant d'un choix **délibéré**?

Une analyse des **stratégies adoptées** ces dernières **années** à Thiagar et plus **généralement** dans le Delta, montre qu'il n'en est rien. Profitant de la **libéralisation** du **crédit** agricole et de l'attribution des terres non cultivées par des **collectivités** locales, les producteurs ont cherché à **accroître** leurs superficies aménagées environ 15.000 ha se sont ainsi **créés** de 1989 à 1991, essentiellement sous la forme d'aménagements sommaires sans planage ni réseau de drainage (LE GAL, 1992b). Ces stratégies extensives, quoique globalement onéreuses avec des coûts en riziculture de l'ordre de 250.000 Fcfa/ha, répondent à un double souci : occuper l'espace face aux vellétés d'installations d'opérateurs économiques extérieurs au Delta d'une part, répartir les risques, les ressources et les revenus sur plusieurs aménagements gérés indépendamment de l'autre. Cette **stratégie** globale ne touche pas uniformément tous les agriculteurs, mais par le jeu des redistributions de terres au sein des villages et des familles élargies, la plupart d'entre eux y participe.

L'étalement global des semis constitue l'une des conséquences de cette évolution. Il apparaît sur ces aménagements une campagne dite "d'inter-saison" (semis d'avril-mai), et des semis tardifs en septembre-octobre alors que les risques de stérilité dus au froid augmentent considérablement (DINGKUI IN & MIEZAN, 1992). Dans ces conditions la double culture est impossible, les paysans lui préférant généralement la formule qu'ils dénomment "deux cultures-deux terrains", où la surface disponible est partagée entre deux campagnes décalées dans l'année. Cette option n'augmente pas le taux d'intensité culturale mais permet de répartir les risques et les éventuelles recettes sur une période plus longue, tout en limitant les contraintes de calendrier.

La place de la double culture dans les stratégies paysannes est donc complexe. Sa réalisation ne relève pas d'un processus coercitif, mais les agriculteurs n'en font pas un réel objectif. Elle s'intègre au jeu de leurs relations avec l'Etat et les bailleurs de fonds, où intérêts communs et logiques divergentes coexistent. Ces antagonismes sont particulièrement ressentis par les responsables paysans, au contact direct des structures étatiques : sensibles aux engagements pris, ils doivent convaincre leurs confrères du bien-fondé des choix effectués. Or ceux-ci tendent à développer des stratégies individuelles où la double culture tient une place mineure. Un tel contexte n'est pas sans peser sur sa réalisation effective.

3. Des résultats trompeurs

De prime abord la double culture a connu ces trois dernières années un essor significatif sur l'aménagement de Thiagar, particulièrement pour les deux villages étudiés (tableau 1). Cependant deux villages ne l'ont jamais pratiquée (Ndiangué et Ndiaw), alors que deux autres l'ont abandonnée en 1993 après une première expérience (Khor et Thienel-Doki). Il s'agit dans le premier cas de villages éloignés de l'aménagement (16 km), dans le second de choix stratégiques liés à des superficies disponibles hors aménagement importantes (Khor) ou à une spécialisation dans l'élevage (Peuls de Thienel-Doki).

A Thiagar et Ndiethene les taux d'intensité culturale atteints en 1992 et 1993² sont conformes aux objectifs de l'Etat, tels que présentés dans le schéma directeur de la Vallée (Ministère du Plan et de la Coopération, 1991). Mais ces résultats satisfaisants masquent les difficultés que les paysans ont rencontrées pour atteindre leur objectif prioritaire, à savoir : cultiver en seconde campagne une variété de cycle moyen, la Jaya, dont le rendement et la qualité du grain sont mieux appréciés que l'Aïwu, variété de cycle court semée en contre-saison chaude.

² en supposant dans ce dernier cas que l'ensemble des superficies semées en contre-saison sera effectivement ressemé en hivernage.

Pour lever les risques de **stérilité** liés aux **températures** froides à l'initiation **paniculaire**, les paysans considèrent que la Jaya ne doit pas être **semée** au **dela** du 15 août dans les conditions climatiques du Delta³. Or cet objectif initial n'a été pleinement atteint qu'à Ndiethene en 1991 sur une superficie de 88 ha. La situation s'est fortement dégradée dans les deux villages avec l'accroissement des superficies en 1992 (tableau 2). Dans ces conditions les paysans ont **ressemé** Aïwu, moins sensible au froid, ou pris le risque d'un semis tardif de Jaya, avec des conséquences sur la productivité : en double culture les rendements moyens du riz d'hivernage ont diminué de 18 à 35% par rapport à ceux obtenus en simple culture (tableau 3).

Le déroulement des chantiers mécanisés a pourtant bénéficié de la faiblesse des pluies durant les deux années considérées : en 1991 aucune **précipitation** n'a été enregistrée jusqu'au 31 juillet, en 1992 une seule jusqu'au 19 août. L'origine des retards observés doit alors être recherchée dans les modes collectifs d'organisation du travail et les comportements individuels des acteurs.

4. Problèmes techniques, processus cognitifs et **fonctionnement** social

En première approche, les problèmes rencontrés par les agriculteurs sont essentiellement d'ordre technique. Si l'on s'en tient à l'organisation des chantiers de récolte, noyau central de la succession riz-riz, les retards observés ont pour origine :

- un démarrage tardif des récoltes, calé sur la maturité des dernières parcelles semées ;
- un manque de moissonneuses-batteuses disponibles ;
- de faibles performances moyennes des matériels : de 3,3 à 4,2 ha par jour travaillé, avec environ 20 à 30% des jours disponibles chômés ;
- un démarrage des préparations du sol une fois toutes les parcelles du village récoltées

Un expert extérieur se limitant à ces aspects techniques, trouvera sans difficulté des solutions simples, voire évidentes, à ces différents problèmes. On conseillera ainsi aux paysans de

- commencer les récoltes dès la maturité physiologique des premières parcelles semées, et drainer leurs parcelles suffisamment tôt pour qu'elles soient portantes à maturité ;
- augmenter le nombre de moissonneuses-batteuses en multipliant les contacts avec les prestataires présents dans la région ;
- améliorer la gestion des matériels (entretien, stock de pièces détachées, choix des parcelles) ;
- démarrer les préparations du sol au fur et à mesure que les parcelles sont libérées.

En s'arrêtant à ce stade, l'expert pourra voir ses propositions rejetées en bloc ou en partie, car il n'aura pas intégré les relations entre d'une part les actions observées, de l'autre les processus cognitifs et sociaux des acteurs déterminant leurs décisions "virtuelles" (COURBON, 1982). Une prise en compte de ces relations est aujourd'hui nécessaire pour améliorer la fonction de conseil dans une dynamique de changement d'un système complexe (ATTONATY & SOLER, 1991). Dans la situation présentée ici, plusieurs points saillants sont ainsi apparus.

- les **représentations** mentales **individuelles**

Face à un problème à résoudre, les agriculteurs mobilisent leurs représentations mentales des mécanismes qui le caractérisent. Certaines peuvent **s'avérer erronées** par rapport aux **connaissances scientifiques** existantes. Ce phénomène, observé en France (PAPY & al., 1990b), est fréquent dans le Delta compte-tenu de la formation limitée des producteurs. Ainsi drainent-ils tardivement leurs parcelles (en moyenne 20 jours après floraison), en espérant augmenter leurs rendements avec les dernières panicules produites. Une expérimentation conduite en 1992 montre au contraire qu'il est possible de vidanger les parcelles dix jours après floraison sans baisse de la productivité (DINGKUHIN & LEGAL, travaux en cours). Avec l'option prise par les agriculteurs, les sols sont trop humides à maturité du grain pour permettre le passage d'une moissonneuse-batteuse sans compactage, voire **embourbement**. Ce choix individuel contribue à retarder le démarrage des récoltes sur l'aménagement, ou l'avancée des chantiers

³ L'utilisation d'un modèle de développement du riz mis au point par l'ADRAO (DINGKUHIN, travaux en cours) nous a permis de confirmer ce seuil.

lorsqu'il concerne une ou plusieurs parcelles d'une même maille hydraulique.

Certains comportements ont des origines et des conséquences plus **générales**. Il en est ainsi **des difficiles qu'ont les simples attributaires et responsables à anticiper leurs actions**, malgré l'importance que tous tendent à accorder à la notion de programmation. Ainsi les choix concernant la date de démarrage des récoltes sur l'aménagement ou le nombre souhaitable de moissonneuses-batteuses, se font tardivement par rapport à la maturité du riz. Ils sont l'objet d'ajustements successifs selon les événements passés et la situation présente : par exemple les responsables des groupements et les prestataires recherchent des machines supplémentaires après une à deux semaines de **récolte** s'ils constatent que la vitesse d'avancement du chantier est trop lente avec le **matériel** présent. Cette attitude a une influence prépondérante sur la gestion des calendriers de travaux car elle limite la **possibilité de construire des programmes prévisionnels** et d'en évaluer les **conséquences** par rapport aux objectifs de surface et de calendrier affichés.

A première vue, elle tire ses origines des difficultés qu'ont les acteurs, placés dans une situation nouvelle, à saisir dans leur ensemble la **complexité** des relations liées aux **décisions à prendre**, et à maîtriser les différents éléments de leur système. Il s'agit en effet de tenir compte de facteurs physiques (types et hétérogénéités des sols, climat), hydrauliques (structure et fonctionnement des aménagements), techniques (déroulement et enchaînement des opérations, fonctionnement des matériels), organisationnels (relations entre intervenants multiples), et socio-économiques (crédit, commercialisation, fournisseurs). De même la fréquence des pannes de moissonneuses-batteuses ou de tracteurs est inhérente à leur mode de gestion combinant la fréquence et la qualité des entretiens, la nature du stock de pièces détachées, le planning des commandes auprès des fournisseurs, les réserves de trésorerie.

Mais on peut également s'interroger sur le poids de valeurs plus culturelles, dont certains auteurs ont montré l'influence : les pratiques de gestion (d'IRIBARNE, 1989). La capacité d'anticipation part en effet de la perception qu'ont les individus du déroulement du temps ; les valeurs religieuses conditionnent sans doute également la conscience de pouvoir ou non maîtriser le futur. Ces différents éléments mériteraient d'être approfondis sous des angles plus anthropologique et psychologique.

le fonctionnement des organisations sociales

La gestion commune de l'eau et de certains matériels supposent de la part des acteurs, **une capacité à travailler ensemble**. Celle-ci s'exprime à travers un corps de règles définissant les comportements collectifs à adopter pour atteindre un certain objectif. Les responsables des groupements de producteurs ont notamment en charge **la coordination des différents acteurs et opérations** pendant les pointes de travail. Concernant les récoltes ils doivent s'assurer que les prestataires contactés tiennent bien leurs engagements en matière de matériel promis et de date de démarrage des travaux, mais que parallèlement les parcelles individuelles sont effectivement récoltables, à savoir mûres et portantes. Il leur faut également régler en cours de chantier les priorités entre groupements ou individus.

Cette coordination se fonde pour une bonne part sur des règles informelles, dont le fonctionnement laisse manifestement à désirer. Par exemple les "contrats" entre prestataires et organisations paysannes sont entièrement oraux. Ils ne constituent qu'un simple accord que chacun peut dénoncer en fonction des opportunités qui se présentent à lui, ou des aléas tels que pannes, pluies, etc. Dans la pratique les dates d'arrivée et le nombre de machines opérationnelles sont souvent très différentes des décisions planifiées. De même il est très difficile d'amener l'ensemble des agriculteurs d'un groupement à drainer leurs parcelles au même stade, voire à cultiver des variétés de cycle équivalent.

Les responsables ont peu de moyens de coercition et doivent négocier pour résoudre les problèmes rencontrés. Ces négociations sont d'autant plus délicates que les acteurs en place, bien que dépendants sur l'aménagement, conservent une large autonomie à travers leurs participations à d'autres aménagements ou leurs activités extra-agricoles. Ainsi la zone de Thiagar profite des emplois salariés offerts par la Compagnie Sucrière Sénégalaise toute proche. De même les prestataires peuvent à tout moment quitter l'aménagement pour satisfaire un client "socialement" prioritaire, retardant d'autant l'avancée des chantiers. Chacun peut ainsi développer des stratégies et prendre des décisions cohérentes avec son objectif propre, mais contradictoires avec l'objectif commun.

Face à ces différentes contraintes, les décisions prises par les responsables paraissent relever d'un objectif social plus que technico-économique, où la recherche d'une certaine harmonie serait privilégiée à travers une stratégie de nivellement des différences. Ce comportement, également observé dans les entreprises africaines (d'IRIBARNE, 1990 ; HENRY, 1991), permettrait d'expliquer par exemple que les récoltes de l'aménagement ne débutent que lorsque 80% des superficies sont à maturité. Ce choix occasionne un retard de 1.5 à 20 jours dans les calendriers de travaux mais permet d'aligner l'ensemble des agriculteurs sur une situation en partie similaire : le fait de semer précocement n'apporte alors pas d'avantage significatif. Il en irait de même du démarrage des préparations du sol après que les récoltes d'un même village soient achevées.

5. Aider les acteurs à maîtriser la double culture

Les problèmes rencontrés par les organisations paysannes dans la gestion de la double culture peuvent trouver pour une part des solutions techniques telles que de nouvelles variétés ou l'introduction de matériels alternatifs, qui assoupliront les contraintes de calendrier. Mais ces solutions devront s'intégrer aux modes d'organisation du travail existants, ou ceux-ci s'adapter aux nouvelles contraintes qui ne manqueront pas d'apparaître. Cet aspect trop souvent méconnu pose des problèmes complexes qui appellent une remise en cause de la fonction de conseil telle qu'elle est encore couramment pratiquée.

Plutôt que de vouloir intervenir directement sur les actions des décideurs par la fourniture de solutions supposées résoudre les problèmes posés⁴, l'expert extérieur doit les aider à, d'une part mieux formaliser la question soulevée à travers les représentations qu'ils s'en font, de l'autre construire par eux-mêmes les solutions qui leur paraissent les mieux adaptées à leur situation. Ce faisant il mobilise ses propres connaissances et représentations sur le problème posé, tout en précisant la réalité de la demande initiale. Le conseil s'effectue alors à travers un dialogue entre deux ou plusieurs acteurs échangeant leur expertise : il vise à stimuler la réflexion des agriculteurs à travers l'activation de leurs processus d'apprentissage (ATTONATY & SOLER, *op.cit.*).

Cette démarche utilise des logiciels facilitant la modélisation des connaissances, grâce aux possibilités offertes par les techniques de l'intelligence artificielle. Le logiciel OTELO a été spécifiquement développé par l'INRA-SAD et -ESR pour traiter les problèmes d'organisation du travail (ATTONATY & *al.*, 1990) ; sa conception s'est avérée suffisamment souple pour que nous puissions l'adapter à nos situations. Afin d'améliorer la prise en compte des mécanismes spécifiques liés aux cycles des variétés et à la portance des sols, nous avons couplé OTELO avec un modèle de développement du riz et un modèle de ressuyage des sols de rizière (DINGKUHN, LE GAL, POUSSIN & RAES, travaux en cours). Il est alors possible d'intégrer aux situations propres des agriculteurs certaines connaissances biophysiques disponibles, finalisées en fonction de la problématique posée.

Les objectifs, règles et indicateurs que les agriculteurs mobilisent dans leurs décisions, constituent leurs modèles d'action (SEBILLOTTE & SOLER, 1990). Il s'agit dans un premier temps de les extraire à partir d'entretiens et d'observations de terrain, puis de les traduire en langage informatique. On peut alors effectuer des simulations de ce modèle sur plusieurs scénarios climatiques, et évaluer les risques pris pour atteindre l'objectif considéré : dans notre cas par exemple, la superficie semée au delà du 15 août. Il est ensuite possible d'introduire des modifications au modèle initial, portant sur le nombre de matériels, les règles d'enchaînement des opérations, les surfaces emblavées, etc. L'intérêt des innovations, proposées par les agriculteurs eux-mêmes ou l'expert, est évalué et discuté tout en avançant dans leur compréhension des mécanismes en jeu, les agriculteurs peuvent ainsi revoir leurs objectifs, leurs règles d'organisation et leurs choix techniques.

Les responsables paysans avec lesquels la démarche a été expérimentée, en ont bien compris l'intérêt. De vives discussions se sont engagées sur la pertinence de tel ou tel choix, et l'origine sociale des problèmes n'a pas été esquivée bien que les résultats des simulations soient purement techniques

⁴ ce qui pose par ailleurs de nombreux problèmes conceptuels, les méthodes d'optimisation classiquement utilisées (programmation linéaire par exemple) s'avérant peu opérationnelles face à de telles situations. Elles posent de plus des problèmes théoriques fondamentaux quant au modèle décisionnel auquel elles se réfèrent : rationalité absolue ou limitée, recherche de solutions optimales ou adéquates (BOURGINE & LEMOIGNE, 1990).

(calendriers de travaux). Ceci étant la validation de la démarche dépend également des décisions qui seront prises. Bien qu'il soit trop tôt pour en juger, la place ambiguë tenue par la double culture, et plus généralement l'intensification, dans ces systèmes de production soulève de nouvelles interrogations : existe-t'il une réelle demande paysanne pour cette innovation? Comment rendre compatibles objectif d'harmonie sociale et objectif d'intensification? L'apport des sciences humaines est nécessaire à ce stade, en l'intégrant aux échanges déjà développés entre agronomes, agro-physiologistes et hydrauliciens sur ce thème.

Cette démarche, associant des disciplines différentes autour d'un objectif finalisé, peut s'appliquer à des thèmes divers : gestion de l'eau, conduite des cultures, gestion économique, etc.. Elle doit accroître la capacité des acteurs à maîtriser leurs choix dans un environnement difficile et un futur incertain. Mais nécessite, en situation de développement, des conseillers d'un niveau de formation suffisant, capables de dialoguer avec les agriculteurs, de modéliser leurs connaissances, tout en maîtrisant leur domaine d'intervention. Cette exigence peut représenter une limite à sa diffusion en zone tropicale, où les ressources humaines sont souvent limitées. Elle paraît cependant une condition nécessaire à la résolution des problèmes complexes que les systèmes de production et l'environnement socio-économique actuels posent aux agriculteurs.

BIBLIOGRAPHIE

ATTONATY J M., CHATELIN M.H., POUSSIN J.C., SOLER L.G., 1990. Un simulateur à base de connaissance pour raisonner équipement et organisation du travail en agriculture In "Economics and Artificial Intelligence". P. BOURGINE & B. WALLISER Eds, Paris, pp. 291-297.

ATTONATY J M., SOLER L.G., 1991. Des modèles d'aide à la décision pour de nouvelles relations de conseil en agriculture. In : "Nouvelles approches en gestion de l'exploitation agricole". Economie rurale n°206, pp. 37-45.

BOURGINE C., LE MOIGNE J.L., 1990. Les bonnes décisions sont-elles optimales ou adéquates? Communication au 12ème Congrès Européen de Recherche Opérationnelle, Athènes, Grèce, 25-29 juin

COURBON J C., 1982 Processus de décision et aide à la décision. Economie et Sociétés. Série Sciences de Gestion, 3, Tome XVI, 12, 1466-1476.

DINGKUHN M., MIEZAN K., 1992. Les contraintes de température en riziculture irriguée. Bilan des recherches en physiologie et en amélioration variétale dans l'environnement du Sahel. ADRAO. 89 p.

LINGO I A OYEP J., 1991. Du jumelage à la péréquation au Cameroun : assurer la survie des périmètres hydro-rizicoles à l'heure de l'ajustement structurel. Cahiers des Sciences Humaines. Vol. 27, No 1-2, pp. 53-64.

MECQ J , DUGAUQUIER F,., 1990. Périmètres irrigués villageois en Afrique sahélienne CTA, Pays-Bas.

MENRY A., 1991 Ver; un modèle de management africain. Cahiers d'Etudes Africaines. XXXI (4), 124, pp. 447-474.

MIRIBARNE Ph., 1989. La logique de l'honneur : gestion des entreprises et traditions nationales. Le Seuil. 267 p. + annexes.

MIRIBARNE Ph., 1990. Face à l'impossible décentralisation des entreprises africaines... Revue Française de Gestion, septembre 1990, pp. 28-39.

MAMIN J.Y., 1986. La double culture du riz dans la vallée du fleuve Sénégal mythe ou réalité? In : Cahiers de la Recherche-Développement n°12. pp. 44-55.

JAMIN J.Y., ZERBO A.D., BERETE O., SANOGO M.K., KEITA M., 1990. Conditions de l'intensification de la culture irriguée dans les grands périmètres sahéliens : l'expérience du projet Retail à l'Office du Niger. Cahiers de la Recherche-Développement n°27, pp. 47-60.

JEGATHEESAN S., 1986. Present situation of rice double cropping in the Muda irrigation area, Malaysia. In : Proceedings. International Symposium on Technology for Double Cropping of Rice in the Tropics. Tsukuba. September 30 - October 3, 1986. Tropical Agriculture Research Center. pp. 82-87.

LE GAI, P.Y., 1992a Le Delta du fleuve Sénégal : une région en pleine mutation. ISRA - CIRAD/SAR n°70/92. 16 p.

LE GAL P.Y. 1992b. Informal irrigation : a solution for sahelian countries? Some remarks from case studies in the Senegal river Delta. In : Advances in planning, design and management of irrigation systems as related to sustainable land use. CIE-ECOWARM, Vol.2, pp.779-788.

LE GAL P.Y., DIA I., 1991. Le désengagement de l'Etat et ses conséquences dans le Delta du Fleuve Sénégal. In "La vallée du fleuve Sénégal. Evaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements (1980-1990)" Eds : B. CROUSSE, P. MATHIEU, S.M. SECK. Karthala, Paris. pp.160-174

Ministère du Plan et de la Coopération, 1991. Plan Directeur de Développement Intégré pour la Rive Gauche de la Vallée du Fleuve Sénégal. Synthèse. République du Sénégal. 34 p. + annexes.

PAPY F., AUBRY C., MOUSSET J., 1990a. Eléments pour le choix des équipements et chantiers d'implantation des cultures en liaison avec l'organisation du travail. In BOIFFIN J., MARIN-LAFLECHE A. Eds La structure du sol et son évolution, Les Colloques de l'INRA n°53, pp. 157-185.

PAPY F., CERF M., COULOMB I., 1990b. la physique du sol vue par les agronomes. Communication au 108ème Congrès de l'AFAS. "L'Homme et le Sol". Orléans. 22/23/11/1990.

ROUPSARD M., 1984. La riziculture irriguée dans les plaines de l'extrême-nord du Cameroun la SEMRY. Revue de Géographie du Cameroun, pp.47-72.

SEBIL LOTTE M., SOLER L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. in Modélisation systémique et système agraire. Décision et organisation" J. BROSSIER, B. VISSAC, J.L. LEMOIGNE, Eds. INRA. pp. 93-101.

Tableau 1

Superficies mises en valeur en double culture par village
(périmètre de Thiagar)

	1991		1992		1993 (1)
	csc (ha)	docl (%)	csc (ha)	docl (%)	csc (ha)
Thiagar	81	28	120	42	175
Ndiethene	88	33	178	66	184
Khor	30	27	80	73	-
Thienel-Doki	-	-	57	51	-
Ndiangué	-	-	-	-	-
Ndiaw	-	-	-	-	-
Total	199	22	435	48	359

csc : superficie cultivée en contre-saison chaude
docl : p.c. de la superficie totale en double culture

(1) les données concernant les superficies remises en culture en saison des pluies ne sont pas disponibles à la date de rédaction de cet article.

Tableau 2

Superficies semées après le 15 août par variété et village

		Hivernage 1991			Hivernage 1992		
		Aïwu	Jaya	Total	Aïwu	Jaya	Total
Thiagar	ha	24	8	32	28	64	92
	%	30	10	40	24	54	78
Ndiethene	ha	-	2	2	134	11	145
	%	-	2	2	75	6	81

Tableau 3

Rendements par campagne et village
(t/ha)

	1991			1992		
	csc	hiv docl	hiv sicl	csc	hiv docl	hiv sicl
Thiagar	2,7	3,3	5,1	3,8	3,6	4,4
Ndiethene	3,5	4,4	5,9	4,3	4,4	5,8

csc : contre-saison chaude
docl : double culture

hiv : hivernage
sicl : simple culture