
Des systèmes irrigués virtuels aux systèmes irrigués réels : retour par les jeux de rôles

Olivier Barreteau* – François Bousquet**

* UR Irrigation, Cemagref, BP 5095, F-34033 Montpellier Cedex
barreteau@montpellier.cemagref.fr

** CIRAD TERA, BP 5035, F-34032 Montpellier Cedex
francois.bousquet@cirad.fr

RÉSUMÉ. Dans le cadre d'un travail de recherche sur les liens entre modes de coordination entre acteurs et viabilité des systèmes irrigués dans la moyenne vallée du Sénégal, deux outils de représentation complémentaires ont été construits, basés sur un système multi-agent et un jeu de rôles. Les représentations abstraites que constituent ces deux outils ont été bien accueillies par les acteurs, le jeu ayant permis d'expliciter le contenu du système irrigué virtuel constitué par le modèle informatique. Ces premiers résultats encourageants nous incitent à avancer vers d'autres usages de tels outils.

ABSTRACT. During a research work on the relations between the way stakeholders co-ordinate and the viability of irrigated systems in the Senegal river middle valley, two complementary tools representing these systems have been built, based on a multi-agent system and a role-playing game. These both tools constitute two abstract representations which have been well accepted by stakeholders. The game allowed us to explain the content of the virtual irrigated system constituted by the computer model. These first encouraging results lead us forward other uses of such tools.

MOTS CLÉS : systèmes multi-agents, jeux de rôles, restitution, irrigation, Sénégal

KEY WORDS: multi-agent systems, role playing games, restitution, irrigation, Senegal

1. Introduction

La question de la présentation à des acteurs de résultats les concernant ne se pose pas seulement pour les projets de développement. Dans un projet de recherche, pour peu que des acteurs soient un tant soit peu impliqués *via* des enquêtes ou des observations, une phase de restitution des résultats de la recherche auprès de ces acteurs est sinon nécessaire au moins bienvenue, que cela soit par courtoisie vis à vis de nos interlocuteurs qui se demandent ce que l'on peut bien faire de toutes ces informations, pour valider ou confronter une représentation à celle des acteurs sur le terrain ou encore dans l'espoir de voir une partie de nos résultats être appropriés.

Suite à un travail de recherche sur la viabilité des systèmes irrigués et les modes de coordination entre acteurs dans la moyenne vallée du Fleuve Sénégal ayant conduit à la réalisation et à l'utilisation d'un modèle [BAR 00a], nous avons ainsi cherché à le restituer auprès des acteurs concernés, c'est-à-dire des paysans et des responsables de l'irrigation dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal en utilisant un jeu de rôles.

Après avoir présenté le contexte de ce travail, nous décrivons les différents outils utilisés et la manière selon laquelle ils ont été présentés localement.

2. Historique et contexte

La grille 1 en annexe présente les différents acteurs concernés par ce projet de recherche. Avant de décrire le terrain d'application avec les acteurs locaux, rappelons les enjeux et le contexte de l'irrigation dans la moyenne vallée du Sénégal ayant conduit à ce travail.

L'évolution de l'irrigation dans la moyenne vallée du Sénégal

Apparus depuis une trentaine d'années dans cette partie de la vallée, les systèmes irrigués devaient permettre de mieux valoriser une terre supposée propice à la culture du riz [VER 95], à une époque où les pluies et les crues permettant la mise en œuvre d'un système de production complexe et diversifié avaient tendance à se réduire fortement : les précipitations moyennes annuelles passent de 300 à 200 mm durant les années 1970. Au menu de ces aménagements étaient prévus deux campagnes par an et des rendements de 10 à 12 t/ha : la région du Fleuve devait devenir le grenier du Sénégal et voir son activité dynamisée.

Cependant, après les grands aménagements initiaux, plusieurs générations de schémas de périmètre irrigués villageois se sont succédées pour continuer ensuite vers des aménagements intermédiaires [LER 95]. Aucune de toutes ces recettes devant résoudre les difficultés de la précédente n'a véritablement eu effet : les rendements sont restés assez faibles, le taux d'utilisation est retombé en dessous d'une campagne par an en moyenne et les réhabilitations sont restées trop

fréquentes. Le développement de l'irrigation dans la vallée du Fleuve a ainsi été le résultat de choix politiques extérieurs au Fuuta : autorité coloniale puis Etat sénégalais [SEC 90]. Dans la dernière phase, il a été accompagné par d'autres acteurs tout aussi extérieurs au Fuuta : bailleurs de fonds, ONG et autres experts [DIE 90].

Au cours des années 1990, plusieurs travaux de recherche voient le jour. Tout d'abord une synthèse pluridisciplinaire a rassemblé des travaux autour d'un site particulier [BOI 95], celle-ci nous a servi de support initial pour notre travail. Ensuite, un programme de recherche commun sur les systèmes irrigués au Sahel a été mis en place rassemblant des instituts de recherche de plusieurs pays sahéliens et français, financé par la communauté européenne et la coopération française, témoignant ainsi de l'intérêt encore vif pour une amélioration de l'activité irriguée dans la vallée, non seulement à l'échelon national au Sénégal mais aussi en Europe.

Notre projet de recherche, concomitant et en interaction avec ce dernier, a donc eu lieu dans un contexte de questionnement vis-à-vis d'une irrigation ne donnant pas les résultats escomptés et d'intérêt important pour cette question d'acteurs extérieurs à la région.

Au niveau local

Si notre projet avait une finalité pouvant intéresser potentiellement des acteurs extérieurs à la vallée, qu'en est-il des acteurs locaux, ceux-là même qui allaient être impliqués dans notre recherche ?

Au début de ce projet de recherche en 1994, la SAED¹ est en cours d'achèvement de son processus de désengagement de la filière irrigation : il lui reste en 1996 un rôle de gestion des aménagements structurants, c'est-à-dire à l'amont des stations de pompage, et de conseil et d'appui aux producteurs et à leurs associations, en particulier. Elle est encore très impliquée de fait, surtout dans les plus grands aménagements et participe encore activement à leur gestion en tant que représentant de l'Etat propriétaire des aménagements. Il s'agit donc d'un partenaire doublement important dans ce projet par la connaissance qu'il peut nous apporter sur ces systèmes et par sa position clé pour nous y introduire afin de pouvoir mener le travail d'enquêtes. Sa position par rapport au projet de recherche est cependant restée assez neutre.

Les paysans, aux objectifs variés, et les différents groupements dont ils font partie au sein des systèmes irrigués ont constitué l'interlocuteur principal tout au cours de ce projet. C'est vers eux que le travail de restitution a été dirigé. Même s'il n'y avait pas de demande claire initiale de leur part, les restitutions sous forme de jeu de rôles ont suscité de leur part un intérêt réel en engendrant des discussions sur les cas réels à partir du jeu qu'ils ont demandé à conserver comme outil d'animation.

¹ Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et de la vallée du Fleuve Sénégal et de la Falémé

Enfin si les paysans sont impliqués dans des réseaux spécifiques aux systèmes irrigués, ils font également partie d'associations indépendantes à ceux-ci, le plus souvent cohérentes du point de vue du village d'origine de ses membres. Parmi celles-ci citons les associations villageoises de développement. Elles constituent souvent des lieux pratiques de concertation, en particulier pour les petits systèmes irrigués. C'est là que les agriculteurs se rencontrent et peuvent discuter de ce qui se passe dans les systèmes réels. Dans le secteur concerné par l'étude, ces associations sont fédérées au sein de l'UJAK², peu présente au début de ce travail mais ayant fourni un appui certain au moment de la préparation et de l'organisation des séances de jeu de rôles *via* son réseau d'animateurs.

3. Une démarche de représentation particulière

Pour travailler sur les questions de coordination dans les systèmes irrigués dans ce contexte, que ce soit pour l'accès au crédit ou la répartition de l'eau, plusieurs outils ont été utilisés, aussi bien pour acquérir de l'information, enquêtes et observations, que pour la représenter, système multi-agent et jeu de rôles.

Un processus de modélisation d'accompagnement

L'acquisition d'information s'est faite au sein d'un processus de modélisation d'accompagnement [BOU 99]. Son principe est, à partir d'une connaissance de terrain la formulation d'hypothèses et de questions conduisant à un modèle et un plan d'expériences de simulations dont les résultats conduisent à poser de nouvelles questions au terrain, ce qui enclenche un nouveau cycle.

L'acquisition des connaissances s'est faite, d'une part *via* la bibliographie assez volumineuse sur la région [LER 95] et l'interview de spécialistes, chercheurs de l'ISRA et de l'IRD en particuliers, d'aspects particuliers de la région et d'autre part *via* des entretiens thématiques auprès d'un échantillon d'une quinzaine d'agriculteurs, de responsables de groupement et de gestionnaires et des observations dans les périmètres.

Les entretiens se sont faits avec un interprète autour d'une série de thèmes, dont notamment : modes d'allocation de l'eau, itinéraire technique, objectifs de mise en culture, perception des interactions avec les autres usagers, gestion du crédit, critères d'appréciation du déroulement d'une campagne, évolution du comportement. L'échantillon d'agriculteurs, situés dans cinq aménagements différents, a été choisi en accord avec les chefs des groupements ayant la gestion de ces aménagements. Pour corriger le biais pouvant s'ensuivre, ces entretiens formels ont été complétés par des discussions libres avec d'autres agriculteurs rencontrés au hasard des observations sur les périmètres, lorsque deux à trois fois par semaine, nous faisons

² Union des jeunes agriculteurs de Koyli Wirnde

un tour de chaque aménagement étudié afin d'observer les pratiques d'irrigation réelles. Ces discussions complémentaires permettaient d'orienter les questions posées lors des entretiens plus formels.

La constitution d'un système multi-agent

La question de recherche sur les modes de coordination et la viabilité des systèmes irrigués nous a conduits vers le choix d'un système multi-agent comme support pour la construction du modèle. La volonté de se concentrer sur les processus en œuvre dans les modes de coordination plus que sur les cas particuliers de chaque type de périmètre nous a orientés vers la construction d'un système irrigué virtuel, ne représentant aucun périmètre particulier, mais ne surprenant pas dans le décor de la moyenne vallée du Sénégal. Il s'agit d'un support d'expérimentation permettant de réfléchir sur les systèmes réels, en levant les contraintes de taille, de durée, de contrôle des paramètres et d'effets négatifs potentiels sur ceux-ci. La comparaison avec une maquette ou un modèle réduit, tel qu'il peut en être utilisé dans d'autres sciences expérimentales telles que la physique, tient seulement d'un point de vue qualitatif. En effet, nous n'avons pas développé dans cette expérience de modes de comparaison entre système réel et modèle réduit. Le seul usage qui peut en être fait est la production de théories, cohérentes avec les observations sur le système virtuel, à vérifier sur les systèmes réels. Il permet notamment de simuler l'évolution du système représenté pour différentes hypothèses de règles collectives et individuelles initiales [BAR 00b].

Le SMA produit, SHADOC³, repose sur la représentation d'un archétype de système irrigué de la moyenne vallée du Sénégal ainsi que sur la représentation d'un ensemble de paysans structuré en plusieurs groupements, en charges d'activités spécifiques tels que l'allocation de l'eau, l'accès au crédit ou la gestion du réseau principal et de la station de pompage.

Les agents informatiques, décrits dans le diagramme de classe UML en figure 1, peuvent représenter des paysans ou des groupements de paysans. Les paysans sont décrits en particulier par un lien vers une parcelle et un objectif de mise en valeur de cette parcelle. Cet objectif correspond à l'observation sur les systèmes irrigués étudiés de quatre groupes de motivations pour la mise en culture d'une parcelle : certains paysans ont un objectif de production et de revenu net pour leur parcelle, d'autres un objectif vivrier, alors que d'autres encore ont un objectif de sécurisation foncière dans un contexte où la terre est attribuée pour être mise en valeur et qu'une dernière catégorie enfin cultive une parcelle en attendant de trouver un emploi hors des systèmes irrigués. Chaque paysan fait partie de trois groupements différents dont les objectifs respectifs sont la répartition de l'eau entre les paysans dont les parcelles sont situées le long d'un même irrigateur, l'accès au crédit auprès de la banque et la

³ Simulateur Hydro-Agricole Décivant les modes d'Organisation et de Coordination

Cependant il n'est pas aisé au premier abord pour des acteurs extérieurs au processus de création du modèle d'entrer dans sa logique. Que ceux-ci soient familiers avec l'outil informatique ou avec le terrain représenté, le modèle conserve un aspect boîte noire qui rend nécessaire son explicitation. Il a donc fallu trouver un moyen d'ouvrir cette boîte noire pour restituer aux paysans le travail effectué à partir des enquêtes.

Pour cela nous nous sommes orientés vers la réalisation d'un jeu de rôles. D'une part de nombreux éléments peuvent être associés entre un SMA et un jeu de rôles comme l'illustre sur quelques exemples le tableau 1, d'autre part des jeux ont déjà été utilisés dans des processus de négociation en aménagement du territoire et ont montré leur pertinence pour faciliter la communication sur un système complexe [PIV 95]. Ce recours au jeu revient en fait à faire vivre le déroulement du modèle aux personnes à qui on veut le présenter.

Système multi-agent	Jeu de rôles
agent	joueur
règle	rôle
pas de temps	tour de jeu
simulation	session de jeu
environnement	plateau de jeu

Tableau 2. Exemples d'association entre des éléments d'un système multi-agent et des éléments d'un jeu de rôles

Nous nous sommes alors orientés vers la constitution d'un jeu de rôles permettant de reproduire le SMA réalisé afin de le présenter. Il s'agit d'un jeu assez fermé afin de rester dans le cadre du modèle. Selon le contexte nous le présentons parfois comme une pièce de théâtre⁴ dont le scénario est constitué par le modèle.

La traduction en jeu de rôles du SMA implique cependant un certain nombre de simplifications afin d'être jouable tout en restant proche du modèle initial. Ainsi, SHADOC a été simplifié pour en faire un jeu de rôles assez fermé, c'est-à-dire dans lequel les joueurs ont peu de marges de manœuvre. Les simplifications ont porté sur la taille du jeu (nombre de parcelles et de paysans), sur le temps (nombre de pas de temps par campagne et signification d'un pas de temps) et sur la diversité des règles représentées (seulement une partie des règles contenues dans le modèle sont incluses dans le jeu). Cette simplification du modèle s'est faite en plusieurs étapes en cherchant à atteindre un équilibre entre intérêt du jeu pour représenter un système complexe et facilité de mise en œuvre. Nous avons constitué une première version du jeu en suivant les recommandations faites à partir d'autres expériences de constitution de jeu de rôles [MAU 84] : imiter des ressorts de jeu reconnus dans

⁴ Au Sénégal en milieu rural en particulier, le théâtre est bien connu alors que les jeux de rôles le sont très peu, nous avons donc choisi cette terminologie.

d'autres expériences, insister sur les mécanismes de coopération et de compétition, inclure des éléments d'incertitude, apporter des éléments de ressemblance à travers quelques éléments convenablement choisis. Cette première version du jeu a été finalisée avec un groupe d'acteurs de l'irrigation dans la moyenne vallée du Fleuve Sénégal. Ceux-ci ont demandé quelques simplifications complémentaires, par rapport à des règles leur paraissant moins importantes afin de rendre le jeu plus facile à mettre en œuvre. Cette version simplifiée a constitué le support de présentation du contenu du modèle lors d'une restitution sur le terrain auprès des acteurs des systèmes irrigués enquêtés, qui ont discuté l'adéquation de la représentation et du déroulement de la séance à la réalité.

Le jeu se joue avec 10 à 15 joueurs et est constitué de cartes trilingues (français, pular, wolof) décrivant les comportements possibles pour chaque joueur : cartes décrivant l'objectif de mise en culture (figure 2), cartes décrivant le statut social et cartes décrivant la propension du paysan à rembourser ses crédits. Chaque joueur tire au hasard une carte de chaque catégorie qui décrit son comportement au cours du jeu.

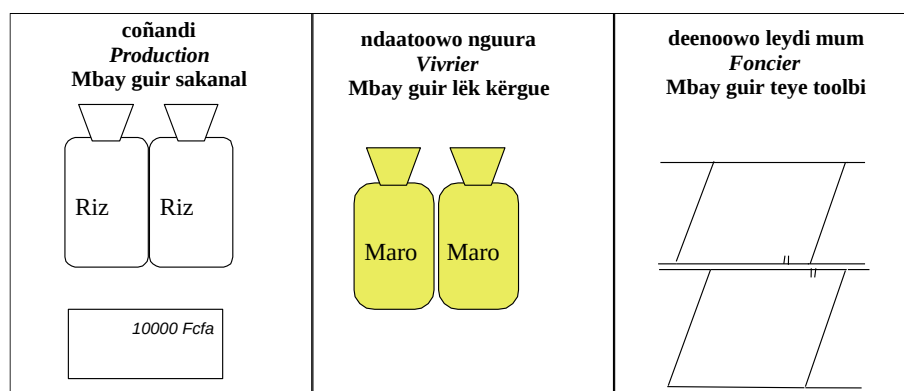


Figure 2. Ensemble des cartes objectif parmi lesquelles chaque joueur en tire une au hasard

Les joueurs se trouvent alors dans un lieu représentant le lieu du village. Dans un autre lieu⁵ représentant le lieu du périmètre, un aménagement correspondant au nombre de joueurs est dessiné sur un tableau (selon la figure 3), reprenant le nom du joueur attributaire de la parcelle, la hauteur d'eau et les choix faits au moment du semis entrant en compte dans le calcul du rendement. Pendant la phase d'entretien de l'irrigation subdivisée en 8 tours, chaque joueur tire à chaque tour une carte

⁵ Ces deux lieux du jeu doivent surtout être séparés à la vue l'un de l'autre. Lors de nos différentes expériences, ils ont été deux pièces, une pièce coupée en deux par un paravent, deux côtés d'un angle de maison, une terrasse et un hangar, etc.

« occasion » donnant sa possibilité d'avoir une autre activité lors de ce tour, dont la priorité par rapport à la parcelle dépend de sa carte objectif.



Figure 3. Représentation du périmètre simulé sur un tableau lors d'une séance de jeu

Les séances de jeu se déroulent toutes sur une demi-journée, en trois étapes : présentation du jeu et des rôles, déroulement du jeu, discussion sur ce déroulement. Chaque campagne est subdivisée dans le jeu comme dans le modèle en trois phases se succédant strictement : recherche de crédit, entretien de l'irrigation à la fin de laquelle est calculé un rendement éventuel et bilan pouvant donner lieu à des changements de cartes si les joueurs le désirent. Les deux premières étapes sont menées à bien phase après phase. Les discussions avec les joueurs ont lieu dès les étapes de présentation des rôles.

Bilan des représentations utilisées

Les représentations utilisées dans ces deux outils ont la caractéristique commune d'être assez abstraites dans leur rapport au réel. La grille 2 en annexe en fait le bilan et en décrit les différents éléments. Cette abstraction n'a pas posé de problèmes

particuliers dans la communication des résultats de ce travail, que ce soit auprès d'acteurs sur le terrain ou auprès de chercheurs⁶.

Le bon accueil qui a été fait au jeu dans les cinq villages où avaient été faites les enquêtes montre bien la pertinence des deux outils pour représenter un système irrigué : lors des séances de jeu les rôles étaient associés par les joueurs à des paysans réels et dans certains villages notre tableau transportable devait être effacé avant notre départ pour éviter que d'autres villages ne voient les « erreurs » commises. Ceci nous permet d'avancer vers une forme de validation du SMA, et donc des représentations spatiales qu'il inclut, par le jeu [BAR 99].

4. Perspectives

Cette expérience en cours pose des questions d'une part sur les suites à donner à ce type de démarche ne partant pas d'une demande spécifique des acteurs locaux et d'autre part sur l'intérêt d'un passage par le virtuel.

Suites à donner sur ce terrain d'application

Cette expérience qui concernait tout d'abord un projet de recherche particulier est intéressante dans une perspective de développement local et de gestion concertée d'un bien collectif car elle permet de tester une démarche en dehors de la zone chaude d'une négociation, dans un contexte où les questions traitées sont cependant d'actualité.

Les outils ont été bien reçus dans les séances de jeu réalisées sur le terrain : plusieurs joueurs ont demandé à garder le jeu pour s'en servir comme outil d'animation dans leur propre village. Il reste alors à assurer sa diffusion et le suivi de ses utilisations.

Ceci renvoie à la question plus large de « comment amener des acteurs à rentrer dans une négociation ? » [DUP 90]. En effet même si le processus n'est pas encore arrivé complètement à ce stade, on perçoit, au travers de ces discussions, que le jeu suscite la mise en marche d'un processus de discussion pouvant amener à une réelle négociation qui prenne en compte la comparaison de différents points de vue.

Intérêt du virtuel

Une autre particularité forte de cette démarche est le recours exclusif à des représentations virtuelles. Au travers d'une approche empirique nous avons

⁶ A la remarque près cependant pour les chercheurs auxquels nous avons présenté ces outils, que, souvent, plus ils sont spécialistes d'une question proche de la viabilité des systèmes irrigués, moins ils se sont sentis à l'aise avec la représentation sous forme de modèle, qui manquait de précision dans leur domaine spécifique.

constitué un espace virtuel assez représentatif pour susciter des discussions sur les systèmes réels, assez simple pour être manipulable et assez distant de la réalité pour dépasser les points de crispation. Expérimentalement ces résultats tiennent dans le fait qu'on s'est attaché à conserver un minimum de complexité dans le modèle pour lui permettre d'apporter une connaissance complémentaire et que le recours au virtuel permet de mettre en cause, non des personnes, mais des types de comportement que chacun reconnaît comme existant. La sphère privée de chaque joueur est ainsi préservée.

D'une manière plus systématique il s'agit de travailler sur les indicateurs spatiaux extraits des espaces réels pour constituer les espaces virtuels sur lesquels travailler. Des travaux sont en cours dans cette direction, en particulier en s'appuyant sur SMA et chorèmes [BON 00].

5. Bibliographie

- [BAR 98] BARRETEAU O., « Un système multi-agent pour explorer la viabilité des systèmes irrigués : dynamique des interactions et modes d'organisation », Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et de Forêts, 1998.
- [BAR 99] BARRETEAU O., BOUSQUET F., « Jeux de rôles et validation de systèmes multi-agents », *7^{èmes} Journées Francophones d'Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents, St Gilles, 8-10 novembre 1999*, coord. M.-P. Gleizes et P. Marcenac, 1999, Hermès, p. 67-80.
- [BAR 00a] BARRETEAU O., BOUSQUET F., « SHADOC: a Multi-Agent Model to tackle viability of irrigated systems », *Annals of Operations Research*, vol. 94, 2000, p. 139-162.
- [BAR 00b] BARRETEAU O., BOUSQUET F., « Systèmes multi-agents et viabilité des systèmes irrigués », *Technique et Science Informatique*, vol. 19, N° 7, 2000, p. 943-962, Hermès, Paris.
- [BOI 95] BOIVIN P., DIA I., LERICOLLAIS A., POUSSIN J.-C., SANTOIR C., SECK S.M., *Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal*, éditions ORSTOM, Paris, 1995.
- [BON 00] BONIN M., LE PAGE C., « SIG, SMA, connaissances spatiales et gestion de l'espace. Le cas du massif de Tanargue », *Revue Internationale de géomatique*, à paraître.
- [BOU 99] BOUSQUET, F., BARRETEAU O., LE PAGE C., MULLON C., WEBER J., « An environmental modelling approach. The use of multi-agent simulations », in: *Advances in environmental modelling*, eds. F. Blasco et A. Weill, p. 113-122, Elsevier, 1999.
- [DIE 90] DIEMER G., SPEELMAN J.J., « Conception dans la perspective du paysan, réflexions sur le développement hydro-agricole dans la vallée du Sénégal », in: *Conception viable d'aménagements hydro-agricoles paysans en Afrique sub-saharienne*, Wageningen, Netherlands, 1990.
- [DUP 90] DUPONT C., *La négociation ; conduite, théories et applications*, Dalloz, 3^{ème} édition.

- [LER 95] LERICOLLAIS A., SARR A., « Histoires de périmètres », in: *Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal*, eds. P. Boivin et al., 1995, p. 5-36, ORSTOM éditions, Paris.
- [MAU 84] MAURIRAS-BOUSQUET M. , *Théorie et pratique ludiques*, Economica, 1984.
- [PIV 95] PIVETEAU V., *Prospective et territoire : apports d'une réflexion sur le jeu*, éditions Cemagref, Antony, 1995.
- [SEC 90] SECK S.M., « Gestion et organisation des aménagements irrigués en exploitation paysanne dans la vallée du Sénégal », *Revue de géographie de Lyon*, vol. 65, 1990, p. 38-45.
- [VER 95] VERHEYE W.H., « Impact of climate and soil conditions on conception and implementation of irrigation schemes in the Senegal River Basin », *Agricultural Water Management*, vol 28, 1995, p. 73-94

Annexe I

Grille 1 : liste des acteurs

<i>Acteur</i>	<i>Type</i>	<i>Groupe</i>	<i>Enjeux</i>
paysans de la vallée	Agriculteur	Acteurs directs	exploitation de parcelles sur les périmètres en cohérence avec leurs autres activités
GIE d'irrigation	responsables	Acteurs directs	gestion de l'accès à l'eau et/ou de l'accès au crédit
Unions de GIE	responsables	Acteurs directs	idem sur de plus grands aménagements.
villages	responsables	Restitution	Lieu de concertation usuel
UJAK	animateurs et conseillers	Restitution et accompagnement	animation et conseil au sein des villages
SAED	conseillers et responsables	accompagnement	conseils aux producteurs et entretien des aménagements structurants
Etat sénégalais	administr.	contexte	maintien des aménagements
Coopération française	administr.	contexte	maintien d'aménagements autonomes
CIRAD GREEN	chercheurs	processus	comprendre la dynamique des systèmes irrigués
autres structures de recherche	chercheurs	contexte et processus	programmes de recherche particuliers sur les systèmes irrigués sahéliens

Grille 2 : caractéristiques des représentations spatiales

Représentation spatiale	Système multi-agent	jeu de rôles
Type	Modèle et animation informatique	Dessin et décor
Echelle spatiale et étendue	pas de relation spatiale directe au réel écran d'ordinateur	pas de relation spatiale directe au réel environ 20 à 30 m ² séparés en deux lieux distincts incluant un tableau noir
Echelle temporelle et étendue	pas de relation temporelle directe au réel 15 minutes environ	pas de relation temporelle directe au réel 3 heures environ
Objets spatiaux inclus et effectifs caractéristiques	• parcelles (30 à 100) • canaux (1 principal et 5 terminaux) • aménagement avec sa station de pompage	• parcelles (une dizaine) • canaux (1 principal et 2 terminaux) • aménagement avec sa station de pompage • aménagement de tables matérialisant des réseaux d'affinité sociale et des lieux de coordination
Variables représentées	• hauteur d'eau dans les parcelles • cagnotte des agents • règles individuelles et collectives (encodées)	• hauteur d'eau dans les parcelles • cagnotte des joueurs • règles individuelles et collectives (sous forme de cartes à jouer)