



Projet INCO-WADEMED
Actes du Séminaire
Modernisation de l'Agriculture Irriguée
Rabat, du 19 au 23 avril 2004



NECC : un jeu de simulation pour l'aide à la décision collective. Application à une région méditerranéenne "virtuelle"

M. Le Bars¹, Ph. Le Grusse², M. Allaya², J.M. Attonaty³, R. Mahjoubi²

¹ Cemagref, unité irrigation, 34033 Montpellier, France

² Institut agronomique méditerranéen Montpellier, 3191 route de Mende, 34093 Montpellier Cedex 5, France

³ INRA, Station d'économie rurale, BP 01, 78850 Grignon, France

⁴ Cemagref - UR Irrigation, Montpellier, France

E-mail : marjorie.lebars@cemagref.fr

Résumé - Beaucoup d'instruments d'aide à la décision sont maintenant accessibles et utilisés par les agriculteurs et les conseillers agricoles. Les simulations de budget sont les plus fréquemment utilisées et les techniques d'optimisation sont très utilisées dans la recherche. Mais ces instruments ont des limites. De très nombreuses questions (marché, utilisation de ressources naturelles limitées) ne peuvent être prises en considération uniquement au niveau d'une exploitation agricole mais requièrent une approche globale. Le point central de cette communication est le jeu de rôle développé pour tester différentes politiques de l'eau. Le jeu (NECC, négociation et évaluation des choix collectifs) se déroule en deux phases. Chaque joueur gère une exploitation ou un groupe d'exploitations. Chaque année, il doit décider son assolement, mais dans une première phase, il est en situation de décision individuelle, sans concertation, sans connaître la disponibilité en eau et le prix des produits qui dépendent des choix des autres joueurs. Dans une seconde étape, chacun des décideurs peut négocier avec les autres décideurs afin d'améliorer son système d'exploitation, le modèle utilisé calcule la rentabilité, en fonction du déficit hydrique et des prix en relation avec la production globale. Les décisions qui en découlent peuvent être très variées, de la simple information à une coopération, jusqu'à des stratégies de concurrence ou d'opposition. Les acteurs peuvent négocier et décider différentes formules pour ajuster la demande et la disponibilité en eau. Nous utilisons ce jeu avec de vrais acteurs et cela permet d'identifier la nécessité de coordination entre les différents acteurs qui prennent des décisions et la valeur de la négociation pour établir un ensemble de règles applicables collectivement. Ce jeu est un excellent outil d'apprentissage de la négociation et un support de test pour de nouvelles règles de gestion collective. MEDTER constitue une application dans une petite région méditerranéenne comprenant différents systèmes de production agricole.

Mots clés : aide à la décision, collectivité, formation, gestion de l'eau, jeu de simulation, marché, négociation, participation, Jeu de simulation.

1 Introduction

Dans de nombreuses régions, les modifications des structures d'échange associées à une libéralisation des économies induisent un affaiblissement des pouvoirs de contrôle des Etats. Les acteurs issus de la société civile deviennent alors les meneurs de jeu de la dynamique économique. Le secteur de la production agroalimentaire se caractérise par ses acteurs, générateurs des flux de production, par un rapport particulier à la notion d'espace que nous symbolisons par la notion de territoire. Ces acteurs de la production liés au territoire sont encadrés à l'amont par l'agrofourmiture et à l'aval par les industries agroalimentaires composées de firmes de plus en plus internationales et de plus en plus déconnectées des contraintes des espaces. Le passage d'une organisation régulée par une politique d'orientation générale à une gestion plus contractuelle ou plus ciblée crée des besoins nouveaux en terme d'outils d'aide à la décision (Le Grusse, 2001[29]).

Les réflexions à mener sur les territoires posent des problèmes de méthodes et d'adaptation des instruments pour l'aide à la construction de stratégies concertées. A l'aide de la démarche de construction de différentes approches de modélisation du territoire, nous avons formulé un premier niveau d'analyse méthodologique et envisagé des formes d'instrumentation appropriées à la mise en œuvre d'actions concertées entre les acteurs, dans un objectif de création de valeur (Le Grusse, 2001[29]).

Après diverses expériences de modélisation territoriales et après la confrontation de scénarios d'évolution avec les acteurs impliqués (Chemak et Le Grusse, 1998[13]), le prolongement de notre démarche nous a conduit à concevoir un jeu d'acteurs qui place en situation de décision les acteurs d'une négociation. Nous retrouvons, ici, une démarche d'apprentissage " virtuelle " afin de mieux agir sur le " réel ".

Dans une première étape de construction d'un modèle de jeu générique, nous avons élaboré un premier système simplifié de jeu de situation dans une région agricole. Nous avons ainsi testé la démarche d'acteurs sur une région virtuelle.

Nous présenterons ici la démarche sur un exemple pour montrer l'intérêt de cette approche dans la formalisation des règles de gestion : le jeu est pour l'instant focalisé principalement sur la gestion de la production agricole.

2 Les systèmes d'aide à la décision collective

Au début des années soixante-dix, sont apparus les systèmes d'aide à la décision. Scott Morton (1971[36]) les baptise *Decision Support System* (DSS), appellation qui se transformera au cours du temps en *Système interactif d'aide à la décision* (SIAD). Ces acronymes regroupent un grand nombre de systèmes qui ont en commun le plus souvent leur fonction d'aide à la décision.

Derrière les instruments d'aide à la décision, l'hypothèse la plus importante concerne la rationalité supposée des acteurs (Simon, 1947[38]; 1958; Russel, 1999[35]); (i) la rationalité complète constitue une hypothèse souvent mise en avant et qui a hérité de la théorie économique; (ii) les rationalités limitée et procédurale héritées de Simon (1958[39]), et la rationalité adaptative de Cyert et March (1963[16]) paraissent cohérentes avec les connaissances que nous avons du monde agricole (Petit, 1982[31]).

Les modèles d'aide à la décision reposent généralement sur des hypothèses de rationalité des décideurs et de solutions possibles (Attonaty *et al.*, 1991[2]). On distingue deux types de modèles, des modèles fondés sur la rationalité complète et la recherche de solutions optimales, et des modèles non fondés sur cette rationalité complète et ayant des solutions considérées comme appropriées. Dans cette seconde approche, le processus de conduite de raisonnement est au centre de l'aide à la décision, alors que dans les approches plus normatives, la solution optimale

est au centre de l'aide à la décision (Bourgine et Lemoigne, 1990[6]).

Dans les années soixante, les premiers programmes linéaires ont été utilisés en agriculture. Ils avaient pour objectif de définir le plan de production optimal pour un agriculteur. Leurs applications ont montré la nécessité de disposer d'une personne compétente, d'où un coût difficilement abordable pour une exploitation agricole. En revanche, des utilisations ont été développées pour des problèmes régionaux, notamment pour montrer les conséquences possibles de l'application de nouvelles mesures économiques décidées à Bruxelles (exemple de la nouvelle Politique agricole commune des années 1992) ou de l'influence de nouveaux équipements (exemple des barrages) (Rieu, 1994[34]).

Des approches économiques telles que la théorie des jeux (Cahuc, 1988[10]; Choumette et Colard, 2001[14]) ont eu pour objet de " formaliser le processus de décision d'agents dans un contexte où chaque agent cherche à optimiser une utilité retirée de ses décisions, alors que les actions d'autres agents ont une influence sur cette utilité " (Querou *et al.*, 2000[?]). Dans cette situation, contrairement à celle rencontrée dans la théorie de la décision (théorie normative pour la prise de décision), il est nécessaire de prédire les actions des autres pour effectuer un choix (Kraus *et al.*, 1998[27]; Jennings *et al.*, 2000[25]). Les modèles de théorie des jeux fournissent des modèles valides sur le plan économique et dans différentes situations sociales avec peu d'acteurs mais, toutes ces méthodes reposent sur une axiomatique, à savoir sur l'hypothèse de rationalité complète, ce qui constitue une hypothèse forte et que la réalité semble parfois mettre en défaut (Hatchuel et Molet, 1986[23]). Enfin, la théorie des jeux est un outil analytique extrêmement puissant mais présente certaines limites – peu d'acteurs représentés, prise en compte d'un seul critère... (Le Bars et Attonaty, 2001[]; Moss, 2001[30]).

A la différence de ces précédentes approches, les Systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) mettent l'accent sur le processus de recherche de solutions. Ces systèmes n'ont pas pour objectif d'identifier une décision optimale qu'il suffirait ensuite de mettre en application (Chatelin *et al.*, 1993[12]). Leur finalité consiste à " amplifier le raisonnement du décideur sur la base de ses propres représentations " (Courbon, 1993[15]). Ces systèmes ont une place privilégiée lorsque les problèmes sont peu, voire non structurés (Stabell, 1988[40]; Lévine et Pomerol, 1989; Attonaty *et al.*, 1999[1]).

Parallèlement au courant des systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD), se sont développées des approches visant à aider des groupes, soit pour faire émerger une solution commune, les Group Decision Support System (Jelassi et Beauclair, 1987[24]), soit dans le cadre de négociation, les Negotiation Decision Support System (Bui, 1994[8]; Bui et Shakun, 1995[9]; Chang et Han, 1995[11]; Espinasse *et al.*, 1997; Hahn et Jarke, 1991[21]; Kersten, 1998[26]; Sebenius, 1992[37]). Comme les Systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) pour l'aide à la décision individuelle, les Group Decision Support System (GDSS) sont conçus pour fournir des outils d'aide à la décision orientés vers les systèmes d'informations, la base de modèles et l'interface homme-machine. Ces approches sont donc fondées sur un dispositif particulier de réunion, le travail essentiel consistant à partager des informations brutes ou issues de modèles. La bonne conduite de ces réunions est assurée par un animateur. Par exemple, dans le cadre de la gestion de la ressource en eau, Hämäläinen *et al* (2001[22]) décrivent leur approche pour tester la politique de gestion sur un lac et une rivière en Finlande. Leur travail fournit une aide à la décision à différents décideurs. Ces décideurs accompagnent le processus de décision, de la phase de structuration du problème à la phase de consensus entre eux. Une méthode interactive permet dans cette approche de définir des solutions Pareto-optimales.

Depuis quelques années dans le domaine de la gestion des ressources, on observe le développement de jeux pour mettre les experts en situation " virtuelle " de choix stratégiques. Le jeu peut avoir différentes fonctions selon les objectifs souhaités, il peut servir d'outil de recherche ou d'apprentissage, ou pour définir des choix stratégiques (tableau 1).

On distingue différentes catégories de jeu (Gaudé, 2003[20]; Piveteau, 1996[32]). Ce sont d'une

TAB. 1 – Les différentes fonctions d'un jeu.

	Fonction du jeu	Communication dominante	Résultats désirés
Outils de recherche	Stimulus	Modèle - chercheurs	Données pour répondre à des questions de recherche
Outil pour l'apprentissage	Moyen de transmettre et communiquer	Jeu - joueurs	Connaissances et savoir-faire
Outil pour choix politique	Créer des conditions	Joueurs- joueurs	Options politiques et solutions

part, des jeux dont l'objet est essentiellement technique, où l'on teste à partir d'un modèle formalisé, les conséquences de situations de choix ou de cas de gestion. D'autre part, on trouve des jeux ayant une portée davantage sociale. Ces jeux relèvent de la pratique d'intervention et leurs objectifs principaux consistent à révéler les relations entre les individus.

Des jeux techniques, on peut rapprocher les jeux de simulation qui sont construits autour d'un modèle dynamique du système de référence généralement élaboré. Dans cette catégorie, on trouve principalement les jeux assistés par ordinateur dans lesquels chaque acteur peut tester des situations d'actions complexes. Ainsi, la simulation rend compte des effets qui résultent de l'interaction de nombreuses règles. Ce type de jeu offre la possibilité (i) de tenir un ou plusieurs rôles, définis par des objectifs précis et des comportements spécifiques, (ii) d'évaluer le résultat des différents choix sous une forme comptable.

Dans les jeux ayant une portée plus sociale, on peut citer les jeux de rôles. Ces jeux sont des univers virtuels, centrés sur des personnages où l'individu est l'élément de base constitutif du jeu. Le personnage du joueur ainsi que l'univers évoluent en fonction des actions de l'utilisateur. Ceux-ci sont très employés pour comprendre les relations humaines. Dans ce cas, le matériel initial consiste généralement dans l'évocation des grandes lignes d'une situation et dans la présentation des différents personnages impliqués. A partir de là, autant le déroulement du jeu que l'interprétation des rôles sont laissés à l'initiative des participants.

Dans notre approche, nous utiliserons le jeu au sens jeu de simulation, afin d'orienter des choix de gestion dans le domaine environnemental.

Dans le cadre de la gestion de la ressource ou du territoire, un certain nombre de jeux sont déjà pratiqués. Ces approches reposent sur des jeux de rôles – au sens défini précédemment – et se situent dans une démarche de modélisation dite d'accompagnement (Bousquet *et al.*, 2002[7]). A ce titre, nous détaillerons brièvement certains de ces jeux :

- le simulateur SHADOC (Simulateur hydro-agricole décrivant les modes d'organisation et de coordination) a été développé par Barreteau (1998[3], 2003[4]) et Barreteau *et al.* (2001)[5] afin de comprendre les liens entre les modes de coordination et les viabilités des systèmes irrigués dans la vallée du fleuve Sénégal. A partir de ce système virtuel, des expériences ont été conduites en imaginant des scénarios dans lesquels les règles collectives, les comportements individuels et les paramètres environnementaux variaient. Ce travail n'a pas pu être réalisé dans le monde réel pour des raisons éthiques et pratiques. Un jeu de rôles a donc été développé pour tester et présenter le modèle aux différents acteurs de la zone. Ce jeu est basé sur les cartes qui décrivent le comportement possible des différents joueurs – les productions, le statut social, la prédisposition des acteurs au remboursement. Le jeu a lieu sur une demi-journée et se décompose en trois phases : (1) présentation du jeu et des différents rôles, (2) le jeu lui-même, (3) discussion du jeu (Daré et Barreteau, 2003[18]).

- le jeu de rôles SylvoPast (Etienne, 2003[19]) permet l'enregistrement, l'observation et l'analyse des modalités de négociation et de structuration de l'espace mises en œuvre par des joueurs essayant de mettre en place un aménagement sylvopastoral sur un massif forestier sensible aux incendies Ce modèle est fondé sur une architecture multi-agent. Dans le jeu, on distingue deux rôles : (1) le joueur agriculteur qui peut (i) faire bouger son troupeau d'une cellule à une autre, (ii) acheter des animaux ; (2) le joueur forestier qui peut modifier la structure de sa forêt. Ce jeu a été utilisé avec des gestionnaires, des techniciens et des amateurs. Il a permis, en fonction des différents publics, (i) de créer une aide à l'apprentissage, (ii) d'identifier les stratégies d'organisation spatiales développées, (iii) d'établir une typologie des tactiques de négociation employées. Le retour au modèle multi-agent enrichit la représentation des négociations dans le modèle et facilite l'explicitation des actions et des décisions des agents.
- L'approche SELFCORMAS (d'Aquino *et al.*, 2003[17]), fondée sur un modèle multi-agent, a pour objectif de tester des simulations afin d'aider les autorités locales et les personnes sous leur jurisprudence à organiser une meilleure gestion du territoire en prenant en compte les différents usages sur le territoire (agriculture, production animale, environnement. . .) au Sénégal. Le jeu se déroule sur trois jours avec les acteurs locaux. Le jeu est développé conjointement avec les décideurs. Cette approche donne la possibilité (i) aux décideurs de participer activement à la construction du système final (multi-agent), (ii) de développer une interface de dialogue entre le modélisateur, l'ordinateur et les différents acteurs. Ils peuvent ainsi interpréter les comportements et les interactions entre eux.

Ces différents jeux permettent aux participants (i) de comprendre le modèle et ainsi de comprendre les différentes simulations proposées (le plus souvent sous formes spatialisées), (ii) de discuter des résultats obtenus, (iii) de tester différents scénarios d'évolution du système.

Dans une perspective d'aide à la décision collective dans le domaine agricole, nous avons développé un jeu de simulation, NECC (Négociation et évaluation des choix collectifs), autour d'un système interactif d'aide à la décision (DSS), OLYMPE. Ce jeu a, d'une part, pour objectif de mettre des groupes d'acteurs en situation de gestion de systèmes de production agricole, (i) dans un territoire avec des ressources limitées, (ii) face à des marchés en évolution. D'autre part, ce jeu entraîne (i) à la pratique des outils de gestion des exploitations agricoles, (ii) à la pratique de différentes approches d'aide à la décision (Programmation linéaire et Decision Support System (DSS)), et (iii) à l'analyse de l'interaction entre les choix individuels et les choix collectifs.

Ce jeu se décompose en deux grandes phases. Tout d'abord, les acteurs sont en situation de décision individuelle sans connaître les choix des autres acteurs. Ensuite, chacun des décideurs peut négocier avec les autres décideurs afin d'améliorer leur système d'exploitation.

Nous allons présenter la structure générale de ce jeu et une application virtuelle, MEDTER, dans une petite région méditerranéenne comprenant quatre principaux systèmes de production agricole.

3 Le jeu NECC pour tester la négociation et évaluer les choix collectifs

Le jeu NECC pour tester la négociation et évaluer les choix collectifs a été développé en collaboration avec les enseignants de l'IAMM (Institut agronomique méditerranéen) et des chercheurs de l'INRA à Grignon. Ce jeu est destiné à des étudiants, des conseillers agricoles, des agriculteurs ou des responsables professionnels.

Ses objectifs sont de placer des groupes d'acteurs (ou décideurs) en situation de gestion de

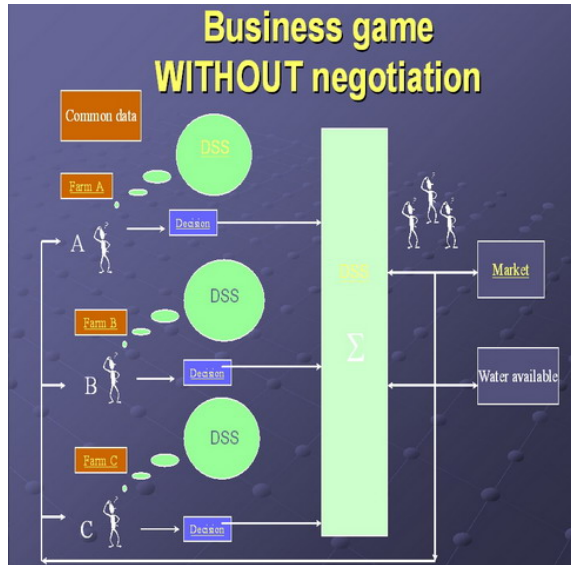


FIG. 1 – Phase 1 : jeu sans négociation.

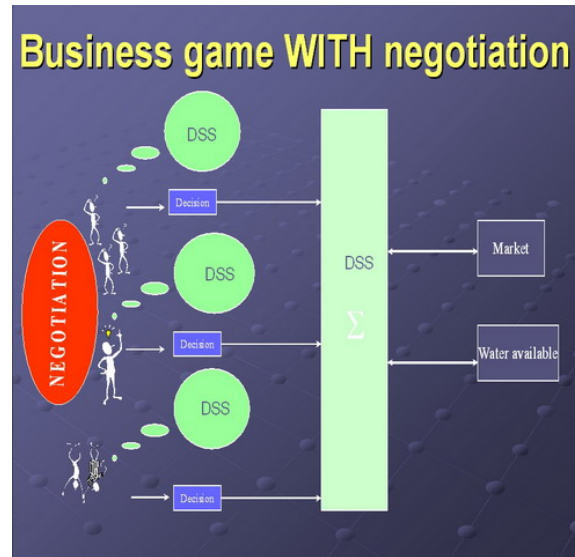


FIG. 2 – Phase 2 : jeu avec négociation.

systèmes de production agricole dans un territoire défini ayant des ressources limitées (en eau par exemple) et face à des marchés en évolution (marché local et marché de l'exportation). Actuellement ce jeu a une vocation pédagogique car il propose :

- la pratique des outils de gestion des exploitations agricoles. Ainsi, les acteurs (i) tiennent compte de l'analyse de marché, (ii) considèrent les contraintes d'exploitation agricole, (iii) définissent des choix concernant les objectifs de développement de leur exploitation, (iv) peuvent élaborer leur plan d'investissement, leur plan de financement, leur compte prévisionnel de gestion (plan de production et coûts prévisionnels, chiffre d'affaire prévisionnel...);
- la pratique de différents modèles d'aide à la décision du type de systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD). A l'aide des modèles de simulation (OLYMPE) et d'optimisation utilisables sur l'exploitation ou agrégés sur le plan régional, les étudiants peuvent prendre des décisions et comprendre les avantages et les limites de chacun des modèles par confrontation à l'issue du jeu;
- l'analyse des interactions entre les choix individuels et les choix collectifs. En effet, les acteurs du jeu sont en interaction (i) sur les marchés des facteurs de production tels que le travail, l'eau, les financements,... (ii) sur les marchés des produits, à savoir, les marchés locaux et le marché d'exportation, (iii) sur le plan environnemental en tenant compte de la préservation des ressources naturelles, par exemple, l'ajustement entre les demandes et les disponibilités en eau dans le jeu.

Le jeu se déroule sur deux phases. Dans une première phase, les acteurs sont en situation de gestion individuelle sans concertation (figure 1). Dans une seconde étape, les acteurs sont en situation de gestion individuelle avec concertation (figure 2). Chacune de ces deux phases se décompose en deux étapes : une première étape correspond à des décisions individuelles, une seconde, au calcul des résultats individuels et globaux. Ces deux étapes peuvent être répétées plusieurs fois en fonction du temps disponible pour effectuer le jeu dans son ensemble.

4 MEDTER : application du jeu à une région méditerranéenne

4.1 Le contexte du jeu : différents systèmes de production dans une région agricole

La région comporte quatre grands systèmes de production agricole ayant des structures, des potentialités, des capacités techniques et des poids différents. Chaque système de production est doté de facteurs de production, de potentialités de culture et de fiches techniques de production par culture selon trois niveaux d'intensification.

Les facteurs décrits sont :

- la disponibilité en terre ;
- la disponibilité en main-d'œuvre selon différents niveaux et différents coûts ;
- un quota initial de disponibilité en eau ;
- des tranches proportionnelles à la surface avec les prix correspondants.

La région agricole est également caractérisée par l'évolution de sa production, des consommations et des disponibilités en facteurs de production, ainsi que par celle des marchés et des prix pratiqués. Ainsi, sont indiquées, pour la région, les consommations et les disponibilités en eau, la quantité de main-d'œuvre employée et disponible, les surfaces des cultures, et sont répertoriés les productions, les quantités commercialisées et les prix sur les marchés d'exportation et nationaux. Les différentes productions de la région sont définies annuellement et disponibles pour l'ensemble des joueurs selon les différents marchés, à l'exportation et sur le marché local.

4.2 Déroulement du jeu

4.2.1 Informations générales pour chaque joueur

Chaque type d'exploitation agricole est affecté à un groupe d'acteurs. Avant de prendre la décision du choix de l'assolement (le choix des cultures à mettre en place et la surface de chaque culture), les acteurs disposent (i) d'informations sur leur système d'exploitation et plus précisément sur leurs cultures et (ii) d'un bref historique de la région comme nous l'avons décrit précédemment. En revanche, chaque joueur ne connaît ni les prix, qui sont fonction des quantités produites par les autres joueurs, ni les rendements des cultures, qui sont fonction de la quantité d'eau consommée par l'ensemble des joueurs.

Chaque groupe se trouve alors en position de décision de production sans savoir ce qu'ont fait les autres groupes dans le passé et ce qu'ils vont décider pour les campagnes à venir.

4.2.2 Différentes étapes dans le jeu

Le cadre d'action du jeu définit deux grandes phases : (i) une première série de périodes sans négociation entre les acteurs ; (ii) une seconde série de périodes où les acteurs en présence peuvent organiser une négociation libre sans restriction de thèmes ou de méthodes (figure ??).



FIG. 3 – Phase de concertation entre les joueurs.

5 Analyse des résultats du jeu MEDTER

5.1 Gestion individuelle sans concertation

La première phase, – la gestion individuelle sans concertation –, a été marquée par des surproductions sur certains produits et des déficits sur d'autres. Les consommations en eau ont été immédiatement saturées, des disponibilités et des déficits de ressources sont apparus; en raison de la mise en œuvre quasi générale de cultures avec des itinéraires techniques très intensifs et théoriquement plus rémunérateurs. . . L'utilisation par les groupes de modèles d'optimisation individuelle à base de programmation linéaire a renforcé la recherche du résultat le plus élevé, donc précipité un processus d'intensification responsable d'une forte pollution qui a provoqué la création d'une taxe d'antipollution.

Les prix des produits excédentaires se sont écroulés et ceux des productions déficitaires se sont fortement accrus. De grandes quantités de produits ont dû être jetées faute d'acheteur même à des prix très bas.

Les périodes suivantes ont vu émerger une plus grande diversification des productions pour minimiser le risque, les consommations en eau ont très légèrement diminué et se sont à peu près ajustées à l'offre. Les résultats des exploitations et de la région se sont améliorés, mais des excédents et des déficits importants ont persisté. Les revenus des exploitations et de la région ont continué à augmenter mais ont atteint visiblement rapidement un palier (Le Grusse, 2001[29]).

5.2 Gestion individuelle avec concertation

La seconde phase, – la gestion individuelle avec concertation –, a débuté par une réunion entre les acteurs, des échanges d'information sur les différents systèmes de production et l'analyse commune de l'évolution des ressources de la région et des marchés. Ce premier échange a diminué l'asymétrie d'information entre les acteurs, mais ces derniers ont buté sur deux points de désaccord – sur les éléments négociables ou non, et sur la définition d'un cadre méthodologique de négociation. La première rencontre de négociation a échoué du fait de l'absence de modalités de négociation et d'une représentation des autres acteurs comme des concurrents.

Les périodes suivantes ont vu petit à petit émerger des accords entre des acteurs sur certains aspects du problème, comme la définition de quotas de produits, le paiement par un groupe à un autre groupe pour s'assurer un monopole sur une production. Enfin, au cours de l'évolution des négociations qui se développaient de manière ponctuelle entre certains acteurs, un marché de l'eau s'est construit par échange de groupe à groupe (Le Grusse, 2001[29]).

5.3 Comportements des acteurs

La phase de concertation et de négociation conduit à un positionnement des acteurs dans différentes situations selon de nombreux critères à la base de leurs comportements respectifs. Les décisions qui en découlent peuvent être très variées allant de la simple information à la coopération plus ou moins poussée ainsi qu'à des stratégies de concurrence ou d'opposition plus ou moins fortes. Au fur et à mesure de l'élaboration de règles visant à réguler l'adéquation entre l'offre et la demande, tant au niveau des productions que des ressources, les revenus des exploitations agricoles ont cependant fortement progressé avec une meilleure adaptation au marché et une gestion plus raisonnée des ressources en eau. En effet, les acteurs peuvent négocier et décider de différentes formules pour ajuster la demande aux disponibilités en eau. Par exemple, plusieurs solutions ont été évoquées : une répartition des surfaces irriguées entre les différents systèmes, des cessions de droit d'eau entre systèmes, des investissements pour accroître les disponibilités en eau, des choix de technologies économes en eau.

En ce qui concerne le positionnement des acteurs, plusieurs situations théoriques peuvent apparaître à partir des trois critères principaux de stratégies des acteurs : objectifs, disponibilités des facteurs de production, niveau de saturation des marchés des produits (tableau ??).

5.3.1 Coopération des acteurs sur le marché des facteurs

La situation de coopération des acteurs sur le marché des facteurs apparaît lorsque (i) la disponibilité des facteurs est insuffisante, par exemple, dans le cas de manque d'eau, de main-d'œuvre ou d'une insuffisance de financement... (ii) une coopération peut s'établir pour échanger les facteurs de production entre les acteurs qui ont suffisamment de ressources et ceux qui n'en ont pas assez. Dans le cas d'un manque d'eau, les acteurs peuvent négocier et discuter différentes formules pour ajuster la demande aux disponibilités en eau. Les acteurs ont ainsi proposé soit une répartition des systèmes irrigués entre les différents systèmes de cultures, soit des cessions de droit d'eau entre les systèmes, soit des investissements pour accroître les disponibilités en eau, et enfin, des choix technologiques économes en eau.

5.3.2 Mise en place de contrats de culture

La mise en place de contrats de culture se rencontre souvent lorsque le marché de produits est trop fluctuant. Pour garantir une certaine stabilité des prix et un meilleur approvisionnement des

TAB. 2 – Positionnement des acteurs en fonction des situations théoriques (objectifs, disponibilités des facteurs de production, marchés des produits).

Objectifs	Disponibilités des facteurs de production	Marchés des produits	Situations théoriques
Compatibles	Suffisantes	Insaturés	Indépendance, autonomie de décision
Compatibles	Insuffisantes	Insaturés	Coopération ou concurrence sur les marchés des facteurs
Compatibles	Suffisantes	Saturés	Coopération ou concurrence sur les marchés
Compatibles	Insuffisantes	Saturés	Coopération ou concurrence sur les marchés des facteurs et les marchés des produits
Incompatibles	Suffisantes	Insaturés	Indépendance, autonomie de décision
Incompatibles	Insuffisantes	Insaturés	Concurrence et opposition sur les marchés des facteurs
Incompatibles	Suffisantes	Saturés	Concurrence et opposition sur les marchés des produits
Incompatibles	Insuffisantes	Saturés	Concurrence et opposition sur les marchés des facteurs et les marchés des produits

marchés, notamment celui des industries de transformation en matières premières, des contrats de culture sont mis en place entre les producteurs et les transformateurs. Ces contrats garantissent un prix mais stipulent également des conditions techniques et financières de production. Ces contrats garantissent aussi un débouché à moyen et long terme.

5.3.3 Négociation du partage du marché

Lorsque le marché d'un produit est saturé, certains acteurs sont incités à négocier un partage du marché avec les autres acteurs présents sur ce même marché. Ces accords de partage de marché sont plus ou moins réglementés et les accords sont plus ou moins respectés.

5.3.4 Coopération entre acteurs pour la conquête de nouveaux marchés

Lorsque les marchés sont saturés, les entreprises dynamiques mettent en place des stratégies de marketing pour étendre le marché ou pour conquérir de nouveaux marchés. Ces stratégies peuvent conduire à la mise au point de nouveaux produits pour toucher d'autres catégories de consommateurs. Ces stratégies nécessitent des moyens importants et impliquent la coopération de plusieurs acteurs.

5.3.5 Concurrence entre acteurs pour la domination des marchés

Les entreprises qui détiennent une part importante d'un marché peuvent être tentées par une stratégie de domination en éliminant les entreprises concurrentes. Elles utilisent pour cela différents procédés : concurrence par les prix, politiques de rachat, politiques d'investissement, accords négociés d'échanges de parts de marchés sur différents produits...

6 Conclusions

Ce jeu opérationnel, MEDTER, a été principalement utilisé avec des étudiants. Le déroulement du processus de jeu nous conduit à formaliser plusieurs enseignements (Le Grusse, 2001[29]).

Sans négociation, l'apprentissage individuel des acteurs se traduit par une hausse des performances globales du système, mais il atteint vite un palier dans un système dont les ressources sont contraintes et les marchés limités.

La mise en œuvre d'un processus de négociation permet, avec la régulation des facteurs sujets à des crises, d'améliorer de nouveau la performance des systèmes jusqu'à un autre palier.

Dans le temps limité du jeu, les groupes n'ont pas réussi à développer naturellement un processus de négociation global et se sont arrêtés à des négociations par produit ou par facteur, donc des processus de régulation par sous-groupe.

La représentation globale du système régional n'est pas naturelle et la construction d'une règle de gestion ne s'élabore qu'élément par élément et évidemment sur les points ayant entraîné des conflits.

Grâce au fonctionnement en parallèle d'un modèle d'optimisation agrégé de la région, nous avons pu définir à chaque pas un niveau d'optimum théorique que pourrait atteindre la région dans les conditions connues de ressources et de marché.

Les résultats des simulations montrent qu'une grande marge de progrès existe après le deuxième palier pour les acteurs. Pour se rapprocher de la situation idéale, sans imaginer évidemment pouvoir l'atteindre dans un système où existe des aléas sur de nombreux facteurs (le troisième palier), un mode de négociation plus global serait nécessaire et marquerait un nouveau degré d'apprentissage.

La mise en pratique d'un jeu en situation virtuelle dans des situations données fait mieux comprendre les processus de construction de règles collectives. Ainsi, on peut, d'une part, envisager plus correctement les éléments d'aide à la décision nécessaires dans les différentes phases, et, d'autre part, pratiquer ce jeu en situation réelle pour aborder des situations de négociation nouvelles afin d'anticiper les problèmes à venir. Le jeu d'entreprise nous apparaît comme un excellent outil d'apprentissage à la négociation et un support de test pour de nouvelles règles de gestion collective.

Références

- [1] Attonaty J.M., Chatelin M.H., Garcia F., 1999. Interactive simulation modelling in farm decision-making. *Computers and Electronics in Agriculture*, 22 : 157-170.
- [2] Attonaty J.M., Chatelin M.H., Poussin J.C., Soler L.G., 1991. Advice and decision support systems in agriculture : new issues. In *Decision Support Systems*, Bruges, Belgique.
- [3] Barreteau O., 1998. Un Système multi-agent pour explorer la viabilité des systèmes irrigués : dynamiques des interactions et modes d'organisation. *Sciences de l'eau, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts (ENGREF)*, Montpellier, France.
- [4] Barreteau O., 2003. The joint use of role-playing games and models regarding negotiation processes : characterization of associations. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6.
- [5] Barreteau O., Bousquet F., Attonaty J.M., 2001. Role-playing games for opening the black box of multi-agent systems : method and lessons of its application to Senegal River Valley irrigated systems. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4.

- [6] Bourguine P., Lemoigne, J.L., 1990. Les bonnes décisions sont-elles optimales ou adéquates ? *In* : XII^e congrès européen de recherche opérationnelle, Athènes, Grèce.
- [7] Bousquet F., Barreteau O., d'Aquino P., Etienne M., Boisseau S., Aubert S., Le Page C., Babin D., Castella J.C., 2002. Multi-agent systems and role games : collective learning processes for ecosystem management. *In* Complexity and Ecosystem Management. The theory and practice of multi-agent systems. M.A. Janssen (ed.), Edward Elgar Publishing Limited, pp. 248-285.
- [8] Bui T., 1994. Evaluating Negotiation Support Systems : A Conceptualization. *In* 27TH Hawaii International Conference on System Science, Maui, Hawaii.
- [9] Bui T., Shakun M.F., 1995. Negotiation Processes, Evaluatory Systems Design and NEGOCIATOR. *Group Decision and Negotiation*, 5 : 4-6.
- [10] Cahuc P., 1988. La nouvelle microéconomie. Repères. éditions La découverte. Paris France.
- [11] Chang A.M., Han T.D., 1995. Design of an Argumentation-Based Negotiation Support System. *In* Decentralized A.I. 3, E. Werner et Y. Demazeau (eds.), pp. 89-198.
- [12] Chatelin M.-H., Aubry C., Leroy P., Papy F., Poussin J.C., 1993. Pilotage de la production et aide à la décision stratégique. Le cas des exploitations en grande culture. *In* Cahiers d'économie et sociologie rurales, 28.
- [13] Chemak F., Le Grusse P., 1998. Modèle de simulation et aide à la négociation dans un périmètre irrigué tunisien. *In* Irrigation et la gestion collective de la ressource en eau en France et dans le monde, colloque de la SFER, communications et actes du colloque, Montpellier, France.
- [14] Choumette F., Colard F., 2001. Histoire de la théorie des jeux.
- [15] Courbon J.C., 1993. Systèmes interactifs d'aide à la décision, éditions PUF, Paris, France,
- [16] Cyert R.M., March J.G., 1963. A Behavioural Theory of the Firm. *In* Prentice-Hall, New Jersey, Etats-Unis.
- [17] d'Aquino P., Le Page C., Bousquet F., Bah A., 2003. Using Self-Designed Role-Playing Games and a Multi-Agent System to Empower a Local Decision-Making Process for Land Use Management : The SelfCormas Experiment in Senegal. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6.
- [18] Daré W.s., Barreteau O., 2003. A role-playing game in irrigated system negotiation : between play and reality. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6 : 19..
- [19] Etienne M., 2003. SYLVOPAST : a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6.
- [20] Gaudé P., 2003. Système multi-agents et jeux. Domaines d'application et bénéfices mutuels. Observatoire français des techniques avancées (OFTA).
- [21] Hahn U., Jarke M., 1991. Teamwork Support in a Knowledge-Based Information System Environment. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 17 : 467-482.
- [22] Hämmäläinen R., Kettunen E., Marttunen M., Ehtamo H., 2001. Evaluating a Framework for Multi-Stakeholder Decision Support in Water Resources Management. *Group Decision and Negotiation*, 10 : 331-353.
- [23] Hatchuel A., Molet H., 1986. Rational modelling in understanding aid aiding human decision making. *European Journal of Operational Research*, 24 : 179-186.
- [24] Jelassi M.T., Beauclair R.A., 1987. An integrated framework for group decision support systems design. *Information & Management*, 13 : 143-153.
- [25] Jennings N.R., Parsons S., Sierra C., Faratin P., 2000. Automated Negotiation. *In* 5th International Conference on The Practical Application of Intelligent Agent and Multi-Agent Systems (PAAM-2000), Manchester, Grande-Bretagne.

- [26] Kersten G.E., 1998. Negotiation Support Systems and Negotiating Agents. *In* Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires, actes du colloque SMAGET'98. (ed A.d.c. SMAGET'98), Cemagref Editions, France. pp. 349-357.
- [27] Kraus S., Sycara K., Evenchik A., 1998. Reaching agreements through argumentation : a logical model and implementation. *Artificial Intelligence Journal*, 104 : 1-69.
- [28] Le Bars M., Attonaty J.M., 2001. The Sharing of Water Between Different Users : A Multi-Agent System to Improve the Negotiation. *In* MODSIM 2001, International Congress on Modelling and Simulation., Canberra, Australie.
- [29] Le Grusse P., 2001. Du " Local " au " Global " : les dynamiques agroalimentaires territoriales face au Marché Mondial. Quels instruments d'aide à la décision pour l'élaboration de Stratégies Territoriales? *In* Options méditerranéennes
- [30] Moss S., 2001. Game Theory : Limitations and an Alternative. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4 : 17.
- [31] Petit M., 1982. Théorie de la décision et comportement adaptatif des agriculteurs. *In* Formation des agriculteurs et apprentissage de la décision. ENSSAA-INRA, France. pp. 1-36.
- [32] Piveteau V., 1996. Prospective et territoire : apports d'une réflexion sur le jeu. Coll. Etudes du Cemagref, Série gestion des territoires edn., France.
- [33] Querou N., Tidball M., Jean-Marie A., 2000. Equilibres conjecturaux et fonctions de réaction dans les jeux statiques et dynamiques. *In* International Workshop : Modelling Agents Interactions in Natural resources and Environment Management. Montpellier, France.
- [34] Rieu T., 1994. Equipements hydrauliques collectifs et réforme de la PAC : des conséquences conflictuelles? Le cas d'un projet de barrage en Charente. V. Palacio (ed.), Actes et Communications INRA, Paris, France, 12 : 187-203.
- [35] Russel S., 1999. Rationality and Intelligence. *In* Foundations of rational agency. M. Wooldridge et A. Rao (eds), 14 : 11-33. Kluwer Academics Publishers.
- [36] Scott Morton M.S., 1971. Management Decision Systems : Computer-based Support for Decision Making. *In* MA : Division of Research, Graduate School of Business Administration, Boston : Harvard, Etats-Unis.
- [37] Sebenius J.K., 1992. Negotiation Analysis : A Characterization and Review. *Management Science*, 38.
- [38] Simon H.E., (ed.), 1947. Administrative Behaviour, MacMillan, New York, Etats-Unis.
- [39] Simon H.E., 1958. Rational choice and the structure of the environment, MIT Press, Cambridge.
- [40] Stabell C.B., 1988. Toward a Theory of Decision Support. *Decision Support Systems*, 160-170.