L'IRRIGATION ET LA GESTION COLLECTIVE DE LA RESSOURCE EN EAU EN FRANCE ET DANS LE MONDE

Montpellier 19 et 20 novembre 1998

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Cemagref

ORSTOM

REGION LANGUEDOC ROUSSILLON

SFER

AGROPOLIS

Analyse des pratiques, modélisation et aide à la décision dans le domaine de l'irrigation : cas de la gestion d'une retenue collinaire collective à la Réunion.

Sylvain Perret, Pierre-Yves Le Gal

CIRAD Tera, Programme Espace-Ressources, Campus International de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 1

Résumé

Ensembles composés de multiples acteurs partageant des ressources en eau et en équipement, les pérmètres irrigués collectifs posent des problèmes complexes de gestion, touchant tant aux dimensions techniques et économiques de leur fonctionnement, qu'aux dispositifs organisationnels coordonnant les logiques individuelles qui s'y confrontent. Une démarche associant l'analyse des pratiques d'irrigation individuelles, leur modélisation puis la simulation de la relation entre offre et demande en eau selon différents scénarios d'organisation, est apparue intéressante pour mieux comprendre les processus de décision des acteurs et les aider à concevoir de nouvelles stratégies de gestion. En évaluant l'impact des règles envisagées sur des indicateurs qu'ils jugent pertinents, cette démarche les amènent à réagir collectivement, et alimente leurs dynamiques de changement et de recherche de solutions.

La mise en oeuvre de ces positions méthodologiques est illustrée par une étude conduite à la Réunion. Sur un projet de retenue collinaire à vocation collective, l'objectif est d'aider les bénéficiaires à se constituer en organisation gestionnaire *i.e.*, (i) à fournir aux irrigants potentiellement intéresser les informations économiques et techniques qui les aideront à se déterminer *in fine* (adhésion), (ii) à définir selon différents scénarios les relations offre-demande et les risques de pénurie en eau, (iii) à tester différentes règles de partage. Le travail a consisté à analyser et modéliser les pratiques d'irrigation et les consommations individuelles, ainsi que l'évolution de l'offre en eau selon différents scénarios. La mise en relation de l'offre et de la demande a permis d'évaluer les risques de rupture de stock, en fonction du climat, et de réfléchir avec les irrigants, à des règles de gestion de la retenue levant les phases critiques observées par simulation.

1. Introduction : périmètres irrigués, problématiques et positions méthodologiques

Les périmètres irrigués collectifs représentent une situation de gestion dans laquelle des acteurs multiples s'organisent autour du partage d'une ressource (l'eau) et d'un équipement (le réseau hydraulique). La durabilité économique, technique et écologique de ces outils de production coûteux est conditionnée (i) par la capacité de l'organisation gestionnaire à fournir un service hydraulique de qualité aux irrigants, et (ii) par la capacité de ces derniers à valoriser l'eau fournie, sous la forme d'une production rémunératrice permettant de couvrir le coût du service rendu.

Depuis une dizaine d'années, les conditions institutionnelles dans lesquelles fonctionnent ces périmètres ont beaucoup évolué La libéralisation économique et le désengagement des Etats compliquent leur gestion, du fait de la multiplication des acteurs en interaction et des incertitudes pesant sur les marchés des productions irriguées (Bélières et *al.*, 1995). Les agriculteurs se trouvent de plus en plus directement impliqués dans la gestion des périmètres et doivent résoudre de nombreux problèmes, techniques et financiers, liés à la maintenance et au renouvellement des équipements hydrauliques, à la sous-évaluation de la tarification de l'eau (Montginoul, 1997) ou au poids croissant des redevances impayées (de Nys, 1997 ; Fall, 1998). Ce phénomène général, observé en France (Garin, 1996) comme dans les pays du Sud (Vermillion, 1996), fragilise la pérennisation de ces investissements comme la préservation d'une ressource en eau de plus en plus convoitée.

Aider les acteurs à concevoir de nouvelles stratégies de gestion représente un enjeu important pour l'avenir des périmètres irrigués collectifs. Il implique la satisfaction d'objectifs individuels de revenus, une couverture des coûts liés à un certain niveau de maintenance des équipements, une incitation éventuelle à la diminution des consommations en eau et l'émergence de règles de partage dans les situations de ressource limitée. L'élaboration de telles démarches opérationnelles d'aide à la décision suppose de dépasser la complexité des représentations systémiques (Molle & Ruf, 1994), l'énoncé de principes organisationnels généraux (Ostrom, 1992) ou l'empirisme des méthodes participatives (Gosselink P. et Thompson J., 1997).

L'option méthodologique adoptée ici s'inspire des démarches de recherche en intervention expérimentées en gestion industrielle (Moisdon, 1984 & 1997). Partant d'une demande éventuellement reformulée par la suite, l'intervenant cherche, à travers une série d'observations et d'entretiens, à formaliser le problème posé autour d'un cadre conceptuel, éventuellement traduit en outils de gestion ou de simulation. Ceux-ci viendront alimenter les dynamiques de changement des acteurs, en leur permettant d'améliorer leurs modalités de gestion courante, ou de réfléchir à des scénarios prospectifs relatifs aux choix stratégiques à opérer.

Le cadre général de représentation adopté pour les périmètres collectifs s'articule autour de l'interface critique entre maîtrise de l'offre en eau et processus de production agricole, dans sa triple dimension technique, économique et organisationnelle. Elle se caractérise par un ensemble de processus de négociation et de coordination touchant à l'adéquation entre offre collective et demandes individuelles en eau (Rey, 1996 ; Lamacq, 1997), de son coût, de sa tarification et du paiement des redevances. Ces interactions entre organisation collective et individus se déroulent à des pas de temps différents selon les problèmes à résoudre : distribution de l'eau sur le court terme, maintenance et investissements sur le moyen et long terme, conception de nouveaux aménagements.

Ce cadre général (développé dans Le Gal et *al.*, même ouvrage) a structuré une intervention menée à la Réunion sur une retenue collinaire collective en cours de réalisation. Partant d'une présentation du site et de la problématique, nous montrerons comment des allers-retours entre

conceptualisation, instrumentation et discussion autour de scénarios, ont permis aux agriculteurs d'avancer dans la conception de règles collectives de gestion de l'eau.

2. **Les retenues collinaires à la Réunion**

2.1. ***Situation générale***

Dans les zones d'altitude de l'Ouest de la Réunion, le développement de productions horticoles dans les exploitations est récent et significatif, mais peu sécurisé du fait notamment d'une longue saison sèche (Boscher & Perret, 1996). L'accès à l'eau d'irrigation est une des préoccupations majeures des producteurs.

Depuis une quinzaine d'années, les autorités locales et l'Europe soutiennent la dynamique de diversification en subventionnant la construction de retenues collinaires individuelles. Mais elles souhaitent faire évoluer leur intervention face à l'augmentation régulière du nombre de demandes et à des modalités de gestion hétérogènes et peu satisfaisantes (retenues sous exploitées) (Fargier et al., 1996). Il s'agit en particulier de réorienter les efforts vers des aménagements collectifs plutôt qu'individuels, en ayant pour objectifs (i) de promouvoir et sécuriser la dynamique de diversification en cours, tout en minimisant les coûts, (ii) de transférer leur gestion à des organisations paysannes et (iii) de rechercher les modalités d'un large impact social des investissements.

2.2. ***La région du Dos d'Ane***

La petite région enclavée du Dos d'Ane est emblématique de la dynamique agricole des Hauts de l'ouest, avec l'émergence depuis quelques années de systèmes relativement spécialisés en production intensive de salades vertes et légumes divers. La pluviométrie annuelle est en moyenne élevée, mais masque une longue saison sèche de mai à novembre inclus, rendant l'irrigation indispensable. Une trentaine de familles exploitent moins de 20 ha actuellement. Chaque exploitation ne couvre souvent que quelques milliers de m², et 1 à 2 hectares pour les plus importantes. Les surfaces actuellement irriguées couvrent près de 14 ha, dont moins de 2 ha sous serre (Perret, 1997).

Les agriculteurs mettent en oeuvre des solutions très diversifiées pour gérer individuellement le risque climatique, tant au niveau du matériel que des pratiques d'irrigation, des ressources mobilisées et de leurs coûts (cf. tableaux 1 & 2). Une dizaine de retenues collinaires individuelles ont notamment été subventionnées.

Leur mode de remplissage pluvial et leur faible capacité (1000 à 2000 m^3) n'autorisent toutefois qu'une irrigation d'appoint, peu compatible avec les objectifs de la plupart des producteurs. Aussi, ces retenues sont souvent complémentées par (i) des captages de source ou de ravine (autorisés ou non), (ii) des raccordements au réseau d'eau potable (réseau AEP, Adduction d'Eau Potable), coûteux lorsqu'ils sont déclarés, et qui concurrencent directement les besoins domestiques, dans un contexte général de ressource rare. Enfin, certains petits producteurs ne disposent que de bassins tampons de quelques dizaines de m^3, approvisionnés par le réseau AEP.

Pour tenter de répondre au problème de pénurie récurrente et réduire les coûts AEP, quelques agriculteurs, disposant de retenues individuelles, se sont constitués en syndicat dès 1991. Ils ont mis en place, avec l'aide des autorités locales, un système de captage et de distribution d'eau vers leurs retenues. Si ce dispositif semble assurer un meilleur remplissage de toutes les retenues pendant la saison des pluies, l'insuffisance de la ressource en période d'étiage en limite la portée.

conceptualisation, instrumentation et discussion autour de scénarios, ont permis aux agriculteurs d'avancer dans la conception de règles collectives de gestion de l'eau.

2. **Les retenues collinaires à la Réunion**

2.1. ***Situation générale***

Dans les zones d'altitude de l'Ouest de la Réunion, le développement de productions horticoles dans les exploitations est récent et significatif, mais peu sécurisé du fait notamment d'une longue saison sèche (Boscher & Perret, 1996). L'accès à l'eau d'irrigation est une des préoccupations majeures des producteurs.

Depuis une quinzaine d'années, les autorités locales et l'Europe soutiennent la dynamique de diversification en subventionnant la construction de retenues collinaires individuelles. Mais elles souhaitent faire évoluer leur intervention face à l'augmentation régulière du nombre de demandes et à des modalités de gestion hétérogènes et peu satisfaisantes (retenues sous exploitées) (Fargier et al., 1996). Il s'agit en particulier de réorienter les efforts vers des aménagements collectifs plutôt qu'individuels, en ayant pour objectifs (i) de promouvoir et sécuriser la dynamique de diversification en cours, tout en minimisant les coûts, (ii) de transférer leur gestion à des organisations paysannes et (iii) de rechercher les modalités d'un large impact social des investissements.

2.2. ***La région du Dos d'Ane***

La petite région enclavée du Dos d'Ane est emblématique de la dynamique agricole des Hauts de l'ouest, avec l'émergence depuis quelques années de systèmes relativement spécialisés en production intensive de salades vertes et légumes divers. La pluviométrie annuelle est en moyenne élevée, mais masque une longue saison sèche de mai à novembre inclus, rendant l'irrigation indispensable. Une trentaine de familles exploitent moins de 20 ha actuellement. Chaque exploitation ne couvre souvent que quelques milliers de m², et 1 à 2 hectares pour les plus importantes. Les surfaces actuellement irriguées couvrent près de 14 ha, dont moins de 2 ha sous serre (Perret, 1997).

Les agriculteurs mettent en oeuvre des solutions très diversifiées pour gérer individuellement le risque climatique, tant au niveau du matériel que des pratiques d'irrigation, des ressources mobilisées et de leurs coûts (cf. tableaux 1 & 2). Une dizaine de retenues collinaires individuelles ont notamment été subventionnées.

Leur mode de remplissage pluvial et leur faible capacité (1000 à 2000 m^3) n'autorisent toutefois qu'une irrigation d'appoint, peu compatible avec les objectifs de la plupart des producteurs. Aussi, ces retenues sont souvent complémentées par (i) des captages de source ou de ravine (autorisés ou non), (ii) des raccordements au réseau d'eau potable (réseau AEP, Adduction d'Eau Potable), coûteux lorsqu'ils sont déclarés, et qui concurrencent directement les besoins domestiques, dans un contexte général de ressource rare. Enfin, certains petits producteurs ne disposent que de bassins tampons de quelques dizaines de m^3, approvisionnés par le réseau AEP.

Pour tenter de répondre au problème de pénurie récurrente et réduire les coûts AEP, quelques agriculteurs, disposant de retenues individuelles, se sont constitués en syndicat dès 1991. Ils ont mis en place, avec l'aide des autorités locales, un système de captage et de distribution d'eau vers leurs retenues. Si ce dispositif semble assurer un meilleur remplissage de toutes les retenues pendant la saison des pluies, l'insuffisance de la ressource en période d'étiage en limite la portée.

Ce groupe a joué un rôle déterminant dans la décision de construire un ouvrage à vocation collective, et dans le processus de réflexion sur ses futures modalités d'organisation et de gestion

2.3. ***Vers une retenue collective***

Pressées par ce groupe d'intérêt et par les élus locaux, les autorités ont lancé les premières études de faisabilité de la retenue collective en 1994 et 1995.

Les décisions initiales en matière d'infrastructures ont été prises sur cette base, au regard de contraintes topographiques, géologiques et hydrologiques (BCEOM et *al.*, 1995). La position et le dimensionnement de l'ouvrage principal ont notamment résulté des possibilités de remplissage, *i.e.* par rapport à la constitution de l'offre en eau. La demande en eau a toutefois été estimée également, de façon très grossière puisque fondée sur une surface potentielle totale irriguée (40ha) et sur l'évapotranspiration potentielle (ETP) moyenne mensuelle correspondante, selon deux types d'année climatique. Il en a été déduit une demande moyenne mensuelle, exprimée en m^3/j/ha.

Des choix majeurs de conception ont été faits à partir de ces estimations (position et dimension d'un bassin-tampon, taille et débit des conduits, des pompes, configuration spatiale du réseau...). Parmi ceux ci, le débit des pompes hydrauliques permet d'alimenter le bassin tampon de 630 m^3 par jour à partir de la retenue.

Courant 1997, une seconde évaluation de la demande[1] a été fondée sur (i) le nombre d'agriculteurs irrigants potentiellement intéressés (enquêtes individuelles), (ii) leurs objectifs en terme d'assolement, et (iii) un bilan hydrique moyen et simplifié associant les besoins en eau théoriques des principales cultures mentionnées, et les données bioclimatiques moyennes régionales.

Un premier bilan « prospectif » des relations offre-demande a été ainsi proposé. Tout en soulignant un risque de pénurie probablement élevé en cours de saison sèche et au regard des choix initiaux de conception, il s'est révélé encore très insuffisant pour affiner l'évaluation de ce risque au regard de l'aléa climatique, et surtout des pratiques des irrigants, qui semblaient très hétérogènes et éloignées des « standards de bonne gestion ». De plus, cette évaluation ne permettait pas d'aborder les principes de gestion collective à mettre en œuvre, et elle n'est intervenue qu'une fois les principaux choix techniques déterminant l'offre en eau arrêtés.

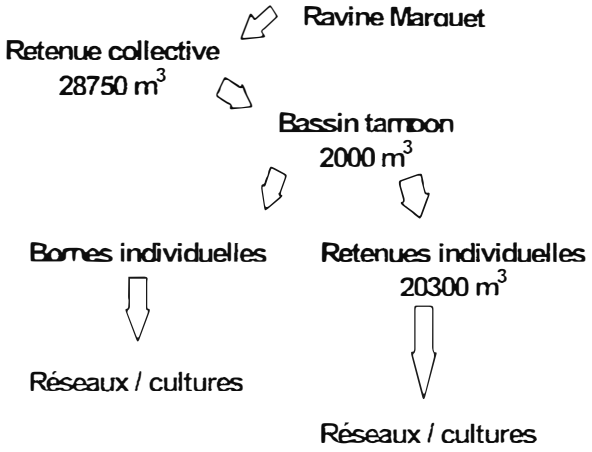
L'ouvrage du Dos d'Ane[2] détient près de 30000 m^3, et est destiné à sécuriser les systèmes irrigués de 20 à 30 agriculteurs.

---

[1] *effectuée par le service « irrigation » de la Chambre d'Agriculture de la Réunion, et par les services « animation » et « bureau d'étude » de l'Association pour la Promotion en Milieu Rural (APR).*

[2] *l'ouvrage sera mis en service à la fin 1998, il doit se remplir durant la saison cyclonique 98-99, et sera donc opérationnel début 99.*

En terme de flux et de stock d'eau, le système est le suivant :



La présente étude a été initiée mi-1997, à la demande des pouvoirs publics. Cette demande, suscitée par les résultats d'un premier travail du CIRAD sur la gestion de retenues individuelles (Fargier et *al.*, 1997), se résumait à la question suivante :

Peut-on préciser la demande collective en eau en s'intéressant aux pratiques d'irrigation individuelles des producteurs ?

Les idées sous-jacentes était (i) de préciser les risques de pénurie, et d'envisager éventuellement les modifications techniques aptes à les réduire, (ii) de décliner le contenu technique, multi-individuel, qui forge la demande collective, de façon à pouvoir porter un jugement sur les pratiques d'irrigation, et envisager des actions pour les faire évoluer (formation, conseil).

Cette demande était adressée au CIRAD et aux services de développement déjà impliqués. Ces derniers devaient de surcroît aider les producteurs à définir (i) les modalités d'une organisation leur permettant de gérer eux-mêmes l'infrastructure et son fonctionnement, et (ii) les règles de gestion collective à mettre en place.

2.4. ***Problématique***

Les questions initiales ont été reformulées. Se posent en effet plusieurs sous-questions, liées entre elles de façon itérative et qui renvoient au modèle général présenté en introduction et à la question générique : *comment pérenniser l'utilisation de ce type d'aménagement collectif sous une forme qui soit techniquement, économiquement et socialement viable ?*

Nous illustrerons la démarche utilisée pour répondre à cette question centrale en nous limitant à la dimension technique du problème, à savoir :

Quelle sera l'équilibre offre-demande en eau dans différents scénarios d'assolement et climatiques (risques de pénurie) ? Quelles règles de partage élaborer pour satisfaire fonctions de production, stratégies individuelles, usage optimal de la ressource ?...

Les questions relatives à la tarification de l'eau, également abordées au cours de l'intervention, ne seront pas exposées ici.

3. **Démarche de recherche**

En partenariat constant avec différents acteurs institutionnels (*i.e.*, des conseillers agricoles, des formateurs, des animateurs ruraux, des représentants des autorités locales), l'intervention s'est déclinée en plusieurs volets interactifs, sur une durée totale de 9 mois[3] :

- **enquêtes individuelles** visant à décrypter les stratégies et les pratiques d'irrigation des producteurs pour définir les composantes décisionnelles de leur demande en eau, pour recenser également les questions et les besoins d'information des producteurs,

- **travail de modélisation**, puis de simulation, sur les deux thèmes identifiés : relations offre / demande en eau, et élaboration du coût de l'eau,

- **réunions de groupe** visant à restituer les résultats d'enquêtes, à identifier les questions vives animant le groupe, à définir des scénarios à simuler, à restituer les résultats des simulations.

Le recours à la modélisation, impliquant les acteurs, constitue le point central de la démarche. Cette démarche apparaît en effet pertinente pour (i) structurer les processus en cause, qu'ils soient techniques, économiques ou organisationnels, et leurs interrelations (Tanguy, 1989), (ii) construire une représentation globale du problème, qui soit partagée par l'ensemble des acteurs d'une organisation et (iii) alimenter, par simulation, une réflexion prospective sur les solutions à mettre en place (Moisdon, 1984 & 1997).

*3.1. **Acquisition des données***

La demande en eau d'irrigation actuelle et future sur le périmètre maraîcher du Dos d'Ane a été définie, en agrégeant les demandes individuelles des irrigants intéressés par la retenue collective, elles-mêmes fonction de leurs projets d'assolement et de leurs pratiques traduites en programmes prévisionnels d'irrigation (Sebillote & Soler, 1990 ; Leroy, 1996). L'encadré 1 précise le cadre théorique et les modalités pratiques de cette démarche, dont le principe central est l'estimation de la demande à partir des pratiques des irrigants, et non à partir des besoins théoriques des cultures. Elle s'appuie sur :

(i) l'identification des exploitants intéressés, fondée sur la compilation de données statistiques locales, sur deux réunions d'information et de discussion générales avec l'ensemble des agriculteurs ; il s'agissait là d'élargir le groupe initial et d'impliquer d'autres agriculteurs, des méthodes spécifiques d'animation ont été mises en oeuvre par l'APR, fondée sur l'expression, la reformulation, l'analyse de dires d'acteurs, leur mobilisation dans une démarche de résolution collective des problèmes et des questions reformulés (Darré, 1994) ; vingt à trente d'agriculteurs, accompagnés par 3 ou 4 intervenants extérieurs, étaient à chaque fois réunis ;

(ii) des enquêtes visant à identifier les systèmes de culture irrigués et les pratiques d'irrigation, ensuite formalisées sous la forme de programmes prévisionnels individuels ; pour cela, 29 agriculteurs ont été enquêtés 2 à 3 fois chacun, toujours par un binôme chercheur-conseiller ou formateur, tant pour recueillir des informations que pour en valider la reformulation avec l'agriculteur ; une première partie de l'entretien abordait les aspects structurels et stratégiques de l'exploitation, une seconde partie s'intéressait aux pratiques d'irrigation.

---

[3] *l'essentiel de l'intervention s'est arrêté en février 98 (simulations). Un animateur APR continue actuellement l'appui au groupement. 16 adhésions ont été enregistrées, et le règlement intérieur devrait être finalisé et validé fin 1998.*

Encadré 1. Des modèles d'action individuels à la modélisation d'une demande collective

Les récentes avancées méthodologiques et techniques sur le thème de la gestion de l'eau d'irrigation (Leroy, 1996 ; Lamacq, 1997 ; Fargier *et al.*, 1997 ; Perret, 1997) soulignent que l'irrigant fonde rarement ses décisions sur les seules notions d'optimisation ou de maximisation des rendements ou des revenus. Les décisions, de différents niveaux, prennent souvent en compte d'abord le caractère limité de la ressource, et s'appuient sur une connaissance partielle des processus biophysiques en jeu, un savoir-faire issu de l'expérience, des interactions avec d'autres composantes du système, des critères de satisfaction des objectifs qui sont propres à l'agriculteur. Le tableau 1 fournit un exemple de ces processus. Dans une exploitation à Dos d'Ane, on constate que le débit journalier disponible ne pourra répondre à la demande de pointe certains jours. Des arbitrages sont nécessaires et constituent les liens entre les programmes d'irrigation, mais aussi avec d'autres composantes du système : hiérarchie et priorités entre cultures, état de la ressource, main d'oeuvre et trésorerie disponible...

Pour définir la demande en eau dans le périmètre de la future retenue collective, nous nous sommes attachés à expliciter puis à analyser les pratiques des irrigants, dans un but de modélisation. Différents travaux montrent que les agriculteurs placés face à un problème (ici la planification et le pilotage de l'irrigation) cherchent à se rapprocher d'une procédure d'analyse et de choix connue. Ces procédures, forgées d'expérience, forment une organisation préalable des décisions à prendre, désignée sous le terme de modèle d'action (Sebillotte & Soler, 1990 ; Papy, 1993).

L'étude s'est donc focalisée sur la définition des corps de règles définissant les décisions à prendre. Ils sont constitué de règles d'action du type : SI (condition), ALORS (action). Un ensemble d'indicateurs permettent le déclenchement des règles, le contrôle et l'évaluation, tels que le temps (régularité des apports), l'état des cultures, des paramètres climatiques (pluie) ou des dates. Ces modèles d'action ne sont pas forcément explicites dans l'esprit des agriculteurs. Spécifiques à chaque individu, leur formulation nécessite des entretiens centrés sur la nature des décisions à prendre, et guidés par une représentation générique des processus mobilisés. Nous avons exploité le cadre de représentation mis en évidence chez des irrigants lors d'études précédentes (Leroy, 1996 ; Fargier *et al.*, 1997).

L'analyse des pratiques relevées lors de l'enquête révèle que ces règles sont souvent interconnectées, et se fondent finalement en un corps de règles (modèle d'action) par culture, généralement formulé sur l'année. On distingue des indicateurs de déclenchement de ces règles (régularité des apports, conditions climatiques, dates et cycles culturaux) et des indicateurs d'ajustement (état de la culture, disponibilité de la ressource, de la main d'oeuvre, du matériel...), moins fréquemment mobilisés. Comme exemple, le tableau 2 formalise un corps de règles relatif à une culture de salade à Dos d'Ane.

Tableau 1. Exemple de système irrigué individuel à Dos d'Ane : assolement, équipement , débits potentiel et disponible.

	Fraise serre	Salade serre	Agrumes	Salade	Légumes divers
Surface (m^2)	300	960	6000	8000	4000
Equipement	g.à.g (2 l/h)	asperseurs pendulaires (90 l/h)	g.à.g (2 l/h)	microasperseurs (90 l/h)	asperseurs (180 l/h)
Débit max. m^3 / j	2.6	5	9	38.5	13.5
Fréquence	2 j / semaine	1 semaine / 6	1 j / 15	1 semaine / 7	ts les jours
Période	toute l'année	toute l'année	de mai à nov.	de avril à déc.	de déc. à août
Débit max. m^3 / j			68.6		
Débit dispo.m^3/h			6.3		

Tableau 2. Exemple de modèle d'action : culture, surface, programme d'irrigation, règles et indicateurs.

Culture	Salade de plein champ
Cycle	7 semaine en moyenne sur l'année
Surface totale	8000 m^2
Surface élémentaire par cycle	300 à 1000 m^2
Matériel	environ 700 microasperseurs à 90 l/h
Règles	SI date = jan-fev-mars (saison cyclonique) ou date = juil-août (surproduction) • ALORS seulement ½ de la surface totale en culture SI jour normal (ensoleillé ou nuageux), ALORS 1 irrigation, durée ½ h SI jour de repiquage, ALORS 5 à 6 irrigations d'environ ¼ h min. (reprise salade et refroidissement du polyéthylène) SI semaine suivant le repiquage, ALORS deux irrigations, durée ½ h SI jour n avec pluie efficace (P_n>2 mm), ALORS pas d'irrigation le jour n Si période de fortes pluies les jours précédents (P_{n-1} + P_{n-2} + P_{n-3} > 20 mm), ALORS pas d'irrigation le jour n
Ajustements	Ressource en eau = retenue collinaire, SI pénurie, ALORS AEP. SI débit disponible limitant, ALORS salade prioritaire sur autres cultures (ex. agrumes jamais irriguées les jours de repiquage)
Consommations	0 m^3 ou 38.43 m^3 ou 19.22 m^3 par jour

3.2. Modélisation de la demande en eau

Les demandes en eau individuelles sont définies quotidiennement, à partir d'un programme de calcul sur tableur, qui intègre les modèles d'action évoqués plus haut. Conformément à ces règles, l'évaluation de la demande quotidienne nécessite des données climatiques (pluie, parfois ETP), et la prise en compte du temps (dates).

Cette démarche de modélisation repose sur trois principes : (i) une explicitation formelle des règles mises en oeuvre par l'irrigant, (ii) leurs simplification en un système de règles modélisables, et (iii) la validation par l'agriculteur des deux précédents, ainsi qu'un contrôle des résultats de simulations comparés à des données connues (factures AEP, connaissance par l'agriculteur). L'idée n'est toutefois pas tant de reproduire une réalité par simulation que de valider les principes de sa construction.

Au regard des données disponibles sur l'offre en eau, des simulations de la demande ont été réalisées sur les mêmes années climatiques types : une médiane (1988) et une quinquennale sèche (1984). Le principal paramètre variable des différentes simulations était le nombre d'agriculteurs. Les résultats sont : les demandes maximales journalières individuelles, les cumuls par agriculteur par période de temps, les demandes maximales collectives journalières, le cumul annuel de consommation potentiel. Le caractère limité de la ressource n'a pas été pris en compte à ce niveau.

Trois réunions espacées d'un mois environ ont permis de restituer les résultats des simulations, de façon progressive en intégrant les réactions des agriculteurs et certaines défections. Lors de cette étape, les agriculteurs ont été amenés à réfléchir sur une représentation renouvelée, explicite et élargie de leur projet. Les consommations et les coûts attachés à leur projet, parfois l'incompatibilité de certains projets au regard des possibilités hydrauliques du système, le coût même de l'adhésion, mais aussi l'appartenance et/ou la position dans le réseau de connaissance local, ont amené certains agriculteurs à renoncer à une adhésion, alors que d'autres ont modifié leurs projets. Ainsi, de façon itérative, une nouvelle demande a été redéfinie.

In fine, 16 agriculteurs ont adhéré au syndicat début 1998. Huit disposent d'une retenue individuelle remplie par la retenue collective et représentent 2/3 de la demande. Les 8 autres sont approvisionnés directement par la retenue collective. Des adhésions ultérieures sont toutefois probables, lorsque certains auront mûri leur réflexion et modifié leur projet. Toutefois, les dernières simulations montrent qu'avec 16 agriculteurs émargeant à la ressource en 1999, le système atteint d'ores et déjà ses limites. La demande potentielle quotidienne en pointe est en effet de 610 m^3 avec les pratiques actuelles, pour un remplissage du bassin tampon de 630 m^3./ jour.

3.3. ***Modélisation des relations offre-demande en eau***

Une deuxième étape de modélisation a consisté à associer offre et demande en eau Les consommations résultantes des simulations précédentes ont ainsi été intégrées à un modèle d'évolution de la ressource en eau dans la retenue collective (variable de sortie : stock détenu quotidien). L'objectif est ici d'aider à l'élaboration d'un corps de règles de gestion collective de l'eau, indispensable pour lever les phases critiques observées par simulation. Les choix de paramétrage du modèle, puis ses résultats ont été discutés lors de deux réunions collectives.

Ce modèle, bâti sur tableur, permet la simulation de l'évolution de la ressource selon les deux années climatiques types, en introduisant des paramètres de gestion collective (règles de partage, de remplissage des différents compartiments, hydraulique du système ...).

Les résultats des différentes simulations indiquent que le nouvel aménagement hydraulique permet le remplissage complet de toutes les retenues (collective et individuelles) au cours du premier trimestre, quel que soit le scénario climatique et la demande qui s'y rattache. En revanche, comme pressenti par les différents acteurs, l'offre de la nouvelle retenue ne pourra satisfaire la demande pour toute la saison sèche. Afin de repousser globalement la date de pénurie, de satisfaire chacun dans un esprit d'équité permettant d'éviter de nouvelles défections ou l'émergence de conflits, et d'optimiser le système hydraulique, des règles collectives de gestion ont été simulées et proposées à la réflexion du groupe.

A titre d'exemple, le tableau 3 présente l'effet d'une règle de partage adoptée et insérée dans le règlement intérieur après simulation et discussion. Il s'agit de définir un niveau seuil dans la retenue collective, en dessous duquel les retenues individuelles ne sont plus approvisionnées. Cette règle et le seuil qui a été retenu permettent de repousser la date moyenne de pénurie pour tous et ne spolie pas les irrigants sans retenue individuelle par rapport aux autres.

Les modèles ont été diffusés auprès d'agents de développement, et utilisés lors des phases d'élaboration du règlement intérieur de la structure gestionnaire, courant 1998.

Tableau 3. Résultats de simulations de l'évolution des stocks détenus dans la retenue collective et dans les retenues individuelles (cumul), avec ou sans règle de remplissage des retenues individuelles, et selon l'année climatique.

Année quinquennale sèche (1/5)	Sans règle	Avec règle
Date épuisement retenue collective :	10 juillet	27 août
Date épuisement retenues individuelles (moyenne) :	29 août	14 août

Année médiane (1/2)	Sans règle	Avec règle
Date épuisement retenue collective :	15 août	27 septembre
Date épuisement retenues individuelles (moyenne) :	27 septembre	10 septembre

Règle : lorsque la retenue collective détient moins de 9000 m^3, soit 1/3 de sa capacité max., le remplissage des retenues individuelles est arrêté.

Paramétrage de la simulation :

détentions au 1er janvier : 5000 m^3 (retenue collective) et 3000 m^3 (retenues individuelles)

alimentation retenues individuelles : 500 m^3/jour en jan-fev-mars, sinon 400 m^3/jour

alimentation du bassin tampon : 630 m^3/jour (débit max.)

4. Discussion et conclusion

Même s'il est encore trop tôt pour juger de la validité complète de la démarche proposée, on constate déjà l'intérêt manifesté par les structures d'appui et les agriculteurs, pour une méthode et des outils qui permettent de dépasser la seule description des événements, ou des échanges essentiellement déclaratifs et qualitatifs. En terme d'aide à la décision individuelle et collective, plusieurs étapes de la démarche ont d'ores et déjà produit des informations, mobilisées par les acteurs : ajustements de projets individuels, élaboration du règlement intérieur du syndicat notamment.

D'une façon générale, le choix collectif et négocié de scénarios prospectifs, l'évaluation de ces scénarios au regard d'indicateurs de performance choisis par les acteurs, la prise en compte des risques climatiques et financiers, sont autant d'éléments qui viennent nourrir le débat sur des bases objectivées, partageables et compréhensibles par tous. Une telle démarche permet de focaliser l'attention du groupe sur la recherche de solutions de compromis acceptables, et d'éviter de rentrer dans les conflits autour de l'accaparement de la ressource limitante.

Cette démarche requiert des informations concernant les caractéristiques du système étudié, ses performances, mais surtout les pratiques et les processus de décisions qui les sous-tendent. Leur explicitation ne se justifie pas seulement en vue d'une modélisation à des fins d'aide à la négociation collective, mais aussi (i) pour objectiver puis ajuster les stratégies individuelles des irrigants, en simulant leurs conséquences, (ii) pour aborder les fonctions de conseil, de formation, et de recherche, en pointant les pratiques les moins adaptées, les manques d'informations et de références des agriculteurs comme des agents de développement, mais aussi (iii) pour amener les conseillers et la recherche à s'intéresser de près aux pratiques en cours, comme point de départ à toute innovation. En effet, la démarche interroge les acteurs locaux et les intervenants

extérieurs sur leurs systèmes d'information et la pertinence des référentiels disponibles au regard des problèmes posés : connaît-on, par exemple, les quantités d'eau utilisées ? les besoins en eau des plantes dans un site donné ? quelles sont nos capacités à juger de la validité des pratiques d'irrigation des agriculteurs ?

Plus globalement, cette approche visant à créer les conditions organisationnelles d'une meilleure gestion des périmètres irrigués, amène à s'interroger sur deux points déjà soulevés par les recherches en gestion industrielle. Le premier touche aux dynamiques d'apprentissage. Les connaissances mobilisées dans les périmètres irrigués vont du savoir-faire individuel lié aux pratiques d'irrigation, au savoir-combiner lié aux négociations entre des acteurs en grande partie autonomes (Hatchuel, 1994). Comment, dans ces conditions, faciliter les processus d'apprentissage organisationnel qui permettront au groupe de mobiliser les savoirs individuels pour une utilisation plus efficace de la ressource collective ? L'expérience de Dos d'Ane est encore trop brève pour juger de l'intérêt des apports d'intervenants extérieurs et d'outils tels que la simulation pour stimuler ces dynamiques organisationnelles.

Le second point a trait aux relations entre conception et utilisation du périmètre. L'exemple présenté ici a montré combien les principes et connaissances mobilisés durant la phase de conception ont notablement influencé les choix organisationnels ultérieurs, en fermant les possibilités techniques tout en pesant sur les coûts. Cette rupture entre concepteurs et agriculteurs, communément relevée dans le domaine de l'irrigation (Diemer and Huibers, 1996) amène à s'intéresser au modèle de l'ingénierie concourante mis en place depuis quelques années dans l'industrie manufacturière (Midler, 1996). Si ce modèle n'est pas transposable tel quel, ses principes d'intégration de plus en plus poussé entre la phase de conception et de fabrication d'un objet, et les instruments de coordination mis en œuvre pour y parvenir, mériteraient d'être confrontés aux problèmes rencontrés dans l'implantation des périmètres irrigués.

5. **Bibliographie**

BCEOM, CNR & ALC, 1995. Retenue collective du Dos d'Ane : avant projet détaillé. Région Réunion / DAF, BCEOM, A94.53, 75p.

Bélières J.F., Havard M. et Le Gal P.-Y., 1995. Désengagement de l'Etat et dynamiques d'évolution de la riziculture irriguée dans le delta du fleuve Sénégal. In *Quel avenir pour les rizicultures de l'Afrique de l'Ouest ?*, Bordeaux, France, CNRS-CIRAD, 4 au 7 avril 1995, 11p.

Boscher M. & Perret S., 1996. *La diversification dans les Hauts de Saint Paul (Réunion) : analyse des situations agricoles et stratégies de gestion des risques climatiques et de la mise en marché.* Cirad-Sar n°132/96, 83 p.

Darré J.P. (Editeur), 1994. Pairs et experts dans l'agriculture. Dialogues et production de connaissance pour l'action. *Technologies, Idéologies, Pratiques*, (19) 1, 227p. (Erès Publ.).

Diemer G. and Huibers F.P., 1996. Crops, people and irrigation. Water allocation practices of farmers and engineers. Intermediate Technology Publications, 155 p.

Fall Ch., 1998.*Gestion collective et financière de la redevance hydraulique dans les grands aménagements transférés du delta du fleuve Sénégal.* CIHEAM, 108 p. + annexes.

Garin P., 1996. *La maintenance des réseaux d'irrigation gérés par les ASA.* CEMAGREF, 16p.

Gosselink P. & Thompson J., 1997. *Application of participatory rural appraisal methods for action research on water management.* IIMI, 29 p.

Hatchuel A., 1994. Apprentissages collectifs et activités de conception. *Revue française de gestion* , 99 : 109-120.

Hatchuel A. & Moisdon J.-C., 1993. Modèles et apprentissage organisationnel. In *Instrumentation de gestion et conduite de l'entreprise*, L.-G. Soler ed., *Cahiers Economie et Sociologie rurales*, INRA, 28 : 18-32.

Lamacq S., 1997. *Coordination entre l'offre et la demande en eau sur un périmètre irrigué. Des scénarios, des systèmes, et des hommes...* Thèse Doct., CEMAGREF, ENGREF,137 p. + annexes.

Le Gal P.-Y. & Papy F., 1998. Co-ordination processes in a collectively managed cropping system: double cropping of irrigated rice in Senegal. *Agricultural Systems*, 57(2) : 135-159.

Leroy P., 1996. *Gestion des ressources limitées en eau : conséquences agro-économiques.* Rapport de synthèse, CE/INRA, chap. IV, Water Management at Farm Level, 65p.

Midler Ch., 1996. Modèles gestionnaires et régulations économiques de la conception. In G. de Terssac et E. Friedberg (dir.), *Coopération et conception*, Octares Editions, pp. 63-86.

Moisdon J.-C. dir., 1997. *Du mode d'existence des outils de gestion.* Seli Arslan Editions, Paris, 286 p.

Moisdon J.-C., 1984. Recherches en gestion et intervention. *Revue Française de Gestion*, sept-oct. 1984, pp. 61-72.

Molle F. & Ruf T., 1994. Eléments pour une approche systémique du fonctionnement des périmètres irrigués. In *Symposium International "Recherches-système en Agriculture et Développement Rural"*, Montpellier, France, 21-25 novembre 1994, pp. 114-118.

Montginoul M., 1997. *Une approche économique de la gestion de l'eau d'irrigation : des instruments, de l'information et des acteurs.* Thèse de doctorat, Cemagref, Université de Montpellier I, 296 p.

de Nys E., 1997. *La gestion de la redevance en eau sur trois petits périmètres irrigués au Tchad.* Mémoire de fin d'études, CNEARC-CIRAD-ADER, 83 p. + annexes.

Ostrom E., 1992. *Crafting institutions for self-governing irrigations systems.* ICS Press, 111p.

Perret S., 1997. *La nouvelle retenue d'eau collective et les systèmes horticoles du Dos d'Ane : analyse des pratiques et de la demande en eau des irrigants, modélisation prospectives des relations offre-demande.* Cirad-Sar n°125/97, 25 p.

Pretty J.N., 1995. Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development,* 23(8): 1247-1263.

Rey J., 1996. *Management des périmètres irrigués, enseignements de l'entreprise pour la gestion du changement.* Thèse Doct. ENSMP/CGS, 177 p.

Sébillotte & Soler, 1990. Les processus de décision des agriculteurs. 1. Acquis et questions vives. *In : Modélisation systémique et systèmes agraires. Décision et Organisation.* J. Brossier, B. Vissac & J. L. Le Moigne Edit., Paris, France, INRA, pp. 93-101.

Tanguy H., 1989. La réhabilitation des modèles et des plans dans l'entreprise : cas d'une maison de Champagne. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n°10, pp 25-64.

Vermillion D.L., 1996. Le transfert de gestion de l'irrigation : conditions de succès, options de changement. In *Les conditions de l'auto-gestion des organisations de producteurs dans les aménagements hydro-agricoles*, GRET-IIMI, 24-28 septembre 1996, Niamey, Niger, 26 p.