Département territoires,
environnement et acteurs
Cirad-tera

Stratégies d'agriculteurs et gestion des périmètres irrigués de Mandacaru et Maniçoba (Pôle Petrolina-Juazeiro, Brésil)

Rapport de mission au Brésil
3 au 15 juillet 2000

Pierre-Yves Le Gal

Cirad/Tera n°43 /00
Juillet 2000

Stratégies d'agriculteurs et gestion des périmètres irrigués de Mandacaru et Maniçoba (Pôle Petrolina-Juazeiro, Brésil)

Rapport de mission au Brésil
3 au 15 juillet 2000

Pierre-Yves Le Gal

Cirad/Tera n°43 /00
Juillet 2000

Résumé

Cette mission avait pour objectif de superviser les études conduites par un doctorant et deux étudiants concernant l'analyse des stratégies des producteurs et la gestion de deux périmètres irrigués du pôle Petrolina-Juazeiro au Brésil (Mandacaru et Maniçoba). Compte tenu de l'état d'avancement du travail de terrain, une partie importante du séjour a été consacrée à la conduite d'entretiens auprès des agriculteurs enquêtés. Ces rencontres ont permis de préciser les contraintes auxquelles ceux-ci ont à faire face dans la transition qui les conduit d'assolements à base de cultures maraîchères annuelles vers des cultures fruitières pérennes. Leur situation financière est apparue précaire et très dépendante des résultats technico-économiques incertains des cultures maraîchères. Cette précarité les conduit à des montages avec des acteurs extérieurs, qui fournissent les avances aux cultures mais se rémunèrent sur la récolte à des taux d'intérêt très élevés. Ces informations ont été utilisées pour construire une typologie des exploitations utilisable dans un modèle d'aide au choix tarifaire. Des scénarios de structure tarifaire seront simulés sur chaque périmètre, afin d'alimenter une discussion avec les gestionnaires sur cette question centrale. Le couplage de ce modèle tarification avec un modèle de simulation des relations entre offre et demandes en eau sera étudié. Ce dernier sera revu de façon à intégrer une simulation journalière des demandes des agriculteurs, elles-mêmes regroupées par grands types d'assolement. L'organisation d'un séminaire sur la dynamique régionale de l'agriculture irriguée est proposée en conclusion. Ce séminaire sera l'occasion de présenter l'ensemble des résultats accumulés par le Cirad sur ce terrain, et d'envisager les suites à donner à cette opération.

*

* *

Sommaire

1. **Contexte de la mission** 1

2. **Objectifs de la mission** 2

3. **Contenu et déroulement de la mission** 2

4. **Analyse des stratégies des agriculteurs** 3

5. **Aide au choix d'une tarification de l'eau** 7

6. **Relations offre-demande en eau et couplage avec le modèle tarification** 10

7. **Organisation d'un séminaire sur la dynamiquerégionale culture irriguée** 13

1. Contexte de la mission

Cette- mission au Brésil s'inscrit dans le cadre des activités de l'action thématique programmée 10/98 du Cirad sur la gestion des périmètres irrigués collectifs. Depuis 1998, les deux périmètres de Mandacaru et Maniçoba, situés sur le rio Saõ Francisco en aval de Juazeiro (Bahia), ont été choisis pour analyser les processus de coordination entre agriculteurs et gestionnaires et tester une démarche d'aide à la gestion focalisée sur deux aspects : d'une part, l'organisation des relations entre offre et demande en eau dans un contexte d'évolution des assolements et des techniques d'irrigation, d'autre part, le choix d'un système tarifaire permettant au gestionnaire d'équilibrer son budget tout en demeurant compatible avec les capacités de paiement des agriculteurs (Le Gal, 1999).

Les deux périmètres diffèrent par leur taille, leur assolement global (cultures annuelles dominantes à Mandacaru arboriculture dominante à Maniçoba,), et les acteurs présents (uniquement colons sur des lots de 7 à 10 ha à Mandacaru, colons et entreprises familiales et agro-industrielles à Maniçoba). Dans les deux cas, le périmètre est géré par un District, dont le directeur est un professionnel qui dépend d'un conseil d'administration. Le District de Mandacaru a été mis en place récemment et son directeur actuel est un agent de la Codevasf, organisme para-étatique chargé du développement de l'irrigation sur le Saõ Francisco. Le périmètre était auparavant géré par une coopérative, dont les résultats et l'efficacité ont été mis en doute.

Depuis 1998, le dispositif de recherche est basé sur la présence d'un doctorant de la KU Leuven, Erwin de Nys, qui effectue des séjours de un à quatre mois sur place. Le sujet de la thèse porte sur la modélisation des relations entre gestionnaire et agriculteurs autour de la planification de la distribution de l'eau et du choix de la tarification, ces deux décisions étant liées. Les opérations conduites jusqu'ici ont permis de recueillir les informations, en 1998 sur la fonction de coût du gestionnaire et les principes de la tarification actuels (de Nys, 1999), en 1999 sur l'organisation de l'offre et la modélisation des demandes individuelles en eau (Verbrugge, 2000). En 2000, l'objectif est d'intégrer cet ensemble de connaissances autour de deux outils de simulation connectés, et de préciser certains aspects de fonctionnement du périmètre (efficience de l'irrigation et du drainage) et des exploitations agricoles. A cet effet, trois stages ont été mis en place en sus de la thèse :

- une étude des stratégies des agriculteurs face à la redevance en eau, réalisée par Caroline Jehan, étudiante à l'INA-PG co-encadrée par S. Morardet (Cemagref), R. Ducrot et moi-même, avec la participation d'E. de Nys ;
- le test d'un outil de simulation des choix tarifaires, réalisé par Roberto Garcia, également étudiant à l'INA-PG, co-encadré par Th. Rieu (Cemagref) et moi-même, avec la participation d'E. de Nys ;
- l'évaluation de différents indicateurs de fonctionnement hydraulique du périmètre, étude conduite par Klartje Vandersypen, étudiante à la KU Leuven, co-encadrée par E. de Nys et le Pr. Dirk Raes.

Le stage de Caroline Jehan est financé sur les fonds incitatifs du PCSI, les deux autres par l'ATP.

Durant son séjour de la mi-juin à la mi-octobre, E. de Nys a pour objectifs de développer le modèle offre-demande en eau, de le coupler au modèle tarification, d'y intégrer l'ensemble des informations produites par les différents étudiants, et de tester l'intérêt de cette modélisation en terme d'aide à la décision aux gestionnaires et aux conseils d'administration des périmètres.

2. **Objectifs de la mission**

La mission avait pour objectif de superviser les différents travaux conduits par les étudiants et le doctorant, sachant que leurs échéanciers étaient très différents :

- C. Jehan et R. Garcia étant en fin de stage, il s'agissait de faire le point des informations quantitatives et qualitatives collectées, de construire une typologie des exploitations par périmètre et de tester quelques scénarios de tarification à présenter aux gestionnaires et conseils d'administration.

- Concernant E. de Nys, l'objectif était de préciser les bases conceptuelles du modèle offre-demande en eau, particulièrement dans sa dimension "demande", et de réfléchir au couplage de ce modèle avec la partie "tarification".

- Le sujet de K. Vandersypen n'a pas fait l'objet d'une attention particulière dans la mesure où l'étudiante venait d'arriver et que son sujet, plus hydraulique, avait été préparé par D. Raes lors d'une mission réalisée en avril sur place.

Parallèlement à ce travail d'encadrement, des rencontres étaient prévues avec nos partenaires institutionnels sur place, Embrapa et Codevasf, afin de discuter des suites à donner à cette opération, sachant que les activités et financements actuels s'achèveront en 2001 (bourse d'E. de Nys et budget de fonctionnement de l'ATP). Cette suite devait être discutée dans la perspective de l'affectation de R. Ducrot dans une Université brésilienne, pour travailler sur le thème de l'eau agricole[1].

3. **Contenu et déroulement de la mission**

Lors de la première séance de travail avec les étudiants, j'ai été surpris de constater que C. Jehan n'avait pas commencé la phase d'entretiens avec les agriculteurs, telle qu'elle avait été prévue lors de la mission de S. Morardet en mai 2000. En conséquence, et compte tenu de la nécessité de mieux comprendre les stratégies des producteurs pour construire et simuler des scénarios de choix tarifaires, le contenu de la mission a été réorientée de façon à donner la priorité à la tenue de ces entretiens.

Ce retard a également eu pour conséquence de revoir à la baisse les objectifs du stage de R. Garcia, qui se limitent maintenant à une démonstration aux différents partenaires (Embrapa, Codevasf, districts) de l'outil tel qu'il a été conçu, pour manifestation d'intérêt, remarques et validations.

La mission s'est alors déroulée ainsi :

4/7 séance de travail avec E. de Nys et R. Garcia (C. Jehan étant malade n'a pu assister à ce premier entretien) : état des travaux réalisés à partir de l'enquête exploitation sur les deux périmètres.

5/7 séance de travail avec E. de Nys, C. Jehan et R. Garcia : confirmation de l'absence d'entretiens réalisés avec les agriculteurs. Explicitation du contexte des deux périmètres. Réorientation de la problématique. Analyse de quatre exploitations sur la base des enquêtes quantitatives

[1] La rencontre initialement prévue avec Bastiaan Reydon, chercheur à l'Université de Campinas (Etat de Saõ Paolo) n'a pu avoir lieu du fait de son absence lors de mon retour à Saõ Paolo.

conduites jusqu'ici, en préparation aux entretiens réalisés les jours suivants. Construction d'une grille d'entretien.

6/7 réalisation des entretiens sur deux exploitations de Mandacaru, avec test de la grille (E. de Nys, R. Garcia et moi-même)

7/7 poursuite des entretiens à Mandacaru, menés en parallèle par E. de Nys, R. Garcia, C. Jehan et moi-même.

8/7 séance de travail avec E. de Nys sur le modèle offre-demande en eau et son couplage avec le modèle tarification.

10/7 fin des entretiens à Mandacaru. Rédaction des comptes rendus d'entretien. Réflexion sur la structuration des informations et sur l'élaboration d'une typologie.

11/7 réunion avec le directeur du district de Maniçoba, Carlos Alberto Bustamante. Réalisation de deux entretiens auprès d'agriculteurs de Maniçoba.

12/7 réunion avec Rebert Coelho, chercheur à l'Embrapa, puis avec Luiz Gonzaga Neto, directeur scientifique adjoint. Point sur les travaux en cours et discussion sur l'organisation d'un séminaire sur l'agriculteur irriguée régionale, au cours du premier semestre 2001.

séance de travail avec R. Garcia et E. de Nys sur le modèle tarification et le choix de scénarios tarifaires à présenter aux districts.

13/7 réunion avec Carlos Alberto Pereira Mouco, responsable du service production à la Codevasf de Juazeiro. Point sur les travaux en cours et discussion sur l'organisation d'un séminaire sur l'agriculteur irriguée régionale.

Séance de travail final avec C. Jehan, R. Garcia et E. de Nys : planification des travaux d'ici le départ des étudiants, organisation des restitutions prévues les 26, 27 et 28/7 devant l'Embrapa-Codevasf et les districts.

4. **Analyse des stratégies des agriculteurs**

Problématique et méthodologie

La problématique initiale traitée par C. Jehan dans le cadre de son stage concernait la relation entre les stratégies des producteurs individuels et le paiement de la redevance en eau. Ce sujet partait d'un constat et de deux hypothèses

(i) un certain nombre d'agriculteurs accusent des retards de paiement de leurs factures d'eau pouvant aller à plusieurs mois sur les deux périmètres[1].

(ii) ces retards seraient dus pour une part à des problèmes de trésorerie, pour une autre à des revenus structurellement insuffisants. Cette seconde hypothèse est souvent contestée par les gestionnaires de périmètre, qui considèrent, sur la base de leurs références économiques, que les exploitations sont en grande majorité à même de dégager des revenus suffisants.

L'enquête conduite sur 15 exploitations de Mandacaru et 30 exploitations de Maniçoba a consisté à recueillir des informations quantitatives concernant la structure de l'exploitation, son assolement, les résultats techniques (rendements par culture) et économiques (budgets de culture, compte d'exploitation, reconstitution de trésorerie, dépenses familiales). Cette enquête devait également servir de base pour construire une typologie des exploitations utilisable dans le modèle "tarification".

Un premier passage a été réalisé par des enquêteurs locaux, recrutés sur le budget de l'ATP. C. Jehan a consacré un temps important à nettoyer et compléter les données, notamment pour la partie "trésorerie". Cet investissement, le constat fait en cours d'analyse qu'aucune liaison claire n'existait entre la gestion de la trésorerie et le paiement de la redevance, et le temps important consacré à l'élaboration d'un questionnaire là où une grille d'entretien aurait suffit, ont freiné l'étudiante dans la poursuite de son travail, et notamment la conduite des entretiens. Il est dommage qu'elle n'ait pas sollicité plus rapidement ses encadrants, pour passer ce cap et éviter une perte de temps dommageable par la suite.

Elle disposait donc à mon arrivée d'un ensemble de données, mais de peu de connaissances sur les stratégies et les choix tactiques des agriculteurs à même d'expliquer les valeurs observées. Cete situation bloquait également l'avancée du travail de R. Garcia, dans la mesure où nous ne pouvions faire des hypothèses sur les comportements des agriculteurs face à un changement de tarification.

Après en avoir discuté par courrier électronique avec R. Ducrot, S. Morardet étant alors en congé, j'ai pris la décision de réaliser au plus vite ces entretiens, en commençant par le périmètre de Mandacaru où l'échantillon était plus restreint. L'objectif était de comprendre les projets et stratégies des agriculteurs, d'une part, et leur position par rapport à la redevance et au périmètre d'autre part. La méthode a consisté à reprendre les données disponibles par exploitation, à les analyser de façon synthétique et à dresser les questions plus spécifiques à poser autour de la grille d'entretien générale suivante :

- historique de l'exploitation depuis son arrivée sur le périmètre
- choix d'assolement, conduite des cultures et rendements
- stratégies de commercialisation (prix de vente), coûts et revenus
- paiement de la redevance et opinions sur le prix de l'eau et la gestion du périmètre
- projets futurs.

Chaque entretien a fait l'objet d'un compte rendu rédigé dans la foulée, de manière à pouvoir échanger l'information collectée entre les différents étudiants (voir annexe pour un exemple).

---

[1]Les factures d'eau sont établies mensuellement et comprennent une partie fixe assise sur la superficie aménagée de l'exploitation, et une partie variable fonction de la consommation en eau. Celle-ci est mesurée chaque jour par une lecture d'échelle, la distribution se faisant gravitairement. Tout retard de paiement supérieur à trois mois est censé entraîner une coupure du service. Mais de nombreux agriculteurs traînent des dettes anciennes, qui ne font pas l'objet de sanction directe.

Les douze exploitations maintenues à Mandacaru après un premier nettoyage des données ont été enquêtées durant la mission, à raison de deux heures environ par cas. Deux exploitations de Maniçoba ont également été rencontrées en fin de mission, le reste de l'échantillon devant être réalisé dans la semaine du 17 au 21 juillet avec la participation de R. Garcia et E. de Nys.

Premiers résultats

En première analyse, les résultats obtenus à Mandacaru montrent les phénomènes suivants, que Caroline affinera dans la phase de rédaction de son mémoire :

- la plupart des exploitations se trouvent à des stades divers d'une phase de transition entre des assolements basés essentiellement sur des cultures maraîchères annuelles (melon, oignon et tomate industrielle) et des cultures fruitières (mangue, goyave, coco, fruit de la passion, banane).

- cette phase de transition a débuté pour beaucoup en 1995, avec la mise en place d'un prêt bancaire pour la plantation de vergers. Les agriculteurs de Mandacaru se sont principalement orientés sur la mangue, malgré le délai relativement long de mise en production (5 ans).

- pendant toute cette phase, leurs revenus ont dépendu des cultures annuelles, dont les résultats sont très spéculatifs compte tenu des incertitudes sur les prix et les rendements. La situation financière actuelle des exploitations dépend donc largement de leur réussite passée et présente dans le maraîchage. Mais l'existence fréquente de montages en "partenariat", où une personne extérieure fournit les avances aux cultures[1] et se rembourse sur la récolte dont elle conserve 50 % des bénéfices à titre d'intérêt, souligne la situation critique dans laquelle se trouve nombre d'agriculteurs. Si cette pratique se limite aux cultures annuelles à Mandacaru, où peu de vergers sont actuellement en production, elle concerne également les vergers de manguier à Maniçoba.

- ces incertitudes financières ont pesé sur les vergers en croissance, dont l'entretien n'a pu être effectué correctement. Ceci aura des incidences sur leur productivité à venir.

L'existence du partenariat, dont l'importance a été mise en évidence au cours des entretiens, va amener Caroline à revoir le calcul des revenus. Vu le taux usuraire pratiqué, il est évident que l'on s'éloigne dans tous les cas des budgets de culture calculés sur des bases théoriques de rendements, de prix et de bénéfices.

Il n'apparaît pas de liaison nette entre surface cultivée, assolement et situation financière des exploitations, le paiement de l'eau étant lui-même sujet aux aléas techniques et financiers rencontrés par l'agriculteur les années passées. Des exploitations en théorie solvables se trouvent en fait dans des situations financières difficiles. Si le passage à l'arboriculture est souhaitée par tous, sa réussite dépend largement des plans de financement et du choix des spéculations mises en place. Or il n'est pas assuré que l'assistance technique intervenant sur les périmètres n'ait été, et ne soit actuellement, capable de prendre en compte ces incertitudes sur les prix, les rendements et les besoins financiers des exploitations durant cette phase de transition.

---

[1]Les exploitations ne bénéficient pas en général de crédits de campagne, car elles n'ont pas fini de rembourser leurs dettes "plantation" à la banque.

Les entretiens à Maniçoba permettront de compléter cette analyse sur des cas où l'évolution des assolements vers l'arboriculture est achevée depuis plus longtemps. Mais les deux premières enquêtes réalisées ont montré des problèmes identiques, avec des espérances de revenus plus proches du fait de l'arrivée des vergers en production.

Présentation des résultats et mémoire

Sur ces bases, j'ai proposé à Caroline de structurer sa présentation aux districts et aux agriculteurs enquêtés, d'une part, à l'Embrapa et à la Codevasf, d'autre part, selon le plan suivant qui pourra également être utilisé pour son mémoire[1] :

- analyse du contexte général de la région et des deux périmètres (important pour le mémoire, moins pour les présentations où il suffira de rappeler les points essentiels)

- analyse de la diversité des exploitations sur un même périmètre, en passant en revue les aspects suivants : structure (taille, équipement, âge du chef d'exploitation, autres activités), choix d'assolement, résultats technico-économiques (rendements, prix, coûts, marges, trésorerie). Ceux-ci seront comparés d'une année sur l'autre sur une même exploitation (ou en moyenne sur l'ensemble du périmètre) et entre exploitations une même année.

- synthèse présentant les grandes tendances concernant la situation financière des exploitations et le phénomène du partenariat, le paiement de la facture d'eau, et l'évolution des assolements vers la fruticulture. Des cas réels contrastés, présentés anonymement, illustreront ces tendances.

Il ne me paraît pas nécessaire qu'une typologie soit élaborée par Caroline, car cela apportera peu à sa démonstration et l'exercice sera difficile compte tenu du caractère aléatoire des revenus. Par contre, il serait intéressant d'effectuer quelques simulations budgétaires, avec un logiciel tel que Quatre Vents, afin d'ouvrir des pistes sur la manière dont la transition entre cultures annuelles et fruitières pourrait être conduite, sous diverses hypothèses de choix de spéculations[2], prix et rendements. Cet exercicepourrait déboucher sur une réflexion concernant un conseil de gestion à ces exploitations.

Je terminerai par deux remarques générales concernant cette étude :

(i) Caroline a eu beaucoup de mal à structurer ses données d'enquête, d'autant qu'elle a utilisé un tableur plutôt qu'un gestionnaire de base de données. Elle n'a pas reçu de formation spécifique sur ces aspects au cours de sa spécialisation à l'INA-PG, ni lors de sa phase de préparation à Montpellier. Je lui ai demandé de mieux structurer ce dont elle dispose, afin que nous puissions ensuite réutiliser l'existant, même au prix d'une deuxième saisie. Je lui ai fourni à cet effet une proposition de tableaux tenant sur deux feuilles Excel. Compte tenu de la relative récurrence de ce problème dans les sujets de stage proposés par le département TERA et de l'abandon de Winstat, il serait souhaitable que des

---

[1]Le mémoire comprendra en sus une présentation de la problématique et de son évolution, depuis la question du paiement de l'eau vers une analyse de la dynamique de fonctionnement des exploitations, et un descriptif de la méthodologie utilisée.

[2]La mangue est d'entretien coûteux, produit tardivement et fournit un revenu élevé mais ponctuel (avril pour le marché local, septembre à novembre préférentiellement pour l'export, à défaut pour le marché local). La goyave et le coco présentent des avantages complémentaires : ces cultures sont moins coûteuses, produisent plus vite et fournissent des revenus réguliers toute l'année.

progrès soient faits en la matière. Michel Passouant travaille actuellement à une formalisation de la démarche passant de la conception d'une enquête de ce type à son traitement.

(ii) le stage de Caroline dénote les difficultés que ses encadrants Cirad et Cemagref ont rencontré pour se coordonner. Ce point avait déjà été souligné par S. Morardet à l'issue de sa mission, mais nous n'avons pas su y remédier collectivement. Cet aspect devra être discuté au sein du PCSI, lorsque le bilan des opérations engagées en 2000 sera fait.

5. **Aide au choix d'une tarification de l'eau**

Suite aux travaux conduits en 1999 au Sénégal, un outil de simulation a été conçu afin de comparer différents scénarios de structure tarifaire sur un périmètre donné (Le Gal, 2000). Cet outil est construit autour de trois modules connectés :

- calcul de la fonction de coût du gestionnaire
- définition de la structure tarifaire
- calcul des fonctions de revenus des différents types d'exploitation retenus

Les sorties permettent d'évaluer l'effet d'un tarif donné sur (i) l'équilibre budgétaire du gestionnaire et (ii) les revenus des agriculteurs, sous différentes hypothèses de calcul (montants dédiés à la maintenance des infrastructures, rendements et prix de vente des productions, assolements, etc.).

L'objectif du stage de Roberto Garcia était de construire une application adaptée aux deux périmètres brésiliens, de réunir les jeux de données correspondants, d'élaborer quelques scénarios tarifaires et de discuter des résultats avec les acteurs concernés (essentiellement conseils d'administration et directeurs de districts). Avec le retard pris sur la connaissance du fonctionnement des exploitations, et compte tenu de la sensibilité des questions touchant aux choix tarifaires, ce volet "discussion" se limitera, dans le cadre du stage, à une démonstration de ce que peut faire l'outil. Il sera repris par E. de Nys en l'intégrant à la réflexion sur les relations entre offre et demandes en eau.

Fonction de coût du gestionnaire

Durant son séjour sur place, Roberto a complété le jeu de données concernant la fonction de coût des gestionnaires. A Maniçoba, les charges fixes ont été ventilées en trois postes (personnel, fonctionnement et maintenance) rattachés à trois sections (administration, patrouille mécanisée, opération et maintenance). Les charges variables se limitent aux dépenses d'énergie liées au pompage. A Mandacaru, la structure des coûts est plus simple, avec trois grands postes identifiés (salaires, fonctionnement, dont l'énergie, et maintenance).

La simulation des coûts d'énergie en fonction de l'assolement est effectuée selon la méthode suivante :

- à chaque culture est affectée une demande hebdomadaire en eau, évaluée en fonction des enquêtes réalisées en 1999 (moyenne sur l'ensemble de l'échantillon) ;
- à chaque assolement type est affectée une demande hebdomadaire en eau, somme des demandes par culture ;
- les différentes demandes sont agrégées et affectées d'un coefficient multiplicateur fonction de l'efficience de distribution du réseau (valeurs fournies par le périmètre en attendant les mesures plus précises qui seront réalisées par K. Vandersypen) ;

- le volume d'eau nécessaire[1] est traduit en heures de pompage journalières, réparties entre les différentes plages horaires de coût de l'énergie, en prenant en compte le nombre de pompes à mettre en fonctionnement, leur débit et leur puissance ;

- l'énergie consommée est calculée par plage horaire et traduite en coûts qui, par sommations successives, fournissent le coût total annuel.

Typologie des exploitations

Le modèle tient compte de la diversité des exploitations face à la tarification dans un même périmètre à travers leur représentation sous la forme d'une typologie. Le poids des différents types doit être quantifié sur l'ensemble du périmètre, pour permettre le calcul de la recette globale tirée d'un tarif donné par le gestionnaire . Cette condition est contraignante, car elle suppose que les critères d'identification des types soient accessibles par enquête rapide ou dans des bases de données existantes.

Suite aux entretiens conduits à Mandacaru, il est apparu impossible de prendre en compte dans une même typologie fondée sur le revenu des exploitations, des critères simples relevant de leur taille et de leur assolement et des critères plus complexes caractérisant leur situation financière. L'absence de relation évidente entre ces différentes variables compliquait encore l'exercice. Compte tenu de l'urgence, il a été décidé de segmenter la population des exploitations selon deux critères :

- la surface cultivée[2], avec un seuil autour de 8 ha
- le taux de fruticulture dans l'assolement avec trois classes : inférieure à 20 %, compris entre 20 et 80 %, supérieure à 80 %.

Ces deux critères ont l'avantage d'être renseignés dans la base de données exhaustive que possède le district concernant le suivi des exploitations du périmètre. Roberto devra paramétrer chaque cas (budgets de culture, charges fixes, facture d'eau, dépenses familiales, autres revenus) en se basant sur l'échantillon enquêté. La situation financière variable des exploitations dans chaque type sera prise en compte différemment selon l'objectif visé :

- s'il s'agit d'évaluer les conséquences d'un tarif sur le revenu de chaque type, différents scénarios seront envisagés pour un même type : optimiste avec rendements et prix élevés et auto-financement, pessimiste dans le cas contraire (partenariat) ;
- s'il s'agit de calculer la recette globale du gestionnaire, le revenu de chaque type sera affecté d'un coefficient réducteur à préciser, qui affectera sa capacité de paiement.

Ces conventions, de même que les critères de classification des exploitations devront être explicitées et discutées avec les gestionnaires des périmètres et leur conseil d'administration. Les critères de discrimination des types à Maniçoba restent à déterminer en fonction des entretiens en cours de réalisation. Les entreprises qui exploitent plusieurs dizaines à centaines d'hectares sur le périmètre, en

---

[1]Pour l'instant on considère que le réseau est à même de répondre à la demande, quelque soit l'assolement. Le couplage avec le modèle offre-demande permettra d'affiner cette hypothèse.

[2]La surface cultivée est définie comme l'ensemble des parcelles ayant reçu au moins une culture irriguée pendant l'année. Elle est supérieure ou égale à la surface aménagée, sur laquelle est assise la partie fixe de la tarification actuelle, et inférieure à la surface développée qui intègre la succession ou l'association de plusieurs cultures sur une même parcelle.

général en monoculture fruitière, seront intégrées dans le modèle de manière simple, en considérant un budget de culture standard correspondant à leur spéculation principale.

Scénarios tarifaires

La Codevasf a réalisé des études tarifaires sur les périmètres étudiés, pour revoir les montants appliqués sans modifier la structure binôme actuelle. Ces études se sont focalisées sur la fonction de coût des districts, sans tenir compte de la situation financière des exploitations. A Maniçoba, elles ont débouché sur une proposition médiane entre la situation actuelle et l'évaluation réalisée, où la partie variable restait identique mais la partie fixe doublait, l'objectif étant de mieux sécuriser la recette du gestionnaire en cas de réduction des consommations en eau[1] :

	partie fixe (R$/ha)	partie variable (R$/m^3)
tarif actuel	3,93	18
tarif après calcul	15,00	11
tarif proposé	8,00	18

Cette proposition a été rejetée en assemblée générale par les colons, sans argumentation étayée d'après le gestionnaire. Les entreprises se sont alignées sur cette position qui leur permet de payer l'eau à un tarif inférieur à ce qu'elles seraient prêtes à accepter. Face à cette situation de blocage, alourdie par l'existence de nombreux impayés tant du côté des colons que de certaines entreprises, le gestionnaire penche pour une solution radicale consistant à séparer la partie entreprise (à laquelle des colons sont rattachés par le réseau et qui devront accepter "la loi des entreprises") de la partie colon hydrauliquement autonome. Il n'envisage pas de mettre en place un tarif optionnel qui prendrait mieux en compte les différences de qualité de service[2] et de consentement à payer.

La tarification de l'eau représente donc un sujet sensible et central, tant pour les districts que pour la Codevasf, sans qu'ils aient toujours une vision claire des choix possibles et d e leurs conséquences collective et individuelles. Pour avancer dans le débat, Roberto présentera les scénarios suivants, décidés après des échanges avec Th. Rieu :

- à Mandacaru, comparaison des différents niveaux de redevance binôme calculés par la Codevasf selon différents scénarios de revenu des exploitations, faisant varier les rendements et prix de vente des productions. Ceci permettra d'évaluer la sensibilité du système tarifaire aux incertitudes pesant sur la situation financière des agriculteurs. Il n'est pas proposé de tarif optionnel, dans la mesure où toutes les exploitations sont déjà dans une dynamique de passage à la fruticulture.

- Ces scénarios seront également testés à Maniçoba, mais on y rajoutera la mise en place d'un tarif forfaitaire assis sur un volume d'eau souscrit, avec trois options au montant croissant : petit débit et irrigation de nuit avec tour d'eau, petit débit et irrigation de jour avec tour d'eau, grand débit et irrigation à la demande. Ce choix se justifie par le fait que les assolements sont aujourd'hui relativement stabilisés avec la prédominance de la fruticulture (donc peu de modification à prévoir de la demande en eau, en dehors de changements de technique d'irrigation) alors que la mesure des consommations à l'aide

[1]Phénomène observé cette année avec la forte pluviométrie enregistrée.
[2]Les entreprises irriguent quotidiennement, à la demande, les colons selon un tour d'eau bi-hebdomadaire.

des échelles présente un coût et de nombreuses imprécisions. Les trois options correspondent, pour la première, à des colons prêt à irriguer la nuit pour réduire leur facture en eau, pour la seconde au système actuel des colons, pour la troisième au cas des entreprises, qui ont des besoins plus élevés et un service à la demande. Le montant des différents forfaits sera estimé par simulation itérative, en fonction de leur poids dans la population des irrigants et de l'objectif d'équilibre budgétaire du gestionnaire.

Les réactions des participants aux restitutions seront consignées dans des comptes rendus de réunion, et serviront de base pour définir les scénarios que testera Erwin de Nys avant son retour en Europe mi-octobre.

Le mémoire de R. Garcia sera structuré selon les parties suivantes :

- problématique générale de la tarification de l'eau sur les périmètres irrigués
- application au contexte des deux périmètres étudiés
- construction du modèle
- analyse des scénarios simulés
- analyse des réactions des interlocuteurs
- discussion sur les intérêts et limites de la démarche suivie

6. **Relations offre-demande en eau et couplage avec le modèle tarification**

Objectifs

Gestionnaire et agriculteurs sont amenés à se coordonner autour de la distribution de l'eau. Ce processus passe par deux phases distinctes : la première consiste à planifier un mode d'allocation de la ressource entre les différents niveaux hiérarchiques du système, depuis la station de pompage jusqu'aux irrigants, la seconde à piloter le système au jour le jour, en tenant compte des aléas rencontrés (pannes, fuites sur réseau, demandes supplémentaires, etc.).

Nous nous intéressons ici uniquement à la phase de planification, par rapport à des évolutions stratégiques possibles des périmètres : changements de techniques d'irrigation, d'assolement, de surfaces aménagées. L'objectif est d'aider les acteurs à négocier autour de nouveaux modes d'allocation de la ressource, en tenant compte d'aléas sur l'offre amont et la demande, liés aux conditions climatiques (P et ETP), en évaluant les conséquences des scénarios étudiés sur la couverture des besoins en eau des cultures et en faisant le lien avec les évolutions envisagées au plan tarifaire.

Construction du modèle

Après une première phase de caractérisation hydraulique des périmètres, qui sera complété en 2000 avec le stage de K. Vandersypen, et de modélisation de la demande en eau des agriculteurs (Le Gal, 1999 ; Verbrugge, 2000) et suite aux discussions conduites avec Dirk Raes et moi-même, E. de Nys a construit un modèle conceptuel des relations offre-demande en eau sur un périmètre irrigué, structuré autour de trois modules :

- le module "offre" reproduit la structure du réseau, depuis la station de pompage jusqu'aux prises des agriculteurs, en passant par les différents noeuds de distribution de l'eau et les réservoirs de stockage. A chaque composant sont associées les caractéristiques hydrauliques et les règles de gestion définissant les volumes d'eau transférables ou stockables. Ainsi la station de pompage est caractérisée

par le nombre de pompes, la capacité de chaque pompe en m^3/h et son efficience, les jours et durées de fonctionnement des pompes en fonction des horaires de travail des pompistes et des plages horaires de la compagnie électrique.

- le module "demande" permet de représenter la demande de chaque agriculteur en fonction de sa surface, de son assolement, de ses équipements hydrauliques et de ses règles de gestion de l'irrigation. Concrètement, les exploitations sont regroupées en types auxquels sont associés des hydrogrammes de demande, et positionner individuellement sur le réseau de façon à reproduire des règles de distribution telles que des tours d'eau. Les critères retenus sont dans la mesure du possible identiques à ceux utilisés pour le modèle tarification.

- le module "bilan hydrique", qui met en regard l'apport d'eau issu de la confrontation entre offre et demandes avec les besoins en eau des culture. Ceci permet de calculer un rendement relatif par culture et d'évaluer l'éventualité d'un excès d'eau, avec ses conséquences sur la remontée de la nappe phréatique et sur la salinisation des sols.

Les simulations débouchent sur l'évaluation d'indicateurs de diagnostic interne, tels que la consommation globale en eau et la couverture des demandes par l'offre, et externe, tels que la couverture des besoins en eau des cultures et les risques de remontée de nappe.

Avant de passer à une phase d'instrumentation informatique, il est apparu nécessaire de clarifier certains points :

- règles de fonctionnement du modèle : il semble préférable de partir de la demande des agriculteurs, puis de la confronter à l'offre aux différents points du réseau, en remontant jusqu'à la station de pompage. Lorsque la demande peut être satisfaite, elle est alors consommée par l'agriculteur, répartie entre ses différentes cultures, et confrontée aux besoins en eau. Dans le cas contraire, et après épuisement des marges de manoeuvre possibles et initialement programmées (allongement de la durée d'irrigation, augmentation du débit contractuel) la consommation égale l'offre, et des règles de répartition de la ressource entre les cultures en condition limitante doivent être définies dans la modélisation de la demande.

- choix du pas de temps des simulations : Erwin a proposé un pas de temps hebdomadaire, qui permet de limiter les calculs mais présente des contraintes. Le fonctionnement des différents éléments du réseau et les règles de gestion de l'irrigation par rapport à la pluviométrie se font sur un pas de temps journalier, et les tours d'eau n'ont pas forcément un rythme hebdomadaire. En conséquence, je propose de revenir à un pas de temps journalier sur l'ensemble de l'année, avec définition des éventuelles périodes de changement de règles de gestion de l'eau (offre comme demandes) et simulation par rapport à différents scénarios climatiques tirés des séries disponibles (années sèches et humides).

Si cette solution est retenue, il me semble souhaitable d'utiliser le logiciel IRMA conçu par l'INRA pour modéliser la gestion de l'irrigation à l'échelle d'une exploitation (Leroy et *al.*, 1996 ; Labbé et *al.*, 2000) plutôt que de développer un module spécifique. L'originalité du travail consistera alors à intégrer ce logiciel dans des simulations confrontant plusieurs demandes simultanées à une offre collective. Des contacts seront pris avec P. Leroy pour obtenir une version récente du logiciel.

L'utilisation du modèle pourra être testée sur l'ensemble du périmètre de Mandacaru. A Maniçoba, il paraît *a priori* plus intéressant de se focaliser sur la partie du périmètre cultivé par les colons, ce qui

évitera de préciser la demande des entreprises, en général difficilement enquêtables. Mais cette position pourra évoluer en fonction de l'intérêt manifesté par le district sur ce travail.

Couplage avec le modèle tarification

Tout scénario incluant des modification de l'offre ou de la demande aura des répercussions sur les coûts et recettes du gestionnaire et des agriculteurs, *via* la tarification en vigueur. C'est pourquoi le couplage entre les modèles offre-demande en eau et tarification sera étudié dans le cadre de la thèse d'E. de Nys. Ce couplage fournira une vision intégrée des relations entre acteurs au sein des périmètres, dont l'intérêt en matière d'aide à la gestion sera testée.

Au niveau des agriculteurs, la liaison se fait essentiellement autour de l'assolement et des rendements, selon l'enchaînement suivant : l'assolement, associé aux pratiques d'irrigation, définit un hydrogramme de demande, puis de consommation une fois confrontée avec l'offre. Cette consommation définit elle-même un niveau de rendement, modulo certaines hypothèses sur la relation entre bilan hydrique et productivité, qui, en liaison avec l'assolement, entre dans la fonction de revenu. Elle définit également la facture d'eau en fonction de la tarification appliquée. Agrégées sur l'ensemble du périmètre, ces données permettent de calculer les consommations et recettes globales à attendre d'un scénario donné.

Au niveau du gestionnaire, les caractéristiques du réseau déterminent l'offre et, sous certaines hypothèses, les coûts de maintenance. Le fonctionnement de la station de pompage entraîne des coûts d'énergie fonction de l'équilibre offre-demande. En couplant les deux modèles, il devient alors possible de fournir aux acteurs des informations sur les conséquences techniques et économiques, voire environnementales, d'évolutions stratégiques et organisationnelles de leur périmètre, tout en testant les risques pris par rapport à des aléas divers (pluviométrie, rendements potentiels, prix).

Calendrier des travaux à réaliser d'ici la mi-octobre

- d'ici la fin juillet : fournir un exemple de modélisation de la demande en eau d'un agriculteur à partir du travail réalisé par H. Verbrugge en 1999

- d'ici la mi-août : résumer dans un document de 15 à 20 pages en français le mémoire de H. Verbrugge rédigé en flamand. Prévoir une traduction en portugais

- août à mi-septembre :
  . reprendre la modèle offre-demande en passant à une simulation quotidienne de la demande
  . étudier la possibilité d'intégrer le logiciel IRMA au modèle
  . construire des scénarios offre-demande correspondant à différentes évolutions des deux périmètres étudiés (passage total à l'arboriculture à Mandacaru, passage à l'électrification sur les deux périmètres, augmentation des surfaces aménagées)
  . coupler ces scénarios à des simulations tarifaires.
  . mieux structurer la base de données "exploitation" (structure, assolement, demande en eau, résultats technico-économiques)

- mi-septembre à mi-octobre : présentation et discussion des résultats des scénarios avec les districts et la Codevasf.

- fin septembre : présentation à l'Embrapa du travail réalisé.

- mi-juillet à mi-septembre : encadrement de K. Vandersypen

7. Organisation d'un séminaire sur la dynamique de l'agriculture irriguée dans la région de Petrolina-Juazeiro

Les travaux de recherche conduits depuis 1996 avec la thèse d'Aurélie Noël sur les relations sociales au sein des périmètres de Curaça et Nilo Coelho, et depuis 1998 sur la gestion des périmètres de Mandacaru et Maniçoba (thèse d'Erwin de Nys) et sur l'organisation des filières de commercialisation des productions (thèse de Gabrio Marinozzi) s'achèveront en 2001. Nous avons proposé à nos partenaires de l'Embrapa et de la Codevasf de clôturer cette phase par l'organisation d'un séminaire à tenir durant le premier semestre pour des raisons budgétaires (fin du financement de l'ATP).

L'Embrapa et la Codevasf sont intéressés par la proposition. Ils souhaitent élargir les présentations à leurs propres travaux et études dans le domaine de l'irrigation, ce qui permettra de balayer un champ plus large que les seuls résultats produits dans le cadre de l'ATP. Quelques idées ont émergées concernant l'organisation d'un tel séminaire :

- co-organisation Cirad-Codevasf-Embrapa
- mise en place d'un comité d'organisation avec un représentant de chaque institution, et d'un comité de pilotage scientifique
- durée et contenu à préciser en fonction du nombre de contributions attendues
- financement à rechercher auprès des institutions organisatrices et à l'extérieur
- ouverture à un large public de chercheurs, développeurs et professionnels agricoles

En l'absence de chercheur Cirad sur place, il serait souhaitable que le nouveau délégué, E. Hainzelin, puisse contribuer dans un premier temps à cette organisation, en relation avec R. Ducrot et moi-même. Une fois affectée au Brésil en 2001, celle-ci pourra prendre le relais. L'objectif de ce séminaire est en effet également de définir la suite à donner à nos activités sur cette région, en tenant compte de cette affectation et de la nécessité de trouver de nouveaux financements.

*
* *

Bibliographie

Labbé F., Ruelle P., Garin P., Leroy P., 2000. Modelling irrigation scheduling to analyse water management at farm level, during water shortages. *European Journal of Agronomy*, 12 : 55-67.

Le Gal P.-Y., 1999. *Analyse des relations offre-demande en eau sur deux périmètres irrigués du pôle Petrolina-Juazeiro*. CIRAD/TERA n°81/99, 28 p. + annexes.

Le Gal P.-Y., 2000. *Appui à la gestion des périmètres irrigués et à l'organisation de la filière tomate dans la Vallée du fleuve Sénégal.* .CIRAD/TERA n°07/00, 19 p. + annexes.

Leroy P., Balas B., Deumier J.-M., Jacquin C., Plauborg F., 1996. *Water management at farm level.* Final Report 1991-1995 of EU CAMAR Project : The management of limited resources in water and their agroeconomical consequences. Chapter IV, 89-151.

de Nys E., 1999. *Analyse et modélisation de la tarification de l'eau sur les périmètres irrigués collectifs dans le nordeste du Brésil*. Mémoire defin d'études CNEARC-CIRAD, 54 p.

Verbrugge H., 2000. *Karakterisering en evaluatie van de watervraag van landbouwers op collectieve irrigatie-perimeters in noordoost - Brazilie*. KU Leuven, 109 p.

Exemple d'un compte rendu d'entretien

Périmètre	Mandacaru
N° lot	17
Date entretien	8/7/2000
Rédacteur	P.-Y. Le Gal

1. **Structure de l'exploitation**

Lot de grande taille (10 ha), dont 8 ha sont aménagés et totalement cultivés.
Le CE est âgé (65 ans). Il travaille sur le lot avec son fils. Pas d'ouvrier permanent.
6 personnes vivent des revenus de l'exploitation.

Le troupeau de mouton recensé lors de la première enquête appartient et est géré par le neveu du CE. Une partie du troupeau appartient à son fils, mais la production est uniquement destinée à la consommation familiale. Ont le projet d'agrandir l'élevage, de construire une bergerie et de récupérer un lot destiné à cette activité.

2. **Historique**

L'exploitation du lot a commencé en 1973, d'emblée sur la superficie actuelle. La Codevasf a partagé des lots plus grands (15 et 35 ha) entre des paysans ayant suivi une formation de 3 mois à Bebedouro. Ont distribué les lots en fonction de la qualité des colons et non de la taille de la famille.

Au début, faisait du riz et du sorgho, puis très rapidement sont passés aux cultures maraîchères (oignon, melon, tomate). Le passage à la fruticulture s'est fait en 1995 avec l'implantation du verger de mangue, sous l'impulsion de la Codevasf et avec un prêt bancaire. En 1998, a poursuivi cette évolution vers la fruticulture, tout en se diversifiant, avec l'implantation de vergers de coco, goyave et banane. Cette stratégie de diversification a été renforcée par le fait que la banque ne voulait plus prêter sur la mangue.

3. **Assolement**

L'assolement actuel comprend 100 % de fruticulture, réparti entre 50 % de mangue, 25 % de goyave, 15 % de coco et 10 % de banane. Seuls les manguiers et les bananiers sont en production.

Jusqu'en 1999, l'agriculteur pratiquait les cultures annuelles, en intercalaire des vergers, à raison de 5,0 ha de tomate industrielle et 1,5 ha d'oignon en 1999. D'où une surface développée élevée (14,5 ha) et un taux élevé d'occupation du sol (1,8). Mais cette association annuelle-pérenne lui paraît difficile à gérer au plan de l'irrigation.

A partir de 2000, le CE stoppe toute culture annuelle et se consacre entièrement à la fruticulture. Cette évolution s'explique par (i) les risques élevés liés aux cultures annuelles, notamment par rapport aux fluctuations de prix et (ii) les besoins plus élevés en main-d'œuvre sur ces cultures. Les quatre cultures actuellement pratiqués sont complémentaires :

- la mangue est d'un bon rapport mais produit une à deux fois par an
- le coco produit vite et fournit des revenus réguliers tout au long de l'année

- la goyave est destinée à être vendue directement sur Recife, via un projet impliquant les producteurs de MCU
- la banane apporte un revenu régulier pendant une période courte (4 à 6 ans)

4. **Résultats technico-économiques**

Rendements

La tomate industrielle a rapporté peu, car l'usine fait ses calculs sur de petites planches, où elle obtient des rendements élevés. Avec nos problèmes d'irrigation sur de grandes planches, nous n'arrivons pas à atteindre des rendements suffisants.

Les rendements sur la mangue sont bas (de l'ordre de 3t/ha sur 3 ha, 1 ha ne produisant pas encore), car les arbres ont été mal entretenus après l'implantation du verger, faute de moyens financiers (la banque ne les a aidé que les deux premières années). Il espère doubler son rendement en 2000.

Commercialisation et revenus

Sur les cultures annuelles, a fait du " partenariat ", qui ne lui a pas laissé un bénéfice suffisant pour entretenir correctement ses mangues.

Pour la mangue, il est préférable de vendre en septembre-octobre à l'exportation. La récolte d'avril est vendue sur le marché local. En 1999, il a vendu à un prix faible en septembre, ces mangues n'étant pas de qualité suffisante pour l'export. Cette année, il a raté son induction florale pour une récolte en septembre, à cause des pluies (donc pas de revenu sur les mangues en 2000). A partir de 2001, va viser le marché à l'export.

En 2000, il n'aura que la banane pour alimenter son revenu, plus la goyave qui va commencer à produire. La banane lui permet de couvrir les dépenses familiales et la facture d'eau. Mais il lui manque un crédit pour pouvoir correctement entretenir ses vergers.

5. **Position par rapport au périmètre**

Place la facture d'eau en priorité dans ses dépenses.

6. **Futur de l'exploitation**

Le fils doit reprendre l'exploitation à la retraite de son père. Lorsque ce dernier décédera, sa femme récupérera la moitié du lot si elle est encore en vie, les six fils se partageant le reste. Le successeur devra payer quelque chose à ses 5 frères.

7. **Bilan-diagnostic**

Cette exploitation de grande taille mais relativement pauvre en main-d'œuvre du fait de l'absence d'ouvrier agricole, arrive au bout de son évolution en terme d'assolement, avec une suppression des cultures annuelles et 100 % de cultures fruitières diversifiées.

Cette évolution ne s'est visiblement pas faite selon un processus cumulatif linéaire, les revenus tirés des cultures annuelles étant aléatoires et l'exploitation souffrant d'un manque chronique de financement,

comme en témoigne le recours au " partenariat " sur les annuelles. Cette situation a eu des conséquences sur l'état du verger de manguier, qui produit peu malgré son âge. L'ultime passage à la fruticulture a été possible grâce à un nouveau prêt bancaire.

Avec la suppression des cultures annuelles, le revenu à partir de 2000 repose d'abord sur la banane, qui occupe un statut similaire aux annuelles (revenus réguliers mais plantation temporaire). L'augmentation de la production des manguiers et des goyaviers permettra d'améliorer le revenu, d'autant que l'agriculteur souhaite s'orienter vers des marchés rémunérateurs (export pour la mangue, vente directe groupée pour la goyave). Mais cette amélioration dépendra de sa capacité (et surtout celle de son fils qui reprendra prochainement l'exploitation) à bien maîtriser la conduite des vergers.

*

* *