## **CIRAD-REUNION**

Rapport annuel d'exécution des conventions 1996

Opérations conduites par le CIRAD-SAR/Réunion

### PROJET n° 942 OPERATION n° 94202

# Opération n° 94202 Gestion technique de l'eau d'irrigation dans les exploitations de polyculture des Hauts

Chercheurs:

Sylvain PERRET Pierre-Yves LE GAL Matthieu LORRE Yannick FARGIER

### I. Analyse des pratiques de gestion de l'eau des retenues collinaires

### I.1. Problématique, objectifs et démarche

L'eau est une préoccupation majeure des agriculteurs des Hauts de l'Ouest. C'est un des moteurs du processus de diversification horticole en cours, dans une zone avec 6 à 7 mois de sécheresse.

Les pouvoirs publics participent depuis 1978, au financement de retenues collinaires privées, individuelles ou collectives. L'objectif est double : assurer l'approvisionnement en eau des élevages en altitude et promouvoir la diversification horticole par l'irrigation d'appoint (maraîchage, floriculture ou arboriculture). La limitation ou l'élimination du risque climatique (sécurisation de la production par l'accès et le stockage de l'eau) offre des possibilités nouvelles en diversité de cultures mais aussi en productivité.

Pour aider les agriculteurs à résoudre les problèmes relatifs à l'offre limitée en eau, les intervenants du conseil technique et de la formation ne disposent pas toujours des références nécessaires (besoins et choix des cultures, données bioclimatiques, systèmes économes en eau). De plus, les résultats de la recherche apparaissent soit trop thématiques et partiels (fonctionnement hydrique des sols), soit inutilisables dans ce contexte (nécessité d'une météorologie agricole, suivis lourds). Mais surtout, on méconnaît les pratiques effectivement mises en oeuvre par les irriguants, les logiques qui les soustendent.

D'une manière générale, la simple production et la mise à disposition de références techniques ne suffisent pas à la résolution des problèmes complexes liés à la gestion des exploitations. En matière d'irrigation, le conseil formulé par des agronomes, chercheurs ou développeurs s'appuient souvent sur des notions d'optimisation ou de maximisation, et n'intègre pas forcément les représentations qu'ont les agriculteurs des processus en jeu (climat-sol-plante), ni leurs savoir-faire et pratiques. De ce fait, l'objectif d'autonomisation des producteurs et de leur prise de décision est rarement atteint.

L'analyse des pratiques s'intéresse aux comportements des agriculteurs, c'est-à-dire aux relations entre les agriculteurs et les techniques qu'ils mettent en oeuvre. Elle met ainsi en évidence les processus de prises de décision et permet de mieux comprendre la façon dont ils pilotent leurs systèmes de culture, d'expliciter le système d'information qu'ils mobilisent, et d'améliorer l'efficacité des conseils qui leur sont fournis.

Cette démarche d'analyse des prises de décision à l'échelle d'une exploitation, se structure autour de trois bases méthodologiques complémentaires : (i) le concept de modèle d'action, (ii) une approche sectorielle de l'exploitation et (iii) un cadre de représentation des processus de prise de décision spécifique au domaine traité.

Les produits de cette étude peuvent être déclinés en quatre volets :

- en premier lieu, un cadre de représentation de la gestion de l'eau sur l'exploitation ;
- un ensemble de références sur les pratiques et les stratégies des agriculteurs en matière d'irrigation ;
- puis, un outil d'aide à la décision automatisé (ou du moins son ébauche), permettant de simuler l'évolution de l'équilibre entre l'offre et de demande en eau d'irrigation;
- enfin, la proposition de quelques outils adaptés aux différentes situations décrites, visant au pilotage sécurisé et autonome de l'irrigation par les producteurs eux-mêmes.

L'ensemble de l'étude et les résultats sont détaillés dans le document cité en référence (Fargier et al., 1996)

### I.2. Des stratégies dépendantes de l'offre

Le suivi de 7 agriculteurs a été réalisé. Leurs exploitations sont situées dans les Hauts de Trois Bassins et de Saint Paul. La diversité des situations a été recherchée, même si tous les agriculteurs irriguent des cultures de diversification. Au sein de l'échantillon, les variations sont importantes sur les points suivants :

- taille des exploitations (4 à 10 ha),
- part de la sole irriguée (5 à 50%),
- système de production (canne et maraîchage ou maraîchage et arboriculture),
- retenue individuelle ou collective,
- capacité de la retenue (1000 à 3000 m³) et présence de captage ou non,
- expérience personnelle du chef d'exploitation en irrigation,
- matériel utilisé (goutte à goutte, micro-aspersion, aspersion)...

L'analyse met en évidence les éléments principaux suivants :

L'approvisionnement de la retenue détermine l'état de l'offre en début de saison sèche (niveau de la retenue), il dépend des aménagements de collecte des eaux de pluies ou de captage de bassins. Des situations très diverses ont été observées ; les aménagements relèvent soit d'opérations collectives (OLAT), soit d'une volonté individuelle de sécuriser un système de production fondé sur la diversification. Les retenues non pourvues d'aménagements connexes présentent systématiquement une carence récurrente de remplissage annuel et une diversification moins sécurisée.

L'état de l'offre en début de saison sèche définit les possibilités d'irrigation, son caractère sûr et prévisible permet une gestion stratégique pluriannuelle. En revanche, le caractère aléatoire et insuffisant de l'offre contraint l'exploitant à des stratégies conservatoires, à des ajustements en cas de pénurie.

Les stratégies observées présentent plusieurs composantes, et s'expriment en premier lieu par le choix des cultures. Des équilibres sont instaurés sur l'exploitation, entre cultures pérennes et semi-pérennes (artichaut) et cultures à cycle court. Les premières nécessitent sur l'année moins de main d'oeuvre, mais sont peu flexibles en terme de besoins en eau et supposent une planification pluriannuelle, les secondes peuvent être calées variablement en fonction des risques climatiques et des objectifs commerciaux, mais nécessitent de fortes pointes de travail. L'offre limitée contraint généralement à des poses dans la succession des cycles irrigués (cultures dérobées pluviales, jachère d'adventices...), à limiter les apports en surface et en durée. Les ajustements en cas de pénurie sont orientés vers quelques solutions (abandon et perte, forte réduction des apports et arbitrage entre culture, raccordement au réseau d'eau potable).

Même lorsque les cultures à cycle court prédominent, on constate que les blocs irrigués (secteurs) sont souvent pérennisés, en raison de l'importance de système d'irrigation localisée, notamment en goutte à goutte (fort taux de subvention).

A l'échelle de l'échantillon étudié, on constate qu'une offre non contraignante, soit par son volume important, soit par les stratégies conservatoires et prudentes mises en oeuvre, correspond toujours à une planification commerciale (contrats de vente). Dans les autres cas, on observe que les projets des

agriculteurs sont mis à mal par la pénurie récurrente en eau, des ajustements interviennent par rapport aux objectifs initiaux. Ainsi, de nombreux agriculteurs apparaissent en situation d'apprentissage par rapport au problème de l'eau, la pénurie pénalisant la fonction de production, et par contre coup la commercialisation, faute de planification. Dans tous les cas, les cultures à cycle court et les surfaces réduites permettent de minimiser les risques par les nombreux ajustements possibles.

Dans le cas d'une utilisation collective de la ressource, on relève l'absence de stratégie commune de gestion. Les principaux consommateurs s'organisent uniquement en réaction à la pénurie (partage du travail pour réapprovisionner la retenue par captage, réunions de concertation sur les solutions à envisager pour augmenter l'offre...).

### 1.3. Des règles de gestion dépendante de l'expérience de l'irriguant et d'arbitrages sur l'exploitation

Après plusieurs années d'expérience à leur actif, certains agriculteurs ont établi leur programme d'irrigation par plante. Les doses apportées, exprimées le plus souvent en temps d'ouverture de vanne, leur apparaissent relever d'une cohérence entre l'absence de stress hydrique, les besoins de la plante à ses différent stades de développement, la disponibilité en eau...

Des indicateurs supplémentaires peuvent être mobilisés : relatifs au climat (fort ensoleillement et vent, pluie efficace), au sol (poussière superficielle, couleur, présence de matière organique), la plante (flétrissement, stade critique). De même, certaines périodes de la journée sont évitées en micro-aspersion (mi journée : échaudage des plantules ; soir : pourriture de la salade...).

Dans tous les cas, la régularité des apports est toujours un critère sous jacent des programmes.

On notera que sur les 7 agriculteurs suivis, un seul tente de faire référence à un bilan hydrique normalisé (relation Surface / Besoins -évapotranspiration- / Apports -irrigation et pluie-). Pour les autres, les notions de mm, voire de m³, ne sont pas intégrées dans leurs systèmes d'information et de décision, si ce n'est par le biais des compteurs ou vannes volumétriques installés pour vérifier la régularité des apports. Pour autant, les programmes observés apparaissent souvent cohérents et élaborés, et ne sont pas systématiquement dispendieux en eau.

Les programmes d'irrigation mis en oeuvre sur une dizaine de cultures maraîchères et plantes aromatiques, sur l'artichaut, sur les agrumes et le pêcher, ont été explicités.

A l'échelle de l'exploitation, ces règles sont tributaires essentiellement d'arbitrages qui interviennent à des moments critiques. En premier lieu, la période de coupe de la canne mobilise la main d'euvre disponible, les apports d'eau aux cultures maraîchères sont décalés (matin-soir). Sur un même secteur, il n'est pas rare d'implanter des cultures différentes. Le programme est alors calé sur la plante aux besoins supposés les plus importants. Enfin, entre secteurs irrigués et en cas de pénurie, la priorité est donnée aux cultures pérennes. Ainsi, des cas d'abandon de cultures légumières pour préserver de l'artichaut, ou d'abandon d'artichaut pour préserver des arbres fruitiers, ont été relevés.

### II. Proposition d'outils d'aide à la décision et à la gestion technique de l'eau

### II.1. Construire les hydrogrammes simulés : comprendre les pratiques et aider aux décisions

A partir des modèles d'action explicités, des simulations d'hydrogramme ont été élaborées. Il s'agit à la fois de s'appuyer sur les critères de décision mobilisés par les agriculteurs et sur les processus biophysiques en jeu (évaporation, pluie). La traduction des critères en paramètres normalisés a souvent été nécessaire, et occasionne une dérive systématique difficile à maîtriser. Il s'agit de traduire par exemple la perception d'évènements climatiques par l'agriculteur (pluies, fort ensoleillement) en données (P, ETP).

L'objectif n'est pas tant de pouvoir simuler exactement la consommation à l'échelle de parcelles ou d'exploitations que d'expliciter clairement les processus décisionnels et le raisonnement de l'opérateur, de façon à disposer d'un outil commun, pointant les carences ou les problèmes, ouvrant sur le dialogue et la recherche de solutions.

Pour autant, la prévision de l'évolution de l'offre (niveau de la retenue) constitue un outil très intéressant, en tant qu'indicateur du fonctionnement du modèle d'action, que ce soit (i) en terme de planification de l'irrigation relative à un choix d'assolement, ou (ii) par rapport aux différentes règles de gestion de l'eau en cours de campagne, y compris les ajustements à une offre restreinte. On fait l'hypothèse que l'agriculteur a pour objectif de couvrir les besoins en eau de ses cultures, de la plantation jusqu'à la récolte.

Le modèle utilisé est un réservoir à volume limité (la retenue), qui se remplit avec la pluie et les apports par captage, qui se vide par évaporation directe, et par la demande de l'exploitation. La variable de sortie, estimée quotidiennement, est le volume d'eau disponible dans la retenue. Des simulations pluriannuelles ont ainsi été réalisées et la confrontation des résultats avec des niveaux constatés soulignent l'intérêt de la démarche, tout en pointant les problèmes de calage.

#### Ceux ci relèvent de :

- l'estimation des apports par captage des eaux de ruissellement sur chemins ;
- les approximations quant au niveau déclaré de la retenue à une date donnée ;
- les données climatologiques régionales, mal ciblées aux situations (ETP et P);
- et enfin, la consommation de l'exploitation, puisqu'il est difficile de modéliser tous les ajustements ponctuels intervenant dans le modèle d'action de l'agriculteur (aléas).

Sur ce dernier point, on distingue deux situations majeures: (i) l'ajustement est planifié car l'évènement correspondant est relativement fréquent et intégré à l'expérience de l'agriculteur; il fait partie du modèle d'action de l'agriculteur et peut donc être modélisé; ou bien (ii) l'ajustement est une réponse plus ou moins réfléchie à un évènement peu fréquent, ponctuel ou aléatoire; l'absence de modélisation apparaît alors incontournable, mais sans grande conséquence, notamment dans un objectif de planification stratégique. Ces idées renvoient à la nature du conseil qui peut être apporté par cette démarche (chap. II.2.).

La figure 1. fournit en exemple deux hydrogrammes simulés concernant deux retenues de 1500 m³, l'une pourvue d'une système de collecte des eaux de ruissellement d'un chemin bétonné et d'un impluvium bâché de 300 m², l'autre uniquement d'un impluvium bâché. Elles fournissent l'eau d'irrigation dans un cas (retenue 1) à des systèmes de cultures florales d'hiver, associés à des cultures maraîchères d'été (pour une sole irriguée totale de 0.7 ha), et dans l'autre cas (retenue 2) à une culture d'artichaut associé à du haricot et à quelques cultures autoconsommées en hiver (pour une sole irriguée totale de 0.4 ha).

La figure 2. représente une simulation identique réalisée sur une succession climatique de 15 ans, avec l'hypothèse de systèmes de culture, de systèmes de captages et de modèles d'action reconduits. Cette série climatique souligne les sécheresses marquée de ces deux dernières années. On constate que la retenue 1 se remplit complètement 8 années sur 15, et n'est jamais épuisée. En revanche la retenue 2 ne s'est remplie complètement que lors du passage du cyclone Clotilda, en 1987. Elle est épuisée 6 années sur 15, et notamment ces dernières années, parfois dès fin août, plus régulièrement fin octobre - début novembre. D'une façon générale dans les Hauts de l'Ouest, les retenues ne disposant pas de systèmes de captage complémentaires à l'impluvium bâché ne se remplissent pas, dans les conditions pluviométriques de ces dernières années.

Figure 1. Hydrogrammes simulés (1995-1996) de deux retenues collinaires de 1500 m<sup>3</sup> avec impluvium bâché de 300 m<sup>2</sup> dans les Hauts de Trois Bassins. (Retenue 1 : captage des eaux de ruissellement par un passage à grille sur route, soit un impluvium total de près de 2000 m<sup>2</sup>).

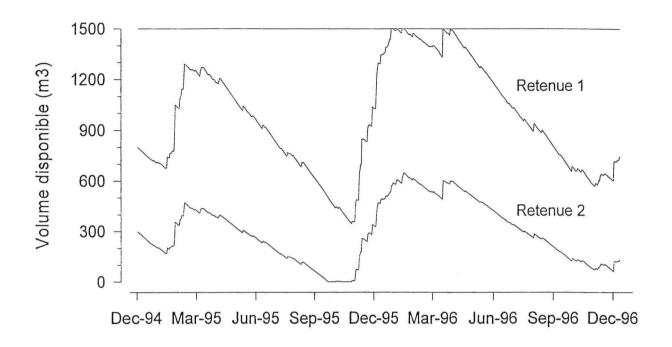
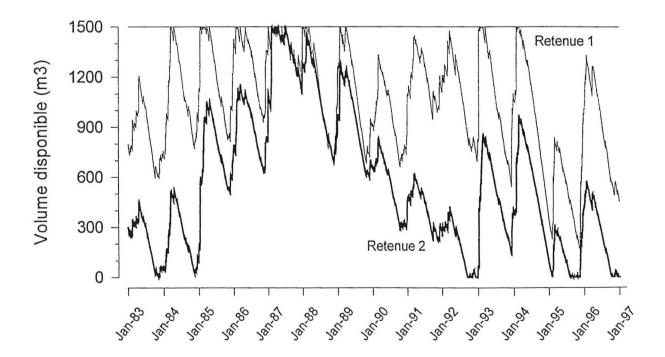


Figure 2. Hydrogrammes simulés sur 15 années climatiques, de deux retenues collinaires de 1500 m³.



### II.2. Des pistes pour une fonction de conseil et d'aide à la décision

Les agriculteurs potentiellement demandeurs d'un conseil sont identifiés de deux manières. Une liste des attributions des retenues est consultable à la DAF. Les demandes de retenues et de subventions des systèmes d'irrigation sont centralisées à la Chambre d'Agriculture.

Dans une perspective de conseil opérationnel, le déclaratif, même imprécis ou non validé, permet une base de discussion avec l'agriculteur qui se pose des questions par rapport à ses pratiques d'irrigation. Ce conseil doit être envisagé à différents niveaux.

#### II.2.1. Au niveau des stratégies

L'étude de la diversité des pratiques a permis de distinguer différentes situations (aménagement de la retenue, caractéristiques des blocs d'irrigation, nature des cultures,....) qui correspondent à des contraintes et à des atouts qui leur sont propres. L'analyse des contraintes et des atouts permet une base de réflexion pour aider l'agriculteur à construire ses stratégies.

Par exemple, l'élaboration des stratégies peut se faire en deux temps. Une première prévision globale sur l'année, basée sur une situation critique du remplissage de la retenue, puis un ajustement variable en fonction du remplissage réel de la retenue. Cette première prévision est très utile dans le cas de cultures pérennes ou semi-pérennes.

La simulation peut aider également à l'élaboration des stratégies en permettant de les confronter à différents scénarios climatiques. Une simulation du niveau de la retenue, même approximative (100 à 200 m³ près) apparaît très intéressante. Cet outil, s'il est validé, permet de s'adapter à un contexte qui évolue rapidement, de tester des règles d'ajustement en cas de pénurie.

Cette approche permettrait également d'améliorer l'efficacité des formations des agriculteurs à l'aide de la visualisation de cas concrets simulés.

Par ailleurs, l'étude du remplissage des retenues dans la zone par simulation permettrait de créer un référentiel local, visant à optimiser les dimensionnements des retenues à venir, et les aménagements nécessaires pour récupération de l'eau supplémentaire, en fonction des projets des agriculteurs.

### II.2.2. Au niveau des pratiques de l'irrigation

Le conseil ne doit pas négliger le côté technique, notamment en goutte à goutte qui nécessite une technicité particulière des agriculteurs : entretien, mode d'utilisation du réseau, outils de gestion (vanne volumétrique...), fonctionnement du réseau (pression), irrigation fertilisante...

Différentes solutions d'aide au pilotage ont été expérimentés chez des agriculteurs. Le pilotage au tensiomètre s'avère pour certains être un outil très efficace qui a modifié leur mode de pilotage, tout en préservant leur autonomie de décision, et générant de surcroît une économie d'eau. Une fiche technique, précisant les possibilités et les limites de ce type de matériel ainsi que ses modalités d'installation et d'utilisation, est en cours de rédaction. L'installation de pluviomètres sur les exploitations permet aux agriculteurs de quantifier les précipitations, voire de quantifier le cubage résultant dans leur retenue s'il connaissent l'impluvium d'apport.

Ces outils, d'un coût modeste, intéressent les agriculteurs suivis, certains se sont déià équipés,

Pour ceux qui souhaitent établir un bilan hydrique simplifié pour leurs cultures, notamment en vue de planification des apports, une fiche technique va établir les besoins (ETP moyennes décadaires pour la zone). Ces informations couplées à la pluviométrie et à la connaissance des surfaces permettront une forme de planification et d'ajustement sur de nouveaux critères.

Des compteurs volumétriques en sortie de retenue permettent de connaître les consommations et leur évolution. Des vannes volumétriques installés plus systématiquement sur les secteurs quantifient et régularisent les apports. De même, une graduation en volume directement peinte sur la bâche permet d'évaluer plus précisément la disponibilité en eau. Ces deux types de solutions, compteur et graduation, pourraient être mise en oeuvre dès la construction des ouvrages. Leur expérimentation récente en conditions d'exploitation soulignent leur intérêt.

Au regard de l'importance des pertes annuelles par évaporation (environ ¼ du volume de la retenue), il semble opportun d'imaginer des systèmes permettant de limiter ce phénomène (huilage de surface par exemple). L'apport de sulfate de cuivre dans l'eau des retenues limiterait les problèmes de colmatage biologique des systèmes de micro-irrigation (notamment associés à la fertigation) et n'est pas incompatible avec la pisciculture jusqu'à des doses de 1 ppm.

### II.2.3. Au niveau de la gestion collective de la ressource en eau

Face à l'absence de règles effectives de partage de la ressource, de gestion et de maintenance, l'installation de compteurs par exploitation apparait nécessaire. Non pas pour contrôler les consommations mais pour justifier et fonder les règles de gestion commune à instaurer (tour d'eau, répartition annuelle des volumes, implications individuelles dans la maintenance collective, tarification). Une facturation par tranches de consommation, alimentant un fond géré par l'association pour des investissements collectifs et de la maintenance, est sans doute à envisager. L'opacité des conditions actuelles de partage, débouchant sur une pénurie annuelle pénalisante et des conflits latents, et les problèmes émergeants de maintenance, incitent actuellement les agriculteurs à solliciter des appuis extérieurs.

Enfin, une réflexion doit sans doute être engagée, à la demande même des agriculteurs, sur la mobilisation de l'eau des retenues non utilisées (transferts entre exploitations).

#### III. Publications en 1996

Fargier Y., Le Gal P.Y., Perret S., 1996. La gestion de l'eau d'irrigation en conditions de ressource limitée (retenues collinaires) : analyse des pratiques et proposition d'outils d'aide à la décision et à la gestion technique pour les exploitations des Hauts de la Réunion. CIRAD Sar n°161/96, décembre 1996, 60p et annexes.

Paillat J.M., Perret S., Tassin J., 1996. Projet de pôle Environnement du CIRAD à la Réunion. Dossier CIRAD Réunion, 19p.

### IV. Stagiaires reçus en 1996

Yannick Fargier, élève-ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, de mars à septembre 1996.

Annie-Claude Boyer, élève en formation BTS « Irrigation » au CFPPA de Piton Saint Leu, en novembre 1996.