

# **CIRAD-REUNION**

*Rapport annuel d'exécution  
des conventions 1996*

*Opérations conduites  
par le CIRAD-SAR/Réunion*

# **CIRAD-REUNION**

*Rapport annuel d'exécution  
des conventions 1996*

## AVERTISSEMENT

Ce rapport présente les résultats et progressions des activités scientifiques du CIRAD à la Réunion pour l'année 1996. Il correspond à l'exécution de la programmation 1996 présentée au Comité Tripartite (Conseil Général, Conseil Régional, CIRAD) du 07 décembre 1995.

Les activités sont rassemblées, aussi bien celles entrant dans le cadre des conventions particulières que celles, majoritaires, entrant dans le cadre de la convention pluriannuelle N° 960561 relative à l'organisation du partenariat en matière de recherche agronomique en appui au développement agricole de la Réunion liant le Conseil Général, le Conseil Régional et le CIRAD pour les années 1996-1998.

Les activités sont présentées par filière (pages roses, mettant en évidence, pour chaque filière, le tableau des activités en « Projets » et « Opérations »), et par opération (activités sous la responsabilité d'un cadre chercheur).

Ces résultats feront l'objet de synthèses par « projet » qui constitueront le rapport annuel à 1996 du CIRAD à la Réunion.

Ce rapport annuel 1996 devrait paraître en avril 1997 et sera largement diffusé.





# FILIERE CANNE A SUCRE

## Liste des PROJETS et OPERATIONS ~ 1996

| PROJETS | OPERATIONS | TITRES                                                                                                             | RESPONSABLES             | TEMPS |
|---------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| 111     | -          | Mise en valeur des ressources génétiques de la Canne à Sucre                                                       | D. ROQUES                |       |
|         | 11101      | Analyse génétique de la résistance à la rouille et à l'échaudure des feuilles                                      | D. ROQUES                | 70 %  |
|         | 11102      | Analyse génétique de la résistance à la rouille et à l'échaudure des feuilles : contribution de la phytopathologie | J.C. GIRARD              | 50 %  |
|         | 11103      | Appui méthodologique à l'amélioration variétale                                                                    | D. ROQUES                | 30 %  |
|         | 11104      | Appui de la phytopathologie à l'amélioration variétale                                                             | J.C. GIRARD              | 30 %  |
| 112     | -          | Elaboration de stratégies de développement agricole à l'échelle régionale                                          | J.M. CHASTEL             |       |
|         | 11201      | Analyse socio-économique de la filière canne à sucre                                                               | J.M. CHASTEL             | 60 %  |
|         | 11202      | Appui technico-économique aux groupements de planteurs et aux organismes de travaux                                | J.C. DAGALLIER           | 50 %  |
| 113     | -          | Amélioration des systèmes de production à base Canne à sucre                                                       | D. POUZET                |       |
|         | 11301      | Connaissance des stratégies des producteurs                                                                        | J.M. CHASTEL             | 40 %  |
|         | 11302      | Amélioration des systèmes de production pluviaux                                                                   | D. POUZET                | 60 %  |
|         | 11303      | Amélioration des systèmes de production irrigués                                                                   | J.C. COMBRES             | 40 %  |
|         | 11304      | Modèle de croissance de la canne à sucre : outil de diagnostic                                                     | J.F. MARTINE             | 100 % |
|         | 11305      | Modélisation du rationnement hydrique de la canne à sucre                                                          | J.C. COMBRES             | 40 %  |
|         | 11306      | Adaptation des technologies, organisation du travail, logistique de chantiers                                      | J.C. DAGALLIER           | 50 %  |
| * 941   | -          | Inventaire des ennemis des cultures et protection des plantes                                                      | J.C. GIRARD              |       |
|         | 94101      | Surveillance des maladies de la canne à sucre                                                                      | J.C. GIRARD              | 20 %  |
|         | 94102      | Lutte intégrée contre les ravageurs de la canne à sucre (ver blanc, borers)                                        | R. GOEBEL                | 100 % |
| * 942   | -          | Gestion des espaces et des ressources naturelles                                                                   | J.M. PAILLAT / S. PERRET |       |
|         | 94201      | Météo agricole et appui aux agriculteurs                                                                           | J.C. COMBRES             | 100 % |

\* Les projets dont le numéro commence par 9 sont des projets intéressant plusieurs filières. De ce fait, les opérations sont réparties selon la filière à laquelle elles se rattachent.



**Opération N° 11202**  
**Appui technico-économique aux groupements de planteurs**  
**et aux organismes de Travaux**

**Les outils pour le pilotage des apports de cannes aux balances.**

La future opération en cours de réflexion est centrée autour des problèmes que posent les relations entre planteurs et usine, à travers la gestion et l'organisation des approvisionnements en cannes. Elle cherche à répondre aux deux questions suivantes :

Dans le cadre des systèmes actuels, existe-t-il des marges de manoeuvre permettant d'accroître de façon acceptable et intéressante pour les acteurs l'efficacité de la filière ?

Des modifications du système actuel (de volume, de dimensionnement industriel, d'organisation...) Pourraient-elles être acceptables et intéressantes pour les différents acteurs de la filière ?

Les composantes du projet :

- Adaptation de l'organisation de la filière canne à sucre aux évolutions des marchés. Il s'agit ici de traiter les questions touchant à la concentration et au dimensionnement de l'appareil industriel, à l'évolution des relations planteurs - usines et à la gestion des quotas.
- Optimisation des moyens logistiques des usines.
- Organisation des chantiers de récolte chez les planteurs. Il faut ici répondre aux questions touchant aux profils d'apports souhaités et réalisés par les planteurs et aux délais entre coupe et livraison des cannes.
- Gestion de la sole cannière dans les exploitations. L'objectif est ici d'améliorer la prévision des récoltes et les marges de manoeuvre liées à l'augmentation de la productivité de la sole cannière des exploitations.

Une première phase de cette opération a été validée. Les études de suivi de l'attribution et de l'utilisation des quotas attribués aux planteurs ont fait l'objet de deux stages de fin d'études pour une étudiante de l'INA PG et pour un étudiant de l'université de Créteil. Les conclusions de ces stages montrent la possibilité de construire un modèle pour tester l'impact sur la quantité de sucre d'hypothèses d'apports différenciés, de dates de campagne en fonction de recherche de critères de maturité des cannes. Les stages ont jeté les bases d'une typologie des règles de travail des planteurs pour la récolte.

L'étude en est au stade du démarrage.

**Formation des techniciens au recueil et à l'analyse des informations pour la gestion des machines. (et des services de chargement mécanique)**

Une fois coupée, la canne est acheminée directement vers l'usine si elle est tronçonnée, sans rupture de charge entre la parcelle et la table à canne de l'usine. Elle est mise en tas ou en andains si elle est gardée entière et il faudra alors une opération de chargement des tas de cannes dans des remorques pour les livrer.



Les performances du chargement manuel sont assez faibles de l'ordre de 2 t/h. Il faut donc une bonne demi-journée pour charger une remorque. **Ce travail est considéré comme très pénible et rebutant.**

Aujourd'hui, 80 % des cannes sont chargées mécaniquement. Les techniques utilisées utilisent trois machines différentes.

La technique la moins onéreuse mobilise un tracteur agricole équipé d'un châssis de fourche frontale où la fourche est adaptée au chargement de paquets de cannes. Ces équipements dérivent directement des outils de grande diffusion utilisés dans les exploitations de polyculture élevage. Cette solution peu coûteuse (60.000 Fr.) individuelle, permet une grande indépendance des planteurs. Les chargeurs sont souvent valorisés aussi dans le cadre de prestations de services facturées.

Cependant, cette technique se révèle dangereuse dans les zones humides. Du fait des manoeuvres nombreuses sur les rangs de cannes pour ramasser celles-ci et les charger dans les remorques, les pneus des tracteurs écrasent et détériorent rapidement les souches, et sont générateurs de pertes importantes de rendements pour les campagnes suivantes<sup>1</sup>. Une replantation manuelle est très souvent nécessaire après leur passage.

La seconde solution mobilise des chargeurs automoteurs à trois roues de marque BELL. Ces chargeurs, d'origine Sud Africaine sont très rapides, très maniables et efficaces. Ils permettent de charger 24 t/h dans de bonnes conditions. Cependant, leur équilibre en charge est délicat dans les pentes. Ils sont brutaux pour les souches dans les sols peu portants et manoeuvrent beaucoup et très vite sur les rangs. Ils sont chers à l'achat (300.000 Fr.) et en entretien, et doivent être utilisés dans le cadre de groupements ou en entreprise. Les CUMA du sud de l'île sont équipées avec ce type de machine. Le parc actuel de ces chargeurs est maintenant ancien. Ce sont des engins de seconde main, qui proviennent souvent des liquidations des anciennes sociétés sucrières (Grand-bois en 92) et des reventes entre particuliers.

La troisième possibilité, plus récente (1992) est basée sur l'utilisation d'un chargeur dit à tourelle (marque FARMI). C'est un chargeur forestier d'origine finnoise dont le grappin a été modifié et adapté au chargement de la canne à sucre. Un châssis spécial lui permet d'être porté par un tracteur agricole et de ramasser les cannes en tas dans un rayon de 7.5 m tout autour de lui, aussi bien en contrebas que sur les talus et ceci sans manoeuvre sur les rangs de canne. Ses capacités de chargement sont de 16 t/h et sont bien en ligne avec les capacités techniques des petites exploitations. Son prix, de l'ordre de 180.000 Fr. suivant les versions, en fait un matériel à utiliser dans le cadre de groupements de planteurs.

Sa technologie et son principe lui permettent de traiter les parcelles enclavées et de petites tailles, en pente même très forte si un tracteur peut s'y maintenir pour travailler. Les régions difficiles de l'Est et du sud-est sont en train de s'équiper de ce type de matériel où il résout particulièrement bien les problèmes de chargement. En contrepartie, sa rentabilité suppose une bonne organisation des chantiers et un bon travail de groupe.

|            |            | Coûts<br>(Fr.) | Seuils de<br>rentabilité<br>(t/campagne) |
|------------|------------|----------------|------------------------------------------|
| Frontal    | fourche    | 50.000         | 800 à 1.200                              |
|            | tracteur   | 200.000        |                                          |
| à tourelle | Chargeur   | 150.000        | 4.000 à 6.000                            |
|            | tracteur   | 200.000        |                                          |
| BELL       | automoteur | 300.000        | 7.000 à 9.000                            |

<sup>1</sup> Le Crédit Agricole de St Benoît a fait une étude financière à ce sujet où les rendements moyens passent de 60 t/ha à 30 t/ha après utilisation de cette technique sans précaution. Les pertes financières indirectes qui en résultent sont considérables.

Pour une entreprise, le système le plus polyvalent est le chargeur à tourelle. Il permet de traiter assez rapidement des parcelles difficiles peu portantes où les sols et les souches de cannes sont fragiles, ceci pour un coût compris entre 12 et 18 Fr./t.

Il est très bien valorisé dans des groupements de planteurs. Ces groupements sont aussi le support d'actions de réflexion et de développement, facilitent la programmation d'opérations d'aménagement sur des échelles qui permettent d'intégrer des paramètres complexes d'environnement, d'hydraulique, d'érosion. Ils ont permis de mettre en commun les quotas de livraison des membres et ainsi de faciliter la programmation individuelle de la récolte. Les membres d'un groupement ont aujourd'hui un autre regard sur la récolte.

Actuellement, ces groupements ont tendance à évoluer naturellement vers des formes plus structurées comme les CUMA, après une période d'essais de travail en association.

L'action menée a permis la poursuite de la mise au point des documents de suivi adaptés au Suivi des groupements FARMI. Les fonds de fiche créés et donnés aux chauffeurs permettent de suivre le déroulement des opérations et de reconstituer par la suite les éléments nécessaires aux calculs des performances de chantiers, des performances individuelles d'organisation des planteurs du groupement, d'en tirer des estimations de dates de fin de campagne ou de tonnages en fin de campagne, et ceci dès quatre à cinq semaines de travail de récolte.

Les éléments et le protocole de collecte et de traitement des données sont adaptables à d'autres opérations comme le suivi de la coupe mécanique.

La présentation des informations, étudiée pour être accessible par les planteurs permet d'engager des discussions avec eux sur le fonctionnement du groupement en cours de campagne, de faire des simulations de rendement de chantiers, de prévoir les ressources à mettre en œuvre en début de campagne notamment pour arrêter les ressources techniques. Les tableaux d'enregistrements, traités de façon hebdomadaire permettent de servir de référence pour les suivis des paiements mensuels. Ils sont un reflet assez immédiat des problèmes de fonctionnement des groupements, à la fois sur les plans techniques mais aussi d'organisation, de planification et de comportement humain des membres.

Les saisies des éléments sont effectuées sur les micro-ordinateurs des techniciens dans les SICA, ainsi que les premiers éléments de calculs comme les résumés statistiques.

Les suivis ont été effectués dans des groupements de planteurs constitués pour résoudre le problème du chargement mécanisé des cannes en zones difficiles. Les planteurs louent à une SICA un chargeur spécial. La SICA apporte en plus un service de suivi des performances du groupement. A l'usage, les frais de coupe se stabilisent entre 50 et 70 fr./t avec des coupeurs facilement recrutés pour la durée de la coupe. Les frais de chargement et de transport sont négociés en début de coupe et tombent entre 9 et 18 fr./t si une grande quantité de cannes est manutentionnée, entre 35 et 45 fr./t pour le transport. Les tarifs sont maintenus pendant la durée de la coupe. Ce sont ces tarifs qui ont le plus baissés au cours des suivis des dernières campagnes grâce à ce système de travail et d'encadrement.

Dans ces conditions, les coûts de récolte sont contenus en-dessous de 115 fr./t. et la tendance est à la baisse. Cependant, le plus gros progrès vient du fait que le groupement apporte l'assurance à ses membres que toutes leurs cannes seront enlevées rapidement et régulièrement, sans se préoccuper de rechercher tous les jours un entrepreneur, pas toujours disponible ni intéressé pour aller chercher des cannes en zones difficiles.



## Animation du groupe de travail Récolte-Transport de l'ARMES (Logistique de la filière canne).

Les flux de canne des parcelles vers l'usine sont pilotés essentiellement par l'aval. Les sucreries élaborent un programme prévisionnel d'approvisionnement basé sur une estimation de la récolte et sur leurs capacités de broyage. Elles en déduisent un nombre de semaines de campagne puis les quotas d'apports qu'elles répartissent entre les planteurs.

Par campagne, on compte 200.000 mouvements convergeant vers les balances sur le réseau routier. Ce sont des masses importantes, entre 10 et 14 tonnes en moyenne pour les transports planteurs. La vitesse de déplacement maximum est de 20 à 30 km/h pour les attelages de tracteurs agricoles, 40 à 70 km/h pour les camionnettes et les petits camions de livraison. Ces attelages partent des parcelles à travers des chemins de terre. Ces chemins débouchent sur des bandes bétonnées dans des sites de plus en plus nombreux, qui eux même débouchent sur les axes départementaux et nationaux à grande circulation pour aller vers les usines ou les balances (et retour).

L'étude du transport menée en 1995 a été prolongée à travers les suivis des groupements FARMi, et grâce aux informations communiquées par les sucreries pour les livraisons de 1995. En 1996 les chiffres relevés dans les groupements de chargement mécanique situent les transports dans les niveaux suivants :

|                | <b>Temps de<br/>livraison</b> | <b>Tonnage chargé</b> | <b>Temps de<br/>transport</b> |
|----------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Total          | 1678 :22                      | 8 104 227             | 1483 :40                      |
| Moyenne        | 02:02                         | 9 895.27              | 01:48                         |
| Médiane        | 01:28                         | 9 944.46              | 01:08                         |
| Ecat type      | 02:18                         | 1 764.53              | 02:29                         |
| Nombre valeurs |                               | 819                   |                               |

Le temps total de transport par les planteurs avec 1h48 en moyenne est important. Le temps de livraison qui lui est associé montre que la ressource transport est fortement mobilisée au cours d'une journée de récolte. En plus des 2h02 nécessaires à la livraison et pendant lequel le tracteur n'est pas disponible pour une autre tâche, il faut rajouter le temps de retour sur le terrain.

Si on se base sur les 200 000 mouvements convergeants vers les balances, les temps de transports représentent 360 000 heures de déplacement au total pour les planteurs. Les aménagements en voirie bétonnée influent très fortement sur ces chiffres. La différence entre le temps de livraison et le temps de transport ,15 minutes, représentent les temps moyens d'attente et de déchargement. Au total 50 000 heures sur lesquelles on peut aussi réfléchir. Le transport des cannes entre les balances de réception et les usines, effectué par camions routiers (cachalots) porte sur 1 300 000 tonnes de cannes entières et représente 1 600 000 km cumulés parcourus par les véhicules qui empruntent le réseau public. (source : « *Lettre d'information aux planteurs* » Sucrière de la Réunion, Sucrerie de Bois Rouge.)

Les moyens utilisés ici pour acheminer les cannes des parcelles vers les balances ou les tables à cannes des usines sont variés. Les charrettes à bœufs sont de plus en plus marginalisées au profit de solutions motorisées. Celles-ci se classent plusieurs type.

- ◊ Les matériels de type camionnettes où petites remorques de 3.5 à 5 tonnes de capacités. Elles appartiennent en propre aux planteurs, sont souvent anciennes et utilisées à d'autres tâches en dehors de la campagne de coupe ou entre deux livraisons de cannes. C'est l'outil de base de la diversification.

- ◊ Les remorques agricoles classiques et les camions de 7 à 10 tonnes de capacité. Ils appartiennent en propre à des planteurs mais sont souvent financés par du travail de transport à façon facturé à l'extérieur. C'est une très importante source de chiffre d'affaire complémentaire pour les propriétaires planteurs en période de coupe.

L'émergence des groupement les touche directement. S'ils s'intègrent au groupement celui-ci leur fournit une quantité garantie de canne à transporter. En contrepartie, les prix de transport sont revus fortement à la baisse. Cependant, la garantie de travail compense la baisse du prix du transport et ne modifie que très peu le chiffre d'affaire du transporteur. Souvent, il augmente même, et sa sécurité s'améliore.

Les dernières solutions reposent sur l'utilisation des remorques routières « cachalots » dès que l'accessibilité des parcelles et les quantités de cannes sont suffisantes. Les capacités de transport sont dans ces cas de 20 tonnes de cannes par remorque, tronçonnées ou entières. Les attelages de ce type appartiennent à des sociétés de transport.

Le choix du type d'équipement n'est pas neutre ni toujours rationnel. Surtout pour le transport qui comporte encore une forte image sociale. Le transport doit tenir compte des conditions d'accès aux parcelles, état, dimensions, encombrement et capacités de portance de la voirie. Il doit intégrer les quantités de cannes à transporter en un voyage et la fréquence des voyage à réaliser. Les matériels sont quand même limités par les capacité de manutention des ponts roulants des balances (10 à 15 tonnes). Par ailleurs, ce choix ne doit pas être déconnecté du type de chargeur utilisé et des ses performances. Il faut raisonner en termes de chantiers incluant les rythmes de coupe, de chargement et les quotas d'apports. Cependant, on notera que le nombre des attelages tend à augmenter, que nous sommes souvent en situation de sur équipement ( un moyen de transport immatriculé pour deux planteurs en moyenne) ce qui tend à encombrer les entrées aux balances et à allonger les files d'attentes. C'est une situation paradoxale. Les planteurs en 1996 ne privilégient pas les économies sur ce poste mais plutôt la sécurité de livraison des cannes en réponse aux limitations du nombre de voyage par transporteur imposées certains jours (qui sont liées à des problèmes en aval à l'usine).





|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| <b>PROJET N° 113</b><br><b>OPERATION N° 11306</b> |
|---------------------------------------------------|

## **Opération N°11306**

### **Adaptation des technologies, organisation du travail, logistique des chantiers**

#### **Systèmes d'acquisition d'informations embarqués sur les engins, gestion.**

L'interprétation des courbes d'enregistrement des vibrographes de contrôle montés sur les engins est difficile et imprécise. Elle ne permet, en général, que des approches globales, ne fournissent que des indications de temps sans aller dans le détail des phases de réalisation des travaux. Les vibrographes qui assuraient cette fonction de contrôle n'étant plus produits, et faute d'un matériel de remplacement disponible sur le marché, un développement sur place d'une centrale d'acquisition de données embarquée a été décidée.

##### Résultats attendus, en termes techniques

On dégage des informations d'aides à la gestion des temps, (déplacements, temps morts sur les chantiers...) ; On génère des informations de suivi des entretiens périodiques, pour la réalisation des entretiens en fonctions de l'utilisation réelle des matériels On réalise rapidement les tableaux de suivi de l'utilisation effective des matériels. Ces éléments permettront d'aider à planifier des travaux, ou des actions de soutien ou d'incitation...

##### En termes économiques et financiers

Le système permet le suivi plus rapproché et l'analyse des déterminants des coûts techniques d'utilisation des matériels dans les organismes de travaux (temps facturables, temps de déplacement, temps de mobilisation, consommation de carburant, indices d'usure...). Il permet d'établir et de situer les importances relatives des postes de coûts d'utilisation et de possession des matériels, le suivi des rentabilités des outils et des chantiers. Il permet en outre la création d'un référentiel d'informations statistiques, point de départ des actions de contrôle, de gestion, et de prévision.

##### En termes d'organisation

Il fournit des élément de planification des chantiers et des services, en fonction des zones, et des matériels à mettre en oeuvre, Il autorise la planification des périodes d'entretiens et de maintenance (ce qui permet l'organisation d'une meilleure gestion des stocks de pièces), et la formation technique continue des chauffeurs en fonction des problèmes relevés.

##### En terme d'informations

Il apporte des informations sur les niveaux des coûts, la possibilité de réaliser une cartographie des puissances absorbées pour un travail donné, une cartographie des coûts réels de réalisation des chantiers, une autre des temps moyens de travaux pour un travail donné et pour une zone donnée. Les données collectées et traitées peuvent être intégrés dans un SIG. Il permet d'étayer les raisonnements sur les niveaux à donner aux facteurs d'incitation (appui, conseil, financements...) et aux facteurs d'aménagements des terroirs.

##### En termes de Marchés

Le marché potentiel, en première approximation, concerne l'équipement de 50 boteurs et tracteurs agricoles localisés dans les SICA et CUMA canne, sans compter les chargeurs de canne et le matériel de transport (10 à 15 unités). On doit pouvoir atteindre rapidement un effectif de près de 100 systèmes à installer.

## Opérations à mener

Deux axes sont à travailler :

- Equipement des Organismes de travaux avec le module électronique embarqué d'acquisition, de stockage des données ;
- Mise en place du logiciel d'exploitation des données dans les services administratifs des directions techniques des organismes de travaux

Coût à ce jour d'un système complet : 22.000 Fr. (module embarqué, capteurs, débitmètre, logiciels de transfert et de mise en forme des données, logiciel d'analyse).

## Dossier "Coupeuse SIMON-Coquillot"

Aujourd'hui, la coupe est encore essentiellement manuelle, au sabre à canne, et occupe au moins 5 000 personnes avec un rendements journaliers de 3 à 5 tonnes suivant les situations. Ceci représente un potentiel de 500 000 journées de travail. Cependant, la main d'œuvre tend à se raréfier et son coût augmente ce qui appelle et oriente vers la mécanisation.

L'utilisation de coupeuses - tronçonneuses suppose la programmation d'un chantier combiné avec une flotte de remorques suiveuses qui doit permettre de couper une parcelle en continu, sans attente de remorque vide. La canne une fois tronçonnée ne peut pas être chargée en différé après sa coupe. Le travail de ces machines est limité par les possibilités d'évolution et de manoeuvre du couple coupeuse - remorque suiveuse. Les parcelles doivent être vastes, sans pierres, de forme simple, avec des sols portants où les machines ne glissent pas et ne s'enlisent pas. Les parcelles doivent être bien desservies pour permettre le passage d'attelages lourds, routiers ou agricoles de 10 à 14 t de capacité au moins, et leurs pentes ne doivent pas dépasser 10 à 12 %. Les tassements de sols peuvent être importants dans ce type de chantiers de récolte.

### Répartition des surfaces face à la mécanisation, tendances et objectifs

|           |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28 000 ha |          | SAU totale canne à sucre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Pour      | 3 000 ha | Récolte intégralement mécanisée Les parcelles sont vastes, sans pierres, de forme simple, avec des sols portants et des pentes de moins de 10 à 12 %. Les machines utilisées sont du type coupeuses-tronçonneuses (15 unités) et coupeuse Cannes entières (3 ou 4 unités). Leurs rendements de chantiers leur permettent de couper chacune en moyenne 10 000 tonnes de cannes sur une campagne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|           | 5 000 ha | N'attendent qu'un léger remaniement pour que la récolte puisse être intégralement mécanisée avec les machines ci-dessus.<br><i>Le travail de ces machines est limité par les capacités de réception des usines et par les possibilités de manoeuvre du couple coupeuse - remorque suiveuse</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|           | 7 765 ha | ont été grossièrement épierrées et attendent la suite des opérations d'aménagement pour permettre la coupe mécanique avec des machines adaptées dont l'objectif est de couper de 50 à 90 tonnes par jour dans des pentes jusqu'à 30 %, et des parcelles dont la géométrie est irrégulière et où il peut rester encore quelques galets. Elles coupent la canne mais ne la tronçonnent pas ce qui permet de dissocier les chantiers de coupe et de chargement. Ses capacités permettent de ramener le coût de la coupe autour de 40 à 50 fr./t. Des essais sont tentés dans ce sens.<br><i>Le marché pour cette machine se situe entre 100 et 150 unités et la demande pour ce type de récolteuse est très forte. De gros espoirs pour la filière sont fondés sur cette technologie puisqu'elle devrait permettre de mécaniser à terme presque 18 000 ha sur les 28 000 recensés</i> |
|           | 5 000 ha | Sont en attente d'un aménagement pour permettre la coupe mais avec des machines adaptées                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|           | 7 000 ha | Ne permettront pas la coupe mécanique et seul le chargement sera mécanisé.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



Pour les parcelles qui ne répondent pas encore à ces critères et qui attendent d'être aménagées, et pour celles qui ne pourront pas y répondre complètement (20.000 ha), une autre technique de coupe est en cours de mise au point. Entre la coupe manuelle et les coupeuses de grande capacité, il y a la place pour une solution intermédiaire dont l'objectif est de couper mécaniquement entre 50 et 90 tonnes par jour dans des parcelles dont les pentes vont jusqu'à 30 %, dont la géométrie est plus irrégulière et où il peut rester encore quelques galets. La machine en cours de développement en est au stade de la présérie.

#### La Coupeuse SIMON

Elle est attelée sur un tracteur en position latérale. Elle coupe la canne mais ne la tronçonne pas ce qui permet de dissocier les chantiers de coupe et de chargement et donc de se passer de remorque suiveuse. La conception de son système de coupe la rend effectivement moins sensible aux pierres non ramassées, celle de son châssis la rend très manoeuvrante, stable et agile dans les pentes. Elle laisse les cannes coupées en tas de 300 à 500 kg faciles à charger par la suite.

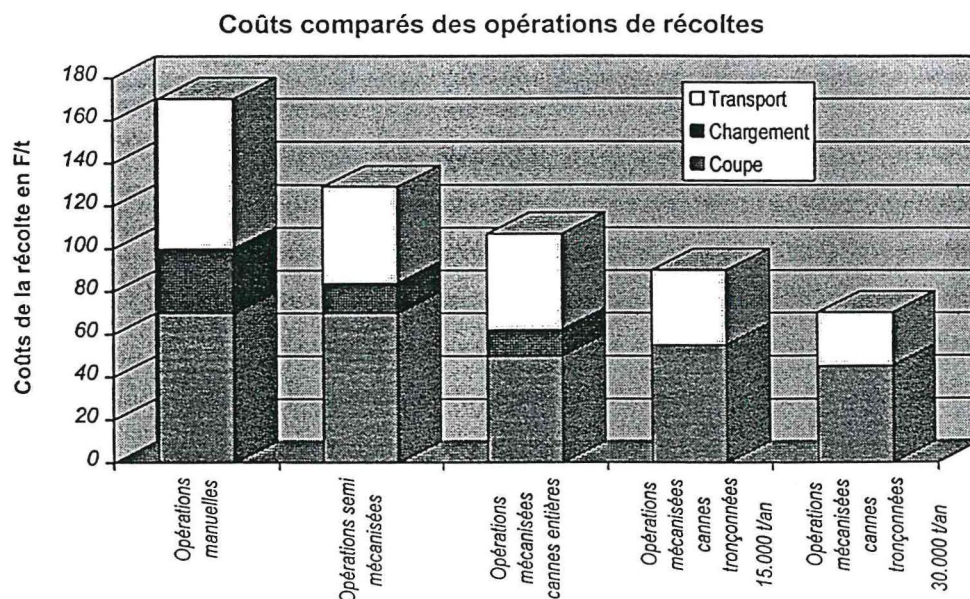
Ses capacités lui permettent de ramener le coût de la coupe autour de 30 à 50 Fr./t. Le marché pour cette machine se situe entre 100 et 150 unités et la demande pour ce type de récolteuse est très forte.

Les tests ont montré que la machine pouvait travailler dans des parcelles dont les pentes peuvent aller jusqu'à 38% et les dévers jusqu'à 30%. Par contre les parcelles doivent être préparées pour la coupe : réalisation d'un épierreage même si la machine se montre beaucoup moins sensible à la présence de pierre que ses concurrentes, détournage pour permettre les manoeuvres autour de la parcelle. Les performances de coupe vont de 10 à 17 tonnes heures en fonction surtout de la préparation de la parcelle.

La machine sépare très bien les choux de canne mais conserve toutes les feuilles avec les tiges dans les tas. Le non canne représente 10% de la masse des tas.

Il reste à la mettre sur le marché, à en accompagner le développement et à définir les services d'appui et logistiques à mettre en place pour un fonctionnement dans le cadre de groupements de planteurs (associations ou CUMA).

De gros espoirs pour la filière sont fondés sur cette technologie puisqu'elle devrait permettre de mécaniser à terme entre 18.000 et 20.000 ha sur les 28.000 recensés.



## A Poursuivre.

- ◊ Le développement et l'extension de la coupe mécanique même avec la nouvelle coupeuse suppose la réalisation parallèle d'aménagements fonciers (épierrages, voirie...) permettant une coupe mécanique et les transports sans risques pour les machines et la main d'oeuvre. Il faut y associer les structures de réception et de broyage en aval qui doivent être suffisantes pour permettre des livraisons nombreuses et de forts tonnages.
- ◊ Accompagner le développement du chargeur à tourelle pour le substituer au chargeur frontal, peu cher mais dangereux pour les sols et pour les souches de cannes encore en terre.
- ◊ Diminuer le nombre de remorques de petites capacités et s'orienter vers des transports de 10 tonnes de moyenne en liaison avec le développement de voiries adaptées. L'introduction d'un tracteur spécifique léger, plus rapide et plus sûr pour le transport mixte entre les parcelles et l'usine. L'introduction d'un concept de « paniers mobiles » déposés en bordure de parcelles et chargés sur les plates-formes des camions, organisés pour le ramassage.
- ◊ Le regroupement des planteurs autour de matériels ou de services pour la planification et le contrôle des chantiers et de leurs performances, en liaison avec les capacités des usines et des quotas différenciés. L'objectif est ici d'accompagner les groupements de planteurs pour atteindre un objectif de 10.000 tonnes de cannes par campagne traitées par groupement.<sup>1</sup>

L'objectif serait de descendre à des coûts de récolte de l'ordre de 100 fr./t C'est à dire 55Fr./t pour le chargement et le transport et 45 à 50Fr./t pour la coupe. La mécanisation constitue une voie pour atteindre ces objectifs. Cependant, elle doit être accompagnée par des opérations d'aménagement des accès et du parcellaire d'une part et d'un encadrement assez serré d'autre part pour qu'un planteur « des hauts » puisse en bénéficier au même titre et à des coûts comparables, qu'un planteur exploitant dans « les bas » au niveau du littoral. La mécanisation est tributaire aussi des capacités de réception des balances, donc des capacités de broyage des usines et donc des quotas de livraison attribués aux planteurs.

Un étalement de la maturité des cannes sur la campagne serait aussi le bienvenu.

## Publications en 1996

Rapport de stage S Gaucher

Rapport de stage P Saintin

Bordereau de campagne de chargement 1996 Groupement de Bellevue Bras Panon

Bordereau de campagne de chargement 1996 Groupement de St Benoît

Bordereau de campagne de chargement 1996 Groupement de Baril St Philippe

Bordereau de campagne de chargement 1996 Groupement de Trinité St Philippe

Rapport d'étude et de suivi de la coupeuse SIMON 1996

Le transport de la canne en 1995

Article « Mécanisation de la canne à sucre à la Réunion » CIRAD-Magazine

Document d'accompagnement sur la mécanisation de la canne à sucre . Dossier POSEIDOM 1996

Document d'accompagnement sur l'utilisation des centrales SADEM. Dossier POSEIDOM 1996

---

<sup>1</sup> Les groupements, en plus du travail technique, ont à gérer une dimension sociale spécifique aux organisations de producteurs. Leur objectif est aussi de maintenir une cohésion interne, fonction de la capacité du groupe à travailler ensemble. La résolution des conflits, par exemple dans le déclenchement des travaux se pose en général dans des termes différents d'une entreprise classique dans la mesure où la recherche de compromis et les processus de négociation prennent le pas sur des relations d'autorité hiérarchiques.



## **Stagiaires reçus en 1996**

Séverine Gaucher INA-PG : « Analyse des protocoles d'apports de canne aux usines. »

Pierre Saintin DESS Université de Créteil: « Analyse des modalités de récolte des planteurs et rapprochement avec les protocoles d'usine. »

## **Missions importantes reçues en 1996**

Mission Legal - Soler Avril 1996 orientation des stages de P Saintin et S Gaucher. Présentation de l'étude aux partenaires.

Mission A Ducreux : appui au programme, planification et budget.

Mission F Sévila. Juin 1996 Audit du programme SADEM

Mission V Perret : Novembre 1996 Appui scientifique, construction de l'application de contrôle de gestion associée à SADEM

Mission Legal - Soler, Novembre 1996 présentation des conclusions des stages de P Saintin et S Gaucher aux partenaires et mise en place des suites.

Mission JP Tonneau Septembre 1996 CIRAD-SAR programme GERE

Mission D Bouchereau Septembre 1996 , Novembre-Décembre 1996 Ateliers de Claire fontaine, mise au point et suivi du prototype de coupeuse de canne

Mission J Sauvetre Juillet 1996 , Décembre 1996 Ateliers de Claire fontaine, mise au point et suivi du prototype de coupeuse de canne

Mission D Olivier Octobre 1996 Ateliers de Claire fontaine, mise au point et suivi du prototype de coupeuse de canne

Mission L Boyeldieu Directeur des Ateliers de Claire fontaine, mise au point et suivi du prototype de coupeuse de canne

Mission Errol Jacquin et Gaetan Claite MSIRI Novembre 1996, mesure du comportement de la coupeuse SIMON.

Mission Marc Le MOIGNE Décembre 1996, CIRAD-SAR Direction.



# FILIERE AGRICULTURE DES HAUTS

## Liste des PROJETS et OPERATIONS ~ 1996

| PROJETS | OPERATIONS | TITRES                                                                                                                                             | RESPONSABLES                                                | TEMPS |
|---------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
| * 931   | 93101      | <b>Systèmes diversifiés durables pour les Hauts</b><br>Agronomie des systèmes diversifiés et de polyculture-élevage                                | R. MICHELLON<br>R. MICHELLON                                | 70 %  |
| * 932   | 93201      | <b>Appui à l'innovation et au développement local dans les Hauts</b><br>Etudes et appuis technologiques aux producteurs des Hauts                  | J. TASSIN<br>S. PERRET<br>F. DAUDET (VAT)<br>M. LORRE (VAT) | 20 %  |
|         | 93203      | Expérimentation - Diffusion de techniques et de cultures innovantes                                                                                | R. MICHELLON                                                | 20 %  |
|         | 93204      | Accompagnement de l'innovation - Diffusion de techniques anti-érosives.                                                                            | N. SIBELET                                                  | 100 % |
| * 942   | 94202      | <b>Gestion des espaces et des ressources naturelles</b><br>Gestion technique de l'eau d'irrigation dans les exploitations de polyculture des Hauts | J.M. PAILLAT/<br>S. PERRET<br>S. PERRET                     | 40 %  |
|         | 94203      | Gestion conservatoire des sols et de la fertilité dans les exploitations de polyculture des Hauts                                                  | S. PERRET                                                   | 40 %  |
|         | 94204      | Etude des systèmes de cultures pour économiser les intrants                                                                                        | R. MICHELLON                                                | 10 %  |

\* Les projets dont le numéro commence par 9 sont des projets intéressant plusieurs filières. De ce fait, les opérations sont réparties selon la filière à laquelle elles se rattachent.





**Opération n° 93201**  
**Etudes et appuis technologiques aux producteurs des Hauts**

*Chercheurs :* Sylvain PERRET  
Marie BOSCHER  
J. Philippe MOREAU

**I. Etude du processus de diversification des exploitations dans les Hauts de Saint Paul : situations agricoles, stratégies et gestion des risques**

***I.1. Un processus incontournable, hésitant et mal sécurisé***

Les Hauts de l'Ouest de la Réunion sont confrontés à de nombreuses difficultés. La fuite de la population vers les Bas et un fort taux de chômage soulignent notamment un lourd déséquilibre entre cette zone et le littoral. En aménageant l'espace, en contribuant à maintenir la population, en perpétuant l'identité à la zone et en générant une activité économique et des emplois, l'agriculture reste le pivot de l'activité des Hauts (20% des emplois).

Pour conforter leur exploitation et atteindre leurs objectifs, de nombreux producteurs s'orientent vers la diversification<sup>1</sup>. Les productions animales s'appuient souvent sur des filières organisées et soutenues. La diversification végétale apparaît encore marginale ou hésitante, risquée, le plus souvent mal évaluée et parfois perçue comme concurrente potentielle à la première production de la zone, la canne à sucre.

Un premier diagnostic a été établi en 1995 dans les Hauts de Trois Bassins et Saint Leu (Roux, 1995). Cette étude a souligné l'importance de la diversification dans la durabilité économique des exploitations.

***I.2. Les objectifs et la démarche entreprise***

Une démarche similaire a été engagée sur les Hauts de Saint Paul, avec pour objectifs :

- de décrire la diversité des situations, au travers du fonctionnement des exploitations et plus particulièrement de leurs dynamiques et stratégies de diversification ;
- de souligner les facteurs externes et internes à l'exploitation, freins ou moteurs, les trajectoires passées et les scénarios futurs possibles ;
- d'informer et mobiliser les différents acteurs politiques et financiers, techniques et économiques et d'identifier les actions finalisées à mettre en oeuvre pour accompagner la diversification, en plaçant les préoccupations, les pratiques et les stratégies des producteurs comme bases du processus de développement.

---

<sup>1</sup> La diversification désigne l'abandon partiel ou total des deux cultures « pivot », pluviales et à marché garanti que sont le géranium et la canne ; et désigne donc les productions animales et les productions horticoles au sens large (fleurs, fruits, légumes, aromates ...).

### ***1.3. Une typologie et des trajectoires d'exploitations***

La diversité des situations est détaillée dans un rapport largement diffusé, cité en référence (Boscher et Perret, 1996). Les figures 1 et 2 résument les trajectoires observées, (mentionnées *p.*). Pour en éclairer la lecture, on peut indiquer de façon très synthétique, que le type I est constitué d'exploitations à canne (b) et/ou géranium (a) quasi exclusifs, le type II est constitué de systèmes à base de canne (b-c) ou géranium (a) avec une diversification partielle, et petit élevage (c), le type III est constitué de systèmes de cultures majoritairement diversifiés (a) et intensifs (b), voire spécialisés (c), le type IV est constitué d'exploitations en systèmes extensifs fruitiers ou élevage allaitant, à temps partiel (a) ou complet (b), le type V caractérise des exploitations à systèmes extensifs associés à une activité agrotouristique prédominante.

Trois situations initiales déterminent la présence de cultures de diversification sur les exploitations :

#### ***1.3.1. Dès l'installation***

Des exploitants, souvent anciens colons, ont pu s'installer avec des projets mixtes géranium-diversification sur des lots SAFER de plus de 5 ha dans les années '80. L'épuisement de ces anciens sols à géranium et la crise de la filière des années 92 à 95 ont fortement contraint ces exploitations. Quelques producteurs se sont orientés dès 1990 vers l'élevage bovin (*p5*). Les plus nombreux ont reconverti une partie de la sole de géranium en maraîchage (*p4*), mais face à des problèmes de fertilité et d'érosion, au manque d'expérience par rapport aux risques climatiques et à la fonction commerciale, au poids des habitudes de plantation, ces agriculteurs sont en difficulté et gèrent à court terme une exploitation qui n'assure souvent qu'une faible partie du revenu familial.

#### ***1.3.2. A partir de systèmes monocultureux à canne : des stratégies anti-risques***

Quelques exploitants, marqués par des habitudes liées au colonage et à la pluriactivité, perpétuent un système monoculturel peu rentable, parfois associé au géranium en altitude (compost pour quelques cultures maraîchères autoconsommées). Mais la plupart des producteurs associent aujourd'hui canne et maraîchage, voire géranium (*p2*, *p3* et *p6*), à la faveur d'une disponibilité nouvelle en terre, sans incidence sur la sole cannière. En effet, les surfaces en maraîchage proviennent soit de l'abandon du géranium (crise), soit d'acquisitions (propriété, fermage, arrangements familiaux ou de voisinage). Des opportunités commerciales favorisent parfois cette évolution (circuits sécurisés, export...). La canne reste le pivot stratégique de l'exploitation (calendrier), sécurise l'exploitation face aux risques liés à la diversification et couvre toujours plus des 2/3 de la sole.

Les degrés de diversification et d'intensification restent divers, depuis un maraîchage balbutiant et lié au temps libre laissé par la canne, jusqu'à des systèmes horticoles intensifs (intrants, mécanisation) associés à un atelier bovin ou caprin pour le fumier.

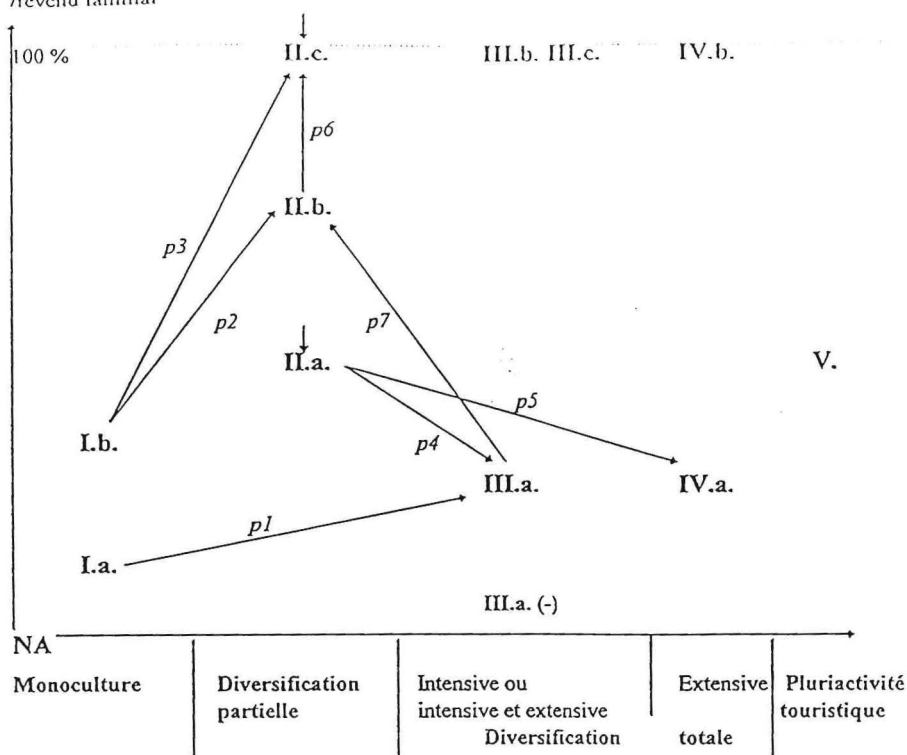
#### ***1.3.3. A partir de systèmes monocultureux à géranium : des stratégies palliatives***

Ce processus est souvent indépendant de la volonté propre du planteur, contraint par l'épuisement des sols et les baisses de rendement, et surtout par la crise brutale. La diversification a souvent été totale, soit directement à partir de la monoculture (*p1*), soit à partir d'un schéma géranium-diversification (*p4* et *p5*). Pour certains (anciens colons), la diversification totale n'a été que transitoire (*p1* puis *p7*) par manque de main d'oeuvre et de technicité (retour récent et partiel au géranium).

Des éléments semblent importants à souligner : (i) les aides à l'installation de systèmes horticoles ou d'élevage, alliées à des formations et à un suivi technique ont fortement conditionnés ces passages ; (ii) la réorientation contrainte par la crise du géranium n'a que rarement dirigé les exploitants vers la canne, d'abord pour beaucoup en raison de l'altitude, mais aussi parce que le calendrier de travaux et les apports de trésorerie imprimés par le cycle de la canne sont plus éloignés de leur pratiques que les cultures maraîchères ; enfin (iii), pour beaucoup (qui ont conservé leur alambic...), le retour partiel au géranium n'est pas exclu si les conditions de rentabilité re-devenaient attrayantes, cette culture dispose en effet d'un capital « savoir-faire » de producteurs pas toujours rassurés face aux risques du maraîchage.

Part du revenu agricole  
revenu familial

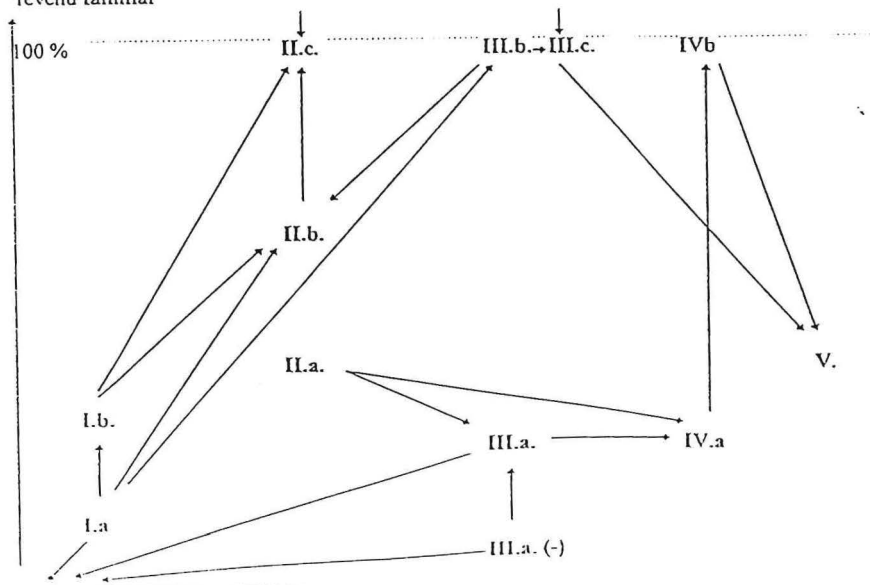
Figure n°1: Schématisation des trajectoires d'évolution



| passages | Facteurs exogènes                                  | Facteurs endogènes                                                         |
|----------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Crise du géranium                                  | Main d'oeuvre disponible                                                   |
| 2        | Disponibilité en terre                             | Main d'oeuvre disponible                                                   |
| 3        | Disponibilité en terre<br>Opportunité commerciale  | Trésorerie<br>Technicité horticole et cannière<br>Main d'oeuvre disponible |
| 4        | Crise du géranium<br>Subventions<br>Aide technique | Main d'oeuvre disponible                                                   |
| 5        | Crise du géranium<br>Subventions<br>Aide technique |                                                                            |
| 6        |                                                    | Trésorerie<br>Technicité horticole et cannière<br>Main d'oeuvre disponible |
| 7        |                                                    | Faible technicité horticole<br>Faible ratio main<br>d'oeuvre/surface       |

Figure n°2: Schématisation des trajectoires potentielles.

Part du revenu agricole  
revenu familial



## ***1.4. Facteurs-clefs et évolutions possibles***

### ***1.4.1. Les facteurs passés de la diversification, évaluation des possibles***

La disponibilité en terre a été évoquée supra. Les évolutions futures ne pourront sans doute pas s'appuyer sur la même dynamique (réforme foncière terminée, régression forte du colonage). A côté du processus de succession et de reprise d'exploitation, les rétrocessions se limiteront à des lots de petite taille et ne peuvent intéresser que des propriétaires limitrophes souhaitant s'agrandir (p2). Devant les difficultés d'installation des projets passés, les installations ont récemment favorisé les élevages, y compris en dessous de 1200 m. Toutefois, une nouvelle forme d'installation apparaît, des projets de diversification strictes sont depuis quelques années soutenus (installations en diversification totale III.b./III.c.). Le problème du mitage des terres agricoles et les difficultés à mettre en oeuvre la procédure de récupération des terres en friche (indivision) constituent maintenant les freins de la dynamique foncière nécessaire à la diversification.

Les politiques volontaristes et incitatives sur les filières animales ont constitué des moteurs de la diversification. Il reste toutefois un vide à combler entre le « tout animal » consommateur d'espace, et les systèmes familiaux de polyculture-petit élevage, ces derniers souhaitent souvent l'implication des coopératives (filières) dans leur fonctionnement et ces dernières ne sont pas toujours disposées à aborder ces échelles différentes et plus contraignantes.

Même si le changement de statut n'a pas toujours motivé une évolution rapide des systèmes de production après rétrocession, on peut considérer que globalement la régression du colonage a favorisé la diversification. Aujourd'hui, les successions sur les lots rétrocédés aux colons dans les années '80 sont plus souvent l'occasion d'un développement de la diversification partielle (p2 et p3), lorsque des blocages endogènes sont levés (main d'oeuvre, trésorerie).

Des contraintes d'exploitation subsistent. Si les efforts de désenclavement des parcelles ouvrent des perspectives nouvelles (chemins bétonnés), l'éloignement de l'habitat reste une préoccupation importante, favorise vols et détériorations sur les exploitations horticoles et suppose des stratégies conservatoires qui freinent la diversification.

### ***1.4.2. Deux thématiques majeures : l'eau et la commercialisation***

Au regard des préoccupations majeures exprimées par les producteurs et du résultat de ces approches globales, des analyses sectorielles ont été conduites.

La première thématique concerne la gestion du risque climatique, les stratégies mises en oeuvre, les potentialités et les contraintes des producteurs, notamment en ce qui concerne l'accès à l'eau d'irrigation. On souligne que l'irrigation, sans être une condition incontournable à la diversification, sécurise ce processus et génère toujours des surfaces plus importantes en maraîchage. Les types d'exploitations horticoles les plus préoccupées par le risque de sécheresse sont souvent dépourvus de retenue (type III), d'autres disposent d'une retenue sur une exploitation peu diversifiée (type II). Les mécanismes de collecte des demandes, les taux de subvention et les conditions d'attribution des retenues pourraient sans doute intégrer la diversité des situations et s'appuyer sur les trajectoires décrites ...

La seconde thématique concerne la commercialisation des produits. Une brève analyse des filières de vente a été conduite, ainsi que les différents types de risques qui y sont associés. Les stratégies des producteurs face à ces risques ont été explicitées. On a expérimenté une démarche d'aide à la décision, visant à la cohérence des fonctions de production et de commercialisation, par la méthode de programmation linéaire. Les pistes de recherche évoquées en matière d'adéquation filière / produits doivent sans doute être creusées. En terme de résultats, l'intérêt des bazardiers et des marchés de proximité dans les Hauts a été souligné, et les seuils déterminants leur intérêt respectif en terme de gain pour l'agriculteur ont été mis en évidence (en fonction des quantités écoulées par les producteurs, des types de produits, de la saison ...). Le travail de capitalisation de références technico-économiques par produit, entrepris par la Chambre d'Agriculture, est essentiel pour construire cette fonction de conseil adapté.



## **1.5. Synthèse et conclusion**

Aujourd'hui, les monocultures industrielles traditionnelles ne permettent plus de faire vivre une famille sur les seuls revenus agricoles, dans le contexte foncier des Hauts. La diversification apparaît comme un facteur de durabilité économique de ces exploitations, et jusqu'à présent, de préservation d'un potentiel de production en canne.

Dans un contexte physique difficile et des trajectoires d'exploitants très diverses aux plans historique et socio-économique, les réponses et le niveau d'implication des producteurs sont extrêmement variés. Et souvent, la diversification n'occupe encore qu'une faible part de la sole cultivée, préservant ainsi des surfaces importantes en canne lorsque l'altitude le permet.

L'image qualitative proposée révèle cependant l'importance probable à venir des productions horticoles sur la zone. Lorsque les systèmes monoculturaux stricts persistent encore, leur durabilité économique relève souvent d'une autre diversification, celle des sources de revenu. Malgré l'attrait financier, les cultures diversifiées sont souvent considérées comme des productions « marginales » sur la sole, parce que risquées et nécessitant une implication forte en main d'œuvre, en organisation et en technicité, souvent incompatibles avec la pluriactivité et une présence sporadique sur l'exploitation. L'implication de ces exploitants dans leur système de production s'amenuise au fil des années. Des changements de stratégie et de systèmes de culture apparaissent inéluctables à la reprise des terres (par succession ou non).

Les exploitants plus ou moins spécialisés dans une production, en général récemment installés, possèdent une base technique solide, ont un schéma évolutif en tête, leur système s'affirme peu à peu. Chez ces producteurs, des actions de formation, et l'élaboration d'outils d'aide à la décision et de conseil en gestion technique, financière et commerciale, constituent sans doute les facteurs d'une augmentation de leurs performances.

Le développement de la diversification des Hauts de l'Ouest s'inscrira dans les variations internes d'un paysage foncier dont les contours évolueront peu. La diversification ne s'étendra sans doute qu'au travers de nouvelles installations ou successions, et peut-être à la faveur d'organisations sur le thème de la commercialisation ou d'aménagement (accès à l'irrigation). Sur ce dernier point, les nouveaux périmètres à venir dans les Hauts pourraient favoriser une reconversion de surfaces en canne vers l'horticulture, processus jusqu'alors quasi inexistant. Mais l'analyse globale effectuée souligne que certains freins resteront sans doute valides, notamment la disponibilité en main d'œuvre.

Au fil des enquêtes, il nous est apparu que les systèmes d'information mobilisés par les producteurs étaient souvent relatifs à leurs pratiques en cultures traditionnelles et aux habitudes qui en découlent. Par rapport à ces références, l'émergence de réflexes d'organisation constitue certainement une des clefs du développement de la zone. La levée d'obstacles récurrents en matière d'accès aux ressources (eau, matière organique), d'approvisionnement en intrants, de transport, de stockage, apparaît tributaire de ces organisations. Les intervenants du développement agricole (formation et conseil) doivent accepter de se désengager de procédure d'encadrement au sens strict pour plutôt promouvoir et accompagner l'émergence d'initiatives locales. La procédure participative qui a précédé la mise en place de l'OGAF des Hauts de l'Ouest ou les formations-actions conduites sur les OLAT (groupes GERDAL et animation APR-CAH) relèvent de ce renouvellement du mode d'intervention.

De même, la fonction de conseil doit poursuivre son évolution vers une fonction d'aide à la décision : à la complexité des problèmes rencontrés par les producteurs diversifiés, les organismes de développement doivent répondre par des démarches intégrées, partenariales et multi-sectorielles.

## II. Appui à l'artisanat de transformation et de valorisation de produits agricoles

### II.1. Introduction

Les résultats évoqués ici découlent de l'identification des besoins et de la demande en transformation agro-alimentaire par le biais de montage de projet et de proposition de nouveaux process mis au point au CIRAD Montpellier.

Durant l'année 1995, le CIRAD a initié une opération d'appui au développement de l'agro-alimentaire, initialement ciblée sur les Hauts de la Réunion. Un certain nombre de projets a été identifié (Daudet, 1995).

Pour concrétiser le rapprochement entre le CRITT Agro-Alimentaire de la Chambre de Commerce et d'Industrie de la Réunion (CCIR), situé à la Maison des Sciences et de la Technologie (MRST), et le CIRAD, l'action relative à la transformation du Tilapia (Gueule Rouge), a été placée au premier plan pour 1996. Il était question de comparer les méthodes traditionnelles pour l'obtention d'un produit salé / séché / fumé à celle mise au point au CIRAD Montpellier (Collignan, 1996).

### II.2. Activités

Il s'agissait d'abord d'élaborer un dossier technique et de dresser un tableau de financement en concertation avec tous les acteurs de la filière Tilapia, en l'occurrence l'Association Réunionnaise pour le Développement de l'Aquaculture et un GIE regroupant 6 producteurs de Gueules Rouges, et ce en partenariat avec le CRITT Agro-Alimentaire. Dans le cadre de cette étude, les compétences respectives du CRITT et du CIRAD ont été détaillées, et le rôle de chacun a été bien défini.

Cependant, il s'est rapidement avéré que les faibles volumes de production de Tilapia (<100 tonnes en 1995) représentaient une part trop faible sur le marché réunionnais pour prétendre à un projet se limitant à cette production. L'étude s'est alors étendue à d'autres espèces de poissons (Marlin, Espadon, Thon et Truite), en associant des transformateurs, la SOPEMA<sup>2</sup> et la SORETRAVI<sup>3</sup>, ainsi qu'un producteur indépendant de Truite.

Le dossier technique, regroupant les piscicultures *Langevin* et *Aquagol* et les sociétés SOPEMA et SORETRAVI, dont le CRITT AA est devenu le maître d'oeuvre, a été présenté à la DRIRE<sup>4</sup>, en octobre 1996 (Dossier technique CRITT/CIRAD, 1996). Cette dernière a donné un avis favorable et, sans attendre les conventions, les premiers essais de transformation ont vu le jour dès le mois de décembre 1996.

Les procédés mis en oeuvre sont d'abord basés sur la transformation de Tilapia et de Truite, préalablement filetés, par des techniques traditionnelles de salage / séchage / fumage. Cette phase préliminaire permettra de valider et d'optimiser des paramètres tels que la durée de traitement, le choix des températures sèche et humide... Ainsi, ces données seront comparées à celles obtenues en utilisant une technique innovante de salage et séchage simultanés, la déshydratation - imprégnation par immersion (DII), mise au point au CIRAD Montpellier. Ce procédé a notamment été appliqué au Saumon et au Hareng ; il permet de réduire les durées de traitement et d'améliorer la qualité des produits finis par rapport aux techniques classiques.

---

<sup>2</sup> Société des Pêches des Mascareignes

<sup>3</sup> Société Réunionnaise de Transformation des Viandes

<sup>4</sup> Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

Dès l'installation du pilote de DII au CRITT AA courant février 1997, outil fourni par le CIRAD Montpellier, des essais de comparaison de process pourront alors débiter, et le projet pourrait être renforcé et diversifié vers la transformation des fruits locaux et la salaison de viande de cerf local et de magret de canard.

Parallèlement au montage du projet et pour faciliter les échanges CRITT AA / CIRAD, l'activité agro-alimentaire du CIRAD s'est installée à la MRST dès le mois de juillet 1996.

Ces échanges ont rapidement conduit à l'établissement d'un accord cadre « trilatéral » : CCIR, Université de la Réunion et CIRAD, accord finalisé et paraphé lors de la mission à la Réunion du Directeur Général du CIRAD, B. Bachelier, le 9 décembre 1996.

### **II.3. Conclusions**

L'année 1996 a permis d'élaborer et de concrétiser, en s'appuyant sur un projet précis concernant la transformation des produits locaux de la mer et de l'aquaculture, une collaboration entre le CRITT Agro-Alimentaire et le CIRAD. Dès le début de l'année 1997, un avenant à l'accord cadre, spécifique du projet en question, sera établi.

Le positionnement de l'activité Agro-Alimentaire dans le dispositif Agriculture des Hauts sera remis en cause en 1997 ; en effet, les demandes concernent toute l'île de la Réunion, voire toute la zone Océan Indien. Cette activité pourrait à terme devenir un « pôle de compétence » dans cette région.

## **III. Publications en 1996**

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, 83p et annexes.

CRITT / CIRAD, 1996. Optimisation des techniques de salage / séchage / fumage des produits de la mer et de l'aquaculture. Dossier technique pour la demande de Fond Régional d'Aide au Conseil, dans le cadre d'une action collective.

Collignan A., 1996. Rapport de mission d'appui et d'information au CIRAD Réunion du 3 au 12 décembre 1995, Bilan et perspectives. Rapport CIRAD-SAR n° 22/96, Février 1996.

Daudet F., 1995. Appui à l'artisanat de transformation et de valorisation de produits agricoles locaux. Rapport CIRAD-SAR n°95/95.

## **IV. Stagiaires reçus en 1996**

Marie Boscher, élève-ingénieur de l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon, de mars à septembre 1996.

## **V. Missions importantes reçues en 1996**

François Challot, responsable de la mission Technologie au CIRAD, 29 - 31 octobre 1996.





**Opération n° 93204**  
**Dispositif de diffusion de techniques anti-érosives innovantes**  
**dans les Hauts de l'Ouest - Accompagnement de l'innovation**

*Chercheurs :* Nicole SIBELET  
*Référent SUAD :* Frédéric ARNOLD  
*Référent APR :* Régis NATIVEL

## **I. Suivi d'un réseau de 27 agriculteurs**

### ***I.1. Caractérisation des exploitations suivies***

Détermination de la structure et du fonctionnement.

### ***I.2. Travail sur une trentaine de parcelles***

Chez ces 27 agriculteurs, une trentaine de parcelles incorporant des techniques anti-érosives presque exclusivement des plantes de couverture vive et des haies vives de *Calliandra Calothyrsus* ont été suivies.

## **II. Caractérisation et amélioration des techniques**

### ***II.1. Adaptations et solutions mises au point***

Au fur et à mesure de la mise en pratique des nouvelles techniques, des adaptations se sont révélées nécessaires. Le contrôle des couvertures et le contrôle des adventices dans les couvertures exigent une meilleure maîtrise des herbicides ainsi que des réponses plus souples.

La mobilisation de compétences diverses (agriculteurs, développement, recherche) et le suivi étalé dans le temps d'agriculteurs dans différentes situations, a permis de confronter problèmes et éléments de réponse pour construire certaines solutions qui paraissent efficaces.

### ***II.2. Capitalisation des acquis***

Le dispositif a sollicité du CIRAD un document de synthèse sur les techniques disponibles (plantes de couverture).

Pour les techniques pratiquées par les agriculteurs, le dispositif a retourné des commentaires et des questions sous forme orale et écrite (cf. commentaire du document de synthèse et Bilan du 15 septembre 1995 au 15 septembre 1996).

Analyse et synthèse des opérations menées, des adaptations de techniques et des solutions mises au point sont exposées dans le bilan.

### **III. Accompagnement des nouvelles techniques**

#### ***III.1. La formation des techniciens et des agriculteurs***

En ce qui concerne les couvertures vives, dans la mesure où celles-ci nécessitent encore recul et ajustement, il n'y a pas eu de formation à proprement parlé mais une sensibilisation dans le cadre de formations plus globales de l'APR.

En matière de *Calliandra calothyrsus*, à la demande du dispositif, le CIRAD a dispensé une journée de formation à laquelle étaient invités tous les techniciens de l'APR et de la Chambre d'Agriculture des Hauts de l'Ouest.

#### ***III.2. Approvisionnement***

Les produits phytosanitaires nécessaires à la maîtrise des plantes de couverture ont été fournis aux agriculteurs.

Des graines et des boutures (lotier, trèfle et arachide) ont été mises à disposition pour l'implantation de couvertures.

Des graines de *Calliandra Calothyrsus* ont été mises en vente.

### **IV. Des enseignements pour infléchir la démarche**

La première année de fonctionnement du dispositif montre qu'il faut replacer les techniques proposées dans une perspective de durabilité.

La caractérisation de la situation de l'agriculteur et de sa demande technique ou sociale est la première étape, demande d'ailleurs souvent insuffisamment formulée. La participation du dispositif à l'effort de formulation de cette demande a été retenue comme un axe principal du travail à venir du dispositif.

### **V. Publications en 1996**

Sibelet N, Arnold F, Nativel R, Novembre 1996. Pour une contribution à la durabilité des exploitations agricoles dans les Hauts de l'Ouest, bilan du 15/09/95 au 15/09/96, CIRAD-SAR/Chambre d'Agriculture/APR, 39 p. + annexes 114 p.

### **VI. Stagiaires reçus en 1996**

Encadrement de Youssef Narbesla pour l'étude "Stratégies rurales à la Réunion, la Chaloupe Saint-Leu dans les Hauts de l'Ouest.

Appui à Myriam Régat, Nancy Laudé, Frédérique Fottorino, Manuel da Silva et Isabelle Sigala.

### **VII. Missions d'appui reçues en 1996**

Jean-Philippe Tonneau, CIRAD-SAR, chef du programme GERE (gestion des exploitations rurales et des espaces) en septembre 1996 : bilan et proposition.

**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**

### ***1.1. 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 sous-tendent.

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'explicitier 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)

## ***1.2. 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 m<sup>3</sup>) et présence de captage ou non,
- expérience personnelle du chef d'exploitation en irrigation,
- matériel utilisé (goutte à goutte, micro-aspergion, aspergion)...

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 différents 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-aspergion (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 m<sup>3</sup>, 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 œuvre sur une dizaine de cultures maraîchères et plantes aromatiques, sur l'artichaut, sur les agrumes et le pêcher, ont été explicités.

À 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'œuvre 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***

À 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'événements 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'explicitier 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 m<sup>3</sup>, l'une pourvue d'un système de collecte des eaux de ruissellement d'un chemin bétonné et d'un impluvium bâché de 300 m<sup>2</sup>, 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>).

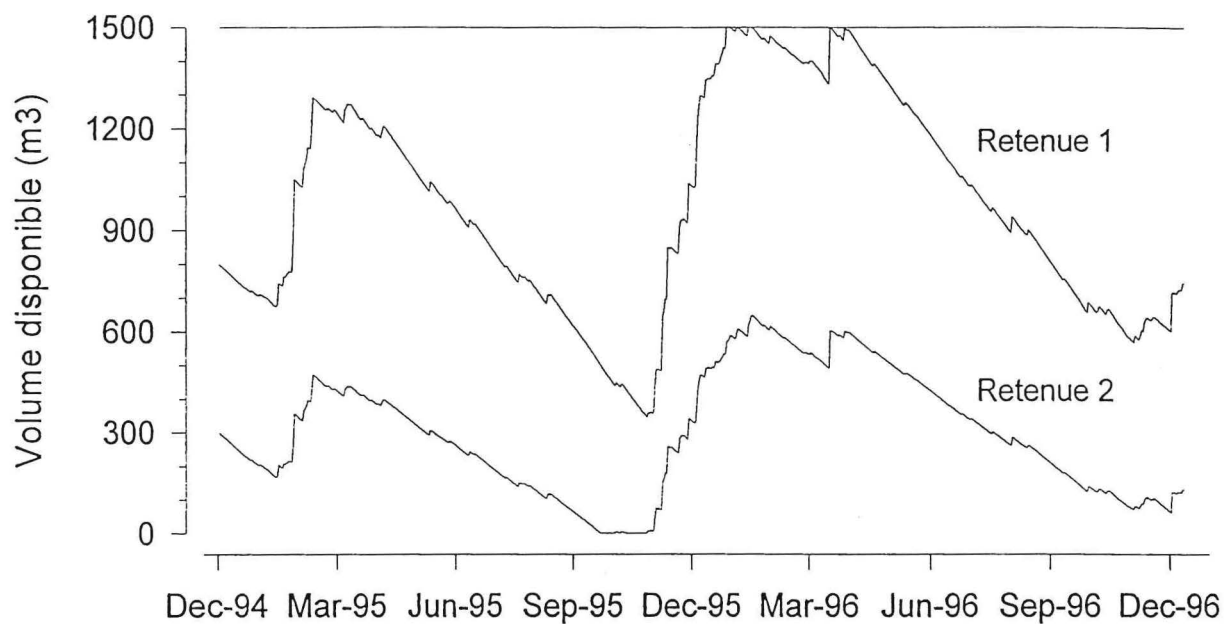
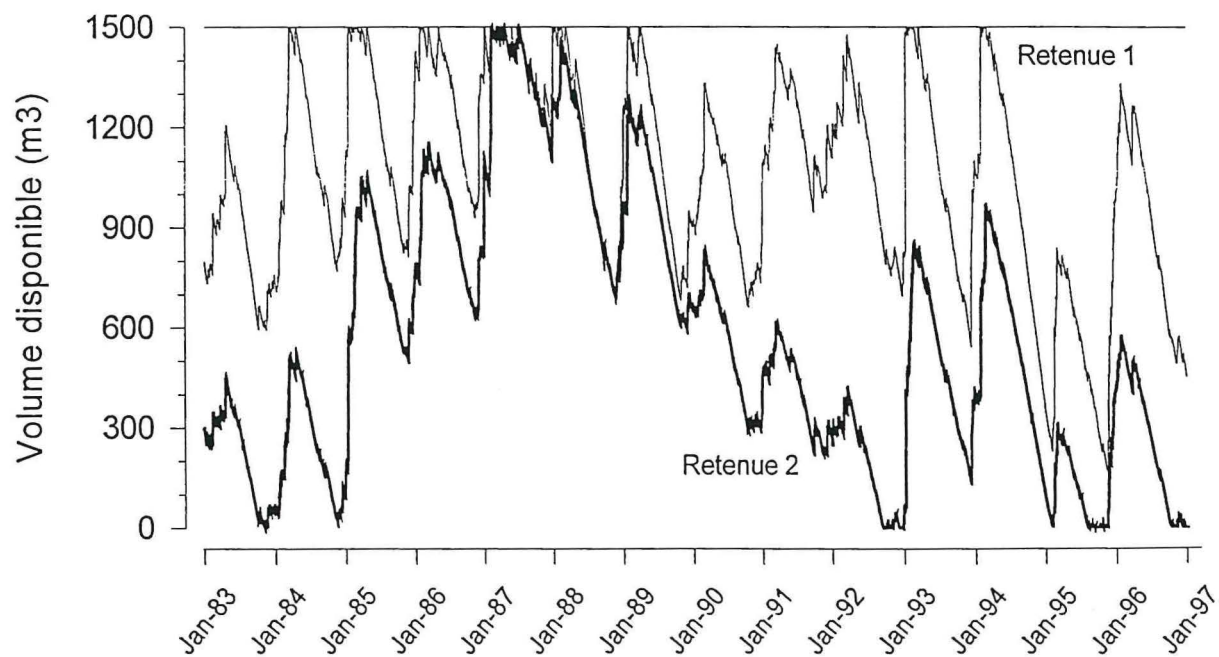


Figure 2. Hydrogrammes simulés sur 15 années climatiques, de deux retenues collinaires de 1500 m<sup>3</sup>.



## ***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 m<sup>3</sup> 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 déjà 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 décennales 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 bêche 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  $\frac{1}{4}$  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 apparaît 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 émergents 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.



**Opération n° 94203**  
**Gestion conservatoire des sols et de la fertilité**  
**dans les exploitations de polyculture des Hauts**

*Chercheurs :           Sylvain PERRET*  
*Matthieu LORRE*

**I. Démarches de recherche-action et formation-action avec l'Association des Paysans de Saint-Philippe**

En mars et avril 1996 et à la demande de l'Association des Paysans de Saint Philippe, différents chercheurs du CIRAD sont intervenus dans de courtes sessions de formation-information thématiques (sol et fertilité, solutions agrobiologiques, agroforesterie, diversification fruitière...).

Au terme de ces premiers contacts, deux actions ont été engagées, pour répondre à des préoccupations du groupe d'agriculteurs (maintien, restauration de la fertilité, lutte anti-érosive, solutions agrobiologiques, conseil en fertilisation) et en association avec la Chambre d'Agriculture (M. Isautier, technicien) :

***I.1. Des expérimentations dialoguées***

Chez quelques agriculteurs volontaires, des solutions agrobiologiques sont expérimentées, visant à protéger le sol, économiser les intrants et les temps de travaux. Les producteurs choisissent et conduisent les systèmes de culture, après discussions entre partenaires et en cohérence avec leurs objectifs. L'instauration et le respect de quelques procédures simples de suivi permettent de capitaliser et de souligner les résultats, pour discussion avec les autres agriculteurs de la zone. Ce volet est coordonné par André Chabanne, chercheur du CIRAD.

***I.2. Un diagnostic participatif de la gestion de la fertilité***

Pour répondre aux préoccupations du groupe d'agriculteur et à la volonté de changement des pratiques, une démarche de diagnostic participatif est engagé.

Il s'agit de construire un cadre commun de représentation de l'état des terres en relation avec les pratiques, d'élaborer une fonction de conseil adapté en fertilisation minérale et/ou organique, de suivre l'évolution des terres en fonction de systèmes alternatifs testés. La démarche débute par des prélèvements et analyses de sol (réalisées par le laboratoire du CIRAD), complétés par des observations de profils culturaux, les résultats sont discutés entre agriculteurs et chercheurs, on tente notamment de relier pratiques et situations, d'identifier et d'explicitier les problèmes, de manière à formuler une aide aux décisions en matière de fertilisation, à identifier des besoins connexes (approvisionnement, compostières, aménagements anti-érosifs ...).

## **II. Recherches sur l'érosion : des acquis techniques à l'évolution des perceptions et des pratiques**

### ***II.1. Un recensement des perceptions et des pratiques des acteurs de l'agriculture en matière d'érosion des sols***

Une enquête succincte auprès des différents acteurs institutionnels a permis d'inventorier les perceptions et les actions mises en oeuvre. Celles-ci traduisent et explicitent les volontés de changement et le niveau d'implication des opérateurs, et constituent une première formulation de la demande. Un inventaire des actions techniques et financières conduites est établi.

Cet inventaire s'inscrit en cohérence avec la mise en oeuvre de la Charte Réunionnaise de l'Environnement courant 96, dont l'un des volets majeurs est la lutte contre l'érosion de sols.

### ***II.2. Des acquis techniques importants mais insuffisants***

La bibliographie conséquente diffusée au cours de l'année fait état des acquis techniques capitalisés ces dernières années. Depuis les processus fondamentaux de l'érosion des sols des Hauts, aux diagnostics portés sur les systèmes de culture mis en oeuvre par les agriculteurs, jusqu'aux pronostics sur l'impact de systèmes anti-érosifs innovants, les résultats techniques et les propositions sont nombreux.

Ils apparaissent toutefois insuffisants puisque, d'une manière générale en agronomie, 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 de lutte anti-érosive, le conseil formulé par des agronomes, chercheurs ou développeurs se heurtent aux priorités légitimes des agriculteurs. Celles-ci se déclinent autour des problèmes de main d'oeuvre, de production, de coordination entre activités sur l'exploitation... De plus, les propositions n'intègrent pas forcément les représentations qu'ont les agriculteurs des processus en jeu, ni leurs savoir-faire et pratiques.

L'année 1996 a vu le démarrage d'une action spécifique et partenariale entre le CIRAD, la Chambre d'Agriculture et l'Association pour la Promotion en milieu Rural (APR) visant à favoriser et accompagner l'émergence de nouvelles pratiques en matière de gestion de la fertilité des sols dans les Hauts de l'Ouest (Sibelet *et al.*, 1996). Les recherches évoqués plus haut ne feront pas l'objet de nouvelles opérations, mais leurs résultats peuvent fonder l'émergence de quelques nouveaux systèmes.

Dans le même temps, une étude a été conduite dans le sens d'une compréhension des comportements des agriculteurs en matière de gestion de la fertilité, dans les systèmes de polyculture des Hauts de l'Ouest (Da Silva Neto, 1996). Cette étude a mis en évidence les relations entre les agriculteurs, leurs préoccupations, leurs objectifs et les techniques qu'ils mettent en oeuvre.

## **III. Compostage et transferts de fertilité au sein des exploitations**

### ***III.1. Des process adaptés et des expérimentations en cours***

Dans les Hauts, l'intégration de cultures de diversification dans les exploitations est conditionnée par la disponibilité en matière organique. Les apports de fumier ou de compost sont en effet indispensables à la gestion de la fertilité en systèmes horticoles.

Pour les cultures légumières ou florales, l'amendement organique est systématiquement pratiqué à l'installation de la culture. Il permet de reconstituer un horizon cultural humifère, d'améliorer l'infiltration et la rétention de l'eau dans ces sols dégradés par l'érosion, appauvris par les exportations, pulvérisés par les outils animés. La forte diminution des surfaces en géranium prive les exploitations du compost traditionnel.



Un process de compostage de débris végétaux herbacés a été expérimenté et validé. Il fournit en 4 mois un compost de qualité similaire à celui de géranium (résidus de cuite), en texture et en teneur en azote total (N total : 3% de MS, dont nitrates immédiatement assimilables : 4 p.mille MS) en utilisant des résidus de sarclage et de culture disponibles sur les exploitations. Des tas de quelques m<sup>3</sup> peuvent ainsi être montés par les agriculteurs. Le coût (hors main d'oeuvre) du produit est de l'ordre de 60 F/tonne (apports d'eau et d'urée, bâche inclus). Rappelons que l'écume est livrée aux agriculteurs de la zone à un coût (de transport) de l'ordre de 130 à 170 F/t (pour une valeur fertilisante et une matière sèche moindre).

Il existe dans les exploitations de polyculture des Hauts, des surfaces importantes en délaissés, bas fonds et bords de ravine (Acacias, bringelliers ...). En vue de compostage, cette biomasse, avec des composants ligneux et de taille importante, doit être broyée. C'est là l'obstacle principal rencontré aujourd'hui. L'intérêt des agriculteurs est affirmé et des solutions collectives sont envisagées pour acquérir un broyeur (dans le cadre de l'OLAT Petite Ravine et par un autre groupe d'agriculteurs).

Afin de soutenir la dynamique (démonstrations des chantiers et produits obtenus) et d'affiner notre approche des process (procédures de constitution des tas, fréquence des retournements, dosages et intérêt d'apports d'urée, de déjections animales ...), des expérimentations vont être conduites chez quelques agriculteurs volontaires dans les premiers mois de 1997. Un broyeur disponible dans la zone va être mobilisé.

### ***III.2. Un cadre incitatif : l'OGAF des Hauts de l'Ouest***

Courant 1996, le CIRAD a participé à l'élaboration de l'Opération Groupée d'Aménagement Foncier (OGAF) des Hauts de l'Ouest. Il s'agit d'un ensemble de mesures financières définies avec et pour les agriculteurs, en fonction de leurs besoins, priorités et préoccupations exprimés lors d'une phase d'animation réalisées par l'APR. Le CIRAD a contribué activement aux différents phases, et notamment à la définition des actions relatives à l'amélioration de la fertilité des terrains (actions de type 4).

Les chantiers de compostage évoqués plus haut pourraient faire l'objet de contrats dans le cadre de l'OGAF, puisqu'ils sont réalisés chez et par des agriculteurs. Dans tous les cas, le CIRAD est impliqué dans la procédure en tant qu'organisme chargé de la réception des chantiers contractualisés. Cela va permettre de localiser et suivre ces chantiers, pour capitaliser des informations technico-économiques.

### ***III.3. Inventaires et suivis techniques***

Suite à l'inventaire analytique des sources de matière organique, effectué en 1995, les pratiques de fertilisation de la laitue ont été plus particulièrement étudiées.

Certains maraîchers s'interrogent notamment sur la cohérence entre les objectifs de gestion de la fertilité, les pratiques de fertilisation et les risques phytosanitaires. En effet, sur la zone de production de Dos d'Ane ou dans les Hauts de l'Ouest, la reproductibilité des productions est relative à des apports importants en matière organique à la plantation. De plus, l'utilisation généralisée du paillage plastique opaque oblige à apporter toute la fertilisation à la préparation du terrain, et parfois pour deux cycles successifs. Mais dans le même temps, ces apports massifs pourraient favoriser les infestations fongiques récurrentes (*Sclerotinia*, *Rhizoctonia*) qui incitent les producteurs à pratiquer des rotations sur les parcelles en laitue, avec des cultures non sensibles (choux) et sans apports organiques.

Les apports totaux observés sont de l'ordre de 170 N, 250 P et 300 K, dont environ les 2/3 par amendements organiques, n'appaissent pas excessifs et couvrent les besoins de deux cycles. L'analyse de salades récoltées souligne toutefois (i) une consommation de luxe en potasse en cycle 1, une consommation plus normale en cycle 2, et (ii) de faibles teneurs en phosphore quelque soit le cycle. On observe de surcroît des reflets rougeâtres sur les marges foliaires, signes de carence en P, alors même que l'analyse de sol révèle toujours des teneurs très fortes en P. Les processus connus de blocage énergétique de P dans les andosols est en cause, sans toutefois occasionner de problèmes directs importants sur la culture. La relation directe fertilisation organique / problèmes phytosanitaires n'est pas mise en évidence.

## II. Publications en 1996

### II.1. Revue internationale

Perret S., Michellon R., Boyer J., Tassin J., 1996. Soil rehabilitation and erosion control through agro-ecological practices on Reunion Island (French Overseas Department, Indian Ocean). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1996, 59 (3) : 149-157

### II.2. Rapports

Lorré M., Perret S., 1996. Mesure de teneur en eau du sol par réflectométrie temporelle (TDR). Modalités pratiques de mise en oeuvre d'un appareillage Campbell Scientific. CIRAD Sar, février 1996, num. 30/96, 17p.

Teyssède N., 1996. L'érosion des sols à la Réunion : perceptions et pratiques des acteurs de l'agriculture. Université de la Réunion-CIRAD Sar, 72p.

### II.3. Notes techniques

Perret S., Normand F., 1996. Diagnostic des conditions d'enracinement de plants de palmiste rouge (*Acanthophoenix crinita*). CIRAD Réunion, mars 1996, Notes de Recherches num. 01/96, 8p.

CIRAD-APR, 1996. Mise en place d'une plateforme de compostage. Cahiers des charges. OGAF des Hauts de l'Ouest, Action n°4a, 4p.

### II.4. Participations à des congrès, séminaires, ateliers ...

Michellon R., Séguy L., Perret S., 1996 : Association de cultures maraîchères et du géranium rosat à une couverture de kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) maîtrisé avec le fluozifop-p-butyl. Annales de l'Association Nationale de Protection des Plantes, *Quatrième Colloque : Les substances de croissances, partenaires économiques des productions végétales*, Paris, 6 février 1996, p 369-376.

Michellon R., Séguy L., Perret S., 1996. Géranium rosat : conception de systèmes durables avec couverture herbacée. *15ème Journées Internationales Huiles Essentielles*, APPAM, Digne les Bains, 5-7 sept. 1996, 14p.

Perret S., 1996. Conditions et efficience des opérations de travail du sol. Analyse des problématiques et exemples de recherche en conditions tropicales. *Atelier de travail « Relations sol-machine »*, 11-12 sept. 1996, CIRAD Montpellier, CIRAD Sar, n° 106/96, 13p.

## IV. Stagiaires reçus en 1996

Nicolas Teysseidre, étudiant en maîtrise de géographie de l'Université de la Réunion, de octobre 1995 à mai 1996.



# FILIERE ELEVAGE

## Liste des PROJETS et OPERATIONS ~ 1996

| PROJETS | OPERATIONS | TITRES                                                                                      | RESPONSABLES                    | TEMPS |
|---------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|
| 521     |            | <b>Production et gestion des ressources fourragères</b>                                     | <b>V. BLANFORT</b>              |       |
|         | 52101      | Optimisation technique de la production fourragère                                          | G. MANDRET                      | 100 % |
|         | 52102      | Gestion raisonnée des prairies                                                              | V. BLANFORT                     | 80 %  |
|         | 52103      | Gestion, récolte et conservation des fourrages et des sous-produits                         | J.M. PAILLAT                    | 70 %  |
| 522     |            | <b>Valorisation des ressources alimentaires dans les systèmes d'élevage</b>                 | <b>F. LANOT / P. HASSOUN</b>    |       |
|         | 52201      | Caractérisation des systèmes d'alimentation                                                 | P. HASSOUN                      | 70 %  |
|         | 52202      | Etude du comportement alimentaire des bovins au pâturage                                    | P. HASSOUN                      | 30 %  |
|         | 52203      | Témoins de l'état d'équilibre nutritionnel et métabolique des bovins. Facteurs de variation | F. LANOT                        | 40 %  |
|         | 52204      | Suivi écopathologique                                                                       | F. LANOT                        | 40 %  |
|         | 52205      | Facteurs de variation des performances de reproduction                                      | F. LANOT                        | 20 %  |
| 523     |            | <b>Aquaculture des tilapias rouges</b>                                                      | <b>D. DESPREZ</b>               |       |
|         | 523        | Déterminisme génétique du sexe chez le tilapia rouge, souche Red Florida                    | D. DESPREZ                      | 100 % |
| * 942   |            | <b>Gestion des espaces et des ressources naturelles</b>                                     | <b>J.M. PAILLAT / S. PERRET</b> |       |
|         | 94205      | Gestion des effluents d'élevage                                                             | J.M. PAILLAT                    | 30 %  |
|         | 94206      | Gestion des espaces pastoraux                                                               | V. BLANFORT                     | 20 %  |

\* Les projets dont le numéro commence par 9 sont des projets intéressant plusieurs filières. De ce fait, les opérations sont réparties selon la filière à laquelle elles se rattachent.





|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| <b>PROJET N° 521</b><br><b>OPERATION N° 52103</b> |
|---------------------------------------------------|

## **Opération N° 52103**

### **Gestion, récolte et conservation des fourrages et sous-produits**

*Chercheur : Jean-Marie PAILLAT*  
*V.A.T. : Matthieu LORRE*

## **I. Introduction et problématique**

La production laitière (10.7 millions de litres en 1996) est en croissance régulière de 15% chaque année. Malgré cette croissance de production, la filière réunionnaise ne fournit que 10% environ des besoins de la consommation. Dans ce contexte, la filière lait envisage d'accroître sa production rapidement d'ici l'an 2000 : 20 millions de litres de lait sont espérés dans les prochaines années.

Les élevages laitiers de la Réunion sont donc en accroissement de cheptel et de productivité. Les ressources fourragères produites dans les Hauts sont essentiellement constituées par l'herbe (7500 ha de prairies et pâturages ont été aménagés par les AFP<sup>1</sup>). Depuis 5 ans, l'intensification des prairies par une fertilisation accrue (Mandret, 1996), par la récolte des surplus d'herbe en ensilage (Paillat, 1995) et par une gestion raisonnée (Blanfort, 1995) a permis d'augmenter la disponibilité et la productivité des prairies. Des essais d'utilisation de fourrage plus énergétique (maïs, patate douce) laissent entrevoir des possibilités d'intensification des systèmes fourragers (Mandret, 1995 ; Hassoun, 1996). Cependant, cette intensification n'est pas suffisante pour couvrir l'accroissement des besoins des animaux. Les éleveurs font donc de plus en plus appel à des ressources extérieures à l'exploitation (concentrés, foin, canne à sucre, paille de canne, bagasse).

En continuité de l'étude sur l'ensilage d'herbe qui a permis, en intensifiant et valorisant les ressources herbagères des exploitations d'élevage, d'apporter une solution au déficit fourrager constaté dans les années 87 à 89, cette opération se propose d'étudier la gestion des disponibilités en ressources fourragères (récolte, conditionnement, transport, conservation) pour faire face aux besoins des animaux qui sont en progression constante.

## **II. Analyse des pratiques de gestion des stocks fourragers**

Dans le contexte décrit précédemment, l'objectif de cette étude (Delattre, 1996) était de cerner les différents modes de gestion des stocks alimentaires pratiqués par les éleveurs laitiers. Plusieurs méthodologies ont été mobilisées : typologie basée sur les stratégies des élevages laitiers (Capillon *et al.*, 1991), fonctions attribuées par les éleveurs aux différentes composantes de leur système fourrager (Duboeuf *et al.*, Fleury *et al.*, 1995), représentation de la qualité des aliments pour les éleveurs, et enfin analyse des règles de gestion de ces aliments (Girard *et al.*, 1994).

### **II.1. Typologie**

L'échantillonnage préalable aux enquêtes s'est effectué sur la base des fichiers de la SICA-lait en équilibrant les effectifs d'éleveurs, et non la production laitière, selon la taille des exploitations et les zones de production. Malgré la très grande diversité des systèmes, l'analyse des stratégies a permis de qualifier différents types d'élevages laitiers ainsi que leurs trajectoires d'évolution (Delattre, 1996) :

---

<sup>1</sup> Associations Foncières Pastorales

- les exploitations de faible taille à l'avenir incertain (58%) :
  - type A11, exploitations en voie de fin d'activité (13.5%),
  - type A12, élevages de petite taille avec volonté de reprise de l'exploitation par un jeune (9.5%),
  - type A2, petits élevages laitiers avec des problèmes de maîtrise technique de l'élevage (9.5%),
  - type A3, jeunes à installation incertaine (9.5%),
  - type B, mise en place du système d'exploitation et spécialisation laitière en cours (16%),
- les exploitations de taille moyenne à grande aux stratégies fourragères diverses (42%) :
  - type C11, autonomie fourragère et limitation des intrants (3%),
  - type C12, autonomie fourragère et intensification laitière (13.5%),
  - type C2, pâturage et limitation du stock (9.5%),
  - type C31, inadéquation entre la taille du troupeau et le disponible fourrager : solution par l'intensification fourragère (9.5%),
  - type C32, inadéquation entre la taille du troupeau et le disponible fourrager : solution par l'innovation fourragère (6.5%).

## ***II.2. Fonctions parcellaires et d'alimentation***

L'analyse des pratiques montrent que ces différents systèmes d'élevages présentent des associations de plusieurs fonctions fourragères leur permettant d'alimenter le troupeau laitier (Delattre, 1996) :

- les fonctions d'achat à l'extérieur de l'exploitation :
  - Fach1, du foin (ou de la bagasse) pour la teneur en matière sèche de la ration sur toute l'année ou au moins en période humide,
  - Fach2, de l'achat pour l'hiver,
  - Fach3, du stock de soudure,
  - Fach4, de l'achat pour l'année,
- les fonctions parcellaires liées à la production herbagère :
  - Fsto1, de l'ensilage en grande quantité pour toute l'année quelle que soit la qualité,
  - Fsto2, du stock sur pied en quantité pour l'hiver,
  - Fmix1, réaliser un ensilage de qualité et en quantité pour toute l'année et alimenter les animaux par de la fauche en vert en été essentiellement,
  - Fmix2, du bon ensilage pour l'hiver et de la pâture ou fauche en vert le reste de l'année,
  - Fmix3, de l'ensilage en quantité pour l'hiver et de la pâture en hiver,
  - Fpat1, à manger sans entretien de la prairie,
  - Fpat2, de l'herbe pour l'hiver,
  - Fpat3, une production régulière d'une certaine qualité sur toute l'année,
  - Fpat4, de la fauche en vert pour le lait,
  - Fpat5, de la production d'été et l'hiver s'il y en a.

## ***II.3. Représentation selon les éleveurs des modes de stockage***

Parmi les éleveurs qui n'ont jamais réalisé d'ensilage d'herbe (61% des enquêtés), seuls quelques uns (16% d'entre eux) envisagent de faire des balles enrubannées dans un avenir proche afin d'intensifier leurs surfaces fourragères en reportant les surplus d'été vers l'hiver. Pour les autres, différentes idées sont émises :

- cela modifierait trop le système en place,
- ce n'est pas notre préoccupation pour l'instant,
- c'est plus simple d'acheter à l'extérieur,
- la qualité nutritive de l'ensilage n'est pas garantie.

Parmi les éleveurs qui font ou ont fait de l'ensilage (39%), 60% veulent continuer et 40% sont déçus et veulent trouver une autre technique, les raisons émises sont les suivantes :

- la balle ronde, c'est trop cher par rapport à la qualité du produit obtenu,
- avec l'ensilage en tas, on a trop de pertes,
- c'est difficile de s'entendre avec les autres éleveurs pour organiser le chantier d'ensilage,
- le matériel n'est pas disponible quand on le désire.



Entre les techniques d'ensilage, les balles enrubannées sont préférées pour la qualité de conservation, la teneur en MS plus élevée, les pertes limitées, la souplesse d'utilisation et la simplicité d'organisation des chantiers. L'ensilage en tas est préféré pour son coût inférieur, la taille des chantiers et une disponibilité en matériel supérieure. Certains utilisent les deux techniques pour leur complémentarité.

Parmi les achats réalisés à l'extérieur, le foin est beaucoup utilisé (65% des enquêtés), essentiellement pour sa teneur en MS élevée. Le coût et l'hétérogénéité du produit sont ses principaux inconvénients. Son utilisation dépend donc de la trésorerie et des autres formes de stockage de fourrage mise en oeuvre. Les éleveurs qui n'utilisent pas le foin invoquent son coût trop élevé par rapport à la qualité.

L'utilisation de la bagasse est plus réduite (23% des enquêtés) et les perceptions des éleveurs à son égard sont très disparates. Parmi les points positifs, est cité l'aspect pratique du stockage, de la conservation et de la distribution. Pour la valeur nutritive, les avis sont très partagés entre ceux, peu nombreux, qui misent sur la régularité de la ration avec un apport important de concentrés toute l'année (Fach4), et ceux qui ne l'utilisent que comme soudure (Fach3) et la considère comme un lest pauvre. Les avis sur son coût dépendent également de ces deux modes d'utilisation : jugée bon marché pour les premiers et cher pour les seconds. Ceux qui n'utilisent pas la bagasse invoquent sa médiocre valeur nutritive, "c'est un poids sur la panse", et son coût élevé.

19% des éleveurs enquêtés utilisent les choux de canne à sucre malgré qu'il soient considérés d'une faible valeur nutritive, mais leur coût est faible ou pour certains il est facile de se les procurer (proximité de la zone cannière). La canne à sucre est utilisée comme fourrage en plante entière essentiellement sur la Plaine des Grègues. Elle constitue un apport énergétique et présente une grande sécurité (stock sur pied). Cependant, sa récolte et sa distribution demandent du temps.

#### ***II.4. Ebauche de règles de décision***

L'analyse des règles de décision a été débutée à partir de 4 exploitations retenues pour leur diversité quant à la gestion du système fourrager. Trois thèmes sont abordés :

- le cadrage du fonctionnement annuel et la détermination de périodes homogènes dans l'année,
- la gestion des surfaces fourragères et de l'alimentation avec les objectifs qui prévalent, les indicateurs utilisés par l'éleveur et les prises de décisions qui en découlent,
- les régulations du système permettant à l'éleveur d'ajuster ses décisions en fonction des aléas climatiques ou autres.

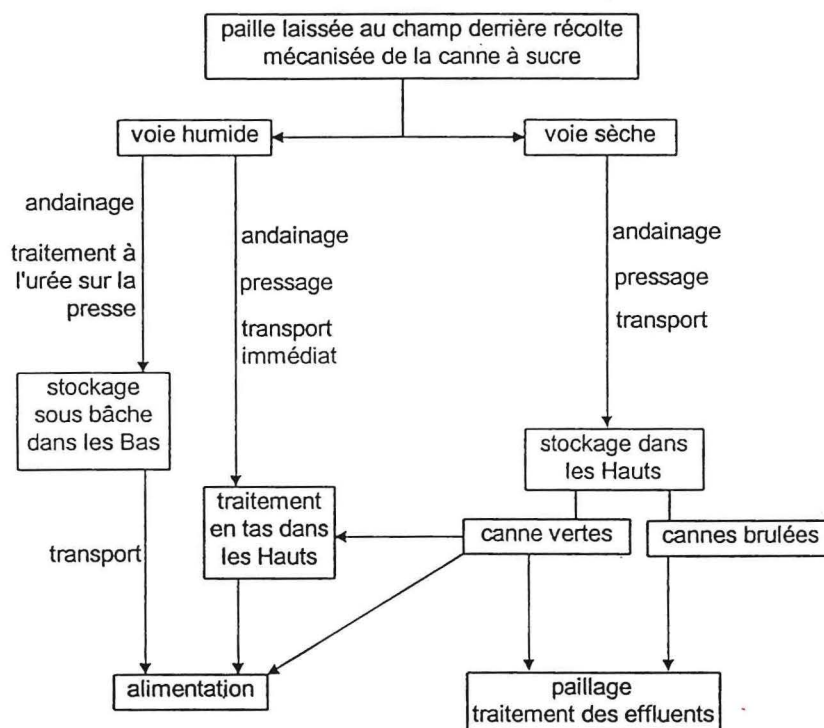
Ces caractéristiques dynamiques du fonctionnement de l'exploitation sont représentées sur un diagramme visualisant les décisions prises par l'éleveur. A ce stade de la réflexion, il convient maintenant de confronter cette représentation avec les éleveurs concernés, de manière à valider ou corriger les informations recueillies et traduites schématiquement. La construction d'un corps de règles sera l'étape suivante avec la possibilité de construire un outil de représentation des décisions des éleveurs. Pour cela, il est nécessaire d'affiner, en terme qualitatif, quantitatif et de calendrier, les indicateurs utilisés par les éleveurs et les décisions qui y sont associées. Ce travail devra donc se poursuivre en 1997 dans les quelques exploitations retenues, durant la phase de transition entre l'été chaud et humide et l'hiver frais et sec, période clé de l'alimentation des bovins à La Réunion.

### **III. Récolte et conservation des pailles de canne à sucre**

Malgré les progrès sensibles des éleveurs en matière de gestion des fourrages (ensilage, foin, gestion raisonnée des prairies), il est vraisemblable que les ressources fourragères des Hauts seront insuffisantes pour couvrir les besoins des animaux. La paille de canne à sucre est une ressource alimentaire abondante et peu utilisée actuellement, si ce n'est de façon traditionnelle par les petits élevages en zone canne. Ce fourrage intéresse par conséquent les filières bovines.

En 1996, une mission conjointe de MM Chenost (INRA Theix) et Gaillard (CEMAGREF Montoldre) a eu pour objectif de formuler des actions de recherche autour de deux aspects de l'utilisation des pailles de canne : récolte, conditionnement, traitement à l'urée, transport et stockage des pailles pour l'aspect technologique, et utilisation, valeur alimentaire et performances des animaux pour l'aspect

zootechnique. Deux voies de conditionnement des pailles sont envisagées (figure 1) : la voie sèche qui consiste à stabiliser le produit par dessiccation à l'air jusqu'à une teneur en MS supérieure à 80%, et la voie humide avec un traitement à l'urée (6% du poids sec de fourrage) pour un produit présentant après traitement une teneur en MS de 50 à 65%. Cette seconde solution permet au fourrage, non seulement de se conserver, mais accroît également sa digestibilité et donc par conséquent son ingestibilité et sa valeur nutritive.



**Figure 1 : Schématisation des différentes possibilités de conditionnement de la paille de canne**

Les essais ayant débutés en septembre 1996, nous ne donnerons ici que quelques résultats bruts des chantiers de récolte. Le traitement complet des données sera effectué en 1997 avec une seconde campagne d'essais prévu de juillet à novembre.

### **III.1. Dessiccation et conditionnement de la paille de canne**

Deux suivis de dessiccation ont été conduits en 1996, l'un sur canne brûlée à S<sup>te</sup> Marie et l'autre sur canne verte à S<sup>te</sup> Suzanne. La méthodologie retenue consiste à suivre l'évaporation de l'eau contenue dans la canne par pesée successive d'un cadre disposé sous la couverture de paille de canne (Paillat, 1995). Trois sites (S<sup>te</sup> Marie en canne brûlée, S<sup>te</sup> Suzanne et Bérive en canne verte) ont été concernés par les mesures de la composition de la couverture de paille (feuille, tige, chou). Ces mesures ont été effectuées après la récolte de canne, après l'andainage et après le pressage. Dix chantiers (3 à S<sup>te</sup> Marie en canne brûlée, 2 à S<sup>te</sup> Suzanne, 3 à Bérive, 1 à Savannah et 1 à S<sup>t</sup> Pierre en canne verte) ont été évalués sur la variabilité des poids et teneur en MS des balles de paille. L'hétérogénéité de la teneur en MS à l'intérieur des balles a également été mesurée sur 8 chantiers (4 à S<sup>te</sup> Marie en canne brûlée, 2 à Bérive, 1 à Savannah et 1 à S<sup>t</sup> Pierre en canne verte).



Les résultats détaillés des suivis seront explicités en 1997 lorsque toutes les données des chantiers de récolte auront été acquises. On peut cependant retenir les points suivants :

Des intensités de dessiccation de 12 points de MS par heure ont été mesurées sur paille de canne brûlée. A S<sup>te</sup> Suzanne, le vent permet une dessiccation très rapide, d'autant plus que la paille est déjà très sèche sur pied. A ce propos, en raison des mois très secs d'octobre et novembre 1996, il convient de distinguer les chantiers de juillet à septembre, où la paille reste assez humide sur pied (< 30% de MS) des chantiers d'octobre et novembre (> 40% de MS). Cette teneur initiale a une influence notable sur la vitesse de dessiccation.

La paille de canne sèche rapidement sur le dessus, il faut néanmoins plus d'une semaine pour obtenir une dessiccation suffisante permettant d'atteindre globalement plus de 85% de MS dans les balles. Cependant, l'hétérogénéité dans la balle est très importante. Les choux ne sèchent guère au delà de 70% de MS et les morceaux de tige restent à une teneur en MS proche de 40%. Il semble que ce mauvais séchage partiel ne soit pas problématique car la faible proportion de tiges et choux et leur dispersion dans la balle ne provoque pas d'échauffement du fourrage. Néanmoins, les feuilles des sommités incomplètement séchées présentent des moisissures noires et/ou blanches, et les tiges présentent une dégradation par des moisissures rouge-orangé et une odeur d'alcool liées à la présence de sucres.

### **III.2. Traitement à l'urée**

Sous l'action de l'uréase, très répandue dans le monde végétal et bactérien, l'urée se décompose en 2 molécules d'ammoniac et une molécule de gaz carbonique (Hassoun, 1987). L'ammoniac agit sur les liaisons entre les hémicelluloses et les autres composés pariétaux, rendant le fourrage plus digestible. Il augmente la teneur azotée du fourrage. Du fait de l'augmentation du pH, le fourrage se conserve même après ouverture de la meule, à condition qu'il soit à l'abri de l'eau.

Deux essais de traitement des pailles à l'urée ont été réalisés en 1996. Le premier, chez M. Caruel à S<sup>te</sup> Suzanne, a permis de tester la technique d'incorporation de l'urée directement sur la presse, la confection de la meule et le stockage ayant lieu sur l'exploitation cannière. Le second à la SEDAEL<sup>2</sup>, a consisté à épandre l'urée en solution sur les balles sèches après pressage, la meule a donc été réalisée sur l'exploitation d'élevage.

Dans le premier essai, une dilution à 20% d'urée dans l'eau a été incorporée en cours de confection de la balle à la dose de  $44 \pm 8$  l par balle, soit  $9 \pm 2$  kg d'urée par balle. Une cuve de pulvérisateur (400 l) est montée sur le relevage avant du tracteur, sa pompe alimente une rampe placée dans la presse au dessus du pick-up et munie de buses de gros diamètre orientée vers le volant hacheur qui force le fourrage dans la chambre fixe de la presse. Des balles non traitées ont également été réalisées. Le traitement a été réalisé sur une paille séchée durant une journée de beau temps qui avait atteint 73% de MS. L'apport de 35 l d'eau par balle a permis de réduire la teneur en MS à 66%, ce qui est une teneur limite pour un traitement adéquat (Chenost *et al.*, 1996). L'apport de davantage d'eau n'est guère possible sur la presse en raison des volumes importants à transporter et du débit de la pompe.

La difficulté de cette technique réside d'une part dans l'adéquation entre la vitesse de pressage et le remplissage de la chambre de la presse. Le chauffeur doit donc ajuster en permanence sa vitesse d'avancement en fonction de la taille de l'andain, de manière à confectionner les balles dans le même temps ( $140 \pm 25$  s par balle). En effet la variation de ce temps de pressage induit une variation de la quantité de solution apportée par balle. Pour s'affranchir de ce problème, il faudrait disposer d'un dispositif de réglage du débit de pompe en fonction du débit de fourrage entrant dans la presse. La seconde difficulté provient du temps nécessaire au remplissage de la cuve et pour diluer l'urée (environ 20 min par une cuve de 400 l et pour 8 balles pressées). Cette opération augmente donc considérablement le temps de pressage (5 min par balle au lieu de 1 min en condition normale).

---

<sup>2</sup> Société d'Etude pour le Développement et l'Amélioration de l'Élevage

A l'ouverture de la meule, toutes les balles présentaient un aspect correct : couleur brune et odeur d'ammoniac ; les analyses permettront de quantifier l'intérêt du traitement à l'urée (teneur en azote, digestibilité) par rapport aux balles non traitées.

Pour le second essai, 23 balles de paille sèche à 85% de MS ont été disposées sur une bâche, sur leur face plane. Une dilution à 13% d'urée a ensuite été épandue au sommet de chacune des balles, à raison de 75 l par balle, soit 11 kg d'urée et 70 l d'eau par balle. Ce dosage a été calculé de manière à obtenir une teneur en MS après traitement de 65%. La préparation du chantier (mise en place de la bâche, placement des balles, préparation de la solution d'urée dans une cuve) nécessite 2 h à 2 personnes, l'épandage d'urée et la fermeture de la meule nécessite 3 h à 2 personnes.

Les balles ont été intégralement mouillées par la solution qu'il a fallu épandre en 3 passages de manière à limiter le ruissellement observé en bas des balles. A l'ouverture prévue en février 1997, les analyses (échantillons prélevés en haut et en bas de chaque balle) permettront de quantifier l'intérêt du traitement et sa bonne répartition dans la masse du fourrage. Il serait intéressant, ensuite de tester le traitement en meule avec des balles superposées en deux rangées.

Cette organisation du travail est souple et permet, grâce à un compteur volumétrique de bien respecter les doses d'eau et d'urée. Il nous semble que la solution du traitement dans les élevages est préférable à celle du traitement dans l'exploitation cannière. Cependant, cette technique nécessite une dessiccation complète de la paille (85% de MS) et ne constitue donc pas une voie d'amélioration de la conservation. Elle n'est donc intéressante que pour l'augmentation de digestibilité procurée.

Une alternative permettant de conserver la paille récoltée plus humide serait de transporter les balles aussitôt après le pressage et de confectionner la meule immédiatement. Cela pose le problème de la synchronisation de deux chantiers (pressage et confection de la meule) avec l'organisation du transport qui en résulte.

## **PUBLICATIONS EN 1996**

Chenost M., Gaillard F., 1996. Rapport de mission à l'île de La Réunion du 26 juin au 5 juillet. SNRH-INRA Theix et CEMAGREF Montoldre, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 23 p.

Delattre F., 1996. Analyse des pratiques et stratégies de gestion des stocks fourragers chez les éleveurs de bovins laitiers de La Réunion. Mémoire pour le Diplôme d'Ingénieur Agronome de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 54 p. + annexes.

Paillat J.-M., Caumont A., 1996. Air-tightness of wrapped bales and resistance of stretch film under tropical conditions. *In* : Proceedings of the International conference on agricultural engineering EurAgEng'96, Madrid, 22-26<sup>th</sup> september 1996, pp 948-949.

## **STAGIAIRE RECU EN 1996**

DELATTRE Frédéric, Ingénieur Agronome de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon.

## **MISSIONS IMPORTANTES RECUES EN 1996**

LEGAL Pierre-Yves, responsable de l'unité de recherche "Géographie, Agronomie, Mécanisation" au CIRAD-SAR à Montpellier.

GAILLARD François, ingénieur de recherche au CEMAGREF de Montoldre.

CHENOST Michel, directeur de recherche à l'INRA de Theix.



## **Opération N° 94205** **Gestion des effluents d'élevage**

*Chercheur : Jean-Marie PAILLAT*  
*V.A.T. : Matthieu LORRE*

### **I. Introduction**

L'objectif de cette opération de recherche débutée en 1995 est (i) de proposer des solutions à la valorisation agricole des effluents d'élevage en collaboration étroite avec les organismes de développement (MVAD<sup>1</sup>, CPPR<sup>2</sup>), et (ii) de modéliser les flux de matière organique avec un raisonnement sur les transferts de fertilité en jeu dans le contexte insulaire de La Réunion. En 1996, différents niveaux d'intervention ont été retenus :

- suivi de plates-formes de compostage et diagnostic des composts au laboratoire ou sur site (techniques de respirométrie et du four à micro-ondes),
- analyse des pratiques des agriculteurs (typologie, pratiques de gestion de la matière organique, échanges entre exploitations),
- représentation des flux de matière organique (bilans à l'échelle de l'exploitation, locale, régionale),
- participation à une réflexion générale sur la place du CIRAD à La Réunion dans le domaine de l'environnement.

### **II. Mise au point d'un dispositif de mesure de la maturité des composts**

Plusieurs études ont été menées depuis 1995 pour adapter une technique d'évaluation de la maturité des composts grâce à l'estimation de sa respiration. Cette technique repose sur la mesure de dépression créée, dans un autocuiseur étanche, par le piégeage dans la soude du CO<sub>2</sub> dégagé lors de la fermentation du compost (Nicolardot *et al.*, 1982, in Morel *et al.*, 1986). Plus la respiration est intense (compost non mature), plus la dépression est forte. La respiration du compost est évaluée en mg d'O<sub>2</sub> consommé par kg de MS de compost.

Le dispositif est constitué de plusieurs autocuiseurs en parallèle (3 répétitions par compost étudié), dans lesquels sont disposés un récipient contenant la soude et un autre contenant le compost. Ces autocuiseurs sont reliés chacun à un capteur de dépression lui-même connecté à une centrale de mesure. Un premier travail de physique (Mara, 1995) a consisté à valider le dispositif par la compréhension des échanges thermodynamiques. Le second a validé la méthode en comparant les tests respirométriques avec la germination sur le compost (Nouroudine, 1995). Enfin un troisième travail (Hélène, 1996) a permis d'affiner les procédures analytiques (protocoles) permettant ainsi de vérifier l'étanchéité des autocuiseurs, de suivre en temps réel la dépression et de transférer les données pour exploitation sur micro-ordinateur.

---

<sup>1</sup> Mission de Valorisation Agricole des Déchets (Chambre d'Agriculture)

<sup>2</sup> Coopérative des Producteurs de Porcs de la Réunion

Une enceinte est en cours de construction pour recevoir ce dispositif. Une étude complémentaire sera lancée en 1997 de manière à caler les mesures en fonction des conditions thermiques, par la détermination de seuils d'innocuité ou de maturité des composts en conditions réunionnaises. Cette méthode analytique utile aux maraîchers, horticulteurs et fabricants de compost sera donc bientôt disponible en routine, avec interprétation des résultats, au laboratoire d'analyses.

### **III. Analyse des flux de matières organiques dans la localité de Dos d'Ane**

A l'instar de l'étude du cirque de Salazie (Reynaud, 1995), les flux de matière organique ont été étudiés dans la localité de Dos d'Ane (Paillat *et al.*, 1996). Cette région présente un intérêt pour l'équilibre apparent entre productions végétales (maraîchage) et productions animales (volailles, porcs), et pour sa proximité avec la région cannière de S<sup>te</sup> Thérèse, en aval. Elle fait suite à une étude pédo-climatique de la région effectuée en regard de l'impact des pratiques agronomiques sur le périmètre de protection de la source Edena (Chabalier *et al.*, 1994). De plus cette région était intéressante à décrire du fait du nombre restreint d'exploitations pouvant pratiquer des échanges.

#### ***III.1. Typologie de fonctionnement des exploitations***

Cette typologie n'est donnée qu'à titre indicatif puisque le nombre d'exploitations est trop faible pour prétendre à cette méthode. Cependant, celle-ci permet de bien se représenter le paysage agricole du site de Dos d'Ane. On distingue trois types d'exploitations :

- le type I pratique essentiellement des productions hors-sol (porcs, poulets reproducteurs, poules pondeuses), la distinction en deux sous-types correspond (1A) aux petits producteurs et (1B) à une grosse structure industrielle,
- pour le type II, coexistent des productions hors-sol (porcs, lapins), un élevage bovin traditionnel et des productions végétales (maraîchage, surface fourragère),
- le type III représente les maraîchers en production intensive, la distinction en deux sous-types correspond (3A) aux maraîchers exclusifs et (3B) à un maraîcher en cours de diversification vers l'élevage bovin.

Hormis la structure industrielle qui souhaite arrêter son activité sur Dos d'Ane, il est intéressant de noter une évolution de la plupart des exploitations vers le type II en raison des difficultés pour les élevages hors-sol, notamment porcins, à écouler le lisier produit, et de celles pour les maraîchers à se procurer de la matière organique adaptée aux cultures maraîchères régulièrement et en quantité suffisante (figure 1).



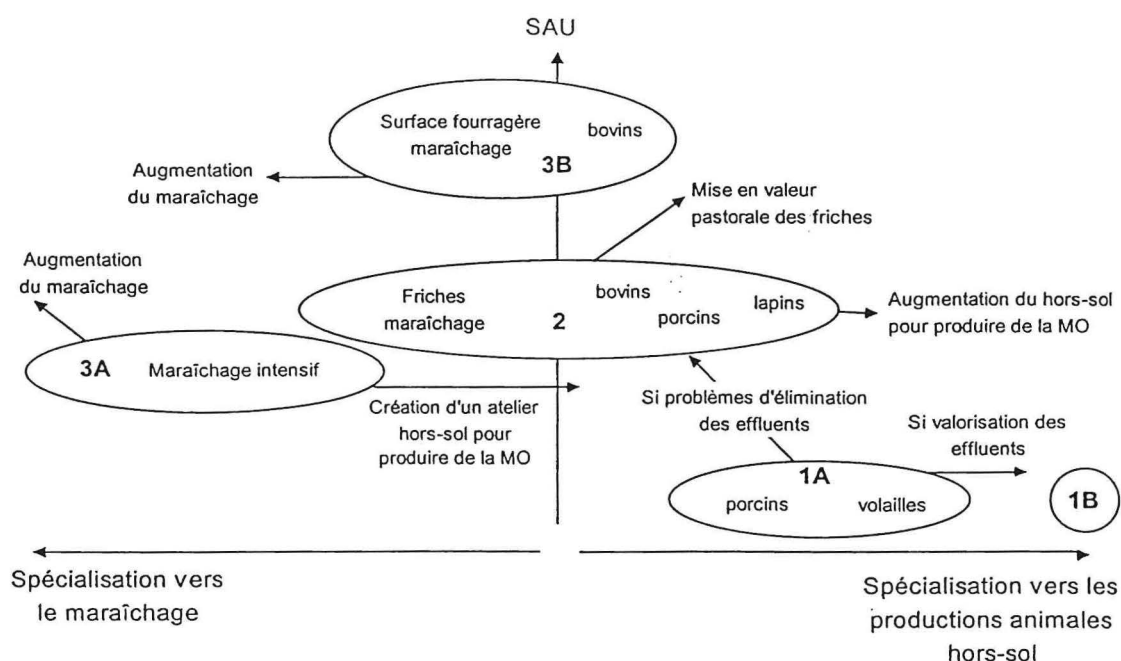


Figure 1 : Spécialisation des exploitations et trajectoires d'évolution

### III.2. Pratiques de gestion de la matière organique (tableau 1)

Les élevages porcins (type I) écoulent leur lisier de trois façons distinctes :

- épandage sur les terrains cultivés dans l'exploitation (petites parcelles de culture) ou sur friches,
- tentative de compostage en mélangeant le lisier à de la bagasse dans l'exploitation ou dans les exploitations maraîchères utilisatrices,
- épandage sur les terres à canne à sucre du plateau de S<sup>te</sup> Thérèse situé à 5 km.

Pour les petits élevages hors-sol (type I), les litières de volailles sont utilisées par les maraîchers de la localité. Par contre, les litières de la structure industrielle sont prises en charge par les ouvriers (avantage en nature) et sont valorisées localement (jardins familiaux, petites parcelles de maraîchage) ou le plus vraisemblablement en dehors de la localité.

Les exploitations de type II épandent les déchets d'élevage produits sur les parcelles de maraîchage. Les exploitations de type III achètent de la matière organique dans la localité ou à l'extérieur. Des tentatives de compostage de lisier avec de la bagasse existent également pour ces deux types.

**Tableau n° 1 : Estimation des quantités d'éléments fertilisants produites  
par les élevages suivant le mode de valorisation**

|                                                        | Quantités<br>(m <sup>3</sup> ) | N<br>(kg)    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(kg) | K <sub>2</sub> O<br>(kg) | CaO<br>(kg)  | MgO<br>(kg) |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------|-------------|
| <i>Lisier de porcs (6% MS*)</i>                        | 1                              | 2.6          | 4.0                                   | 1.7                      | 3.3          | 0.8         |
| Compostage*** dans les élevages                        | 50                             | 130          | 200                                   | 85                       | 165          | 40          |
| Epandage sur terres incultes                           | 150                            | 390          | 600                                   | 255                      | 495          | 120         |
| Compostage*** par les maraîchers                       | 300                            | 780          | 1200                                  | 510                      | 990          | 240         |
| Epandage sur terres à cannes                           | 700                            | 1820         | 2800                                  | 1190                     | 2310         | 560         |
| Total lisier de porcs                                  | 1200                           | 3120         | 4800                                  | 2040                     | 3960         | 960         |
| <i>Litière de volailles (400 kg m<sup>-3</sup> **)</i> | 1                              | 6.1          | 7.9                                   | 5.5                      | 23.0         | 2.0         |
| Utilisée par les maraîchers enquêtés                   | 375                            | 2287         | 2962                                  | 2062                     | 8625         | 750         |
| Autres destinations non contrôlées                     | 3125                           | 19063        | 24688                                 | 17188                    | 71875        | 6250        |
| Total litière de volailles                             | 3500                           | 21350        | 27650                                 | 19250                    | 80500        | 7000        |
| <i>Fumier de bovins (500 kg m<sup>-3</sup>)</i>        | 1                              | 2.4          | 1.2                                   | 3.5                      | 1.8          | 0.5         |
| Utilisé dans la localité                               | 65                             | 156          | 78                                    | 227                      | 117          | 33          |
| <i>Fumier de lapins (800 kg m<sup>-3</sup>)</i>        | 1                              | 5.7          | 13.0                                  | 7.2                      | 13.4         | 3.4         |
| Utilisé dans la localité                               | 30                             | 171          | 390                                   | 216                      | 402          | 102         |
| <b>TOTAL des déchets produits</b>                      | <b>4795</b>                    | <b>24797</b> | <b>32918</b>                          | <b>21733</b>             | <b>84979</b> | <b>8095</b> |

Les valeurs fertilisantes utilisées sont issues du document "Engrais de ferme" (Ziegler et al., 1991). Pour la Réunion, les données du laboratoire d'analyses CIRAD sont trop variables et insuffisamment nombreuses pour être utilisées.

\* teneur moyenne mesurée sur les lisiers de porcs à La Réunion

\*\* la litière des reproducteurs et poules pondeuses est dense (présence toute l'année et renouvellement 2 fois par an)

\*\*\* le terme de compostage est impropre dans ce cas, car il s'agit seulement d'un mélange de lisier et de bagasse, sans contrôle de la phase thermophile et de la maturation

### **III.3. Bilan des flux de matières organiques**

Le bilan a été approché de deux manières complémentaires. Tout d'abord à partir des apports et des besoins des 10 exploitations maraîchères principales et ensuite globalement au niveau de la région. Par rapport aux recommandations du SUAD<sup>3</sup>, le bilan de fertilisation organique et minérale des exploitations maraîchères (tableau 2) fait apparaître un léger déficit en azote (70% des besoins), un léger excédent en phosphore (120% des besoins) et un fort déficit en potasse (45 % des besoins). Un excès important est constaté en calcium en raison de l'utilisation importante de litière de volailles. La fertilisation en magnésium est équilibrée. Cependant ce bilan global cache de grandes disparités entre les exploitations : les excès ou déficits sont fréquents provoquant d'importants déséquilibres en éléments minéraux, les engrais n'étant pas du tout raisonnés en fonction des apports organiques.

<sup>3</sup> Service d'Utilité Agricole et de Développement (Chambre d'Agriculture)

**Tableau n° 2 : Bilan de fumure des exploitations maraîchères enquêtées**

|                                | quantités           | N<br>(kg) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(kg) | K <sub>2</sub> O<br>(kg) | CaO<br>(kg) | MgO<br>(kg) |
|--------------------------------|---------------------|-----------|---------------------------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| <b>Apports de fertilisants</b> |                     |           |                                       |                          |             |             |
| Magaline®                      | 11 m <sup>3</sup>   | 40        | 55                                    | 55                       | 105         | 80          |
| Fumier de bovins               | 225 m <sup>3</sup>  | 540       | 280                                   | 785                      | 395         | 115         |
| Litière de volailles           | 375 m <sup>3</sup>  | 2290      | 2950                                  | 2070                     | 8645        | 740         |
| Fientes de lapins              | 30 m <sup>3</sup>   | 170       | 390                                   | 215                      | 400         | 100         |
| Mélange lisier-bagasse         | 260 m <sup>3</sup>  | 1010      | 1510                                  | 670                      | 1310        | 335         |
| Ecume                          | 50 m <sup>3</sup>   | 175       | 180                                   | 40                       | 335         | 65          |
| Bagasse                        | 400 m <sup>3</sup>  | 90        | 25                                    | 50                       | 100         | 35          |
| Amendements organiques         | 1350 m <sup>3</sup> | 4315      | 5390                                  | 3885                     | 11290       | 1470        |
| Engrais Minéraux               | 13.8 t              | 1555      | 2550                                  | 2640                     |             |             |
| Total fertilisants apportés    |                     | 5870      | 7940                                  | 6525                     | 11290       | 1470        |
| <b>Besoins des cultures</b>    |                     |           |                                       |                          |             |             |
| Engrais minéraux               | 37.8 t              | 4440      | 4825                                  | 10375                    |             |             |
| Amendements organiques         | 1075 m <sup>3</sup> | 2800      | 1775                                  | 4005                     | 2930        | 1390        |
| Total des besoins              |                     | 7240      | 6600                                  | 14380                    | 2930        | 1390        |
| <b>Soldes de fertilisation</b> |                     |           |                                       |                          |             |             |
| Engrais minéraux               | -24 t               | -2885     | -2275                                 | -7735                    |             |             |
| Amendements organiques         | +275 m <sup>3</sup> | +1515     | +3615                                 | -120                     | +8360       | +80         |
| Soldes globaux                 |                     | -1370     | +1340                                 | -7855                    | +8360       | +80         |
| Soldes par cycle par ha        |                     | -30       | +30                                   | -165                     | +175        | -2          |

Au niveau de la localité, excepté pour la potasse, tous les éléments fertilisants sont en excès. Il demeure paradoxal de constater des importations de matière organique et d'engrais non adaptés, alors que la région est globalement excédentaire. Les risques sont une fertilisation déséquilibrée dans la plupart des exploitations et une pollution par lessivage lié à une surfertilisation des terres marginales ou par ruissellement dans les ravines.

Le déficit en matière organique n'est donc pas aussi important que les maraîchers l'ont laissé entendre. Cependant, ceci tient à la nature des déchets à valoriser : non adéquation entre le lisier de porcs et les productions maraîchères. Comme pour le site de Grand-Ilet à Salazie (Reynaud, 1995), une solution devra être trouvée pour valoriser davantage les lisiers de porcs dans la localité. Le circuit de litière de volailles étant difficilement contrôlable, un apport de support carboné (bagasse, paille de canne) pour le compostage semble nécessaire.

#### **IV. Modélisation et représentation des flux de matière organique**

La réflexion, induite par cette opération de recherche, en liaison étroite avec la MVAD pilotée par la Chambre d'Agriculture, a permis de cibler trois domaines d'action pour le CIRAD (Paillat, 1996) : la valorisation agronomique des déchets (Pouzet, 1996), la transformation des déchets (Farinet, 1995) et la gestion des flux de matière organique. S'agissant de ce dernier domaine, une esquisse d'action de recherche peut être proposée (D'Aquino, 1996). Celle-ci fait apparaître la nécessité de travailler à différentes échelles et de représenter les pratiques des différents acteurs (éleveurs, maraîchers, transformateurs, transporteurs ...) intervenant dans la gestion des matières organiques.

Sur cette thématique, plusieurs questions de recherche sont posées :

- Comment représenter en une typologie fonctionnelle pour le développement, la diversité des pratiques agricoles en matière de gestion des déchets ?
- Quelles sont les adéquations possibles entre l'offre de déchets et la demande en matière organique ?
- Quelles sont les échelles pertinentes pour appréhender les bilans de matière organique afin de mieux réfléchir à des scénarios de gestion spatialisés ? Comment extrapoler les résultats d'une échelle à l'autre ?

#### ***IV.1. Représenter la diversité des pratiques***

Les principales conclusions des études réalisées à Salazie et Dos d'Ane sont que de nombreux échanges de matière organique existent entre exploitations et avec l'extérieur de la localité. Ces échanges sont différenciés selon la nature des déchets. D'une façon générale, la fourniture en matière organique solide est déficitaire, alors que les effluents liquides sont excédentaires. Une volonté de gestion des effluents doit donc prendre en compte cette variété de gisements avec leurs problèmes spécifiques, notamment pour le traitement des effluents liquides qui nécessiteront des supports carbonés déficitaires en zone d'élevage.

Face à ces constats, l'échelle de référence consiste au choix d'une discontinuité dans un processus. Dans le cas de la gestion des déchets, la discontinuité spatiale importante est le coût du transport. Il faut repérer les points où les coûts de transports subissent des sauts importants. Il est vraisemblable, mais cela reste à confirmer, que les coûts varient de façon importante lors des transferts hors exploitation. De même, un palier doit être observé lors des transferts hors de la localité (Grand-Ilet, Dos d'Ane). La modification des coûts à l'échelle de la région vers la zone côtière doit être moins marquée. Les deux échelles qui peuvent être retenues pour l'analyse des flux seraient donc l'exploitation et la localité. Une troisième échelle pourrait également être repérée à l'intérieur de l'exploitation (état des chemins ruraux, éloignement et topographie des parcelles). La représentation des flux à ces différentes échelles permettra de cibler les seuils et contraintes au développement de la filière "effluents d'élevage", d'effectuer des bilans différenciés selon les produits en jeu. Cette représentation pourra être réalisée avec l'aide de logiciels de modélisation systémique.

#### ***IV.2. Modéliser des scénarios de gestion***

La prise en compte du coût économique des différentes étapes de la filière nécessitera d'intégrer des paramètres spatiaux tels que le relief, la qualité de la voirie, les surfaces d'épandages ... Les différentes localisations envisageables des plates-formes intermédiaires (chargement, conditionnement, traitement, stockage ...) devront servir de base à des scénarios d'organisation de la filière.

L'intégration de l'espace permettra d'évaluer les coûts en investissements et fonctionnement de ces différents scénarios. L'utilisation d'un système d'information géographique sera nécessaire (i) comme outil de stockage et de gestion des informations cartographiables (développement), (ii) comme outil de modélisation et d'optimisation des organisations et structurations spatiales (recherche), et (iii) comme outil d'évaluation des effets environnementaux.

### **V. Projet de pôle environnement**

Une réflexion globale intégrant les différentes composantes du CIRAD de La Réunion pouvant intervenir dans le domaine de l'environnement est en cours (Paillat *et al.*, 1996 ; Hurvois, 1996). Trois axes principaux seraient retenus : la gestion durable des exploitations, la protection de la biodiversité et des paysages et la gestion des déchets. Les deux premiers axes relèvent d'une approche globale de l'agriculture réunionnaise qui consiste à proposer des systèmes agricoles viables intégrant les problèmes environnementaux, le 3<sup>ème</sup> axe relève actuellement davantage d'une approche technique visant à réduire les pollutions par les élevages dans un cadre réglementaire en cours d'application.



## **PUBLICATIONS EN 1996**

D'Aquino P., 1996. Mission d'appui au projet CORDET gestion des effluents d'élevage : de la nuisance à la fertilité - Intégration de systèmes d'Information Géographique. Rapport de mission CIRAD-SAR n° 69/96, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, Montpellier, 35 p.

Hélène B., 1996. Mise en oeuvre d'un dispositif de respirométrie. Mémoire de maîtrise de physiques et applications de l'Université de La Réunion, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 22 p. + annexes.

Hurvois Y., 1996. Pôle environnement du CIRAD à La Réunion - analyse. Note technique, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 8 p.

Lorré M., Paillat J.-M., 1996. Mise au point d'une méthode de détermination de la teneur en matière sèche d'un compost avec un four à micro-ondes. Note technique CIRAD-SAR, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 17 p.

Paillat J.-M., 1996. Programme de recherche CORDET 94DA51 gestion des effluents d'élevage à La Réunion - rapport intermédiaire. Rapport technique CIRAD-SAR, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 10 p.

Paillat J.-M., Gallo J.-Y., 1996. Analyse des flux de matières organiques dans la localité de Dos d'Ane. Rapport technique CIRAD-SAR, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 38 p. + annexes.

Paillat J.-M., Légier P., Lorré M., 1996. Mise en route d'une plate-forme de compostage - suivi technique. Note technique CIRAD-SAR, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 3 p.

Paillat J.-M., Perret S., Tassin J., 1996. Projet de pôle environnement du CIRAD à La Réunion. Document interne, Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement, S<sup>t</sup> Denis de La Réunion, 19 p.

## **STAGIAIRE RECU EN 1996**

HELENE Brice, maîtrise de physique et applications de l'Université de La Réunion.

## **MISSIONS IMPORTANTES RECUES EN 1996**

D'AQUINO Patrick, chercheur au CIRAD-SAR à Montpellier.

HURVOIS Yvan, ingénieur à l'Agence de l'eau Loire-Bretagne.

