CIRAD-REUNION

Rapport annuel d'exécution des conventions 1996

Opérations conduites par le CIRAD-SAR/Réunion

PROJET N° 942
OPERATION N° 94205

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[1], CPPR[2]), 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_2 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_2 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.

---

[1] Mission de Valorisation Agricole des Déchets (Chambre d'Agriculture)
[2] 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 Ste 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'exploitation 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).

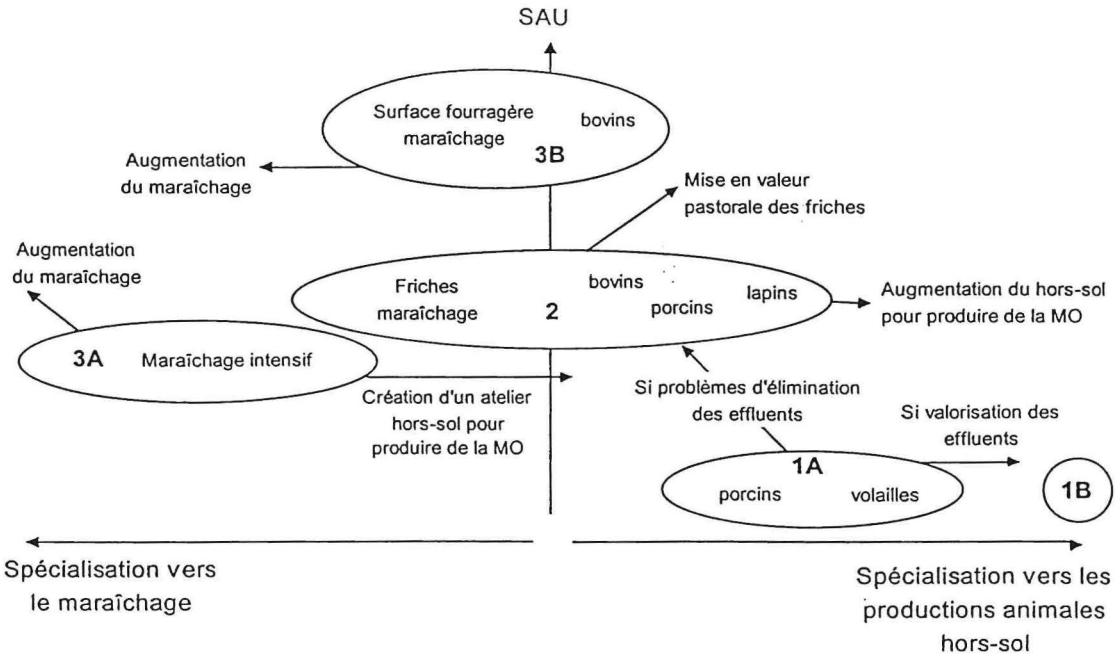

Figure 1 : Spécialisation des exploitations et trajectoires d'évolution

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 Ste 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 (m^3)	N (kg)	P_2O_5 (kg)	K_2O (kg)	CaO (kg)	MgO (kg)
Lisier de porcs (6% MS)*	*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
*Litière de volailles (400 kg m^{-3} **)*	*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
Fumier de bovins (500 kg m^{-3})	*1*	*2.4*	*1.2*	*3.5*	*1.8*	*0.5*
Utilisé dans la localité	65	156	78	227	117	33
Fumier de lapins (800 kg m^{-3})	*1*	*5.7*	*13.0*	*7.2*	*13.4*	*3.4*
Utilisé dans la localité	30	171	390	216	402	102
TOTAL des déchets produits	4795	24797	32918	21733	84979	8095

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[3], 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.

[3] Service d'Utilité Agricole et de Développement (Chambre d'Agriculture)

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

	quantités	N (kg)	P_2O_5 (kg)	K_2O (kg)	CaO (kg)	MgO (kg)
Apports de fertilisants						
Magaline®	11 m^3	40	55	55	105	80
Fumier de bovins	225 m^3	540	280	785	395	115
Litière de volailles	375 m^3	2290	2950	2070	8645	740
Fientes de lapins	30 m^3	170	390	215	400	100
Mélange lisier-bagasse	260 m^3	1010	1510	670	1310	335
Ecume	50 m^3	175	180	40	335	65
Bagasse	400 m^3	90	25	50	100	35
Amendements organiques	1350 m^3	4315	5390	3885	11290	1470
Engrais Minéraux	13.8 t	1555	2550	2640		
Total fertilisants apportés		5870	7940	6525	11290	1470
Besoins des cultures						
Engrais minéraux	37.8 t	4440	4825	10375		
Amendements organiques	1075 m^3	2800	1775	4005	2930	1390
Total des besoins		7240	6600	14380	2930	1390
Soldes de fertilisation						
Engrais minéraux	-24 t	-2885	-2275	-7735		
Amendements organiques	+275 m^3	+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 3ème 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, St 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, St 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, St 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, St 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, St 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, St 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, St 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.