

LA CANNE A SUCRE ET L'ENVIRONNEMENT A LA REUNION : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Rapport de stage de Maîtrise

Anaïs COURTEAU
Maître de stage : Christophe POSER

Février - Juillet 2005

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier particulièrement Christophe Poser, mon maître de stage, pour ses précieux conseils, son encadrement, sa confiance, l'ambiance de travail qu'il a su instaurer, sa disponibilité tout au long de mon stage, sa patience, son humour et sa bonne humeur permanente et aussi pour avoir toujours fait en sorte que mon séjour à La Réunion se passe dans les meilleures conditions et que je m'y sente chez moi.

Je tiens à exprimer mes remerciements à :

M. Gabriel De Taffin, Directeur Régional, pour m'avoir accueillie au CIRAD de La Bretagne,

M. Bernard Siegmund pour m'avoir accueillie au sein du pôle canne à sucre,

Caroline Lejars, Valentine Lebourgeois, Pierre-François Chabalier, Jean-François Martiné, Pascal Marnotte, Aurélien Velle, Jean-Jo Esther, Grégory Vignais, Jean-Louis Fusillier, Hervé Saint-Macary et ceux que j'oublie, qui lors de discussions, de petits échanges m'ont beaucoup appris.

Enfin, toutes les personnes du CIRAD de La Réunion pour leur accueil.

Je souhaite aussi remercier :

Les personnes des divers organismes que j'ai pu rencontrer et qui m'ont fourni les renseignements nécessaires à l'avancement de mon stage,

Mon tuteur universitaire pour ses conseils avisés.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	5
GENERALITES – PRATIQUES CULTURALES REUNIONNAISES	7
1. LA CANNE A SUCRE DANS LE PAYSAGE AGRICOLE REUNIONNAIS.....	7
2. LA CULTURE DE LA CANNE A SUCRE A LA REUNION	9
3. DE LA CANNE AU SUCRE, AUX COPRODUITS.....	9
UN ITINERAIRE TECHNIQUE EFFICACE CONTRE L'EROSION.....	11
1. UN SYSTEME RACINAIRE DEVELOPPE QUI RETIENT LE SOL.....	11
2. UNE COUVERTURE QUASI PERMANENTE QUI PROTEGE LA SURFACE DU SOL	12
3. UNE CULTURE RESISTANTE AUX CYCLONES	13
4. UN IMPACT REDUIT DE LA PREPARATION DU SOL A LA PLANTATION	14
5. UNE RESTITUTION DES RESIDUS DE RECOLTE OFFRANT UNE PROTECTION SUPPLEMENTAIRE.....	15
DES PRATIQUES AMELIORANT LES PROPRIETES DU SOL	16
1. UNE CONSERVATION ET UN APPORT VIA LES RACINES ET LES RESIDUS DE RECOLTE	16
1.1. <i>Racines</i>	16
➤ Un amendement grâce à la décomposition du système racinaire.....	16
➤ Une action bénéfique des racines sur la structure du sol.....	16
1.2. <i>Une « coupe en vert » permettant la restitution d'une importante biomasse</i>	16
➤ Une décomposition des résidus de récolte améliorant la fourniture d'éléments au sol et à la plante	16
➤ Une biodiversité conservée qui favorise le turn-over de la matière organique.....	17
1.3. <i>Une source d'éléments nutritifs pouvant se substituer aux engrais</i>	17
2. DES INTRANTS EN QUANTITE REDUITE ET DE PLUS EN PLUS ADAPTES AUX BESOINS ..	18
2.1. <i>Des apports d'engrais calés sur les besoins</i>	18
2.2. <i>Une lutte phytosanitaire ne comprenant que peu de produits chimiques</i>	19
➤ Une sélection variétale et une lutte biologique réduisant l'utilisation de produits.....	19
➤ Des progrès en matière de lutte contre l'enherbement	19
3. UN ROLE ASSAINISSANT ENCORE MAL CONNU	20
UNE FILIERE A FAIBLE BILAN CARBONE.....	21
1. CHAMPS DE CANNE A SUCRE : PUIITS DE CARBONE	21
2. UNE INDUSTRIE ADOPTANT UNE DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE.....	21
2.1. <i>Un Bilan Bagasse – Charbon favorable</i>	21
2.2. <i>Des traitements en progression</i>	22

PRODUIRE DU SUCRE : QUELS IMPACTS SUR LA CONSOMMATION ET LA QUALITE DE L'EAU ?	23
1. CONSOMMATION, QUALITE DE L'EAU ET PRATIQUES AGRICOLES.....	23
1.1. <i>Une efficacité notable de la plante</i>	23
1.2. <i>Des risques de transfert des produits dans les nappes d'eau limités</i>	23
➤ Engrais	23
➤ Herbicides.....	24
1.3. <i>Une irrigation adaptée aux besoins réels de la plante</i>	25
2. UNE INDUSTRIE SUCRIERE AYANT CONSCIENCE DE SES IMPERATIFS ENVIRONNEMENTAUX.....	26
2.1. <i>Une consommation contrôlée</i>	26
2.2. <i>Des rejets maîtrisés</i>	27
➤ Une qualité des rejets en amélioration.....	27
➤ Un traitement des rejets vers plus d'efficacité.....	28
UNE FILIERE VALORISANT SES COPRODUITS.....	29
1. LA BAGASSE : UNE SOURCE ENERGETIQUE NATURELLE ET RENOUEVABLE CONTRIBUTANT A LA PRODUCTION D'ELECTRICITE	29
2. LES ECUMES : UNE SOURCE ORGANIQUE A VALORISER DANS LES CHAMPS	31
3. LA MELASSE : UNE BASE POUR LE RHUM ET POURQUOI PAS POUR UN BIOCARBURANT	31
4. LES VINASSES : UN FERTILISANT A L'ETUDE	31
UNE COMPLEMENTARITE EN DEVELOPPEMENT	33
1. DES RESSOURCES MULTIPLES POUR L'ELEVAGE	33
1.1. <i>Une surface pour le recyclage des effluents</i>	33
1.2. <i>Un apport alimentaire et une source de paillage pour le bétail</i>	33
1.3. <i>Un support carboné pour le compost</i>	34
2. UNE COUVERTURE VEGETALE POUR LES AUTRES CULTURES INSULAIRES.....	35
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	36
BIBLIOGRAPHIE.....	38
SITES INTERNET	43
GLOSSAIRE	44
LISTE DES SIGLES	46
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	48
ANNEXES	50

INTRODUCTION

La production mondiale de sucre est en pleine expansion. Elle suit l'augmentation des besoins de consommation, dont plus des deux tiers émanent des industries agroalimentaires. Les trois grands producteurs que sont le Brésil, l'Inde et l'Union Européenne réalisent près de la moitié de la production mondiale. La canne à sucre a distancé la betterave puisqu'elle représente les trois quarts de la production mondiale de sucre (INSEE, 2002).

Depuis la fin des années soixante, l'Organisation Commune de Marché du Sucre (OCM sucre) assure au sein de la Politique Agricole Commune (PAC), la régulation du marché du sucre. Cet outil a trois fonctions :

- Il assure la sécurité de l'approvisionnement des consommateurs européens pour une denrée stratégique,
- Il maintient la stabilité du marché,
- Il garantit un revenu stable et équitable aux producteurs de matière première (canne à sucre et betterave) et aux fabricants de sucre

A La Réunion, une exploitation agricole sur deux cultive la canne à sucre, sur plus de la moitié de la surface agricole de l'île (60 % de la Surface Agricole Utile soit environ 26 000 hectares). A l'heure actuelle, ce sont près de 4 800 agriculteurs qui ont fait le choix de cultiver de la canne à sucre sur tout ou partie de leur exploitation. Souvent d'ailleurs, la canne y est présente depuis longtemps, cultivée traditionnellement par la famille depuis des générations.

Au cours de la dernière décennie, la baisse des superficies plantées s'est accompagnée d'une concentration foncière et d'une amélioration de la productivité. Malgré la diminution des surfaces plantées, la production cannière s'est stabilisée ces dernières années autour de 1,8 millions de tonnes. Le rendement moyen à l'hectare a augmenté de 28 % grâce à l'amélioration des techniques culturales et à l'irrigation (INSEE, 2002). L'Est et le Sud de l'île sont actuellement les zones de prédilection de la canne, mais l'Ouest devrait prendre progressivement de l'importance avec la mise en service des périmètres irrigués alimentés par le transfert des eaux d'est en ouest.

Les exploitations cultivant la canne à sucre ont des caractéristiques diverses et variées : petites ou grandes, modernes ou traditionnelles, diversifiant leur production ou non, dans les « Hauts » ou dans les « Bas », elles contribuent toutes à faire vivre la filière.

La filière canne - sucre peut être décomposée en trois niveaux d'activité :

- La culture de la plante qui fournit la matière première,
- La transformation, par les deux usines sucrières, de la canne en sucre,
- La fabrication des rhums et alcools, à partir de la mélasse et la valorisation des autres coproduits de la transformation de la canne en sucre.

Son impact économique passe par l'apport direct à la vie locale. En effet, seule filière tournée vers l'extérieur, elle réalise les 2/3 des exportations de l'île, contribue pour 1,6 % au PIB de l'île. 15 000 emplois en dépendent directement ou indirectement, elle assure 30 % des revenus des agriculteurs (INSEE, 2002). Son impact se mesure aussi en amont et en aval de la filière puisqu'elle a recours à des biens et des services intermédiaires (engrais, transport, travaux de récolte et d'aménagement foncier...). De plus, grâce à sa multifonctionnalité, elle joue un rôle dans l'aménagement du territoire, contribue à la qualité du paysage et donc à l'attractivité touristique. Elle est complémentaire des autres productions agricoles de l'île, couvre une part des besoins en électricité, préserve les sols réunionnais contre l'érosion...

Dans sa communication au Conseil du 14 juillet 2004, la Commission Européenne proposait une réforme de l'OCM sucre orientée vers une diminution significative des quotas d'une part et du prix du sucre d'autre part. Cette réforme propose de réduire substantiellement les exportations de sucre et les aides aux producteurs afin de rétablir une concurrence plus loyale avec les pays en développement.

Ces propositions, si elles étaient appliquées, condamnent la filière canne dans les Départements d'Outre Mer (DOM) et en particulier à La Réunion. Dès l'annonce de ces propositions, l'ensemble des acteurs de la filière s'est mobilisé pour établir un mémorandum qui a été présenté au Ministre de l'Agriculture lors de sa visite dans l'île en septembre 2004. Dans ce document, la nécessité d'une compensation intégrale à la survie de la filière canne s'appuie sur les multiples fonctions qu'elle assure à La Réunion.

Outre la remise en question par cette réforme de l'équilibre jusqu'à présent établi, un rapport sur les cultures de canne à sucre à grande échelle a montré du doigt des itinéraires techniques ne prenant que trop peu en compte la dimension environnementale. Ainsi, la culture de la canne à sucre a vu ses atouts environnementaux être relégués au second plan.

C'est dans ce contexte et afin de répondre aux nouveaux enjeux qui découleront de cette réforme, que le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) a été sollicité pour apporter sa contribution. Contribution, par le biais de cette étude, basée sur la collecte, l'analyse, la synthèse de documents bibliographiques afin de mettre en avant le rôle de la culture de la canne à sucre dans la préservation et le respect de l'environnement.

Loin d'être exhaustive, cette étude donne un aperçu des bienfaits de la culture et de l'exploitation de la canne à sucre dans le contexte local.

Après avoir exposé les bases nécessaires à la compréhension de l'exploitation de la canne à sucre telle qu'elle est pratiquée dans le DOM, ce rapport s'attarde sur :

- l'itinéraire technique adopté à La Réunion qui fait de la canne à sucre une culture efficace contre l'érosion,
- les pratiques agricoles adoptées qui améliorent les propriétés du sol,
- le rôle que joue la filière canne – sucre réunionnaise dans le bilan des gaz à effet de serre de l'île,
- les impacts de moins en moins marqués de la production de sucre sur la ressource en eau,
- la valorisation des coproduits qui fait de cette filière une filière exemplaire,
- la complémentarité de la filière canne avec les autres productions agricoles de l'île.

GENERALITES – PRATIQUES CULTURALES REUNIONNAISES

1. LA CANNE A SUCRE DANS LE PAYSAGE AGRICOLE REUNIONNAIS

Introduite à La Réunion au XVII^{ème} siècle, la culture de la canne à sucre (Annexe I) constitue historiquement la culture la plus importante de l'île.

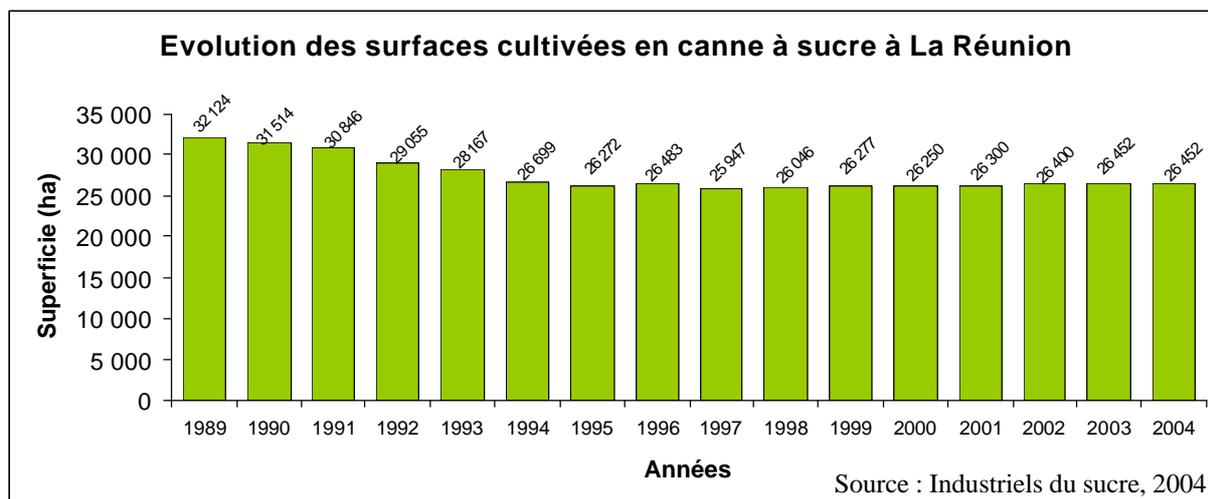


Figure 1 : Evolution des surfaces cultivées en canne à sucre sur l'île de La Réunion

Depuis quelques années la place de la canne à sucre dans le paysage agricole réunionnais se stabilise autour de **26 000 hectares**.

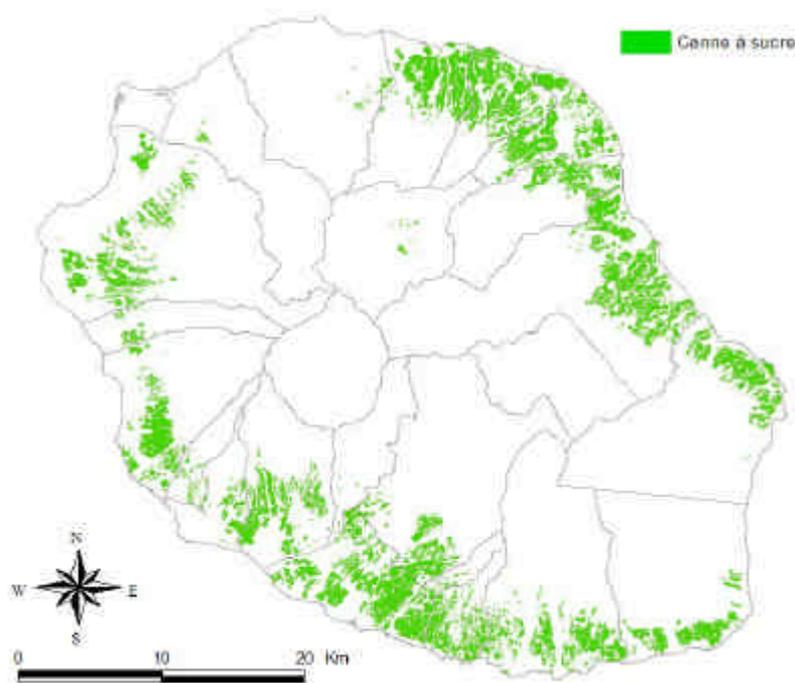


Figure 2 : Répartition géographique des surfaces cultivées en canne à sucre à La Réunion en 2004

Les plantations s'étendent sur le littoral Est (zone chaude et humide) et les pentes de la côte Ouest et Sud de l'île, entre 300 et 800 m d'altitude. Au delà (zone des « Hauts »), on trouve du géranium, du maraîchage, des zones boisées et de l'élevage.

Occupant aujourd'hui près de **60 % de la Surface Agricole Utile (SAU)**, la sole cannière est caractérisée par une forte proportion de **petites parcelles**.

Répartition des exploitations de canne à sucre réunionnaises en fonction de leur superficie en 2000

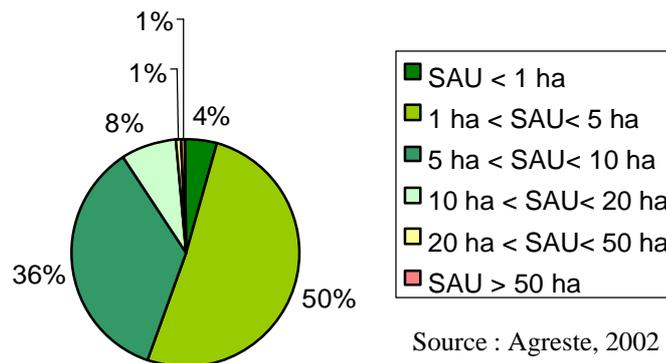


Figure 3 : Répartition des exploitations de canne à sucre réunionnaises en fonction de leur superficie, en 2000

Représentation des surfaces cultivées en canne à sucre à La Réunion en 2000, en fonction de leur superficie

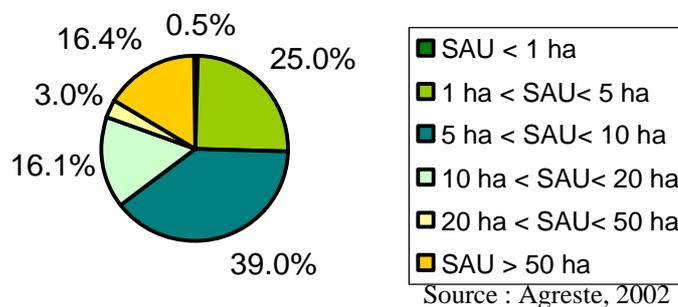


Figure 4 : Représentation des surfaces cultivées en canne à sucre à La Réunion en 2000, en fonction de leur superficie

2. LA CULTURE DE LA CANNE A SUCRE A LA REUNION

Le cycle de la canne (Annexe II) peut s'étaler sur 12 à 24 mois. Le cycle de la culture qui comprend la canne plantée (vierge) et les repousses, va de la plantation à la plantation suivante et peut être très long (plus de 15 ans).

La plantation a lieu, en moyenne, tout les 7 à 10 ans, et s'étale de décembre à juin.

La coupe a lieu au moment où la canne atteint une teneur en sucre suffisante pour envisager la récolte. La canne à sucre est coupée au ras du sol car sa partie inférieure est la plus riche en sucre. Son sommet appelé « bout blanc » ou « chou » est coupé lui aussi et laissé au champ. **Sur l'île, toute la canne est coupée « en vert »**, c'est à dire sans brûlage préalable des champs. Fin juin marque le début de la campagne sucrière : les champs vont être coupés et les usines approvisionnées en canne selon leur capacité de broyage. A La Réunion la campagne sucrière dure 6 mois et s'arrête avant la saison cyclonique et pluvieuse quand l'accès au champ devient difficile.

3. DE LA CANNE AU SUCRE, AUX COPRODUITS



Photo 1 : Transport de la canne (Cedus)

Les deux usines sucrières du Gol et de Bois Rouge couvrent la totalité de la production de canne à sucre réunionnaise. Afin d'éviter aux producteurs le transport des cannes sur des trop longues distances, 14 centres de réception sont présents sur l'île, à proximité des bassins canniers. De là, les « cachalots » assurent la liaison jusqu'aux usines.

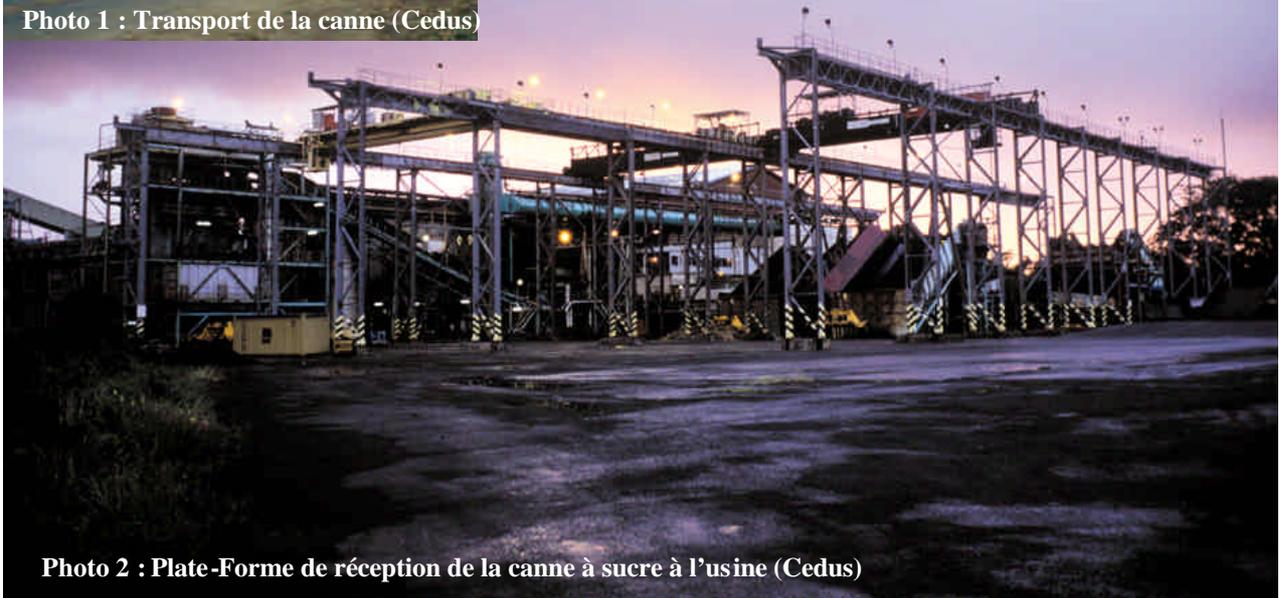
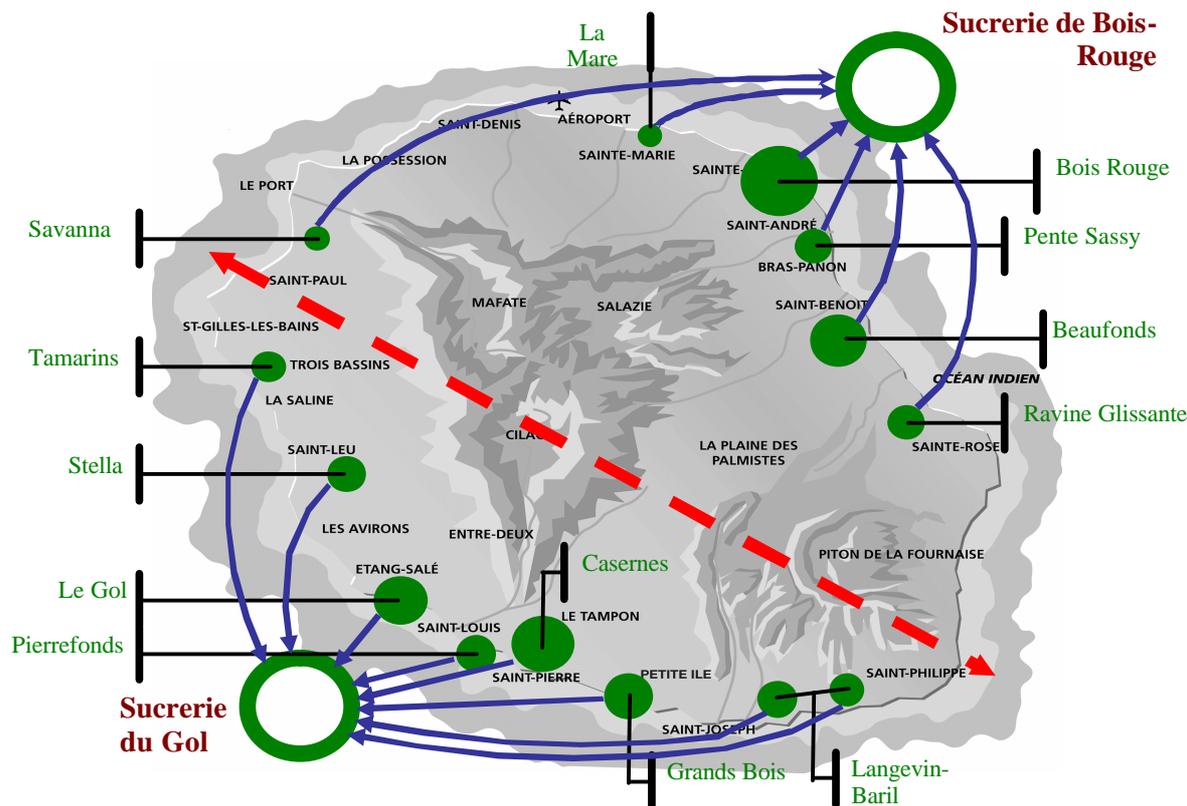


Photo 2 : Plate-Forme de réception de la canne à sucre à l'usine (Cedus)



Source : Industriel du sucre, 2004

Figure 5 : Localisation des centres de réception et des sucreries réunionnaises

A l'arrivée des cannes à sucre aux centres de réception ou à l'usine, plusieurs opérations sont réalisées : le prélèvement d'un échantillon pour connaître la richesse des cannes en sucre (pourcentage de saccharose dans la canne), puis la pesée. Une fois déchargées à l'usine, les cannes sont posées sur un tapis roulant. Elles sont déchiquetées en morceaux très fins puis broyées. Le jus obtenu est trouble et composé de divers éléments. Il va nécessiter plusieurs opérations afin d'être transformé en sucre.



Photo 3 : Echantillonnage (Cedus)



Photo 4 : Pesée (Cedus)

La fabrication du sucre va générer des coproduits, valorisés par diverses utilisations. Tout d'abord *la bagasse* lors du broyage des cannes, puis *l'écume* lors de la clarification du jus et enfin *la mélasse* lors de la dernière centrifugation. La mélasse va être utilisée notamment pour la fabrication de rhum. La transformation de cette mélasse va générer un résidu : *la vinasse*.

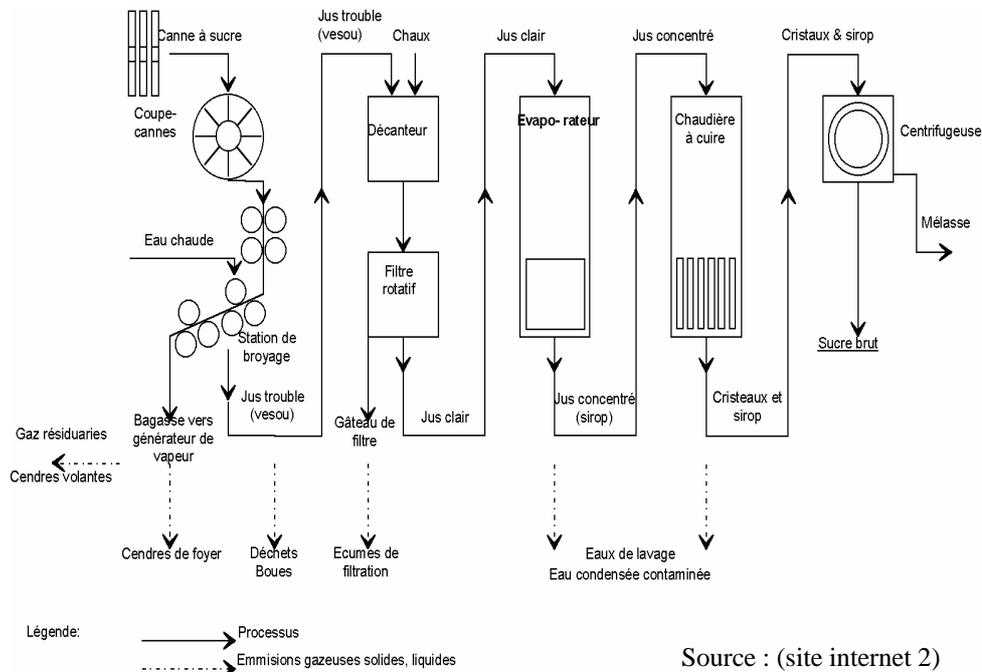


Figure 6 : Fabrication du sucre et des produits associés

Lors de la campagne 2004, près de 1 970 000 tonnes de canne à sucre ont été broyées, permettant ainsi la production de plus de 220 000 tonnes de sucre.

UN ITINERAIRE TECHNIQUE EFFICACE CONTRE L'EROSION

La Réunion est caractérisée par la présence de reliefs jeunes, fortement escarpés et une forte pluviométrie. D'après de nombreuses sources bibliographiques, près de 30 tonnes de matériaux par hectare peuvent être emportées annuellement. L'érosion est l'une des plus fortes constatées dans le monde, avec un rythme actuel de disparition du sol de l'ordre de 0.5 à 1 mètre en 70 ans.

La canne à sucre joue un rôle important dans la lutte contre l'érosion. En effet ses caractéristiques morphologiques lui permettent de participer à la conservation mais aussi à l'amélioration des sols.

1. UN SYSTEME RACINAIRE DEVELOPPE QUI RETIEN LE SOL

La canne à sucre est une graminée dont le système racinaire vigoureux contribue à la lutte anti-érosive en retenant les particules terreuses (site internet 3). En effet, les racines sont extrêmement développées et explorent le sol de manière très efficace. Elles peuvent coloniser le sol jusqu'à une profondeur de 6 mètres, peuvent s'étendre dans un périmètre de 2 à 5 mètres autour de la souche en conditions favorables et explorer un volume de 113 mètres cubes (Van Dillewijn, 1960). D'après Fauconnier (1991), plus de 50 % des racines apparaissent dans les 25 premiers centimètres et 90 % à moins de 60 cm. Des études ont montré que les racines de canne à sucre atteignent des profondeurs respectivement 3.5 et 1.4 fois plus importantes que celles du maïs et du sorgho. Ceci pour les mêmes conditions de culture. Ces caractéristiques racinaires font de la canne une **plante fixatrice de sol**.

2. UNE COUVERTURE QUASI PERMANENTE QUI PROTEGE LA SURFACE DU SOL

La **couverture** quasiment permanente **qu'offre la plante** permet elle aussi de **limiter les phénomènes d'érosion** (Van Dillewijn, 1960).

Dès le quatrième mois de croissance, grâce à un taux de couverture élevé, la canne à sucre assure une bonne protection du sol contre les impacts de la pluie. Elle est ensuite relayée lors de la coupe par le paillis constitué par les résidus de récolte laissés aux champs (site internet 3).





Illustration des activités du projet SUCRETTE (SUivi de la Canne à sucRE par TélédéTEction) en télédétection, résultats cartographiques de suivi de récolte à partir du traitement d'images satellites SPOT (11/08/04 ; 11/09/04 ; 26/10/04) Valentine LEBOURGEOIS Cirad 2004

A La Réunion, la mise à nu des terres n'a lieu que lors de la replantation c'est à dire tous les 7 à 10 ans et ne porte que sur quelques mois. Ceci sur de faibles superficies, dispersées et bien réparties sur toute la sole cannière. De plus, à l'échelle d'un bassin versant, toutes les parcelles ne sont pas coupées en même temps comme l'illustrent les suivis de récolte à partir du traitement d'images satellites SPOT. Ainsi, **les risques d'érosion sont réduits** de par leur répartition dans l'espace et dans le temps.

Ainsi, la couverture végétale réduit l'érosion potentielle en :

- 1 - protégeant la surface du sol des impacts de la pluie,
- 2 - ralentissant la vitesse des écoulements et en permettant le dépôt des sédiments,
- 3 - retenant physiquement les sols en place grâce aux racines,
- 4 - augmentant les taux d'infiltrations par l'amélioration de la structure et de la porosité des sols grâce aux résidus de racines et de plantes (USVI Conservation District, 1995).

3. UNE CULTURE RESISTANTE AUX CYCLONES

La fonction « anti-érosive » de la canne à sucre repose, certes sur ses caractéristiques morphologiques a proprement parlé mais aussi sur son adaptabilité aux contraintes climatiques, notamment aux cyclones.

L'île de La Réunion présente un climat de type tropical avec influence océanique (site internet 4). Son caractère montagneux (40 % de sa superficie se trouve au-dessus de 1 000 mètres d'altitude) engendre de forts contrastes de température et de pluviométrie (site internet 5). Les vents parfois violents (234 km/h à Ste Rose lors du cyclone Hollanda en 1994) et les pluies diluviennes (3 240 mm en 3 jours à Grand Ilet, et 5678 mm à Commerson lors du cyclone Hyacinthe en janvier 1980 (site internet 6)) liés aux passages des cyclones provoquent de nombreux dégâts (habitations, cultures...).

Comparée aux autres cultures, la **canne à sucre est particulièrement résistante à ces conditions** quelques fois **extrêmes**. Elle possède de remarquables capacités de rétablissement après les chocs climatiques que sont les cyclones. Cela vient principalement de la souche racinaire qui est généralement solidement ancrée au sol. La force nécessaire pour arracher une souche de canne a été déterminée : les résultats oscillent entre 145kg et 360 kg (Van Dillewijn, 1960).

Son bon enracinement et la souplesse de ces tiges, font que **les pertes liées aux cyclones restent faibles** (15 % de la production Com. pers Pony, 2005) par rapport à celles subies par les autres productions végétales. La figure 7 montre que même après avoir subi les conséquences directes et indirectes d'une sécheresse ou d'un cyclone, la production de canne à sucre est toujours conséquente.

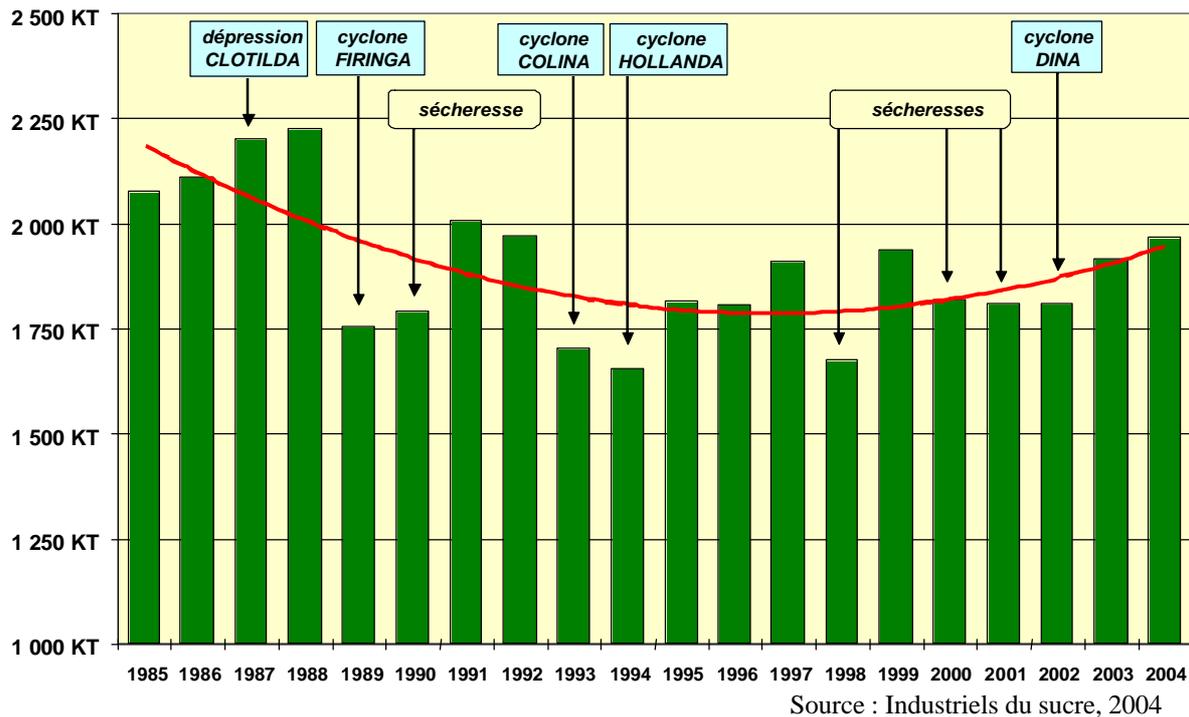


Figure 7 : Production de canne à sucre à La Réunion en relation avec les conditions climatiques

Durant ces épisodes extrêmes, la couverture végétale reste présente sur les parcelles cultivées en canne à sucre.

4. UN IMPACT REDUIT DE LA PREPARATION DU SOL A LA PLANTATION

La canne à sucre s'adapte certes aux contraintes climatiques mais **les pratiques agricoles adoptées à La Réunion** en font une culture bénéfique pour lutter contre l'érosion. En effet, l'implantation des rangs perpendiculairement à la pente ainsi qu'un travail du sol avec des machines adaptées **renforcent le rôle anti-érosif de la culture de la canne à sucre.**

A la Réunion, la plantation n'a lieu que tous les 7 à 10 ans en moyenne (contre 4 à 5 ans en Australie ou aux Etats Unis). Les travaux lourds effectués durant cette étape sont donc relativement espacés dans le temps. L'utilisation de nouveaux engins plus adaptés (chenilles, pneus basse pression...) a permis de réduire les impacts négatifs sur la structure du sol (tassement, compaction...). De plus, l'amélioration des itinéraires techniques va dans le sens d'une diminution des passages des machines agricoles dans les champs.

5. UNE RESTITUTION DES RESIDUS DE RECOLTE OFFRANT UNE PROTECTION SUPPLEMENTAIRE

100 % de la canne à sucre (sauf accident), **est coupée « en vert » à La Réunion**. Contrairement à ce qui se passe dans la plupart des autres pays producteurs, les champs de canne réunionnais ne sont donc pas brûlés avant la récolte. Sur l'île, grâce à cette pratique qu'est la « coupe en vert », les résidus de récolte (feuilles, gaines, tiges, fouets, fleurs) sont laissés au champ ou épandus sur le sol. Ils offrent une protection durant les périodes critiques d'érosion (Ongley, 1996). Meyer et Wood (1996), montrent que ces résidus de récolte permettent de conserver 89 % du sol comparés à une méthode culturale avec brûlage.

Des études ont montrés que la biomasse résiduelle produite dans un champ de canne est comprise entre 7 et 20 t de matière sèche par hectare (MS/ha) (Ng Kee Kwong *et al.*, 1987 ; Robertson *et al.*, 2000 ; De oliveira *et al.*, 2002). Dans les conditions réunionnaises, Jaglale (2003) donne une biomasse résiduelle de 12 t de MS/ha pour une production moyenne de canne à sucre de 105 t/ha. Même si la quantité de résidus de récolte déposée varie chaque année (en fonction du climat, de la variété...), on considère pourtant que 2 à 18 % sont toujours présents au bout d'un an (Klock *et al.*, 2003).

Ng Cheong *et al.*, (2003) observent une érosion de l'ordre de 10.8 t/ha annuellement sous sol nu. Avec la protection de la paille (constituée par les résidus de récolte) disposée, dans le champ de canne à sucre, un entreligne sur deux, l'érosion annuelle est largement réduite,



Photo 5 : Couverture du sol par les résidus de récolte (Cedus)

passant à 1.8 t/ha. Avec le paillis complet, l'érosion annuelle n'est plus que de 1 t/ha. **Le paillis** réduit l'impact direct des gouttes de pluie sur le sol, ralentit l'eau de ruissellement, agit comme un filtre qui retient les particules de sol en suspension dans l'eau (Ng Cheong *et al.*, 2003), améliore l'infiltration et de ce fait **diminue l'érosion** (Braunack *et al.*, 2001). A La Réunion la conservation des résidus de récolte dans les champs de canne offre donc une protection des sols contre l'érosion.

Une étude montre que la culture de la canne à sucre réduit les pertes de sol de 90 à 98 % par rapport à un sol nu et ce sur cinq types de sol différents (MSIRI, 2005). Il est difficile d'extrapoler en l'état, ces résultats à La Réunion. Cependant, aux dire d'expert, les pertes sont estimées à environ 60 t/ha/an pour un sol nu et à 20 t/ha/an sous culture de canne. En comparaison, les pertes sous maraîchage peuvent aller jusqu'à 400 t/ha/an (Hébert, Com.pers, 2005).

DES PRATIQUES AMELIORANT LES PROPRIETES DU SOL

Lorsqu'elle est cultivée dans de bonnes conditions, **la canne à sucre maintient et améliore** à long terme **le stock de matière organique du sol**. Ceci vient du renouvellement annuel total ou partiel de son système racinaire après chaque coupe (St Macary *et al.*, 2002). Elle est l'une des plantes qui produit le plus de biomasse : 160 tonnes de matière sèche par hectare et par an en moyenne (Fauconnier, 1991). Cabidoche *et al.* (2003), précisent qu'en comptant les restitutions par les racines et par la paille laissée au champ, une grande quantité de matière organique (MO) est réorganisée dans le sol à chaque cycle.

1. UNE CONSERVATION ET UN APPORT VIA LES RACINES ET LES RESIDUS DE RECOLTE

1.1. Racines

- Un amendement grâce à la décomposition du système racinaire

Le système racinaire améliore la structure du sol. La décomposition des racines présentes dans les moindres interstices du sol active le développement de la microfaune. La canne à sucre favorise **l'enrichissement du sol en éléments minéraux** grâce aux exudats de ses racines. La décomposition de l'ancien système racinaire participe à ce phénomène et contribue de plus à **l'amendement humique** du sol (site internet 3).

- Une action bénéfique des racines sur la structure du sol

Ng Cheong *et al.*, (2005) font remarquer que le développement racinaire de la canne à sucre et le travail du sol associé permettent d'avoir une meilleure infiltration associée à un plus grand nombre de macropores et d'obtenir un pH plus élevé. Poser (2002) montre quant à lui, **le rôle bénéfique des racines de canne à sucre dans la restructuration des sols compactés**.

1.2. Une « coupe en vert » permettant la restitution d'une importante biomasse

Tout comme son rôle dans la lutte contre l'érosion, le maintien des résidus de récolte d'après Graham *et al.* (1999), permet de réduire la dégradation des sols voire d'améliorer leurs qualités à long terme. De même, d'après Bell *et al.*, (2001) il permet une meilleure **conservation de la structure des sols** grâce à une stabilité accrue des agrégats et une diminution des phénomènes de croûte de battance après de fortes pluies. C'est une méthode efficace pour améliorer les qualités des sols tout en maintenant un bon rendement (Haynes et Hamilton, 1999).

La récolte « en vert » de la canne à sucre permet, le plus souvent, de restituer un abondant mulch au sol. Lorsque les champs sont brûlés, tous les résidus sont éliminés. Cette méthode facilite le travail des coupeurs mais a des inconvénients. Elle favorise la dégradation de la structure du sol en raison du dessèchement accru et augmente les risques d'érosion. Ceci n'est pas le cas à La Réunion puisque l'ensemble des exploitants canniers a adopté la coupe en vert.

- Une décomposition des résidus de récolte améliorant la fourniture d'éléments au sol et à la plante

Selon Paillat (1998), la décomposition des pailles de canne à sucre **améliore la fourniture d'éléments au sol** et à la canne. Cette dégradation permet une augmentation de l'ordre de 0,2 % du taux de carbone organique dans les dix premiers centimètres du sol après 5 ans.

En « coupe en vert » avec conservation des résidus de récolte au sol, 3000 à 5000 kg de C/ha sont restitués au sol (Robertson *et al.*, 2000).

La conservation des résidus permet une augmentation de la MO de 40 % environ après 60 à 70 ans en sachant que la moitié de cette augmentation aura lieu durant les vingt premières années (Haynes et Hamilton, 1999).

➤ Une biodiversité conservée qui favorise le turn-over de la matière organique

Outre, l'apport d'éléments au sol et à la plante, le paillage a une forte influence sur les équilibres biologiques : modification de la flore adventice, évolution de la biologie des sols, de la faune souterraine et aérienne (Pouzet *et al.*, 2001).

A La Réunion, des essais menés par Chabanne *et al.* (2001), sur les impacts des couvertures végétales sur la production de géranium rosat (*Pelargonium x Asperum*) et sur la biologie du sol dans les Hauts de l'Ouest de l'île montrent une augmentation significative de la macrofaune sous culture de géranium associée à une couverture végétale de paille de canne à sucre comparativement à une culture sur sol nu.

Ces données réunionnaises sont en accord avec d'autres travaux (Wood, 1991 ; Sutton *et al.*, 1996) qui ont montré que les résidus de récolte permettent une augmentation de la population de la faune microbienne du sol ainsi que de la population de vers de terre. Cerri *et al.*, (2004) confirment que la « coupe en vert » apparaît **bénéfique pour l'activité et la diversité de la faune du sol**.

La présence d'une macrofaune favorise la dégradation et l'incorporation des résidus de récolte jouant ainsi un rôle important dans le maintien et l'amélioration de la qualité des sols. La faune du sol stabilise en effet les particules grâce à des « ciments organiques » et crée la porosité nécessaire aux mouvements de circulation de l'air et de l'eau ainsi qu'au développement des racines dans le profil de sol (Braunack *et al.*, 2001).

1.3. Une source d'éléments nutritifs pouvant se substituer aux engrais

La culture de la canne enrichit le sol en matière organique par la double restitution des résidus végétaux aériens et souterrains.

Globalement, à La Réunion, une parcelle produisant 100 tonnes de canne à sucre laisse sur le terrain, toutes modalités de récolte et cultivars confondus, l'équivalent minéral et organique résumé dans le tableau 1.

Composé	Moyenne	Ecart	Unité
N	68.1	23.2	Unité/ha
P ₂ O ₅	17.5	5.8	
K ₂ O	171.7	79.4	
CaO	44.8	12.8	
MgO	26.3	8.6	
C	9.3	2.8	t/ha

Source : Pouzet et al, 2001

Tableau 1 : Equivalence minérale et organique des résidus pour un rendement de 100 t/ha de canne à sucre usinables.

Grâce à la conservation des résidus de récolte, 86 % de l'azote qui aurait été perdu par brûlis est stocké dans la MO du sol ou dans la plante elle-même (Thorburn *et al.*, 2001).

La conservation des résidus réduit à la fois la perte en MO et **la quantité de fertilisant apportée** (Glaz, 2002). Ainsi, une diminution d'engrais est envisageable dans la limite d'une

diminution de 25 % des fertilisants car la quantité d'azote restituée reste variable de 40 à 100 kg de N/ha/an (Robertson et Thorburn, 2000).

Lors d'enquêtes auprès des agriculteurs réunionnais il ressort que les résidus de récolte sont considérés comme conservateur de l'humidité du sol, complément de nutrition azotée, source principale de l'alimentation humique, frein au développement des mauvaises herbes, protecteur des sols....

Il faut noter que quelques fois, ces résidus peuvent être des obstacles aux opérations de travail du sol lors de la plantation, des niches potentielles pour les ennemis de la culture (Jaglale, 2003).

Enfin, les mesures agri-environnementales (MAE) inscrites au cahier des charges des « contrats territoriaux d'exploitation – canne » prévoient la restitution de la paille de canne à sucre au champ. La mise en place d'un paillage végétal sur la canne à sucre est demandée aux agriculteurs désireux de souscrire ce type de contrat avec l'Etat Français. L'objectif poursuivi par l'action mise en place est bien de lutter contre l'érosion et maintenir la fertilité des sols.

2. DES INTRANTS EN QUANTITE REDUITE ET DE PLUS EN PLUS ADAPTES AUX BESOINS

2.1. Des apports d'engrais calés sur les besoins

Même si la canne à sucre nécessite des apports en éléments fertilisant, il est intéressant de noter qu'à La Réunion, sa culture occupe plus de **60 % de la SAU** mais n'utilise, en matière d'azote, que 2 999 t (St Macary *et al*, 2002), soit **38 % de la consommation annuelle totale de l'île**.

L'engrais est apporté en surface, après la coupe ou à la plantation. Il est apporté en une seule fois, à des doses allant de 0.5t à 1t/ha, le plus souvent sous forme d'engrais standard azote/phosphore/potassium (N/P/K) : 15-12-24.

Certains agriculteurs réunionnais épandent des effluents d'élevage ou quelques autres sous produits organiques (boues...) (St Macary *et al*, 2002). De même, les coproduits de la canne (écumes, cendres de bagasse...) sont utilisés par les planteurs pour amender les champs. Un apport de 30 tonnes d'écumes par hectare apporte l'équivalent de 210 kg d'azote, 270 kg de phosphore, 36 kg de potasse, 255 kg de calcium et 600 kg de silice (Chaballier *et al*, 2005). Ceci permet donc d'éviter l'utilisation d'engrais chimiques.

Sur l'île, depuis les années 90, **des analyses de sol sont effectuées**, lors des replantations, afin de juger de la fertilité d'une parcelle et de proposer une fumure adaptée (Tableau 2). **L'objectif est de faire un apport en N/P/K ajusté à la teneur en N/P/K du sol de chaque exploitation**, calculé pour un rendement moyen de 100 t/ha. L'analyse de sol permet de faire un diagnostic de la fertilité selon trois niveaux, à condition d'avoir identifié le type de sol grâce à une localisation précise de la parcelle.

	Azote (N)	Phosphore (P)	Potassium (K)
Sol riche	80	0	0
Sol normal	120	70	200
Sol carencé	160	200	400

Source : Pouzet *et al.*, 1998

Tableau 2 : Conseils en fertilisation selon le niveau de sol

Dans les Contrats d'Agriculture Durable (CAD), dispositifs faisant suite aux Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE), diverses MAE se rapportent à la gestion des intrants. Trois touchent à la fertilisation et visent à préserver et à mieux gérer la fertilité physique, chimique et biologique des sols (Pangolin, 2004).

2.2. Une lutte phytosanitaire ne comprenant que peu de produits chimiques

A La Réunion, la canne est réputée pour sa rusticité et son adaptation à des conditions agro climatiques contrastées. Elle tolère relativement bien les bio agresseurs et n'est affectée que par un petit nombre d'organismes nuisibles. De ce fait, **peu de traitements phytosanitaires sont pratiqués** sauf pour lutter contre les mauvaises herbes et les larves d'un insecte (ver blanc) qui est présent.

➤ Une sélection variétale et une lutte biologique réduisant l'utilisation de produits

La **sélection variétale** ainsi que la **lutte biologique** pratiquées sur l'île permettent de **réduire** considérablement l'**utilisation de produits phytosanitaires**. A La Réunion, la sélection de souches résistantes aux maladies et bio agresseurs est effectuée au sein du Centre d'Essai de Recherche et de Formation (CERF). L'utilisation de ces variétés sélectionnées permet d'éviter une application massive de produits.



Photo 6 : Nymphe d'Hoplochelus mycosée (B. Vercambre)



Photo 7 : Mycélium de Beauveria Brongniartii (B. Vercambre)

L'utilisation du champignon *Beauveria Brongniartii* contre le ver blanc *Hoplochelus marginalis* est un exemple célèbre de lutte biologique.

A La Réunion lors de travaux préliminaires en 2002, il a été montré que des lâchers de trichogrammes réduisaient significativement le niveau de dégâts du foreur ponctué *Chilo Sacchariphagus* Bojer (Lepidoptera, Crambidae) sur la canne à sucre en assurant dans le même temps des gains de rendement substantiels (Soula *et al.*, 2003).

Une lutte raisonnée est mise en place, associant la sélection variétale et la lutte biologique.

➤ Des progrès en matière de lutte contre l'enherbement

A La Réunion, on pratique un, deux voire trois épandages d'herbicides au cours d'un cycle de récolte de douze mois (Pangolin, 2004). Ces produits étant appliqués en début du cycle de culture, la possibilité d'en trouver des traces dans le produit fini, transformé, qu'est le sucre est quasi nulle.

Les résidus de récolte laissés au champ, entre les lignes de canne, permettent à la canne à sucre de se développer plus vite que les adventices (Bell *et al.*, 1986). Cette pratique réduit

les contraintes liées à la lutte contre l'enherbement (produits, sarclage manuel ou mécanique).

Le CIRAD et le Service de Protection des Végétaux, suite à des recherches sur les applications de produits diffusent des référentiels techniques pour l'utilisation des herbicides. Ceux-ci donnent lieu à de **nouvelles techniques plus respectueuses de l'environnement**. Les agriculteurs sont informés de ces référentiels via les distributeurs de produits ou la Chambre d'Agriculture.

Ainsi, des outils ont vu le jour afin de mieux appréhender l'enherbement pour le gérer de la manière la plus respectueuse possible : calendrier des traitements, guide sur l'enherbement et les herbicides de la canne à sucre à La Réunion. Les améliorations sont constantes, notamment concernant l'homologation de nouveaux produits et les itinéraires techniques associés.

Tout comme pour les engrais, les CAD font état de trois mesures concernant le désherbage. Celles-ci visent la diminution de l'utilisation des herbicides afin de réduire les pollutions (Pangolin, 2004).

3. UN ROLE ASSAINISSANT ENCORE MAL CONNU

Par ailleurs, **la canne joue un rôle assainissant** vis à vis des parasites telluriques.

Monsaingeon et Poser (2002) montrent l'intérêt d'intercaler un cycle court de canne à sucre dans une monoculture de bananes en Guadeloupe. En effet, grâce à cette rotation, l'usage des pesticides pour contrôler les ravageurs sous culture de bananes (en particulier les nématodes) est réduit de 25 %.

UNE FILIERE A FAIBLE BILAN CARBONE

1. CHAMPS DE CANNE A SUCRE : PUIITS DE CARBONE

Comme les autres plantes, lors de la photosynthèse, la canne à sucre capte du gaz carbonique (CO₂) et produit de l'oxygène (O₂). Elle fait partie des plantes de « type C4 ». Ces plantes montrent une **meilleure capacité à absorber le CO₂**. En un an, un demi hectare de canne peut absorber plus de 30 tonnes de CO₂ et produire 21 tonnes d'O₂ (site internet 7). Le CO₂ capté n'est cependant stocké que quelques mois. En effet, lorsque la récolte a lieu et que la bagasse est brûlée à des fins énergétiques, du CO₂ est rejeté mais celui-ci sera réabsorbé lors du cycle de croissance suivant de la plante.

Les plantes, lors de la photosynthèse, assimilent le CO₂ sous forme de carbone végétal, dont une partie : les racines et les résidus de récolte est restituée au sol et stockée sous une forme stable dans la matière organique.

Des chercheurs de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) ont étudié l'intérêt du non brûlis ou encore « coupe en vert » des champs de canne à sucre lors de la récolte. Ils ont montré que 10 à 20 % des feuilles laissées sur le sol peut s'accumuler sous forme de litière ou être incorporé dans les premiers centimètres du sol, augmentant ainsi le stock de carbone.

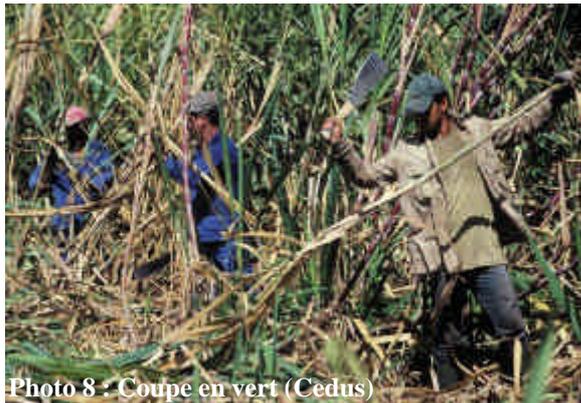


Photo 8 : Coupe en vert (Cedus)

Cerri *et al.*, (2004), ont ainsi montré que l'adoption du non-brûlis induit dès les premières années un stockage accru du carbone dans les sols. En effet, dans les 20 premiers centimètres, jusqu'à 1,6 tonnes de carbone supplémentaires, comparé au mode traditionnel avec brûlis, sont stockés pendant les quatre premières années de culture. Ils montrent aussi une réduction des émissions totales d'oxydes nitreux (N₂O) et de méthane (CH₄).

Ainsi, l'adoption de la coupe en vert par les planteurs de canne réunionnais est un atout pour la réduction des émissions de Gaz à effet de Serre (GES) de l'île.

2. UNE INDUSTRIE ADOPTANT UNE DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE

2.1. Un Bilan Bagasse – Charbon favorable

La création à La Réunion, d'une centrale bi-combustible à co-génération fonctionnant avec la bagasse pendant la campagne sucrière, et comme une centrale thermique classique au charbon le reste de l'année a représenté une première mondiale en 1991.

La combustion de la biomasse se caractérise généralement par une faible teneur en cendres (utilisées comme engrais) et sa quasi absence de soufre. Celle de la bagasse ne génère aucune émission d'oxyde de soufre (SO_x) et d'oxyde d'azote (NO_x). La croissance de la canne à sucre compense, par effet de photosynthèse, les émissions de CO₂ de la centrale lorsqu'elle fonctionne à la bagasse, **le recours à ce type particulier de**

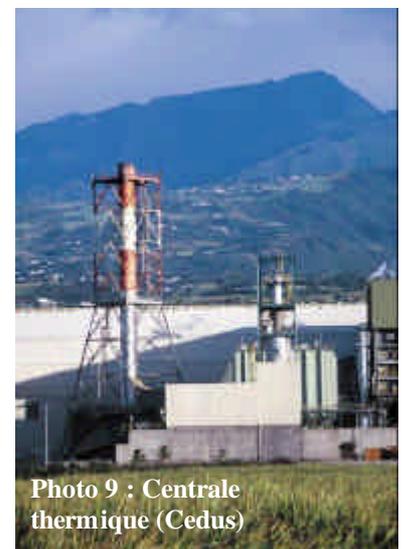


Photo 9 : Centrale thermique (Cedus)

biomasse s'avère donc totalement vertueux (Birraux, Le Déaux, 2001). De ce fait, contrairement au carbone issu des combustibles fossiles, le CO₂ issu de la combustion de la bagasse ne s'ajoute pas à celui déjà contenu dans la biosphère (site internet 8).

Afin d'illustrer le rôle de la filière canne à sucre réunionnaise dans la réduction des émissions de GES, il est intéressant de se rapporter à une étude de Nayamuth *et al.*, (2005). Celle-ci montre que le système de production de l'industrie sucrière de Maurice a permis de capter 23.12 tonnes équivalentes CO₂ sous forme de surplus de bagasse, du sucre exporté et de la mélasse. Le bilan net en faveur de ce système de production est de 20,03 tonnes équivalentes CO₂ par hectare tenant compte des 3.09 tonnes équivalentes CO₂ provenant de la consommation de combustible fossile. Il faut toutefois spécifier que ces résultats sont propres au système d'exploitation Mauricien qui pratique encore le brûlage avant la récolte de la canne sur 22 % des surfaces récoltées (Kingston *et al.*, 2005).

2.2. Des traitements en progression

Le rapport de la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) de 2003, indique que la quantité de polluants émis en 2002, par les deux centrales thermiques bagasse - charbon a augmenté de 6,5 % pour le dioxyde de soufre (SO₂) mais a baissé de 8 % pour les NO_x et le CO₂.

Les centrales sont dotées de systèmes réduisant les rejets dans l'atmosphère : mise en place d'une étape de pré-dépoussiérage mécanique de type multicyclone et d'une étape finale de type électrostatique limitant les émissions de poussières. Pour ces réalisations, le Ministre de l'Environnement de l'époque a remis le trophée national des technologies économes et propres en 1997 (Muséum Agricole et Industriel Stella Matutina, 2002).

Rouanne (2001) précise à propos du site du Gol, que des investissements ont permis de mettre un terme à l'émission de fumée de l'usine participant ainsi à la **préservation de la qualité de l'air**.

Etablissement	Combustibles	Polluants	Rejets en tonnes par an									
			1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Centrale Thermique Bois Rouge	Bagasse Charbon Huiles usagées	SO ₂	2283	2066	2009	1730	1489	1715	1806	2102	2266	2453
		NO _x	1005	986	1020	923	935	1040	1068	1086	1173	1150
		HCl	6	15	16	15	16	15	13	14	14	13
		CO ₂									655 205	630 180
Centrale Thermique Gol	Bagasse Charbon	SO ₂			417	1341	1559	1495	1643	2445	2461	2581
		NO _x			262	727	913	997	1028	1295	1401	1216
		HCl			6	15	15	15	12	16	14	16
		CO ₂									702 045	615 031

Source : DRIRE, 2003

Tableau 3 : Evolution des émissions atmosphériques des centrales thermiques réunionnaises

Le tableau 3 présente les rejets des différents gaz en tonnes par an pour les deux centrales thermiques réunionnaises.

Les données disponibles à ce jour ne relatent pas une diminution constante des rejets atmosphériques. En effet, pour le SO₂, les NO_x et le HCl, les valeurs ne suivent pas une évolution constante selon les années. Ces évolutions reflètent l'interaction possible d'un ensemble de paramètres qu'il serait intéressant d'étudier. Une diminution de la qualité, une augmentation de la quantité de combustible brûlé pourrait, par exemple, être à l'origine de ces résultats.

En revanche, les valeurs montrent une diminution réelle des rejets de CO₂, entre 2001 et 2002 pour les deux centrales.

Des données mensuelles, sur plusieurs années récentes, permettraient de qualifier plus précisément les rejets liés à la seule utilisation de la bagasse et aussi d'évaluer l'impact des améliorations apportées aux procédés de traitements des rejets atmosphériques.

Il est important de noter que les normes environnementales en vigueur à La Réunion sont strictes et entraînent une vigilance particulière des industriels vis à vis des impacts de leur activité sur l'environnement.

PRODUIRE DU SUCRE : QUELS IMPACTS SUR LA CONSOMMATION ET LA QUALITE DE L'EAU ?

1. CONSOMMATION, QUALITE DE L'EAU ET PRATIQUES AGRICOLES

1.1. Une efficience notable de la plante

La canne à sucre est une plante qui valorise bien l'eau (Mémento de l'Agronome, 2002). Dans de bonnes conditions culturales, une production de 100 tonnes de cannes à sucre à l'hectare nécessite, en moyenne 1 500 mm d'eau sous forme de pluies ou par irrigation. Le rendement ou l'efficience de l'eau est alors de 1 pour 150 c'est à dire de 15 mm par tonne de cannes produite (Fauconnier, 1991). Plunkett et Muchow (2003), montrent que la canne à sucre peut aller puiser de l'eau jusqu'à une profondeur de 1m80 présentant ainsi deux aptitudes intéressantes : puiser de l'eau en profondeur et l'absorber de manière plus efficace que d'autres plantes (Fauconnier, 1991).

Pour produire 1 kg de MS de canne (biomasse aérienne) il faut entre 270 et 330 litres d'eau pour respectivement des rendements de 60 à 120 t/ha (Martiné et al., 1999). Pour comparaison, il faut 450 à 500 l d'eau pour produire 1 kg de MS de maïs (site internet 9).

1.2. Des risques de transfert des produits dans les nappes d'eau limités

La culture de la canne à sucre semble jouer un rôle dans la **protection des nappes phréatiques** en facilitant l'infiltration des pluies grâce à son chevelu racinaire développé, toujours présent et actif quel que soit le stade de végétation (St Macary *et al.*, 2002). Ainsi l'activité racinaire quasi permanente laisse présager, d'après St Macary *et al.* (2002) une bonne capacité à recycler les éléments et à limiter les pertes vers l'environnement.

De plus, l'**utilisation** de plus en plus **raisonnée** des engrais et des produits phytosanitaires **permet de réduire les risques de pollution**.

➤ Engrais

Cornu *et al.* (2002), stipulent, qu'excepté quelques pollutions ponctuelles, les eaux des rivières réunionnaises sont globalement de bonne qualité. Ils précisent qu'aucune pollution azotée ni phosphatée notoire n'a été mise en évidence et que les études réalisées n'ont pas montré que les activités agricoles étaient à l'origine de la dégradation du récif corallien.

L'ion nitrate est, dans le sol, la forme la plus mobile de l'azote. Etant un indicateur de la pollution des eaux, il est intéressant de connaître les risques de transfert dans les eaux réunionnaises.

A La Réunion, les vitesses d'infiltration d'eau, mesurées à saturation, dans différents types de sol sont très variables : de 5 mm/h pour un vertisol à plus de 300 mm/h pour un andosol (Raunet, 1991). De ce fait, les risques de lessivage d'azote sous culture de canne à sucre vont largement dépendre de la nature du sol (St Macary *et al.*, 2002).

Même si le lessivage d'azote dans les champs de canne à sucre dépend en grande partie des propriétés du sol, les précipitations jouent un rôle déterminant. Ng Kee Kwong et Deville (1984) ont ainsi montrés que la quantité de nitrates lessivés dépend davantage de la durée et de l'intensité de la période de sécheresse précédant une forte pluie que le volume d'eau drainé par celle-ci.

Concernant les teneurs en nitrates, pour la Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS) et la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN), « la situation n'est pas catastrophique » à La Réunion. Les teneurs observées dans les eaux réunionnaises résultent, essentiellement, des zones de maraîchage, des élevages, de la pollution domestique et urbaine alors que la canne occupe plus de 60 % de la SAU. Dans les six points de prélèvements situés en zone cannière, les valeurs de nitrates sont très faibles (MAAPAR, 2002).

De nombreux travaux ont été effectués sur le lessivage de l'azote sous culture de canne à sucre. A titre d'exemple, Ng Kee Kwong et Deville (1987), ont montré que la perte d'azote sous canne est négligeable dans les conditions tropicales de l'île Maurice.

Une autre étude menée par le Mauritius Sugar Industry Research Institute (MSIRI, 1976) montre qu'une faible proportion de nitrates provenant de fertilisant (environ 5 %) est lixiviée à travers le sol. Ces nitrates se retrouvent dans les 15 premiers centimètres du sol et il ne reste pratiquement plus de nitrates provenant de fertilisants à partir de 60 cm de profondeur, ce qui réduit les risques de transfert.

➤ Herbicides

Bernard (2004), a effectué des simulations de transfert d'herbicides dans les nappes de l'Ouest de l'île de La Réunion au niveau de l'Antenne 4. Une extrapolation a été tentée afin d'avoir une première approximation des concentrations en herbicides susceptibles d'être retrouvés dans la nappe. En émettant plusieurs hypothèses, Bernard montre qu'en année pluvieuse (type 1993), le scénario extrême considérant un désherbage de l'ensemble de l'Antenne 4 en janvier, conduirait à une concentration extrapolée en atrazine dans la nappe de 0,2 µg/l, supérieure à la norme de potabilité (0.1 µg/l). Les valeurs estimées en diuron resteraient inférieures à 10⁻⁶ µg/l. En année médiane (type 1999), il estime que les risques de transfert sont plus faibles et que les concentrations calculées resteraient inférieures à 10⁻⁴ µg/l pour l'atrazine et 10⁻¹¹ µg/l pour et le diuron. Il précise que « les concentrations ainsi extrapolées sont surévaluées ».

La Directive 98.83 / CEE du 3 novembre 1998 relative aux eaux destinées à la consommation humaine et son décret français 2001/1220 du 20 décembre 2001 fixe les limites pour les produits de protection des plantes à :

- 0.1 mg/l par produit pris individuellement
- 0.5 mg/l pour l'ensemble des produits

Rmq : L'atrazine n'est plus utilisée à La Réunion depuis 2003.

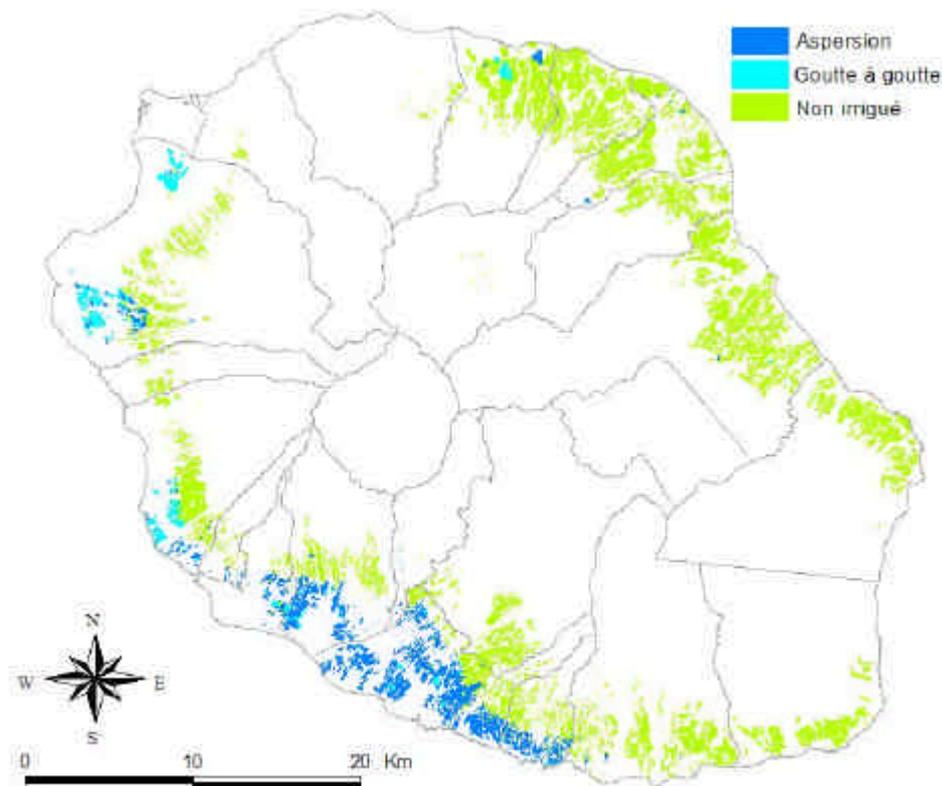
Pour étayer les propos de Bernard, il est intéressant de citer Ng Kee Kwong *et al.* (1996) qui montrent, dans une étude sur les résidus d'herbicides dans les eaux souterraines et de surface que les résidus d'atrazine, d'hexazinone et de diuron ne sont retrouvés qu'occasionnellement dans les eaux durant la période de suivi. Ils précisent que dans plus de 60 % des eaux souterraines dosées et 50 % des eaux de rivière, aucune trace de résidu d'herbicide n'est relevée. Cette étude conclue que seulement 3 herbicides parmi ceux utilisés dans la culture de la canne à sucre de l'île Maurice (atrazine, hexazinone, diuron) ont pu être retracés dans les eaux.

Tout comme les engrais azotés, en général, moins de 5 % de l'herbicide appliqué est effectivement drainé jusqu'aux nappes phréatiques. Au moins 95 % de l'herbicide est en réalité très vite dégradé par l'énorme masse microbienne se trouvant dans la couche supérieure du sol. A titre d'exemple, près de 80 % des herbicides à base d'hormone du type 2,4-D sont déjà dissipés par les micro-organismes une semaine seulement après leur contact avec le sol (Autrey, Ng Kee Kwong, 1997)

L'évolution des pratiques actuelles vise à mieux gérer les produits et dans certains cas, revoir le type de molécules (herbicides).

1.3. Une irrigation adaptée aux besoins réels de la plante

Depuis quelques années, les acteurs du monde agricole ont vu l'émergence de nouveaux systèmes ainsi que de nouveaux outils de pilotage de l'irrigation. L'objectif est de **préserver les ressources en eau** en adaptant au mieux les apports aux besoins de la plante.



Source : DAF, 2004, modifié par le

Figure 8 : Zones d'irrigation de la canne à sucre à La Réunion en 2004

La présence d'un réseau dense de stations météorologiques sur l'île, fournit entre autre, des informations de références pour :

- déterminer les conditions de croissance et de production de la canne à sucre,
- déterminer les besoins en eau d'irrigation plus ajustés à l'échelle des petites régions agricoles,
- piloter l'irrigation pour une optimisation de la production et de l'eau apportée.



Photo 10 : Irrigation par goutte à goutte (Cedus)

Ces informations ont permis, grâce à une collaboration entre le CIRAD, la Chambre d'Agriculture et les exploitants, la mise au point de trois outils de conseil personnalisé en irrigation : conseil à l'ETM, Irricanne, OSIRI-Run (Cahier Technique Caro Canne 4, 2004).

Des améliorations techniques ont vu le jour suite à une volonté de maîtrise des apports d'eau.

2. UNE INDUSTRIE SUCRIERE AYANT CONSCIENCE DE SES IMPERATIFS ENVIRONNEMENTAUX

2.1. Une consommation contrôlée

Aux côtés des pouvoirs publics, les industriels ont pris leur part de responsabilité afin de rendre leurs procédés de fabrication compatibles avec le respect de l'environnement. Les investissements sur les systèmes d'alimentation en eau ont permis de **diviser la consommation par deux** dans les usines (Muséum Agricole et Industriel Stella



Photo 11 : Complexe sucrier (Cedus)

Matutina, 2002). La quantité d'eau pompée est d'ailleurs deux fois inférieure à la quantité autorisée. De plus, les eaux de process étant recyclées au sein de l'usine, les quantités prélevées dans le milieu naturel sont en baisse (Pony, Com.pers, 2005).

Rouanne, dans une publication de 2001, précisait déjà que des investissements avaient permis de réduire de 40 % la consommation d'eau de l'usine du Gol.

Sucrerie Bois Rouge	2000	2001	2002
Consommation d'eau (milliers m ³)	2 097	1 247	1 748
Cannes broyées (tonnes)	928 874	925 090	897 587
Ratio (m ³ /t)	2.26	1.35	1.95

Sucrière de la Réunion	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Consommation d'eau (milliers m ³)	1 726	1 900	1 643	1 536	1 178	1 164	1 094	1 243	1 173	1 136
Cannes broyées (tonnes)	807 079	973 955	922 977	897 684	937 570	892 246	887 178	913 809	1 004 973	988 181
Ratio (m ³ /t)	2,14	1,95	1,78	1,71	1,26	1,30	1,23	1,36	1,17	1,15

Centrale thermique de Bois Rouge	2000	2001	2002
Consommation d'eau (milliers m ³)	2 636	2 510	1 947
Production électrique (MWh)	451 869	467 740	458 168
Ratio (m ³ /MWh)	5.83	5.36	4.24

Centrale thermique du Gol	2000	2001	2002
Consommation d'eau (milliers m ³)	1 811	1 795	1 706
Production électrique (MWh)	504 516	524 376	497 052
Ratio (m ³ /MWh)	3.59	3.42	3.43

Source : DRIRE, 2003

Tableau 4 : Evolution de la consommation en eau de l'industrie sucrière réunionnaise

Le tableau 4 présente les quantités d'eau consommées par les deux sucreries et les deux centrales thermiques de l'île entre 2000 et 2002.

Les valeurs présentes pour les deux centrales montrent une diminution de la consommation brute. L'évolution des ratios entre la consommation et la production électrique de la centrale thermique de Bois Rouge montre quant à elle une meilleure rentabilité.

Par contre les consommations des deux sucreries fluctuent sur la période considérée.

Il est nécessaire d'avoir une période de référence plus grande et plus récente afin de pouvoir établir un bilan complet des améliorations apportées en terme de rentabilité de l'utilisation de l'eau. De même, le ratio pourrait intégrer d'autres paramètres comme : la production de sucre, l'utilisation faite de l'eau, la qualité de la matière première (charbon, bagasse, canne), ...

2. 2. Des rejets maîtrisés

➤ Une qualité des rejets en amélioration

Etant des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), les sucreries réunionnaises doivent faire parvenir un bilan mensuel à la DRIRE.

Ces bulletins font état de la Demande Biologique en Oxygène (DBO₅), la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et la température des eaux de rejet des usines. Ils permettent ainsi le contrôle du respect des normes environnementales applicables à La Réunion.

La DBO₅ correspond à la quantité d'oxygène en mg/l qui est consommée en 5 jours à 20°C par les micro-organismes.

La DCO indique quant à elle la teneur de l'eau en substances oxydables.

Plus ces valeurs sont élevées, plus la pollution est marquée.

Société	Exutoire	Paramètres	Flux 2000	Flux 2001	Flux 2002
Sucrière de La Réunion	STEP St Louis	DCO	252 t	272 t	238 t
	STEP St Louis	DBO ₅	-	-	132 t
Sucrierie Bois Rouge	Océan	DBO ₅	1265 t	1520 t	456 t
	Océan	MES	547 t	354 t	90 t
	Océan	DCO	3016 t	1890 t	902 t

Source : DRIRE 2003

Tableau 5 : Evolution des paramètres physico-chimiques des rejets des sucreries réunionnaises

Le tableau 5 présente l'évolution des paramètres physico-chimiques des rejets des deux sucreries de l'île.

Pour la sucrierie de Bois Rouge, les valeurs de chacun des trois paramètres diminuent sur la période 2000-2002.

Pour la sucrière de La Réunion, les valeurs de DCO oscillent d'une année à l'autre. Quant à la seule valeur de DBO₅ de l'année 2002, elle ne permet pas de tirer une quelconque conclusion.

Il serait intéressant, tout comme pour les consommations d'eau de disposer d'une série de données plus longue et de connaître l'ensemble des paramètres pouvant influencer la qualité des rejets d'eaux usées afin de pouvoir tirer une conclusion vis à vis des améliorations apportées aux procédés de traitements des effluents de sucrierie.

Ceci étant, un rapport de la DRIRE datant de 2003 conclut (quant à la pollution de l'eau) que pour la Sucrierie de Bois Rouge « des progrès importants ont été réalisés par l'industriel tant au niveau de la qualité des rejets qu'au niveau de la qualité de leur surveillance ». Le rapport relate l'évolution favorable consécutive à la mise en oeuvre de nombreux travaux sur le site. Ce même rapport précise que pour la Sucrierie du Gol, les rejets d'eau ont diminué en volume d'eaux usées et d'eaux de refroidissement pendant la campagne sucrière. Les charges polluantes des eaux de procédés en matières organiques, matières en suspension (MES) et hydrocarbures demeurent relativement constantes.

➤ Un traitement des rejets vers plus d'efficacité

Pour la Sucrière de La Réunion, des investissements ont permis de réduire les rejets, de séparer les MES et de déshuiler les rejets allant vers la station d'épuration (Rouanne, 2001). Pour la Sucrierie de Bois Rouge, des projets d'amélioration sont en cours : certification ISO 9001, récupération des vapeurs, diminution des débits de rejet...(Pony, com.pers, 2005).

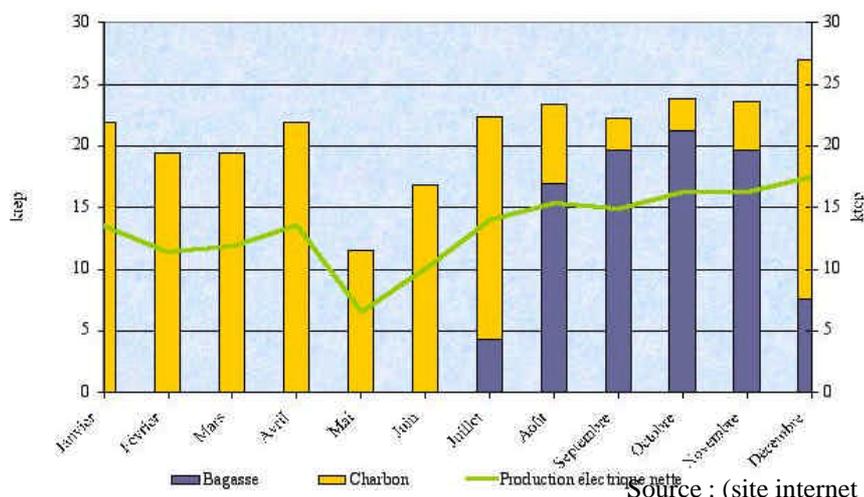
UNE FILIERE VALORISANT SES COPRODUITS

Lors de la transformation de la canne à sucre, l'industrie sucrière va générer divers coproduits. Ces derniers vont être valorisés.

1. LA BAGASSE : UNE SOURCE ENERGETIQUE NATURELLE ET RENEUVELABLE CONTRIBUANT A LA PRODUCTION D'ELECTRICITE

La bagasse, résidu fibreux résultant de la première étape d'extraction du sucre par broyage de la canne est le coproduit le plus valorisé actuellement sur l'île.

En 2004, la production de canne à sucre avoisinait les 2 000 000 tonnes. La quantité de bagasse produite s'élevait alors à environ 640 000 tonnes. Des sources bibliographiques estiment qu'une tonne de canne à sucre génère entre 250 à 320 kg de bagasse. Rondeau (2002), quant à lui, estime qu'une tonne de canne à sucre produit 310 kg de bagasse qui fournissent 130 kWh. Ainsi, le pouvoir calorifique d'une tonne de bagasse, équivaut à celui de 260 kg de charbon ou de 180 kg de fioul ou de 210 m³ de gaz naturel ou encore de 550 kg de bois (site internet 10).



La figure 9 montre la saisonnalité du combustible bagasse, ainsi que la production nette d'électricité qui est fournie à EDF.

Figure 9 : Saisonnalité de la bagasse dans les centrales thermiques bagasse – charbon réunionnaises en 1999

A La Réunion, la bagasse est utilisée en totalité, en tant que source énergétique naturelle et renouvelable au sein des deux centrales thermiques mixte bagasse-charbon Du Gol et de Bois Rouge. Les technologies utilisées au sein des deux centrales, permettent d'obtenir de bons rendements (site internet 11).



Photo 12 : Bagasse (Cedus)

La bagasse est utilisée lors de la campagne sucrière lorsque la canne à sucre est récoltée, ce qui implique sa saisonnalité. Cela signifie que cette biomasse n'est utilisée comme combustible que de juillet à décembre. La valorisation d'un produit agricole tel que la bagasse par les centrales thermiques assure une **production électrique s'élevant à 1/4 de la production de l'électricité de l'île.**

Toutefois, la totalité de la production d'énergie issue des centrales bagasse - charbon n'est pas destinée à alimenter le réseau. Une part de la vapeur est destinée à l'usage de l'industrie sucrière. Par exemple, en 1999, 77 % de la bagasse brûlée dans les centrales thermiques étaient destinés à la production d'électricité (site internet 11).



Photo 13 : Production d' 1/4 de l'électricité à partir de la bagasse (Cedus)

En 2004, 228 000 tonnes de bagasse produites sur le site de Bois Rouge, étaient destinées :

- à la production de vapeur pour l'alimentation électrique de l'usine
- aux besoins énergétiques de la Réunion (site internet 12).

Au cours de la campagne sucrière, l'incinération de la bagasse par les 2 centrales thermiques réunionnaises engendre une production de cendres. Celle-ci s'élève à environ 18 000 tonnes pour chaque centrale (site internet 13).



Photo 14 : Epandage de cendres de bagasse (Cedus)

Etant un produit minéral (et non pas organique), les cendres de bagasse peuvent être utilisées en agriculture en tant qu'amendement calcique, engrais phosphorique et potassique (site internet 13). Chabalier et Babamoussa (1998), expliquent que les cendres de bagasse contiennent un certain nombre d'éléments (silice, fer, alumine, carbone, calcium, magnésium, potassium...) qui permettent de les considérer comme un amendement.

Les principaux éléments apportés par les cendres et utiles à la canne à sucre sont le potassium et le phosphore. Le calcium et le magnésium auront, quant à eux un effet de chaulage. Outre les avantages pour la canne elle-même, les cendres permettent un ameublissement du sol et une amélioration de la rétention d'eau, (Cahier technique Caro Canne 2, 2003) ce que confirment les agriculteurs (Caro Canne 7, 2005).

La bagasse connaît de nouvelles applications. Elle peut être utilisée pour la conception de papier, de carton, de panneaux agglomérés, de produits chimiques : résines, solvants... (Kessari, 2002), d'éthanol, de nourriture animale ou encore de litière pour la volaille (Castellan, 2004).

Rmq : Des matériaux composites et panneaux, à partir des fibres modifiées de bagasse, peuvent être réalisés et utilisés comme complément aux fibres bois. La matière issue de la modification de la lignine (l'un des principaux composants de la bagasse), pourrait se substituer aux produits synthétiques dans les matériaux composites à dominante de bois. Ceci permettrait de diminuer l'exploitation du bois et pourrait servir de substituts aux produits de la chimie pétrolière (Castellan, 2004).

2. LES ECUMES : UNE SOURCE ORGANIQUE A VALORISER DANS LES CHAMPS

Les écumes de sucrerie issues de l'épuration du jus de canne à sucre constituent une source organique intéressante à épandre dans les champs. Riches en calcium, ces résidus de l'industrie sucrière présentent un double intérêt : organique et minéral (site internet 3).

A La Réunion l'épandage de ces écumes est courant. En 2000, leur quantité était estimée à 96 800 tonnes (site internet 13). La demande croissante des planteurs pour récupérer ces écumes a amené les sucreries à s'organiser de façon à les répartir plus équitablement (Caro Canne 5, 2004). Chaballier *et al.*, (2005) montrent qu'un apport de 30 tonnes d'écumes par hectare représente l'équivalent de 210 kg d'azote, 270 kg de phosphore, 36 kg de potasse, 255 kg de calcium et 600 kg de silice.

Outre leur utilisation à des fins agronomiques, les écumes peuvent être utilisées pour l'alimentation animale, la fabrication de compost, de cires -utilisées par les industries cosmétiques ou pharmaceutiques- et de graisses (Castellan, 2004).

3. LA MELASSE : UNE BASE POUR LE RHUM ET POURQUOI PAS POUR UN BIOCARBURANT

La mélasse est le sous produit final de l'extraction du sucre. En 2000, la quantité produite était estimée à 62 300 tonnes (site internet13).

Sur l'île, l'usage industriel le plus répandu, de la mélasse est la fabrication d'alcool. Cependant, la mélasse peut aussi être utilisée pour la production de micro-organismes divers (levures, bactéries...), de produits tels que l'acide acétique (vinaigre), l'acide citrique, l'éthanol (site internet 14) ou encore servir pour l'alimentation animale (Castellan, 2004), la production de plastifiants, revêtements protecteurs ou adhésifs, cosmétiques...(Muséum Agricole et Industriel Stella Matutina, 2002).

L'éthanol est un alcool liquide résultant de la fermentation du sucre ou de l'amidon converti en sucre. La production de ce biocarburant est techniquement possible à partir de la canne à sucre.

Des experts ont évalué les enjeux de la réduction des gaz à effet de serre en estimant qu'une tonne d'éthanol vaut 3,2 tonnes en équivalent CO₂ (Rencontres énergie Réunion, 2004). Castellan (2004) effectue, quant à lui, une comparaison entre les émissions de CO₂ relatives à l'utilisation d'essence et d'éthanol. Il montre que le rapport est de 7.1 en faveur de l'éthanol. En effet, 1 000 litres d'éthanol vont générer une émission de 2.7 kg de CO₂ alors que 1 000 litres d'essence vont en produire 19.2 kg. L'éthanol peut remplacer jusqu'à 10 % de l'essence, et selon le mélange éthanol essence, les émissions de gaz à effet de serre des véhicules diminuent de 3 à 75 % (Planète agriculture n°3, 2005). Ce biocarburant est d'autant plus intéressant compte tenu de la mise en place du Protocole de Kyoto. Sans toucher à la valeur ajoutée du sucre et du rhum, une partie de la mélasse réunionnaise qui n'est valorisée qu'à un coût marginal (flegme, alcool neutre) pourrait servir à la production de bio éthanol. Mais la production de ce biocarburant nécessite de lourds investissements et sa rentabilité dépendrait localement d'une adaptation de la taxe régionale sur les produits pétroliers.

4. LES VINASSES : UN FERTILISANT A L'ETUDE

Les vinasses sont des résidus de la distillation de la mélasse lors de la fabrication d'alcool. La quantité de vinasse produite en 2000 était de l'ordre de 123 600 tonnes (site internet 13). Elles ont longtemps été considérées comme des déchets polluants à éliminer. Cependant, elles sont valorisables en agriculture surtout sous forme concentrée. En effet, les vinasses se révèlent être riches en potassium et font l'objet d'épandages au Brésil et en Australie (Brouwers, Farinet, 1999) depuis plusieurs années.

Une expérience pilote de 1992 à 1995 à laquelle le CIRAD a participé amène à conclure que les vinasses sont un fertilisant équivalent à l'engrais minéral (Brouwers, Farinet, 1999). De même, Penatti *et al.* (2005), lors d'expériences sur plusieurs années d'épandage de vinasses, concluent que « les vinasses sont un engrais qui améliore la fertilité du sol et favorise le développement des racines en profondeur. Elles augmentent l'extraction des nutriments... ». Ils précisent aussi que le rendement de la canne est sensiblement amélioré avec une augmentation des doses de vinasses.



Photo 15 : Essais d'épandage de vinasses sur un mulch de canne à sucre (F.Feder)

Pour Feder *et al.* (2002), les vinasses possèdent une bonne qualité microbiologique et sont dépourvues de substances toxiques minérales.

Des essais au champs et en laboratoire ont montrés que la valorisation agronomique des vinasses, sur la canne à sucre, ne présente pas de risque majeur pour l'environnement, « à court terme, aux doses testées ». La capacité épuratoire des sols testés sur canne à sucre lors de ces essais permet donc d'envisager un recyclage important de ce produit (Feder *et al.*, 2002).



Photo 16 : Colonne de distillerie (Cedus)

En pratique, les agriculteurs n'épandent pas, à ce jour, les vinasses qui se présentent à l'état liquide. Si elles ne sont pas concentrées au préalable, les vinasses sont difficilement épandables du fait des volumes importants nécessaires (site internet 13) et des coûts logistiques induits.

UNE COMPLEMENTARITE EN DEVELOPPEMENT

1. DES RESSOURCES MULTIPLES POUR L'ELEVAGE

Pour pérenniser les différentes filières de l'île et répondre aux préoccupations environnementales il existe une interaction entre les filières canne et élevage. La canne à sucre a besoin, pour sa fertilisation, de la matière organique issue de l'élevage. Ce dernier a besoin, pour se débarrasser de ses déchets organiques, des surfaces cultivées en canne.

Le développement important des élevages réunionnais depuis la fin des années 1980, notamment les élevages hors sols dans les Hauts de l'île (loos, 2003), a fait émerger, outre le problème de la gestion des effluents produits (lisier, fumier...), celui de l'optimisation des ressources pour l'alimentation animale et le paillage.

1.1. Une surface pour le recyclage des effluents

En 2000, les effluents d'élevage étaient estimés à 623 500 tonnes. L'estimation de la seule quantité de lisiers à éliminer était d'environ 220 000 tonnes par an en 2000 (site internet 13).

Les principales voies de traitement sont la valorisation agricole (fertilisants) et la valorisation énergétique par incinération. Cette dernière étant coûteuse, et dans la perspective d'un retour à la terre des déchets agricoles, la canne à sucre, du fait de l'importance des superficies cultivées, apparaît comme **la culture la plus appropriée pour l'épandage** (Cornu, Ramsamy, 2002).

De plus, la canne à sucre est une culture particulièrement efficace dans le cadre du recyclage par agro-épuration. En effet, elle possède un potentiel de production de matière végétale qui se traduit par des exportations d'éléments minéraux importantes (Chabalier *et al.*, 1984).

Comme le montrent Paillat *et al.* (1996), sur la localité de Dos d'Ane, environ 58 % du lisier de porc produit en 1995 étaient épandus sur des terres à canne confirmant ainsi le rôle épurateur de cette plante.

De même, loos, en 2003, dans une étude sur l'aptitude de diverses cultures à l'épandage d'effluents d'élevage à Grand Ilet, montre que sur une superficie d'environ 11 500 hectares de canne à sucre, 84 % sont potentiellement aptes à l'épandage (MO solide uniquement). Compte tenu des superficies relatives à chaque culture présente sur l'île et du pouvoir épurateur de la canne à sucre, cette dernière semble être indispensable à la bonne gestion des effluents d'élevage.

1.2. Un apport alimentaire et une source de paillage pour le bétail

A La Réunion, l'apport de paille de canne à sucre aux animaux, pour l'alimentation ou le paillage, se traduit par un transfert de biomasse des Bas vers les Hauts. Ce recyclage de la paille en élevage est un moyen de limiter les gaspillages d'une ressource en carbone faisant défaut dans les Hauts (UAFP, Sica Lait, 2002). En effet, dans certaines conditions de production cannière intensive, cette paille est considérée comme un handicap par les planteurs.



Photo 17 : Balles rondes (Cedus)

La récolte de la paille de canne en balle ronde est pratiquée depuis une dizaine d'années sur l'île pour l'alimentation des animaux et le paillage. Celle-ci permet de récolter la feuille de canne, de la stocker et de l'utiliser ultérieurement (Sica Lait, 2004).

De nombreux élevages ont utilisé la paille de canne dès 1996. A l'époque, environ 6 000 balles rondes ont été récoltées (Paillat *et al.*, 1997).

Cette méthode a pris de l'essor et en 2001, 15 000 balles rondes ont été confectionnées (Lepetit, 2004). Actuellement, 20 000 sont produites par an à partir de 4 à 5 000 tonnes de paille de canne à sucre. La Sica Lait a pour objectif de récupérer 15 000 tonnes de paille de canne pour assurer à la fois l'alimentation et la litière du bétail. En effet, une production de 15 000 tonnes de paille pourrait se substituer à 15 000 tonnes de foin.

Ce sont donc un équivalent de 600 hectares de terre à canne qui seront préservés si l'objectif est atteint puisqu'une parcelle de foin produit 25 tonnes par hectare et par an (Sica Lait, 2004).

Le confort de l'animal (notion de bien-être animal inscrit dans les CAD) est amélioré par la présence de paille dans les aires d'exercice ou de couchage bétonnées, l'état de santé de l'animal est amélioré (UAFP, Sica Lait, 2002).

L'utilisation de la paille de canne à sucre comme litière dans les élevages, outre l'aspect amélioration du confort des animaux, produirait du fumier (UAFP, Sica Lait, 2002), 1^{ère} étape vers un retour des effluents aux champs dans une optique de valorisation de ces derniers.

Cette utilisation de la paille de canne est, par conséquent, un moyen de préserver les surfaces en canne et permet aux producteurs bovins de bénéficier d'une source alimentaire et d'un paillage pour leurs cheptels.

1.3. Un support carboné pour le compost

A la Réunion, le support carboné nécessaire à la formation du compost est rare. Il se présente essentiellement sous forme de paille de canne. Les quantités de paille produites sont importantes mais ne sont pas forcément disponibles.

Renault et Paillat (1999), montrent, à partir d'enquêtes de terrain sur la localité de Grand Ilet, que sur un total de 7 500 tonnes d'effluents mélangés chaque année avec un autre effluent et/ou un substrat carboné, 6 750 tonnes sont mélangées afin de produire du compost. Ils précisent que le substrat carboné le plus souvent utilisé lors de ces mélanges est la bagasse.

En 2004, la fabrication de compost à partir de fumier de bovins a commencé à être testée par la Sica Lait avec l'Union des Associations Foncières Pastorales (UAFP). Elle donne des résultats prometteurs (Sica Lait, 2004).



Photo 18 : Compost de fumier de bovins (P.F. Chaballier)

D'après Cornu et Ramsamy (2002), l'utilisation d'un produit organique de qualité contribuera à garder la bonne image de l'agriculture auprès des consommateurs. Ils ajoutent que les perspectives de valorisation agricole restent, intéressantes même si des contraintes dans la mise en œuvre subsistent. Le fait que l'on ne puisse épandre sur les champs de canne à sucre qu'à la replantation (durant 6 mois) réduit les perspectives d'écouler l'ensemble du compost produit tout au long de l'année.

Cependant, le compost est un moyen de réduire les besoins en surfaces d'épandage, limitées sur l'île. Son utilisation permet une diminution du ruissellement, du lessivage et de la volatilisation de l'azote, offrant ainsi une meilleure protection de l'environnement (JAFF, Sica Lait, 2002).

De même, l'apport d'éléments fertilisants pour la canne, via le compost, permettrait de réduire l'utilisation d'engrais chimiques allant dans le sens du développement des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement.

2. UNE COUVERTURE VEGETALE POUR LES AUTRES CULTURES INSULAIRES

Les résidus de récolte de la canne à sucre sont utilisés pour couvrir les sols sous maraîchage et en culture de géranium essentiellement. Le mulch, constitué par ces résidus, permet de protéger le sol et d'en améliorer les propriétés.



Photo 19 : Couverture en paille de canne sur culture d'ananas (A. Hébert)



Photo 20 : Couverture en paille de canne sur culture de géranium (A. Hébert)

Des essais relatifs à l'utilisation des couvertures végétales en tant que protection du sol ont été mis en place en 2001 afin de remédier à la dégradation physique du milieu sous culture de géranium rosat dans les Hauts de l'Ouest de l'île de La Réunion. Cette dégradation du milieu s'est traduite par une diminution sensible de la production en huiles essentielles.

A chaque coupe, Chabanne *et al.*, (2001) observent une augmentation de la production d'huile essentielle pour le traitement avec la paille de canne à sucre en comparaison avec le géranium cultivé sur sol nu. En plus de l'augmentation de la production d'huiles essentielles, les auteurs constatent une augmentation significative de la macrofaune sous la culture de géranium associée à la paille de canne.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les aspects bénéfiques de la culture de la canne à sucre telle qu'elle est pratiquée à La Réunion, objet de ce rapport, ont une importance environnementale qu'il ne faut pas négliger.

Outre cette importance purement environnementale, l'ensemble des rôles que joue la canne à sucre réunionnaise vis à vis du sol, de l'eau, de l'air, des autres productions agricoles ou tout simplement les utilisations faites de ses coproduits, permettent à la filière canne – sucre réunionnaise de mettre en avant sa spécificité et sa prise en compte à tous les niveaux, de ce qui devient, dans un contexte de développement durable, un bien communautaire : l'environnement.

Les différentes fonctions que remplit la canne à sucre ainsi que les impacts négatifs réduits de son exploitation (au champ ou à l'usine), permettent à la filière de posséder les arguments environnementaux (en plus de ceux économiques et sociaux déjà largement connus) nécessaires à sa défense face aux nouvelles réformes de l'OCM sucre.

Avant même l'annonce de ces réformes, la filière canne – sucre, pour se pérenniser et rester à un taux de production de sucre acceptable, avait axé son développement sur la prise en compte de son impact sur l'environnement. Mettre en avant les bienfaits de la culture a proprement parlé ainsi que les progrès apportés aux seins des complexes sucriers était la première démarche à suivre.

Ce document ne prétend pas être exhaustif dans sa prise en compte de la totalité des aspects bénéfiques de la culture de la canne à sucre. Peuvent s'y ajouter des travaux de recherches afin de connaître de façon encore plus précise les bienfaits du mode d'exploitation actuel de la culture sucrière réunionnaise. De même, aux connaissances déjà acquises et recensées dans ce document pourraient venir s'ajouter des travaux concernant, non plus une simple mise en avant « environnementale » mais bien le manque à gagner si la canne à sucre n'était pas présente sur l'île.

Il serait donc intéressant, par la suite, de réaliser des travaux supplémentaires qui, à terme, mettraient en face de chaque « rôle environnemental » que joue la canne, un poids économique.

Les priorités pourraient être déterminées en fonction de la pertinence des arguments déjà avancés dans ce rapport. En effet, pour mettre encore plus en avant la spécificité de la filière canne – sucre réunionnaise, il faut, au préalable, établir une sorte de classement de ses particularités.

Dans le contexte actuel, vis-à-vis de l'importance de la culture de la canne à sucre à La Réunion, trois « atouts » se distinguent.

Compte tenu des reliefs marqués et du climat (caractérisé par des cyclones et une pluviométrie abondante) propres à l'île, le premier argument pertinent à mettre en avant est son rôle vis à vis de la lutte contre l'érosion des sols.

L'utilisation de la bagasse à des fins énergétiques peut être placée en deuxième position. En effet, dans un contexte de volonté d'autonomie énergétique et à l'heure où les énergies renouvelables sont de plus en plus recherchées, sa contribution pour 1/4 à la production d'électricité de l'île est notable.

En troisième position, la complémentarité entre les filières canne et élevage. Alors que le devenir des déchets pose de plus en plus de problèmes (notamment dans un contexte insulaire), La Réunion semble avoir trouvé, avec la culture de la canne à sucre, une voie pour le recyclage des effluents d'élevage.

Ce classement, des bienfaits de la canne à sucre vis à vis de l'environnement, permet d'ouvrir sur une réflexion et de poser une série de questions qui peuvent se regrouper en une seule : si la canne à sucre disparaît de La Réunion, que devient l'île ?

En effet, quelles quantités de sol la culture de la canne à sucre permet elle de conserver réellement ? Quelles pertes économiques sont à craindre si l'absence de canne entraîne une érosion diminuant la fertilité des sols réunionnais ? Quels sont les risques encourus par la population si l'abandon des terres cultivées en canne provoque une érosion trop forte en période cyclonique ?

Quels coûts l'exploitation de la bagasse à des fins énergétiques évite t-elle en frais d'achat et d'importation de combustibles ? Comment remplacer sa part dans la production énergétique réunionnaise sans recourir à des combustibles fossiles ou des investissements trop lourds ?

Quelles seraient les conséquences écologiques et économiques de l'absence de complémentarité ? Quelles sont les voies de traitement des effluents d'élevage qui peuvent se substituer à l'agro épuration des champs de canne et quels en sont les coûts ? A combien s'élèveraient les frais d'approvisionnement en fourrage ?

Viennent ensuite des questions complémentaires :

Combien l'épandage des coproduits fait il économiser en intrants ? Dans quelles mesures ces épandages sont ils bénéfiques pour le sol et la faune associée ?

Combien l'amélioration dans le domaine de la gestion de l'eau apporte t-elle à l'heure où cette ressource devient de plus en plus précieuse ?

Combien représentent les réductions d'émissions de gaz à effet de serre dues à l'utilisation de la bagasse sur le marché des droits à polluer ?

Une première solution pour répondre à quelques unes de ces questions serait de faire le cycle de vie du sucre de canne.

La mise en avant des atouts environnementaux représentés par la canne à sucre à La Réunion permet de souligner sa singularité et d'établir une évaluation de la valeur économique directe et indirecte de cette filière à l'heure où l'environnement devient un bien chiffrable économiquement.

Cette étude, réalisée pour la filière canne – sucre réunionnaise, peut s'appliquer à d'autres filières qu'elles soient agricoles ou non. En effet, la pérennisation et la survie de nombreuses filières - fragilisées par une évolution constante des contraintes environnementales - résident dans la connaissance et la prise en compte des impacts de leur activité sur l'environnement. La connaissance de l'importance économique des apports bénéfiques ou néfastes à l'environnement d'une filière, quelle qu'elle soit, est aujourd'hui nécessaire à son maintien.

BIBLIOGRAPHIE

- AGRESTE REUNION, 2002, *Spécial recensement agricole 2000*, numéro 03, août 2002, 26p.
- AGRESTE, 2002, *Recensement agricole 2000, l'Essentiel, Réunion*, 65p.
- AUTREY. L.J.C., NG KEE KWONG. K.F, 1997, *La recherche sucrière et la protection de l'environnement, La problématique des produits agrochimiques*, PROSI Magazine, mai 1997, n°340, p. 20-25
- BELL. M.J., HALPIN. N.V., ORANGE. D.N., HAINES. M., 2001, *Effect of compaction and trash blanketing on rainfall infiltration in sugarcane soils*, Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, 23rd, Mackay, Queensland, 1-4 May 2001, p.161-167.
- BERNARD. H., 2004, *Etude des risques de transferts d'herbicides dans les sols de l'Ouest de l'île*, Université de Poitiers, CNRS, CIRAD, 24p.
- BIRRAUX. C., LE DEAUX. J.Y., 2001, *Rapport sur l'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables*, rapport n°3415, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.
- BRAUNACK. M., AINSLIE. H., 2001, *Trash blanket and soil physical properties : Mackay experience*, Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, 23rd, Mackay, Queensland, 1-4 May 2001, p.154-160.
- BROUWERS. M., FARINET. J.L., 1999, *Utilisation agricole des sous-produits de la mélasse et fertilisation de la canne à sucre*, Agriculture et Développement n° 24, Décembre 1999, p.60-62.
- CABIDOCHÉ. Y.M., DOREL. M., PAILLAT. J.M., ROBIN. P., 2003, *Gestion de l'azote dans les D.O.M insulaires : Etat des lieux, Besoins de recherche*, Expertise pour le Ministère de l'Ecologie et Développement Durable, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), 68p.
- CARO CANNE 2, Septembre 2003, Cahier Technique : *La fertilisation*, 7p.
- CARO CANNE 4, Mai 2004, Cahier Technique : *L'irrigation*, 7p.
- CARO CANNE 5, Août 2004.
- CARO CANNE 6, Novembre 2004.
- CARO CANNE 7, Avril 2005.
- CASTELLAN. A., 2004, *Des produits nouveaux peuvent ils contribuer à mieux valoriser la filière canne à sucre, notamment à La Réunion*, Diaporama présenté lors du Séminaire « Quelles Recherches Prioritaires pour l'avenir de la filière canne-sucre à l'horizon 2007-2013 ? », St Denis, La Réunion, 20-24 Septembre 2004.

- CERRI. C.C., BERNOUX. M., FELLER. C., CORREA DE CAMPOS. D., DE LUCA. E.F., ESCHENBRENNER. V., 2004, *Canne à sucre et séquestration du carbone*, Académie d'Agriculture de France. Séance du 17 mars 2004, 15p.
- CHABALIER. P.F., et al., 2005, *Guide des matières organiques*, Mission de Valorisation Agricole des Déchets (MVAD), CIRAD, en cours de rédaction.
- CHABALIER. P.F., BABAMOUSA. I., 1998, *Etude de la valeur agronomique des suies de bagasse de la centrale thermique du Gol*, CIRAD, 13p.
- CHABALIER. P.F., HELLMANN. M., PICHOT. J.P., 1984, *Nutrition de la canne à sucre dans plusieurs écologies de La Réunion : différents comportements de quelques variétés*, Revue Sucrière de l'île Maurice, vol. 63, Mai-Décembre 1984, p178-186.
- CHABANNE. A., BOYER. J., MICHELLON. R., SEGUY. L., 2001, *Impacts des couvertures végétales sur la production de *Pelargonium x Asperum* et sur la biologie du sol (macrofaune) à l'île de La Réunion*, I World Congress on Conservation Agriculture Madrid, 1-5 October, 2001, CIRAD CA GEC, 4p.
- CORNU. A., RAMSAMY. Y., 2002, *Pour un développement durable : la symbiose entre l'élevage et la canne à sucre*, CANAVI BOTANICA-URCOOPA, URCOOPA, Rencontres internationales pluridisciplinaires, Perspectives de développement de la canne en milieu insulaire, Stella Matutina, Ile de La Réunion, 13p.
- DE OLIVEIRA. M.W., TRIVELIN. P.C.O., KINGSTON. G., BARBOSA. M.H.P, VITTI. A.C., 2002, *Decomposition and release of nutrients from sugarcane trash in two agricultural environments in Brazil*, Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, 24th, Cairns, Queensland, 29April-2 May 2002, p.290-296.
- DRIRE Réunion, 2003, *Vivre avec l'industrie à La Réunion, Année 2003*, 38p.
- EDITION DU MUSEUM AGRICOLE ET INDUSTRIEL STELLA MATUTINA, 2002, *La canne à sucre & La Réunion : destins liés*, 87p.
- FAUCONNIER. R., 1991, *Le technicien d'agriculture tropicale : La canne à sucre*, Maisonneuve & Larose, 165p.
- FEDER. F., GOSME. M., CHABALIER. P.F., SAINT MACARY. H., DOELSCH. E., ISAUTIER. J., 2002, *Recyclage de déchets par la canne à sucre : Essais avec des vinasses de distillerie*, Rencontres internationales pluridisciplinaires, Perspectives de développement de la canne en milieu insulaire, Stella Matutina, Ile de La Réunion, 11p.
- GRAHAM. M.H., HAYNES. R.J., MEYER. J.H., 1999, *Green cane harvesting promotes accumulation of soil organic matter and an improvement in soil health*, Proceedings of South African Sugar Technologist's Association, 73, p. 53-57.
- HAYNES. R.J., HAMILTON. C.S., 1999, *Effect of sugarcane production on soil quality : a synthesis of world literature*, Proceedings of South African Sugar Technologist's Association, 73, p. 46-52.
- INDUSTRIELS DU SUCRE, 2004, *Campagne sucrière 2004, dossier de presse*, 21 décembre 2004, 11p.

- INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES (INSEE), 2002, , *Canne à sucre, état des lieux*, Dossier Economie de La Réunion 12p.
- IOOS. R., 2003, *Identification des bassins potentiels de consommation des effluents d'élevage produits a Grand Ilet, Reformulation de conseils en fertilisations organique et minérale et construction d'un système d'information géographique pour la zone Nord-Est de La Réunion*, Mémoire de fin d'études, ENSA Rennes, CIRAD, 72p.
- JAGLALE. V., 2003, *Estimation des résidus de récolte de la canne à sucre*, CIRAD-CA, Pôle Canne à Sucre, ISA Lille, 33p.
- KESSARI. M.E., 2003, *Les co-produits de la canne à sucre, Etat des lieux et perspectives*, Rapport de stage 1^{ère} année cycle ingénieur, Institut Supérieur d'Agriculture de Beauvais (ISAB), CIRAD CA, 59p.
- KINGSTON. G., DONZELLI. J.L., MEYER. J.H., RICHARD. E.P., SEERUTTUN. S., TORRES. J., VAN ANTWERPEN. R., 2005, *Impact of the green cane harvest and production system on the agronomy of sugarcane*, Proceedings of the XXV congress of International Society of Sugar Cane Technologists, vol I, Guatemala, 30 january – 4 february, p 521-533.
- KLOK. J.A., KINGSTON. G., HURNEY. A.P., 2003, *What is the impact of green cane trash blankets in wet and tropical environments?* Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, 25th Townsville, Queensland, 6-9 May 2003.
- LEPETIT. J., 2002, *Complémentarité entre la canne à sucre et l'élevage*, SICA LAIT, Rencontres internationales pluridisciplinaires, Perspectives de développement de la canne en milieu insulaire, Stella Matutina, Ile de La Réunion, 4p.
- MARTINE. J.F., LEBRET. P., DE LA RICHAUDY. R., JEANNETTE. M., 1999, *Modélisation de la croissance de la canne à sucre*, Rapport d'exécution, Projet n° 114, Opération n° 11408, CIRAD CA, 4p.
- MEMENTO DE L'AGRONOME, 2002, CD-Rom
- MEYER. J.H., WOOD. A.W., 1996, *Soil management research for sustainable cane production in the 21st century*, In: Wilson, J. R., ed. Hogarth, D. M., ed. Campbell, J. A., ed. Garside, A. L., ed. - Sugarcane: research towards efficient and sustainable production: International Symposium on Sugar 2000, Brisbane, Australia, August 19-23, 1996. East Melbourne : CSIRO p. 237-240.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION, DE LA PECHE ET DES AFFAIRES RURALES (MAAPAR), BOURNAUD. J.L., MONNOT. J.G., SIMONIN. A., Comité permanent de coordination des inspections, 2002, *Incidences environnementales des filières agricoles sucrières françaises*, 65p.
- MONSAINGEON. T., POSER. C., 2002, *Rotation banane-canne-banane : Un système de production prometteur sur la région de Capesterre*, CIRAD-CA – Programme CAS- pôle Canne à Sucre, 44p.
- MSIRI (Mauritius Sugar Industry Research Institute), 1976, Government of Mauritius, State of the Environment, Annual Report 1991.

- MSIRI (Mauritius Sugar Industry Research Institute), 2004, *Annual Report 2005*, en cours de rédaction.
- NAYAMUTH. A.R.H., CHEEROO-NAYAMUTH. B.F., 2005, *Contribution of the sugarcane industry in alleviating greenhouse gas emissions*, Proceedings of the XXV congress of International Society of Sugar Cane Technologists, vol II, Guatemala, 30 january – 4 february, p 57-63.
- NG CHEONG. L.R., AH KOON. P.D., NG KEE KWONG. K.F., 2003, *Effets de la pluviométrie et des pratiques culturales sur le ruissellement et l'érosion dans la canne à sucre à Maurice*, Revue Agricole et Sucrière de l'Île Maurice, vol 82, Janv-Aout 2003, p. 72-77.
- NG CHEONG. L.R., NG KEE KWONG. K.F., AH KOON. P.D., DU PREEZ. C.C, 2005, *Soil quality changes caused by sugarcane cultivation in a sub-humid inceptisol of Mauritius*, Proceedings of the XXV congress of International Society of Sugar Cane Technologists vol II, 30 january – 4 february, p 50-53.
- NG KEE KWONG. K.F., DEVILLE. J., 1984, *Nitrogen leaching from soil cropped with sugarcane under the humid tropical climat of Mauritius*, Indian Ocean, Journal of Environment Quality, 13, p.471-474.
- NG KEE KWONG. K.F., DEVILLE. J., 1987, *Residual fertilizer nitrogen as influenced by timing and nitrogen forms in a silty clay soil under sugarcane in Mauritius*, Martinus Nijhoff publisher, The Netherlands, Fertilizer Research, 14, p. 219-226.
- NG KEE KWONG. K.F., UMRIT. G., JULIEN. M.R.H., 1996, *Impact of sugarcane cultivation on water quality in Mauritius*, In: Wilson, J. R., ed. Hogarth, D. M., ed. Campbell, J. A., ed. Garside, A. L., ed. - Sugarcane: research towards efficient and sustainable production: International Symposium on Sugar 2000, Brisbane, Australia, August 19-23, 1996. East Melbourne : CSIRO p. 264-265.
- ONGLEY. E.D., 1996, *Contrôle de la pollution de l'eau*. Article 55 de la F.A.O. sur l'irrigation et le drainage. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.
- PAILLAT. J.M., 1998, *Gestion des effluents d'élevage a La Réunion : transformer la nuisance en fertilité*, Programme de recherche CORDET 94 DA 51, CIRAD, 63p.
- PAILLAT. J.M., GALLO. J.Y., 1996, *Analyse des flux de matières organiques dans la localité de Dos D'Ane*, CIRAD-SAR, 38p.
- PAILLAT. J.M., FRABOULET. P., LORRE. M., 1997, *Dessiccation et conditionnement de paille de canne à sucre, Mesures sur cannes récoltées en vert M. CARUEL à Sainte-Suzanne*, CIRAD, 32p.
- PANGOLIN. A., 2004, *Impacts des contrats territoriaux d'exploitation à La Réunion : Conséquences techniques, économiques et organisationnelles au niveau des exploitations*, Thèse de Master of Science, Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes (CNEARC), 101p.
- PENATTI. C.P., DE ARAUJO. J.V., DONZELLI. J.L, DE SOUVA. S.A.V., FORTI. J.A., RIBEIRO. R., 2005, *Vinasse : a liquid fertilizer*, Proceedings of the XXV congress of

International Society of Sugar Cane Technologists, vol. I, Guatemala, 30 January – 4 February, p 403-412.

- PLANETE AGRICULTURE, 2005, Article : *Les enjeux mondiaux d'un carburant "écologique"*, d'après le Coopératuer agricole (Québec), p.9, n°3, Février 2005.
- PLUNKETT. G.M., MUCHOW. R.C., 2003, *Water extraction by sugarcane on soils of the Ord Irrigation Area*, Sugar Cane International, The Journal of Cane Agriculture, September/October 2003, p.33.
- POSER. C., 2002, *Evolution du sol sous l'action des racines de la canne à sucre*, Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies Environnement Tropical et Valorisation de la Biodiversité, Université des Antilles et de la Guyane, CIRAD, 43p.
- POUZET.D., CHABALLIER. P.F., LEGIER.P., 1998, *Fertilité des sols et conseil en fertilisation, Système expert d'interprétation des analyses chimiques des sols réunionnais*, document de travail du CIRAD-CA, n°1-98, 97p.
- POUZET. D., VELLE. A., RASSABY. A., 2001, *Estimation des résidus de récolte de la canne à sucre, Bilan des études menées au cours des campagnes sucrières 2000 et 2001 sur l'île de La Réunion*, CIRAD-CA- Programme CAS-Pôle Canne à Sucre, 14p.
- RAUNET. M., 1991, *Carte morphopédologique des périmètres du Bras de Cilaos et du Bras de la Plaine*, CIRAD.
- RENAULT. D., PAILLAT. J.M., 1999, *Analyse de la Production et de l'utilisation des effluents porcins à Grand Ilet, localité de l'île de La Réunion (cirque de Salazie)*, CIRAD-TERA, Programme Espaces et Ressources, 49p.
- RENCONTRE ENERGIE REUNION, 2004, Présentation intitulée : *Potentiel de production de bio-éthanol à La Réunion, Une contribution supplémentaire de la filière canne – sucre au développement durable de La Réunion*, Maîtrise de l'énergie et développement durable en espace insulaire : Ile de La Réunion.
- ROBERSTON. F.A., THORBURN. P.J., 2000, *Trash management-consequences for soil carbon and nitrogen*, Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, 22nd, Bundaberg, Queensland, 2-5 May 2000, p.225-229.
- RONDEAU. P., 2002, *Canne et énergie renouvelable : Contribution à la réduction d'émission de gaz à effet de serre*, Rencontres internationales pluridisciplinaires, Perspectives de développement de la canne en milieu insulaire, Stella Matutina, Ile de La Réunion, 9p.
- ROUANNE. F., 2001, *Un pas vers des rejets propres en laboratoire de sucrerie de cannes application de la spectroscopie proche infra rouge*, Revue Agricole et Sucrière de l'île Maurice, vol 80, Septembre-Décembre 2001, p. 234-241.
- SAINT MACARY. H., CHABALIER. P.F., GENERMONT. S., MORVAN. T., PAILLAT. J.M., PAYET. N., 2002, *Gestion de l'azote en culture de canne à sucre : pratiques actuelles, puits potentiels et risques de pollution*, Rencontres internationales pluridisciplinaires, Perspectives de développement de la canne en milieu insulaire, Stella Matutina, Ile de La Réunion, 10p.

- SICA LAIT, 2004, *Etude et prototype de dépaillage pour la récupération de la paille à l'usine*, 16p.
- SOULA. B., GOEBEL. R., FERNANDEZ. E., TIBERE. R., 2003, *Lutte biologique contre le foreur ponctué Chilo sacchariphagus à l'aide des trichogrammes*, Rapport annuel 2003 Canne à sucre, CIRAD, p.25
- THORBURN. P.J., VAN ANTWERPEN. R., MEYER. J.H., KEATING. B.A., ROBERTSON. F.A., 2001, *Impact of trash blanketing on soil nitrogen fertility : Australian and South African experience*, Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists, 24th, Vol 1, Brisbane, Australia, 17-21 September 2001, p.33-39.
- UNION DES ASSOCIATIONS FONCIERES PASTORALES (UAFP), SICA LAIT, 2002, *Compostage du fumier de bovin au champ : résultats de l'étude*, 43p.
- U.S. Virgin Islands (USVI) Conservation District, 1995, *Manuel pour la protection de l'environnement des îles Vierges: Un guide pour favoriser la mise en vigueur de lois relatives à la protection de l'environnement dans les îles Vierges américaines*, University of the Virgin Islands, Cooperative Extension Service.
- VAN DILLEWIJN. C., 1960, *Botanique de la canne à sucre vol. I*, Centres techniques de la canne et du sucre de la Guadeloupe et de la Martinique, Wageningen Hollande Ed., 391p.
- WOOD. A.W., 1991, *Management of crop residues following green harvesting of sugar cane in north Queensland*. Soil. Till. Res., 20 : p69-85.

SITES INTERNET

- (1) : <http://www.maep.gov.mg/fr/filtecane sucre.htm>
- (2) : <http://ces.iisc.ernet.in/.../HDL/ENV/envfr/vol253.htm>.
- (3) : <http://www.ctcs.mq/>
- (4) : http://perso.wanadoo.fr/daniel.lacouture/histoire_geographie_climat.htm
- (5) : <http://www.webencyclo.com/dossiers/contenu/D9200010501.asp?IDDossier=92>
- (6) : http://www.mi-aime-a-ou.com/les_cyclones_et_l_ile_de_la_reunion.htm
- (7) : http://www.ca-lorraine.com/culture/prof_calbert/sucre.html
- (8) : <http://energiespropres.free.fr/doc/Les%20Energies%20Propres-32.htm>
- (9) : <http://www.vegemat.com/fr/news.html>
- (10) : <http://www.industrie.gouv.fr/energie/comprendre/q-r-eco-energ-aut.htm#4>
- (11) : http://www.x-environnement.org/Jaune_Rouge/JR04/valeix.html
- (12) : http://www.bois-rouge.fr/br/chiffres_04.htm
- (13) : <http://www.mvad-reunion.org>
- (14) : <http://www.lameca.org>

GLOSSAIRE

Amendement : désigne une substance incorporée au sol en vue d'en améliorer ses propriétés physiques.

Anneau radicaire : anneau du nœud portant les primordia de racines de boutures.

Anthropique : relatif à l'homme ou à ses activités. Par exemple en pédologie on parle de formations anthropiques pour les sols portant des traces de culture, de constructions ou de décharges...

Bagasse : sous-produits de l'industrie de la canne. Ce sont des résidus solides générés après passage de la canne dans les moulins (broyage pour extraire le jus).

Biocarburant : les biocarburants sont des carburants d'origine biologique, soit des alcools et dérivés (produit à partir du sucre ou de l'amidon), soit des huiles et dérivés (produits à partir des oléagineux).

Biomasse : masse de matière vivante contenue dans une unité déterminée de surface ou de volume de l'environnement.

Bouture : morceau d'une plante destiné à être replanté pour produire une nouvelle plante identique.

Cachalots : nom donné aux engins transportant la canne à sucre du champ à l'usine.

Cellulose : bois formé par les plantes à partir du carbone de l'atmosphère (gaz carbonique).

Co-génération : la co-génération est une production simultanée de chaleur et d'électricité.

Compost : matière organique fermentée utilisable par l'agriculture. Le compost peut provenir de la décomposition de la partie fermentescible des ordures ménagères, des boues de station d'épuration ou des déchets agricoles.

Écumes : appellation des sous-produits de l'industrie de la canne. Les écumes de sucrerie sont issues de la clarification du jus (chauffage puis centrifugation), formant des tourteaux de filtration, qui sont lavés et séchés.

Efficiencia de l'eau consommée par une plante : masse de matière produite par volume d'eau transpirée.

Engrais minéral : engrais chimique de synthèse ne comprenant pas de carbone.

Engrais organique : engrais naturel comprenant du carbone et provenant du monde vivant, animal ou végétal.

Entre-nœud : intervalle entre deux nœuds c'est-à-dire entre deux points d'insertion de feuilles sur une tige.

Flegme : produit de la distillation d'un liquide alcoolique non consommable.

Inflorescence : partie florale de la plante.

Lessivage : phénomène d'entraînement, par l'eau, à travers les sols, de substances fixées sur des particules fines. Participe à la pollution des nappes phréatiques.

Lixiviation : la lixiviation correspond à la percolation lente de l'eau à travers le sol, accompagnée de la dissolution des matières solides qui y sont contenues. Le liquide résultant est le **lixiviat**. Par exemple, l'eau peut ainsi se charger en substances toxiques lors de la traversée des sols ayant servi de décharges, ou des sols contenant des nitrates en quantité.

Matières en suspension : dans le domaine de la gestion des déchets, petites particules de polluants solides qui résistent à la séparation par des méthodes conventionnelles. Les matières en suspension (ainsi que la DBO, la demande biologique en oxygène) est une mesure de la qualité de l'eau et un indicateur de l'efficacité des usines d'épuration.

Matière organique : matière carbonée d'origine végétale ou animale dont l'évolution sous l'action des micro-organismes du sol donne l'humus.

Mélasses : résidu sirupeux non cristallisable de la fabrication du sucre.

Mulch de canne à sucre : paillage constitués des résidus de récolte (feuilles, gaines, tiges, fouets, fleurs).

Nœud : se dit du point d'insertion d'une feuille ou d'un rameau sur la tige principale.

Photosynthèse : fabrication, par les plantes, d'hydrates de carbone et d'oxygène à partir de dioxyde de carbone et d'eau en présence de chlorophylle, la lumière solaire servant de source d'énergie.

Protocole de Kyoto : protocole qui oblige les pays signataires à réduire de 5,2 % leurs émissions de gaz à effet de serre par rapport à celles de 1990, d'ici à 2012, dans l'objectif de freiner le réchauffement climatique. Adopté le 11 décembre 1997, il est entré en vigueur le 16 février 2005.

Reproduction végétative : type de reproduction ne faisant pas intervenir la fécondation.

Vinasse : résidu de la distillation de la mélasse.

Vivace : (plante) qui vit plusieurs années.

LISTE DES SIGLES

APR :	Association Pour la Promotion Rurale
CAD :	Contrat d'Agriculture Durable
CERF :	Centre d'Essai de Recherche et de Formation
CEDUS :	Centre d'Etudes et de Documentation du sucre
CIRAD :	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CTE :	Contrats territoriaux d'Exploitation
CTICS :	Centre Technique Interprofessionnel de la Canne et du Sucre
DBO₅ :	Demande Biologique en Oxygène sous 5 jours
DCO :	Demande Chimique en Oxygène
DIREN :	Direction Régionale de l'Environnement
DOM :	Département d'Outre Mer
DRASS :	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales
DRIRE :	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
ICPE :	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
INSEE :	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IRD :	Institut de Recherche pour le Développement
ISO :	International Standard Organisation
MAE :	Mesures Agri-Environnementales
MES :	Matières En Suspension
MO :	Matière Organique
MS :	Matière Sèche
MSIRI :	Mauritius Sugar Industry Research Institut
OCM :	Organisation Commune de Marché
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
OSIRIRun :	Outil Simplifié pour une Irrigation Raisonnée et Individuelle (version Réunion)

- PAC :** Politique Agricole Commune
- PIB :** Produit Intérieur Brut
- SAU :** Surface Agricole Utile
- SICA Lait :** Société d'Intérêt Collectif Agricole Réunion lait
- SPOT :** Satellite Pour l'Observation de la Terre
- UAFP :** Union des Associations Foncières Pastorales

LISTE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES :

- Figure 1 : Evolution des surfaces cultivées en canne à sucre sur l'île de La Réunion p.7
- Figure 2 : Répartition géographique des surfaces cultivées en canne à sucre à La Réunion en 2005 p.7
- Figure 3 : Répartition des exploitations de canne à sucre réunionnaises en fonction de leur superficie, en 2000 p.8
- Figure 4 : Représentation des surfaces cultivées en canne à sucre à La Réunion en fonction de leur superficie en 2000 p.8
- Figure 5 : Localisation des centres de réception et des sucreries réunionnais p.10
- Figure 6 : Fabrication du sucre et des produits associés p.11
- Figure 7 : Production de canne à sucre à La Réunion en relation avec les conditions climatiques p.14
- Figure 8 : Zones d'irrigation de la canne à sucre à La Réunion en 2005 p.25
- Figure 9 : Saisonnalité de la bagasse dans les centrales thermiques bagasse – charbon réunionnaises en 1999 p.29

TABLEAUX :

- Tableau 1 : Equivalence minérale et organique des résidus pour un rendement de 100 t/ha de canne à sucre usinables p.17
- Tableau 2 : Conseils en fertilisation selon le niveau de sol p.18
- Tableau 3 : Evolution des émissions atmosphériques des centrales thermiques réunionnaises p.22
- Tableau 4 : Evolution de la consommation en eau de l'industrie sucrière réunionnaise p.26
- Tableau 5 : Evolution des paramètres physico-chimiques des rejets des sucreries réunionnaises p.28

PHOTOS :

- Photo 1 : Transport de la canne p.9
- Photo 2 : Plate forme de réception de la canne à l'usine p.9
- Photo 3 : Echantillonnage p.10

Photo 4 :	Pesée	p.10
Photo 5 :	Couverture du sol par les résidus de récolte	p.15
Photo 6 :	Nymphe d' <i>Hoplochelus</i> mycosée	p.19
Photo 7 :	Mycélium de <i>Beauveria Brongniartii</i>	p.19
Photo 8 :	Coupe en vert	p.21
Photo 9 :	Centrale thermique	p.21
Photo 10 :	Irrigation par goutte à goutte	p.26
Photo 11 :	Complexe sucrier	p.26
Photo 12 :	Bagasse	p.29
Photo 13 :	Production d' ¼ de l'électricité à partir de la bagasse	p.30
Photo 14 :	Epandage de cendres de bagasse	p.30
Photo 15 :	Essais d'épandage de vinasses sur un mulch de canne à sucre	p.32
Photo 16 :	Colonne de distillerie	p.32
Photo 17 :	Balles rondes	p.33
Photo 18 :	Compost de fumier de bovins	p.34
Photo 19 :	Couverture de paille de canne à sucre sur culture d'ananas	p.35
Photo 20 :	Couverture de paille de canne à sucre sur culture de géranium	p.35

AUTRES :

Illustration des activités en télédétection, résultats cartographiques de suivi de récolte à partir du traitement d'images satellites SPOT (11/08/04 ; 11/09/04 ; 26/10/04) p.12

ANNEXES

ANNEXE I : BOTANIQUE DE LA CANNE A SUCRE

De la famille des graminées, la canne à sucre est une plante vivace qui est constituée pour 15 % de son poids par du saccharose (un des produits de la photosynthèse). Il existe plusieurs variétés, chacune ayant ses propres caractéristiques (robustesse, résistance aux maladies, teneur en sucre, adaptabilité au contexte pédo-climatique, port, dureté des tiges, couleur, présence de duvet ...).

La tige de canne à sucre atteint 2 à 5 m de hauteur pour un diamètre de 2 à 4 cm (site internet 1). En conditions normales, elle ne se ramifie pas au-dessus du sol mais les yeux souterrains donnent naissance à d'autres tiges. Une touffe de cannes comporte généralement 10 à 15 tiges. La tige se compose d'une succession de nœuds, où sont implantés les yeux (bourgeons) et d'entre nœuds gorgés de sucre, de couleur jaune, verte, rouge, violette ou brune selon la variété. La tige porte des feuilles, alternées atteignant 1 à 2 m de long et 3 à 8 cm de large. Elle se termine par une touffe de feuilles élancées portant, pour certaines variétés, une inflorescence.

Les racines sont d'abord des racines de boutures qui naissent de l'anneau radulaire de la bouture puis des racines de tige qui se développent en racines superficielles et ramifiées, racines de soutien plus profondes et racines cordons qui peuvent descendre jusqu'à 6 m (site internet 1). Après chaque coupe, un nouveau système racinaire se constitue.

La multiplication végétative par bouturage est utilisée lors de la plantation. La canne possède des graines fertiles, mais la reproduction sexuée n'a lieu qu'exceptionnellement dans la nature. Par contre, elle est pratiquée sous contrôle à des fins de sélections pour l'amélioration variétale.

La composition végétative de la plante, exprimée en pourcentage de la biomasse totale varie avec l'âge de la plante et les conditions de culture. Les valeurs moyennes sont les suivantes, exprimées en pourcentage du poids de matière sèche, pour une canne récoltée à 12 mois :

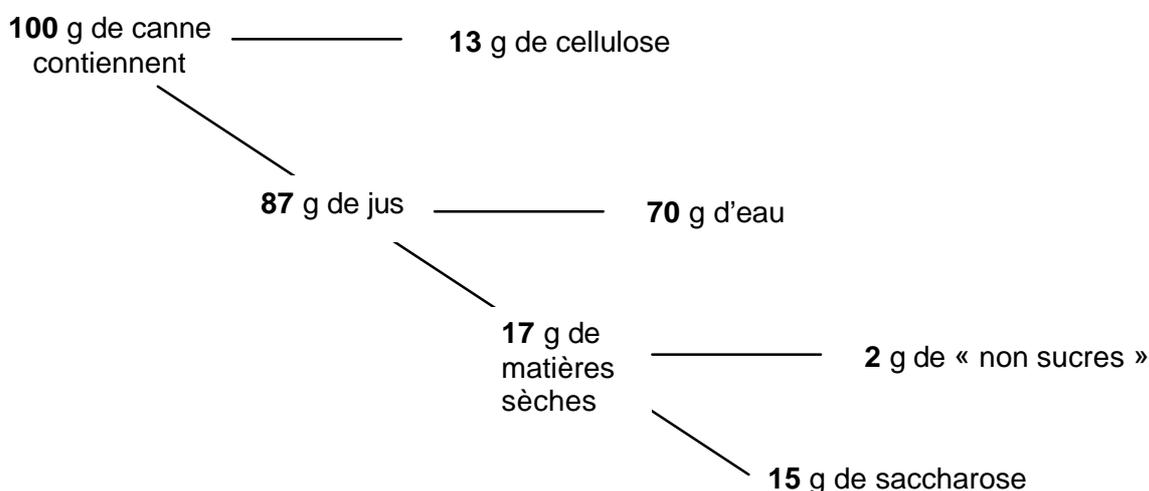
Feuilles et bouts blancs	10 %
Tiges	50 %
Pailles	20 %
Souches	5 %
Racines	15 %

La canne à sucre présente une phase solide, insoluble : **la fibre** et une phase liquide : **le jus**.

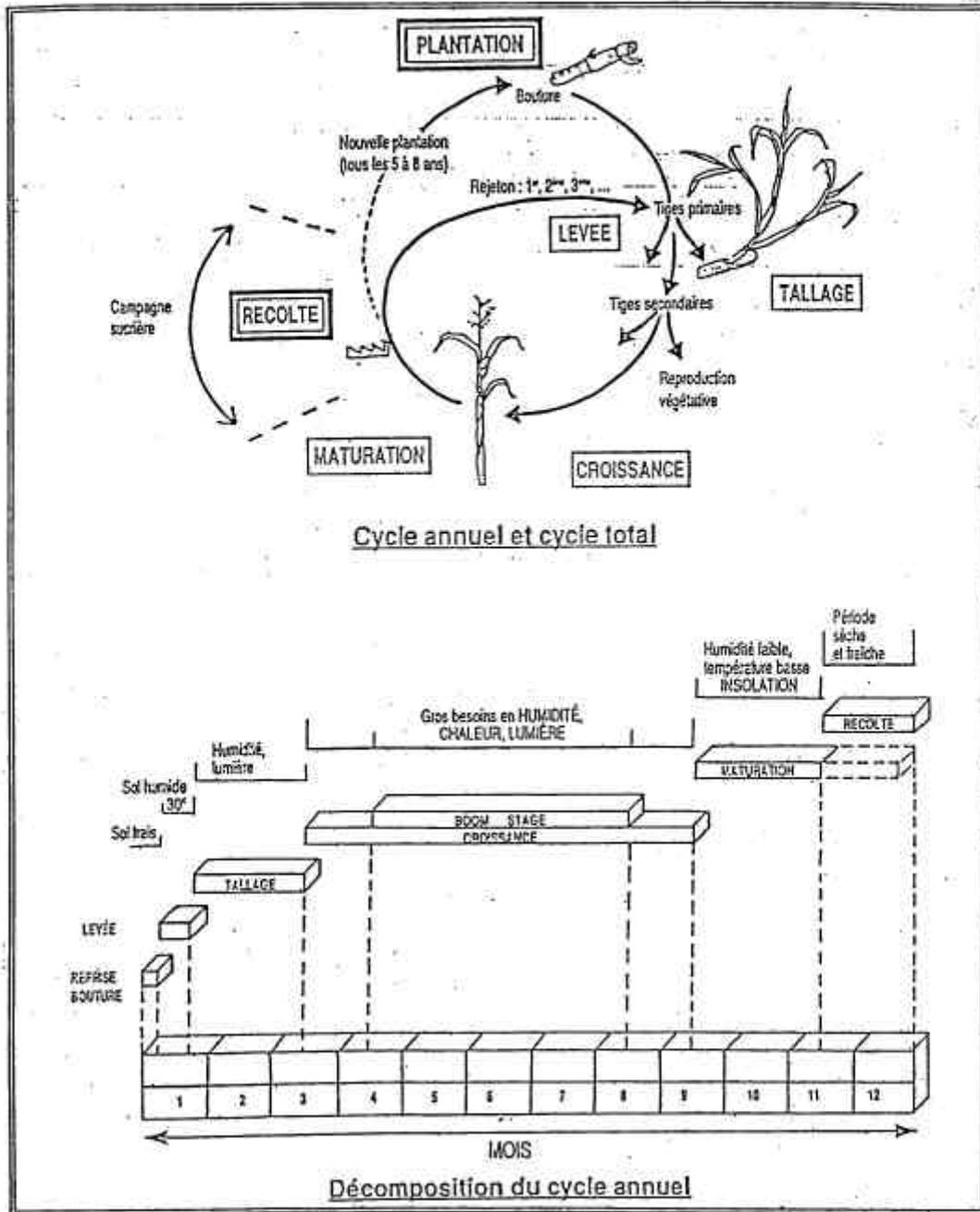
La fibre, essentiellement composée de cellulose est nommé « bagasse », elle est obtenue après extraction du jus par pressage des tiges.

Le jus, est composé d'eau et de matières solubles constituées par le saccharose et des impuretés qualifiées de non sucres (essentiellement des sucres réducteurs).

On peut retenir les valeurs moyennes suivantes de répartition des constituants de la canne :



ANNEXE II : CYCLE ANNUEL DE LA CANNE A SUCRE



ANNEXE III : LISTE DES PERSONNES RENCONTREES

NOM	PRENOM	ORGANISME
AH KOON	Daniel	Mauritius Sugar Industry Research Institute (MSIRI)
AUTREY	Jean Claude	MSIRI
BOTTA	Aurélie	CIRAD Pôle Agriculture Durable Environnement et Forêt (PADEF) Equipe Gestion des Ressources et du Territoire (GERT)
BRELLE	François	Centre Technique Interprofessionnel de la Canne et du Sucre de la Réunion (CTICS)
CHUNG	Maryse	MSIRI
CORCODEL	Laurent	Centre d'Essai de Recherche et de Formation (CERF)
DELLA MUSSIA	Sophie	CIRAD Communication et information scientifique
DERANCHIN	Bernard	Comité de Pilotage de la Canne
DUPRE	Jean Yves	Mission d'Appui à la filière canne - sucre
GANESHAN	Seelavarn	MSIRI
GONTHIER	Jean Yves	Usine de Bois Rouge
GOVINDEN	Noël	MSIRI
HEBERT	Alain	Association pour la Promotion du milieu Rural (APR)
HELLMAN	Michel	CERF
KONG	Serge	MSIRI
LEBON	Christine	Syndicat des Fabricants de Sucre de La Réunion
LEPETIT	Jacques	Société d'Intérêt Collectif Agricole (SICA) Lait
MALVOLTI	Antoine	Bureau d'études Cyathéa
MARCHAND		Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS)
MATHE	Jean Pierre	Direction Régionale de l'Environnement (DIREN)
MEDAN	Henri	MSIRI
MEDOC	Jean Michel	CIRAD PADEF Equipe GERT
MOSER	Jean François	Syndicat des Fabricants de Sucre de La Réunion
NAYAMUTH	Rasack	MSIRI
NG CHEONG	Ronald	MSIRI
NG KEE KWONG	René	MSIRI
NG KEE KWONG	Rosemay	MSIRI
NOUGADERE	Alexandre	
PILOT	Olivier	Direction de l'Agriculture et de la Forêt (DAF)
PIRAUX	Marc	CIRAD PADEF
PONY	Jean Claude	Usine de Bois Rouge
RAMASAMY	Siram	MSIRI
RONDEAU	Philippe	Usine du Gol
SAINT MACARY	Hervé	CIRAD PADEF Equipe Risque Environnemental, Gestion Agronomique et Recyclage des Déchets (REGARD)
SAUMTALLY	Salem	MSIRI
SEERUTTUN	Suman	MSIRI
SOOBADAR	Aneeza	MSIRI
TARDY	Alain	Chambre d'Agriculture