



DEPARTEMENT  
PERSYST

**PROGRAMME EUROPEEN DOCUP 2000- 2006**  
**Contrat d'entreprise CIRAD Tranche 3 – Convention C2111-5450**

**PROGRAMME DE TRAVAUX D'APPUI AU DEVELOPPEMENT DE  
LA CANNE A SUCRE EN GUADELOUPE**

*OPERATION N° 2*

**AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE ET DE  
L'ENVIRONNEMENT DE LA SOLE CANNIERE**

*RAPPORT D'EXECUTION 2007*

**Chercheurs :** D. POUZET, J.C. DAGALLIER, P. TODOROFF, J.B. LAURENT

**Techniciens :** N. LUBIN, E. NUDOL, J.M. COUPAN

**V.C.A.T. :** A. GAYTE

**Stagiaires :** P. WILLEMS, P. LEMAN

**Collaborateurs :** M. CARBEL, S. CARMEL, E. CATAN

*Mai 2008*



**PROGRAMME EUROPEEN DOCUP 2000- 2006**  
**Contrat d'entreprise CIRAD Tranche 3 – Convention C2111-5450**

**PROGRAMME DE TRAVAUX D'APPUI AU DEVELOPPEMENT DE LA  
CANNE A SUCRE EN GUADELOUPE**

**AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE ET DE  
L'ENVIRONNEMENT DE LA SOLE CANNIERE**

*RAPPORT D'EXECUTION 2007*

**SOMMAIRE**

|  | Pages |
|--|-------|
| - Amélioration de la productivité de la canne à sucre en zone pluviale sèche           | 1     |
| - Appui à la mécanisation  | 7     |
| - Modélisation de la croissance de la canne et outils spatialisés d'aide à la décision | 10    |

**PROGRAMME EUROPEEN DOCUP 2000- 2006**  
**Contrat d'entreprise CIRAD Tranche 3 – Convention C2111-5450**

**AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE DE LA CANNE A SUCRE**  
**EN ZONE PLUVIALE SECHE**

D. POUZET

**1. Introduction**

L'année 2007 marque la fin des activités de recherche agronomiques sur la canne à sucre en Guadeloupe. Les activités développées concernent d'une part la finalisation de l'expérimentation mise en place sur le département et d'autre part le développement de projets.

**11. Description des activités**

*11 Problématique de recherche*

Mes activités portent sur les systèmes canniers non irrigués sur sols vertiques, soumis à une pluviosité aléatoire. Ces conditions couvrent les principales surfaces cannières de la Guadeloupe (bassin cannier de Grande terre et de Marie Galante). Elles sont aussi représentatives de la majorité des zones cannières des Caraïbes (Cuba, Jamaïque, Barbade...). Le programme qui m'a été confié porte sur l'amélioration de la production en zone sèche pluviale.

*12 Origine et justification de l'activité de recherche*

J'ai construit les bases du programme de recherche fin 2004 sur des connaissances bibliographiques (résistance à la sécheresse, vertisols). Mes propositions furent soumises (1) au comité scientifique de l'INRA, qui gère l'accès de la station expérimentale de Godet (H. Ozier Lafontaine, YM Cabidoche et R Bonhomme), et (2) aux équipes CIRAD en place (UR75). Le programme agréé et mis en place courant 2005 comprenait trois axes :

1. Amélioration de la gestion de l'eau, abordée sous l'angle d'une ressource pluviale aléatoire, au travers de l'itinéraire technique (cultivar, resserrement interligne, biomasse résiduelle, enherbement). J'ai rédigé en 2005 avec Jean-François Martiné un recueil pour normaliser les mesures de croissance et de développement des couverts et permettre ainsi une entrée modélisation. Ce document a été repris courant 2007 pour être actualisé et complété;
2. Réduction des coûts de production par la limitation (1) des intrants chimiques, source de pollution et (2) des recours à la mécanisation, source de consommation énergétique et de dégradation du milieu. J'anime cet axe en étroite collaboration avec JC Dagallier et P. Marnotte.
3. Valorisation des coproduits de la culture (activité biomasse). Ma stratégie repose sur l'élaboration au travers de projets, d'agrosystèmes durables pour une production à usages multiples, actuels et à venir. Ce choix est justifié par la crise de la filière sucre (dérégularisation imposée par l'OMC), le réchauffement climatique et la recherche de substituts aux usages issus de matière première fossile.

## **2. Bilan des activités de recherches**

### *21 Résultats obtenus*

Maintien de quelques mesures de suivi de 2 des 5 essais agronomiques en première repousse. Ces essais étaient programmés pour une récolte en canne plantée de 18 mois et 3 récoltes en repousse de 12 mois, avec une synthèse conduisant à la modélisation des facteurs étudiés (variété, écartement) vers 2011. Ces essais ont conduit en 2007 à :

- Une première évaluation de l'intérêt de jouer sur l'écartement de plantation et sur le paillage pour mieux contrôler l'enherbement et l'alimentation hydrique en culture pluviale
- Le partage des premières données des essais cultivars avec l'équipe de la Réunion (Jean-François Martiné) pour modéliser les cultivars R579, B80 et B69 dans les modèles de croissance et valider des conditions de milieu non encore abordées (pluvial verticale).

### 211 Essais variétaux

Des avancées importantes ont été obtenues en matière de modélisation de la production de la canne à sucre en fonction des conditions thermoradiatives et de l'alimentation hydrique. Elles sont basées sur le fonctionnement du cultivar R570 dans les conditions de culture de l'île de La Réunion. L'usage des nombreux outils qui dérivent du modèle de croissance implique d'élargir les algorithmes à d'autres conditions environnementales et pour d'autres cultivars.

Une expérimentation a été mise en place en Guadeloupe sur sol verticale dans le but d'étendre le domaine de pertinence des modèles à d'autres conditions environnementales et à d'autres cultivars. Deux essais ont été conduits, l'un en pluvial et l'autre en irrigué. Ils permettent de comparer la croissance, le développement et la production de 3 cultivars (B80689, B69566 et R579) au témoin R570.

Les mesures ont portées sur la croissance des tiges et des feuilles, le tallage et la production des diverses parties du couvert. Les informations. Les variations journalières des principaux paramètres climatiques ont été enregistrées pendant tout le cycle de culture qui s'est étendu sur 18 mois.

Les résultats ont été transférés pour la modélisation. Le présent rapport est destiné à illustrer les différentes informations collectées pour aider à la modélisation. Une analyse rationnelle nécessite la prise en compte du climat journalier, ce qui est du ressort de la modélisation.

### 212 Essai écartement

L'enherbement a un impact bien connu sur le rendement des cultures et l'environnement. Son effet est lié aux phénomènes d'allélopathie, de concurrence pour les facteurs trophiques et de pollution par les herbicides. Il peut être amplifié en culture pluviale aléatoires et sur sol verticale, conditions pédoclimatiques caractéristiques de la majorité de la sole cannière de la Guadeloupe. La réserve hydrique aléatoire est souvent insuffisante. Or les adventices sont les seuls concurrents de la culture pour son utilisation (lixiviation et remontée capillaire quasi inexistante). Les processus d'engorgement rapide des sols par fermeture des fentes de retrait dès qu'une pluie conséquente intervient et la variabilité des événements pluviométriques, participent également à une mauvaise en efficacité des herbicides et accroissent les risques de pollution.

L'intérêt économique de la lutte chimique contre l'enherbement tend à décroître. Les molécules à large spectre d'action, abordables mais polluantes, sont progressivement interdites. Les nouvelles molécules autorisées sont onéreuses, difficiles d'emploi et plus spécifiques. Des moyens de lutte agronomiques méritent donc d'être développés.

La capacité du couvert de canne à sucre à réduire l'enherbement est en partie liée à sa vitesse de croissance et à l'homogénéité de son couvert. L'agronomie vise donc à réduire la durée de la phase critique pendant laquelle le couvert n'est pas fermé (environ 4 mois en canne plantée et 3 en repousse selon les conditions thermo radiatives et hydriques). Or, les zones de culture qui nous intéressent sont souvent exploitées mécaniquement avec une faible technicité (travail généralement réalisé par des employés d'organismes de prestations de services, puissance excessive des engins qui vont pouvoir intervenir indépendamment de l'état d'humidité du sol, pas de contrôle qualité). Les conséquences sont des problèmes à la plantation (recourage<sup>1</sup> quasi généralisé, mauvaise densité de souche) un cycle de production limité par les dessouchages associés à une circulation inadaptée des engins agricoles et bien entendu des couverts hétérogènes favorables aux adventices et à l'infestation du sol par leurs semences.

Les hypothèses de travail relatives à l'expérimentation rapportée ici sont (1) que le resserrement des interlignes de plantation permet une couverture plus rapide du sol et une densité de souche plus importante et que (2) qu'il n'affecte pas la production. Cette technique pourrait alors contribuer à améliorer l'homogénéité du couvert et sa durée d'exploitation si la chaîne de mécanisation était adaptable.

### 213 Essai nuisibilité de l'enherbement

La grande majorité de la production cannière de la Guadeloupe est localisée sur des sols vertiques soumis à des conditions pluviales aléatoires sans possibilités techniques ou économiques d'irrigation. Le niveau de production et sa stabilité interannuelle dépendent de l'alimentation hydrique et de sa régularité.

La très faible conductivité hydraulique des sols vertiques et en particulier de ceux de la Guadeloupe<sup>2</sup>, rend quasi marginales les pertes hydriques par lixiviation ou évaporation. Seules les racines des plantes ont accès à l'eau stockée. Toute technique agronomique de lutte contre l'enherbement maximise donc la quantité d'eau disponible pour la culture<sup>3</sup>. Nous nous sommes attachés plus spécifiquement à deux techniques :

- Le resserrement de l'interligne qui est traité dans un autre essai<sup>4</sup> ; et
- l'utilisation d'un paillis.

Nous n'avons pas abordé la technique de labour chimique car son impact probable sur la réserve hydrique<sup>5</sup> est limité à la replantation (un an sur cinq). Par ailleurs l'usage de l'herbicide (glyphosate<sup>TM</sup>) requiert une bonne technicité et des appareils d'épandage non disponibles aujourd'hui<sup>6</sup>.

Le paillis que nous avons choisi d'évaluer est composé des résidus de récolte. Sa masse est considérable<sup>7</sup> et elle représente une fraction élevée du CO<sub>2</sub> capté par la culture. Son

<sup>1</sup> Terme utilisé en Guadeloupe pour la technique de remplacement manuel des manquants à la levée

<sup>2</sup> Type udic chromustert avec 80% d'argiles dont 70% de beidellite, CEC saturée en Ca, conductivité hydraulique < 10<sup>-3</sup> m jour<sup>-1</sup>.

<sup>3</sup> Idée largement développée notamment sur les vertisols australiens, où le maintien pendant la saison sèche, du stock hydrique par une bonne maîtrise de l'enherbement, assure la production de la céréale semée aux premières pluies.

<sup>4</sup> Pouzet, D., Lubin, N., Nudol, E., Aout 2007. Effets de l'écartement interligne sur la production de canne à sucre en zone pluviale vertique. Première saison. Canne plantée de 18 mois. CIRAD Persyst, Marie Galante. Rapport 36 p.

<sup>5</sup> Deux à 3 mois de période sèche sans herbe ni possibilité de reprise des anciennes souches de canne à sucre.

<sup>6</sup> Le glyphosate est employé à 7 ou 8 l/ha. Si l'application est manquée (mauvais réglage, pluies...), une seconde application est théoriquement interdite (dose limitée/ ha/an et coût). Le traitement par contact (balais manuels ou mèches portées) permet de traiter avec moins de 2l/ha mais le matériel adéquat n'est plus disponible.

<sup>7</sup> Dix à 12 t/ha de matière sèche pour 100 t/ha de canne commerciale (nos évaluations à la Réunion).

exportation pour une utilisation potentielle est donc une option forte<sup>8</sup> et une assurance de meilleure valorisation économique de la culture. La biomasse résiduelle est couramment considéré comme un acteur agronomique important par les rôles multiples qu'on lui prête (allélopathie, érosion, fertilité organique et minéral, biologie des sols, humidité...). Son abandon au sol présente d'autres effets négatifs que les pertes en biomasse renouvelable. Sa décomposition est lente surtout en zone sèche où elle peut s'accumuler d'une année sur l'autre<sup>9</sup>. Elle s'accompagne d'émission de gaz à effet de serre, mobilise de l'azote, pose des problèmes d'efficacité des herbicides, favorise la volatilisation ammoniacale alors que son effet sur le stock organique est souvent théorique<sup>10</sup>

Il est donc important de préciser les rôles que le mulch de résidus de canne à sucre peut réellement jouer directement ou indirectement sur la production utile et sur la maîtrise de l'enherbement

### 3 Bilan des activités biomasse

La réduction de des activités agronomiques m'a permis de développer la partie « réduction des coûts de production » de mon programme. J'ai ainsi conduit un travail bibliographique sur la valorisation de la biomasse ligno-cellulosique, développé des projets et entrepris des actions de lobbying pour les faire connaître :

- Initiation de réunions d'économistes pour réfléchir sur les méthodes et recherches à développer dans les domaines de la biomasse.
- Rédaction d'un projet ANR Guadeloupe sur la valorisation des usages multiples de la canne à sucre en Guadeloupe continentale et à Marie Galante (projet non présenté car impossible à finaliser dans les délais).
- Collaboration avec l'UR75 ayant conduit à la rédaction d'un projet ANR par cette dernière (Jean-Yves Hoareau) reposant sur mes concepts biomasse. Un premier calage analytique des composantes de la biomasse pour la canne à sucre (spectrométrie dans le proche infra rouge) devrait en découler parallèlement aux connaissances de leur variabilité dans les collections.
- Rédaction d'un projet de développement de la culture de biomasse multi-usage pour la Guyane (projet non présenté en juin, car basé sur 5 ans au lieu des trois imposés en dernière minute par la DRRT Guyane)
- Rédaction d'un second projet pour la Guyane, mieux adapté aux contraintes locales et mettant en jeu la mutualisation des aspects analytiques avec l'IRD. Il devra être présenté mi janvier 2008 à la DRRT Guyane.
- Mission au Guyanas pour discuter des possibilités de collaboration « biomasse » avec le CBS (central breeding station) de Barbade.
- Mission en Guyane pour m'assurer des collaborations locales dans le cadre du projet Guyanmas et orienter le nouveau projet vers l'expression spécifique des besoins et demandes locales.
- Rédaction d'un projet Guadmass qui se substitue à la fiche biomasse non présentée au PO.
- Montage avec Magalie Jannoyer d'un volet de suivi du chlorderécone pour le projet Bologne. Inscription de ce volet dans le plan national chlorderécone.
- Finalisation de l'étude sur les ressources en huiles végétales qui fait suite à un projet ADEME que j'ai monté avec la SARA et le CIRAD Montpellier (A. Rouzière), dont j'ai confié la responsabilité à Jean-Cyril Dagallier.

---

<sup>8</sup> En cours à La Réunion pour les besoins de l'élevage ; étudié au Brésil pour l'énergie (éthanol de seconde génération) ; envisagé dans le cadre du projet Bologne; incontournable à terme (bioraffinage de la lignocellulose...).

<sup>9</sup> Cas de la Colombie où il est interdit de le brûler.

<sup>10</sup> Essais longue durée avec ou sans paillis, peu probant en Afrique du Sud, brulis systématique de 80% des surfaces cannières avant récolte au Brésil depuis des décennies sans constat d'effondrement de la fertilité.

- Accréditation de mes projets « CANMAS » par le conseil d'administration de la SARA (Société Anonyme de Raffinerie des Antilles). Visite à Montpellier du chargé de mission de la SARA.
- Appui de l'ODEADOM au projet Bologne que j'ai développé en association avec deux industriels (IRIS Ingénierie et Distillerie Bologne) ;
- Appui du pôle de compétitivité Synergile qui cherche à accélérer la finalisation de l'étude de faisabilité du projet Bologne pour inscrire le pilote dans ses priorités de financement.
- Appui du bureau 4B du Ministère de l'agriculture qui a obtenu que le projet Bologne soit discuté lors d'un atelier du colloque européen « convergence » qui doit se tenir début 2008 en Guadeloupe.
- Appui de la DIREN Guadeloupe et relance du Ministère de l'agriculture (Hélène Guignard) pour des propositions de cogénération sur des bases exclusivement renouvelables à Marie Galante. Mon projet porte sur la production de canne fibre et de canne multiusage (sucre et fibre). Il suffirait en théorie de 450 ha exploités hors campagne sucrière pour assurer le fonctionnement 100% biomasse d'une unité de cogénération de 5 MW dimensionnée à la production sucre de la filière.
- Appui du Conseil Régional qui a validé notre démarche Bologne et apprécie l'étape préliminaire d'une étude de faisabilité.

### **Synthèse bibliographiques biomasse (résumé)**

La biomasse utile correspond à l'ensemble de la partie récoltable des plantes. Constituée majoritairement d'hydrates de carbone provenant de l'assimilation photosynthétique du CO<sub>2</sub> elle est renouvelable à l'échelle du cycle de culture. Cette caractéristique mise en avant par les problématiques de réchauffement climatique et de diminution des ressources en énergie fossile est cependant contrainte par le processus de production. Celui-ci consomme en effet de l'énergie fossile (ciment des bâtiments, métaux constitutifs des engins, carburant..) et interagit avec le milieu pour générer d'importantes quantités de Gaz à Effet de Serre (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>v</sub>). Le volume de GES dépend notamment de la biologie du sol (matière organique, humidité...) et des itinéraires techniques (labour, paillage, façons culturales, gestion des résidus, type et dose d'engrais, irrigation...). Cette approche comptable autour du CO<sub>2</sub> néglige cependant les rôles essentiels et multiples des végétaux, dont la production d'oxygène.

Principal constituant de la biomasse, la lignocellulose est la partie la plus abondante et la moins utilisée des productions agricoles. Elle constitue un « diluant » préjudiciable aux performances des agrosystèmes intensifs dédiés à des utilisations mono-composantes (glucide, lipide ou protide). Les spécialistes considèrent que 50% de la biomasse produite reste inutilisée, toute culture confondue. La sélection contribue à en réduire la production et limite de fait le potentiel photosynthétique des variétés élites. Les recherches technologiques sur la valorisation de cette lignocellulose sont au stade pilote. Des projets d'unités industrielles rentables sont planifiés dans de nombreux pays pour la décennie à venir. La faible pression de sélection sur la biomasse totale ou la production de lignocellulose (fibre) permet de prévoir des accroissements de productivités rapides et très importants par la sélection et la création variétale. La sélection doit ainsi porter sur la production totale en s'éloignant progressivement des critères basés sur le fonctionnement des usines actuelles.

Les Poacées tropicales en C4 présentent les meilleurs potentiels photosynthétiques des plantes cultivées. Les Poacées alimentaires (mil, sorgho, maïs...) ne sont pas prioritaires dans notre approche du fait de leur cycle court et de leur multiplication par graine. Nous nous intéressons surtout, pour des raisons économiques et environnementales aux Poacées pérennes multipliées généralement par voie végétative. La culture de référence, très étudiée et productive est la canne à sucre et par extension les espèces inter-fertiles du groupe *Saccharum* (*Eryanthus*, *Miscanthus*, *Spontaneum*...). Des fourrages comme le *Pennisetum purpureum* font aussi partie des plantes à très haut potentiel.

La biomasse lignocellulosique est un élément essentiel de l'évolution vers une agriculture **intensive et durable** qui reste aujourd'hui à concevoir. La recherche agronomique doit en effet réunir deux notions a priori incompatibles qui font référence d'une part à la

monoculture à forte consommation d'intrants qui porte préjudice à l'environnement et d'autre part à l'agriculture biologique qui est dans l'impossibilité de répondre à des besoins alimentaires urbains de masse. Notre thèse s'appuie sur les faits suivants :

- L'utilisation de toute la biomasse récoltable double pratiquement la production des Poacées qui nous intéressent sans modifier les systèmes en place. Elle accroît directement la quantité utile de CO<sub>2</sub> capté.
- Le potentiel de production peut être rapidement et largement accru en faisant porter la sélection sur la biomasse totale.
- Les composantes de la biomasse lignocellulosique sont des polymères de molécules de base de l'alimentation énergétique humaine (glucides, polysaccharides, amidon...). Ils constituent une source pour l'agrochimie alimentaire incontournable lorsqu'il s'agit de satisfaire une alimentation humaine de masse. Ils participent par ailleurs directement à la production de protéines animales.
- Les utilisations multiples de la biomasse garantissent une meilleure valorisation économique de la production.

Cette note destinée à être annexée à nos projets comme justificatif scientifique (caractère confidentiel) est une mise à jour bibliographique des pistes de recherche agronomique pour valoriser le potentiel photosynthétique des cultures et l'adapter aux usages. Nos propositions portent sur la sélection des cultures et des variétés et la modélisation de l'évolution des composantes de la biomasse lignocellulosique au cours du cycle. Des connaissances sont à acquérir dans les domaines du déterminisme génétique des composantes de la lignocellulose, de la physiologie de leur synthèse et des interactions génotype environnement.

### **Productions**

- Pouzet, D., Lubin, N., Nudol, E., Septembre 2007. Effets du paillage et de l'enherbement sur la production de canne à sucre en zone pluviale vertique. Parcelle pavillon du domaine de Gardel. Marie Galante, septembre 2007. CIRAD PERSYST, UR5 « systèmes canniers ». 25 p.
- Pouzet, D. Décembre 2007. Rapport de mission en Guyane du 27 novembre au 7 décembre 2007. CIRAD PERSYST, UR5 « systèmes canniers ». Marie Galante le 7/12/2007. 10 p.
- Pouzet, D. ; Lubin N. ; Nudol, E., Août 2007. Effets de l'écartement interligne sur la production de canne à sucre en zone pluvial vertique. CIRAD PERSYST UR5 « systèmes canniers ». Marie Galante Août 2007. Rapport 34 p.
- Pouzet, D. Novembre 2007. Rapport de mission au Guyana. CIRAD PERSYST UR5 « Systèmes canniers ». Marie Galante le 2/11/2007. 14 p.
- Tournebize R., Bonhomme R., Pouzet D. 2007. Estimation de l'indice foliaire d'une culture de canne à sucre à l'aide de photographies hémisphériques faites *in situ* Cah. Tech. I.NRA 2007 60, 29-36.
- Pouzet D, Martiné J-F. Mai 2007. Protocole actualisé des mesures éco-physiologiques des essais agronomiques canne à sucre de Guadeloupe. CIRAD PERSYST, UR5 « Systèmes canniers. Marie Galante Mai 2007. 14 p.
- Pouzet D., Chabalié P-F., Velle A. Février 2007. Diagnostic de nutrition azotée au champ de la canne à sucre par mesure photométrique au chlorophylle-mètre (spad). CIARD PERSYST, La Réunion, p.
- Pouzet, D. Décembre 2007. Biomasse lignocellulosique et systèmes intensif durable. Approche bibliographique. Document confidentiel, CIRAD UR5, Marie Galante, 18 p.

### **D. Autres activités**

Participation à Marie Galante à des réunions concernant le travail minimum du sol (SICAMA) l'intérêt de la biomasse pour la cogénération et les possibilités offertes par la recherche agronomique dans ce domaine (associations Marie Galantaises) et sur la manioc (Chambre d'agriculture).



**PROGRAMME EUROPEEN DOCUP 2000- 2006  
Contrat d'entreprise CIRAD Tranche 3 – Convention C2111-5450**

**APPUI à LA MECANISATION**

J.C. DAGALLIER

Partenaires : CIRAD UPR 5 « Systèmes canniers », UDCAG ; SICAMA ; SICADEG ; SICAGRA ; CTCS ; DAF de Guadeloupe; Sucrierie de GARDEL ; Chambre d'AGRICULTURE de la Guadeloupe ; CUMA « Avenir » ; CUMA « Comté » ; CUMA « Côte au vent »

**Faits marquants pour l'année 2007**

Fin du cycle de financement DOCUP 2000 – 2006 et renégociation des programmes pour le « Programme Opérationnel » 2007 -2013. Création de l'interprofession IGUACANNE et redéfinition des demandes de programmes de recherche et de développement CAS. Arrêts des financements recherches d'accompagnement pour 2008. Disparition de l'UR 5 « Systèmes canniers ». Réorientation stratégique par UR102 avec la fermeture des activités Agronomie canne en Guadeloupe et le redéploiement des agents en 2008.

**Bilan des activités de recherches**

**Description des activités**

▪ *Situation du chercheur et problématique de recherche*

Il y a un besoin permanent, exprimé par l'Interprofession, d'indicateurs, de références chiffrées et de scénarios prospectifs pour s'adapter à une situation nouvelle (OCM sucre) ; ou pour resituer des équilibres et réorienter les politiques incitatives ; et pour argumenter les présentations faites par les techniciens d'encadrement lors des « réunions de secteur ». Les demandes exprimées par l'interprofession et priorisées (réunion IGUACANNE de programmation du 28/02/07 à Roujol) sont 1- Les variétés de canne ; 2- La lutte contre l'enherbement (chimique et mécanique) ; 3- La mécanisation.

▪ *Origine et justification de l'activité de recherche*

D'une part, on assiste à des modifications du contexte économique de production et des modifications profondes des règles incitatives, d'autre part la filière a un besoin permanent d'indicateurs très divers pour se situer sur les plans de la production et des coûts de reviens et pour réorienter des pratiques agricoles très peu compétitives techniquement et économiquement alors que la base d'Organisation en CUMA et en ETA est intéressante.

La bibliographie ne propose pas de méthode stabilisée pour l'analyse des coûts de production. Il y a des problèmes récurrents d'interprétation liés à l'utilisation de comptabilités anglo-saxonnes ou européennes ou locales ce qui rend difficiles les comparaisons avec les autres bassins de production dans la caraïbe ou ailleurs.

Cet axe de recherche propose une méthode d'approche originale (en plus des indicateurs classiques) basée sur des algorithmes de simulations d'activités, sur l'utilisation d'un système SIG et sur une approche du type « Gestion de Projet » pour les calculs de coûts liés aux ressources mobilisées et aux plannings d'activités. Il débouche sur la production de modèles dynamiques avec lesquels des scénarios d'investissements ou d'organisation de parcs de machines peuvent être facilement évalués.

### **Résultats obtenus**

Nous avons procédé par mesures directes de chantiers (manuelles et automatiques) et par enquêtes auprès des entreprises de travaux agricoles et de récolte pour obtenir les chiffres de base du référentiel.

Nous avons pu comparer les propositions Sud Africaine (SASRI) d'analyses et de présentations des résultats économiques de suivis de machines et d'entreprise.

Les modèles de suivis d'activités ont été complétés par des algorithmes de suivis des transports pour les livraisons de cannes aux usines et pour les calculs de zones de chalandise des ETA / CUMA. (Calculs d'itinéraires ; planification des interventions).

Nous obtenons les temps de travaux de deux façons :

- ⇒ Directement à partir du modèle. Dans ce cas les parcelles sont considérées comme « idéales, rectangulaires et sans faux rangs, sans problèmes de manœuvre en bout de rang.
- ⇒ Nous avons développé une deuxième approche à partir de parcellaire cartographique (BD parcellaire ; AGRIGUA ou autre) et d'outils développés pour le logiciel SIG MAPINFO.

On applique une linéature calibrée en fonction de l'outil utilisé sur le plan de la parcelle. En orientant la linéature en fonction de la forme de la parcelle (outils développés pour MAPINFO), on obtient l'ensemble des lignes de travail avec leurs caractéristiques (longueur, orientation, nombre). En reportant ces caractéristiques de lignes dans le modèle de calcul on obtient un temps de travail qui tient compte des manœuvres et des déplacements sur la parcelle plus proche de la réalité. Les coûts et les organisations sont plus précis.

### **Perspectives**

En triant les parcelles d'un bassin de production (forme, taille, éloignement), en utilisant les techniques cartographiques mises au point et le modèle de calcul de temps/coûts de travaux, il est possible de définir le contour du « portefeuille de chantiers » d'une entreprise pour qu'elle soit « durable » en fonction de scénarios d'organisation, de dimension de parcs et d'équipements agricoles et de transports.

Il serait aussi intéressant de lier le modèle d'organisation avec le système MAGI afin de tenir compte de variables de productions agronomiques pour augmenter les chiffres d'affaires des entreprises en optimisant les interventions et en vérifiant les résultats financiers et les marges économiques et les marges de temps (Marges totales ; Marges partielles ; délais) .

Un deuxième axe de recherche apparait, que nous prévoyons de développer en partenariat avec l'ADEME, la Chambre d'Agriculture et l'UR Biomasse énergie. Il concerne l'évaluation des « performances énergétiques des ETA / CUMA et des exploitations agricoles » en nous posant la question de l'optimisation de l'utilisation des carburants (pétroliers et d'origine agricole), et la couverture des besoins énergétiques des exploitations avec des énergies renouvelables, en particulier électricité solaire et/ou éolienne.

**Mots clefs** : Canne à sucre ; mécanisation ; logistique ; coûts de production ; Changements d'échelles ; algorithmes ; énergies renouvelables.

## **6. bibliographie / Missions**

### Chapitres d'ouvrage

**DAGALLIER JC., WAGNER N.** 2006. L'implantation de la culture : Le travail du sol. In CTICS Guadeloupe. Manuel Technique de la Canne à Sucre. p30-32. Guadeloupe : CTICS.

**DAGALLIER JC., WAGNER N.** 2006. L'implantation de la culture : La plantation. In CTICS Guadeloupe. Manuel Technique de la Canne à Sucre. p34-35. Guadeloupe : CTICS.

**DAGALLIER JC., WAGNER N.** 2006. La Récolte de la canne et le paiement à la richesse : La coupe de la canne à sucre. In CTICS Guadeloupe. Manuel Technique de la Canne à Sucre. P66-70. Guadeloupe : CTICS.

**DAGALLIER JC., WAGNER N.** 2006. La Récolte de la canne et le paiement à la richesse : Le transport. In CTICS Guadeloupe. Manuel Technique de la Canne à Sucre. p30-32. Guadeloupe : CTICS.

### Communications

**DAGALLIER JC.** 2007. *Mechanization program in Guadeloupe (FWI)*: Présentation pwp 4p. French Equipment and technologies for the chinese sugar industry / Presentation of the french companies, 2007/11/01-04, Canton, Chine.

**DAGALLIER JC.** 2007. *Cûts de revient des opérations culturales en Guadeloupe (FWI)*: Présentation pwp 10p. Réunion ASSOCANNE, 2007/11/06-07, Jarry, Guadeloupe.

### Rapports

**DAGALLIER JC.** 2007. Mécanisation 2007. Rapport annuel PERSYST, Montpellier: CIRAD-PERSYST, 8 p.

**DAGALLIER JC.** 2007. Mécanisation 2007. Rapport annuel DOCUP, Guadeloupe: CIRAD, 8 p.

**DAGALLIER JC.** 2007 « Mapping the suitability of mechanized harvesting in cane growing area » (en français et en anglais).Kwazulu Natal (Afrique du Sud). 8p

### Missions effectuées

- ♦ **DAGALLIER JC.** Kwazulu Natal (Afrique du Sud), Octobre-Novembre 2007. « Mapping the suitability of mechanized harvesting in cane growing area » en français et en anglais.

**PROGRAMME EUROPEEN DOCUP 2000- 2006**  
**Contrat d'entreprise CIRAD Tranche 3 – Convention C2111-5450**

**MODELISATION DE LA CROISSANCE DE LA CANNE  
ET  
OUTILS SPATIALISES D'AIDE A LA PRODUCTION**

*RAPPORT D'ACTIVITES 2007*

P. TODOROFF, P. WILLEMS, P. LEMAN, J.B. LAURENT

### **Contexte**

Un modèle écophysologique de croissance de la canne à sucre (MOSICAS) est en cours de développement au CIRAD Réunion dans les conditions de production réunionnaises. Ce modèle simule la croissance d'une culture de canne à sucre, à partir des données biophysiques décrivant l'environnement de la parcelle.

La Guadeloupe bénéficie d'un climat sensiblement plus humide et constant au cours de l'année que celui de La Réunion, ainsi que des variétés et des cycles de culture différents. Ces conditions font défaut au domaine de validité actuel du modèle. Nous avons donc mis en place en Guadeloupe des expérimentations similaires à celles qui ont servi à développer le modèle à La Réunion. Le traitement et l'analyse de ces données sont en cours et permettent d'élargir le domaine de validité du modèle afin de couvrir la plupart des conditions de culture de la canne.

Nous développons, conjointement à nos travaux de calage et validation, des applications agronomiques de ce modèle pour répondre aux besoins de la filière, notamment une méthode d'estimation de rendement utilisée par la commission de prévision de récolte en début et au cours de la campagne de coupe.

Ce nouveau type d'application nécessite des données environnementales représentatives de l'hétérogénéité régionale des conditions de croissance. Ce changement d'échelle appelle donc un changement de la structure de nos informations : de données ponctuelles, il nous faut basculer vers des bases de données géoréférencées.

Nous avons ainsi mis l'accent sur le développement du système d'information pour l'agriculture guadeloupéenne TSIGANE « Technologies et Système d'Information Géographique pour l'Agriculture via le net ».

Celui-ci doit intégrer des systèmes de gestion de bases de données, des outils d'aide à la décision et des logiciels de modélisation, en collaboration avec les chercheurs travaillant sur la canne à sucre et à destination de cette filière. La conception et la mise en place du système de gestion des données météorologiques et le portail web Rainette en est la première phase.

En parallèle à la conception de cet outil, nous développons de nouvelles méthodologies d'acquisition des données géoréférencées pour alimenter ses bases.

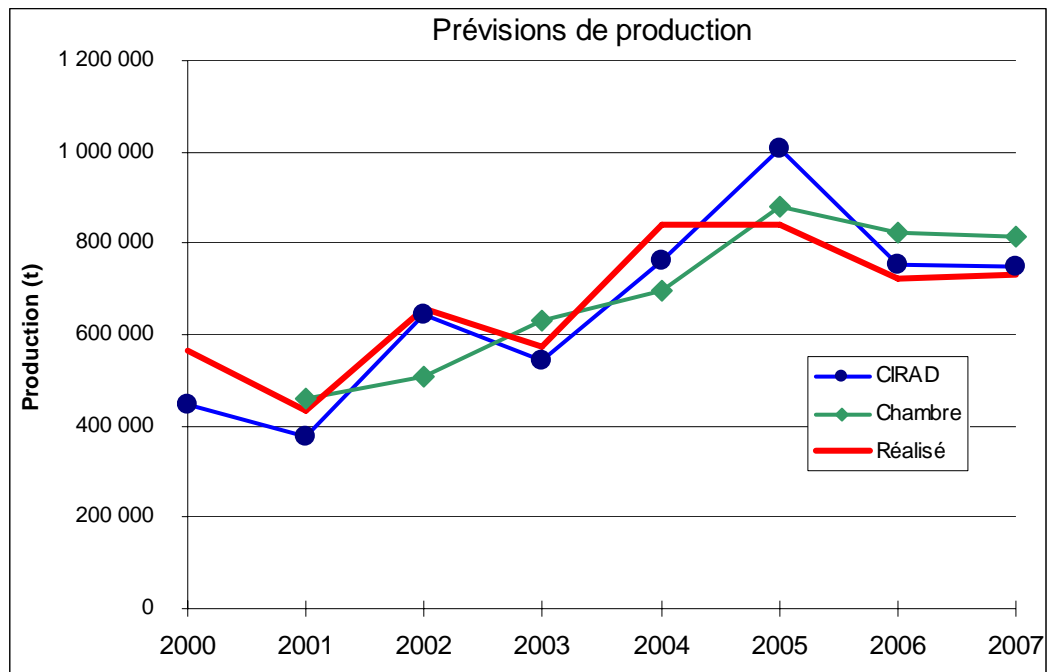
## Actions de recherches

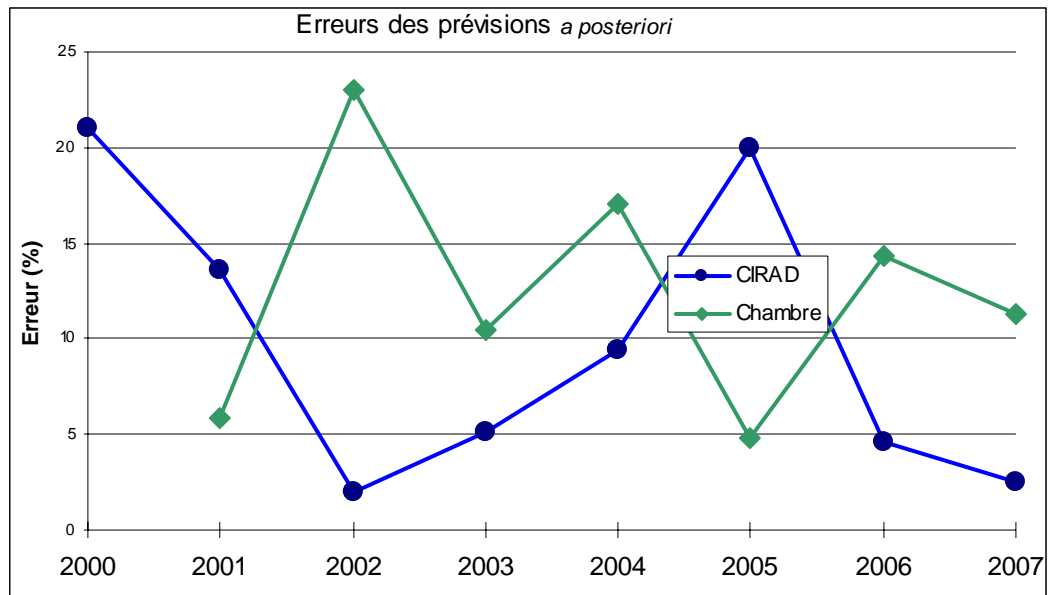
### Application du modèle MOSICAS à la prévision de rendement avant récolte

Le CIRAD a développé un outil de prévision de récolte, de type agroclimatique qui intègre les simulations du modèle MOSICAS (voir description dans le rapport DOCUP 2001).

Cet outil est utilisé depuis 2001 dans le cadre du comité de prévision de récolte (CTICS, Chambre d'Agriculture, CIRAD). Les résultats pour les récoltes de 2000 à 2007 sont présentés dans les graphiques ci-dessous et comparés avec les prévisions de la Chambre d'Agriculture (méthode empirique par échantillonnage).

La méthode s'appuie sur des données historiques de production et de climat. Le système s'enrichit donc au fil des ans et améliore sa fiabilité. Nous sommes ainsi passés d'une erreur de prévision sur la production totale de Guadeloupe de 21 % en 2000 à moins de 2% en 2002 et 2.5% en 2007.





Les récoltes 2004 et 2005 sont associées à une erreur de prévision plus importante.

Elles correspondent à des conditions techniques de récolte particulières : la récolte 2004 ayant laissé sur pied un certain nombre de parcelles, il a été difficile d'évaluer le surplus à récolter en 2005. Et cet « accident » s'est à nouveau produit lors de la récolte 2005

Le modèle ne permet pas de tenir compte facilement de ces aléas ; il calcule un tas de canne récoltable dans des conditions standard.

Les bilans de récolte (surfaces récoltées, tonnage) servant par ailleurs à enrichir les connaissances statistiques du modèle, le fait que ces données aient été faussées en 2004 puis 2005, sans rapport avec les conditions agroclimatiques de croissance, introduit un biais dans les simulations qui se répercute en 2005 et 2006. Cependant l'erreur de prévision de la récolte 2006 a été maintenue à un niveau très acceptable de moins de 5%. Ce biais est presque « absorbé » en 2007.

L'orientation des activités du service vers la production d'outils spatialisés d'aide à la décision implique également un changement d'échelle de nos sources de données. En effet il nous faut disposer de bases de données géographiques permettant d'alimenter nos différents modèles (de culture, d'estimation,...). Nous avons ainsi initié des recherches méthodologiques permettant d'acquérir ces données à moindre coût.

Ces travaux, en particulier la détermination de la profondeur des vertisols (voir rapport d'étude en annexe), constituent une voie d'amélioration de la précision de ce système de prévision.

Ce travail constitue la 1ère étape vers le calcul de la réserve utile des sols, donnée nécessaire au bon fonctionnement des modèles de bilan hydrique.

La structure géologique de la Grande Terre est à l'origine de la très grande variabilité de la profondeur des sols cultivables (variations de 10 cm à plus d'un mètre de profondeur sur une distance de quelques mètres) et rend donc très difficile cette estimation à l'échelle de la parcelle.

Nous avons ainsi montré qu'il est possible de cartographier la profondeur des parcelles de vertisol par une méthode originale basée sur l'analyse du relief.

Cette méthode, validée dans une zone vallonnée de l'exploitation de Gardel S.A. mérite d'être testée sur des zones plus accidentées de la Grande-Terre.

## **Système d'information TSIGANE**

En Guadeloupe, l'ensemble des filières canne à sucre et banane ont manifesté leur souhait d'avoir accès à un outil simple et puissant permettant une représentation graphique et géo référencée des données de la production de canne à sucre et de banane.

Il a été décidé de confier ce rôle au Cirad (en partenariat avec Agrigua qui centralise déjà les données de production de canne transmises par la sucrerie Gardel) pour l'élaboration d'un système de diffusion de ces informations.

L'outil Tsigane est à la fois le support des outils qui seront développés (ex : système de prévision de récolte, méthodes d'acquisition de données spatiales agronomiques) en tant que système permettant de stocker et gérer les informations spatialisées et le moyen de diffusion des résultats (pour les professionnels et les chercheurs) via son interface web.

L'aspect innovant de ce nouveau système réside essentiellement dans le couplage entre modèles agronomiques et Système d'Information Géographique (SIG) permettant ainsi de représenter simultanément les phénomènes spatiaux et temporels, et mettre en évidence les interactions déterminantes de la production végétale à l'échelle régionale.

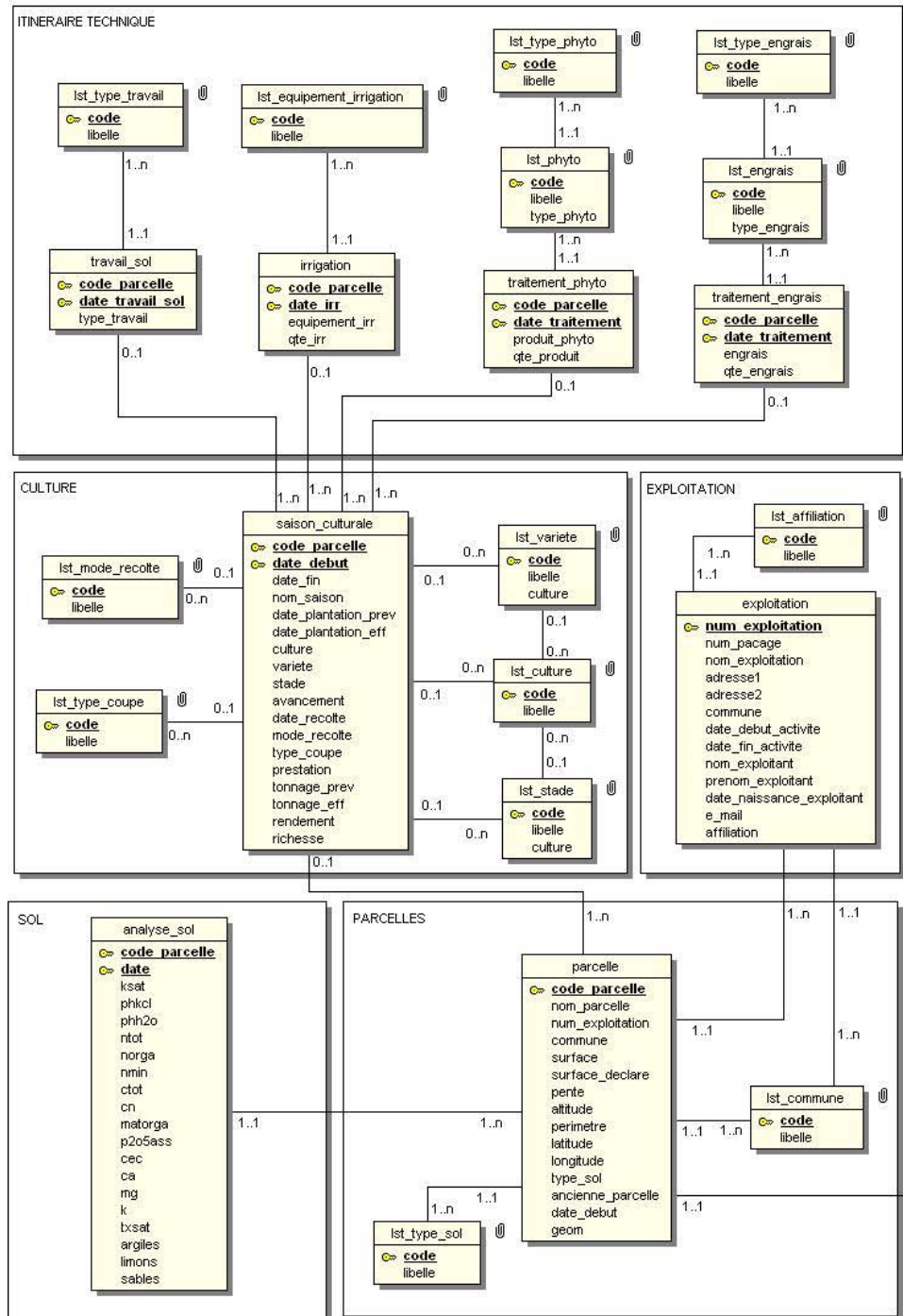
Au-delà de ces aspects purement scientifiques, la spatialisation des résultats de simulation, permettant de fournir des réponses adaptées aux différentes conditions de croissance des bassins de production, est aujourd'hui nécessaire si l'on veut répondre de façon pertinente aux interrogations techniques, économiques et stratégiques des acteurs Guadeloupéens des filières canne et banane par la mise à disposition des données agronomiques et agro-climatiques en temps réel via Internet.

Un premier prototype du système Tsigane a été réalisé durant l'année 2007 et présenté aux professionnels des filières agricoles.

Cette présentation a reçu un accueil favorable mais son déploiement effectif dépendra des priorités qui seront exprimés par les pouvoirs publics Guadeloupéens.

Le prototype a été réalisé à partir du dossier d'analyse détaillé. Le système a été conçu de façon modulaire, de façon à dissocier les composantes technologiques (utilisation de logiciels libres, bases de données réparties, cartographie à base de technologies vectorielles pour le web) permettant à d'autres applications informatiques à terme de s'articuler sur ce système d'information.

Extrait du modèle logique des données simplifié de Tsigane





## Portail Tsigane : visualisation des parcelles de Gardel extraites de la base de données Tsigane

**TSIGANE**  
TECHNOLOGIE ET SYSTEMES D'INFORMATION  
GEOGRAPHIQUE POUR L'AGRICULTURE VIA LE NET

Bienvenue jbt [Déconnexion](#)

Rechercher Exploitation Parcelle Culture ITK Sol Modèles Requête Cartographie

**Itinéraire technique**

Date: 16/05/2008 Itinéraire: Sélectionner Type: Sélectionner Nom: Sélectionner Quantité:  [Ajouter](#)

**Résultats de la recherche**

| Les Itinéraires          | Mode / Type       | Date       | Nom             | Quantité   | Supprimer |
|--------------------------|-------------------|------------|-----------------|------------|-----------|
| Irrigation               | Goutte à goutte   | 13/11/2007 |                 | 2 (mm)     |           |
| Irrigation               | Goutte à goutte   | 13/11/2007 |                 | 2 (mm)     |           |
| Travail du sol           | Buttage           | 12/11/2007 |                 |            |           |
| Travail du sol           | Buttage           | 12/11/2007 |                 |            |           |
| Engrais                  | Amendement        | 12/11/2007 | Calco-Magnésien | 1 (t/ha)   |           |
| Engrais                  | Amendement        | 12/11/2007 | Calco-Magnésien | 1 (t/ha)   |           |
| Travail du sol           | Sous-solage       | 11/11/2007 |                 |            |           |
| Travail du sol           | Sarclage manuel   | 10/11/2007 |                 |            |           |
| Travail du sol           | Andainage pailles | 08/11/2007 |                 |            |           |
| Produits Phytosanitaires | Nématicide        | 03/11/2007 | Dorlone 2000    | 23 (kg/ha) |           |

## Portail Tsigane : affichage de la sole agricole de Capesterre-belle-eau

Projets Tsigane - Guadeloupe

Analyses choroplèthes

Cultures

Cultures (%)

- Vergers (56)
- Ananas (41)
- Melon (385)
- Banane export (2 624)
- Banane criole (118)
- Tubercules (4)
- Canne à sucre (289)
- Prairie, jachère, pâturages (94)
- Plantes ornementales et aromatiques
- Légumes (914)
- Café, cacao, coton (109)
- Bois
- Autres cultures
- N/A (316)

source : ...

Analyses par symboles

Démographie

choisissez un indicateur...

communes de Guadeloupe (29)...

ortho-photo 2004 scan pas de raster

Guadeloupe Communes

Navigation Zoom: 440 %

Sorties

TSIGANE

© Cirad - IGN - Géoclip

Données transférées depuis tsigane.teledetection.fr

## Conclusions

L'étude que nous avons menée sur notre méthode de prévision de récolte nous a permis d'identifier les voies d'amélioration de sa précision. Elle a montré que le projet Rainette constitue une des solutions nécessaires avec l'augmentation du nombre de sites de mesures de données climatiques.

La seconde voie d'amélioration consiste à alimenter le modèle MOSICAS avec des paramètres de croissance plus précis et représentatifs des zones de production. C'est la raison pour laquelle nous portons nos efforts sur des travaux méthodologiques pour l'acquisition de données géoréférencées (ex : profondeur des sols) à grande échelle.

Nous poursuivrons le développement du système d'information TSIGANE, source d'information cruciale pour les applications du modèle de croissance MOSICAS, et support essentiel pour leur diffusion et utilisation par les professionnels de l'agriculture.

## Annexes

**Todoroff P. et Laurent J-B., 2007.** TSIGANE: an online geographic information system and decision support tool for the management of the sugarcane production. International Society of Sugar Cane Technologists –ISSCT- XXVI<sup>th</sup> Congress, Durban, 29 July – 2 August 2007, 7p.

**Willems P., 2007.** Cartographie de l'épaisseur des vertisols de Guadeloupe par topographie. Rapport de master II, Biologie Géosciences Agroressources Environnement, Université de Montpellier II, 60 p.

**Leman P., 2007 .** Projet Tsigane Projet TSIGANE, Système d'information géographique accessible par l'Internet. Rapport de Master I, Université de Montpellier II., 21 p.