

---

## **Rapport de mission en Guadeloupe**

**Du 27 septembre au 1<sup>er</sup> octobre 2011**

**Suivi du programme « Recherche Biomasse  
Energie Canne à Capesterre » (REBECCA)**

**Participation au comité de pilotage**

**Rencontre avec l'INRA**

**Bruno BACHELIER**

**Département *Performances des systèmes de  
production et de transformation tropicaux***

**(Persyst)**

**Unité de recherche *Systèmes de culture annuels*  
(Ursca)**

**Equipe *Elaboration et caractérisation de la qualité  
des produits des systèmes de culture annuels*  
(Qualité)**

---

## **1. Dates et durée de la mission**

Cette mission en Guadeloupe, réalisée à partir de Montpellier dans le cadre du programme « Recherche Biomasse Energie Canne à Capesterre » (REBECCA, ex-Cann'élec), s'est déroulée sur 5 jours, du 27 septembre au 1er octobre 2011.

## **2. Objectifs de la mission**

Au Cirad, le programme REBECCA est rattaché l'Equipe Qualité de l'Unité de recherche Systèmes de cultures annuels (Ursca), Département Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux (Persyst). En tant que chef de cette équipe, les principaux objectifs de ma seconde mission en Guadeloupe dans le cadre de ce programme étaient :

- i) de faire un point sur l'avancement des activités de terrain,
- ii) de préparer le comité de pilotage (Copil) du 29 septembre 2011 et d'y participer, et
- iii) de rencontrer les chercheurs INRA de l'unité de recherche ASTRO.

## **3. Déroulement de la mission**

Cette mission a été organisée et accompagnée par Jean-Louis CHOPART, chercheur CIRAD (Ursca, Equipe Qualité) affecté en Guadeloupe en tant que chef du programme REBECCA. Qu'il en soit ici remercié.

La mission s'est déroulée comme suit :

- 27/09 : vol Montpellier-Paris-Pointe-à-Pitre ; échange avec J.-L. CHOPART et préparation du diaporama pour le Copil (station CIRAD de Roujol).
- 28/09 matin : rencontre avec les agents et visite des parcelles d'essai du programme REBECCA sur le site du Fromager (société Bologne) à Capesterre Belle-Eau
- 28/09 après-midi (station CIRAD de Roujol) : finalisation du diaporama pour le Copil avec J.-L. CHOPART ; discussion avec M. BILIONIERE, étudiant à l'UAG / LEAD (Université Antilles-Guyane / Laboratoire d'Economie Appliquée au Développement), en cours d'inscription en thèse CIFRE (partenaire industriel : Cann'élec Développement), dans le cadre du programme REBECCA.
- 29/09 matin : Copil REBECCA.
- 29/09 après-midi : discussion avec les collègues INRA / UR ASTRO (unité de recherche AgroSystèmes Tropicaux) J.-M. BLAZY (chargé de recherche), F. CAUSERET (ingénieur d'étude), J.-L. DIMAN (ingénieur d'étude) et L. GUINDÉ sur la collaboration INRA – CIRAD dans le cadre du programme REBECCA (Domaine INRA de Duclos).
- 30/09 : échange avec J.-L. CHOPART sur les activités à venir dans le cadre du programme REBECCA ; .vol Pointe-à-Pitre – Paris.
- 01/10 : vol Paris-Montpellier.

## 4. Relevé de conclusions de la mission

### 4.1. Expérimentations REBECCA conduites à Capesterre Belle-Eau

Les dispositifs expérimentaux (variétaux et agronomiques), dont le dernier a été mis en place en août 2011, se comportent normalement (Photos 1 à 4), avec toutefois une difficulté à maîtriser les mauvaises herbes pour les dispositifs les plus récemment implantés (Essais agronomiques 1 et 2), à cause de la pluie. Le programme de mesures biométriques se poursuit conformément aux prévisions.



Photo 1. Essai variétal V3



Photo 2. Essai variétal V3



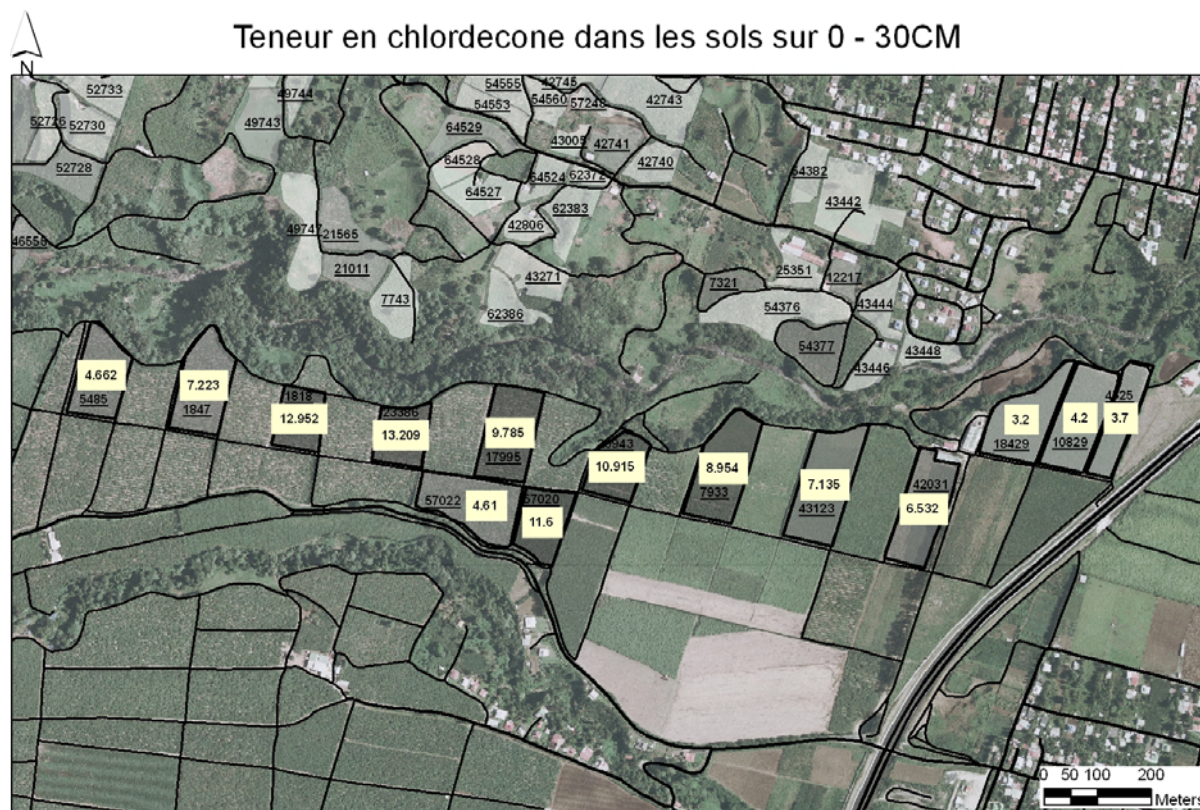
Photo 3. Essais agronomiques A1 et A2



Photo 4. Essais variétaux V3 et V4 (2<sup>nd</sup> plan)

Dans le cadre de l'étude Chlordécone dans la plante et conformément au protocole, 39 échantillons de plante et 9 échantillons de sol ont été envoyés au laboratoire DLA26 pour analyse de chlordécone. Ils correspondent à l'échantillonnage fait sur l'essai V3 à 8 mois.

Le 28 septembre ont été reçus les résultats de l'analyse de sol faite sur la parcelle supportant les essais V1 et V2 : la teneur en chlordécone dans les 20 premiers cm de sol est de 9.66 mg/kg. Ceci permet désormais de disposer de la cartographie ci-dessous de la teneur en chlordécone pour l'ensemble des parcelles expérimentales du programme REBECCA.



#### Legende

En souligné : I parcelle

En encadré : Teneur en CLD en mg/Kg

Cirad Guadeloupe 2011, analyses chlordecone (LDA 26).

#### 4.2. Comité de pilotage (COFIL) du programme REBECCA

Comme les deux précédents, ce troisième COFIL a été convoqué par le délégué régional de la DRRT Guadeloupe (délégation régionale à la recherche et à la technologie). A noter que Monsieur FILS-LYCAON a remplacé depuis peu Mme KECLARD-CHRISTOPHE à ce poste.

Etaient présents à cette réunion Mesdames CALABRE-ZEBUS et SPARTIEN (Préfecture / SGAR / Cellule Europe), Madame CHEVON et Monsieur Fournier (Synergîle), Messieurs BACHELIER, CHOPART et POLTI (CIRAD), Monsieur MAURANYAPIN (CTCS), Mesdames JULES, WAGNER et WECK, (Région), Madame MARTEL (ADEME), Monsieur BILIONIERE (UAG/LEAD), Monsieur GUICHARD par Skype (IRIS ingénierie), Mademoiselle ERNATUS et Monsieur FILS-LYCAON (DRRT).

Le diaporama présenté par J.-L. CHOPART, B. BACHELIER et M. BILIONIERE est porté en Annexe 1. En complément du relevé de décisions de ce COFIL, porté en Annexe 2, on peut souligner les éléments suivants :

- Seuls 200 ha seraient actuellement disponibles pour une production de canne-énergie sur la zone de Capesterre, au lieu des 1 000 ha envisagés initialement (à confirmer, notamment en fonction de l'étude du gisement que doit réaliser l'INRA).
- La mise en place d'une phase en usine pilote avait été envisagée lors du montage du projet, mais a dû être abandonnée à cause de son coût. Il faudra prévoir environ 4 ans pour

construire une usine de production d'électricité. On sait déjà que, avant de brûler de la canne-fibre dans la chaudière d'une telle usine, il faudra effectuer un pré-séchage afin de ramener sa teneur en eau autour de 50 %.

- Demande de prolongation de la phase 1 jusqu'au 30 juin 2012 : un courrier a été adressé le 10/11/2011 par le directeur régional Antilles-Guyane du CIRAD à la DRRT (Annexe 3).

- Selon le représentant du CTCS (centre technique de la canne et du sucre, lié à IGUACANNE, Interprofession guadeloupéenne pour la canne à sucre), l'interprofession a pour mandat de représenter les acteurs de la filière canne au sens large : canne à sucre, mais aussi canne-énergie. De plus, toute introduction, toute multiplication, tout contrôle sanitaire et toute diffusion locale de variété de canne, quelle qu'elle soit, doit désormais passer par le CTCS (dont le rôle est également de contribuer à l'assainissement des sols).

- La canne-énergie est mal perçue par l'interprofession canne à sucre ; cependant, il n'est pas prévu que cette canne-énergie soit cultivée plus au nord que Goyave, elle n'entrera donc pas en compétition avec la zone de culture principale de la canne à sucre.

- Une demande de financement de la phase 2 devra être déposée à la fin du 1er trimestre 2012. Cette phase 2 devra associer les producteurs, les interprofessions canne et banane, ainsi que la DAF Guadeloupe (Direction de l'Agriculture et de la Forêt).

- Une nouvelle version de la fiche de présentation du programme REBECCA a été présentée et acceptée, sous réserve d'y inclure les logos des bailleurs (Annexe 4).

- Dans le cadre de la future thèse en économie de M. BILIONIERE, il serait souhaitable d'inclure dans son comité de suivi des intervenants dans le domaine de l'énergie (Yvan DELMAS ou Th. PONS, EDF SEI).

#### **4.3. Participation de l'INRA au programme REBECCA**

Un contrat d'assistance technique de 9 mois a été signé le 01/09/11 entre l'INRA et le CIRAD. L'INRA, à travers l'UR ASTRO (unité de recherche AgroSystèmes TROPicaux) apportera au CIRAD, dans le cadre du programme REBECCA, une assistance technique à caractère général (informations, renseignements, conseils, participation à des réunions de synthèse) et une assistance technique à caractère particulier comprenant les missions suivantes :

1. Estimation du gisement potentiel : elle dépend de plusieurs paramètres : les surfaces, les composantes du rendement, l'attractivité pour la filière, les résidus de récolte... Il s'agira de se focaliser sur les surfaces potentiellement disponibles et l'identification des cultures et pratiques en place sur ces surfaces. Une note technique jointe au présent contrat permet de préciser les modalités et méthodes de l'estimation du gisement potentiel.
2. Co-encadrement d'un CDD dédié à l'étude du bilan carbone et énergie selon 2 ou 3 scénarios à définir en commun.
3. Appui à la construction d'un projet de thèse et co-encadrement du thésard pressenti (Maurice BILIONIERE).
4. Assistance technique lors d'accompagnement du CIRAD auprès des partenaires socioprofessionnels du bassin de Capesterre.

L'assistance technique apportée par l'INRA au CIRAD sera assurée principalement par Messieurs Jean-Marc BLAZY, François CAUSERET, Jean-Louis DIMAN et Loïc GUINDE, que Bruno BACHELIER et Jean-Louis CHOPART sont allés rencontrés sur le domaine Duclos de

l'INRA. La discussion a permis de resituer la problématique du programme REBECCA, ainsi que l'intervention de l'INRA dans ce contexte.

## **ANNEXE 1**



## Programme **REBECCA**

cofinancé par l'Union Européenne

L'Europe s'engage en Guadeloupe avec le fond européen de développement régional




## Programme **REBECCA**

Comité de pilotage n°3

29 septembre 2011



**Rappels**

Initialement, programme de 5 ans, ramené à 2 phases de 2,5 ans puis 2 phases de 2 ans

**Phase 1 sur 2 ans (2010 – 2012)**

Extraits de la convention de financement (M. le Préfet Guadeloupe et DG Cirad)

Dans ce contexte, le concept CANN'ÉLEC a pour objet la conduite d'un projet d'une durée globale de quatre à cinq ans, décomposé en sous-projet de 2 années, portant sur la réalisation d'un programme de recherche agronomique et de développement économique.

Ces différents travaux seront conduits en Guadeloupe.

La première phase 2010-2012 est essentiellement constituée par une activité de recherche agronomique, permettant d'arrêter, à l'issue de cette phase, les caractéristiques principales de la biomasse, compatible avec les objectifs énergétiques (taux de fibre, humidité, PCI, modélisation et évolution de la molécule chlrodécone, ...). Cette étape sera portée par le CIRAD qui en sera le maître d'oeuvre.

Référence : Programme de recherche de la phase 1




### De Cann'élec à **REBECCA**

- Zone géographique concernée : Capesterre Belle-Eau
- Eviter les confusions (Cann'élec Développement) ou les polémiques (Marie-Galante)
- Demande du COPIL du 24 février 2011

↳ Nouvelle appellation validée au CODIR du 9 juin 2011

**R**Echerche  
**B**iomasse  
**E**nergie  
**C**anne  
**C**Apesterre



**Rappels**

**Phase 1 sur 2 ans (2010 – 2012)**

Principales contraintes et enjeux de recherche

**Production de biomasse :**

- à capacité énergétique plus forte que la canne à sucre,
- continue sur l'année, malgré le climat humide,
- durable, propre, rentable,
- avec prise en compte des aspects économiques, socio-économiques et environnementaux.




1. Volet agro-variétal
2. Volet chlrodécone
3. Volet économie et environnement
4. Aspects budgétaires et financiers
5. Divers
6. Phase 1 / Phase 2





**REBECCA**  

**Sélection variétale**

**1. Volet agro-variétal**

- 1.1. Expérimentations de terrain
  - Sélection variétale (variétés adaptées)
  - Etudes agronomiques
  - Multiplications
- 1.2. Elaboration d'une base de données
- 1.3. Etudes qualité (fibres)

**2. Volet chlordécone**

**3. Volet économie et environnement**

**4. Aspects budgétaires et financiers**

**5. Divers**

**6. Phase 1 / Phase 2**

**REBECCA**  

**Sélection variétale**

**Objectif**

Identifier, parmi la collection Cirad et le matériel introduit de Barbade, une ou plusieurs variétés de canne-fibre adaptées aux conditions de Capesterre B.E.

Situation initiale : 80 t/ha à 28% MS  
↓  
Niveau final (à 5 ans) : 190 t/ha à 40% MS



**REBECCA**  

**Sélection variétale**

**Matériel issu de la collection Cirad GPE (28 var.)**

1/ Introduit au Fromager en 2009 : observations et multiplication  
2 dispositifs mesures biomasse évaluation :  
essais V1 et V2F  
essai V2A

2/ Tests statistiques des meilleures variétés (à partir déc. 2010)  
de V1 et V2F : essai V3  
de V2A : essai V5



**REBECCA**  

**Sélection variétale**

Résultats sur l'essai V2A des 5 meilleures variétés (moyenne à 9 et 12 mois)

	Variété	BBZ 92076	FR62027	BR62002	B870333	B79049
Taux de matière sèche	tiges	31.0	25.8	23.6	22.1	25.1
%	amarres	25.0	24.6	22.2	19.8	21.1
	f. vertes	33.9	32.2	24.6	25.3	24.9
Rendit Matière Sèche	Tiges	31.5	19.4	25.1	29.8	24.1
t/ha	Amarres	8.4	7.0	10.5	6.2	6.6
	f. vertes	2.0	1.7	3.7	2.5	2.9
	f. sèches	6.4	8.7	3.7	5.2	4.5
	<b>Total</b>	<b>48.3</b>	<b>36.8</b>	<b>43.0</b>	<b>43.6</b>	<b>38.1</b>

Soit 150 t/ha à 30% MS pour BBZ 92076, en phase avec l'objectif

**REBECCA**  

**Sélection variétale**

**Matériel importé de Barbade (6 var.) en 2008**

2008-2010 : 2 ans quarantaine Cirad Montpellier (6 yeux/var)  
Avril 2010 : transfert au Cirad GPE



Mai 2010

Février 2011

Avril 2011: plantation essai statistique

Mai 2011 essai V4

Avril 2010 : plantation Collection Cirad

**REBECCA**  

**Sélection variétale** **Matériel importé de Barbade**

7 juin

12 juillet

WI 81456

27 septembre



### Sélection variétale

#### Résultats V3 à 8 mois

	Variété	F176	FR90925	VMC86550	WI87603	NG28007	TC8	R579	R570
Taux de mat sèche %	tiges	21	19	20	22	22	22	19	18
	amarres	18	18	19	21	19	18	19	18
	f. vertes	24	24	27	26	26	27	25	23
Rend Mat Sèche t/ha	Tiges	23	22	23	17	16	31	24	21
	Amarres	5	6	5	6	9	7	5	5
	f. vertes	3	4	3	3	4	3	3	4
	f. sèches	3	4	3	3	3	6	3	4
<b>Total</b>		<b>34</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>47</b>	<b>35</b>	<b>34</b>

TC8 (origine Malaisie) : variété prometteuse

- 1. Volet agro-variétal**
  - 1.1. Expérimentations de terrain
    - Sélection variétale
    - Etudes agronomiques (ITK adaptés)
    - Multiplifications
  - 1.2. Elaboration d'une base de données
  - 1.3. Etudes qualité (fibres)
- 2. Volet chlrodécone**
- 3. Volet économie et environnement**
- 4. Aspects budgétaires et financiers**
- 5. Divers**
- 6. Phase 1 / Phase 2**

### Etudes agronomiques

#### Objectif

Première ébauche d'itinéraires techniques permettant de produire toute l'année une biomasse fournissant le maximum de calories par m<sup>2</sup>/mois

- Produit entièrement dédié à l'énergie
- Alimentant un dispositif industriel toute l'année
- Utilisant toute la récolte

### Etudes agronomiques

#### Essai Agro 1 :

- plantation début (juin) et fin de campagne (nov.)
- récolte à 8 et 12 mois
- 2 meilleures variétés d'après les résultats de V2A : BBZ92076, BR62002

27 sept.

### Etudes agronomiques

#### Essai Agro 2 :

- plantation milieu de campagne (août)
- récolte à 8 et 12 mois
- 2 meilleures variétés d'après les résultats de V2F (12 m) et V3 (8 m) : TC8, WI 87 0603

27 sept.



**1. Volet agro-variétal**

- 1.1. Expérimentations de terrain
  - Sélection variétale
  - Etudes agronomiques
  - Multiplications
- 1.2. Elaboration d'une base de données
- 1.3. Etudes qualité (fibres)

**2. Volet chlrodécone**

**3. Volet économie et environnement**

**4. Aspects budgétaires et financiers**

**5. Divers**

**6. Phase 1 / Phase 2**

19



**Multiplications**

**Objectif :**

Anticiper la demande de boutures pour des nouveaux essais en phase 2 puis leur diffusion

Multiplication 1 : 2 variétés

- Meilleures variétés de V2A
- Plantée le 25 juin

Multiplication 2 : 9 variétés

- 3 meilleures variétés de V2F
- 6 variétés WI de V4
- Plantation prévue en décembre

20



**1. Volet agro-variétal**

- 1.1. Expérimentations de terrain
  - Sélection variétale
  - Etudes agronomiques
  - Multiplications
- 1.2. Elaboration d'une base de données
- 1.3. Etudes qualité (fibres)

**2. Volet chlrodécone**

**3. Volet économie et environnement**

**4. Aspects budgétaires et financiers**

**5. Divers**

**6. Phase 1 / Phase 2**

21



**Base de données**

**Objectif :**

Stocker, gérer et exploiter les données du volet agro-variétal

Cette activité n'était pas prévue initialement dans le programme, mais est indispensable

22

**Base de données**



S. Auzoux, G. de St Seine, JL. Chopart, sept. 2011

23



**1. Volet agro-variétal**

- 1.1. Expérimentations de terrain
  - Sélection variétale
  - Etudes agronomiques
  - Multiplications
- 1.2. Elaboration d'une base de données
- 1.3. Etudes qualité (fibres)

**2. Volet chlrodécone**


**3. Volet économie et environnement**

**4. Aspects budgétaires et financiers**

**5. Divers**

**6. Phase 1 / Phase 2**

24


**REBECCA**  



## Etudes qualité

**Objectif :**  
**Mise au point d'une méthode d'analyse fiable, rapide et peu couteuse des composantes de la biomasse (potentialités variétales, effet âge et climat, qualité de la biomasse)**

**Travail en collaboration avec Cirad / UMR SELMET**

- A la Guadeloupe : échantillonnage analyses SPIR
- Au Cirad Montpellier : analyses chimiques études pour modélisation

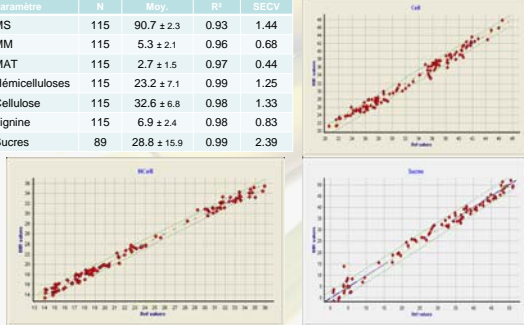


**REBECCA**  

## Etudes qualité



Etalonnages obtenus sur tiges

Paramètre	N	Moy.	R <sup>2</sup>	SECV
MS	115	90.7 ± 2.3	0.93	1.44
MM	115	5.3 ± 2.1	0.96	0.68
MAT	115	2.7 ± 1.5	0.97	0.44
Hémicelluloses	115	23.2 ± 7.1	0.99	1.25
Cellulose	115	32.6 ± 6.8	0.98	1.33
Lignine	115	6.9 ± 2.4	0.98	0.83
Sucres	89	28.8 ± 15.9	0.99	2.39



**REBECCA**  

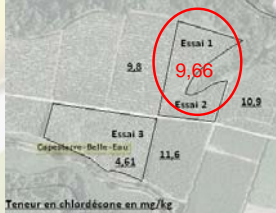
1. Volet agro-variétal
2. Volet chlrodécone
  - 2.1. Sol
  - 2.2. Plante
  - 2.3. Combustion
3. Volet économie et environnement
4. Aspects budgétaires et financiers
5. Divers
6. Phase 1 / Phase 2

**REBECCA**  

## Chlrodécone dans le sol

**Objectif :**  
 Caractériser la concentration en CLD dans la parcelle 1 (essais V1 et V2) suivant les normes des études Inra - Cirad

Echantillons prélevés en juin et analysés au LDA 26 (Drôme)



Teneur en chlrodécone en mg/kg

**REBECCA**  

1. Volet agro-variétal
2. Volet chlrodécone
  - 2.1. Sol
  - 2.2. Plante
  - 2.3. Combustion
3. Volet économie et environnement
4. Aspects budgétaires et financiers
5. Divers
6. Phase 1 / Phase 2

**REBECCA**  

## Chlrodécone dans la plante

Première étude sur canne à sucre à la Martinique (M. Jannoyer, Cirad) : forts gradients de concentration dans la plante

Transfert au sein de la canne



- Feuilles : [chld] <10 µg/kg MF
- Haut de tige (1/3 haut) : [chld] <1 µg/kg MF
- Milieu de tige (1/3 milieu) : [chld] <1 µg/kg MF
- Bas de tige (1/3 bas) : 1 µg/kg MF [ <chld ] <130 µg/kg MF

Sur sol fortement pollué

D'après : M Lesueur-Jannoyer, C Carles, S Michel, mars 2011





## Chlordécone dans la plante

Objectif :

**Evaluer pour les cannes « fibres », les teneurs en CLD dans la plante**

à 8 et 12 mois sur essai V3 et V4 :

- sol
- racines superficielles, tiges souterraines
- 4 compartiments de tiges aériennes

*V3 à 8 mois : mesures faites en juillet, Résultats d'analyse du LDA 26 (Drome) disponibles dans 2 mois*




31





1. Volet agro-variétal
2. Volet chlordécone
  - 2.1. Sol
  - 2.2. Plante
  - 2.3. Combustion
3. Volet économie et environnement
4. Aspects budgétaires et financiers
5. Divers
6. Phase 1 / Phase 2

32








## Chlordécone / combustion

Données bibliographiques :

- ✓ La chlordécone est stable jusqu'à 350°C
- ✓ Sublimation et dégradation thermique à partir de 350°C et formation de dioxines et de dérivés d'hexachlorobenzènes (HCB)
- ✓ Obligation d'incinérer au-delà de 1000°C pour éviter les dioxines et d'avoir un système de filtre à particules
- ✓ Production de HCl dans les gaz de combustion qui obligent au lavage des gaz.

33




## Chlordécone / combustion

1. Etude en laboratoire au Cirad / UR Biomasse-Energie

Objectifs

- (i) Savoir si la chlordécone absorbée dans la canne a un comportement différent en combustion par rapport à la chlordécone seule
- (ii) Connaître la répartition des polluants dans les différents produits de combustion (gaz et cendres).

34

## Chlordécone / combustion

1. Etude en laboratoire au Cirad / UR Biomasse-Energie

Initiée en septembre 2011 pour 7 mois (étudiant UTC)

Sur des échantillons de tiges de canne à sucre à teneur en CLD connue

A différentes temp. (300 – 1 000 °C)

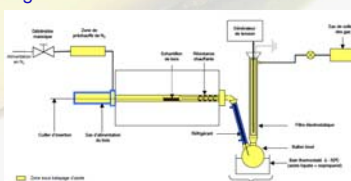


Figure 8 - Schéma de pulvérisation de la bagasse

35





## Chlordécone / combustion

2. Etude en conditions industrielles à la distillerie Bologne

Objectifs :

- i) Comparer les résultats d'une combustion industrielle avec ceux obtenus en laboratoire
- ii) Avoir une première approche des flux (fumées et cendres) engendrés par la combustion de bagasse issue de canne à sucre contaminées (mesure du taux de CLD dans la bagasse).

36



**Chlordécone / combustion**

**2. Etude en conditions industrielles à la distillerie Bologne**

Sera réalisée au début de la prochaine campagne (février-avril 2012)

Prélèvements et analyses seront effectués par l'APAVE Martinique

37



**1. Volet agro-variétal**

**2. Volet chlordécone**

**3. Volet économie et environnement**

- 3.1 Estimation du gisement potentiel
- 3.2 Bilan C & E
- 3.3 Rentabilité économique de la filière
- 3.4 Master - Thèse

**4. Aspects budgétaires et financiers**

**5. Divers**

**6. Phase 1 / Phase 2**

38



**Estimation du gisement potentiel**

Dépend de plusieurs paramètres : les surfaces, les composantes du rendement, l'attractivité pour la filière, les résidus de récolte...

En phase 1 : estimation des surfaces potentiellement disponibles et identification des cultures et pratiques en place sur ces surfaces.

Initiée par stage Master 2  
A compléter en collaboration avec Inra (UR ASTRO)  
octobre 2011 - janvier 2012

39



**1. Volet agro-variétal**

**2. Volet chlordécone**

**3. Volet économie et environnement**


- 3.1 Estimation du gisement potentiel
- 3.2 Bilan C & E
- 3.3 Rentabilité économique de la filière
- 3.4 Master - Thèse

**4. Aspects budgétaires et financiers**

**5. Divers**

**6. Phase 1 / Phase 2**

40




**Bilan Carbone et Energie**

Dépend des modes de production (ITK), des paramètres « usine » liés à la transformation de la matière première, des éléments sur le transport...

En phase 1, bilan carbone pour 2 ou 3 scénarios d'organisation d'approvisionnement

Réalisation en collaboration Cirad (UMR G-Eau / pôle ELSA, recrutement CDD ingénieur) et Inra  
novembre 2011 - avril 2012



41



**1. Volet agro-variétal**

**2. Volet chlordécone**

**3. Volet économie et environnement**

- 3.1 Estimation du gisement potentiel
- 3.2 Bilan C & E
- 3.3 Rentabilité économique de la filière
- 3.4 Master - Thèse

**4. Aspects budgétaires et financiers**

**5. Divers**

**6. Phase 1 / Phase 2**

42






1. Volet agro-variétal
2. Volet chlordécone
3. Volet économie et environnement
4. Aspects budgétaires et financiers
5. Divers
6. Phase 1 / Phase 2



- Lettre du 8 février à la DRRT pour porter à sa connaissance un premier aménagement budgétaire
- Point financier envoyé le 23 février à la DRRT
- État financier des dépenses réalisées, arrêté à la date du 30/09/2011 sera finalisé par Cirad pour le 15/10/2011
- Second aménagement budgétaire proposé par le CODIR du 22/09/11



	Budget		écart révisé - initial	
	initial	révisé sept. 2011	€	%
<b>Expérimentation et analyses</b>	111 864	179 786	67 922	60,7
<b>Matériel de laboratoire</b>	165 000	96 343	-68 657	-41,6
<b>Fonctionnement</b>	53 708	61 091	7 383	13,7
<b>Charges de personnel</b>	373 261	422 764	49 503	13,3
<b>Déplacements, missions</b>	62 872	59 567	-3 305	-5,3
<b>Prestations externes</b>	460 962	408 116	-52 846	-11,5
déplacements	34 082	36 344	2 262	6,6
activités Cann'élec Dév.	105 234	105 234	0	0,0
salaires (hors MO agricole)	143 214	101 104	-42 110	-29,4
locations de terrain	25 806	34 680	8 874	34,4
fonctionnement	113 018	130 754	17 736	15,7
MO agricole	39 608	0	-39 608	-100,0
<b>Formation</b>	1 000	1 000	0	0,0
<b>Dépenses totales éligibles</b>	1 228 667	1 228 667	0	0,0



1. Volet agro-variétal
2. Volet chlordécone
3. Volet économie et environnement
4. Aspects budgétaires et financiers
5. Divers
6. Phase 1 / Phase 2



### Personnel

**Cirad**

- Ingénieur Sup Agro Montpellier (janvier-juin 2011) : G. de Saint Seine / Rationalisation et traçabilité de la chaîne de mesures biométriques des variétés
- Master2 éco UAG / LEAD (mars-août 2011) : M. Bilonière / Vers une production de biomasse dédiée à l'énergie dans le sud de la Basse-Terre
- VSC « gestion » (GPE) : gestion financière + mise en place du site web (recrutement en cours)
- CDD Ingénieur : bilan C & E (recrutement en cours)

**Cann'Élec Développement**

- Ingénieur à mi-temps : F. Imanbakas depuis début phase 1
- Technicien à temps complet : P. Jacquet depuis le 01/02/2011
- Technicien à temps complet : à recruter en octobre jusqu'à fin phase 1 (prévu au budget)



### Communication externe

Fiche de présentation du programme REBECCA

**Le Programme REBECCA en quelques mots...**

**L'objectif final à l'horizon de 2017**

Acteur de transition : la réduction de la dépendance énergétique de la Guadeloupe. L'objectif est de produire de l'électricité par combustion d'une biomasse cultivée localement pour cet usage. Cette production d'électricité, qui se fera en petites unités (DRRT), participera aussi à la reversion des sites pollués par le chlordécone.

**Les axes officiels**

Le programme REBECCA (initialement baptisé CANN'ÉLEC) s'appuie sur un projet de recherche initié en 2010, initié par le site Bioparc. Une convention a été signée entre le Centre de Qualit'Agro et le Centre de Cirad en avril 2010. Extraits :

« Dans ce contexte, le concept CANN'ÉLEC a pour objet la conduite d'un projet d'une durée globale de quatre à cinq ans, démarré en 2010 et jusqu'en 2017. Acteurs, porteur sur la réalisation d'un programme de recherche pluridisciplinaire et de développement durable :

Ces différents travaux seront conduits en Guadeloupe. »

« La première phase 2010-2012 est essentiellement constituée par une activité de recherche agronomique, permettant d'arriver à l'étape de cette phase, les caractéristiques principales de la biomasse, comparée avec les objectifs énergétiques (taux de fibre, humidité, PCI, modélisation et évolution de la molécule chlordécone... ). Cette étape sera portée par le CIRAD qui en sera le maître d'œuvre. »

Cette convention est mise en œuvre à travers un partenariat entre un institut de recherche (Cirad) et un industriel (Cann'Élec Développement).

**Les objectifs de la phase 1 (financer à partir de début mai 2010 pour 2 ans)**

Conformément à la convention, cette première phase, essentiellement agronomique, vise à conduire des recherches sur la possibilité de produire de l'électricité à partir de biomasse cultivée dans la région de Capoterrain-Belle-Eau. Pour cela, il faut disposer d'une production, aussi continue et régulière que possible au cours de l'année malgré le climat humide, de biomasse à capacité énergétique plus forte que la canne à sucre. En outre, cette production devra être durable, propre et rentable. Les recherches sont orientées vers l'optimisation de variétés de cannes brévées.

**Le financement de la phase 1**

FEDER: 1044 € (10%), CIRAD : 188 € (15%)

**Justification**

- % Sélectionner, parmi le matériel disponible, quelques variétés prometteuses.
- % Mettre au point des produits cultivés pour produire toute l'année une biomasse fournissant le maximum de calories par unité de surface et de temps.
- % Suivre l'évolution de la chlordécone dans la plante et la production de combustion.
- % Caractériser les aspects économiques d'une nouvelle filière biomasse-dévoquée à la Guadeloupe (études et tests).

**Les produits attendus**

Les perspectives agricoles, environnementales, énergétiques et industrielles seront massivement documentées en mai 2012, à l'issue de la première phase du projet.

**Contact**

Mme. Colette Chiquart, CIRAD, chef de programme (chiquart@cirad.fr)





**Site web**

Nom de domaine acquis pour 1 an : [www.programme-rebecca.fr](http://www.programme-rebecca.fr)

Montage du site en liaison avec le VSC « gestion » (recrutement en cours)

56



1. Volet agro-variétal
2. Volet chlordécone
3. Volet économie et environnement
4. Aspects budgétaires et financiers
5. Divers
6. Phase 1 / Phase 2

58




**Phase 1 / Phase 2**

À l'issue des travaux de la phase 1 (et malgré sa brièveté pour un programme de recherche sur une culture à cycle long), nous disposerons d'un ensemble d'éléments permettant de caractériser la faisabilité du processus :

- les variétés à retenir pour la seconde phase,
- leur performance énergétique,
- les bases d'étude de la fluctuation de la production au cours de l'année
- le comportement de la chlordécone
- les paramètres économiques.

57



**Phase 1 / Phase 2**

Ces informations sont des préalables fondamentaux pour bâtir une filière rentable et durable.

Elles seront à enrichir et à consolider scientifiquement au cours d'une phase 2.

En phase 2, des convergences sont envisageables avec des activités de recherche menées dans d'autres contextes géographiques (La Réunion...) et partenariaux (eRcane...).

58



**Phase 1 (2010 – 2012)**

Signature de la convention : 22 avril 2010  
 → Échéance théorique : 21 avril 2012

Le point de départ du programme a été défini au 1<sup>er</sup> juin 2010 lors d'une réunion de présentation en mai 2010

⚡ Demande de prolongation au 31 mai 2012 (à budget constant)

**Programme phase 2**

- Poursuite de l'activité de recherche agronomique et de développement économique (3 volets) portée par le Cirad
- Pré-étude industrielle portée par Cann'Élec Développement
- ⚡ Financement FEDER ?
- ⚡ A quelle période introduire la demande de financement ?
- ⚡ Comment éviter un « trou » entre phase 1 et phase 2 ?

59



**Programme REBECCA**

Merci de votre attention





**Synthèse de stage du  
Programme de recherche  
REBECCA**  
Mars – Aout 2011

Etudiant : Maurice BILIONIÈRE

Encadrant universitaire : M. Patrice BORDA  
Maître de stage : M. Jean-Louis CHOPART



## Plan


- **I – Première partie de stage (4 mois) : Travaux et principaux résultats**
  - 1 Travaux préliminaires
  - 2 Quantification des surfaces agricoles dans la zone sud Basse-Terre
  - 3 Calcul du revenu de la canne-à-sucre et d'un prix d'achat de la canne-fibre qui permet de maintenir ce revenu

- **II – Deuxième partie de stage (2 mois) : Travaux et principaux résultats**
  - 1 Travaux préliminaires
  - 2 Elaboration d'une équation de calcul d'un prix d'achat de la CF en fonction du prix actuel du MWh en Guadeloupe
  - 3 Difficultés rencontrées
- **Conclusion**



## I Première partie de stage (4 mois) : Travaux et résultats

### 1. Travaux préliminaires



- Revue bibliographique
- Contacts avec les acteurs de la filière agricole
- Actualisation de données

### 2. Quantification des surfaces agricoles dans le sud de la Basse-Terre

Tableau de répartition des trois principales cultures entre les communes de la zone sud Basse-Terre

	Goyave	Cap. B-E	Tr. Riv	Vx-Fort	Gourb	St Claude	B-T	Baillif	Totaux
CAS	0	200	0	0	0	0	0	0	<b>200</b>
CR	0	130	0	0	0	60	40	0	<b>230</b>
Banane	200	1200	365	/	130	180	/	190	<b>2265</b>
Jachère	200	340	180	/	130	110	2	/	<b>962</b>
Totaux	<b>400</b>	<b>1870</b>	<b>545</b>	<b>0</b>	<b>260</b>	<b>350</b>	<b>42</b>	<b>190</b>	<b>≈3660</b>




Synthèse des résultats

**Surfaces agricoles mécanisables envisageables actuellement pour le développement de la canne-énergie au sud de la Basse-Terre**

-200 ha en CAS (soit le ¼ de la surface nécessaire pour l'implantation d'une unité de production électrique de 10 MW comme défini dans le programme)

-En tenant compte de la jachère environ 900 ha supplémentaire (toujours insuffisant car il faudrait obtenir l'accord de tous les agriculteurs en jachère)

-A noter que l'analyse de la sole agricole mener au cours du stage n'intègre pas l'évolution possible ou prévisible de cette dernière en fonction de l'attractivité de la nouvelle filière. Cet aspect fera l'objet d'une étude complémentaire dans le cadre du programme.




3. Calcul du revenu de la canne-à-sucre et d'un prix d'achat de la canne-fibre qui permet de maintenir ce revenu

**Démarche adoptée**

- 1) Calcul du revenu annuel moyen de la CAS
- 2) Décision d'avoir une marge de CF égale à celle de la CAS
- 3) Calcul d'un prix d'achat de la canne-fibre pour un même rendement de tiges usinables (mais avec un taux de fibre différent) puis pour des rendements supérieurs pour la CF
- 4) Fluctuation du prix d'achat de la CF en fonction du rendement

Calcul du revenu annuel moyen de la CAS


Canne-à-sucre	Moyenne sur 5 ans
Redf moyen t/ha	98
Ventes cannes	2 600
Aides publiques	4 200
Autres produits	0
<b>TOTAL PRODUITS</b>	<b>6 800</b>
Achats	900
Entretien	200
Récolte	1 900
Autres charges	0
<b>TOTAL CHARGES</b>	<b>3 000</b>
Marge brute	3 800
Amortissement	500
Marge directe	3 300



Equation de détermination du prix d'achat de la CF

$$p = \left( \frac{R + CF + A}{r} \right) + CV \quad (1)$$


avec p le prix d'achat de la canne-fibre par tonne de matières fraîches, R le revenu du producteur, r le rendement en tonne de matières fraîches totales par hectare, CF les coûts fixes, CV les coûts variables en fonction du rendement et A l'amortissement.



Valeurs numériques retenues pour la résolution de l'équation (1)

- R = 3500€/ha/an
- r = 180t/ha (hypothèse réaliste)
- CF = 1100€/ha dont 900€/ha pour les achats d'intrants et 200€/ha pour l'entretien
- CV = 17€/tc soit 10€/tc pour la coupe mécanique, 1€/tc pour la cotisation et 6€/tc pour le transport
- A = 300€/ha/an

Ainsi,  
**p = 44€/t de matières fraîches**



**II**

**Deuxième partie de stage (2 mois) : Travaux et résultats**

## 1. Travaux préliminaires



Prise d'informations

Contact avec les acteurs de la filière énergétique

Revue bibliographique

## 2. Elaboration d'une équation de calcul d'un prix d'achat de la CF en fonction du prix du MWh

- Equation de détermination du prix d'achat  $P_A$  de la CF :

$$P_{MWh} = \underbrace{(A + K + RS + CS + E_f + I + F)}_{\text{Part fixe}} + \underbrace{P'_{MWhV} [P'_{MWhT} (P_A + E_v + C) + RCE]}_{\text{Part variable}} \quad (1)$$

- Pour déterminer  $P_A$ , l'équation (1) devient :

$$P_A = \frac{(A + K + RS + CS + E_f + I + F)}{P'_{MWhV} P'_{MWhT}} - (E_v + C) - \frac{RCE}{P'_{MWhV}} + \frac{P_{MWh}}{P'_{MWhT} P'_{MWhV}} \quad (2)$$



Avec  $P_{MWh}$  le prix du MWh, A les amortissements, K la rémunération du capital investi, RS la rémunération salariale, CS les charges sociales,  $E_f$  l'entretien du matériel, I les assurances, taxes, et impôts forfaitaires, F les frais financiers,  $P'_{MWhV}$  la production réellement vendue,  $P'_{MWhT}$  la production totale,  $P_A$  le prix d'achat de la CF,  $E_v$  l'entretien lié à la durée d'utilisation des équipements, des produits d'entretien ou réactifs pour le traitement d'eau, C les consommations d'eau liées à la production et RCE le rendement de conversion énergétique

## 3. Difficultés



- Temps de réponse assez long
- Confidentialité des données

## Conclusion

- Consolidation des connaissances économiques
- Acquisition de connaissances dans le domaine agricole
- Acquisition de connaissances sur la logique de formation des prix des EnR



## Perspectives

- Problématique de la prise en compte de la biomasse résiduelle
- Etude complémentaire sur la sole agricole en zone sud Basse-Terre
- Approfondissement de l'approche industrielle d'après :
  - le lien direct entre le prix d'achat de la CF et le prix de vente du MWh
  - la prise en compte de l'aspect environnemental

## **ANNEXE 2**

## **Relevé de décisions - COPIL de REBECCA du 29/09/2011**

Présents : Mesdames Calabre-Zébus et Spartien (Préfecture/SGAR/Cellule Europe), Madame Chevon et Monsieur Fournier (Synergîle), Messieurs Bachelier, Chopart et Polti, (CIRAD), Monsieur Mauranyapin (CTCS), Mesdames Jules, Wagner et Weck, (Région), Madame Martel (ADEME), Monsieur Bilionière (LEAD-CIRAD), Monsieur Guichard par Skype (IRIS ingénierie), Mademoiselle Ernatus et Monsieur Fils-Lycaon (DRRT)

### **Point 1 de l'ordre du jour : Point du DRRT sur le projet**

Prend le dossier en cours.

### **Point 2 de l'ordre du jour : Présentation de M. Chopart**

Point financier : nouvelle répartition des dépenses, mais l'enveloppe globale reste identique.

Demande de prolongation de l'opération (phase 1) jusqu'au 31 mai 2012.

Les essais agronomiques vont se poursuivre au-delà de la phase 1 (avec de surcroît le lancement d'une pré-étude industrielle).

Mise en place d'une base de données pas prévue dans le projet initial.

### **Point 3 de l'ordre du jour : Présentation du stagiaire (compte-rendu du stage)**

Il n'existe pas de filière canne-énergie dans le monde, même s'il y a déjà eu des tests.

200 ha mécanisables disponibles pour la canne fibre. Représente le quart nécessaire pour l'implantation d'une centrale de 10 mégaW. Il faut donc trouver d'autres ressources (environ 900 ha), ou, à défaut, redimensionner la centrale de production.

Pour produire la quantité de canne prévue dans le programme, il faudrait pouvoir utiliser les terres en jachère.

Les chiffres présentés sont cependant à confirmer, notamment à travers l'étude du gisement confiée à l'INRA. La taille des unités de production d'électricité peut être adaptée aux surfaces réellement disponibles (on peut envisager une usine de 5 MW)

La canne à sucre et la canne fibre devraient avoir au moins la même marge de prix pour que la production de canne fibre soit intéressante pour les planteurs. Il faut donc établir des modèles avec fluctuations d'achat de la canne fibre sur cycle de vie de 5 ans.

### **Point 4 de l'ordre du jour : Discussions, questions**

Les 900 hectares en jachère envisagés pour la production de canne fibre sont des jachères de bananes pour lutter contre les nématodes. Le Cirad doit donc relancer le volet gisement avec l'INRA. Mais, selon IRIS, au vu des conditions économiques et contractuelles plutôt avantageuses, il n'y aurait aucun problème pour trouver le millier d'hectare nécessaire.

Dans l'optique d'associer la filière, des discussions avec le DAAF ont été entreprises par IRIS qui doit, par ailleurs, se rendre en Guadeloupe avant la fin de l'année 2011 afin de rencontrer les acteurs de la filière (professionnels du Sud Basse-Terre en particulier).

Concernant la production, pour ne pas entrer en concurrence avec la canne) sucre, on ne devrait pas dépasser la commune de Goyave, et il y aurait éventuellement la possibilité d'utiliser la bagasse résiduelle (à voir en phase 2). La valeur espérée est une production du 10 méga watts, mais 5 serait bien. Le premier dossier prévoyait une phase pilote pour mener une exploitation cannière, mais cette idée a été abandonnée car difficile à équilibrer financièrement. M. Guichard préfère bien maîtriser la biomasse et le combustible, c'est-à-dire avoir une production aussi régulière que possible et connaître les aléas tant en qualité qu'en quantité. En effet, la teneur en eau est élevée (environ 70 %) pour les cannes fibre entières par rapport à la bagasse. Mais ces cannes seront broyées puis partiellement séchées (jusqu'à 50 % de teneur en eau) (sans extraction de jus) en récupérant une partie de la chaleur contenue dans les produits de combustion. Possibilité de faire des essais avec Bologne.

Des discussions vont être ouvertes avec la Commission Européenne pour savoir s'il y a possibilité de programmer 2013-2015 ; en effet, on est limité par la fin du programme CPER-PO 2007-2013. Or 3 étapes sont prévues dans l'opération, et la deuxième phase est prévue pour 2012-2014. Vraie expérimentation de culture en vraie grandeur sur 10 à 20 ha possible sur une éventuelle troisième phase. Il y aurait toutefois une possibilité de développer une phase en Martinique avec mise en commun des résultats. 3). Des travaux sont en cours ailleurs (La Réunion), avec d'autres partenaires (eRcane), et un projet canne-fibre est en préparation avec la région Réunion. Ainsi, en phase 2 de REBECCA, des convergences seraient-elles souhaitables, et à intérêt mutuel pour la Guadeloupe et La Réunion.

Un rapport intermédiaire doit être remis mi-octobre, et le deuxième volet devrait être déposé au courant du 1<sup>er</sup> semestre 2012 avec un rapport scientifique et financier. A noter un report fin de phase 1 au 31/05/12 / Modification budgétaire (à total constant) / Mémoire financier.

La filière devra être associée de préférence au montage du deuxième dossier, avec l'iguacane qui a la représentation légale de la filière, la DAAF, et le CTCS.

L'INRA devrait faire dorénavant partie du copil.

Le logo du Conseil Régional devra être rajouté sur la feuille de présentation du projet.

Enfin, c'est le credi-LEAD M. Borda (UAG), l'UR ASTRO de l'INRA (JM Blazy) et le CIRAD (C. Lejars) – UMR GO (en collaboration) qui sont en charge de l'élaboration du sujet de thèse. Un intervenant « énergie » (Yvan Delmas Dir. EDF en GPE, Thierry Pons EDF SEI – systèmes énergétiques insulaires- à Paris) ou d'autres partenaires Energie devront faire partie du comité de thèse.

## **ANNEXE 3**



Capesterre Belle Eau, jeudi 10 novembre 2011

Monsieur le Délégué,  
DRRT  
Préfecture  
4, rue Antoine Lardenoy  
97100 Basse-Terre

Notre réf : PhG 2011.61

Objet : prolongation phase 1 REBECCA

Monsieur le Directeur,

Comme évoqué lors du Comité de Pilotage (COFIL) du programme REBECCA, tenu le 29 septembre dernier, le CIRAD, en accord son partenaire industriel Cann'Elec Développement, sollicite auprès des services compétents de la Préfecture, et sous votre couvert, une prolongation de deux mois, à budget constant, de la phase 1 du programme, jusqu'au 30 juin 2012.

La convention de financement a été signée par Monsieur le Préfet de Guadeloupe le 22 avril 2010 pour une durée de deux ans. Compte tenu des délais inhérents au démarrage d'un tel programme de recherche, le début des activités n'a été effectif que quelques semaines plus tard, après la mission de mise en route du 17 au 22 mai 2010.

Le programme de recherche REBECCA portant à la fois sur une culture dont le cycle est relativement long (environ 12 mois) et sur une filière nouvelle, il est difficile d'avoir des résultats significatifs en moins de deux ans. De nombreux résultats vont être obtenus entre avril et juin 2012, comme indiqué lors du COFIL. Ils concernent notamment la qualité de la biomasse, la chlordécone dans la plante et dans les produits de combustion, les résultats agronomiques, économiques et environnementaux. Une analyse et une mise en forme de ces résultats seront ensuite nécessaires.

Cette prolongation permettrait d'enrichir très significativement la quantité et la qualité des résultats de la phase 1 du programme. En conséquence, le contenu et le financement d'une phase 2, seront mieux préparés et mieux argumentés.

Nous restons à votre disposition pour fournir tout élément complémentaire.

Dans l'attente de la suite qui nous sera donnée, nous vous prions d'agréer, Monsieur le Délégué, l'expression de nos sentiments distingués.

Le Directeur Régional Cirad Antilles Guyane



Philippe Godon