



**Programme REBECCA**



## **Résultats du programme REBECCA phase 1 de septembre 2011 à mars 2012**

**Volet agro-variétal**

**Modèle d'estimation de la qualité de la biomasse par des mesures SPIR  
Chlordécone dans le système sol-plante**

**Jean-Louis Chopart**



Variété WI 79 460, le 2 avril 2012, âgée de 11 mois et demi

**Note pour le COPIL n° 4 du 17 avril 2012**

**Avril 2012**

Programme REBECCA - Note Scientifique n°6 - Cirad Guadeloupe

## ***Avertissement***

*Cette note scientifique n° 6 du programme REBECCA est préparée en vue du COPIL du 17 avril.*

*En conséquence :*

- elle fait état des principaux résultats obtenus depuis le dernier COPIL du mois de septembre 2011 concernant les volets agro-variétal, qualité de la biomasse et chlordécone dans la plante.*
- - Elle n'intègre pas les résultats antérieurs à septembre 2011. Ils ont déjà été présentés dans les COPIL précédents et dans le rapport d'exécution provisoire du programme portant sur la première année du programme et remise au bailleur de fonds (note scientifique n° 4). La seule exception à cette règle concerne les résultats de biomasse obtenus en août 2011 sur l'essai V3 à l'âge de 8 mois, repris ici pour des besoins de cohérence.*

*Ce document constituera, avec le rapport d'exécution provisoire (note scientifique n° 4) portant sur la première année, le matériau de base du rapport scientifique final de la phase 1, au moins pour les volets agro variétal et chlordécone dans la plante.*

## SOMMAIRE

Résumé	4
Calage du modèle d'estimation de la qualité de la biomasse par analyse SPIR	6
Essais variétaux en dispositif statistique: propriétés et performances des variétés testées ; biomasse, taux de matière sèche, taux de fibres et pouvoir calorifique	9
<i>1 Variétés testées et origines</i>	
<i>2 Biomasse et taux de matière sèche</i>	
<i>3 Teneurs en fibres et en sucre des différentes catégories de parties aériennes</i>	
<i>4 Pouvoirs calorifiques des plantes par unité de poids et de surface cultivée et autres paramètres de combustibilité</i>	
<i>5 Relation entre la matière sèche totale de la biomasse et le pouvoir calorifique de celle-ci, par unité de surface de production</i>	
<i>6 Observations diverses en cours de cycle : verse floraison</i>	
<i>7 Comparaison des résultats avec les objectifs affichés dans les documents de soumission du projet de recherche.</i>	
Etudes Agronomiques	22
Volet chlordécone	24
Synthèse des résultats et perspectives découlant de ceux-ci	28
Références bibliographiques citées	29
Annexes	30
<i>Climatologie 2011-2012</i>	
<i>Tableaux annexes</i>	

Cette note est préparée en vue du COPIL du 17 avril. Elle fait état des principaux résultats obtenus depuis celui de septembre 2011, concernant les volets agro-variétal, qualité de la biomasse et chlordécone (CLD) dans la plante. Elle constituera, avec le rapport intermédiaire portant sur la première année, le matériau de base du rapport scientifique final de la phase 1 (2 ans, 2010-2012).

### **Sélection variétale**

En année 1, une première sélection a retenu 10 variétés de canne à sucre, parmi 28 issues de la collection CIRAD et 6 variétés « multi-purpose » ont été introduites de Barbade. Ces 16 variétés ont été testées dans 3 essais implantés dans le sud de la Guadeloupe entre fin 2010 et mai 2011. Ils ont, en témoin commun, la variété R579. Les principales mesures faites à 8 et 12 mois sont, principalement, la biomasse sèche et l'humidité des parties utiles, le pouvoir calorifique inférieur du matériau sec (PCI).

#### ***Biomasse, taux d'humidité, sensibilité à la verse***

Le rendement des tiges usinables (RTU) de la variété R579 est excellent, proche de 140 t/ha dès 8 mois et de 200 t/ha à 12 mois sur le premier essai ; aucune des variétés testées ne dépasse son RTU. La R579 est très bien adaptée à la production sucrière locale. En revanche, plusieurs variétés testées sont plus performantes concernant l'humidité des tiges, la matière sèche totale du végétal (MST), ou la sensibilité à la verse : TC8, BBZ92076, VMC870603, WI79461, WI81456, WI79460. Les MST de ces variétés sont d'environ 50 t/ha, supérieures d'environ 10 % au témoin. Les taux de matière sèche des 3 variétés de Barbade (WI) sont d'environ 20% supérieurs au témoin. Les notations de verse aideront au choix des variétés, cette propriété étant importante pour l'acceptation par les agriculteurs.

Il faudra confirmer, en repousses, toutes ces mesures et observations faites en année de plantation.

#### ***Teneurs en fibres, en sucres et en matières minérales et pouvoir calorifique***

Les feuilles vertes et sèches et les amarres des variétés étudiées ont des teneurs en fibres proches avec peu de fluctuation entre variétés. Les tiges avec plus ou moins de sucres, créent la seule variabilité des constituants de la MST. Il existe aussi une stabilité remarquable du PCI entre les types de parties aériennes, les variétés et les stades de végétation (8 et 12 mois), de 16 à 17 KJ/g. Le PCI/m<sup>2</sup> de matière sèche totale de 5 variétés (TC8, BBZ 92 076, WI 79460, WI79461, WI784456), situé entre 80 et 90 MJ/m<sup>2</sup> pour une culture de 8 mois, est plus élevé que celui du témoin.

Les teneurs en matières minérales (TMM) fluctuent peu entre variétés de canne à sucre. L'Erianthus testé (NG28007) a une TMM supérieure. Ce handicap s'ajoute à celui d'un médiocre PCI.

#### ***Comparaison des résultats variétaux avec les objectifs du programme***

Les performances des meilleures variétés sont conformes aux objectifs fixés. Ceci concerne: (i) le rendement en MST dont l'objectif était d'attendre 61 t/ha après 4 ans et qui est de 62 t/ha, (ii) le rendement en fibres, objectif à 4 ans : 33 t/ha, résultat après 2 ans: 37 t/ha, (iii) la réduction du taux de sucres, objectif à 4 ans 12%, taux actuel : 9.6 %. Les résultats obtenus en fin de phase 1 seront conformes aux objectifs fixés à n+4 ans. Toutefois, en repousses, les performances ne seront pas forcément identiques à celles de la première année de plantation. L'étude doit donc se poursuivre pour consolider les données. Mais, dès maintenant, ces résultats permettent d'identifier quelques variétés prometteuses et de fournir des informations utiles aux autres intervenants du programme.

### **Etudes agronomiques**

Le premier essai agronomique a été implanté en juin 2011. Il teste, avec 2 variétés prometteuses, les effets de 2 dates de plantation (juin et novembre) et de 2 durées de cycle (8 et 12 mois). Des premiers résultats, à l'âge de 8 mois sont disponibles, mais, avec ce dispositif, ils ne peuvent conduire à des conclusions. Celles-ci ne pourront être consistantes qu'après 2 cycles complets, en novembre 2013.

### **Chlordécone dans la plante**

En année de plantation, les racines ont une teneur en CLD de près de 10 mg/kg de matière sèche environ 10 fois supérieure à celle des tiges souterraines dont la teneur est entre 40 à 100 fois supérieure à celle des premiers entre-nœuds aériens. Il y a donc un très fort gradient de concentration entre les racines, qui absorbent et stockent la CLD, et les parties aériennes, que l'on exprime les résultats en poids de CLD par kg de biomasse ou par surface de culture. Il y a peu de CLD dans les parties hautes des tiges de l'ordre de 0.003mg/kg. Ces résultats ouvrent la voie à une compréhension, puis une modélisation du transfert de la CLD dans le système sol-eau-plante. Il faut, au préalable, examiner le transfert de la CLD dans des cannes en repousses.

### **Qualité de la biomasse et pouvoir calorifique**

#### ***Modèle d'estimation des fibres sucres et PCI par la spectrométrie proche infra rouge***

Le calage d'un modèle expérimental permettant d'estimer la qualité de la biomasse (teneurs en cellulose, hémicellulose, lignine, sucres, PCI, PCS) a été réalisé en collaboration avec un laboratoire du Cirad. Les teneurs en fibres et en sucres, ainsi que les PCI et PCS du matériel végétal du programme peuvent maintenant être estimées localement à partir des seules et simples mesures avec l'analyseur de spectrométrie dans le proche infrarouge.

#### ***Relations entre matière sèche totale et pouvoir calorifique***

Les rendements en MST des cannes de 8 et 12 mois, ont été reliés au PCI de cette biomasse. La relation est très étroite :  $PCI (MJ/m^2) = 0.0166 MST (g/m^2)$ . La MST explique 99 % de la variabilité du PCI. Ce résultat très encourageant permettra une estimation très simplifiée du pouvoir calorifique des cannes à partir des mesures de biomasse fraîche et du taux d'humidité d'un échantillon. Les applications concerneront la recherche et le développement de la filière canne combustible.

### **Synthèse des résultats de l'année 2 de la phase 1, et perspectives découlant de ceux-ci.**

Les résultats de la seconde année de la phase 1 ont bénéficié des actions de l'année 1. Il y a eu, à partir de juin 2011, un travail lourd de mise en place d'expérimentations agronomiques dont la durée est de 2 ans et demi au minimum. A l'issue de la phase 1, les résultats, obtenus en canne de plantation, permettent de faire émerger 5 à 6 variétés ayant des performances globalement conformes aux objectifs du projet, parmi 34 au départ. Tous les résultats de la phase 1 serviront de socle aux travaux de la phase 2. Selon de très bonnes probabilités, à la fin de celle-ci, il sera, entre autre, possible de :

- sélectionner 3 ou 4 variétés de canne combustible, à partir des résultats des essais actuels en repousses 1 et 2 de nouveaux, et de connaître leurs performances et les propriétés de la biomasse.
- proposer des systèmes de culture adaptés à une production échelonnée toute l'année, à partir des résultats de 3 essais agronomiques, implantés en phase 1 et en début de phase 2.
- adapter la récolte en fonction des gradients de concentration en CLD dans les tiges.
- disposer de boutures des meilleures variétés pour une pré-diffusion.

Ces résultats de la phase 1 et ceux, espérés de la phase 2, ne concernent et ne concerneront que la région où les travaux auront été menés, conformément au périmètre du programme REBECCA, c'est-à-dire le sud de la Basse-Terre, en climat humide et sur sols issus de roches volcaniques.

## Calage du modèle d'estimation de la qualité de la biomasse par analyse SPIR

(L Bonnal et JL Chopart)

Le calage d'un modèle expérimental permettant d'estimer la qualité de la biomasse (teneurs en cellulose, hémicellulose, lignine, sucres) a été réalisé en collaboration entre l'équipe Denis Bastianelli-Laurent Bonnal de l'UMR SELMET et celle du programme REBECCA. Cette calibration s'est faite entre décembre 2010 et janvier 2012, à partir de spectres SPIR et d'analyses chimiques de référence de 259 échantillons issus des premiers tests variétaux non statistiques V1 et V2 du programme REBECCA qui ont servi au calage du modèle. A ces échantillons issus du programme ont été ajoutés 280 échantillons issus des collections du laboratoire d'alimentation animale de l'UMR SELMET (tableau n° 1 et figure n°1).

Tableau 1 : Paramètres descriptifs du modèle de prédiction de la qualité de la biomasse à partir des mesures SPIR. N : nombre d'individus utilisés. Moyenne : moyenne de la population. SD : écart-type de la population. SEC : écart type résiduel du modèle. R<sup>2</sup> : coefficient de détermination. SECV : écart type résiduel de la validation croisée.

Paramètre	N	Moyenne	SD	SEC	R <sup>2</sup>	SECV
Matières minérales	518	4.73	3.02	0.55	0.96	0.76
Hémi-Celluloses	483	24.37	6.45	1.1	0.97	1.45
Cellulose	483	33.68	7.40	1.09	0.98	1.41
Lignine	478	7.01	2.50	0.52	0.96	0.72
Sucres	266	25.81	15.57	1.15	1.00	2.33
PCS	315	17831	466	202	0.81	277

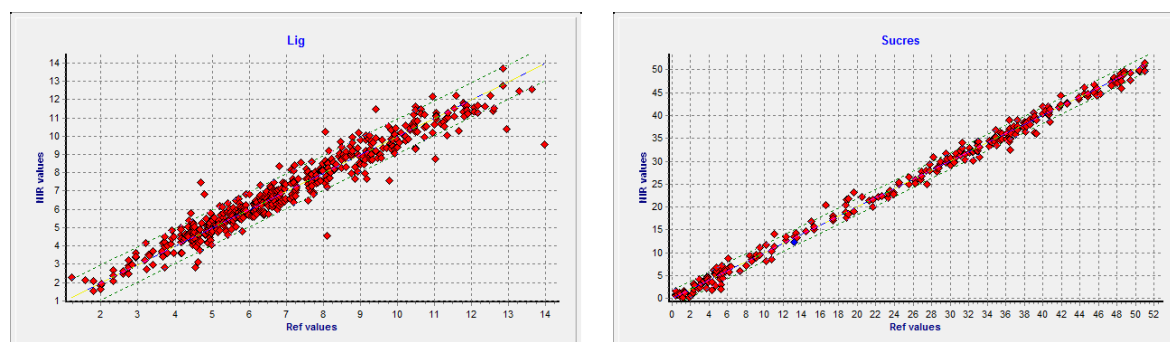


Figure n° 1 : Relations entre les valeurs prédites par le modèle (en ordonnée) et les valeurs de références (en abscisse) ; exemple de la lignine et des sucres.

Laurent Bonnal, en mission début février 2012, a transféré les modèles d'étalonnage consolidés dans l'appareil SPIR du programme à la Guadeloupe, en vue d'une analyse en routine des caractéristiques de la biomasse sèche des variétés étudiées. Les teneurs en fibres (hémicelluloses, cellulose et lignine) et en sucres peuvent maintenant être estimées localement dans le cadre et avec le matériel du programme REBECCA.

Parallèlement, l'équipe de l'UMR SELMET a élaboré, dans le cadre du programme REBECCA, un modèle de prédiction du pouvoir calorifique inférieur (PCI) et du pouvoir calorifique supérieur (PCS) de la biomasse des variétés du programme à partir des mêmes mesures effectuées avec l'équipement SPIR du programme. Ceci a fait l'objet d'un stage terminé fin décembre 2011. Durant ce stage, il a été réalisé environ 200 déterminations de PCS et de PCI sur les mêmes échantillons que ceux utilisés pour la création des modèles d'étalonnage pour la prédiction des fibres et des sucres.

La détermination du PCS est réalisée par combustion directe grâce à un calorimètre selon la méthode conventionnelle. Le PCI est alors calculé selon la formule suivante :  $PCI = PCS - (212.2 \times H)$  avec  $H$  = teneur en hydrogène en % (la valeur de  $H$  est par exemple de 6 pour le bois).

La teneur en hydrogène pour le matériel végétal étudié dans le programme a pu être estimée, avec une bonne précision, à partir de sa teneur en matière minérale. La relation expérimentale obtenue (figure n°2), en utilisant des biomasses variées (tiges de canne, feuilles vertes de canne, feuilles sèches de canne, amarres de canne, cannes entières, tiges de sorgho et feuilles de sorgho), montre que la teneur en hydrogène ( $H$ ) est liée à la teneur en matière minérale ( $MM$ ) mesurée. Il a donc été possible, en utilisant cette relation empirique mais bonne, de retenir une valeur de  $H$  propre à chaque échantillon mesuré, dépendante de sa teneur en matière minérale. Ceci est plus précis et rigoureux que de prendre, comme c'est l'usage courant, une valeur fixe de 5.8 ou 6 %.

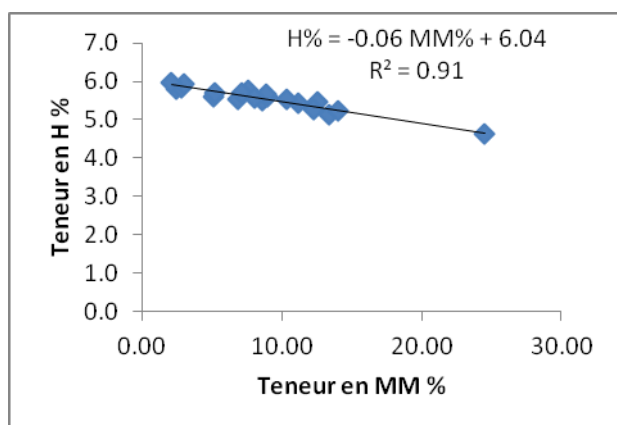


Figure n° 2. Relation entre la teneur en matières minérales ( $MM$  en % de la matière sèche), en abscisse, et la teneur en hydrogène, en ordonnée.

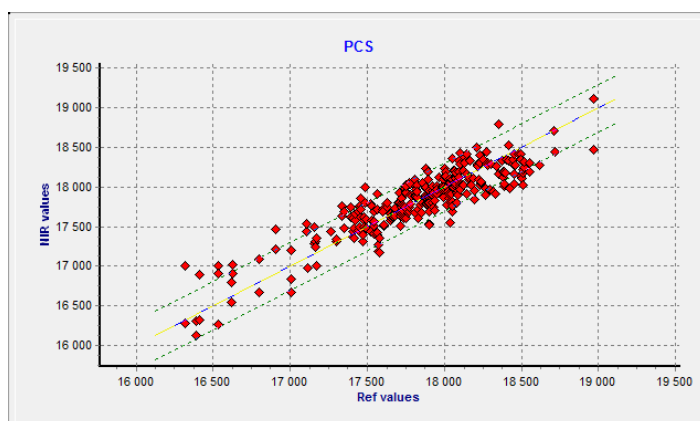


Figure n° 3: Relations entre les valeurs de PCS prédites par le modèle (en ordonnée) en joules par gramme de matière sèche des organes testés et les valeurs de références (en abscisse), obtenues par la méthode conventionnelle (calorimètre).

La prédiction du PCS à partir des mesures SPIR est tout à fait satisfaisante (tableau n° 1 et figure n°3). En particulier, la relation est très proche de la bissectrice, donc sans erreur systématique. Les données de référence fluctuent entre 16000 et 19000 joules par gramme. Ces résultats ont été obtenus en analysant de la biomasse de canne à sucre contenant des fibres, des sucres (au moins pour les tiges) mais aussi, en plus faibles quantités, des matières minérales non combustibles, et d'autres molécules (protéines).

**Les teneurs en fibres et en sucres ainsi que le les PCI et PCS du matériel végétal du programme REBECCA peuvent maintenant être estimées localement, facilement, et avec une précision satisfaisante, à partir des seules et simples mesures avec l'analyseur de spectrométrie dans le proche infrarouge.**

Ces prédictions seront possibles tant que le matériel biologique prédit n'évolue pas trop et reste en cohérence avec celui utilisé pour créer les modèles. Dans le cas contraire, une mise à jour avec de nouveaux échantillons analysés par les méthodes de référence pourrait être nécessaire.

Le modèle de prédiction a été opérationnel à partir de février 2012, après son installation dans le spectromètre proche infrarouge du programme. Il a été utilisé pour estimer la qualité de la biomasse obtenue sur les variétés 18 variétés de trois essais statistiques mis en place à partir de décembre 2010 avec des premiers résultats en août 2011.



## Essais variétaux en dispositif statistique : propriétés et performances des variétés testées ; biomasse, taux de matière sèche, taux de fibres et pouvoir calorifique

### 1 Variétés testées et origines

Le pays d'origine et quelques informations générales sur les variétés testées dans les essais variétaux en dispositifs statistiques figurent en tableau n°2.

Tableau n°2. Quelques informations sur les 16 variétés testées en essais variétaux statistiques.

Nom essai	Nom variétés	Famille	Genre/Espèce	Pays d'origine
Essai V3	F176	Poacée	Saccharum sp.	Formose
	FR90925	Poacée	Saccharum sp.	Guadeloupe
	VMC86550	Poacée	Saccharum sp.	Philippines
	WI870603	Poacée	Saccharum sp.	Barbade
	TC8	Poacée	Saccharum sp.	Malaisie
	NG28007	Poacée	Erianthus	Nouvelle-Guinée
Essai V4	WI78402	Poacée	Saccharum sp.	Barbade
	WI79460	Poacée	Saccharum sp.	Barbade
	WI79461	Poacée	Saccharum sp.	Barbade
	WI80542	Poacée	Saccharum sp.	Barbade
	WI86015	Poacée	Saccharum sp.	Barbade
	WI81456	Poacée	Saccharum sp.	Barbade
Essai V5	BBZ92076	Poacée	Saccharum sp.	Barbade & Bêlize
	BR62002	Poacée	Saccharum sp.	Barbade & Rép. Dominicaine
	B79049	Poacée	Saccharum sp.	Barbade
	FR862027	Poacée	Saccharum sp.	France Guadeloupe
Témoins locaux	R579	Poacée	Saccharum sp.	Réunion
	R570	Poacée	Saccharum sp.	Réunion

Les variétés testées dans les essais V3 et V5 sont issues de la collection du Cirad Guadeloupe. Les variétés de l'essai V4 proviennent du WICSCBS de Barbade après avoir subi un délai légal de quarantaine de deux ans au CIRAD Montpellier. A leur arrivée à la Guadeloupe, en avril 2010 (6 boutures d'un œil), elles sont passées par une phase de multiplication dans la collection CIRAD et d'observation par les généticiens et phytopathologistes, avant d'être transférées, pour études scientifiques, sur le site du Fromager.

Les boutures des deux variétés utilisées comme témoin local, largement cultivées à la Guadeloupe, proviennent soit du CTCS (R570) soit d'une multiplication de Bologne (R579).

### 2 Biomasse et taux de matière sèche

La climatologie de 2011 et de début 2012 figure en annexe (Figures annexe 1 et 2)

#### *Essai variétal V3 planté en décembre 2010*

L'essai V3 a eu des difficultés de levée liées à la période de plantation peu favorable (décembre). Cela a concerné, en particulier, la variété du genre Erianthus (NG28007). Les résultats des mesures biométriques effectuées à la récolte, à l'âge de 8 mois (août) et 12 mois (décembre 2011,

figurent dans les tableaux n° 3 et 4 et dans la figure n°4. Les moyennes des résultats à 8 et à 12 mois figurent dans le tableau n°5 et dans la figure n°5. Les témoins locaux ont un très bon comportement, ce qui montre que les conditions de cultures ont été bonnes.

A 12 mois, le rendement en tiges usinables est de plus de 200 t/ha, ce qui est très élevé, supérieur aux rendements dans la zone. Dans ces conditions, les productions de matière sèche des cannes testées dans cet essai ne sont pas nettement différentes, elles sont même légèrement inférieures. A 12 mois, seules les variétés VMC 870603, WI 870603 et TC8 se rapprochent des productions des témoins locaux sucriers.

**Tableau 3.** Essai V3. Mesures de biomasse sur des cannes âgées de 8 mois (août 2011). Les variétés R579 et R 570 sont les témoins locaux. Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05

Variété	R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI87603	NG28007	TC8
poids tiges usinables t/ha	123a	118a	107a	117a	118a	78a	73a	141a
Taux de mat sèche tiges %	19a	18a	21a	19a	20a	22a	22a	22a
amarres	19ab	18b	18b	18ab	19ab	21a	19ab	18ab
f. vertes	25a	23a	24a	24a	27a	26a	26a	27a
Rend Mat Sèche t/ha	23.6a	21.5a	22.5a	21.7a	23.2a	16.9a	16.2a	30.9a
Amarres	5.3a	5.0a	4.9a	6.2a	5.2a	6.3a	9.1a	6.6a
f. vertes	3.3a	3.5a	2.9a	4.2a	3.5a	2.9a	3.6a	3.1a
f. sèches	3.1b	3.7b	3.4b	4.2b	3.3b	2.7b	2.5b	6.4a
Total	35.2a	33.7a	33.7a	36.3a	35.2a	28.7a	31.4a	46.9a

**Tableau 4.** Essai V3 Mesures de biomasse sur des cannes âgées de 12 mois (16-23 décembre 2011). Les variétés R579 et R 570 sont les témoins locaux. Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05

Variété	R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI870603	NG28007	TC8
Poids tiges usinables t/ha	207a	210a	167ab	160ab	177ab	138b	91c	181ab
Taux matière sèche % (estimation)	Tiges 23b	23b	27b	26b	28b	32a	27b	25b
Amarres	22a	23a	19a	27a	27a	28a	20a	22a
F. vertes	26a	27a	29a	31a	32a	31a	29a	26a
Rdt Matière sèche t/ha	Tiges 49a	49a	45a	42a	49a	45a	25a	46a
Amarres	7a	6.7a	5.1a	8.1a	4.8a	8.1a	6.5a	6.2a
F. vertes	2.8a	2.8a	2.4a	3a	2.6a	2.4a	2.7a	2.4a
F. sèches	5.6a	10.8a	6.7a	8.1a	9.3a	7.5a	7.9a	8.5a
<b>TOTAL</b>	64a	69a	59a	61a	66a	63a	42a	63a

**Tableau 5.** Essai V3. Moyenne des mesures de biomasse sur des cannes âgées de 8 (août 2011) et 12 mois (décembre 2011). Les variétés R579 et R 570 sont les témoins locaux.

Variété	R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI870603	NG28007	TC8
Taux matière sèche % (estimation)	Tiges 21	20.5	24	22.5	24	27	24.5	23.5
Amarres	20.5	20.5	18.5	22.5	23	24.5	19.5	20
F. vertes	25.5	25	26.5	27.5	29.5	28.5	27.5	26.5
Rdt Matière sèche t/ha	Tiges 36.5	35.0	34.0	32.0	36.0	31.0	20.5	38.5
Amarres	6.0	5.9	5.1	7.1	4.9	7.1	7.8	6.6
F. vertes	2.9	3.4	2.7	3.5	2.8	2.7	3.4	2.7
F. sèches	4.3	7.4	4.9	6.1	6.2	5.3	5.5	7.3
<b>TOTAL</b>	49.7	51.7	46.6	48.6	49.9	46.0	37.1	55.1

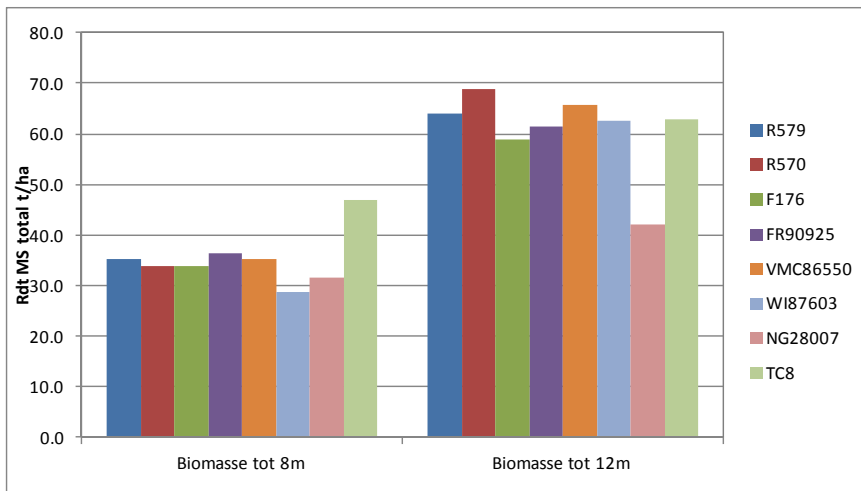


Figure n°4. Essai V3 planté en décembre, biomasse totale à 8 et 12 mois ;

La biomasse sèche de chaque variété est principalement constituée de tiges (figure n°5). C'est le pourcentage de feuilles sèches qui apparait le plus fluctuant d'une variété à l'autre, avec en particulier une faible valeur sur le témoin R579. Cette variété est en effet réputée pour perdre ses feuilles en sénescence.

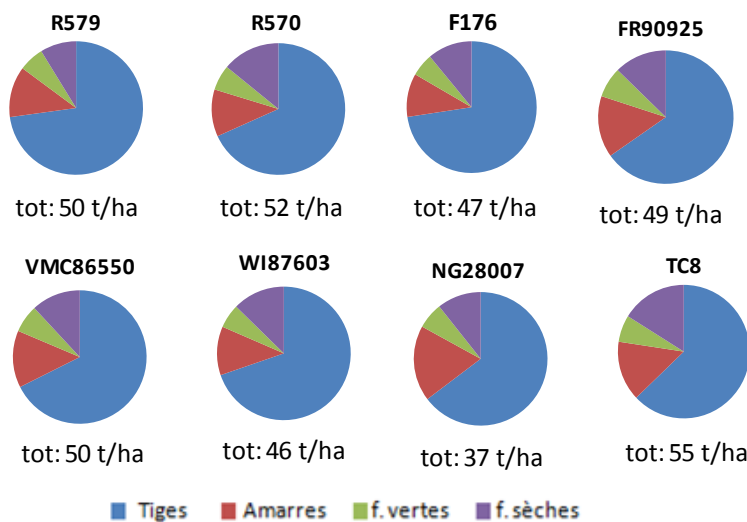


Figure n°5 Essai V3. Matière sèche totale des parties aériennes, moyennes des résultats à 8 et 12 mois (chiffres en t/ha) et répartition, en pourcentage, des différents compartiments mesurés: tiges, amarres (parties sommitale de la plante), feuilles vertes et sèches.

**Si l'on considère la moyenne des biomasses obtenues à 8 et à 12 mois, les 2 variétés VMC 870603 et TC8, se situent au même niveau que les témoins (R579 et R570). Les taux de matière sèche de la biomasse des cannes testées sont, en revanche, légèrement supérieurs à ceux des témoins.**

#### Essai V4

A 8 mois (tableau n° 6, figure n° 6), la production de biomasse du témoin R579 (50 t/ha) est nettement supérieure à celle de V3 (35 t/ha). La plantation en avril a été plus propice à la levée, et la culture a bénéficié de conditions de jours plus longs et de températures plus chaudes au cours des 8 premiers mois (entre fin avril et fin décembre). Dans ces conditions, seules 3 des 6 variétés importées de Barbade ont des productions de matière sèche totale supérieures d'environ 9% à

celle du témoin, mais sans différence statistiquement significative. Il s'agit de WI 9460, WI79461 et WI 81456. En revanche, les taux de matière sèche des variétés WI sont, pour la plupart, supérieurs à ceux du témoin. C'est le cas, en particulier, pour les tiges des trois meilleures variétés.

**Tableau 6.** Essai V4. Mesures de biomasse sur des cannes âgées de 8 mois (décembre 2011). La variété R579 est le témoin local. Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05.

Variété		R579	WI78402	WI79460	WI79461	WI80542	WI86015	WI81456
Poids tiges usinables t/ha		146a	81b	117a	138a	80b	81b	137a
Taux matière sèche %	Tiges	21b	19b	26a	24a	19b	26a	24a
	Amarres	19a	20a	21a	20a	17a	23a	21a
	F. vertes	25ab	25ab	29ab	27ab	24b	30a	30ab
Rdt Matière sèche t/ha	Tiges	30a	16b	30a	33a	16b	21b	33a
	Amarres	7ab	6.0ab	9a	8ab	2.2b	4.8ab	9ab
	F. vertes	2.9ab	2.1abc	3.3a	2.4ab	1c	1.7bc	3ab
	F. sèches	6a	5.7a	7a	5.7a	6a	4a	5.3a
TOTAL		46a	30b	50a	49a	25b	32b	51a

**A l'âge de 8 mois, trois variétés WI 79461 WI81456 et WI 79460 ont un rendement de matière sèche totale légèrement supérieure au témoin très productif. Les taux de matière sèche de ces trois variétés sont supérieurs de près de 25% par rapport au témoin. Il s'agit là, bien sûr, d'un avantage comparatif intéressant.**



**Photo n°1.** Début des mesures de rendement à 12 mois sur l'essai V4 le 5 avril

**Tableau 7.** Essai V4. Mesures de biomasse sur des cannes âgées de 12 mois (avril 2012). La variété R579 est le témoin local. Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05

( résultats en cours d'obtention )

Tableau n° 8. Essai V5. Biomasse des cannes de 8 mois (janvier 2012). La variété R579 est le témoin. Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05.

Variété		R579	BBZ92076	BR62002	B79049	FR862027
Poids tiges usinables t/ha		149a	129a	123a	113a	71a
Taux matière sèche %	Tiges	22a	26a	21a	24a	26a
(estimation)	Amarres	20a	24a	20a	23a	22a
	F. vertes	27b	29b	26b	28b	33a
Rdt Matière sèche t/ha	Tiges	32.4a	33a	26.3a	27.6a	18.9a
	Amarres	3.9a	8a	4.6a	4.9a	7.7a
	F. vertes	3.7a	3.6a	3.9a	2.2a	3.0a
	F. sèches	4b	8.5a	4.6b	5.6ab	5.9ab
	TOTAL	44a	53a	39.4a	40.3a	35.5a

La production à 8 mois du témoin R579 (tableau n° 8, figure n° 6) est très proche de celle observée sur l'essai V4 planté un mois avant. Les productions des variétés testées sur cet essai V5 peuvent donc être comparées non seulement au témoin de l'essai, mais aussi aux variétés du dispositif V4. La seule variété ayant une biomasse sèche légèrement supérieure à celle du témoin est la BBZ 79 2076. Cela est dû à un taux de matière sèche légèrement supérieur. Sa production est au même niveau que les meilleures variétés WI de l'essai V4. La variété BR62 002 qui avait été identifiée comme parmi les meilleures variétés, à partir des tests effectués sur le dispositif A2, ne confirme pas ses performances dans cet essai avec répétitions. Une explication pourrait être que les résultats présentés ici sont en première année de plantation, tandis que les résultats obtenus sur le test V2 l'ont été sur une canne en première repousse.

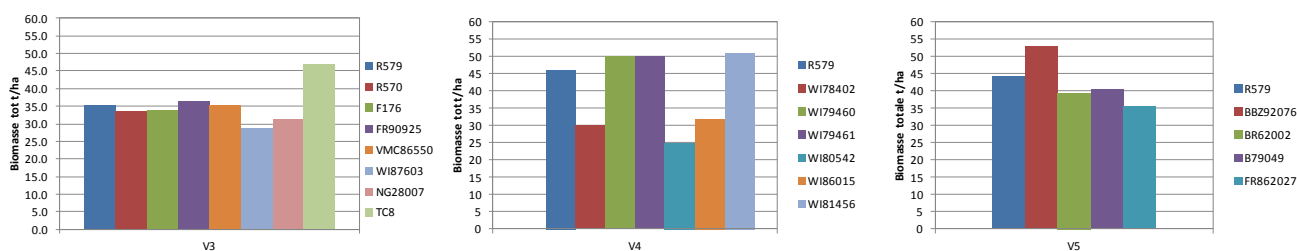


Figure n°6 Biomasses sèches totales des variétés des essais V3, V4 et V5 à l'âge de 8 mois, en t/ha de matière sèche.

**Sur l'essai V5 à l'âge de 8 mois, seule la variété BBZ92076 a un rendement de matière sèche totale supérieur au témoin très productif, comme sur l'essai V4. Le taux de matière sèche des tiges de cette variété est également supérieur d'environ 18% par rapport au témoin.**

### 3 Teneurs en fibres et en sucre des différentes catégories de parties aériennes

Les teneurs en fibres, en sucres et en matières minérales des quatre catégories de parties aériennes à 8 et à 12 mois, issues de l'analyse avec le spectrophotomètre figurent pour l'essai V3 dans les tableaux n° 9 et 10. Les mêmes résultats concernant les essais V4 et V5 à 8 mois figurent en annexe (tableaux annexe 1 et 2).

Dans l'essai V3, la variété NG 28 007, du genre Erianthus, a des caractéristiques assez différentes de celles des autres variétés testées. En effet, elle ne contient pas ou très peu de sucres. Ce constituant de la plante et des tiges en particulier est remplacé par une plus haute teneur en fibres. Toutes les autres variétés ont des teneurs en fibres et en matières minérales peu différentes d'une variété à l'autre. En revanche, les fluctuations de teneurs en sucres dans les tiges sont un peu plus grandes. Quelques variétés ont une teneur en sucres dans les tiges inférieure aux autres: il s'agit de WI860603 (essai V3), WI 78 402 et WI 81 456 (V4), B79049 (V5). Il faudra vérifier si ces

observations se confirment à l'âge normal de la coupe de la canne à sucre (12 mois). La teneur en sucre des feuilles sèches de toutes les variétés est presque nulle. Elle fluctue autour de 0 et peut donc avoir une valeur négative. Ce n'est pas une erreur mais une conséquence du mode de prédiction et d'une incertitude non nulle sur les valeurs obtenues.

Tableau n°9 Essai V3. Résultats à 8 mois des teneurs en fibres des parties aériennes en % de la matière sèche.

Variété	R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI860603	NG28007	TC8
Hémicellulose Amarres	31.6	32.0	31.3	31.8	30.5	32.7	32.8	31.9
F.sèches	31.3	32.1	31.4	31.1	31.7	31.9	32.4	32.0
F.verttes	32.6	32.3	32.1	32.1	31.9	31.4	32.9	32.7
Tiges	16.6	16.0	16.5	15.6	16.4	20.3	23.0	17.1
Cellulose % Amarres	34.8	35.2	36.3	36.1	36.5	38.1	37.4	36.6
F.sèches	37.7	39.1	38.1	39.8	40.1	41.9	39.7	40.9
F.verttes	36.0	37.4	36.6	37.2	37.7	39.0	37.9	37.3
Tiges	26.1	28.9	26.6	29.1	24.7	39.5	45.9	29.8
Lignine % Amarres	4.8	5.4	5.6	5.8	5.7	6.2	6.5	6.0
F.sèches	6.7	8.0	7.9	7.6	7.6	8.8	7.6	8.2
F.verttes	5.8	6.8	6.4	6.9	6.4	7.3	7.1	6.7
Tiges	5.8	6.6	6.1	6.5	4.9	8.8	11.1	7.2
Matières Amarres	9.0	8.6	8.1	8.4	8.3	8.5	9.1	8.7
Minérales % F.sèches	12.2	10.5	10.1	8.7	10.1	8.1	10.1	9.5
F.verttes	9.9	8.5	9.0	8.1	8.3	9.0	8.8	8.8
Tiges	3.7	3.9	3.5	3.8	3.4	4.8	6.1	3.0
Sucres % Amarres	6.9	4.9	6.0	5.6	7.8	2.3	1.0	4.1
F.sèches	-0.2	-1.1	0.7	1.0	-0.8	0.0	-1.9	-1.2
F.verttes	3.9	2.2	3.5	4.2	4.7	0.8	1.1	2.6
Tiges	33.2	31.5	33.9	30.0	36.1	14.5	3.5	28.7

Tableau n° 10. Essai V3. Résultats à 12 mois des teneurs en fibres des parties aériennes en % de la matière sèche.

Variété	R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI860603	NG28007	TC8
Hémicellulose Amarres	31.8	31.3	30.4	30.7	30.2	31.4	32.2	30.3
% F.sèches	32.2	30.8	32.7	30.7	31.6	31.3	31.5	33.2
F.verttes	31.4	31.5	32.0	30.8	31.1	31.8	32.0	33.0
Tiges	15.1	13.6	14.6	14.2	14.8	16.0	21.5	14.9
Cellulose % Amarres	37.1	37.4	37.7	38.9	39.5	39.4	40.1	39.6
F.sèches	38.7	39.9	40.1	40.5	41.4	41.9	41.6	41.0
F.verttes	35.7	38.5	37.1	36.6	36.9	38.7	38.4	36.7
Tiges	24.0	26.9	25.2	27.9	23.6	35.0	45.8	28.9
Lignine % Amarres	5.2	6.0	6.0	6.2	6.3	6.6	6.5	6.6
F.sèches	6.7	8.6	8.2	9.3	7.7	8.9	8.8	8.5
F.verttes	5.8	6.7	6.3	6.4	6.3	6.8	6.9	6.3
Tiges	5.8	6.3	6.4	6.7	5.4	8.5	11.5	7.5
Matières Amarres	8.8	7.8	7.7	7.4	7.6	7.0	8.4	8.4
Minérales % F.sèches	9.3	7.9	8.4	9.0	8.3	7.9	9.5	8.7
F.verttes	9.6	8.0	8.4	8.2	9.0	8.7	9.4	8.9
Tiges	2.8	3.6	2.7	2.8	3.0	3.4	6.3	3.0
Sucres % Amarres	3.5	5.7	5.9	3.5	4.9	4.0	0.5	1.2
F.sèches	1.0	0.1	0.3	0.2	1.2	0.1	-0.4	-1.6
F.verttes	4.7	2.9	3.6	4.7	4.6	2.1	1.5	2.4
Tiges	42.9	41.2	40.7	41.8	47.9	29.2	5.7	38.5

Les feuilles et les amarres sont constituées de cellulose et d'hémicellulose en proportions comparables de 30 à 40 %, la teneur en lignine est plus faible.

**Les feuilles vertes et sèches et les amarres des variétés étudiées possèdent des teneurs en fibres proches, avec peu de fluctuation d'une variété de canne à sucre à l'autre. Il y a donc une grande stabilité de teneurs en fibre de ces parties de la plante. Seules les tiges, qui contiennent plus ou moins de sucres créent une variabilité significative des constituants du matériau.**

#### 4 Pouvoirs calorifiques des plantes par unité de poids et de surface cultivée et autres paramètres de combustibilité

##### *Pouvoir calorifique par unité de poids sec*

Les données brutes de teneurs en fibres et en sucres par organes sont intéressantes mais ne peuvent pas, à elles seules, être des critères de sélection des variétés à vocation de canne combustible. L'un des premiers critères de sélection à cet égard est le pouvoir calorifique. Les Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) et Supérieur (PCS) a été calculé à partir des spectres obtenus avec le spectrophotomètre (paragraphe 232). Les résultats obtenus dans l'essai V3 à 8 et 12 mois figurent dans les tableaux n° 11 et 12. Les mêmes résultats obtenus à 8 mois dans les essais V4 et V5 sont dans les tableaux annexes n° 3 et 4. Les résultats de PCI et de PCS sont très liés, seuls les résultats de PCI seront discutés.

Les valeurs de PCI des fibres pures sont proches avec, pour la cellulose et l'hémicellulose: 17.5KJ/g (Damien, 2008). La lignine a un PCI supérieur de 26.5 KJ/g (Damien, 2008), mais sa concentration dans les tiges et feuilles de canne est plus faible que la cellulose et l'hémicellulose. Le PCI du glucose est de 15.6 KJ/g (Knezevi et al, 2009), légèrement inférieur à celui des fibres.

Tableau n° 11. Essai V3. Résultats à 8 mois du pouvoir calorifique inférieur (PCI) des quatre types de parties aériennes de canne à sucre en KJ/G.

Variété		R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI860603	NG28007	TC8
PCI kj/g	Amarres	16.47	16.84	16.69	16.70	16.75	16.89	16.79	16.77
	F.sèches	16.03	16.24	16.39	16.52	16.38	16.83	16.36	16.63
	F.vertes	16.57	16.85	16.63	16.88	16.80	16.85	17.01	16.83
	Tiges	16.63	16.68	16.70	16.65	16.65	16.73	16.73	16.92
PCS kj/g	Amarres	17.62	18.00	17.86	17.86	17.91	18.05	17.93	17.93
	F.sèches	17.16	17.37	17.54	17.68	17.53	18.00	17.51	17.79
	F.vertes	17.71	18.01	17.79	18.05	17.97	18.01	18.17	18.00
	Tiges	17.86	17.90	17.93	17.88	17.88	17.94	17.92	18.16

Tableau n° 12 ; Essai V3. Résultats à 12 mois du pouvoir calorifique inférieur (PCI) des quatre types de parties aériennes de canne à sucre en KJ/G.

Variété		R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI860603	NG28007	TC8
PCI kj/g	Amarres	16.67	16.85	16.69	16.70	16.76	16.93	16.83	16.95
	F.sèches	16.30	16.76	16.54	16.62	16.53	16.77	16.50	16.52
	F.vertes	16.54	16.89	16.74	16.84	16.70	16.95	16.84	16.85
	Tiges	16.50	16.54	16.61	16.49	16.51	16.66	16.62	16.60
PCS kj/g	Amarres	17.83	18.02	17.86	17.87	17.93	18.11	17.99	18.11
	F.sèches	17.45	17.93	17.72	17.79	17.69	17.95	17.66	17.68
	F.vertes	17.70	18.06	17.91	18.01	17.87	18.12	17.99	18.01
	Tiges	17.73	17.77	17.86	17.73	17.76	17.89	17.81	17.84

**Il existe une stabilité remarquable du PCI entre les différentes catégories de parties aériennes, les variétés et les stades de végétation (8 mois et 12 mois). La fluctuation entre la valeur minimale de PCI obtenus 16 KJ/kg et la valeur maximale 17 KJ/kg est très faible et non significative, compte tenu des marges d'erreur.**

##### *Pouvoir calorifique par unité de surface de culture*

Le PCI, exprimé par unité de biomasse, n'est pas à lui seul un critère de sélection pertinent car il ne prend pas en compte la biomasse elle-même. Afin de pouvoir sélectionner les meilleures variétés combustibles, il a été décidé d'évaluer le pouvoir calorifique des variétés en exprimant celui-ci en MJ par unité de surface de culture, c'est-à-dire, en tenant compte à la fois de la

production de biomasse de la plante (en kg par mètre carré) et du PCI en J/g de poids sec de la plante entière. Ces valeurs de PCI par unité de surface des variétés de l'essai V3 figurent dans le tableau n° 13. Les valeurs à 8 mois des essais variétaux V4 et V5 sont dans les tableaux annexes n° 5 et 6).

Les résultats sont également exprimés en pourcentage d'écart par rapport au témoin local R579, (figure n°7). Compte-tenu des hauts rendements du témoin, seules deux variétés issues de la collection de canne à sucre CIRAD ont, à 8 mois, un pouvoir calorifique nettement supérieur au témoin; il s'agit de la TC8 (dans l'essai V3, tableau n° 13 et figure n°7) et de la BBZ92076 (dans l'essai V5, tableau annexe n°6 et figure n° 8).

Les 6 variétés « multi-purpose », introduites de La Barbade, ont des résultats contrastés à l'âge de 8 mois. Trois d'entre elles ont un PCI/m<sup>2</sup> légèrement supérieur à celui du témoin (environ 10 %). Il s'agit des variétés WI79 461, WI79461 et WI 81456 (tableau annexe n°5 et figure n°8). Mais, pour les trois autres, les performances sont assez nettement inférieures.

Tableau n° 13 Essai V3 à 8 et à 12 mois. Résultats synthétiques liés aux qualités de combustible des cannes à sucre testées. Rappels des teneurs en matières sèches des tiges (MS Tiges, en % de la matière fraîche à la récolte). Valeurs par m<sup>2</sup> des PCI et PCS (MJ/m<sup>2</sup>) et des quantités de matières minérales (g/m<sup>2</sup>) des plantes entières.

Variété	R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI860603	NG28007	TC8
MS tiges % à 8 mois	19a	18a	21a	19a	20a	22a	22a	22a
MS tiges % à 12 mois	23b	23b	26b	26b	28b	32a	27b	25b
PCI MJ/m <sup>2</sup> à 8 mois	58.3a	56.1a	56.2a	60.6a	58.6a	48.2a	52.7a	79.2a
PCI MJ/m <sup>2</sup> à 12 mois	105.6a	114.3a	96.5a	101.4a	108.6a	104.7a	70.3a	104.6a
PCS MJ/m <sup>2</sup> à 8 mois	62.5aa	60.2a	60.3a	65a	62.9a	51.6a	56.4a	84.9a
PCS MJ/m <sup>2</sup> à 12 mois	113.4a	122.7a	103.6a	108.9a	116.7a	112.3a	75.3a	112.3a
MM g/m <sup>2</sup> à 8 mois	207a	193a	180a	204a	184a	182a	234a	239a
MM g/m <sup>2</sup> à 12 mois	280a	331a	266a	271a	282a	283a	313a	283a

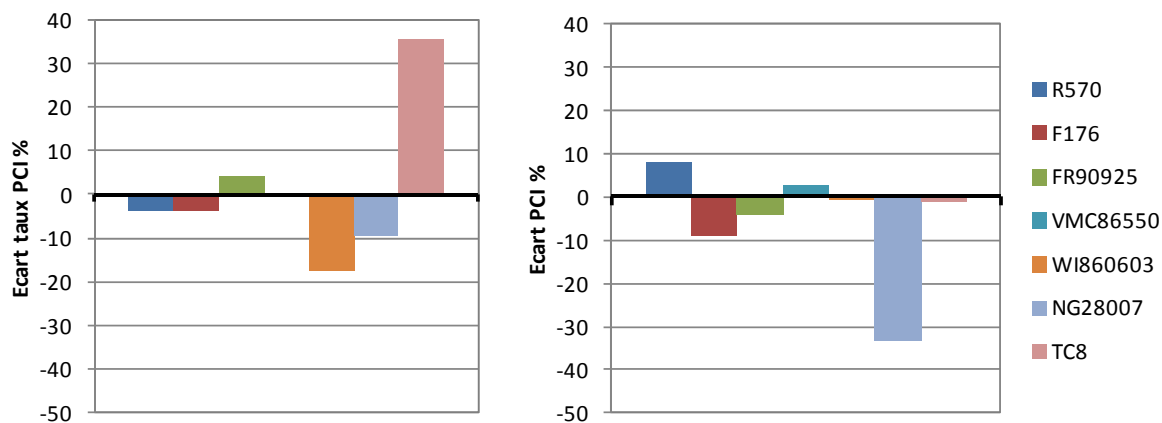


Figure n°7 Essai V3. Écarts des valeurs de pouvoir calorifique inférieur (PCI) par unité de surface de production, en % par rapport à celle du témoin R579. A gauche, résultats obtenus sur une culture de 8 mois, à droite de 12 mois.



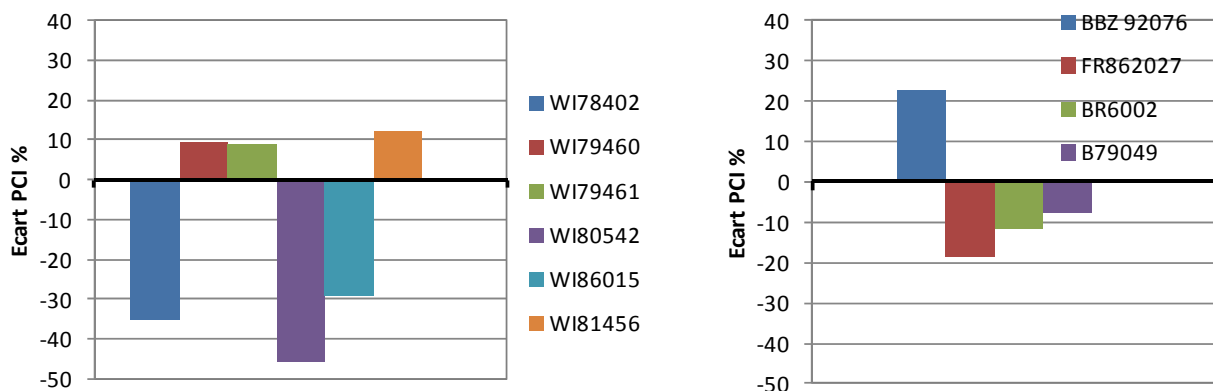


Figure n°8 Essai V4, à gauche et V5 à droite. Ecart des valeurs de pouvoir calorifique inférieur (PCI) par unité de surface de production, en % par rapport à celle du témoin R579. Résultats obtenus sur une culture âgée de 8 mois,

**Le PCI par m<sup>2</sup> de matière sèche totale de cinq variétés paraît plus élevé que celui du témoin. Deux sont issues de la collection CIRAD (TC8 et BBZ 92 076) et trois sont issues de l'importation des variétés de Barbade (WI 79460, WI79461, WI784456).**

#### *Autres paramètres de combustibilité*

Si le PCI et les PCS sont les critères les plus importants pour sélectionner les variétés à vocation combustible et pour quantifier leur performance énergétique, deux autres paramètres ont aussi leur importance. Il s'agit de :

- L'humidité du végétal au moment de la récolte. De cette humidité à la récolte va dépendre la quantité d'énergie à dépenser pour rendre cette biomasse compatible avec la combustion.
- La teneur en matières minérales. Les matières minérales sont a priori pas ou très peu combustibles. Elles constituent donc un « lest » inutile pour cette combustion.

La teneur en matière sèche à la récolte de chaque variété est donnée pour chacune des 4 parties de la plante dans les tableaux n° 9 et 10 pour l'essai V3 et annexe n° 3 et 4. En considérant que les tiges ont la biomasse la plus forte et la plus difficile à sécher, on s'est focalisé sur celles-ci dans les figures synthétiques n° 9 et 10.

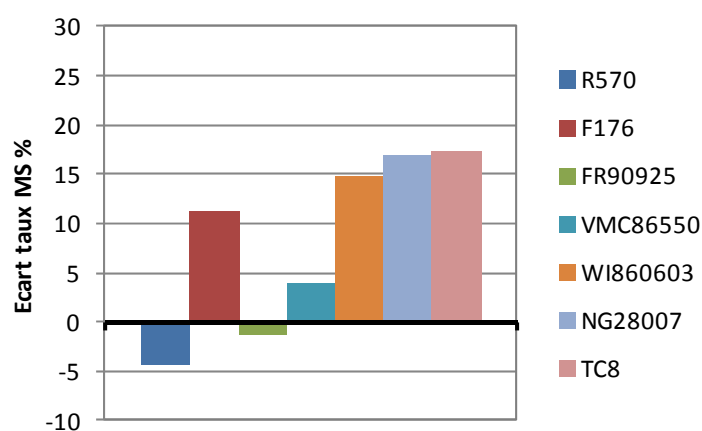


Figure n° 9. Essai V3. Ecart des valeurs de teneur en matière sèche des tiges à la récolte exprimée en % par rapport au témoin R579. Valeurs moyennes obtenues sur une culture âgée de 8 et 12 mois.

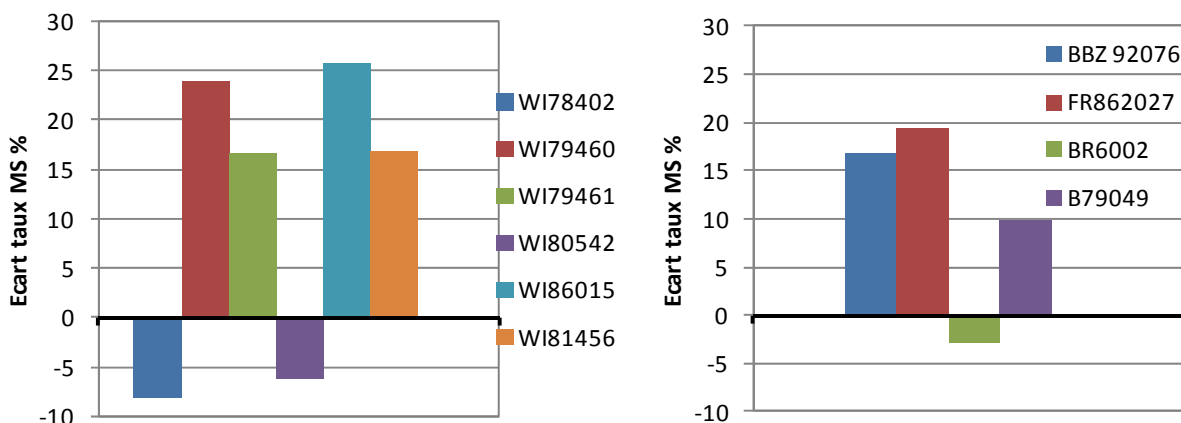


Figure n° 10 Essais V4 (à gauche) et V5 (à droite). Ecarts des valeurs de teneur en matière sèche des tiges à la récolte, exprimée en % par rapport au témoin R579. Valeurs obtenues sur une culture âgée de 8 mois.

La teneur en matières minérales (MM) des variétés, exprimée en pourcentage pondéral de matière sèche figure dans le tableau n°13 pour l'essai V3 et dans les tableaux annexes n° 5 et 6 pour les essais V4 et V5. La teneur en MM des tiges est inférieure à celles des feuilles vertes et des amarres (partie sommitale des plantes) et surtout des feuilles sèches. Il n'y a pas d'écart manifeste d'une variété de canne à sucre à l'autre. En revanche, la variété d'Erianthus testée (NG28007) a une teneur en MM supérieure.

Il est possible d'exprimer la teneur en MM en quantité par m<sup>2</sup>. Ces résultats figurent dans les tableaux n°14, 15 et 16. Les variétés WI introduites paraissent avoir une teneur en matière minérale un peu plus faible que la moyenne. Malgré un rendement légèrement supérieur au témoin, d'environ 10% pour les trois meilleures (figure n° 6), elles ne produisent donc pas plus de MM par m<sup>2</sup> que le témoin, ou avec un écart inférieur à celui de la biomasse totale.

Tableau n° 14 Essai V3. Résultats synthétiques à 8 et à 12 mois liés aux qualités de combustible des cannes à sucre testées. Ecarts en % par rapport au témoin R579, des teneurs en matières sèche des tiges, des PCI et PCS et des teneurs en matières minérales.

Variété	R570	F176	FR90925/MC8655I	WI860603	NG28007	TC8
% de MS tiges à 8 mois	-4	11	-1	4	15	17
PCI MJ/m <sup>2</sup> à 8 mois	-4	-4	4	1	-17	36
MM g/m <sup>2</sup> à 8 mois	-7	-13	-1	-11	-12	15
% de MS tiges à 12 mois	-1	14	13	19	37	16
PCI MJ/m <sup>2</sup> à 12 mois	8	-9	-4	3	-1	-33
MM g/m <sup>2</sup> à 12 mois	18	-5	-3	1	1	12

Tableau n° 15 Essai V4. Résultats synthétiques à 8 mois liés aux qualités de combustible des cannes à sucre testées. Ecarts en % par rapport au témoin R579, des teneurs en matières sèche des tiges, des PCI et PCS et des teneurs en matières minérales.

Variété	WI78402	WI79460	WI79461	WI80542	WI86015	WI81456
MS tiges % à 8 mois	-8	24	17	-6	26	17
PCI kj/m <sup>2</sup> à 8 mois	-35	9	9	-46	-29	12
MM g/m <sup>2</sup> à 8 mois	-13	1	-1	-44	-40	6

Tableau n° 16 Essai V5. Résultats synthétiques à 8 mois liés aux qualités de combustible des cannes à sucre testées. Ecarts en % par rapport au témoin R579, des teneurs en matières sèche des tiges, des PCI et PCS et des teneurs en matières minérales.

Variété	BBZ 92076	FR862027	BR6002	B79049
MS tiges % à 8 mois	17	19	-3	10
PCI kj/m <sup>2</sup> à 8 mois	23	-18	-12	-8
MM g/m <sup>2</sup> à 8 mois	23	1	-17	-21

**Les variétés testées ont, pour la plupart, une humidité des tiges plus faible que celle du témoin. Cet écart peut être supérieur à 15%. Malheureusement la variété WI870603, la plus performante suivant ce critère, ne l'est que moyennement suivant le critère du PCI. L'écart de teneur en matières minérales (MM) est faible d'une variété de canne à sucre à l'autre. En revanche, la variété d'Erianthus testée (NG28007) a une teneur en MM supérieure; c'est pour elle un handicap s'ajoutant à celui du médiocre PCI par m<sup>2</sup>.**

### 5 Relation entre la matière sèche totale de la biomasse et le pouvoir calorifique de celle-ci, par unité de surface de production

Les valeurs de rendement en biomasse sèche aérienne totale (en g/m<sup>2</sup>) actuellement disponibles sur chacune des variétés, ont été mises en relation avec le PCI issu de cette biomasse. Cette relation est très étroite (figure n° 11). A partir d'un jeu de 17 variétés d'origines diverses, dont une du genre Erianthus, plantées à des dates différentes et coupées après 8 ou 12 mois, on peut expliquer 99% de la variabilité du PCI (entre 41 et 115 MJ/m<sup>2</sup>) à partir de la matière sèche de la biomasse obtenue par simple séchage à l'étuve à 85°.

$$\text{PCI (MJ/m}^2\text{)} = 0.0166 \text{ MST (g/m}^2\text{)}$$

$$R^2 = 0.999 \quad N = 28$$

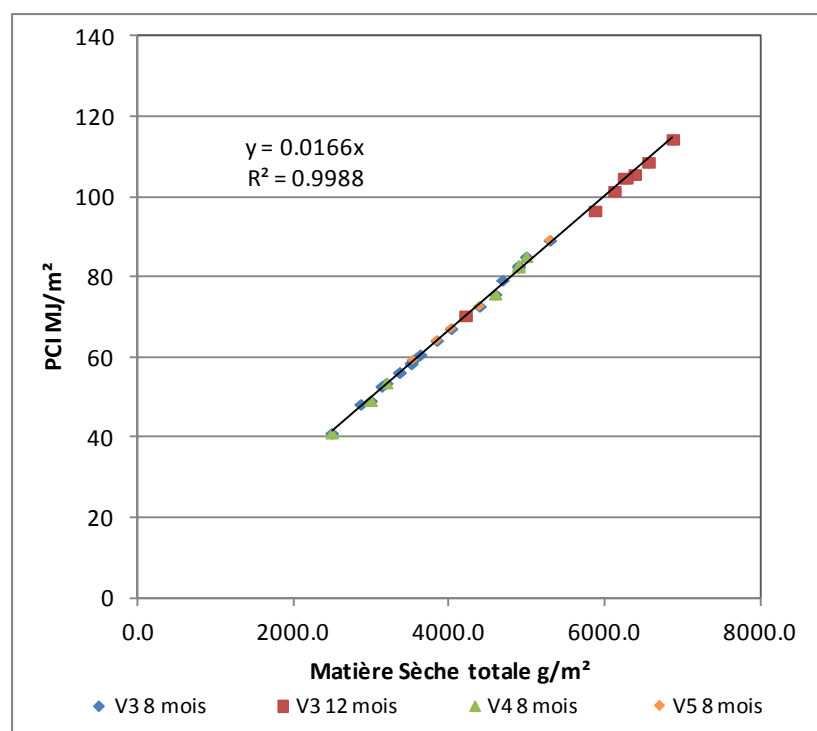


Figure n° 11 Relation entre la biomasse aérienne sèche de la plante (matière sèche totale en g/m<sup>2</sup> et le pouvoir calorifique (PCI en MJ/m<sup>2</sup>).

Ce résultat est conforme à la littérature pour la canne à sucre 17 350 kJ/kg MS (Damien, 2008). Il est aussi en accord avec ce qui vient d'être trouvé à la Réunion, dans le cadre d'une thèse sur trois variétés (dont deux communes R570 et R579) en culture de plantation et en repousse 1, mais seulement à l'âge de 12 mois (Sabatier, 2012). Les résultats obtenus par Sabatier (2012) aboutissent à une relation proche (PCI = 0.015 MST), avec un coefficient de passage (0.015) légèrement inférieur.

**Cette relation simple et stable entre la biomasse sèche totale de la canne à sucre âgée de 8 à 12 mois ouvre la voie à une estimation très simplifiée du pouvoir calorifique des cannes, à partir des seules mesures de la biomasse fraîche et du taux d'humidité d'un échantillon. La méthodologie SPIR serait alors utilisée pour la seule mesure de la teneur en eau des échantillons.**

## 6 Observations diverses en cours de cycle : verse floraison

Des notations de verse et de floraison effectuées sur chaque parcelle de chacun des trois essais variétaux (tableau n°17) permettent de compléter les informations concernant les propriétés principales dans le cadre du projet de PCI/m<sup>2</sup> et de teneur en eau des plantes et en particulier des tiges au champ lors des récoltes. Elles pourront servir lors du classement final pour départager des variétés aux performances proches concernant le PCI et la teneur en eau. La sensibilité à la verse des ces variétés hautes et à forte biomasse, poussant dans un sol souvent très humide, peut en effet, être une contrainte dans la conduite de la culture. Il y a une certaine variabilité dans ces propriétés.

Ces premiers résultats ne peuvent encore conduire à des conclusions car il s'agit, pour les trois essais, de canne en première année de plantation dont le système racinaire est en cours d'implantation. Le comportement en repousse peut être différent. Toutefois, puisque, pour la mise en place de l'essai agronomique A2, il fallait faire un choix des deux meilleures variétés de l'essai V3, avant toute information sur la biomasse et encore moins sur le PCI, la résistance à la verse a été l'un des critères de choix. On a en effet pu, pour cela, se limiter à des appréciations visuelles et à des mesures non destructives.

C'est ainsi que la variété WI870603 a été retenue à côté de la variété TC8 pour sa faible verse et son absence de floraison malgré un développement végétatif visuellement légèrement inférieur.

Tableau n° 17. Notations de floraison et de verse en cours de cycle des trois essais variétaux sur des cannes âgées de 6 à 10 mois environ. Floraison : notation de 0 (aucune floraison sur la parcelle) à 3 (floraison de 50 % de la parcelle ou plus). Verse de 0 (aucune verse) à 3 (verse générale). Déracinement : % de touffes au moins en partie déracinées sur une placette d'observation par parcelle, en novembre, après une forte pluie de 93 mm en 24 h.

V3	R579	R570	F176	FR90925	VMC86550	WI870603	NG28007	TC8
Floraison(0-3)	0.00	2.00	3.00	2.00	2.67	0.00	1.67	3.00
verse ( 0-3)	1.6a	1.7a	1.6a	1.8a	1.1b	0.7c	2a	1.8a

V4	R579	WI78402	WI79460	WI79461	WI80542	WI86015	WI81456
floraison( 0-3)	0.00	2.00	2.33	2.67	0.00	3.00	0.67
verse( 0-3)	1.7a	2a	1a	1.5a	2a	0.7a	1a

V5	R579	BBZ92076	BR62002	B79049	FR862027
Floraison (0-3)	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00
Verse ( 0-3)	3a	2a	3a	3a	0b
Déracinement %	100a	36ab	68a	68a	0b

**Les notations de verse permettent de compléter les mesures de biomasse et de qualité de la biomasse, pour aider à la sélection des meilleures variétés, en prenant en compte pour la verse un élément de choix important pour la conduite de la culture et donc l'acceptabilité par les agriculteurs, il faudra toutefois confirmer ces observations en repousses**

## **7 Comparaison des résultats avec les objectifs affichés dans les documents de soumission du projet de recherche.**

Dans le document de demande de financement du projet, des objectifs d'amélioration des performances des variétés à vocation combustible avaient été annoncés par les concepteurs du projet. Cette situation initiale et les objectifs sont repris dans le tableau n°18.

Tableau n°18 Situation initiale et objectifs visés pour les années n+4 et à n+6, tels que présentés par les concepteurs du projet et premiers résultats sur canne vierge âgée de 12 mois à l'issue de la phase 1 après 2 ans. *(Commentaire : résultats provisoires fondés sur les données du seul essai V3, en attente des résultats des essais V4 et V5)*

	Initial	Objectifs		Résultats n+2 (canne plantée)	
		n+4	n+6	varWI860603	var TC8
Tiges usinables t/ha	100	150	190	138	181
Biomasse totale fraîche t/ha	120	180	212	184	234
Taux de mat sèche sur plante entière %	28	34	40	34	27
Matière sèche totale t/ha	33.6	61.2	84.8	62.6	62.8
Taux fibre sur matière fraîche totale %	14	22	32	22.1	15.3
Production de fibres t/ha	11	33	61	40.8	37.2
Taux de sucre sur tiges usinables %	14	12	8	9.3	9.6
Taux sucre sur matière fraîche totale %				7.2	6.9

Les performances des meilleures variétés identifiées en essai statistique, sur un cycle de 12 mois (essai V3, pour le moment), sont proches, après moins de 2 ans, des objectifs à 4 ans en ce qui concerne la biomasse totale et la production de fibres en t/ha. Il en est de même pour le taux de sucre. Le taux de matière sèche des plantes entières est amélioré sur la variété WI8660603, mais pas sur la variété TC8, la plus performante en termes de biomasse et de PCI. Ces données seront complétées quand les résultats à l'âge de 12 mois des essais V4 (récolté mi avril) et V5 (récolté mi mai) seront disponibles.

**Les résultats obtenus en phase 1 sont conformes aux objectifs fixés dans le projet de recherche.**

### 1 Essai agro1. Etudes des effets des dates de plantation (juin et novembre 2011) et des durées de cycle (8 et 12 mois) sur deux variétés identifiées comme à forte biomasse

#### *Biomasse et matière sèche*

Les résultats obtenus sur cet essai agronomique n'auront de réel intérêt scientifique que lorsqu'ils pourront être évalués 12 mois après plantation et surtout comparés à ceux de l'autre date de plantation effectuée en fin de campagne (novembre) donc en novembre 2012.

Tableau n° 19. Essai Agro1. Mesures de biomasse sur des cannes âgées de 6 mois (décembre 2011). Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05.

Variété		BBZ92076	BR62002
Poids tiges usinables t/ha		41b	63a
Taux matière sèche % (estimation)	Tiges	15b	19a
	Amarres	20a	18a
	F. vertes	24a	23a
Rdt Matière sèche t/ha	Tiges	6.1a	11.8b
	Amarres	5.4a	6a
	F. vertes	1.8b	3.6a
	F. sèches	0.6a	0.1a
	<b>TOTAL</b>	<b>14a</b>	<b>21.5a</b>

Tableau n°20 Essai Agro1. Mesures de biomasse sur des cannes âgées de 8 mois (février 2012) sur les deux traitements avec récolte à 8 mois et récolte à 12 mois. Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05.

Variété		Traitement réc. 8 mois		Traitement rec. 12 mois	
		BBZ92076	BR62002	BBZ92076	BR62002
	Poids tiges usinables t/ha	58a	75a	78a	69a
Taux matière sèche %	Tiges	27a	24ab	28a	21b
	Amarres	23a	21a	25a	22a
	F. vertes	25b	24b	29a	25b
Rdt matière sèche t/ha	Tiges	15.9a	17.4a	21.7a	15.0a
	Amarres	6.0a	5.9a	6.5a	5.8a
	F. vertes	1.8a	2.7a	2.3a	3.1a
	F. sèches	3.2ab	1.9b	5.1a	1.2b
	<b>TOTAL</b>	<b>27a</b>	<b>28a</b>	<b>36a</b>	<b>25a</b>

Six mois après plantation, la variété BR 62002 a une production de matière sèche totale nettement supérieure à celle de BBZ92076 (tableau n° 19) mais, deux mois après, les écarts se sont réduits et ne sont plus statistiquement significatifs (tableau n° 20). Les taux de matière sèche des tiges de la variété BBZ92076 sont légèrement supérieurs à ceux de la variété BR62002 (tableaux n°19 et 20). Les rendements obtenus sur cet essai agronomique sont inférieurs à ceux, très élevés, obtenus sur l'essai variétal V5. En revanche, ils sont comparables à ceux obtenus dans l'essai V2 (Chopart 2011, note scientifique n°2). Une explication pourrait être que le précédent cultural de l'essai V5 était une jachère de plusieurs années, tandis que l'essai agronomique a été implanté immédiatement après une culture de canne à sucre.



Photo n°2 Essai agro1, le 5 avril. Vue partielle de l'essai avec à gauche la date de plantation 2 (en novembre, âgée 4 mois) et à droite la date de plantation 1 (juin) avec au second plan les traitements qui seront récoltés à 12 mois et au premier plan les traitements récoltés à 8 mois en début de repousses

**2 Essai agro 2. Etude des effets et des durées de cycle (8 et 12 mois) pour une plantation en aout 2011 sur deux variétés à forte biomasse et un témoin R579. (Résultats espérés pour le copil)**



Photo n°3 essai agro2 A l'arrière plan vue générale le 5 avril de l'essai planté en août 2012, âgée de 8 mois (au premier plan première multiplication des variétés).



Photo n°4 essai Agro 2 perspective entre deux blocs statistiques le 5 avril (8 mois)

### **Evaluation de la teneur en chlrodécone dans des cannes fibreuses.**

La pollution de l'environnement par la chlrodécone est un problème majeur dans le sud de la Basse-Terre, avec une pollution des sols qui s'inscrit dans le long terme, au moins plusieurs dizaines d'années (Cabidoche et al. 2009). Des travaux scientifiques importants sont en cours, menés par plusieurs organismes de recherche pour cerner le problème et rechercher des solutions. Dans le cadre du programme REBECCA, les études concernant la chlrodécone visent seulement à évaluer :

- (i) la quantité de chlrodécone présente dans les différentes parties de la plante, avec évaluation de la fluctuation éventuelle en fonction des variétés et de l'âge de la plante. Il faudra, in fine, qu'il y ait le moins possible de CLD présente dans la biomasse brûlée
- (ii) le devenir de la chlrodécone lors de la combustion de la biomasse.

Le point (i), qui relève de l'agronomie et de l'écophysiologie, est sous la responsabilité directe du chef de programme, agronome. Le point (ii), qui relève de la chimie et de procédés industriels est traité par l'UR CIRAD de Sylvie Mouras.

Les études concernant le point 1 ont eu lieu sur deux des essais variétaux dont la teneur du sol en chlrodécone a été mesurée:

- V3. Les mesures ont eu lieu en août 2011 (8 mois) et en décembre 2011 (12 mois) sur 3 traitements: un témoin local R579 et les deux meilleures variétés identifiées en début de cycle (TC8, F176)
- V4 Les mesures ont eu lieu en décembre 2011 (8 mois), février 2012 (10 mois) et avril (12 mois), sur trois traitements un témoin local (R579) et les deux meilleures variétés identifiées en début de cycle WI 86015 et WI81456.

Pour les mesures à 8 et à 12 mois, les parties de la plante prélevées comprennent 6 parties de la plante : 4 de tiges aériennes (entre-nœuds 1 à 5, 6 à 10, 11 à 20, >20), 1 de tige souterraine, 1 de racines proches des tiges. A 10 mois, il a été procédé à une focalisation sur la partie souterraine de la culture avec des mesures sur les racines à plusieurs distances de la ligne.

#### *Résultats exprimés en concentration par unité de poids sec*

Les teneurs en chlrodécone sur l'essai V3 et V4 à 8 mois et sur l'essai V3 à 12 mois, figurent dans les tableaux n° 21 et 22. La teneur en chlrodécone du sol des deux essais est élevée et représentative des concentrations rencontrées dans les sols de la zone concernée par le programme (tableaux n° 21 et 22). La concentration un peu plus forte mesurée sur l'essai V4 ne se répercute pas de façon proportionnelle dans les racines et dans les parties aériennes. Ceci peut s'expliquer par la variabilité naturelle des teneurs en CLD dans le sol et par la grande extension latérale du système racinaire dans le sol (quelques mètres), qui absorbe donc de la CLD dans un volume de sol bien supérieur à celui des prélèvements de sol.

Les différences de concentrations en CLD entre variétés devront être examinées avec prudence.

Il existe un très fort gradient de concentration en CLD entre les racines et les parties supérieures des tiges. A l'âge de 8 mois, la concentration en chlrodécone dans les parties souterraines des tiges est située entre 15 (V4) et à 55 fois (V3) supérieure à celle des premiers entre-nœuds aériens



(entre-nœuds 1 à 5). Les racines concentrent donc une teneur en chlordécone environ dix fois supérieure à celle des tiges souterraines avec une valeur d'environ 7 à 9 mg/kg, cette valeur est légèrement inférieure à celle d'environ 15 mg/kg, trouvée en pots à la Martinique (Lesueur-Jannoyer et al 2011). Les conditions artificielles de culture peuvent expliquer la différence. Dans les tiges aériennes, la chlordécone reste localisée dans les premiers entre-nœuds (1 à 5), c'est à dire sur 80 à 100 centimètres. Au dessus de l'entre-nœud n° 5, les teneurs sont faibles et fluctuantes.

Il y a donc un gradient extrêmement fort de concentration de CLD entre les racines, qui absorbent et stockent la CLD, et la partie basse des tiges (entre 200 et 500).

Tableau 21. Teneurs en Chlordécone en µg/Kg de poids sec dans différentes parties de la plante sur l'essai V3 à 8 mois et 12 mois. Les chiffres d'une même ligne suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05.

		R579	TC8	F176	moyenne
Sol (0-20 cm)	8 mois	7087(a)	5963(a)	6233(a)	6428
Racines (0-20 cm)	8 mois	10565(a)	8951(a)	6136(a)	8551
	12 mois	12574(a)	10089(a)	8491(a)	10385
Tiges souterraines	8 mois	814(a)	955(a)	875(a)	881
	12 mois	797(a)	450(a)	569(a)	605
Tiges aériennes entre-nœuds 1-5	8 mois	10(a)	23(a)	14(a)	16
	12 mois	57(a)	44(a)	77(a)	59
Tiges aériennes entre-nœuds 6-10	8 mois	1,0(a)	2,0(a)	2,7(a)	1,9
	12 mois	5,3(a)	5,0(a)	2,0(a)	4,1
Tiges aériennes entre-nœuds 11-20	8 mois	1,3(a)	2,3(a)	4,0(a)	2,6
	12 mois	2,0(a)	7,0(a)	1,7(a)	3,6

Tableau n°22. Teneurs en Chlordécone en µg/Kg de poids sec dans différentes parties de la plante sur l'essai V4 à 8 mois. Les chiffres d'une même ligne suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents suivant le test de Newman-Keuls au seuil de 0.05.

	R579	WI86015	WI81456	moyenne
Sol (0-20 cm)	9816,7(b)	12140,0(a)	11420,0(a)	11125,6
Racines (0-20 cm)	9092,0	7389,0	7992,0	8157,7
Tiges souterraines	599,0(a)	441,0(a)	541,0(a)	527,0
Tiges aériennes entre-nœuds 1-5	27,7(a)	35,0(a)	44,7(a)	35,8
Tiges aériennes entre-nœuds 6-10	2,3(a)	4,7(a)(b)	6,3(b)	4,4
Tiges aériennes entre-nœuds 11-20	6,0(a)	8,7(a)	8,3(a)	7,7

A l'âge de huit mois, il n'existe pas d'écart marqué de concentration en CLD d'une variété à l'autre dans les parties souterraines de la plante. Concernant les tiges aériennes, il n'y a pas non plus de différence statistiquement significative entre les variétés, excepté pour la variété W81456. Celle-ci, dans la partie centrale de ses tiges (entre-nœuds 6-10), possède une concentration en CLD significativement supérieure à celle du témoin R579 (tableau n° 22). Même si les

différences ne sont pas significatives, les concentrations en CLD du témoin R579 sont systématiquement inférieures à celles des variétés testées, les écarts peuvent être importants. Cette teneur en CLD, apparemment un peu supérieure sur les variétés testées à celle du témoin est surprenante. En effet, d'après certains auteurs (Lesueur-Jannoyer et al 2011), il semblerait que, plus la teneur en fibres de la plante est grande, plus la CLD est retenue dans les parties basses. Or, les quatre variétés testées ont un taux de fibres supérieur à celui de la R579 (tableau n°10, tableau annexe n°1).

A l'âge de 12 mois, la teneur en CLD des racines de l'essai V3, n'est que très légèrement supérieure à celle observée à 8 mois. En revanche, il y a une diminution de la concentration en CLD de la partie souterraine des tiges des deux variétés testées, compensée par une augmentation de la concentration en CLD dans les premiers entre-nœuds aériens. Il semble exister également une concentration plus élevée en CLD dans les entre-nœuds supérieurs de la tige. Les faibles valeurs de CLD dans les parties supérieures des tiges rendent les résultats difficiles à analyser.

Il semble toutefois exister, au cours de la période comprise entre 8 et 12 mois, une certaine redistribution de la CLD le long des tiges, la concentration dans les racines restant, elle, plus ou moins constante.

Ces résultats obtenus sur l'essai V3 devront être confirmés ou non par ceux de l'essai V4 (en cours).

Une étude assez proche a été menée à la Martinique. Mais la comparaison des résultats n'est pas simple, car les résultats de la Martinique sont exprimés en taux de matière fraîche et les évaluations de la partie basse de la tige ont été faites sur le premier tiers de la tige. Les valeurs publiées (Jannoyer et al, 2011) font état d'une fluctuation de 1 à 100 µg/kg de matière fraîche dans le premier tiers des tiges et de concentrations de moins de 1 µg/kg de matière fraîche pour la partie supérieure de la tige. En tenant compte de ces différences, les résultats du programme REBECCA ne sont donc pas contradictoires avec ceux obtenus à la Martinique.

Les résultats les plus innovants obtenus concernent la concentration de CLD dans la partie souterraine des tiges et les racines. Les teneurs en CLD des racines sont même supérieures à celles du sol environnant, les deux étant exprimés en µg de CLD par kg de matière sèche. Les racines vivantes ont une humidité de plus de 80 %, ce qui diminue, in situ, leur concentration au contact du sol humide, mais le gradient dans la plante reste spectaculaire.

#### *Résultats exprimés en quantité par unité de surface cultivée*

L'examen des quantités de CLD exprimées en poids de CLD par unité de surface de culture (figure n°11) visent à mieux cerner les risques environnementaux liés à cette molécule. Elles sont obtenues à partir des concentrations par unité de biomasse et de la biomasse par m<sup>2</sup>. Pour les racines, on a transposé, à 8 mois, des valeurs obtenues à 10 mois sur l'essai V4.

Bien que la biomasse des racines soit nettement inférieure à celles des parties aériennes, la quantité de CLD localisée dans les racines d'une culture de canne à sucre, environ 25g/ha, est très nettement supérieure à celle très faible située dans les tiges aériennes (environ 0.036 g/ha). Les tiges souterraines, où se trouvent les tous premiers nœuds et où les racines sont principalement connectées à la plante, concentrent environ 1g de CLD par ha de culture.

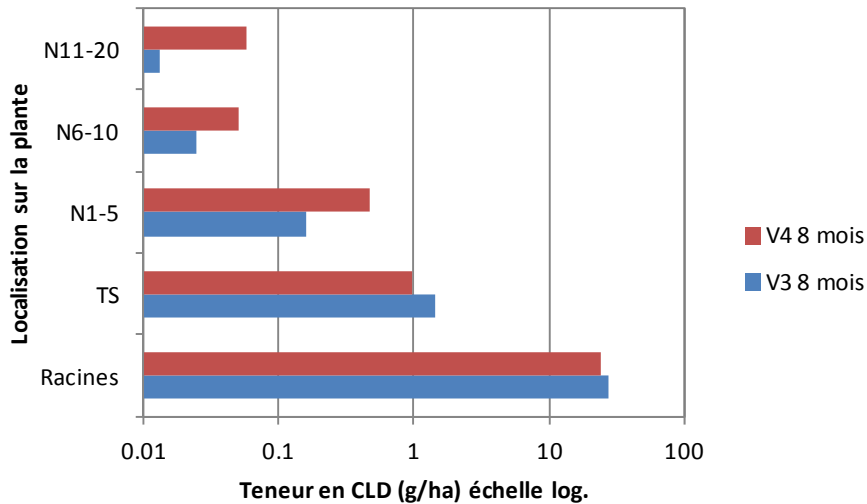


Figure n° 11. Essais V3 et V4. Teneurs en chlordécone (en g/ha, échelle logarithmique) dans différentes parties de la plante sur des cannes âgées de 8 mois

**Les racines concentrent une teneur en chlordécone (CLD) environ dix fois supérieure à celle des tiges souterraines dont la teneur en CLD est, elle, entre 40 à 100 fois supérieure à celle des premiers entre-nœuds aériens. Il y a donc un très fort gradient de concentration entre les racines, qui absorbent et stockent la CLD, et les parties aériennes. Ce très fort gradient, se retrouve en exprimant les résultats en g/ha de culture. Ces résultats, nouveaux concernant les racines, ouvrent la voie à une compréhension, puis une modélisation du transfert de la CLD dans le système sol-eau-plante.**

## Synthèse des résultats et perspectives découlant de ceux-ci.

Les résultats présentés relatifs aux travaux de la seconde année de la phase 1 ont bénéficié des actions de l'année 1. Il y a eu, à partir de juin 2011, un travail lourd de mise en place d'expérimentations agronomiques, dont la durée est au minimum de 2 ans et demi.

A l'issue de la phase 1, les résultats, obtenus en canne de plantation, permettent de faire émerger 5 à 6 variétés ayant des performances globalement conformes aux objectifs du projet, parmi 34 au départ. Tous les résultats de la phase 1 serviront de socle aux travaux de la phase 2.

Selon de très bonnes probabilités, à la fin de celle-ci, il sera, entre autre, possible de :

- sélectionner 3 ou 4 variétés de canne combustible, à partir des résultats (i) des essais mis en place en phase 1 et en repousses 1 et 2 en phase 2, (ii) de nouveaux dispositifs à mettre en place en phase, et de connaître leurs performances et les propriétés de la biomasse.
- calculer facilement et localement le pouvoir calorifique (PCI et PCS) de cette biomasse et de sa fluctuation spatio-temporelle en fonction des variétés, des modes de conduite de la culture (durée de cycle) du climat, etc.
- proposer des systèmes de culture adaptés à une production échelonnée presque toute l'année, à partir des résultats de 3 essais agronomiques, implantés en milieu de phase 1 et en début de phase 2 et du climat local, mais aussi en compléments, des essais variétaux, avec un recours à une modélisation fonctionnelle s'appuyant sur les résultats expérimentaux du programme.
- adapter la récolte en fonction des gradients de concentration en CLD dans les tiges en année de plantation (phase 1) et en repousses (phase 2)
- disposer de boutures des meilleures variétés, pour une multiplication à plus grande échelle.

Ces résultats de la phase 1, comme ceux, espérés de la phase 2, ne concernent et ne concerneront que la région où les travaux auront été menés, conformément au périmètre du programme REBECCA, c'est-à-dire le sud de la Basse-Terre, en climat humide et sur sols issus de roches volcaniques.

## Références bibliographiques citées

Cabidoche Y.M., Achard A., Cattan P., Clermont-Dauphin C., Massat F., Sansoulet J. 2009. Long term pollution by chlordecone of tropical volcanic soils of the French West Indies. A simple leaching model accounts for current residue. *Environmental Pollution* 1697-1705.

Damien A, 2008, La biomasse énergie : Définitions, ressources, usages, Edition DUNOD

Lesueur-Jannoyer M., Carles C., Michel S., 2011. Contamination de la canne à sucre et des sous produits par la chlordécone. Note PRAM, CIRAD Martinique, 15 p

Knezevi D., van Swaaij P.M., Kersten S.R.A., 2009. Hydrothermal conversion of biomass: I glucose conversion in hot compressed water; *Ind. Eng. Chem. Res.* 48, 4731-4743

Sabatier D. 2012 Influence des facteurs agro-climatiques sur les modalités d'allocation de la biomasse produite aux différentes composantes lignocellulosiques des structures de la canne à sucre. Thèse Univ. Paris-Tech agro Paris Tech., 230 p.

## Annexes

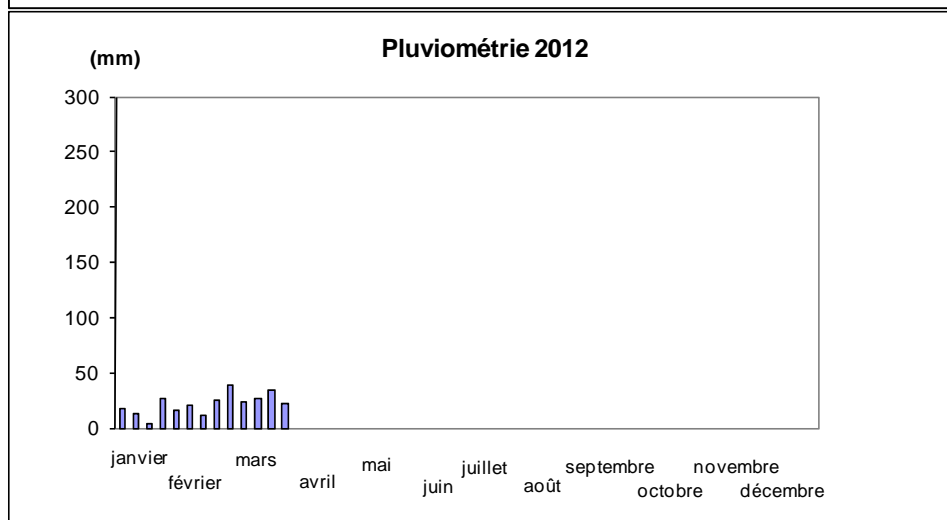
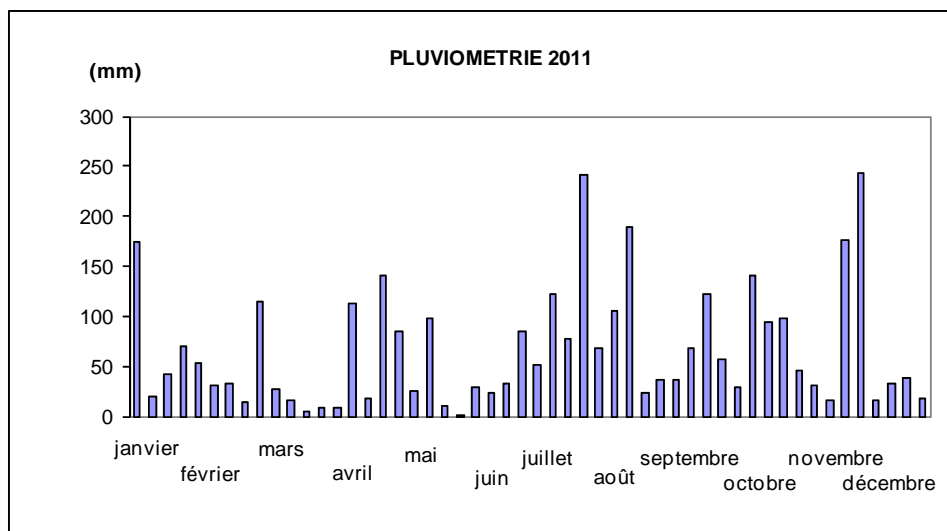


Figure annexe 1 Pluviosité en 2011 et en 2012 sur le site du Fromager (en mm cumulés par semaine)

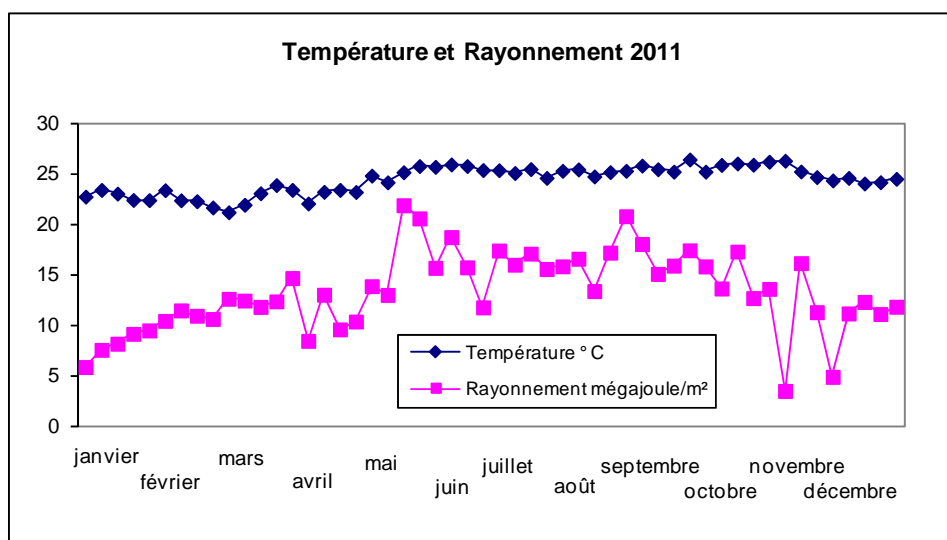


Figure annexe 2 Température et rayonnement sur le site du fromager en 2011

Tableau annexe n°1 Essai V4. Résultats à 8 mois des teneurs en fibres de quatre catégories de parties aériennes en % de la matière sèche.

Variété		R579	WI78402	WI79460	WI79461	WI80542	WI86015	WI81456
Hémicellulose %	Amarres	31	31	32	31	31	32	33
	F.sèches	32	31	31	30	32	32	33
	F.verttes	31	32	33	33	32	33	34
	Tiges	15	19	17	17	19	16	20
Cellulose %	Amarres	36	37	37	37	38	36	37
	F.sèches	40	44	41	42	41	39	40
	F.verttes	37	39	38	36	37	34	37
	Tiges	25	38	34	34	36	31	39
Lignine %	Amarres	5	6	6	6	6	6	6
	F.sèches	7	8	9	8	8	8	8
	F.verttes	6	6	7	6	6	6	6
	Tiges	6	10	9	9	9	8	11
Matières Minérales %	Amarres	10	10	8	9	9	8	9
	F.sèches	12	12	9	10	10	9	11
	F.verttes	11	13	9	12	10	9	10
	Tiges	4	7	5	4	5	4	4
Sucres %	Amarres	5	3	4	6	3	5	3
	F.sèches	2	0	1	1	1	0	0
	F.verttes	3	1	1	1	2	5	0
	Tiges	40	16	24	25	22	28	15

Tableau annexe n°2 Essai V5. Résultats à 8 mois des teneurs en fibres des quatre types de parties aériennes la canne à sucre en % de la matière sèche.

Variété		R579	BBZ 92076	FR862027	BR6002	B79049
Hémicellulose %	Amarres	31	32	32	30	31
	F.sèches	32	30	31	29	31
	F.verttes	31	33	32	31	32
	Tiges	15	18	22	15	16
Cellulose %	Amarres	37	37	39	37	38
	F.sèches	39	41	43	40	42
	F.verttes	35	37	38	38	37
	Tiges	24	37	39	25	26
Lignine %	Amarres	5	6	6	6	6
	F.sèches	6	9	8	8	8
	F.verttes	5	6	6	6	6
	Tiges	5	9	9	5	6
Matières Minérales %	Amarres	8	9	9	8	8
	F.sèches	12	8	9	10	9
	F.verttes	11	9	10	9	10
	Tiges	4	4	5	3	3
Sucres %	Amarres	7	4	4	8	8
	F.sèches	1	3	2	5	9
	F.verttes	5	2	3	5	10
	Tiges	43	24	18	37	3

Tableau annexe n° 3.Essai V4. Résultats à 8 mois du pouvoir calorifique des quatre types de parties aériennes la canne à sucre en KJ/g.

Variété		R579	WI78402	WI79460	WI79461	WI80542	WI86015	WI81456
PCI kj/g	Amarres	16.48	16.62	16.86	16.65	16.76	16.92	16.70
	F.sèches	15.87	16.01	16.70	16.40	16.23	16.78	16.24
	F.verttes	16.45	16.25	16.76	16.49	16.51	17.03	16.63
	Tiges	16.41	16.83	16.71	16.80	16.77	16.78	16.95
PCS kj/g	Amarres	17.62	17.76	18.02	17.80	17.91	18.10	17.85
	F.sèches	17.00	17.14	17.87	17.56	17.37	17.95	17.39
	F.verttes	17.59	17.37	17.91	17.63	17.64	18.19	17.77
	Tiges	17.64	18.02	17.93	18.02	17.98	18.00	18.17

Tableau annexe n° 4. Essai V5. Résultats à 8 mois du pouvoir calorifique des quatre types de parties aériennes la canne à sucre en KJ/g.

Variété		R579	BBZ 92076	FR862027	BR6002	B79049
PCI kj/g	Amarres	16.60	16.92	16.83	16.76	16.70
	F.sèches	15.98	16.64	16.49	16.42	16.29
	F.vertes	16.32	16.78	16.71	16.72	16.53
	Tiges	16.57	16.85	16.70	16.62	16.67
PCS kj/g	Amarres	17.76	18.08	17.99	17.93	17.87
	F.sèches	17.12	17.81	17.66	17.57	17.45
	F.vertes	17.46	17.93	17.86	17.87	17.69
	Tiges	17.80	18.07	17.90	17.85	17.91

Tableau n° 5. Essai V4 à 8 mois. Résultats synthétiques liés aux qualités de combustible des cannes à sucre testées. Rappels des teneurs en matières sèches des tiges (MS Tiges, en % de la matière fraîche à la récolte) Valeurs par m<sup>2</sup> des PCI et PCS (MJ/m<sup>2</sup>) et des quantités de matière minérales (g/m<sup>2</sup>) des plantes entières.

Variété	R579	WI78402	WI79460	WI79461	WI80542	WI86015	WI81456
MS tiges % à 8 mois	21b	19b	26a	24a	19b	26a	24a
MS tiges % à 12 mois							
PCI kj/m <sup>2</sup> à 8 mois	75.7a	49.1b	82.8a	82.4a	41.b	53.5b	85.0a
PCI kj/m <sup>2</sup> à 12 mois							
PCS kj/m <sup>2</sup> à 8 mois	81.2a	52.6b	88.8a	88.3a	44.0b	57.4b	91.1b
PCS kj/m <sup>2</sup> à 12 mois							
MM g/m <sup>2</sup> à 8 mois	303a	262a	306a	300a	170b	183b	321a
MM g/m <sup>2</sup> à 12 mois							

Tableau n° 6 ; Essai V5 à 8 mois. Résultats synthétiques liés aux qualités de combustible des cannes à sucre testées. Rappels des teneurs en matière sèche des tiges (MS Tiges, en % de la matière fraîche à la récolte). Valeurs par m<sup>2</sup> des PCI et PCS (MJ/m<sup>2</sup>) et des quantités de matière minérales (g/m<sup>2</sup>) des plantes entières

Variété	R579	BBZ 92076	FR862027	BR6002	B79049
MS tiges % à 8 mois	22a	26a	26.a	21a	24a
MS tiges % à 12 mois					
PCI kj/m <sup>2</sup> à 8 mois	72.7a	89.1a	59.3a	64.1a	67.1a
PCI kj/m <sup>2</sup> à 12 mois					
PCS kj/m <sup>2</sup> à 8 mois	78a	95.5a	63.5a	68.8a	72a
PCS kj/m <sup>2</sup> à 12 mois					
MM g/m <sup>2</sup> à 8 mois	238a	294a	241a	197a	189a
MM g/m <sup>2</sup> à 12 mois					