

RAPPORT DE SYNTHÈSE DU PROJET MAGECAR

Magecar = Expérimentation agronomique
sur les Méthodes Alternatives de désherbage et de Gestion
des Enherbements de la Canne à sucre à La Réunion.



Durée 2,5 ans (30 mois de juillet 2010 à décembre 2012)
Porteur Daniel Marion, chercheur Cirad, eRcane, 97490 La Bretagne

Maxime Chaballier
Daniel Marion

Décembre 2013

RESUME

Rapport d'essais du projet Magecar de réduction des herbicides en culture de canne à sucre Campagnes cannières de 2010-2011 et 2011-2012

La lutte contre les mauvaises herbes est un problème majeur en culture de canne à sucre. La diversité des sols, des climats, des espèces de mauvaises herbes rencontrées, la durée de la campagne, sont des contraintes de conduite des exploitations qui concourent à des situations d'enherbement très variables à La Réunion. Face à cette diversité de situations, la mise au point de méthodes de lutte alternative requiert du temps, mais l'emploi de techniques alternatives pour la maîtrise de l'enherbement conduira progressivement vers des itinéraires plus respectueux de l'environnement.

Parmi ces techniques, le faux-semis et le paillage sont déjà des pratiques d'un usage occasionnel pour la première, généralisé pour la seconde. Afin d'élargir le recours à d'autres techniques de lutte respectueuses de l'environnement, des travaux ont été engagés dans le cadre du projet Magecar:

- la gestion différenciée de l'enherbement ligne de canne *vs* interligne ;
- le semis d'une légumineuse dans l'interrang de canne ;
- une étude pour une meilleure compréhension de l'effet du paillis, et l'intérêt ou non de compléter son effet sur un enherbement potentiel par des interventions complémentaires (herbicide, fauchage, semis de légumineuses...).

Les premiers résultats pour répondre à la difficulté de toutes les situations d'enherbement rencontrées, semblent aboutir à un équilibre entre lutte chimique et lutte alternative, tout en privilégiant cette dernière avec des messages aux planteurs pour :

- développer l'emploi de méthodes alternatives déjà mises en œuvre, tels que le faux-semis, le sarclage mécanique interrang, l'arrachage manuel de souches de mauvaises herbes comme *Panicum maximum*, *Rottboellia cochinchinensis* ;
- appliquer des traitements herbicides plus précoces : prélevée, postlevée précoce, afin d'éviter des pertes de rendement;
- combiner ces techniques et celles qui seront mises au point.

A ce jour, les premiers résultats sont prometteur, l'augmentation des rendements avec l'utilisation de légumineuses en interrang tout en diminuant les IFTH, une meilleure compréhension des pertes de rendements en fonctions des pratiques de désherbages (prélevée sur paillis, postlevée précoce, postlevée tardif,...), l'acquisition de références sur des désherbage plus ou moins retardés des interlignes les lignes étant maintenues propres, et l'obtention de bonnes efficacités de désherbages avec des pratiques mécanisables tel que la fauche ou le sarclage. Cependant, il reste encore beaucoup de travail pour mieux maîtriser les différentes pratiques et leurs combinaisons puis les adapter et les vérifier sur diverses situations présentes sur l'île.

RAPPORT DE SYNTHESE DU PROJET MAGECAR

TABLE DES MATIERES

1	Contexte.....	1
2	Objectifs de Magecar.....	1
3	Moyens, financements et partenaires	2
3.1	Moyens humains	2
3.2	Financements	2
3.3	Partenaires.....	2
4	Itinéraire technique de la canne.....	3
5	Actions réalisées pour la mise en place du projet	4
6	Les essais techniques et méthodologiques.....	4
6.1	Tests de buses.....	4
6.2	Multiplication de légumineuses	6
6.3	Le rouleau à cornières	9
6.4	Colorant de traitements.....	10
6.5	Sélectivité d’herbicides de prélevée canne à sucre sur semis de légumineuses	11
7	Les essais agronomiques en station (Action 1).....	13
7.1	Les principales mesures réalisées.....	13
7.2	Essais de quantification de l’effet désherbant du paillis.....	14
7.3	Nuisibilité différentielle des enherbements ligne/interligne.....	18
7.4	Essai d’itinéraires de désherbage avec travail du sol ou fauchage.....	25
7.5	Essais d’interculture de légumineuses en plantation.....	29
8	Essais chez les planteurs (Action 2).....	34
8.1	Les essais « agripaille »	34
8.2	Localisation et identification des essais « agripaille »	34
8.3	Modalités testées	35
8.4	Dispositif.....	35
8.5	Résultats.....	35
8.6	Les essais à trois niveaux de paillis.....	44
9	Les actions de communication (Action 3).....	46
9.1	Documents écrits	46
9.2	Visites terrain et actions de communication	46
9.3	Echange et co-construction avec d’autres structures (autres que le Cirad)	46
10	Poursuite du projet dans le cadre du projet dephy expe canne	46
11	Bilan et évaluation du programme	47
	Bibliographie.....	54

AVANT-PROPOS

De sa conception à sa réalisation, ce projet a été conduit en étroite collaboration avec José Martin, agronome-malherbologue du Cirad et co-porteur du projet.

Magecar a bénéficié d'un co-financement Feader, Odeadom complété d'un financement assuré par Tereos Océan Indien.

L'appui des services de la DAAF nous a été précieux dans ses différentes phases.

Sur le terrain les travaux ont pu être conduits grâce aux agents d'eRcane, qui ont reçu pour la réalisation de tâches lourdes (mise en place des essais, récolte, mesures occasionnelles) l'appui des techniciens du service expérimentation agronomique du CTICS et occasionnellement de techniciens du Cirad.

DEFINITION DES SIGLES

BPA : Bonnes Pratiques Agricoles

BSES : Bureau of Sugar Experiment Station (Centre de recherche sur la canne à sucre en Australie)

Cirad : Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

CTCS : Centre Technique de la Canne et du Sucre

CTICS : Centre Technique Interprofessionnel de la Canne et du Sucre

Feader : Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural en Rhône-Alpes

MAC : Mois Après Coupe

MAP : Mois Après Plantation

Odeadom : Office de Développement de l'Économie Agricole des Départements d'Outre-Mer

TA : Témoin Adjacent, parcelles juxtaposées aux modalités et gérées différemment pour mesurer et tenir compte de la répartition des parcelles dans l'espace

TP : Témoin Partagé, parcelle entre deux modalités au sein d'un même bloc. Le TP peut être un témoin enherbé

UFR : Unité de Formation et de Recherche

ZNP : Zone Non Paillée

ZP : Zone Paillée

RAPPORT DE SYNTHÈSE DU PROJET MAGECAR

1 CONTEXTE

A la suite du Grenelle de l'Environnement, dans le cadre des réflexions relatives au plan ECOPHYTO DOM 2018, l'enherbement de la canne à sucre a été classé comme premier problème phytosanitaire à La Réunion. En effet, si aucun produit phytosanitaire n'est utilisé contre les maladies, exceptionnellement contre les insectes, les itinéraires techniques en usage requièrent des traitements herbicides représentant un IFTH (Indice de fréquence de traitement herbicide) de 3,1 (Martin *et al.*, 2012).

En 2009, Lebreton *et al.* estimaient que l'usage de ces herbicides par les planteurs était cependant améliorable ; une évolution qui s'accompagnerait alors d'une baisse de leur consommation et de ce fait d'un impact sanitaire et environnemental positif.

Cependant, si des marges de progrès sont envisageables, l'intensité des actions pour lutter contre les mauvaises herbes reste toutefois très dépendante :

- des conditions du milieu, climat, sol et altitude ;
- des itinéraires techniques adoptés ;
- et, occasionnellement des précédents culturels, sources de variations dans le type et la dynamique des enherbements.

La maîtrise des adventices concerne principalement les premiers mois de croissance de la canne, avant la couverture totale du sol par son feuillage. Au-delà, leur concurrence n'a pratiquement plus d'incidence sur le rendement, sauf en présence d'espèces lianescentes.

La durée potentielle de cette concurrence dépend donc de la vitesse de croissance de la canne, de sa levée à sa couverture totale du sol. Cette durée varie avec :

- le climat (température, humidité, ensoleillement) ;
- la vigueur de la variété ;
- la satisfaction de ses besoins hydriques, zone pluvieuse ou non, irrigation ou culture pluviale.

A Trinidad, Lamusse (1965) situe la période critique en matière de compétition de la 6^{ème} à la 12^{ème} semaine qui suivent la plantation, la baisse de rendement en cas de compétition pouvant atteindre 40 %. D'essais conduits en Côte d'Ivoire, il ressort que la production d'un champ de canne est peu affectée (perte de 5 %) par un enherbement s'il est maîtrisé au plus tard le premier mois de culture, ou par des mauvaises herbes qui se développeraient sur une parcelle maintenue propre jusqu'à l'âge de trois mois (Marion *et al.*, 1991). Outre ces effets sur le tonnage, des essais ont montré l'effet dépressif d'un mauvais désherbage sur la richesse en sucre des cannes (Almond *et al.*, 1955).

En repousse, les problèmes de désherbage sont normalement moindres en raison :

- d'une couverture plus rapide du sol par les cannes ;
- de l'effet herbistatique du paillis laissé par une récolte en vert.

2 OBJECTIFS DE MAGECAR

Le projet doit contribuer à générer par expérimentation des méthodes alternatives de désherbage et de gestion des enherbements appropriables par les planteurs de canne pour rendre les exploitations cannières moins dépendantes des herbicides tout en préservant ou renforçant leur rentabilité et leur durabilité.

3 MOYENS, FINANCEMENTS ET PARTENAIRES

3.1 Moyens humains

L'équipe comprenait :

- un ingénieur agronome¹ à temps partiel;
- un ingénieur agricole ;
- un technicien agricole ;
- trois ouvriers.

En complément, un étudiant, puis une étudiante de la licence professionnelle « **agriculture et développement durable en milieu tropical et insulaire** » de l'UFR sciences et technologies *Saint-Denis* ont été accueillis par le projet.

3.2 Financements

Des aides provenant de l'Union européenne (Feader; 90 %) et de l'Odeadom (10 %) ont contribué au financement du projet. Un financement complémentaire a été apporté par eRcane.

3.3 Partenaires

Tableau 1: Noms et organismes des partenaires du projet

Nom / Prénom	Organisme	Fonction	Type partenariat	Commentaire
Esther Jean-JO	Cirad (2010/11)	Technicien	Scientifique	eRcane (2012)
Fillols Emilie	BSES	Malherbologue	Scientifique	Australie
Grossard Frédy	CTCS	Responsable expérimentatio	Scientifique	Guadeloupe
Grolleau Olivier	CTCS	-	Scientifique	Martinique
Jean-Baptiste Isabelle	CTCS	-	Scientifique	Martinique
Letourmy Philippe	Cirad	Chercheur biométrie	Scientifique	Montpellier
Marnotte Pascal	Cirad	Malherbologue	Scientifique	Bénin
Martin José	Cirad	Malherbologue	Scientifique	Co-porteur
Techniciens	CTICS	-	Technique	Réunion
Tereos-OI		Techniciens	Technique	Réunion
Chambre agriculture		Techniciens	Technique	Réunion

¹ Chercheur du Cirad affecté à eRcane dans le cadre d'une convention entre les deux instituts.

4 ITINERAIRE TECHNIQUE DE LA CANNE

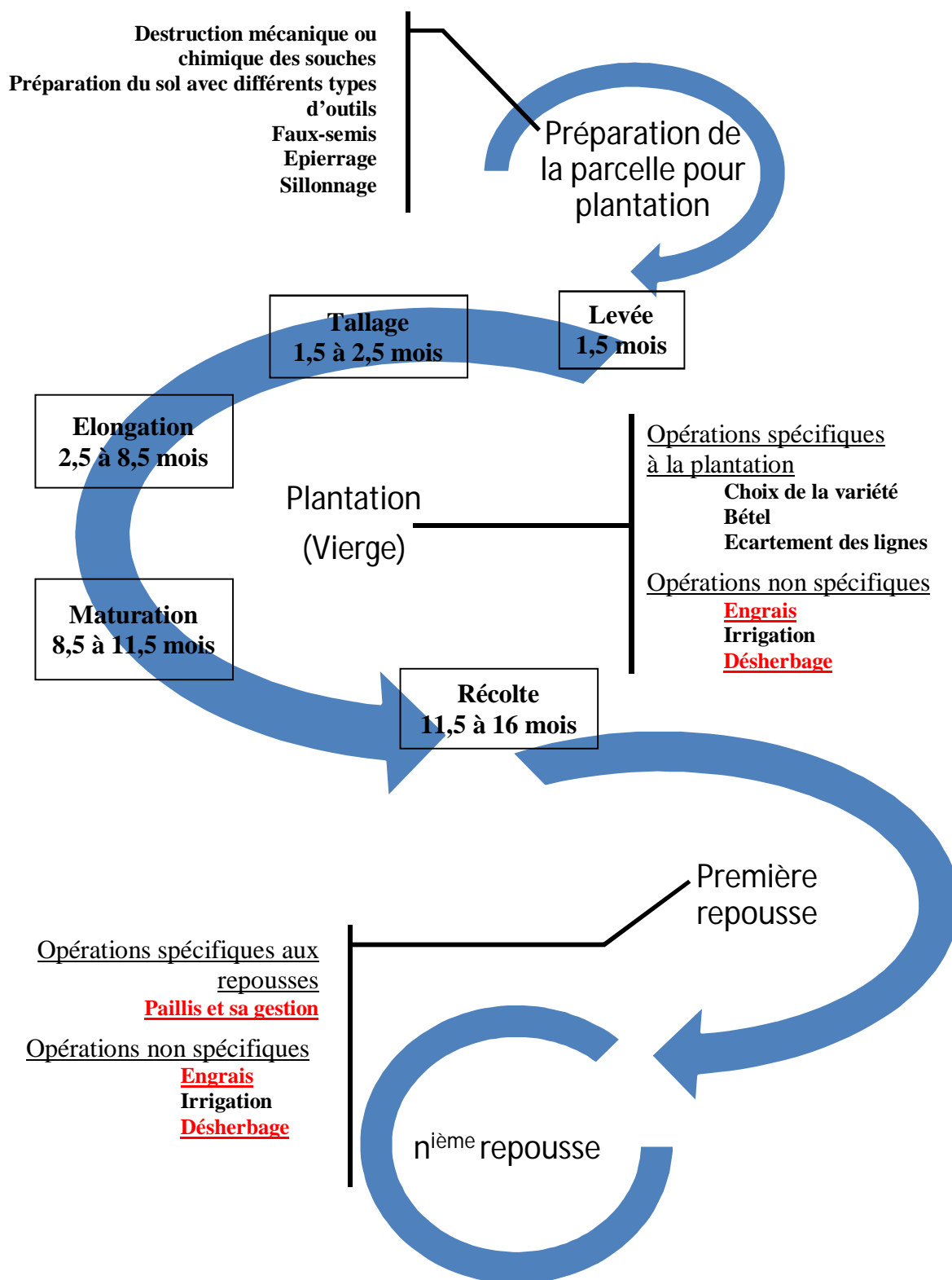


Figure 1 : Principales étapes de l'itinéraire d'une culture de canne à sucre (en rouge les étapes sur lesquelles sont construites les actions du programme)

5 ACTIONS REALISEES POUR LA MISE EN PLACE DU PROJET

Pour répondre aux objectifs du programme définis dans la convention de financement du projet Magecar, des travaux ont été conduits en stations expérimentales et chez des planteurs de canne.

Action 1 – En station, élaboration d'un référentiel quantitatif sur des méthodes alternatives de gestion des enherbements en canne vierge et repousses :

- essai de nuisibilité différentielle des enherbements ligne/interligne, en plantation et repousse ;
- essai d'itinéraires de désherbage avec travail du sol (sarco-binage) ou fauchage ;
- essai de quantification de l'effet désherbant du paillis (essai à différents niveaux de paillis) ;
- essai d'interculture de légumineuses en canne plantée : tests d'espèces et variétés, gestion des couverts, bilan multicritère (risques malherbologiques et autres : érosion et nutrition).

Action 2 –En milieu producteur, essais et tests participatifs d'itinéraires techniques de désherbage économes en herbicides :

- itinéraires techniques de gestion des adventices différenciant ligne/interligne, zones paillées et non paillées, avec recours au travail du sol ;
- parcelles démonstratives à 3 niveaux de paillis (normal, sans et double).

Action 3 – Communication et valorisation : divulgation et transfert des résultats :

- ateliers en cours de projet (avec les partenaires techniques du projet) ;
- jours de champ ciblés (techniciens de la filière, élèves lycée agricole) ;
- séminaire de fin de projet : bilan et perspectives.

En amont des actions mentionnées ci-dessus, la réalisation de travaux qui y sont listés a nécessité le test d'équipements ou la mise au point de pratiques, qu'il nous paraît intéressant de mentionner dans ce rapport technique.

6 LES ESSAIS TECHNIQUES ET METHODOLOGIQUES

6.1 Tests de buses

Des modèles de buses ont été testés pour traiter en dirigé dans les meilleures conditions, notamment lors de traitements localisés sans risque d'affecter la canne à sucre ou d'éventuelles cultures associées.

6.1.1 Objectif

Désherber par voie chimique :

1. le rang de canne ;
2. séparément le rang de canne et l'interrang.

6.1.2 Moyens et méthode

Pulvérisateur à dos (Hardi ou Solo) équipé de divers types de buses montées sur une simple lance ou sur des rampes de largeurs différentes.

Les différentes buses ont d'abord été testées sur surface plane cimentée, puis en banc d'essai et enfin au champ.

6.1.3 Résultats

Pour les diverses buses testées, en fonction du stade de développement de la canne, les tableaux 2 & 3 renseignent sur leur utilisation pour :

- un traitement de toute la surface de la parcelle, rang et interrang (Tableau 2);
- un traitement localisé sur le rang ou l'interrang (Tableau 3).

Tableau 2: Buses pour un traitement « rang et interrang » : pression travail à 2 bars, hauteur traitement de 50 cm et vitesse de marche de l'agent de 1 m/s.

Stade canne	Levée	Tallage	Elongation des tiges	
Age canne (mois)	0 à 1,5	1,5 à 3	3 à 6	6 à 8
Adventices	Toutes (*)	Nouvelles levées	Résistantes (**) + Lianes (***)	Lianes
Nombre de buses	4	3	1	1
Largeur rampe (m)	1,20	0,80 ou 0,75	-	-
Buse testée	Pinceau vert- ALBUZ 110_015_axi_iso	Pinceau bleu- TECSI 110_03_axi_iso	Miroir APM rouge ALBUZ	
Largeur traitée (m)	1,5	1,5	1,5	
Bouillie (l/ha)	220	330	305	

(*) : Toutes : ensemble de l'enherbement potentiel

(**) : Résistantes : enherbement en place ou reprise suite à la perte d'efficacité du premier traitement

(***) : Résistantes + Lianes : dernière intervention à la fermeture des cannes

Tableau 3: Buses pour un traitement différencié du rang de canne ou de l'interrang

Stade canne	Levée		Début tallage		Fin tallage et élongation des tiges	
Zone	Rang	Interrang	Rang	Interrang	Rang	Interrang
Age (mois)	0 à 1,5		1,5 à 2		2 à 6	6 à 8
Adventices	Toutes		Résistantes		Résistantes + Lianes	
Nb buse(s)	1					
Largeur rampe (m)	0,75					
Buse utilisée	Miroir APM jaune ALBUZ France				Angle jaune ALBUZ 80_02_oci_iso	Miroir APM jaune ALBUZ France
Largeur traitée (m)	0,75				0,75* (en 2 passages)	0,75
Bouillie (l/ha)	170				290	170

* La buse jaune à angle est préférentiellement utilisée lorsque la canne est en fin de tallage et début d'élongation. Pour un traitement localisé sur le rang de canne, un passage de part et d'autre est conseillé pour traiter correctement toute sa largeur (0,75 cm).

Remarques :

- *vitesse de marche* : en période de tallage et de début de croissance de la canne à sucre de 1,5 à 3 mois, la vitesse de marche a tendance à diminuer passant de 1 m/s à 0,9 m/s voire à 0,8 m/s quand le terrain est pentu, augmentant les quantités de bouillie (l/ha) ;
- *en période d'élongation des tiges*, à partir de 3 mois, un passage de chaque côté de la ligne et un par interligne améliorent l'efficacité du traitement. L'utilisation d'un enjambeur répond, en un seul passage, à l'ensemble de ces traitements localisés ;

- *pression de travail* : avec une rampe de traitement équipée de plusieurs buses, il est difficile de maintenir une pression constante de 2 bars. Sans régulateur, cette pression est plus proche de 1,5 bar, réduisant le volume de bouille à l'hectare d'environ 13%.

A retenir :

Adapter le couple « lance-buse » ou « rampe-buses » aux divers stades de développement de la canne nécessite un jeu de buses appropriées au type de traitement envisagé.

L'utilisation des buses testées réduit de 44 à 62 % le volume de bouillie épandu à l'hectare (environ 300 l/ha de moins), par rapport aux buses utilisées actuellement par les planteurs. Il est donc possible de traiter **deux fois plus de surface avec le même volume de bouillie, donc d'eau transportée** : gain de temps lors de la préparation de bouillie, moins d'aller-retour de la parcelle vers la zone de préparation, économie d'eau, diminution des erreurs de préparation, ...

6.2 Multiplication de légumineuses

6.2.1 Matériel végétal

Le semis de légumineuses dans les interrangs de canne à sucre pour la maîtrise des mauvaises herbes devant être testé, il a été nécessaire de produire des semences en quantité et qualité pour conduire les essais (Tableau 4).

Le matériel végétal testé a été retenu sur la base de recherches bibliographiques, de leur disponibilité à La Réunion et suite aux travaux réalisés lors du stage de M. Chabalier en 2009, « *Identification des légumineuses susceptibles d'être implantées en jachère courte, entre deux cycles de canne à sucre, dans diverses situations pédoclimatiques de La Réunion* ».

Tableau 4: Légumineuses testées et leur provenance

Numéro	Espèce	Variété	Nom commun	Source
1	<i>Vigna unguiculata</i>	-	Niébé 40j	Réunion
2		-	Niébé forte croissance	Réunion
3		-	Niébé rouge	Réunion
4		-	Niébé blanc	Réunion
5		Ebony	Niébé noir	Australie
6	<i>Crotalaria retusa</i>	-	Crotalaire	Réunion
7	<i>Glycine max.</i>	Leichhardt	Soja	Australie
8	<i>Amaranthus dubius</i>	-	Amaranthe	Réunion
9	<i>Desmodium intortum</i>	-	Desmodium	Réunion (ARP)
10	<i>Canavalia ensiformis</i>	-	Pois sabre	Réunion
11	<i>Canavalia gladiata</i>	-	Pois sabre	Réunion
12	<i>Vigna radiata</i>	-	Mungo bean vert	Réunion
13	<i>Dolichos lablab</i>	-	Zantaque rouge	Réunion
14	<i>Dolichos lablab</i>	Rongaï	Zantaque	Réunion
15	<i>Medicago sp.</i>	-	Luzerne	Réunion (ARP)
16	<i>Trifolium repens</i>	-	Trèfle blanc	Réunion (ARP)
17	<i>Cajanus cajan</i>	-	Pois d'angole	Réunion
18	<i>Stylosanthes guianensis</i>	-	Stylosanthes	Réunion (ARP)

6.2.2 Les itinéraires

Travail du sol :

- si le précédent cultural est une jachère enherbée, un fauchage suivi d'un à deux faux-semis à l'aide de disques sont réalisés ;
- si le précédent est une multiplication, il est possible de semer directement dans la végétation en place, sans préparation du sol puis, le lendemain, traiter la végétation en place avec du Basta (4 l/ha) ou du Glyphosate flash (1 l/ha).

Semis :

- la germination des semences est testée avant le semis des multiplications (Miles, 1963) ;
- le semis est dense sur la ligne ;
- les lignes sont espacées de 0,75 cm.

Cette densité assure une maîtrise de l'enherbement sur la ligne de semis et facilite l'entretien des interlignes par fauchage. Les récoltes s'en trouvent aussi facilitées (Tableau 5).

Tableau 5: Densités de semis des multiplications et quantités de semences sèches produites

Espèce	Ecartement (cm)	Densité semis (kg/ha)	Levée des dormances	Surface (m ²)	Méthode de semis	Matériel utilisé	Production (kg)
<i>Vigna unguiculata</i>	20*50	40	Non	300	Poquets	Canne planteuse	10
<i>Crotalaria retusa</i>	10*50	8	Oui	90	Poquets	Sillonneur	1
<i>Glycine max</i>	20*50	17	Non	90	Poquets	Canne planteuse	5
<i>Amaranthus dubius</i>	Ligne en continue *50	30	Non	90	Lignes	Sillonneur	4
<i>Canavalia ensiformis</i>	40*50	80	Non	200	Poquets	Pic	20
<i>Dolichos lablab</i>	40*50	27	Non	135	Poquets	Canne planteuse	4

La levée des dormances est réalisée selon la méthode de trempage dans l'eau froide pendant 24 h (Kemp, 1975), citée dans le document FAO (Willan, 1985).

Irrigation et fertilisation :

- afin de limiter la pression de l'enherbement, l'irrigation des multiplications a été assurée par goutte à goutte ;
- s'il n'y a pas eu de labour du sol ou si la croissance des plantes est lente, l'équivalent d'une petite cuillère d'un engrais complexe 18-7-30 soit environ 50 kg/ha est apporté au pied de chaque poquet (Cissé, 1996). L'application de 9 kg/ha d'azote satisfait les besoins de la culture dans l'attente d'une mise en place du processus symbiotique.

Entretiens des couverts :

- l'enherbement a été maîtrisé par la combinaison de diverses techniques afin d'assurer une bonne production :
 - un paillis de feuilles de canne, à raison 15 t de matière sèche/ha, a été mis en place. Ce paillis n'a pas suffisamment maîtrisé l'enherbement qui a nécessité l'usage d'une débroussailleuse en complément;
 - de plus, sur les interlignes et dans les cas extrêmes, les mauvaises herbes ont été sarclées manuellement ou désherbées avec du Basta à 3 l/ha, la lance étant équipée d'un cache pour préserver la légumineuse ;

- alors que le programme s'inscrit dans le cadre d'une réduction des IFTH, pour protéger les légumineuses d'attaques de bioagresseurs, nous avons eu recours à des traitements chimiques dont les IFTH ont varié de 0 à 4 selon la légumineuse. La plus sensible aux ravageurs a été *V. unguiculata* (Tableau 6). eRcane n'a pas envisagé de développer des travaux pour réduire ces IFTH, mais, pour améliorer la conduite de sa production de semences de légumineuses, l'institut se rapprochera d'autres organismes comme l'Armefflor ou le Cirad qui y travaillent.

Tableau 6: Les ravageurs observés et les traitements réalisés

Espèces	Ravageurs	Niveaux dégâts*	Traitements
<i>Vigna unguiculata</i>	Mouche du haricot (Agromyza), mineuses, acariens, lapin, pucerons, ...	5	Karaté Zéon (0,075 l/ha)
<i>Crotalaria retusa</i>	Lépidoptère	3	Non
<i>Glycine max</i>	Lapin	5	Non
<i>Amaranthus dubius</i>	Lépidoptère (<i>Spoladeare curvalis</i>)	2	Non
<i>Canavalia ensiformis</i>	Réputé résistant aux maladies, cependant : larves de coléoptères (galerie dans les tiges) et lépidoptères (galerie dans les gousses)	4	Karaté Zéon (0,075 l/ha)
<i>Dolichos lablab</i>	Mouche du haricot (Agromyza), mineuses, acariens, lapin, pucerons, ...	4	Karaté Zéon (0,075 l/ha)

*Le niveau des dégâts est estimé selon une échelle de 0 à 5, 0 pour aucun dégât et 5 pour une attaque totale de la plante

Cycles :

Les productions de semences des plantes testées ont été récoltées entre 2 et 11 mois après leurs semis. La variété de *Dolichos lablab* et celles de *Glycine max* ont été très sensibles au photopériodisme. Le *Dolichos lablab* n'a fleuri qu'au mois de Juillet, 11 mois après son semis. Inversement, *Glycine max* a fleuri très tôt, entre 1 et 1,5 mois après son semis (Tableau 7). *C. retusa*, a eu un développement très lent et une floraison très tardive, sans pour autant permettre d'en identifier la raison: densité trop importante, photopériodisme,Les autres plantes ont eu des durées de cycle proches de celles attendues.

Tableau 7: Estimation des cycles des légumineuses utilisées

Espèce	Mois semis	Récolte	Age début (mois)		Durée cycle (mois)	Mortalité en fin cycle
			Floraison	Récolte		
<i>Vigna unguiculata</i> (rouge)	Mai	Sept -Oct	2,5	4,5	7	Non*
<i>Vigna unguiculata</i> ebony (noir)	Juil	Déc - Janv	2,5	4 à 5	7	Non*
<i>Vigna unguiculata</i> (40 j)	Juin	Sept -Oct	1,5	3	4	Oui
<i>Vigna unguiculata</i> (40 j)	Mai	Août -Sept	1,5	2	3	Oui
<i>Dolichos lablab</i>	Juil (n-1)	Mai-Août	7 à 8	11	> 18	Non*
<i>Canavalia ensiformis</i>	Juin	Déc -Mars	2,5 à 3	6	9	Non*
<i>Canavalia ensiformis</i>	Avr	Oct- Janv	3	6	9	Non*
<i>Amaranthus dubius</i>	Juil	Oct -Nov	2	3 à 4	4,5	Oui
<i>Glycine max</i>	Juil	Août-Sept	<1,5	2,5	3	Oui
<i>Crotalaria retusa</i>	Juin	Janv-Fév	6	7,5	8	Oui

* Certaines légumineuses ont plusieurs cycles de récolte pour un même semis

Récolte, traitement et stockage des semences :

Les gousses sont récoltées dès que possible au champ (dégradation, risque de vol,...). Quand elles ne sont pas suffisamment sèches, elles sont étalées sous abri pendant 48 h pour réduire leur

taux d'humidité. Les cosses sont ensuite battues avec un bâton s'il n'y a pas de risque d'endommager les semences, qui sont alors séparées des déchets par tamisage. Dans le cas contraire, les gousses sont écosées à la main. Les semences sont ensuite triées pour ne conserver que celles qui sont saines (sans dégât d'insectes, sans moisissure ...). Quand les semences sont trop humides, elles sont séchées à l'étuve deux jours à 30°C avant leur conditionnement en sachets de un kg étiquetés avec les mentions suivantes :

- nom de la plante et de la variété si celle-ci est connue ;
- date de récolte ;
- lieu de récolte.

Les sachets sont placés au congélateur, au minimum deux jours et moins d'une semaine, afin de détruire d'éventuels insectes. La germination des semences est testée avant le stockage des sachets en chambre froide. La germination des stocks est de nouveau testée avant toute implantation d'essai ou multiplication.

6.3 Le rouleau à cornières

6.3.1 Principe

Un rouleau a été réalisé localement sur le modèle du "rolofaca" brésilien. Le principe de son utilisation est de rouler le couvert végétal d'une production pour en pincer les tiges avec des arêtes saillantes disposées sur le rouleau. Cette opération doit couler les plantes, en arrêter la croissance et provoquer leur dessèchement, dans notre cas des adventices, pour constituer un "tapis" sur le sol, qui :

- le protégera de l'impact direct des gouttes de pluie et du rayonnement solaire ;
- gênera de nouvelles levées de mauvaises herbes ;
- contribuera à conserver l'humidité du sol ;
- apportera minéraux et humus après sa dégradation.

Cette technique est une alternative à la réduction de l'emploi d'herbicides.

6.3.2 Réalisation locale

Le rouleau, réalisé par l'équipe Magecar, copie du « rolofaca » brésilien, est un cylindre de 40 cm de diamètre et de 75 cm de hauteur, en PVC renforcé et rempli de béton pour l'alourdir (Figure 2):

- des cornières sont disposées sur trois rangées en alternance sur la largeur. Elles sont espacées de 15 cm tout autour du cylindre;
- grâce à deux roulements à billes, le rouleau pivote autour d'un axe en acier marin ;
- une fixation trois points permet de le soulever pour les manœuvres ;
- sur cette fixation trois points a été rajouté un cadre pour y placer trois contrepoids de tracteur afin d'alourdir la structure (25 kg chacun).

Le rouleau pèse environ 170 kg sans contrepoids. Le facteur limitant à son utilisation est la puissance du tracteur qui par ailleurs doit être suffisamment étroit pour passer dans l'interrang d'une culture de canne à sucre.

6.3.3 Test

Le rouleau a été testé sur la modalité d'une plantation de 2,2 mois dont l'enherbement se composait essentiellement d'*Euphorbia heterophylla* (couverture totale du sol) et de *Bidens pilosa* (30%). Son passage a totalement détruit *E. heterophylla*, mais son action a été insuffisante sur *B. pilosa* (Figure 3). Cette technique semble donc difficilement envisageable pour la maîtrise d'un enherbement naturel où diverses espèces sont mélangées. Dans l'ouvrage « Gestion des sols viticoles » (Gaviglio, C., 2013), l'utilisation du « rolofaca » est recommandée pour la maîtrise des plantes à tige creuse, cas d'*E. heterophylla* dans notre test. Dans nos futurs travaux, il sera testé pour la maîtrise d'un couvert monospécifique ou d'un mélange de légumineuses.





Figure 2 : Rouleau à cornières



Figure 3 : Enherbement principalement composé d'*E. heterophylla* et de *B. pilosa* avant et après passage du rouleau à cornières

Tableau 8: Avantages et défauts du rouleau

Avantages 	Inconvénients 
Evite un travail du sol ou un traitement herbicide Protection du sol et conservation de son humidité. Apporte minéraux et humus	Passage étroit entre les rangs de canne Ne maîtrise pas l'enherbement sur les lignes Ne maîtrise pas toutes les espèces (ex : <i>B. pilosa</i>) Nécessite un sol sec, sans pierre et plat

6.4 Colorant de traitements

6.4.1 Objectif

Le traitement séparé des rangs et interrangs de canne, nécessite de différencier ces deux zones, notamment juste après coupe mécanique tronçonnée et avant la levée de la repousse. Un colorant, le compo-bleu, a été testé pour visualiser les zones traitées.

6.4.2 Test

Plusieurs concentrations du colorant ont été testées pour identifier une gamme de doses assurant une bonne visualisation des zones traitées. L'innocuité sur la canne et sur les mauvaises herbes de ce produit et la conservation de l'efficacité des traitements herbicides avec le colorant ont été vérifiées.

Les différentes applications (colorant + herbicide, colorant seul et herbicide seul) ont été réalisées à l'aide d'un pulvérisateur à dos équipé d'une buse traitant sur 0,75 m de large.

Pour toutes les modalités, l'herbicide utilisé a été le Basta à 3 l/ha. Pour le compo-bleu, trois doses ont été testées, 0,5 l/ha, 1 l/ha et 1,5 l/ha.

Les tests ont été faits sur un enherbement couvrant uniformément le sol et composé majoritairement de monocotylédones avec comme principale espèce *Mégathyrus maximus* à un stade végétatif avancé (début floraison). Les dicotylédones majeures étaient *Bidens pilosa* en graines, *Chamaesyce hirta* et *Mimosa pudica*, toutes deux au stade de début floraison.

Des notations d'efficacité ont eu lieu une et trois semaines après application, temps nécessaire pour pouvoir observer une action de l'herbicide et éventuellement celle du colorant.

6.4.3 Résultats

Le *compo-bleu* n'a pas d'effet herbicide sur la canne à sucre et sur les mauvaises herbes. Dans les mélanges il n'a pas modifié l'efficacité du produit. Dosé à 1,5 l/ha, il a permis de visualiser les zones traitées, avant de disparaître à la première pluie.

6.5 Sélectivité d'herbicides de prélevée canne à sucre sur semis de légumineuses

6.5.1 Objectif

Identifier les herbicides de prélevée, homologués en culture de canne à sucre, qui tout en maîtrisant la levée des adventices ne gêneraient pas celle des légumineuses dans l'interrang.

6.5.2 Test

Le test a porté sur le comportement de huit légumineuses : *Crotalaria retusa*, *Amaranthus dubius*, *Cajanus cajan*, *Vigna radiata*, *Dolichos lablab*, *Desmodium intortum*, *Canavalia ensiformis*, *Vigna unguiculata* (rouge). Un réseau d'irrigation par goutte à goutte a favorisé leur levée. Les semis ont été réalisés, à la canne planteuse, ou au pic, sur une longueur d'environ 42 m pour chacune des légumineuses. Les herbicides de prélevée ont été appliqués à dose réduite, seuls ou en mélange, en bande d'une largeur de 0,75 m, perpendiculairement aux lignes de semis.

6.5.3 Notation de la sélectivité des herbicides

La sélectivité de chaque traitement herbicide sur les légumineuses a été notée (Tableau 9).

Tableau 9: Traitements herbicides, doses testées sur légumineuse et IFTH

Abréviation	Nom complet	Dose (l ou kg/ha)	IFTH
cx	Camix	2,5	0,7
prwl	Prowl	2	0,7
mctr	Mercantor	1	0,5
scl	Sencoral	0,75	0,5
merlin	Merlin	0,065	0,5
prwl + mctr	Prowl + Mercantor	1 + 0,5	0,6
cx + prwl	Camix + Prowl	1,25 + 1	0,7
mctr + scl	Mercantor + Sencoral	1 + 0,75	1

6.5.4 Résultats

Plus la note attribuée (en % de sélectivité) est faible, plus l'espèce est sensible au traitement et inversement :

- 1 % - espèce détruite par le traitement ;
- 100 % - le développement de l'espèce n'est pas influencé par le traitement.

Les modalités Mercantor (1 l/ha), Prowl (2 l/ha), et Prowl + Mercantor (1 + 0,5 l/ha) ont été sélectives des espèces *Vigna unguiculata*, *Canavalia ensiformis*, *Desmodium intortum*, *Dolichos lablab* et *Vigna radiata* (Tableau 10).

Toutes les espèces ont été sensibles au Merlin. Puis, c'est vis-à-vis du Camix que plusieurs légumineuses ont montré une certaine sensibilité dont *D. lablab*, *V. unguiculata* et *C. retusa*.

C. ensiformis est la légumineuse qui a eu le meilleur comportement vis-à-vis de ces différents traitement d'herbicides de prélevée homologués en culture de canne à sucre.

Tableau 10: Sélectivité des herbicides sur des légumineuses (en %)

Légumineuses	cx	cx + prwl	mctr	mctr + scl	merlin	prwl	prwl + mctr	scl
<i>Vigna unguiculata</i> (rouge)	30	99	99	84,5	50	77,5	81,5	89
<i>Canavalia ensiformis</i>	96	99	99	99	57,5	99	99	96
<i>Desmodium intortum</i>	93	50	93	11	50	93	91,8	18,5
<i>Dolichos lablab</i>	15	96	99	96	50	89	93	22,5
<i>Vigna radiata</i>	50	93	99	99	50	96	99	99
<i>Cajanus cajan</i>	50	38,5	96	15	50	93	57	99
<i>Amaranthus dubius</i>	81,5	15	30	0	50	22,5	7,5	40
<i>Crotalaria retusa</i>	35	99	99	99	50	57,5	99	97,5
Moyenne	56	74	89	63	51	78	78	70
Ecart type	30	34	24	45	3	26	32	36

1 % : herbicide non sélectif de la légumineuse

100 % : herbicide totalement sélectif de la légumineuse



Figure 4 : Phytotoxicité du S-métholachlore (Camix et Mercantor) sur *C. ensiformis* (photo de droite)

7 LES ESSAIS AGRONOMIQUES EN STATION (ACTION 1)

Ces essais, conduits en station, contribuent à élaborer un référentiel quantitatif de méthodes alternatives de gestion des enherbements en plantation et repousses (Tableau 11).

Tableau 11: Liste des essais agronomiques en station d'expérimentation

Type d'essai	Action 1	Cycle	Parcelle	Localisation	Mise en place	Récolte
Quatre niveaux paillis	Volet 1.3	R5	P22	La Mare	2010	2011
Nuisidif	Volet 1.1	Vierge	P42	La Mare	2011	2011
Nuisidif	Volet 1.1	R1	P42	La Mare	2011	2012
Légumineuses intercalaires	Volet 1.2	Vierge	P25 LEG	La Mare	2011	2012
Techniques culturales	Volet 1.1	Vierge	P25 ITK	La Mare	2011	2012

7.1 Les principales mesures réalisées

Outre les travaux inhérents à la mise en place d'un essai et à sa conduite (plantation, engrais, irrigation,...) ainsi qu'à la mise en œuvre des modalités, il est réalisé des notations en fonction des objectifs des essais : sur la canne, l'enherbement, le paillis² et le sol.

7.1.1 Biomasse et épaisseur du paillis

Ces données ont pour objectif de quantifier l'importance du paillis, fonction tant de la variété, du rendement que du mode de récolte et de chargement de la canne :

- **la biomasse** est estimée par pesée de la paille sur des surfaces de 1,5 à 3 m² par parcelle pour en évaluer la quantité en fonction du rendement canne du cycle précédent. Cette paille est ensuite remise en place. La teneur en matière sèche est déterminée par prélèvement de sous-échantillons conservés dans des sachets microperforés pour être portés à l'étuve à 70 °C pendant 48 h ;
- **l'épaisseur** du paillis est mesurée à l'endroit où les pesées de biomasse sont effectuées et en divers points de toutes les parcelles de l'essai.

7.1.2 Enherbement

Une semaine avant la première notation d'enherbement, il est réalisé un inventaire floristique des espèces abondantes³. Le nombre de fois où l'essai est noté dépend de son objectif. Pour toutes les modalités :

- une notation globale avec estimation du pourcentage de recouvrement du sol par les mauvaises herbes, allant de 1 à 100 % ;
- une notation par espèce:
 - identification du genre et de l'espèce ;
 - estimation de sa contribution à la couverture du sol, allant de 1 à 100 %.

² Un paillis en culture de canne à sucre provient de résidus de la ou des récoltes précédentes. Il est constitué des feuilles qui étaient attachées à la tige, et de l'ensemble des feuilles sommitales (bout blanc) non usinées.

³ Cette notation se fait sous les noms de code OEPP (Organisation Européenne et méditerranéenne de Protection des Plantes).

7.1.3 Suivi des cannes en cours de végétation

Ce suivi se compose de celui :

- **de la levée** : jusqu'au début du tallage suivi de l'évolution hebdomadaire du nombre de pousses qui ont levé sur les deux lignes centrales de chaque parcelle ;
- **du tallage** : dénombrement mensuel des talles jusqu'à stabilisation de la population des tiges entre sept et huit mois environ.

7.1.4 Principales mesures à la récolte

A la récolte, sur les placettes de tallage:

- les tiges usinables sont comptées, pesées, et sur un échantillon d'une dizaine de cannes sont mesurées longueur, diamètre à mi-tige, nombre d'entrenœuds ;
- les entrenœuds attaqués par le foreur de tiges et les rats sont décomptés ;
- les analyses saccharimétriques sont réalisées selon le mode opératoire en usage au CTICS (<http://www.ctics.fr/protocole2012.pdf>);
- le rendement est estimé après la coupe des tiges à ras du sol, en ayant éliminé le bout blanc⁴. Pour chaque parcelle, les cannes sur une surface d'au moins 4,5 m² sont pesées avec un peson.

7.2 Essais de quantification de l'effet désherbant du paillis

En repousse, le paillis est la première solution alternative aux traitements chimiques pour lutter contre l'enherbement.

7.2.1 Objectif de l'essai

Quantifier les effets d'un paillis de canne plus ou moins important sur la dynamique d'enherbement, la production de canne et de sucre d'une repousse.

7.2.2 Implantation et modalités

L'essai, implanté sur la parcelle P22 de la station Cirad de La Mare, est une cinquième repousse d'un essai fertilisation récolté manuellement. Les jeunes cannes de la repousse et le paillis en place ont été girobroyés pour uniformiser au mieux ce paillis.

Après le girobroyage, toute la paille de la parcelle a été mise en bottes au moyen d'une presse (botteleuse). Ces bottes ont été pesées afin d'estimer le niveau moyen de production de paille de la parcelle, puis elles ont été redistribuées sur ensemble de l'essai et la paille épandue selon les modalités testées.

Quatre niveaux de paillis sont comparés : 10 ; 20 ; 30 et 40 t de MS de paille/ha et un témoin adjacent non paillé (TA), le niveau 0 (Tableau 12).

⁴ Bout blanc : partie sommitale de la tige au-dessus du point d'attache de la 4ème feuille dont l'ochréa est visible en partant du sommet

Tableau 12: Les modalités testées

Modalité	Quantité de paille (t de MS /ha)	Paille en pourcentage
TA	0	Témoin adjacent sans paille
M0,5	10	50% du paillis initial
M1	20	100 % : le paillis initial
M1,5	30	150% : 50% de plus que le paillis initial
M2	40	200% : 100 % de plus que le paillis initial

7.2.3 Dispositif

A chaque modalité (M) est juxtaposée à un témoin adjacent (TA) avec un sillon de séparation entre les deux parcelles : M + 1 sillon + TA, forment une unité expérimentale (UE). L'essai comporte six répétitions, soit un total de **24 unités expérimentales** composées de **48 parcelles élémentaires (PE)** sur une surface totale sous canne de 3 024 m² (Tableau 13).

Tableau 13: Description du dispositif

Modalités	4
Répétitions	6
Unités expérimentales (UE)	24
Parcelles élémentaires (PE)	48
Sillons/PE	4
Longueur 1 sillon (m)	10,5
Ecartement entre sillons (m)	1,5
Surface/PE (m ²)	63

7.2.4 Résultats

7.2.4.1 Résultats sur la flore

Une notation d'efficacité du paillis à maîtriser l'enherbement a été portée à trois mois. Cette efficacité est moyenne, 46 à 67 % (Tableau 14) pour des quantités de matière sèche de paille comprises entre 10 et 30 t/ha. Elle atteint 80% pour 40 t/ha.

A 20 t de MS/ha, *C. rotundus* et *P. maximum* sont bien maîtrisés, alors que le tonnage de paille requis pour obtenir une bonne efficacité sur *R. cochinchinensis* est de 30 à 40 t de MS/ha, quantités rarement atteintes à La Réunion.

Ce paillis n'a pas totalement empêché le développement de lianes dont certaines sont parvenues à germer malgré sa présence et l'ombrage des cannes. En parvenant à la cime des cannes, elles en ont parfois cassé des sommets.

Tableau 14: % d'efficacité de maîtrise de l'enherbement par différentes quantités de paillis à 3 mois

Paillis (T MS/ha)	GLOBAL	<i>Panicum maximum</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	<i>Phyllanthus amarus</i>	<i>Merremia dissecta</i>	<i>Ipomoea obscura</i>	<i>Momordica charantia</i>	<i>Ipomoea nil</i>
40	80	100	90	75	68	60	26	1	75
30	67	100	96	98	43	59	60	46	1
20	50	96	94	54	22	56	54	15	26
10	46		84	51	57	36	25	1	1

*Efficacité<30 %=rouge ; 30 %<Efficacité<70 %=orange ; Efficacité>70 %=vert

7.2.4.2 Résultats sur les productions de canne et de sucre

Pour les modalités à fort paillis, 30 et 40 t de MS/ha, la paille a gêné la levée des cannes. Malgré l'écartement du paillis sur les lignes, au pic de tallage le nombre de talles a été d'autant plus faible que le paillis était dense (Figure 5).

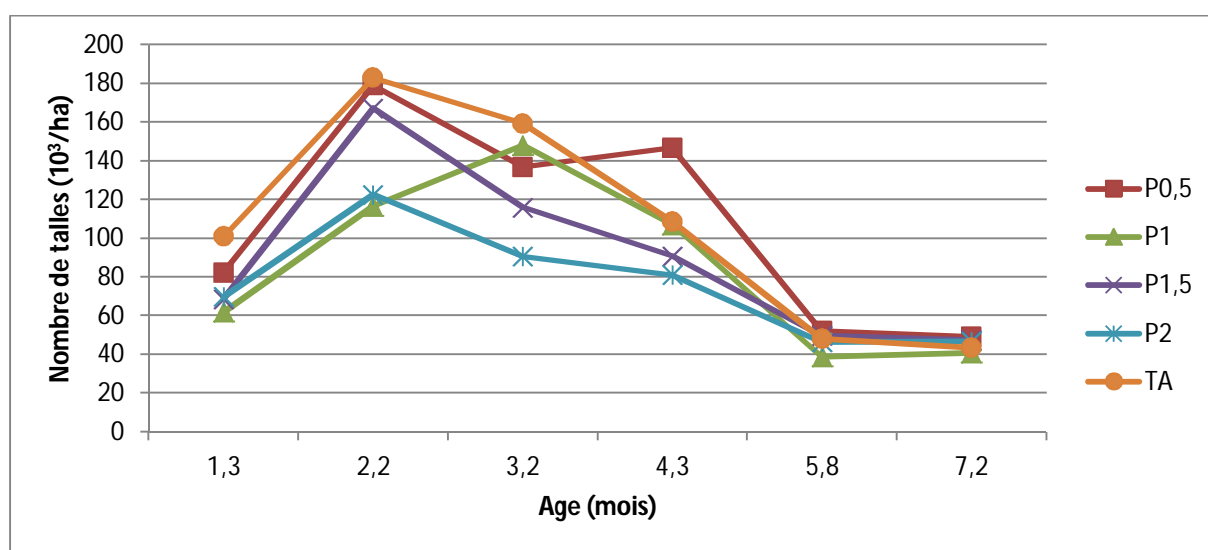


Figure 5: Evolution du tallage en fonction des différentes densités de paillis

Les deux lignes centrales de chaque parcelle ont été pesées. Il n'y a pas de différence statistique entre :

- les modalités dont le rendement canne moyen est de 99 t/ha +/- 19 (p = 0,22) ;
- les rendements des couples « modalités/TA » par unité expérimentale (p > 0,1) ;

- la quantité de sucre produite par modalité dont la moyenne est de 15,4 t/ha +/-3 (p = 0,37).

A retenir :

Une quantité trop importante de paille (30 à 40 t de MS /ha) ralentit fortement la levée des cannes.

Entre 10 et 30 t de MS/ha, le paillis contribue à maîtriser l'enherbement, mais de manière insuffisante pour certaines espèces. Il ralentit fortement l'installation du *C. rotundus*.

A des tonnages importants, 30 à 40 t de MS /ha, exceptionnellement rencontrés à La Réunion, il peut maîtriser les fatagues.

Les **lianes** rencontrées, *Momordica charantia*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea obscura*, *Merremia dissecta*, n'ont **pas été totalement maîtrisées** par le paillis, même quand il a été plus important que celui habituellement rencontré dans les parcelles.

7.3 Nuisibilité différentielle des enherbements ligne/interligne

Les travaux ont été conduits en plantation et repousse.

7.3.1 Objectif

La nuisibilité d'un enherbement sur l'ensemble de la parcelle, ligne et interligne, est connue à La Réunion. Si elle ne représente que 5 % de perte à un mois, elle atteint 300 kg/ha/jour au-delà de 2 mois. Par rapport à l'effet de cet enherbement total, l'hypothèse qu'une maîtrise différenciée des adventices de la ligne et de l'interligne pourrait se traduire par une moindre nuisibilité sur la production de canne est testée dans cet essai, en plantation, puis en repousse.

L'essai est planté avec un écartement conventionnel, en rangs simples espacés de 1,5 m. Un enherbement plus ou moins long est maintenu sur l'interligne alors qu'il est totalement maîtrisé sur la ligne.

7.3.2 Modalités

L'essai⁵ est dénommé « **nuisidif** », pour « *nuisibilité différentielle de l'enherbement lignes – interlignes* ». Les lignes étant maintenues propres, les modalités correspondent à un désherbage plus ou moins retardé des interlignes :

- **T1**: premier désherbage des interlignes à **1 mois**⁶ ;
- **T2**: premier désherbage des interlignes à **2 mois** ;
- **T3**: premier désherbage des interlignes à **3 mois** ;
- **T4**: premier désherbage des interlignes à **4 mois**.

Après leur premier désherbage, les interlignes des modalités considérées sont maintenues propres.

En plantation, un témoin adjacent (TA = témoin enherbé adjacent) est contiguë à chaque modalité. Les désherbages des interlignes sont assurés par des sarclages.

En repousse, le premier désherbage n'a été prévu qu'à deux mois car le paillis ralentit fortement l'enherbement des parcelles. L'essai initial est partagé en deux essais distincts imbriqués l'un dans l'autre :

- Les anciens (TA) menés de façon homogène en plantation sont divisés en 5 modalités:
 - **M1**= premier désherbage des interlignes à **2 mois (équivalent T2 plantation)** ;
 - **M2**= premier désherbage des interlignes à **3 mois (équivalent T3 plantation)** ;
 - **M3**= premier désherbage des interlignes à **4 mois (équivalent T4 plantation)** ;
 - **M4**= premier désherbage des interlignes à **5 mois (pas d'équivalent plantation)** ;
 - **M5**= parcelle menée comme les **TA en plantation**, la ligne est maintenue propre et l'interligne jamais désherbé.
- Les anciennes modalités T1 à T4 sont suivies en arrière effet en repousse.

En repousse pour maîtriser l'enherbement des interlignes, les modalités ont été fauchées ou traitées, car la présence de paille ne permettait plus de les sarcler. Les lignes de canne ont toujours été maintenues propres par des traitements herbicides et des arrachages manuels si nécessaire.

⁵ Implanté sur la parcelle 42 de la Station de La Mare du Cirad.

⁶ Des essais de nuisibilité de l'enherbement conduits antérieurement, sans différenciation de la ligne et de l'interligne, avaient montré qu'un enherbement non maîtrisé le premier mois suivant la plantation était sans influence sur le rendement final. Il a donc été décidé de ne réaliser le premier sarclage de l'interligne qu'un mois après la plantation.

7.3.3 Matériel et dispositif

Une friche de plus de 10 ans a été plantée avec R579, plantation précédée d'un faux-semis (Tableau 15). La préparation de sol et la fertilisation ont été réalisées selon les pratiques usuelles. L'irrigation a été apportée par aspersion et pilotée par un logiciel de gestion des besoins hydriques de la canne Osiri-Run (Outil Simplifiée pour une Irrigation Raisonnée et Individualisée) (Chopart, *et al.*, 2007).

Tableau 15: Description du dispositif	Plantation (2011)	Repousse (2012)
	T1 à T4	Arrière effet
Modalités	TA	M1 à M5
Répétitions (blocs)	5	T1 à T4 (5 blocs) M1 à M5 (4 blocs)
Parcelles élémentaires (PE)	40	40
Sillons/ PE	4	4
Longueur 1 sillon (m)	10	10
Ecartement entre sillons (m)	1,5	1,5
Largeur considérée pour la ligne (m)	0,75	0,75
Largeur considérée pour l'interligne (m)	0,75	0,75
Surface d'une PE (m ²)	60	60
Surface de l'essai (m ²)	2 700	2 700

7.3.4 Résultats en plantation

7.3.4.1 La flore

Dans les TA, deux mois après la plantation (MAP), les adventices recouvraient 96 % de la surface des interlignes. Cet enherbement était composé de 51 espèces différentes appartenant à 17 familles (Figure 6). Les Malvacées étaient majoritaires avec 13 à 38 % de recouvrement, respectivement à deux et cinq MAP.

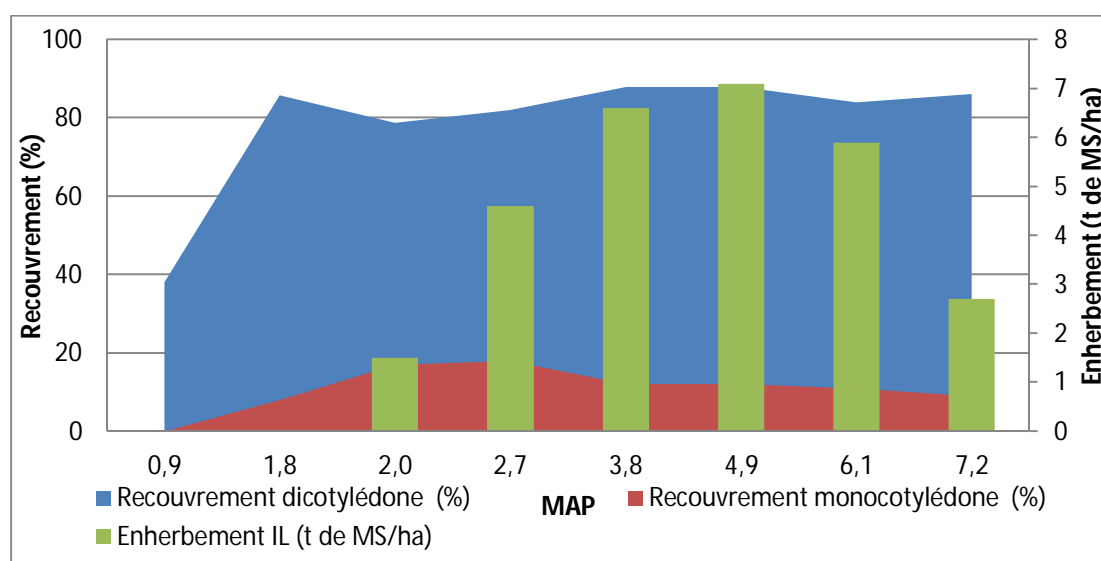


Figure 6 : Evolution de l'enherbement des témoins adjacents : recouvrement global (%) et biomasse des adventices en tonnes de matières sèches/ha

7.3.4.2 Résultats sur la production de canne et de sucre

Le rendement canne a été de 131 t/ha sur les T1 désherbés un mois après plantation. Entre un mois (T1) et quatre mois (T4) d'enherbement des interlignes, ce rendement a chuté significativement de 13,5 t/ha/mois, soit 443 kg/ha/jour (Figure 7).

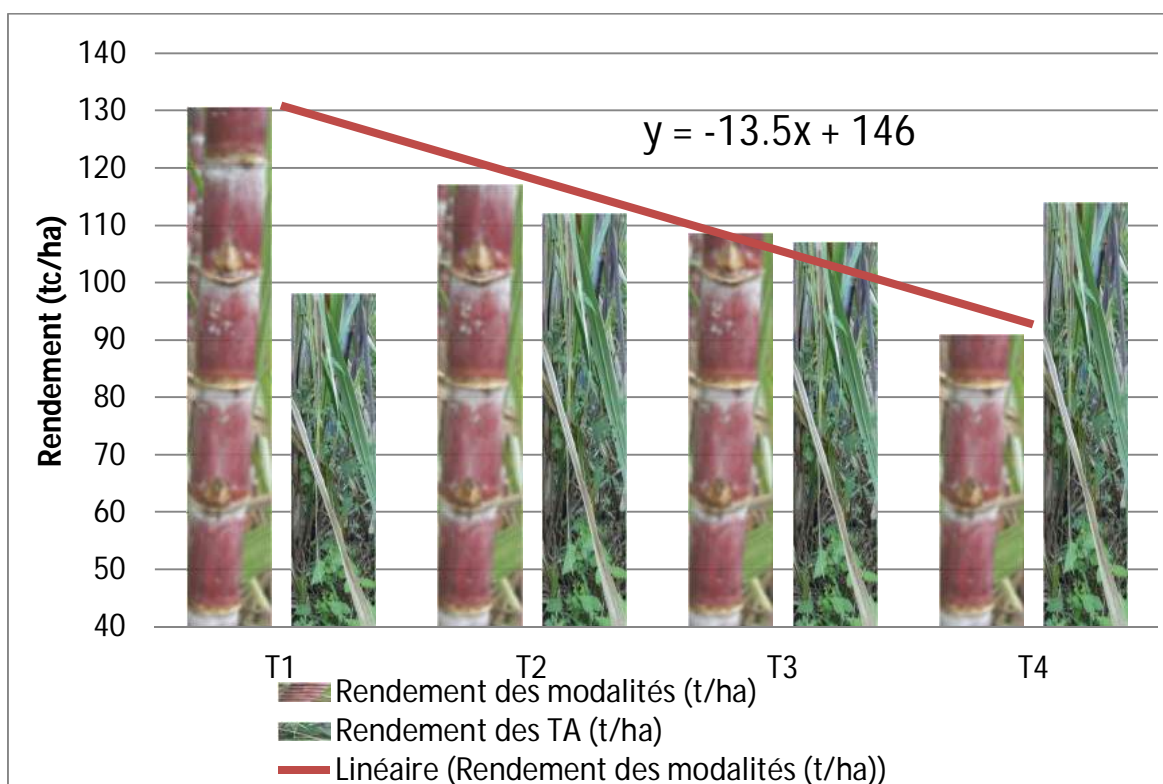


Figure 7 : Rendement en tiges usinables des modalités et témoins adjacents (TA) aux interlignes enherbés jusqu'à la récolte

Cette perte est proche de celle de travaux antérieurs réalisés quand l'enherbement concernait la totalité de la surface ligne-interligne. Elle représente 93 % des pertes mesurées dans un essai de nuisibilité de l'enherbement de l'ensemble ligne-interligne en Côte d'Ivoire (Marion et Marnotte, 1991), malgré un âge de récolte très différent entre les deux essais : 9,5 mois pour Nuisidif contre 12,7 pour Marion *et al.*. La diminution de la surface enherbée sur Nuisidif (50 %), n'a pas réduit la compétition précoce.

Les rendements des témoins adjacents enherbés jusqu'à la récolte sont élevés avec une moyenne de 107,7 tc/ha. Il est équivalent à celui des T3 et supérieur à la production des parcelles désherbées à quatre MAP (T4).

Ce rendement supérieur des TA par rapport au T4 pourrait s'expliquer par la composition de la flore qui comprenait 10 espèces de légumineuses et peu d'espèces agressives (faibles recouvrements des fataques et des lianes par ailleurs arrachées systématiquement). Ces légumineuses dans l'interligne jusqu'à la récolte, pourraient être à l'origine d'une facilitation⁷ compensant les pertes de rendement dues à la compétition en début de cycle. Cette hypothèse demande à être vérifiée par des travaux complémentaires (Martin *et al.*, 2013).

Avec une moyenne de 13,5 % pour l'ensemble de l'essai, la richesse est indépendante des modalités.

⁷ « Processus en vertu duquel un phénomène normal ou anormal se trouve accéléré ou stimulé »

A retenir :

Un enherbement de 50 % de la surface, localisé sur l'interligne, alors que les lignes de canne sont maintenues propres par des traitements herbicides, a entraîné **une perte de 443 kg/ha/jour** entre 1 et 4 mois après plantation.

Une facilitation, à confirmer, pourrait avoir induit un meilleur rendement de parcelles aux interlignes toujours enherbés (modalité TA) par rapport à la modalité dont les interlignes ont été sarclés à 4 mois. La présence de nombreuses légumineuses est une première hypothèse à cette facilitation.

7.3.5 Observations racinaires

Trois couples de fosses (interlignes propres vs enherbés), soit un total de six, ont été ouvertes à trois âges différents, 4,3 MAP (20/06/2011), 5,3 MAP (21/07/2011) et 5,7 MAP (01/08/2011). Elles ont été creusées avec une pelle mécanique et le jour des observations les profils rafraîchis et redressés.

Pour chaque fosse, une grille partagée en carrés de 5 cm x 5 cm a été placée sur sa paroi verticale. Les observations se font sur 75 cm de large de part et d'autre de la souche de canne, soit sur une largeur totale de 150 cm pour une profondeur de 120 cm.

Dans chacun des carrés sont dénombrés le nombre de points d'intersection entre les racines et le plan formé par la surface verticale du profil (Chopart 1996, 1999). Le traitement de ces comptages à l'aide du logiciel RACINE2 donne une représentation graphique de la densité des racines tout au long du profil (Figure 8).

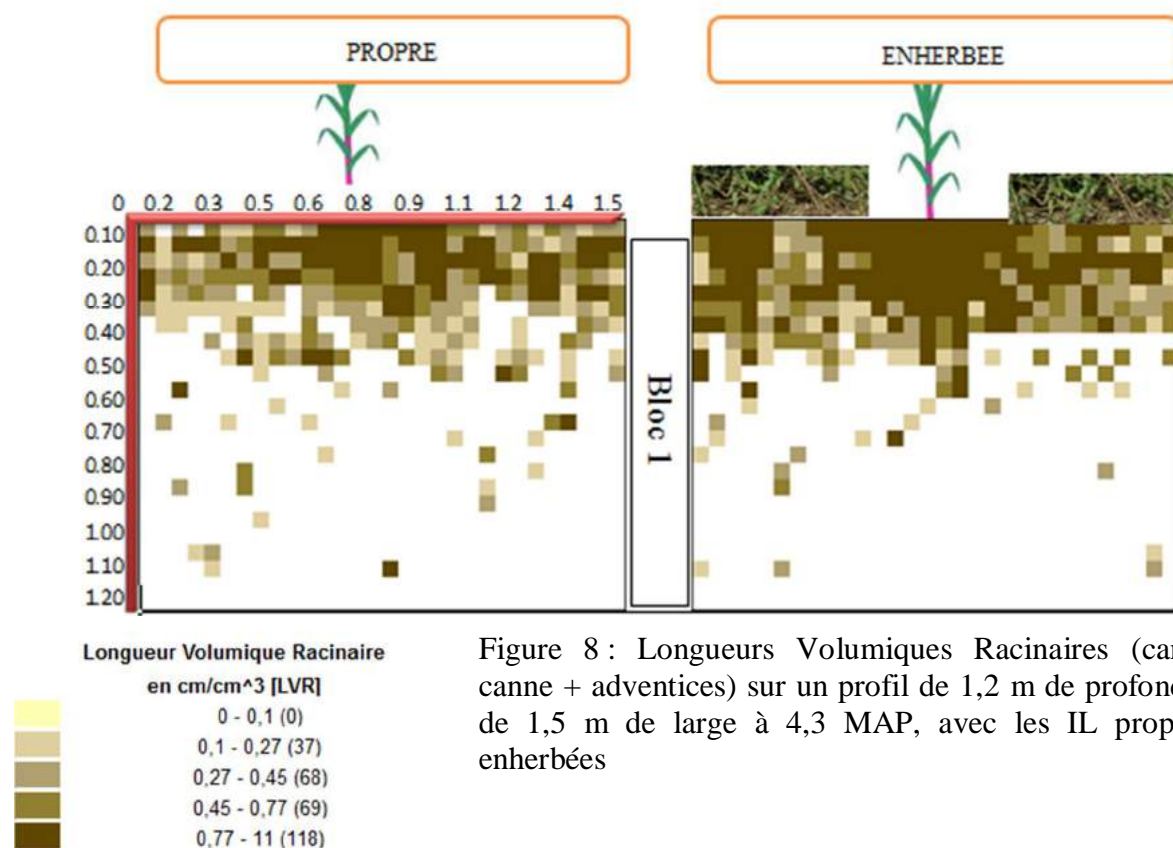


Figure 8 : Longueurs Volumiques Racinaires (canne et canne + adventices) sur un profil de 1,2 m de profondeur et de 1,5 m de large à 4,3 MAP, avec les IL propres ou enherbées

Les principales observations sont :

- la densité des racines, tant dans l'interligne que sous la souche de canne, est plus importante dans les profils où les interlignes sont enherbés ;
- les racines d'adventices et de canne s'entrecroisent sur l'ensemble du profil ;
- dans les profils aux interlignes enherbés, le volume de sol exploré par les racines de la canne et des adventices est plus important ;
- comme habituellement, une forte concentration racinaire est observée sur les 60 premiers centimètres de profondeur ;
- en dessous de 60 cm, les racines bien que moins nombreuses, sont toujours présentes.

Il n'a pas été possible lors de ces observations de différencier les racines de canne des racines de mauvaises herbes.

Les données de ces observations sont traitées dans la communication (Martin *et al.*, 2013).

7.3.6 Résultats en première repousse des anciennes modalités TA transformées en T1 à T4 de la plantation

En repousse, le paillis, 15 +/- 9 t de MS/ha de paille pour une épaisseur moyenne de 5,3 cm +/- 2,3 cm a retardé la levée des mauvaises herbes d'environ un mois.

Sur les anciens TA (20 témoins enherbés en plantation) les modalités M1 à M4 ont été désherbées entre deux et cinq mois et comparées à la modalité M5 dont l'interligne n'a jamais été désherbé.

7.3.6.1 La flore

La flore de l'essai a été plus diversifiée en repousse avec 68 espèces rencontrées contre 51 en plantation. Il a fallu près de quatre mois pour que les adventices recouvrent à 90 % le sol, soit deux mois de plus qu'en plantation (Figure 9). Les premières espèces à coloniser la parcelle ont été: *Melochia pyramidata* (19,3 % de recouvrement à 4 mois), *Bidens pilosa* (11,3 %) et *Cyperus rotundus* (7,5 %).

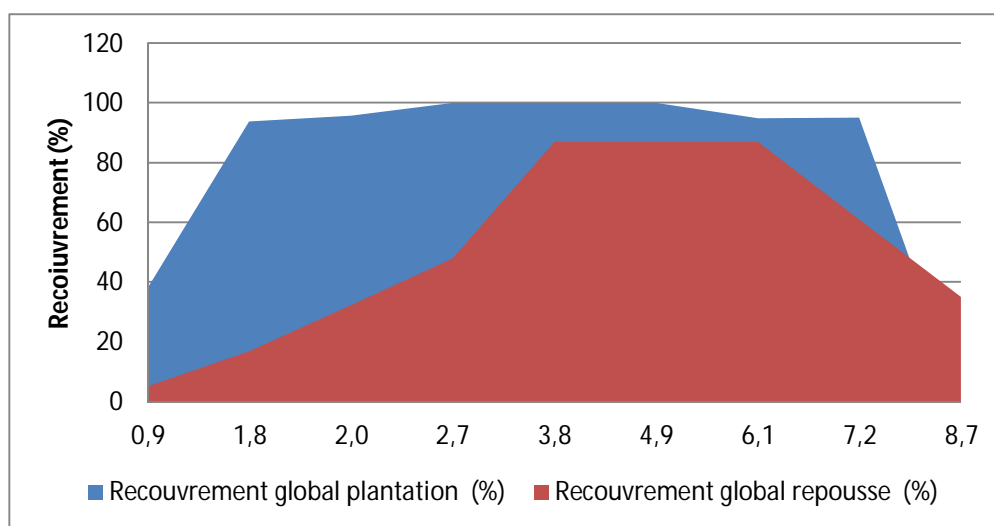


Figure 9 : Comparaison des recouvrements globaux des modalités témoins enherbés en plantation (TA) et en repousse (M5) en fonction de l'âge de la culture

Pourquoi ces espèces en repousse :

- *Melochia pyramidata* : ligneuse, nouvelles germinations et rejets des souches de l'année précédente. Parmi toutes les malvacées présentes en plantation (*Malvastrum*

coromandelianum, *Sida acuta*, *Sida glutinosa* et *Hibiscus surattensis*), elle est celle qui s'est le mieux maintenue ;

- *Bidens pilosa* : alors qu'elle est sensible au paillis, son cycle court contribué au réensemencement des parcelles l'année de plantation ;
- *Cyperus rotundus* : les quelques pieds présents en plantation se sont multipliés et ont traversé la paille.

Les malvacées constituent toujours les espèces dominantes avec 28 et 32 % de recouvrement à respectivement deux et cinq mois contre 13 et 38 % aux mêmes dates en plantation.

7.3.6.2 Résultats production canne et sucre

La longueur des cannes était plus importante sur les parcelles désherbées précocement que sur les témoins enherbés (en moyenne 16 cm de plus). La richesse n'a pas été affectée par les différentes durées d'enherbement (15,3 +/- 0,6 %). La récolte a été effectuée à 11 mois pour 9,5 mois en plantation.

Les niveaux de production sont équivalents entre la plantation et première repousse avec pour les parcelles désherbées précocement une moyenne de 133 tc/ha, les deux années. En repousse, il n'y a pas de différence significative de rendement des modalités M1 à M4, parcelles où les interlignes ont été désherbés de deux à cinq mois (Figure 10).

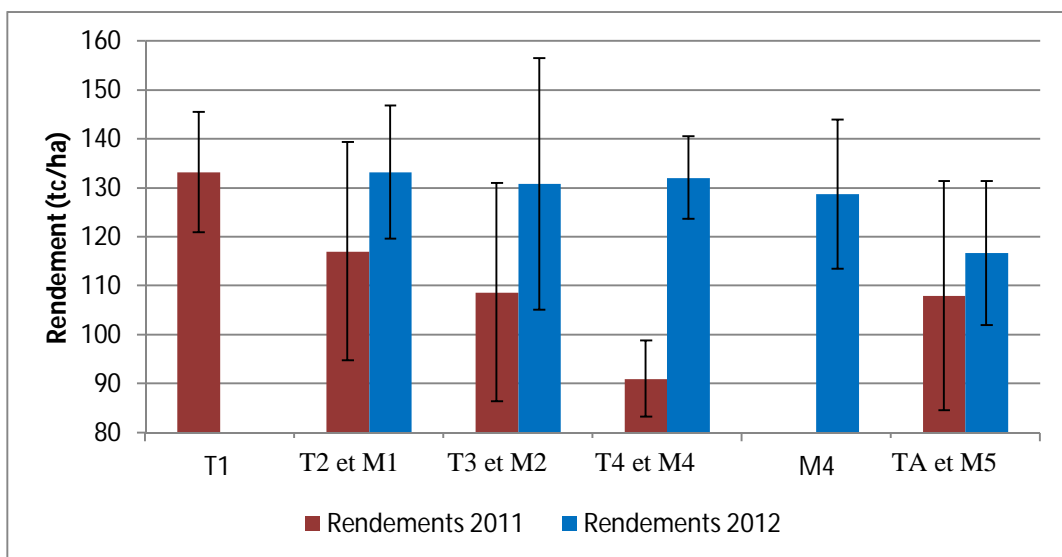


Figure 10 : Rendements canne de la plantation et de la repousse

Alors qu'en plantation, entre un et quatre mois, les pertes de rendement canne s'élevaient à 442 kg/ha/j (13,5 t/ha/mois), en repousse la chute de rendement est plus faible pour un enherbement aussi localisé sur l'interligne durant les cinq premiers mois du cycle. Cette baisse de rendement n'atteint que 16 tc/ha (12 % du potentiel de production) entre M1 enherbé un mois et M5 le témoin toujours enherbé, soit 59 kg de canne/ha/j. Elle ne représente que 13 % de celle observée en plantation, où l'absence de paillis se traduisait par une compétition plus précoce et plus intense qu'en repousse : dès deux mois en plantation, le recouvrement du sol par les adventices a été plus important que celui atteint en quatre mois en repousse (Figure 9).

De plus, en repousse la concurrence des adventices a pu être moindre car, même s'il se renouvelle progressivement au cours du cycle, après la récolte la canne dispose déjà d'un système racinaire fonctionnel alors que celui des adventices doit le plus souvent se mettre en place.

A retenir :

En repousse, par rapport à la plantation, la présence d'un **paillis a réduit la pression de l'enherbement** de l'interligne :

- pas de pertes de rendement canne significatives durant les 5 premiers mois ;
- perte de 13 % par rapport au potentiel de production (133 t/ha) quand les interlignes sont maintenus enherbés jusqu'à la récolte.

7.3.7 Arrière effet des modalités T1 à T4 en première repousse

Cet essai avait pour objectif d'évaluer en repousse l'arrière effet d'un enherbement plus ou moins long sur les interlignes en plantation. Pour cela, aucune maîtrise de l'enherbement des interlignes n'a été assurée pendant les 4,2 mois qui ont suivi la coupe, pour les quatre modalités T1, T2, T3 et T4 qui, en plantation avaient été respectivement enherbées pendant, 1, 2, 3 et 4 mois.

7.3.7.1 Résultats

Paillis

Le **paillis** est équivalent à celui des modalités de M1 à M5 de l'essai précédent (§7.3.6), avec 15 +/- 9 t de MS/ha et une épaisseur moyenne de 5,3 +/- 2,3 cm.

Enherbement

Les parcelles sur lesquelles l'enherbement a été maîtrisé tardivement en plantation ont un enherbement plus important en repousse. Les espèces majoritaires des modalités T1 à T4 sont *Bidens pilosa* et *Cyperus rotundus*.

Melochia pyramidata ne se retrouve pas parmi les espèces dominantes comme elle l'était dans M1 à M5. La maîtrise en plantation (2011) du couvert au moins une fois avant le quatrième mois (T1 à T4 par rapport au TA) a diminué l'année suivante le recouvrement moyen de cette espèce (17,3 points de recouvrement de moins/M5 à 3,9 mois). Cette maîtrise en plantation a évité la production de semences sur les T1 à T4 comme elle a été observée dans les TA.

Rendement

Malgré des recouvrements différents entre les modalités, la faible pression de l'enherbement en première repousse n'a pas entraîné de différences de rendement.

A retenir :

En repousse, la **pression de l'enherbement est moindre** sur les parcelles où cet enherbement a été **neutralisé précocement** en plantation, soit entre un à deux mois, par rapport à celles où il a été neutralisé plus tardivement, soit entre trois et quatre mois. La neutralisation précoce des mauvaises herbes a évité leur multiplication et l'entretien d'un stock de semences, source de compétition l'année suivante.

Toutes modalités confondues, la présence d'un paillis a aussi contribué à une baisse globale du niveau de l'enherbement avec à 1,8 mois 75 % de recouvrement en moins qu'en plantation. De ce fait il n'a pu être mis en évidence de différences de rendement entre les modalités testées, malgré les différences de recouvrements observées.

7.4 Essai d'itinéraires de désherbage avec travail du sol ou fauchage

7.4.1 Objectif

L'année de plantation, mettre en œuvre des techniques de désherbage qui contribuerait à une réduction de l'emploi des herbicides en différenciant les techniques de maîtrise de l'enherbement entre les rangs et les interrangs de canne.

7.4.2 Modalités

Les rangs sont maintenus propres par des traitements chimiques tandis que les interrangs sont désherbés soit chimiquement soit mécaniquement (Tableau 16).

L'essai étant prévu en plantation et en repousse, il comporte trois modalités de référence la première année, M1, M7 et M9 (Mref). En repousse M7 et M9 seront dévolues à des modalités différentes du témoin de référence M1.

Le seuil de déclenchement des opérations de désherbage a été fixé entre 15 et 30 % de recouvrement de la parcelle par les mauvaises herbes.

Tableau 16: Modalités de l'essai de désherbage différencié entre rangs et interrangs en plantation

Modalités	Système de désherbage des interrangs	Modalités	
		Rangs	Interrangs
Mref	Itinéraire de référence : tout chimique	Prélevée N Postlevées précoces (*)	Prélevée N Postlevées précoces
M2	Système mixte : sarclage + chimique	Prélevée N Postlevées précoces	2 et 4 mois - Sarclage N Postlevées précoces
M3	Entretiens mécaniques : sarclage	Prélevée N Postlevées précoces	2 mois - N Sarclages
M4	Système mixte : fauchage + chimique	Prélevée N Postlevées précoces	3 mois – Fauchages N Postlevées
M5	Système mixte : roulage + chimique	Prélevée N Postlevées précoces	2 mois – Roulage cornières N Postlevées précoces
M6	Intervention chimique tardive	Prélevée N Postlevées précoces	2 mois - Postlevée N Postlevées précoces
M8	Herbicide total interrang	Prélevée N Postlevées précoces	2 et 3 mois – Fauchage puis N traitements Glyphosate repousses herbes (Flash : 1 L/ha)
M10	Limitation de la pousse et de la fructification	Prélevée N Postlevées	2 et 3 mois – Fauchage puis N traitements Glyphosate repousses herbes (Flash : 0,5 L/ha)

(*) Annexe 1 : tableau définition des stades de développement des adventices

Les parcelles étant trop petites pour être mécanisées les interventions mécaniques sont faites manuellement :

- fauchage au ras du sol à l'aide d'une débrousailluse ;
- roulage, à l'aide d'un rouleau à cornières.

7.4.3 Dispositif

L'essai est implanté sur le bas de la parcelle P25 de la station expérimentale du Cirad à La Mare. C'est un dispositif en blocs de Fisher randomisés à quatre répétitions, entouré d'une bordure de deux lignes de canne. Les blocs, perpendiculaires aux rangs de canne, sont séparés par une allée de 2 m de large (Tableau 17).

Deux modalités de quatre rangs sont disposées entre deux rampes d'aspersion. Ces modalités sont séparées par un « rang surnuméraire » de canne dont les deux interrangs contigus, non désherbés pendant deux mois, ont joué le rôle de témoin pour évaluer l'enherbement potentiel.

Tableau 17: Dispositif de l'essai ITK

Modalités	10
Répétitions (blocs)	4
Parcelles élémentaires (PE)	40
Sillons/ PE	4
Longueur 1 sillon (m)	10
Ecartement entre sillons (m)	1,5
Largeur considérée pour le rang (m)	0,75
Largeur considérée pour l'interrang (m)	0,75
Surface d'une PE (m²)	60
Surface de l'essai (m²)	2 400

7.4.4 Résultats

Un développement très lent de la canne, sans relation avec le thème de l'essai, s'est traduit par une couverture retardée du sol par son feuillage. Par rapport à une plantation sans contrainte, il s'en est suivi un allongement de la durée de pression de l'enherbement avec des traitements herbicides des modalités de référence, M1, M7 et M9, plus nombreux qu'habituellement.

7.4.4.1 Enherbement à maîtriser

Parmi les espèces présentes plusieurs sont à cycle court si bien que le recouvrement global des interlignes avait atteint 80 % à 1,5 MAP. Les trois espèces majoritaires ont été *E. heterophylla* (70 %), *B. pilosa* (20 %) et *R. cochinchinensis* (15 %).

7.4.4.2 Caractéristiques et efficacités des modalités

Sur les itinéraires de références M1, M7 et M9, la faible vigueur de la poussée de la canne a abouti à de nombreux désherbage, soit un IFTH de 5,9, plus élevée que l'IFTH herbicide canne à sucre moyen de 3,1⁸ de La Réunion, mentionné par J. Martin *et al.* en 2012. Des arrachages manuels de fatagues à 2 et 3,2 MAP ont complété ces traitements (Tableau 18).

Tableau 18: Traitements des modalités de référence M1, M7 et M9 et leurs IFTH

Age (mois)	produit	dose (l/ha)	IFTH
0,4	Merlin + Prowl	0,1 + 3	1,8
2	Sencoral + 2,4-D	0,75 + 2	1,6
5	Camix + 2,4-D	2,5 + 1	1,2
6,2	Camix + Starane	1,25 + 1	1,3
Total			5,9

Aux itinéraires de référence de maîtrise des adventices, sont comparés des itinéraires :

- chimiques à doses réduites ;
- mécaniques ;
- ainsi que des combinaisons de ces deux méthodes.

Le nombre d'interventions, l'IFTH et le rendement canne de chaque modalité sont les indicateurs de l'efficacité ou non de ces modalités. (Tableau 19).

⁸ Moyenne pour plantation et repousses confondues et pour l'ensemble de l'île.

Tableau 19 : Nombre total de traitements, rangs et interrangs, IFTH et rendements canne des itinéraires testés par rapport aux modalités de références (Mref = M1, M7 et M9)

Modalité	Opération	Nombre interventions		IFTH (L+IL)		Rendement	
		Chimique	Mécanique	IFTH	Evolution vs Mref (%)	t/ha	Différence vs Mref (%)
Mref	Système référence	4	-	5,9	-	104	-
M2	Sarclage + chimique PL	4	2	5,5	-7	92	-12
M3	Sarclage	-	4	3,0	-49	109	+5
M4	Fauchage + chimique PL	2	2	4,0	-33	83	-20
M5	Roulage + chimique PL	2	1	4,5	-23	107	+3
M6	Fauchage + PL tardif	3	1 (fauche)	5,3	-10	115	+10
M8	Fauchage + herbicide total 1 l/ha*	2	1 (fauche)	3,2	-45	115	+11
M10	Fauchage + herbicide total 0,5 l/ha*	2	2 (fauche)	3,1	-47	103	-1

*Produit non sélectif : glyphosate 450 g/l, dose homologuée 4,8 l/ha
PL = Postlevée

Seule la maîtrise de l'enherbement par un sarclage mécanique de l'interrang, le rang de canne ayant été maintenu propre par des traitements herbicides (M3), a diminué l'IFTH de 50%, cette modalité donnant un rendement équivalent (+ 5 %) à celui de l'itinéraire de référence (Mref-tout chimique) (Tableau 19 et figure 11).

D'autres itinéraires ont aussi contribué à diminuer les IFTH tout en assurant un niveau de production en canne au moins équivalent si ce n'est légèrement supérieur à celui de la modalité de référence. Ces itinéraires ont fait appel à des :

- pratiques de substitution partielle au traitement chimique, le roulage (M5) ;
- associations de fauche et de traitements chimiques de l'interrang :
 - fauchage et postlevée tardif des interrangs à 3 mois (M6) ;
 - avec du glyphosate à 1 l/ha (M8) pour maîtriser les adventices.

Deux modalités, M2 et M4 associant respectivement sarclage ou fauchage à la débroussailluse, à des traitements de postlevée ont été moins productives en canne que les témoins. M6 à une production supérieure aux témoins, avec pour seule différence par rapport à M4, la substitution d'une fauche par un traitement chimique, soit un temps de compétition des mauvaises herbes sur l'interligne plus court.

Toutes ces pratiques qui ont toléré un enherbement plus ou moins prolongé des interrangs ont conduit à un développement des mauvaises herbes jusqu'à leur stade de fructification, soit un risque malherbologique pour les repousses suivantes.

La conduite de ces modalités sur de petites parcelles ne permet pas de calculer avec justesse les temps de travaux et leurs coûts. Cette démarche n'est envisageable que dans des parcelles où la mécanisation est réalisable.

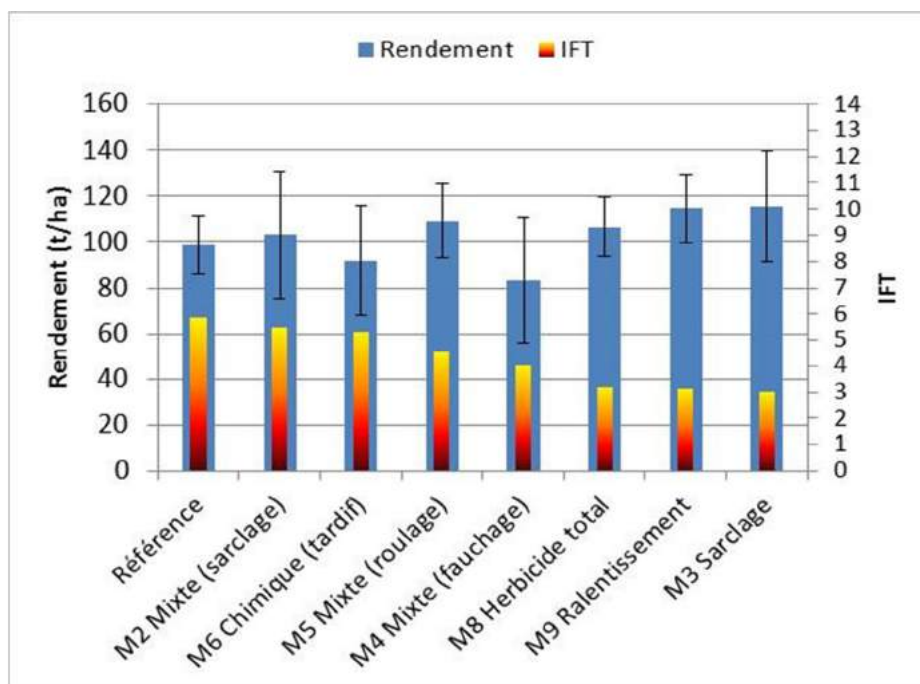


Figure 11 : Rendement canne, leur écart type, IFTH classés en ordre décroissant

A retenir:

Dans cet essai seul le sarclage mécanique de l'interrang (M3), le rang de canne étant maintenu propre par des herbicides, a conduit une réduction de 50 % de l'IFTH sans perte de rendement.

Les techniques alternatives testées associant le désherbage chimique au fauchage (M4), sarclage (M2) ou au roulage (M5) de l'enherbement de l'interrang ont aussi contribué à une réduction plus ou moins importante de l'IFTH avec un maintien du rendement canne. Cependant, ces itinéraires ont été accompagnés de phases d'enherbement plus ou moins importantes, au cours desquelles la fructification de certaines espèces pourrait représenter un risque malherbologique les années suivantes.

Sur cet essai, les alternatives aux traitements chimiques, qui ont contribué à réduire l'IFTH, ont demandé, plus de travail. Ce surcroît de travail, difficile à extrapoler d'un essai de petite taille à l'échelle de la parcelle demande à être évalué par des travaux complémentaires en

7.5 Essais d'interculture de légumineuses en plantation

7.5.1 Objectifs

L'année de plantation, l'essai teste l'efficacité potentielle de légumineuses, semées dans les interrangs de canne, à maîtriser un enherbement. L'impact de cette pratique alternative est aussi évalué sur la production de canne.

7.5.2 Modalités et dispositif

Les légumineuses ont été choisies selon leur disponibilité à La Réunion et suite aux travaux conduits lors du stage M. Chabalier, 2009 (Tableau 21).

Les semis ont été réalisés 0,4 et 1,9 mois après plantation (MAP). A 1,9 mois, ils ont été précédés d'un sarclage mécanique de l'interrang.

Quand les couverts des légumineuses ont perdu leur efficacité à maîtriser les adventices, ils ont été détruits, puis :

- soit de nouveaux couverts ont été semés ;
- soit des interventions complémentaires ont maintenu la parcelle propre jusqu'à la récolte.

Tableau 20: Légumineuses testées et durées de leur implantation

Modalité	Premier semis Age (mois)	1 ^{er} couvert	Destruction Age (mois)	2 ^{ème} couvert	Jours avec leg*
M1	0,4	<i>Desmodium. intortum</i>	3,7	<i>D. intortum</i>	330
M2	0,4	<i>Vigna unguiculata</i> (rongaï)	3,7	<i>V. unguiculata</i> (rouge)	< 330
M3	0,4	<i>Canavalia. ensiformis</i>	5	-	153
M4	0,4	<i>Cajanus. cajan</i>	3,7	<i>C. ensiformis</i>	330
M5	0,4	<i>Dolichos lablab</i>	6	-	187
M6	0,4	<i>Vigna unguiculata</i> (rouge)	3,7	<i>D. lablab</i>	330
M7	1,9	<i>Canavalia ensiformis</i>	5	-	96
M8	1,9	<i>Vigna unguiculata</i> (rongaï)	-	-	< 311
M9	1,9	<i>Dolichos lablab</i>	5	-	96
TP	-	-	-	-	

*nombre de jours où les cannes ont été en présence d'un couvert de légumineuses

7.5.3 Dispositif

Chaque bloc comporte un témoin maintenu propre (TP) par des traitements herbicides et des sarclages. Pour toutes les modalités, les rangs de canne sont maintenus propres par des traitements herbicides.

L'essai est irrigué par aspersion. Les rampes portant les asperseurs étant parallèles aux rangs de canne, deux modalités de quatre rangs sont comprises entre deux rampes d'aspersion. Ces modalités sont séparées par un rang surnuméraire de canne dont les deux interrangs contigus, non désherbés les deux premiers mois ont servi de témoin d'évaluation de l'enherbement potentiel.

L'essai est disposé en blocs de Fisher à quatre répétitions, entouré d'une bordure de deux rangs de canne. Les blocs, perpendiculaires à ces rangs, sont séparés par une allée de 2 m.

7.5.4 Semis et gestion des couverts

Les pratiques suivantes ont été mises en œuvre pour les semis et la gestion des couverts :

- la dormance des graines de *C. cajan* a été levée par trempage dans de l'eau pendant 24 heures. Suite à ce trempage, le gonflement irrégulier des graines a empêché leur semis à l'aide de la canne planteuse ;
- le rapprochement des lignes de semis de *D. lablab* et de *C. ensiformis* de 50 à 40 cm a apporté une meilleure maîtrise de l'enherbement, son efficacité passant de 50 % à 80 % ;
- les couverts de *D. lablab* et *V. unguiculata* à caractère lianescent ont nécessité de les rabattre vers l'interligne pour qu'ils ne se développent pas sur la canne ;
- les interlignes de *D. intortum* ont dû être sarclés environ deux et trois semaines après semis, car sa levée très lente avait été précédée par celle des mauvaises herbes.

7.5.5 Résultats

Comme dans l'essai itinéraire technique (§7.4), un développement très lent de la canne, sans relation avec le thème de l'essai, s'est traduit par un recouvrement retardé du sol par son feuillage.

Ce retard a été favorable, tant au développement des mauvaises herbes qu'à celui des légumineuses. Le développement de celles-ci vers les rangs de canne a alors été contenu pour préserver celui lent de la culture.

Deux traitements herbicides dirigés sur les rangs de canne pour y maîtriser les mauvaises herbes ont en partie affecté les légumineuses.

Plus tard le caractère lianescent de *C. ensiformis*, *D. lablab* et *V. unguiculata* a nécessité des sabrages de leur feuillage s'enroulant autour des cannes.

Le retard dans le développement des cannes a donc eu pour conséquence un plus grand nombre d'interventions pour la maîtrise de l'enherbement des lignes de canne, soit 7 traitements herbicides contre 4 à 5 habituellement.

7.5.5.1 Effet des légumineuses sur l'enherbement

Les meilleures maîtrises de l'enherbement ont été obtenues par les légumineuses levant rapidement et produisant une biomasse importante, *C. ensiformis*, *D. lablab* et *V. unguiculata* (Figure 12). Cette maîtrise s'est traduite par une pression de l'enherbement moins forte pour les deux premières légumineuses.

Les deux variétés de *V. unguiculata* n'ont pas eu la même production de biomasse, mais ont maîtrisé de façon identique les mauvaises herbes au regard des biomasses produites par celles-ci.

Avec un démarrage extrêmement lent, le *D. intortum*, légumineuse plus adaptée à un environnement d'altitude, était à 2,1 MAP dominé par les adventices. Suite à son nouveau semis à 3,7 MAP, il a assuré une parfaite couverture de l'interrang avec une importante production de biomasse aérienne maîtrisant parfaitement les adventices à 5 MAP. Dans de futurs essais, il est programmé de tester cette légumineuse en association avec une autre espèce, notamment un *V. unguiculata* « dit de 40 jours », qui une fois son stade de fructification atteint a tendance à disparaître naturellement.

Le *C. cajan*, à la densité semée avait un feuillage recouvrant peu le sol et a été rapidement dominé par les mauvaises herbes. De plus, sa sensibilité aux traitements herbicides sélectifs de la canne à sucre (Tableau 10) en fait au stade actuel de nos travaux une espèce de moindre intérêt par rapport aux autres espèces étudiées.

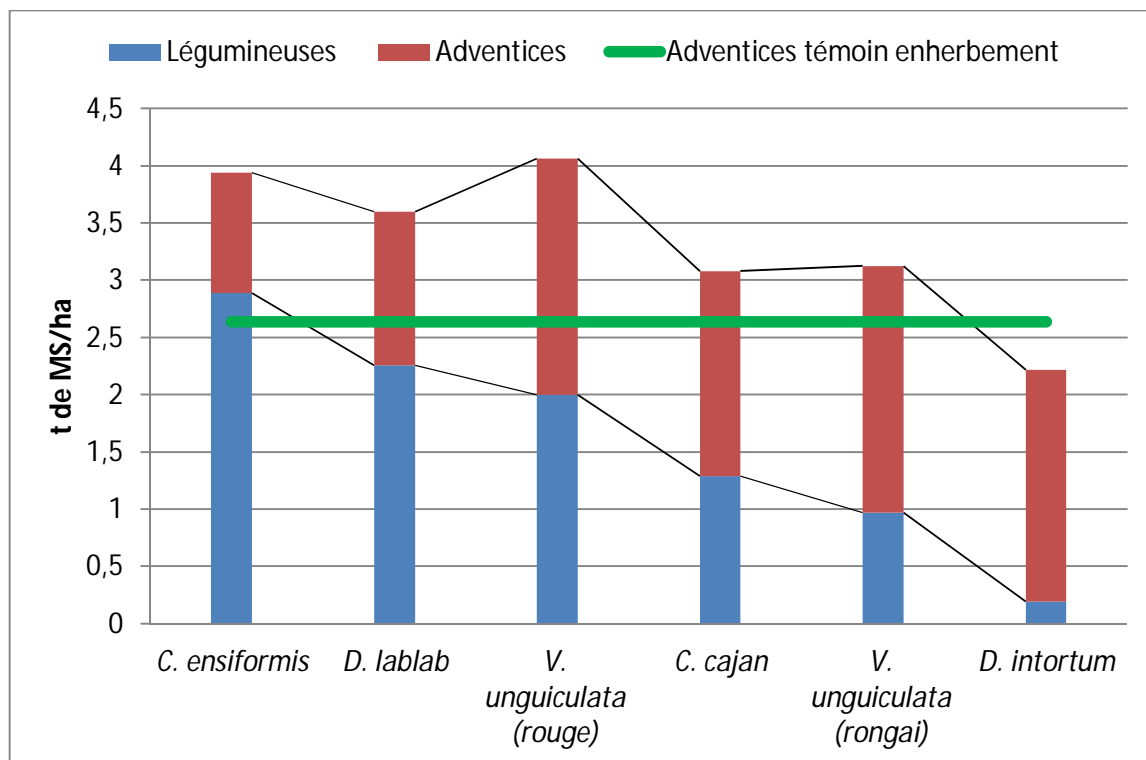


Figure 12: Pour un semis des légumineuses à 0,4 MAP, production sur l'interrang de la matière sèche des légumineuses et de l'enherbement en t/ha à 2,1 MAP.

7.5.5.2 Impact des légumineuses en interrang sur l'IFTH et le rendement canne

L'essai, dont les IFTH et les rendements sont reportés dans le tableau 21, été récolté à 11,9 MAP.

Tableau 21: Résultats des différentes modalités par rendement croissant

Modalité	1 ^{er} semis Age (mois)	Couvert	Destruction	Jours avec leg*	Rendement (t/ha)	IFTH **
M1	0,4	<i>Desmodium. intortum</i> <i>D. intortum</i>	non	330	63	2,7
M6	0,4	<i>Vigna unguiculata (rouge)</i> <i>D. lablab</i>	non	330	63	2,7
M2	0,4	<i>V. unguiculata (rongai)</i> <i>V. unguiculata (rouge)</i>	non	<330	71	2,7
TP		Rangs propres et interrangs sarclés			75	2,7 (6)
M4	0,4	<i>Cajanus. Cajan</i> <i>C. ensiformis</i>	non	330	75	2,7
M5	0,4	<i>Dolichos lablab</i>	oui	187	81	3
M9	1,9	<i>D. lablab</i>	oui	96	82	4,7
M3	0,4	<i>Canavalia. ensiformis</i>	oui	153	84	4,7
M7	1,9	<i>Canavalia ensiformis</i>	oui	96	87	4,7
M8	1,9	<i>Vigna unguiculata (rongai)</i>	non	<311	98	2,7

*nombre de jours où les cannes ont été en présence d'un couvert de légumineuses

**les semis des légumineuses étaient précédés d'un sarclage et les TP ont été sarclés sur les interlignes

Hormis sur le témoin toujours propre, aucun désherbage chimique n'a été réalisé sur les interrangs où le couvert des légumineuses a été maintenu jusqu'à la récolte (M1, M2, M4, M6).

Seules les lignes ont été traitées chimiquement, ce qui a permis une réduction de 50 % de l'application d'herbicides. Sur les TP en dehors du traitement de prélevée en plein lors de la plantation, cinq sarclages ont été nécessaires pour maintenir la parcelle propre. Au vu de notre expérience et d'une modalité équivalente, sur un essai conduit simultanément dans les mêmes conditions sur la même parcelle, l'IFTH obtenu sur le TP, s'il avait été uniquement désherbé à l'aide de produits chimiques aurait été de six pour cette année de plantation. Cette réduction des applications d'herbicides de 50 %, seules les lignes de canne ayant été traitées chimiquement, s'est traduite par rapport à la parcelle témoin (TP) maintenue toujours propre avec des traitements herbicides ligne-interligne :

- par une baisse de rendement (16 %) sur les modalités M1, M2 et M6 où les légumineuses ont été semées tôt, 0,4 MAP, puis de nouveau à 3,7 mois, soit un couvert total de 330 jours ;
- un rendement équivalent à celui du témoin pour M4, où se sont succédées deux légumineuses différentes, *C. cajan* puis *C. ensiformis* ;
- rendement canne supérieur de 31 % à celui du témoin pour M8, dont le semis *V. unguiculata* a été décalé à 1,9 MAP, cette espèce disparaissant naturellement à la fermeture du couvert de canne.

Sans pour autant atteindre 50 % de réduction d'IFTH, d'autres itinéraires ont engendré des gains de rendement de 13 % en moyenne par rapport au témoin maintenu propre : M3, M5, M7 et M9. Ces modalités comportent des IFTH plus importants dus aux traitements des interrangs suite à la destruction des couverts :

- soit à un semis décalé (1,9 MAP) des légumineuses suivi ou non de la destruction de leur couvert entre 5 et 6 MAP (M3, M7 et M9) ;
- soit une légumineuse détruite à 6 mois (M5).

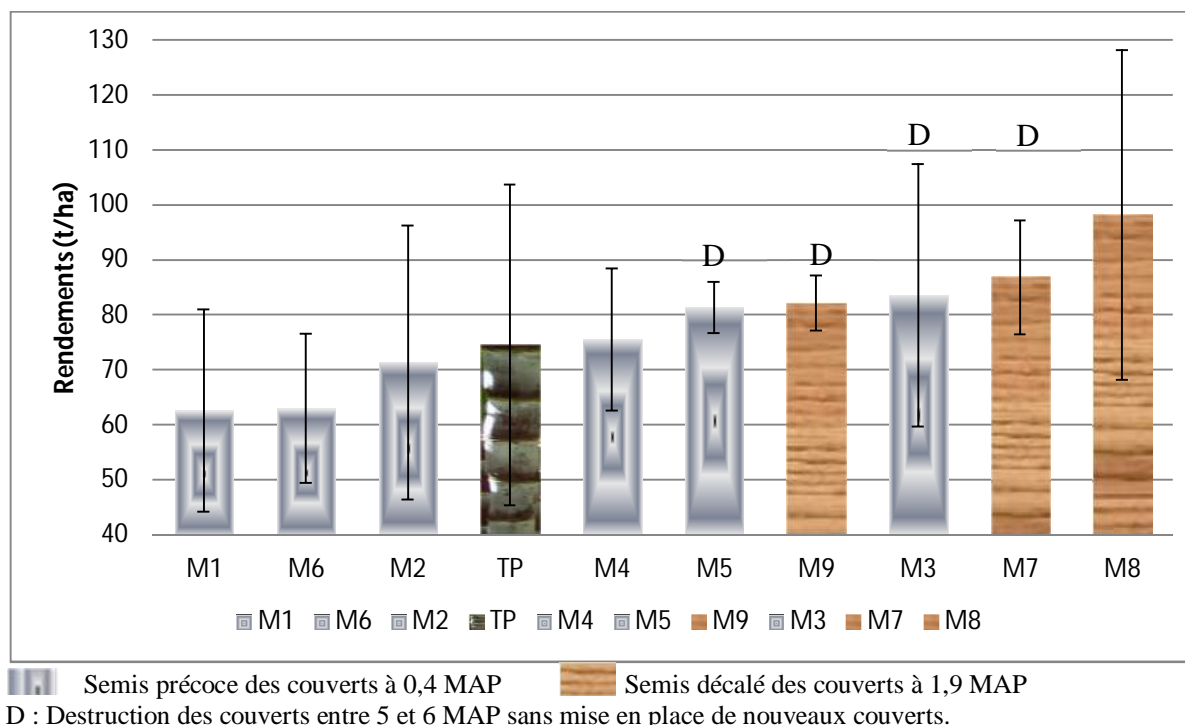


Figure 13 : Moyennes et écarts types des rendements en canne des modalités

Les résultats de cet essai nous montrent que :

- un semis précoce suivi d'un maintien du couvert jusqu'à la coupe a pénalisé les rendements (M1, M6 et M2) ;

- l'implantation tardive (1,9 MAP) d'une légumineuse précédée d'un sarclage a eu un impact positif sur le rendement (M8 vs M2= gain de 38 % et M7 vs M3 et M9 vs M5= gain de 3 % de rendement) et sur la maîtrise de l'enherbement ;
- la destruction des couverts, M3, M7 et M9, à la fermeture des cannes s'est traduite par une augmentation du rendement de 16 % par rapport à celui du témoin propre ;
- sur les semis décalés de *C. ensiformis* et de *V. unguiculata*, après un sabrage des parties lianescentes, ces espèces se sont maintenues au niveau du sol sur le rang de canne sans s'enrouler de nouveau autour des tiges. Ces légumineuses ont contribué à maîtriser le réenherbement des rangs de canne.

Il n'y a pas de différence significative pour la richesse et le taux de fibres entre les modalités, dont les moyennes sont respectivement 12 +/-0,9 et 13,5 +/-0,5.



Figure 14: Trois semaines après semis, couvert de *V. unguiculata* sur l'interligne, les lignes de canne étant maintenues propres par des traitements herbicides

Ces premiers travaux d'acquisition de références sur le comportement de légumineuses en intercalaire d'une culture de canne à sucre ont été présentés au Columa (Chabalier, 2013) et seront poursuivis dans le projet DephyEXPE Canecoh.

A retenir :

L'année de plantation d'une canne, des légumineuses semées dans l'interrang de canne à 1,9 MAP après un faux-semis sur cet interrang, *Canavalia ensiformis* (pois sabre), *Vigna unguiculata* (niébé), *Dolichos lablab* (zantaque) et *Desmodium intortum* (colle-colle), ont maîtrisé l'enherbement.

Deux mois après la plantation, un semis de *V. unguiculata* précédé d'un sarclage mécanique de l'interrang, la légumineuse étant maintenue jusqu'à la récolte, a réduit de manière conséquente l'IFTH (-50 %) le rendement canne étant supérieur de 23 % à celui de l'itinéraire témoin.

Des légumineuses semées à 0,4 MAP ou à 1,9 MAP ont contribué à des augmentations de rendement de 3 à 13 %.

8 ESSAIS CHEZ LES PLANTEURS (ACTION 2)

Dans divers environnements pédoclimatiques de l'île ces essais se proposent de tester des itinéraires techniques de maîtrise de l'enherbement en situation chez des planteurs.

8.1 Les essais « agripaille »

Ce premier groupe d'essais, dénommés « agripaille », testent divers itinéraires techniques de maîtrise de l'enherbement selon le paillis en place, paillis dont la nature et la répartition au sol sont fonction du mode de récolte. Les résultats de ces essais ont été présentés au Columa (Chabalier, 2013).

Deux modes de récolte ont été retenus :

- récolte manuelle, laissant au sol des feuilles longues, des bouts blancs entiers, mais aussi des alternances de zones paillées et non paillées, ces dernières correspondant aux empilements des cannes pour leur chargement lors de la récolte (Figure 15, gauche) ;
- récolte mécanique avec coupeuse tronçonneuse, qui donne un paillis plus fragmenté recouvrant toute la surface de la parcelle (Figure 15, droite).

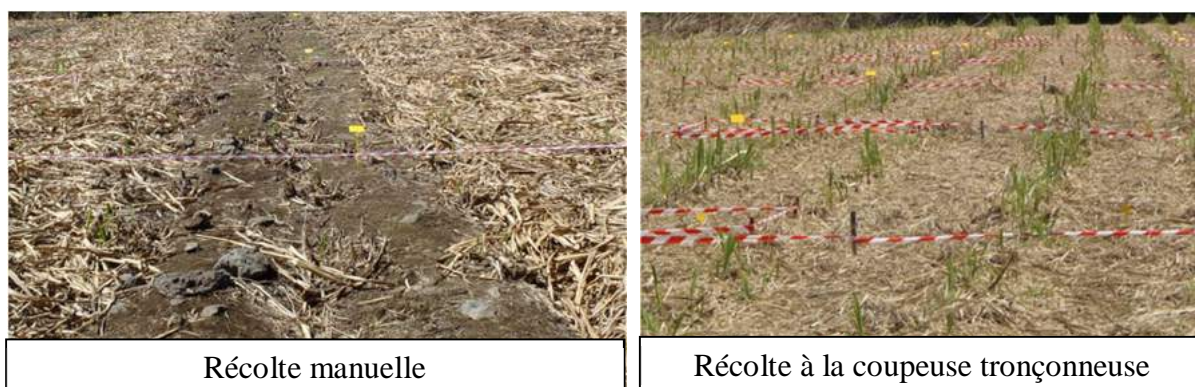


Figure 15 : Répartition du paillis selon le mode de coupe

8.2 Localisation et identification des essais « agripaille »

En se référant à ces deux modes de coupe, cinq essais ont été installés chez des planteurs en condition pluviale :

- quatre sont localisés dans l'Est de l'île, où la pluviosité est très favorable au développement des adventices ; deux essais après une coupe manuelle et deux après une coupe tronçonnée ;
- le cinquième dans le Nord où une pluviosité plus faible rend la pression des mauvaises herbes moindre a été installé derrière une coupe manuelle (Tableau 22).

Tableau 22: Identification et localisation des essais agripailles

Identification essai	Cycle en 2012	Type de coupe	Localisation	Mise en place	Récolte
Agripaille 1	R4	manuelle	Saint-Benoît	2011	2012
Agripaille 2	R2	manuelle	Sainte-Rose	2011	2012
Agripaille 3	R3	mécanique	Bois Rouge	2011	2012
Agripaille 4	R4	mécanique	Saint-Benoît	2011	2012
Agripaille 5	R3	manuelle	Chiendent	2011	2012

8.3 Modalités testées

Dans chacun des essais, par rapport au stade de développement des mauvaises herbes, cinq modalités ont été testées pour les maîtriser :

- M1 - prélevée ;
- M2 - postlevée précoce (PL précoce) ;
- M3 - postlevée ;
- M4 - postlevée tardif (PL tardif) ;
- TP - postlevée très tardif (PL x tardif).

D'un essai à l'autre, le choix des herbicides appliqués a été adapté à la nature de l'enherbement présent.

En bordure de l'essai, la pratique du planteur a aussi été observée (Planteur – PL) et ses interventions enregistrées. Suite à la pesée de ses cannes à la récolte, son rendement et son IFTH ont été rapprochés des données enregistrées dans les essais.

8.4 Dispositif

Le dispositif comprend une bande centrale de 6 parcelles qui correspondent aux témoins adjacents partagés (TP). Les modalités testées sont situées de part et d'autre de ces TP.

Les témoins adjacents partagés, non désherbés pendant les trois mois qui ont suivi la récolte, ont renseigné sur les espèces présentes et la pression de l'enherbement. Ils n'étaient pas randomisés.

Les modalités testées, au nombre de quatre, sont des itinéraires de désherbage chimique. Chacune des modalités est répétée trois fois, soit un total de 12 parcelles élémentaires (PE) pour l'ensemble des modalités.

Après coupe manuelle, les TP et les modalités comprennent une zone non paillée (ZNP) de deux sillons et une zone paillée (ZP) de trois sillons. Les sillons espacés de 1,5 m font 9 à 12m de long. Les ZP représentent 60 % de la surface, contre 40 % pour les ZNP.

Après coupe mécanique, toute la surface du sol est recouverte par le paillis.

Tableau 23: Description du dispositif

Modalités	4
Témoins (TP)	6
Répétitions (blocs)	3
Parcelles élémentaires (PE)	18
Sillons/ PE	5
Longueur 1 sillon (m)	9 à 12
Ecartement entre sillons (m)	1,5
Largeur considérée pour la ligne (m)	0,75
Largeur considérée pour l'interligne (m)	0,75
Surface d'une PE (m ²)	68 à 90
Surface de l'essai + bordures (m ²)	1 630 à 2 100

8.5 Résultats

8.5.1 Caractérisation des paillis en place

A la mise en place des essais le paillis laissé par les cannes a été évalué, en poids de matière sèche et en épaisseur (Tableau 24). A ces moyennes correspondent des variations importantes de répartition dans les parcelles. Elle est surprenante en coupe mécanique tronçonnée où les quantités de matière sèche de paille étaient du simple au double d'un sillon à l'autre.

Tableau 24: Rendement des parcelles et paillis obtenus après récolte

Essai	Code	Mode de coupe	Localisation	Rdt (tc/ha)	Biomasse (t MS/ha)	Humidité moyenne ⁹ (%)	Epaisseur (cm)
Agripaille 1	Agri 1	Manuelle	Beaufonds haut	109	16 (de 5 à 25)	48 %	15
Agripaille 2	Agri 2	Manuelle	Sainte-Rose	110	21 (de 6 à 36)	54 %	12
Agripaille 3	Agri 3	Mécanique	Bois-Rouge / Saint André	90	10 (de 6 à 15)	63 %	4
Agripaille 4	Agri 4	Mécanique	Beaufonds bas	90	20 (de 10 à 30)	42 %	7
Agripaille 5	Agri 5	Manuelle	Chiendent / Sainte-Marie	109	25 (de 10 à 35)	88 %	11

D'un essai à l'autre, cette biomasse s'est dégradée à des vitesses différentes (Tableau 25), sans que des tendances ne se dégagent en fonction des conditions pédoclimatiques, sol, pluviométrie, altitude, humidité ... Sur les coupes manuelles, le paillis s'est dégradé :

- plus rapidement que celui des coupes mécaniques ;
- d'autant plus vite qu'il était initialement important après la récolte.

Tableau 25: Vitesse de dégradation du paillis (perte en t de MS/ha/semaine)

Agripailles en coupe manuelle	Agripailles en coupe mécanique
Agri 1 = 0,51	Agri 3 = 0,71
Agri 2 = 1,04	Agri 4 = 0,40
Agri 5 = 1,50	-
Moyenne = 1,01	Moyenne = 0,55

8.5.2 Mauvaises herbes majeures présentes

La richesse floristique des essais a toujours été importante avec au moins une vingtaine d'espèces rencontrées (Tableaux 26, 27 et 28).

Pour les essais derrière **coupe mécanique**, les deux espèces principales ont été *Cyperus rotundus* (zoumine) et *Cynodon dactylon* (chiendent). De nombreux pieds de *Panicum maximum* (fataque) ont levé sur les lignes. Diverses lianes sont apparues 1,5 mois après la coupe, et leurs levées se sont échelonnées jusqu'à 7 mois, notamment pour *Passiflora foetida*, *Passiflora suberosa*, *Ipomoea eriocarpa*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea obscura* et *Cardiospermum halicacabum*.

Sur les essais après **coupe manuelle**, les espèces principales ont été des dicotylédones, *Ageratum conyzoides*, *Siegesbeckia orientalis*, *Euphorbia heterophylla*, *Chamaesyce hirta*, *Phyllanthus niruroides*, *Lantana camara* et *Emilia sonchifolia*. La couverture du sol par les mauvaises herbes a été beaucoup plus rapide dans les parcelles où les agriculteurs intervenaient tardivement pour maîtriser leur enherbement les années précédentes (Agripaille 1 et 2 : important stock de semences vs Agripaille 5). La présence des fataques et de lianes a été similaire à celles des essais en coupe mécanique.

⁹ Le suivi de cette humidité dans le temps a montré qu'après des pluies si l'humidité du paillis était supérieure à 55%, il fallait augmenter le nombre d'échantillons pour évaluer sa matière sèche.

Tableau 26: Nombre d'espèces, total, par classe et dominantes

Essai	Agri 1	Agri 2	Agri 3	Agri 4	Agri 5
Total espèces	36	43	19	32	42
Nb monocotylédones	13	10	5	9	8
Nb dicotylédones	23	33	14	23	34
Nb dominantes	4	3	2	4	5

Tableau 27: Monocotylédones des cinq essais :

0 : espèce rare, 1 : espèce moyennement présente, 3 : espèce majoritaire

Famille	Nom scientifique	Nom usage	Agri 1	Agri 2	Agri3	Agri 4	Agri 5
ARACEAE	<i>Colocasia esculenta</i>	Songe	3				
COMMELINACEAE	<i>Commelina benghalensis</i>	Grosse herbe de l'eau	2				
COMMELINACEAE	<i>Commelina diffusa</i>	Petite herbe de l'eau	2	1			
CYPERACEAE	<i>Cyperus esculentus</i>		2			1	
CYPERACEAE	<i>Cyperus iria</i>			2			
CYPERACEAE	<i>Cyperus rotundus</i>	Zoumine	3		3	3	2
CYPERACEAE	<i>Kylling erecta</i>	Jambélon	2	2		1	1
CYPERACEAE	<i>Kyllinga bulbosa</i>		2	2			
CYPERACEAE	<i>Cyperus sp.</i>	Herbe coco		2			
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Petit-chiendent	1		3	2	1
POACEAE	<i>Digitaria ciliaris</i>				1		2
POACEAE	<i>Echinochloa colona</i>						1
POACEAE	<i>Hematria altissima</i>	Herbe bourrique	2	1		1	
POACEAE	<i>Megathyrsus maximus (Panicum maximum)</i>	Fataque	2	1	2	2	1
POACEAE	<i>Paspalum paniculatum</i>	Herbe duvet				1	
POACEAE	<i>Paspalum conjugatum</i>						2
POACEAE	<i>Paspalum dilatatum</i>	Herbe sirop	2	2		1	
POACEAE	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Fataque duvet	2	2	2	2	2
POACEAE	<i>Setaria pumila</i>	Queue de chat	3	2			

Tableau 28: Dicotylédones des cinq essais :

0 : espèce rare, 1 : espèce moyennement présente, 3 : espèce majoritaire

Famille	Nom scientifique	Nom usage	Agri 1	Agri 2	Agri 3	Agri 4	Agri 5
ACANTHACEAE	<i>Asystasia gangetica</i>	Herbe le rail	2	1			
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus dubius</i>				2	2	
ASTERACEAE	<i>Ageratum conyzoides</i>	Herbe à bouc	2	3	1	1	
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	Piquant noir	2				
ASTERACEAE	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	Gros lastron	2	2			1
ASTERACEAE	<i>Emilia sonchifolia</i>	Petit lastron		3			
ASTERACEAE	<i>Conyza sumatrensis</i>	Mille-feuille		2			1
ASTERACEAE	<i>Gamochaeta purpurea</i>	Immortelle					1
ASTERACEAE	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Camomille					1
ASTERACEAE	<i>Pterocypsela indica</i>	Lastron cheval		2			1
ASTERACEAE	<i>Sigesbeckia orientalis</i>	Guérit vite	3	2		1	1
ASTERACEAE	<i>Sonchus asper</i>	Lastron piquant		1			1
ASTERACEAE	<i>Synedrella nodiflora</i>	Fleur soleil	2	1		1	
ASTERACEAE	<i>Youngia japonica</i>	Lastron bâtard		2			1
ASTERACEAE	<i>Vernonia cinerea</i>	Herbe le rhum		2			1
CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria cordata</i>	Pilipili	1	2		1	
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomea indica</i>	Liane bleu		1		1	
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea eriocarpa</i>						1
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Amourette	2	1	2	2	3
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea nil</i>	Liane cochon					1
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea obscura</i>	Liane toupie	2	2	1	1	1
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea triloba</i>			2		1	
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i>	Margose	2	1	2	3	2
EUPHORBIACEAE	<i>Chamaesyce hirta</i>	Jean Robert					3
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Herbe de lait	1	1	1		3
EUPHORBIACEAE	<i>Phyllanthus amarus</i>	Ti tamarin blanc	2				
EUPHORBIACEAE	<i>Phyllanthus niruroides</i>	Petit tamarin		2	2	1	3
EUPHORBIACEAE	<i>Phyllanthus urinaria</i>	Petit tamarin	1	2	1	1	1
FABACEAE	<i>Aeschynomene indica</i>			2			
FABACEAE	<i>Desmodium incanum</i>	Colle-colle					1
LAURACEAE	<i>Litsea glutinosa</i>	Avocat marron	2	1	1	1	1
MALVACEAE	<i>Hibiscus surattensis</i>	Oseille malabare			2	2	2
MALVACEAE	<i>Sida acuta</i>	Herbe dure	1				1
MELASTOMATACEAE	<i>Clidemia hirta</i>	Tabac-bœuf	1	2			1
MIMOSACEAE	<i>Desmanthus virgatus</i>	Ti cassi	2				
MIMOSACEAE	<i>Mimosa diplotricha</i>	Liane sensitive				1	
MIMOSACEAE	<i>Mimosa pudica</i>	Sensitive				1	2
MYRTACEAE	<i>Psidium cattleianum</i>	Goyavier		1			
OXALIDACEAE	<i>Oxalis corniculata</i>	Ti trèfle	2	2		2	2
OXALIDACEAE	<i>Oxalis debilis</i>	Gros trèfle	2	2	2	2	2
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	Ti grenadelle	2	2	2	2	2
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora suberosa</i>						3
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago lanceolata</i>	Petit plantain		2			
ROSACEAE	<i>Rubus alceifolius</i>	Raisin marron		2		2	1
SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Poc-poc	2				1
SCROFULARIACEAE	<i>Striga asiatica</i>	goutte de sang			1		1
SOLANACEAE	<i>Solanum mauritianum</i>	Bringellier		2		1	1
SOLANACEAE	<i>Solanum nigrum</i>	Brède morelle	2	2	2	3	2
STERCULIACEAE	<i>Melochia pyramidata</i>	Herbe dure		1			
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	Corbeille d'or	2	3		1	1

8.5.3 Efficacité des paillis

L'efficacité du paillis à maîtriser l'enherbement n'a pu être évaluée que dans les essais en coupe manuelle, les seuls avec une zone non paillée jouant le rôle de témoin.

Entre 1,5 et 3 mois, le paillis a réduit de 70 à 96 % l'enherbement (Figure 16). Au-delà de cet âge, quelle que soit la pression de l'enherbement, la paille n'a plus maîtrisé efficacement l'enherbement. Les adventices ont commencé par se développer dans les zones où le paillis était moindre ainsi que sur les rangs de canne où la levée des talles, en écartant la paille, avait réduit la protection du sol. Un traitement a alors été nécessaire pour maîtriser les adventices et éviter tout risque de production de nouvelles semences, même dans les essais où la pression des adventices était faible (< 10 % de recouvrement au bout de 3 mois).

Certaines espèces (Tableau 29), plus que d'autres sont plus sensibles au paillis, qui :

- a eu peu ou pas d'effet sur les recrues ligneux, les plantes vivaces à gros tubercules et les lianes ;
- a semblé favoriser, quand il était peu important, < 5 t de MS /ha, la levée de certaines espèces dont la germination aura pu être facilitée par le maintien d'une humidité au niveau du sol. En revanche, il a efficacement maîtrisé un grand nombre de petites dicotylédones.



Figure 16 : Agripaille 1 - Efficacité d'un paillage après coupe manuelle à 1,5 mois.

Tableau 29: Classement des espèces en fonction de leur sensibilité au paillis dans les agripailles en coupe manuelle

Espèces sensibles au paillis	Espèces peu ou pas sensibles au paillis
<u>Monocotylédones</u> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Setaria pumila</i>	<u>Monocotylédones</u> <i>Colocasia esculenta</i>
<u>Dicotylédones</u> <i>Ageratum conyzoides</i> <i>Chamaesyce hirta</i> <i>Crassocephalum crepidioides</i> <i>Euphorbia heterophylla</i> <i>Emilia sonchifolia</i> <i>Phyllanthus urinaria</i> <i>Phyllanthus niruroides</i> <i>Sigesbekia orientalis</i>	<u>Dicotylédones (ligneuses)</u> <i>Clidemia hirta</i> <i>Lantana camara</i> <i>Litsea glutinosa</i> <i>Psidium cattleianum</i> <i>Solanum mauritianum</i>
	<u>Dicotylédones (lianes)</u> <i>Ipomoea hederifolia</i> <i>Ipomoea obscura</i> <i>Momordica charantia</i> <i>Passiflora suberosa</i> <i>Rubus alceifolius</i>

8.5.4 Effet des modalités sur la production de canne

Pour les deux essais en coupe mécanique tronçonnée, les rendements canne de certaines modalités ne sont pas disponibles (Tableau 31), car le planteur avait commencé à récolter l'essai sans nous en aviser.

Pour les cinq essais, toutes les modalités testées, sauf une dans agripaille 5, ont eu rendement moyen supérieur à celui des cannes récoltées par les planteurs dans les zones mitoyennes aux essais. Ce gain a pu atteindre 40 tc/ha pour une baisse d'IFTH de 25 à 50 %. Mais, plus qu'aux itinéraires techniques de maîtrise de l'enherbement, ce surplus de rendement dans la zone d'essai a probablement pour origine une fertilisation conforme aux recommandations formulées après une analyse de sol, recommandations non suivies par les planteurs.

Comme il est conseillé au planteur d'intervenir après sa récolte, il a été testé, en début de cycle, un traitement de prélevée ou de postlevée précoce dès que les conditions d'humidité de surface ont été réunies pour leur application. Ces traitements sont comparés à des désherbages plus tardifs. Quand la **pression** des adventices a été :

- **faible**, soit un recouvrement des mauvaises herbes < 40 % 3 mois après coupe pour agripaille 5, le **désherbage précoce** (M1 et M2) a **réduit l'IFTH** de 28 à 36 %. par rapport à un désherbage très tardif (Tableau 30, Figure 21). Dans cet essai, pour la modalité à désherbage tardif, la pression de l'enherbement n'a pas été suffisante pour affecter les rendements, mais ce stade d'intervention a nécessité l'utilisation de mélanges d'herbicides à doses complètes pour détruire les adventices très développées, alors qu'une application précoce (prélevée) a assuré une meilleure maîtrise de l'enherbement, avec moins de matières actives;

Tableau 30: IFTH des modalités testées dans les cinq essais agripaille

Modalités	Code	Agri1	Agri2	Agri5	Moyenne manuelle	Agri3	Agri4	Moyenne mécanique	Moyenne Générale
Planteur	PL	6,0	4,0	3,0	4,3	4,0	5,1	4,6	4,4
Prélevée	M1	4,5	2,2	2,6	3,1	3,8	2,2	3,0	3,1
Post précoce	M2	2,9	2,8	2,3	2,7	5,2	2,2	3,7	3,1
Postlevée	M3	2,6	2,1	2,0	2,2	3,2	2,9	3,1	2,6
Post tardif	M4	1,8	1,9	2,9	2,2	3,3	2,9	3,1	2,6
Post très tardif	TP	2,7	1,9	3,6	2,7	3,2	1,8	2,5	2,6

Tableau 31: Production canne (tc/ha) des modalités testées dans les cinq essais agripaille

Modalités	Code	Agri1	Agri2	Agri5	Moyenne manuelle	Agri3	Agri4	Moyenne mécanique	Moyenne Générale
Planteur	PL	103	83	104	96,7	110	129	119,5	105,8
Prélevée	M1	136	109	130	125,0	117	143	130,0	127,0
Post précoce	M2	133	120	138	130,3	-	-	-	-
Postlevée	M3	122	112	130	121,3	-	-	-	-
Post tardif	M4	113	102	131	115,3	85		85,0	107,8
Post très tardif	TP	133	109	134	125,3	129	118	123,5	124,6

- **moyenne ou importante**, soit un recouvrement des mauvaises herbes > 40 % 3 mois après coupe, agripaille 1, 2, 3 et 4, par rapport au désherbage tardif, une **application précoce a évité des pertes** de rendements comprises entre 15 et 27 % (Tableau 31, graphes 18, 19 et 20). Une nouvelle levée de mauvaises herbes a nécessité un traitement

chimique complémentaire, 3 à 4 semaines après le premier, ce qui s'est traduit par une **hausse des IFTH** de 0,4 à 2,7 unités, par rapport aux désherbages tardifs.

En résumé, si pour de faibles pressions d'enherbement, les interventions précoces ont abouti à des réductions d'IFTH, en cas de forte pression, c'est le désherbage tardif réalisés entre 2 et 2,5 MAC des parcelles qui a diminué les IFTH de 13 et 37 %. Mais, cette intervention tardive a abouti à des pertes de 15 à 27 % de rendement canne avec un risque de production de semences indésirables.

Dans certaines conditions, demandant à être précisées, type de sol, paillis, pluviométrie, flore, variété, stade de la canne ..., un traitement très tardif du désherbage, (3,5 mois pour les TP des agripailles 1, 2, 3 et 5) a pu donner des pertes moindres que des désherbages tardifs réalisés entre 2 et 2,5 MAC voir aucune perte de rendement. Ce résultat se rapproche de celui obtenu dans les TA de l'essai de nuisibilité en vierge (§7.3). Des processus de facilitation sont peut être impliqués, les espèces majoritaires pouvant être impliquées étant : *Ageratum conyzoides*, *Emilia sonchifolia*, *Sigesbeckia orientalis*, *Euphorbia heterophylla*, *Phyllanthus niruroides* et *Solanum nigrum*.



Figure 17: Efficacité sur *C. rotundus* d'un prélevée sur un paillis de coupeuse tronçonneuse

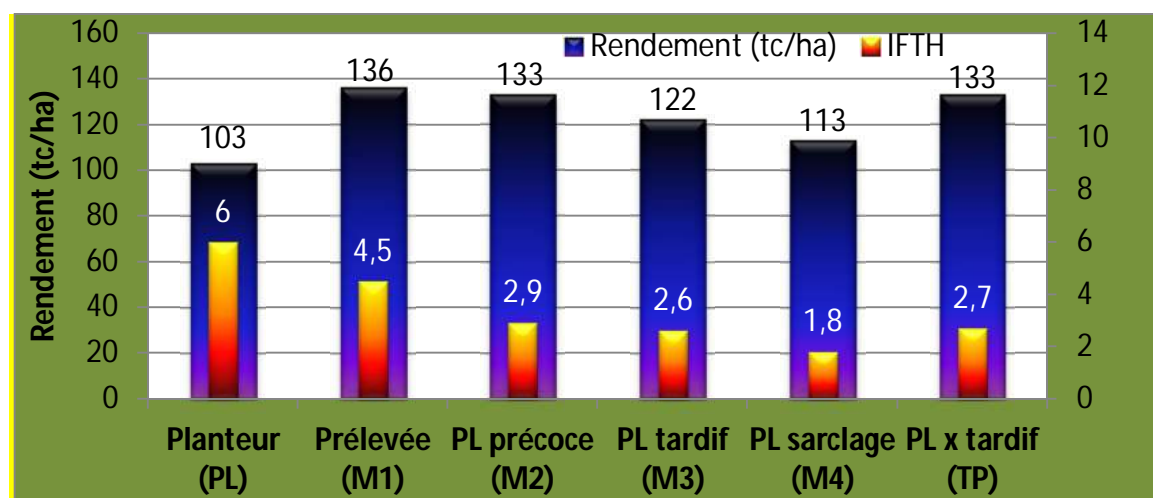


Figure 18 : Agri 1 : Rendements en tiges usinables et IFTH des modalités et de la parcelle planteur

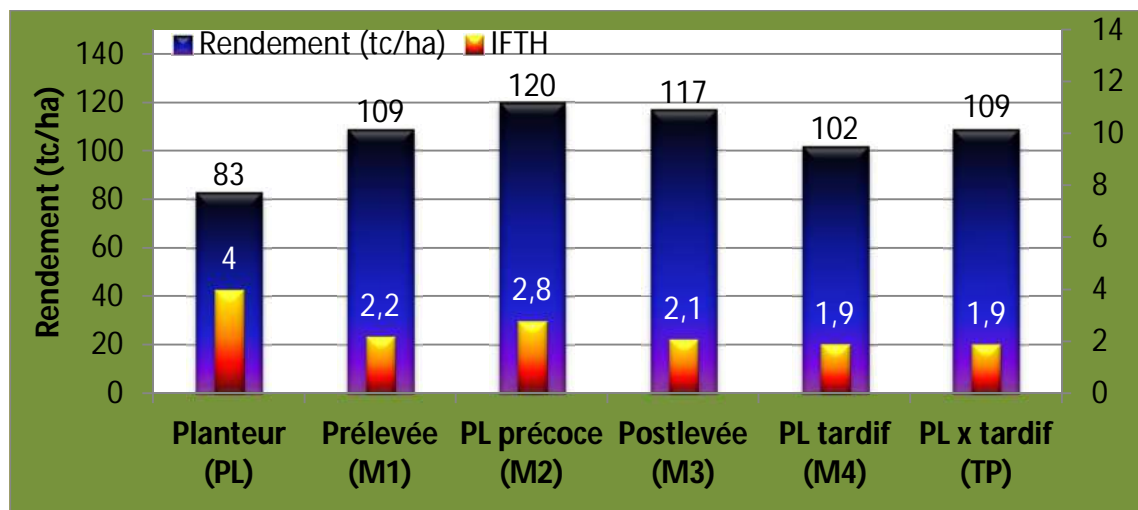


Figure 19 : Agri 2 : Rendements en tiges usinables et IFTH des modalités et de la parcelle planteur

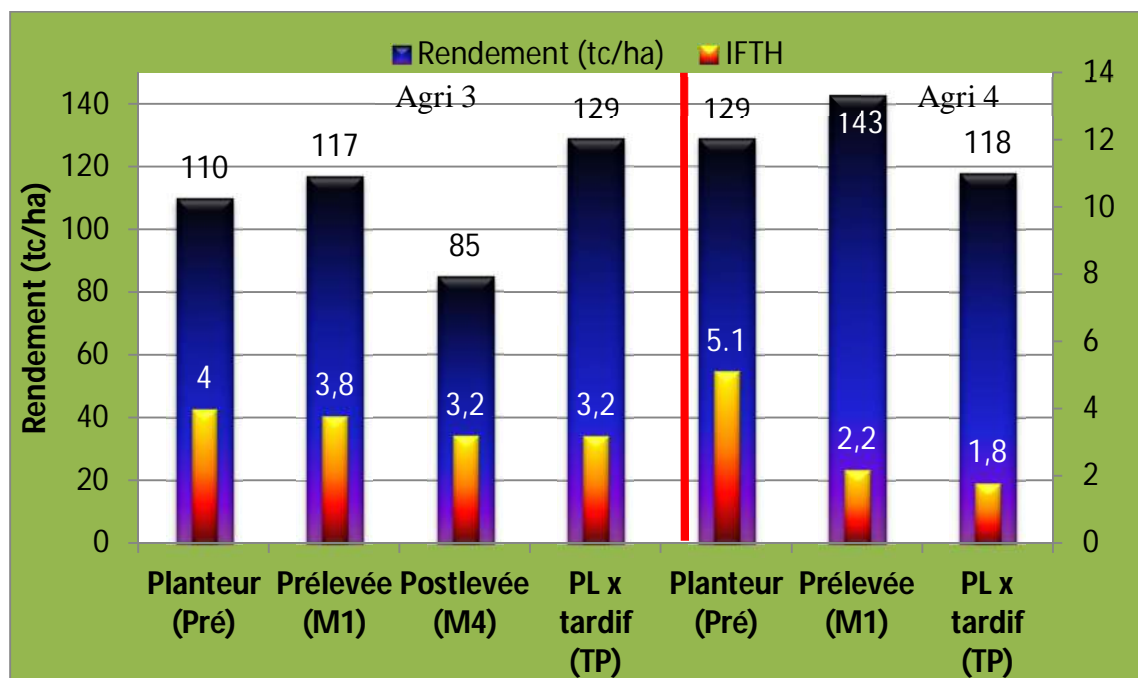


Figure 20 : Agri 3 et 4 : Rendements en tiges usinables et IFTH des modalités et de la parcelle planteur

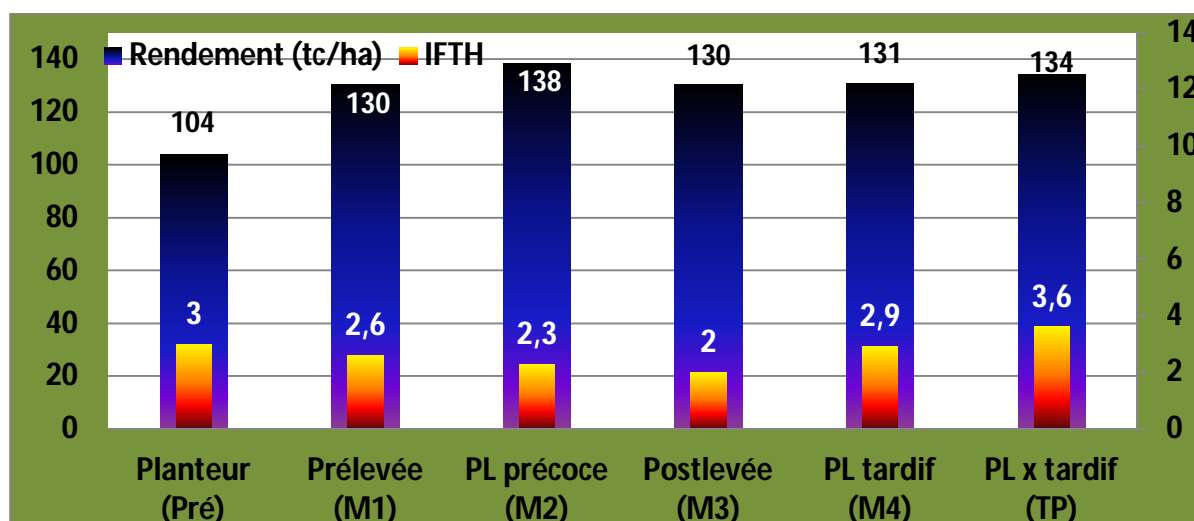


Figure 21 : Agri 5 : Rendements en tiges usinables et IFTH des modalités et de la parcelle planteur

A retenir :

Des paillis de 20 t/ha ont efficacement limité l'enherbement sur des repousses de canne à sucre en début de cycle (efficacité de 70 à 96 %).

Le désherbage tardif des parcelles a, dans certains cas, réduit les IFTH, mais en entraînant des pertes de rendement en cas de forte pression des adventices, pouvant atteindre 27 % du potentiel de production. Ces pertes ont été évitées lorsque la concurrence avec les adventices a été moindre. Cependant, avant de proposer des réductions de l'IFTH, l'évaluation du risque malherbologique pour les années suivantes nécessitent encore des travaux complémentaires. Ce risque est engendré par la fructification d'espèces annuelles et l'installation d'espèces vivaces ou pérennes, dont la pression d'infestation risque d'augmenter avec le temps. Par exemple, dans Agripaille 2, peu présente la première année, et sans herbicide homologué pour la maîtriser, *Clidemia hirta*, est devenue envahissante l'année suivante.

D'autre part, avec la diminution de la gamme d'herbicides homologués, dont le retrait de l'Asulox, la maîtrise des graminées, très concurrentielles vis-à-vis de la canne, comme *Panicum maximum*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Paspalum dilatatum* ..., passe nécessairement par l'utilisation d'herbicides de prélevée. Le paillis n'est pas une contre-indication à leur utilisation, notamment en conditions humides.

8.6 Les essais à trois niveaux de paillis

Deux essais à trois niveaux de paillis ont été mis chez un agriculteur à Saint-Louis :

- 0 = toute la paille est retirée de la parcelle ;
- 1 = niveau de paille naturel suite à la récolte = 100 % du paillis initial ;
- 2 = niveau de paille doublé = 200 % du paillis initial.

Les dispositifs se composaient de 3 parcelles de 60 m², sans répétition. Les essais ont été installés mi-octobre 2010. Les agriculteurs ont réalisé un traitement de post-levée tardif fin décembre 2010.

Les paillis des essais étaient de respectivement 17 et 39 t de pailles fraîches par hectare. Qui correspondent, avec un taux d'humidité moyen théorique de 40 %, à 10 et 23 t de MF/ha de paillis initial.

La présence de paillis, compris entre 10 (niveau 1 sur essai 1) et 46 t de MS/ha (niveau 2 sur essai 2), sur la parcelle a permis d'obtenir un enherbement des parcelles inférieur au seuil d'intervention de désherbage, fixé à 30 %, avant fermeture de la canne (points en rouge, Figure 22).

Pour compléter ces observations, ces résultats ont été comparés aux relevés faits sur l'essai P22 à La Mare §7.2 composés de plusieurs niveaux de paillis (de 0 à 40 t de MS/ha). On a alors 93 notations d'enherbement réalisées à 3 MAC sur P22 et à 4 MAC sur les deux parcelles de démonstration, avec des paillis allant de 0 à 46 t de MS de paille.

Le recouvrement global moyen par les mauvaises herbes semble équivalent avec des tonnages de paille compris entre 10 et 20 t de MS/ha, et entre 23 et 46 t de MS/ha. La présence d'au moins 10 t de MS/ha a permis dans ces essais, contrairement à l'absence de paille, d'être en dessous du seuil d'intervention de 30 % au moment des notations.

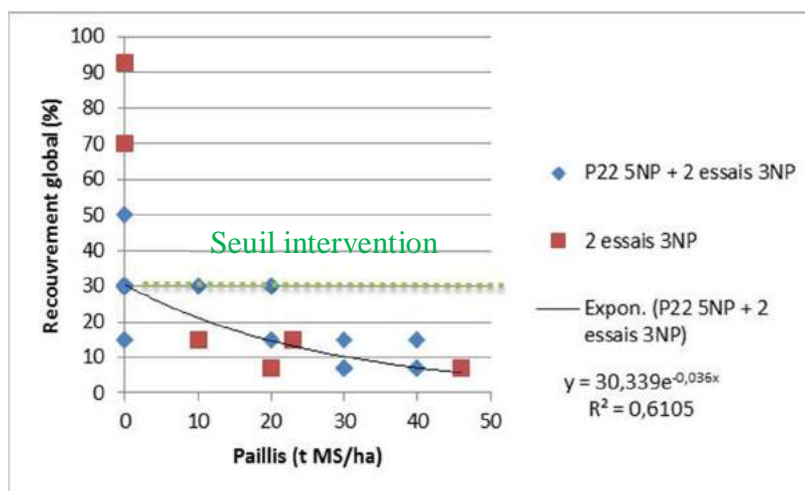


Figure 22 : Evolution de la moyenne du recouvrement global en fonction de la biomasse sèche de paille sur les parcelles de démonstration et sur la P22 à La Mare

Les espèces principales des deux essais mis en place chez les planteurs ont été :

- 1 Dicotylédone : *Amaranthus dubius*
- 1 Cyperaceae : *Cyperus rotundus*
- 1 Poaceae géante : *Rottboellia cochinchinensis*
- 2 lianes : *Momordica charantia* et *Ipomoea hederifolia* (*I. hederifolia* présente que sur 1 des deux sites)

La notation était effectuée avant fermeture des canne (à 4 MAC), c'est le dernier moment possible pour desherber les parcelles. Malgré le faible taux de recouvrement atteint sur les parcelles (<30 %), la présence de lianes, pouvant engendrer de fortes pertes à la récolte (Martin, 2012), a nécessité un traitement dirigé (par tâche). La situation était identique sur la parcelle P22 à La Mare à ce stade.



Figure 23 : Envahissement de canne par : a= *Cardiospermum halicacabum*, b= *Merremia dissecta*, c= *Momordica charantia*, d= *Ipomoea eriocarpa* et e= *Ipomoea hederifolia*

A retenir :

Les résultats des parcelles de démonstration chez les planteurs confirment les résultats d'efficacité des quantités de paille obtenus sur P22 à La Mare §7.2:

- des paillis d'au minimum 10 t de MS/ha ont maîtrisé l'enherbement qui est resté en dessous du seuil d'intervention de 30 % au moment des notations, à 3 MAC sur P22 et à 4 MAC chez le planteur. Sur les parcelles de démonstration l'efficacité du paillis avait été renforcée par un traitement chimique.
- la paille n'a pas empêché la levée des lianes et malgré des recouvrements globaux des parcelles paillées faibles (<30 %), il est nécessaire de traiter les lianes.

9 LES ACTIONS DE COMMUNICATION (ACTION 3)

Plusieurs actions de communication et d'échange ont été mises en place.

9.1 Documents écrits

- Communication au Congrès sucrier 2012 ARTAS- AFCAS sur les résultats d'essais agripailles menés chez les planteurs (Chabalier *et al.*, 2012) ;
- Poster sur les résultats de l'essai Nuisidif l'année de plantation pour le congrès ISSCT (International Society of Sugar Cane Technologists) qui s'est déroulé à Sao Paulo au Brésil les 24- 27 juin 2013 ;
- Communication au Congrès Columa, qui s'est déroulé à Dijon, sur les résultats de l'essai Nuisidif l'année de plantation (Martin *et al.*, 2012), les résultats des agripailles et des légumineuses intercalaires en plantation (Chabalier *et al.*, 2012) ;
- Présentation de résultats du programme MAGECAR dans le Caro canne N°28.

9.2 Visites terrain et actions de communication

Visites des essais par :

- une classe du lycée agricole de Saint-Paul ;
- chercheurs CIRAD, Directeur IT2 (Martinique) ;
- Fredy Grossard responsable du volet Démonstration/Expérimentation du CTCS de Guadeloupe ;
- les responsables des lycées agricoles de Saint-Paul et de Saint-Joseph ;
- les agriculteurs des essais de type Agripaille et des techniciens des Pôles Canne des zones respectives.

9.3 Echange et co-construction avec d'autres structures (autres que le Cirad)

- création d'un réseau d'échange ReCasDom (Réseau canne à sucre inter Dom) avec des professionnels de la canne à sucre en Guadeloupe et Martinique ;
- échange avec le BSES en Australie ;
- échange avec l'ARP (Association réunionnaise du pastoralisme) ;
- participation à un séminaire au MSIRI (Maurice) dont le thème était : « les espèces lianescentes » ;
- mission à Madagascar pour échanger avec les chercheurs du Cirad autour du dispositif prioritaire « Systèmes de Production d'Altitude et Durabilité » (SPAD) sur l'usage des systèmes de culture faisant appel à des plantes de service ;
- échanges avec le réseau Dephy Ferme de la Chambre d'agriculture.

10 POURSUITE DU PROJET DANS LE CADRE DU PROJET DEPHY EXPE CANNE

Les travaux entrepris par le projet Magecar se poursuivent dans le cadre du projet Dephy expé Canecoh (Canne économe en herbicides) qui a démarré début 2013. De même, les actions qui n'ont pas pu être conduites seront lancées.

Action 1.1 : Elaboration d'un référentiel quantitatif sur des méthodes alternatives de gestion des enherbements en canne vierge et repousses :

- cette action conduite dans Magecar sur une plantation en rangs simples, pourrait être étendue au mode de plantation en rangs jumelés, comme initialement prévu dans le projet Magecar, mais non réalisée car les conditions techniques de conduite de ce mode de plantation n'étaient pas toutes réunies ;

- un planteur ayant récemment évoqué son intérêt pour ce mode de plantation les tests de méthodes alternatives de gestion de l'enherbement pourraient donc être étendus au mode de plantation en rangs jumelés.

Action 2.3 : Tests de comportement de plantes de couverture en interculture de canne vierge ou repousses **en milieu producteur :**

- l'état de nos connaissances sur un tel itinéraire était insuffisant pour entreprendre des travaux en milieu producteur pendant la durée du projet (deux ans et demi) ;
- mais les premiers résultats de Magecar sur ce thème, nous permettent dans le cadre d'une approche de co-conception avec des planteurs de répondre maintenant à l'intérêt de certains d'entre eux pour entreprendre des tests dans leurs parcelles en condition d'exploitation.

Action 3.4 : Atelier de conception de supports de formation et de matériel pédagogique à l'attention des techniciens et des producteurs :

- les résultats obtenus nécessitent d'être enrichis avant de réaliser cette action.

11 BILAN ET EVALUATION DU PROGRAMME

Un itinéraire technique est constitué d'un jeu de pratiques culturales cohérentes, ordonnées entre elles et ayant leurs propres règles de décision. Plusieurs itinéraires techniques ont été testés dans ce projet MAGECAR comprenant différents jeux de pratiques. Ils ont été comparés, soit à un itinéraire technique de référence, soit à celui du producteur chez qui l'expérimentation était menée.

En analysant les itinéraires techniques testés, nous avons identifié les pratiques majeures qui seraient des leviers techniques de réponse aux objectifs du plan Ecophyto qui sont pour mémoire :

- *diminuer le recours aux produits phytosanitaires ;*
- *tout en continuant à assurer un niveau de production élevé tant en quantité qu'en qualité ».*

Les performances des itinéraires techniques mobilisant les 19 leviers identifiés ont été évaluées à l'aide de deux indicateurs, l'IFTH et le rendement.

Ces 19 leviers (Tableau 32) ont été classés selon leur positionnement par rapport à un processus d'innovation en trois grandes catégories (Dupriez, 2012):

- Efficience ;
- Substitution ;
- Reconception.

A dire d'experts et selon une échelle qualitative (note de 0 à 3, tableau 33) l'impact de chacun des leviers sur les performances des itinéraires techniques expérimentés a été noté. Plus les notes sont élevées plus le levier répond aux objectifs. Le niveau de performance sur cette échelle est déterminé par la tendance à l'augmentation ou la baisse du rendement et des IFTH par rapport à l'itinéraire technique de référence de chaque essai. A titre d'exemple, les notations de levier sur un essai Agripaille pour la modalité désherbage tardif des parcelles :

- diminution des IFTH de 13 à 37 % → note 2;
- pertes de rendement de 14 à 38 % par rapport aux parcelles désherbées précocement → note 0

Tableau 32: Leviers techniques de Magecar en fonction des catégories Efficience, Substitution et Reconception dans un processus d'innovation

Pratiques		Bonnes pratiques agricoles	Leviers	Essais Magecar où ces leviers ont été utilisés
Pratiques de la catégorie efficience	Optimisation des produits phytosanitaires	Oui	Adaptation des produits et mélanges aux adventices présentes	Tous
	Optimisation de la pulvérisation	Oui	Optimisation des pratiques selon les conditions météo (Fertilisation, irrigation, traitement, ...)	Tous
		Oui	Pas de traitement en cas de vent	Tous
		-	Réduction des doses des herbicides en fonction des adventices (espèces, stade de développement)	Tous
		-	Désherbage précoce des parcelles	Agripaille + Nuisibilité
		Oui	Réglage, entretien, contrôle du matériel	Tous
	Autres leviers d'efficience	Oui	Optimisation des irrigations	Essais en station
		Oui	Fertilisation selon les recommandations des analyses de sol : amendement chaulant, amendement organique, doses d'engrais en adéquation à l'objectif de production	Tous
		-	Localisation de la fertilisation sur le rang	Tous
		-	Utilisation de prélevée sur paillis	Agripaille
		-	Acceptation d'un niveau de salissement tolérable	Agripaille + Nuisibilité
	Oui	Faux semis	Nuisibilité + multiplication	
Pratiques de la catégorie substitution		-	Désherbage par roulage des interlignes	ITK
		-	Désherbage par fauchage des interlignes	ITK
		-	Désherbage par sarclage des interlignes	ITK
Pratiques de la catégorie reconception	Modification des itinéraires techniques	-	Utilisation de légumineuses intercalaires	LEG
		-	Décalage des dates de semis des légumineuses intercalaires	LEG
		-	Modification des densités ou des écartements des semis des légumineuses intercalaires pour la maîtrise de l'enherbement	Multiplication + LEG
		-	Homogénéisation du paillis après récolte	Agripaille + Nuisibilité

Tableau 33: Echelle de notation des leviers à 4 niveaux

Niveau	IFTH	Rendement
0	Augmentation des IFTH (> 0.1)	Pertes de rendements (> 10 % * production maximale)
1	Pas d'évolution	Pas d'évolution
2	Diminution des IFTH (de 1 à 49 %)	Augmentation des rendements (de 1 à 9 % production maximale)
3	Diminution des IFTH (supérieure ou égale à 50 %)	Augmentation du rendement (> 9% production maximale)

*le seuil de 10 % a été choisi comme référence car, avec la variabilité des essais, c'est le minimum pour observer une différence significative des rendements

Les résultats de l'évaluation de ces 19 leviers sont donnés dans le tableau 34. Il est important de relativiser ces résultats car ils ne constituent qu'une appréciation globale qualitative de l'impact d'un levier sur un itinéraire technique. Par exemple, dans certaines conditions expérimentales détaillées dans le chapitre 7.5, il a été possible de réduire les IFTH avec des légumineuses intercalaires et d'augmenter le rendement. A contrario, cela ne veut pas dire que seule l'utilisation de plantes intercalaires permet d'obtenir ce résultat, quel qu'en soit les conditions d'utilisation. Chaque levier est donc à replacer dans le cadre de l'itinéraire technique dans lequel il a été testé.

Tableau 34: Classement décroissant des différents leviers en fonction de leur impact sur l'IFTH et le rendement

Leviers	IFTH	Rendement
Optimisation des pratiques selon les conditions météo	3	3
Réglage, entretien, contrôle du matériel	3	3
Utilisation de légumineuses intercalaires*	3	3
Désherbage par sarclage des interrangs	3	2
Doses des herbicides en fonction des adventices	3	1
Adaptation des produits et mélanges aux adventices présentes	3	1
Homogénéisation du paillis après récolte	3	1
Pas de traitement en cas de vent	3	1
Optimisation des irrigations	2	3
Application de la fertilisation sur le rang	2	2
Désherbage par fauchage des interrangs	2	1
Désherbage par roulage des interrangs	2	1
Faux-semis	2	1
Ajustement des densités ou écartements de semis de légumineuses*	2	0
Acceptation d'un niveau de salissement tolérable	2	0
Fractionnement d'une la fertilisation raisonnée	1	3
Décalage des dates de semis de légumineuses intercalaires*	1	3
Utilisation de prélevée sur paillis	0	3
Désherbage précoce des parcelles	0	3

* sur plantation

Les bonnes pratiques agricoles (BPA) sont des règles de base à respecter. Le tableau 34 classe les leviers techniques en fonction des enjeux du programme et met en évidence l'importance du respect des BP, impactant fortement les deux indicateurs par les leviers suivants :

- faux-semis ;
- optimisation des pratiques selon les conditions météo ;
- adaptation des produits et mélanges aux adventices présentes ;
- réglage, entretien, contrôle du matériel ;
- pas de traitement en cas de vent ;
- fertilisation selon les recommandations des analyses de sol ;
- optimisation des irrigations.

Les leviers non BPA sont répartis en quatre catégories en fonction de leur impact sur les indicateurs (tableau 35). Onze leviers ont été identifiés pour répondre à l'ensemble des objectifs fixés. Il conviendra donc dans le projet suivant de concentrer nos efforts sur ces pratiques.

Tableau 35 : Classement des leviers (non BPA) en fonction de leur impact sur les indicateurs

		Note rendement	
		Augmentation ou stable (3 à 1)	Baisse (0)
Note IFTH	Diminution ou stable (3 à 1)	Utilisation de légumineuses intercalaires Désherbage par sarclage des interrangs Doses des herbicides en fonction des adventices Homogénéisation du paillis après récolte Pas de traitement en cas de vent Application de la fertilisation sur le rang Désherbage par fauchage des interrangs Désherbage par roulage des interrangs Faux-semis Fractionnement d'une fertilisation raisonnée Décalage des dates de semis de légumineuses	Ajustement des densités ou écartements de semis de légumineuses Acceptation d'un niveau de salissement tolérable
	Augmentation (0)	Désherbage précoce des parcelles Utilisation de prélevée sur paillis intercalaires	

Les limites de l'approche

Même si les deux indicateurs utilisés se sont avérés sensibles aux changements des pratiques testées, l'évaluation des performances de ces leviers ne permet pas de rendre compte de l'ensemble des avantages ou inconvénients des itinéraires de conduite de la culture. Cette évaluation, conduite au niveau de la parcelle, doit être complétée par une approche multicritère mobilisant davantage d'indicateurs, temps de travaux, répartition de la charge de travail supplémentaire, ... pour prendre en compte une échelle élargie à l'exploitation.

Ces différents leviers techniques évalués et validés pourront être finalement agencés et ordonnés en fonction des conditions d'exploitation (parcelles, terrain, volonté de l'agriculteur...) pour constituer des itinéraires techniques innovants.

Ces perspectives seront réétudiées dans le cadre du projet Dephy EXPE.

A retenir :

- **De bonnes pratiques agricoles évitent les augmentations de l'IFTH et/ou des pertes de rendements:**
 - faux-semis ;
 - optimisation des pratiques selon les conditions météo ;
 - optimisation des irrigations ;
 - adaptation des produits et mélanges, aux adventices présentes ;
 - réglage, entretien, contrôle du matériel ;
 - pas de traitement en cas de vent ;
 - fertilisation selon les recommandations des analyses de sol.
- **La mise en œuvre des leviers de la catégorie « efficacité » (Tableau 32) est une solution pour réduire les IFTH de 10 à 50 %. L'utilisation de ces leviers requiert une bonne connaissance de la flore de la parcelle :**
 - espèces ;
 - stade de sensibilité aux traitements herbicides disponibles ;
- **Les méthodes de substitution ou de reconception conduisent à des réductions intéressantes des IFTH de 10 à 50 %, mais leur impact sur le rendement doit encore être confirmé :**
 - l'homogénéisation du paillis (fanage) en coupe manuelle ou canne longue pays ;
 - le désherbage mécanisé de l'interrang : fauchage, sarclage, roulage ;
 - l'emploi de légumineuses intercalaires, avec un semis décalé

Liste des tableaux

Tableau 1: Noms et organismes des partenaires du projet	2
Tableau 2: Buses pour un traitement « rang et interrang » : pression travail à 2 bars, hauteur traitement de 50 cm et vitesse de marche de l'agent de 1 m/s.	5
Tableau 3: Buses pour un traitement différencié du rang de canne ou de l'interrang	5
Tableau 4: Légumineuses testées et leur provenance	6
Tableau 5: Densités de semis des multiplications et quantités de semences sèches produites.....	7
Tableau 6: Les ravageurs observés et les traitements réalisés	8
Tableau 7: Estimation des cycles des légumineuses utilisées	8
Tableau 8: Avantages et défauts du rouleau	10
Tableau 9: Traitements herbicides, doses testées sur légumineuse et IFTH.....	11
Tableau 10: Sélectivité des herbicides sur des légumineuses (en %)	12
Tableau 11: Liste des essais agronomiques en station d'expérimentation.....	13
Tableau 12: Les modalités testées.....	15
Tableau 13: Description du dispositif	15
Tableau 14: % d'efficacité de maîtrise de l'enherbement par différentes quantités de paillis à 3 mois	16
Tableau 15: Description du dispositif	19
Tableau 16: Modalités de l'essai de désherbage différencié entre rangs et interrangs en plantation.....	25
Tableau 17: Dispositif de l'essai ITK	26
Tableau 18: Traitements des modalités de référence M1, M7 et M9 et leurs IFTH.....	26
Tableau 19 : Nombre total de traitements, rangs et interrangs, IFTH et rendements canne des itinéraires testés par rapport aux modalités de références (Mref = M1, M7 et M9)	27
Tableau 20: Légumineuses testées et durées de leur implantation	29
Tableau 21: Résultats des différentes modalités par rendement croissant.....	31
Tableau 22: Identification et localisation des essais agripailles.....	34
Tableau 23: Description du dispositif	35
Tableau 24: Rendement des parcelles et paillis obtenus après récolte	36
Tableau 25: Vitesse de dégradation du paillis (perte en t de MS/ha/semaine).....	36
Tableau 26: Nombre d'espèces, total, par classe et dominantes	37
Tableau 27: Monocotylédones des cinq essais :	37
Tableau 28: Dicotylédones des cinq essais :	38
Tableau 29: Classement des espèces en fonction de leur sensibilité au paillis dans les agripailles en coupe manuelle	39
Tableau 30: IFTH des modalités testées dans les cinq essais agripaille	40
Tableau 31: Production canne (tc/ha) des modalités testées dans les cinq essais agripaille	40
Tableau 32: Leviers techniques de Magecar en fonction des catégories Efficience, Substitution et Reconception dans un processus d'innovation	48
Tableau 33: Echelle de notation des leviers à 4 niveaux	48
Tableau 34: Classement décroissant des différents leviers en fonction de leur impact sur l'IFTH et le rendement.....	49
Tableau 35 : Classement des leviers (non BPA) en fonction de leur impact sur les indicateurs.....	50

Liste des figures

Figure 1 : Principales étapes de l'itinéraire d'une culture de canne à sucre (en rouge les étapes sur lesquelles sont construites les actions du programme).....	3
Figure 2 : Rouleau à cornières Figure 3 : Enherbement principalement composé d' <i>E. heterophylla</i> et de <i>B. pilosa</i> avant et après passage du rouleau à cornières	10
Figure 4 : Phytotoxicité du S-métholachlore (Camix et Mercantor) sur <i>C. ensiformis</i> (photo de droite).....	12
Figure 5: Evolution du tallage en fonction des différentes densités de paillis.....	16
Figure 6 : Evolution de l'enherbement des témoins adjacents : recouvrement global (%) et biomasse des adventices en tonnes de matières sèches/ha	19
Figure 7 : Rendement en tiges usinables des modalités et témoins adjacents (TA) aux interlignes enherbés jusqu'à la récolte.....	20
Figure 8 : Longueurs Volumiques Racinaires (canne et canne + adventices) sur un profil de 1,2 m de profondeur et de 1,5 m de large à 4,3 MAP, avec les IL propres ou enherbées	21
Figure 9 : Comparaison des recouvrements globaux des modalités témoins enherbés en plantation (TA) et en repousse (M5) en fonction de l'âge de la culture	22
Figure 10 : Rendements canne de la plantation et de la repousse.....	23
Figure 11 : Rendement canne, leur écart type, IFTH classés en ordre décroissant.....	28
Figure 12: Pour un semis des légumineuses à 0,4 MAP, production sur l'interrang de la matière sèche des légumineuses et de l'enherbement en t/ha à 2,1 MAP.	31
Figure 13 : Moyennes et écarts types des rendements en canne des modalités	32
Figure 14: Trois semaines après semis, couvert de <i>V. unguiculata</i> sur l'interligne, les lignes de canne étant maintenues propres par des traitements herbicides	33
Figure 15 : Répartition du paillis selon le mode de coupe	34
Figure 16 : Agripaille 1 - Efficacité d'un paillage après coupe manuelle à 1,5 mois.	39
Figure 17: Efficacité sur <i>C. rotundus</i> d'un prélevée sur un paillis de coupeuse tronçonneuse	41
Figure 18 : Agri 1 : Rendements en tiges usinables et IFTH des modalités et de la parcelle planteur ..	41
Figure 19 : Agri 2 : Rendements en tiges usinables et IFTH des modalités et de la parcelle planteur ..	42
Figure 20 : Agri 3 et 4 : Rendements en tiges usinables et IFTH des modalités et de la parcelle planteur	42
Figure 21 : Agri 5 : Rendements en tiges usinables et IFTH des modalités et de la parcelle planteur ..	42
Figure 22 : Evolution de la moyenne du recouvrement global en fonction de la biomasse sèche de paille sur les parcelles de démonstration et sur la P22 à La Mare.....	44
Figure 23 : Envahissement de canne par : a= <i>Cardiospermum halicacabum</i> , b= <i>Merremia dissecta</i> , c= <i>Momordica charantia</i> , d= <i>Ipomoea eriocarpa</i> et e= <i>Ipomoea hederifolia</i>	45

BIBLIOGRAPHIE

- Almond, F., & King, N. (1955). Weed control in sugar cane. *Proceedings, SA Sugar Tech. Assoc.*, pp. 128-131.
- Chabalier, M. (2009). Identification des légumineuses susceptibles d'être implantées en jachère courte, entre deux cycles de canne à sucre, dans diverses situations pédoclimatiques de La Réunion. *Rapport interne eRcane*
- Chabalier, M., Arhiman, E., Marion, D. (2013). Des légumineuses en inter-rangs d'une culture de canne à sucre, un levier pour réduire l'IFTH? *22e conférence du Columa*, Dijon.
- Chabalier, M., Arhiman, E., Marion, D. (2013). Récolte manuelle ou mécanique de canne, quel itinéraire maîtrise les adventices? *22e conférence du Columa*, Dijon.
- Chopart, J. (1996). Comparison of several methods of studying the maize deep root system under field conditions. *Poster 5ème Symp. Int de la Soc. Int. de recherches sur les racines. Clemson Univ. Caroline du sud (USA). Conf. prog. and abstracts*, pp. 14-18 07.
- Chopart, J. (1999). Relations entre état physique du sol, systèmes racinaires et fonctionnement hydrique du peuplement végétal : outils d'analyse in situ et exemples d'études en milieu tropical à risque climatique élevé. *Thèse Université Grenoble I*, p. 335.
- Chopart, J.-L., Mézino, M., Aure, F., Le Mezo, L., Mete, M., & Vauclin, M. (2007). OSIRI: A simple decision-making tool for monitoring irrigation of small farms in heterogeneous environments. *Agricultural water management*, pp. 87 (2) : 128-138.
- Gaviglio, C. (2013). Gestion des sols viticoles. *Éditions france agricole*.
- Cissé, N. (1996). Guide de production de Niébé. *Institut Sénégalais de Recherches Agricoles*.
- Dupriez, M. (2012). Evaluation dans des exploitations agricoles, des effets induits par les pratiques visant la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. *Rapport de l'Ensaia*
- Kemp, R. (1975). Seed pretreatment and principles of nursery handling. *FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Vol. II.*, p. c.
- Lamusse, M. (1965, Janvier). The effects of weed competition on sugar content and yield of sugar cane. p. 42.
- Lebreton, G., Le Bourgeois, T., & Marnotte, P. (2009, Septembre 08 au 10). Effet de l'époque de coupe sur la dynamique de développement de l'enherbement de la canne à sucre à la Réunion. (A. F. Plantes, Éd.) Dijon, Côte d'Or, France/Bourgogne.
- Marion, D., & Marnotte, P. (1991). Nuisibilité de l'enherbement sur une culture de canne à sucre. *Coll.AFCAS. 1ère rencontre Int. en langue française sur la canne à sucre*, (pp. 188-191). Montpellier (France).
- Marnotte, P. (1979). *Méthode d'étude en plein champ de l'efficacité pratique des herbicides destinés au désherbage de la canne à sucre*.
- Marnotte, P., Esther, J., Martiné, J., & Jeannette, M. (2008). *Nuisibilité de l'enherbement en culture de canne à sucre*. Cirad. Saint-Denis: Cirad.
- Marnotte, P., Lebreton, G., Le Bougeois, T., & Piquot, C. (2009, Septembre 8-10). XIIIème Colloque international sur la biologie des mauvaises herbes. *Cycle phénologique de quelques adventices*. Dijon.
- Martin, J. (2012). L'IFT herbicides canne à sucre à La Réunion: estimation de l'état initial. *Congrès ARTAS-AFCAS*.
- Martin, J., Le Bourgeois, T., Lebreton, G., Marnotte, P., Esther, J.-J., Chabalier, M., Valéry, A., Lépinay, E., (2012). Pourquoi tant de lianes? Le cas de la canne à sucre à La Réunion. *Congrès ARTAS-AFCAS*.
- Martin, J. et al. (2013). Competition and facilitation effects of weed management in sugarcane. *ISSCT*.
- Martin, J., Chabalier, M., Letourmy, P., & Marion, D. (2013). Competition and facilitation effects of weed management in sugarcane. *ISSCT*.

- Martin, J., Chabalier, M., Letourmy, P., Chopart, J.-L., Arhiman, E., Marion, D. (2013). Competition and facilitation effects of differential intra- and inter-row weed management in sugarcane. *22e conférence du Columa*, Dijon.
- Miles. (1963). Handbook of tolerances and measures of precision for seed testing. *Proceedings of the International Seed Testing Association*, pp. 28, 525-686.
- Willan, R. (1985). *A guide to forest seed handling*. Récupéré sur <http://www.nepal.sl.kvl.dk/dfsc/Extensionstudy/031%20A%20Guide%20to%20Forest%20Seed%20Handling/AD232E08.htm>

Annexe 1 : Stades des traitements herbicides par rapport au stade de développement des mauvaises herbes

Stade	Définition stade	Traitement herbicide envisageable
Prélevée	avant toute levée des mauvaises herbes	Prélevée stricte (*)
Prélevée décalé	avant toute levée des mauvaises herbes, mais application retardée par rapport à la coupe ou la plantation car les conditions du milieu (température, paillage) font que le levée des herbes sera retardée	Prélevée stricte (*)
Postlevée précoce	Poste-levée des mauvaises qui sont à un stade de 2 à 3 feuilles.	Prélevée + postlevée
Postlevée	Stade 4 à 5 feuilles	Postlevée et selon couverture du sol par les mauvaises herbes un prélevée
Postlevée tardif	Après 5 feuilles	Postlevée

(*) : ceci n'exclut pas une matière active à effet de postlevée dans un herbicide contenant plusieurs matières actives

