Rapport de mission

en Guadeloupe

Malherbologie

Expérimentation sur les herbicides
en culture de canne à sucre

du 8 au 20 avril 2002

P. MARNOTTE
AMATROP Laboratoire d'Accueil de Malherbologie Tropicale
Programme Gestion des Ecosystèmes Cultivés
CIRAD-CA

Rapport de mission en Guadeloupe
Malherbologie
Expérimentation sur les herbicides en culture de canne à sucre

du 8 au 20 avril 2002

Pascal MARNOTTE

Résumé

Cette mission en Guadeloupe, qui s'est déroulée du 8 au 20 avril 2002, portait sur le désherbage des cultures de canne à sucre et sur la mise en place d'une expérimentation sur les herbicides.
Ce rapport présente un recensement rapide des mauvaises herbes et des pratiques de désherbage de la canne à sucre en Guadeloupe, ainsi qu'un bilan succinct des produits herbicides actuellement employés. Ensuite, il reprend les propositions de protocoles expérimentaux et de fiches de suivis faites au CTICS pour la réalisation des essais d'herbicides selon la méthode C.E.B.

Sommaire

1. LE PROGRAMME DE LA MISSION 1
1.1. OBJECTIF 1
1.2. CALENDRIER 1
2. LA CANNE A SUCRE EN GUADELOUPE 3
3. LES MAUVAISES HERBES 3
4. LES PRATIQUES DE DESHERBAGE 6
4.1. L'EMPLOI DES HERBICIDES SUR CANNE A SUCRE 6
4.1.1 Les informations des terrains 6
4.1.2 Récapitulatif 7
4.1.3 L'entretien des balises 8
4.1.4 La consommation en produits herbicides 8
4.2. LA PULVERISATION ET LE MATERIEL 10
4.3. LES AUTRES METHODES DE DESHERBAGE DE L'ENHERBEMENT 10
4.3.1 Le travail du sol 10
4.3.2 Le sarclage manuel 11
4.3.3 Le paillis 11
4.3.4 Les cultures intercalaires 11

4.4. DESHERBAGES PARTICULIERS A LA STATION DE ROUJOL 11
4.5. LES PROBLEMES DE DESHERBAGE 13
5. L'ELARGISSEMENT DE LA GAMME DES HERBICIDES 15
5.1. LA SITUATION ACTUELLE EN MATIERE D'HOMOLOGATION 15
5.1.1 Les produits herbicides homologués 15
5.1.2 L'interdiction des triazines 15
5.1.3 La démarche en Guadeloupe 16
5.1.4 Les essais antérieurs 16
5.2. LA PROCEDURE D'HOMOLOGATION A ENGAGER 17
6. LES EXPERIMENTATIONS : LA DEMARCHE 18
6.1. LE SCHEMA EXPERIMENTAL 18
6.2. LE DEROULEMENT DES OPERATIONS 18
6.3. LE CHOIX DES PRODUITS A TESTER 19
6.4. LE CHOIX DES DOSES A TESTER 19
6.5. LE CHOIX DES SITES EXPERIMENTAUX 20
6.6. LES MOYENS NECESSAIRES 20
7. LA REALISATION DES ESSAIS 21
7.1. L'IMPLANTATION DES ESSAIS 21
7.1.1 La mise en place 21
7.1.2 Le repérage sur la parcelle 21
7.1.3 Le matériel de pulvérisation 22
7.1.4 Le relevé des conditions expérimentales 22
7.2. LES OBSERVATIONS DES ESSAIS D'EFFICACITE 22
7.2.1 La connaissance des mauvaises herbes 22
7.2.2 La notation de l'efficacité 23
7.2.3 La notation de la phytotoxicité 25
7.2.4 La poursuite des essais 25
7.3. L'ANALYSE DES DONNEES 25
8. CONCLUSIONS 25
8.1. LE BILAN DE LA MISSION 25
8.2. PERSPECTIVES 26
8.2.1 A court terme 26
8.2.2 A moyen terme 26
9. ANNEXES 28
9.1. ANNEXE 1 : ABREVIATIONS ET SIGLES 29
9.2. ANNEXE 2 : PERSONNES RENCONTREES 30
9.3. ANNEXE 3 : CONFECTION D'UN HERBIER 32
9.4. ANNEXE 4 : LISTE DES PLANTES RENCONTREES 34
9.5. ANNEXE 5 : FLORE PRINCIPALE DES CHAMPS DE CANNE A SUCRE 36
9.6. ANNEXE 6 : NUISIBILITE DE L'ENHERBEMENT SUR LA CANNE A SUCRE 37
9.7. ANNEXE 7 : SCHEMA EXPERIMENTAL 38
9.8. ANNEXE 8 : L'ETALONNAGE DES APPAREILS DE PULVERISATION 39
9.8.1 Objectif 39

9.8.2 Etalonnage pour un pulvérisateur à dos 39
9.8.3 Conclusions sur la pulvérisation 40
9.9. ANNEXE 9 : L'EPANDAGE DES PRODUITS 41
9.9.1 La préparation de la bouillie 41
9.9.2 Remarques 42
9.10. ANNEXE 10 : PROTOCOLE EXPERIMENTAL EFFICACITE DES HERBICIDES 43
9.11. ANNEXE 11 : FICHE DE MISE EN PLACE 49
9.12. ANNEXE 12 : FICHE DE SUIVI CULTURAL 51
9.13. ANNEXE 13 : NOTATION D'ESSAI D'EFFICACITE D'HERBICIDES 53
9.14. ANNEXE 14 : PROTOCOLE EXPERIMENTAL SELECTIVITE DES HERBICIDES 54
9.15. ANNEXE 15 : NOTATION DE PHYTOTOXICITE 61
9.16. ANNEXE 16 : COMPTAGE DES TALLES 62
9.17. ANNEXE 17 : MESURE DE HAUTEUR DES TIGES 63
9.18. ANNEXE 18 : PESEE DES CANNES 64
9.19. ANNEXE 19 : LES OBSERVATIONS VISUELLES 65
9.19.1 Echelle de notation 65
9.19.2 Démarche de notation en trois étapes 66
9.20. ANNEXE 20 : CARACTERISTIQUES DES PRODUITS HERBICIDES 67
9.21. ANNEXE 21 : DOCUMENTS CONSULTES 70
9.21.1 Floristique 70
9.21.2 Désherbage 70
9.21.3 La canne en Guadeloupe 71

Remerciements

J'adresse mes plus vifs remerciements à toutes les personnes qui ont bien voulu m'accueillir au cours de ce séjour en Guadeloupe et faciliter le déroulement de la mission, en particulier, les collègues du CIRAD Messieurs Patrice GUILLAUME, Philippe ORIOL, Claude LUCE et leur famille, Messieurs Freddy GROSSARD, Gilbert PIRAL et Mademoiselle Nathalie GRECO-CHATEAUBON, techniciens de CTICS, ainsi que tous les agents des SICA et les planteurs, qui m'ont fait connaître la culture de canne à sucre en Guadeloupe et à Marie-Galante.

Je tiens à remercier également Messieurs Thomas LE BOURGEOIS et Alain CARRARA du laboratoire AMATROP du CIRAD-CA pour leur aide dans l'établissement de la liste des plantes rencontrées au cours de la mission.

Rapport de mission en Guadeloupe
Malherbologie
Expérimentation sur les herbicides en culture de canne à sucre

du 8 au 20 avril 2002

Pascal MARNOTTE

1. LE PROGRAMME DE LA MISSION

1.1. OBJECTIF

Cette mission de malherbologie, qui s'est déroulée du 8 au 20 avril 2002 en Guadeloupe, a été consacrée aux méthodes de gestion de l'enherbement en culture de canne à sucre. Elle a été initiée par l'équipe du CIRAD de la station de Roujol à la suite de la décision ministérielle du 28 septembre 2001, interdisant l'emploi des triazines. Cette famille d'herbicides étant très employée dans le désherbage de la canne, il est apparu nécessaire et urgent d'élargir la gamme des produits herbicides disponibles en relation avec les actions déjà menées à La Réunion.

Ce rapport présente un recensement rapide des mauvaises herbes et des pratiques de désherbage de la canne à sucre en Guadeloupe, ainsi qu'un bilan succinct des produits herbicides actuellement employés. Les annexes en constituent la partie essentielle : le texte ne fait que présenter brièvement la démarche expérimentale et des contraintes de réalisation des essais. Outre la liste des espèces rencontrées et celle des produits herbicides mentionnés, ces annexes récapitulent les documents, protocoles expérimentaux et fiches de suivi, qui ont été discutés au cours de cette mission.

1.2. CALENDRIER

L'emploi du temps de cette mission a été partagé entre les visites de terrain dans les quatre zones cannières de la Guadeloupe [1] et les contacts avec les intervenants dans l'établissement du référentiel technique en canne à sucre, le CTICS, le SRPV, le CIRAD et l'U.I.P.P. Un contact a pu être pris avec l'INRA pour les aspects botaniques.

Lu	**08 / 04**	Trajet en avion Montpellier – Paris-Orly – Pointe-à-Pitre Accueil à la station de Roujol à Petit-Bourg Réunion avec le délégué du CIRAD en Guadeloupe
Ma	**09 / 04**	Réunion à la station de Roujol avec P. GUILLAUME ▪ le matin avec A. CHIDIAC du SRPV

[1] Les visites de terrain ont été organisées par les SICA : au Sud de Grande Terre (SICAGRA), au Nord de Grande Terre (SICADEG), le Nord de Basse Terre (UDCAG) et Marie-Galante (SICAMA) ou sur les plantations (Gardel et Capesterre).

- l'après-midi avec Ch. DUFOUR de Syngenta, représentant de l'U.I.P.P.

Me 10 / 04 Réunion avec le directeur et les techniciens du CTICS aux Abymes avec P. GUILLAUME

Consultation de documents à la station de Roujol

Je 11 / 04 Visites de terrain avec les techniciens du CTICS
- le matin par la SICAGRA vers Le Moule
- l'après-midi par la SICADEG vers Port-Louis et Anse Bertrand

Ve 12 / 04 Visites de terrain par l'UDCAG vers Lamentin et Sainte-Rose avec les techniciens du CTICS

Contact avec J.FOURNET, botaniste à la station de l'INRA à Duclos (Petit-Bourg) avec P. GUILLAUME

Sa 13 / 04 Exploitation des documents remis

Di 14 / 04 Rédaction du rapport de mission

Lu 15 / 04 Visites de terrain sur la plantation de la sucrerie de Gardel avec D. TRESSENS et P. GUILLAUME

Visite de terrain à Capesterre avec C. POSER

Ma 16 / 04 Visites de terrain par la SICAMA à Marie-Galante avec P. GUILLAUME et la technicienne du CTICS

Me 17 / 04 Réunion à la station de Roujol sur les techniques de désherbage
Visite de la pépinière-mère de Jabrun et des parcelles de la station de Roujol

Préparation de la réunion de synthèse

Je 18 / 04 Contact avec le CTICS pour la mise au point des protocoles expérimentaux avec F. GROSSARD

Réunion au SRPV avec A. CHIDIAC et K. LAMBION pour le démarrage de l'expérimentation, ainsi qu'avec B. CORBION pour les aspects relatifs aux risques de pollution

Ve 19 / 04 Réunion de synthèse à Roujol avec les agents du CIRAD, le SRPV, les SICA, la SAFER et la Chambre d'Agriculture

Trajet par avion Pointe-à-Pitre – Paris-Orly

Sa 20 / 04 Arrivée à Paris
Retour sur Montpellier

2. LA CANNE A SUCRE EN GUADELOUPE

En Guadeloupe, la culture de canne à sucre couvre environ 12.000 ha répartis en quatre bassins canniers : Nord Grande Terre, Sud Grande Terre, Nord Basse Terre et Marie-Galante (cf. tableau suivant).

La canne à sucre en Guadeloupe par bassin (source CTICS - 2000)

bassins canniers	surface (en ha)	planteurs (nb)	surface moyenne (ha)	production (T)	rendement (T/ha)
Nord Grande Terre	2900	838	3.5	162.115	56
Sud Grande Terre	3400	1856	1.8	178.348	52
Nord Basse Terre	3750	1036	3.6	223.170	60
Marie-Galante	2500	2160	1.2	111.189	44
Total	**12.550**	**5890**	2.1	**674.822**	54

Comme le montre la figure 1 à la page suivante, la canne à sucre représente plus de 50 % des surfaces cultivées (environ 30 % si l'on inclut les surfaces consacrées à l'élevage). Cette culture est pratiquée par environ 4500 planteurs, mais un quart des exploitations regroupe les deux tiers des surfaces (cf. figure 2). Cependant, cette concentration est moins forte à Marie-Galante qu'en Guadeloupe (cf. figure 3).

De très nombreuses parcelles appartiennent en fait à des agriculteurs à temps partiel qui s'investissent assez peu dans les travaux culturaux.

Dans la plupart des cas, les cultures ne sont pas irriguées.

A la récolte, les cannes sont effeuillées manuellement ou mécaniquement, ce qui laisse pour les cycles suivants (rejetons [2]) un mulch parfois important.

L'encadrement technique des planteurs est assuré par les SICA, la Chambre d'Agriculture et la SAFER.

3. LES MAUVAISES HERBES

La flore des mauvaises herbes de Guadeloupe peut facilement être identifiée grâce aux documents [3] existants (FOURNET, 1978, FOURNET *et al.*, 1991). De plus, il est également possible de s'appuyer sur l'herbier de la station de l'INRA à Duclos avec la collaboration de J. FOURNET.

[2] Rejetons : terme employé en Guadeloupe pour désigner les cannes de repousses

[3] La Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique de J. FOURNET vient d'être rééditée tout récemment.

Figure 1 : répartition des surfaces par culture en Guadeloupe (source D.A.F.)

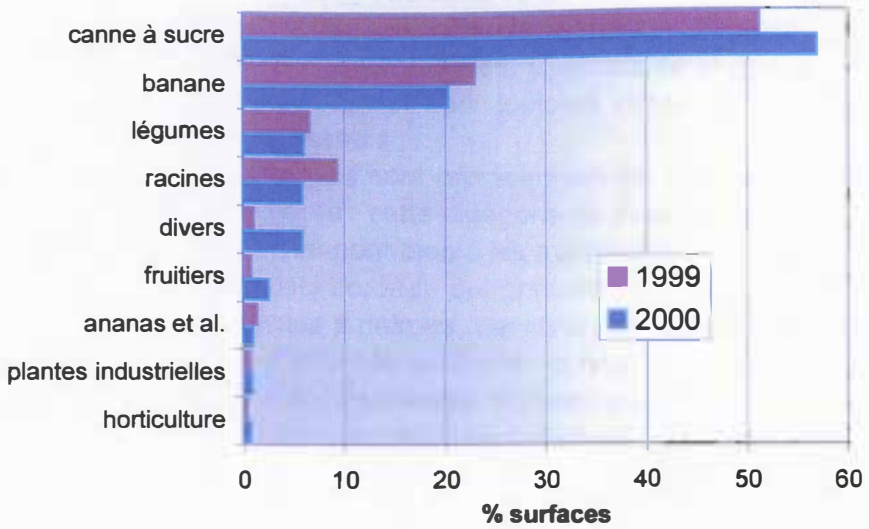


Figure 2 : répartition des surfaces en canne à sucre en Guadeloupe (source D.A.F., 2000)

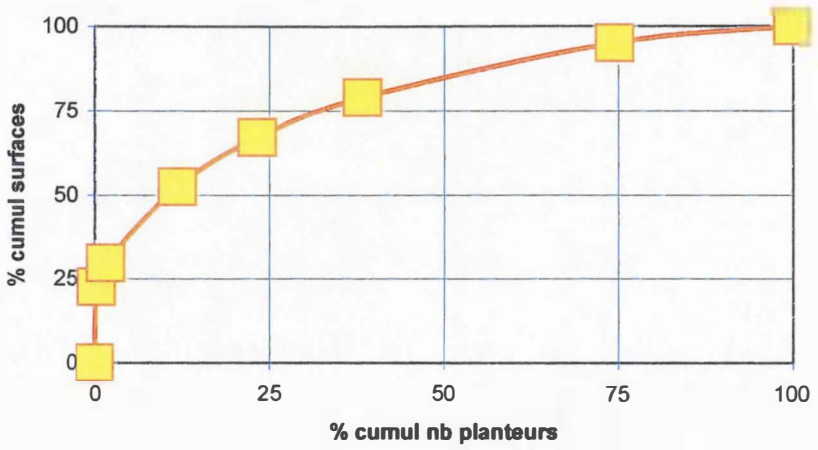
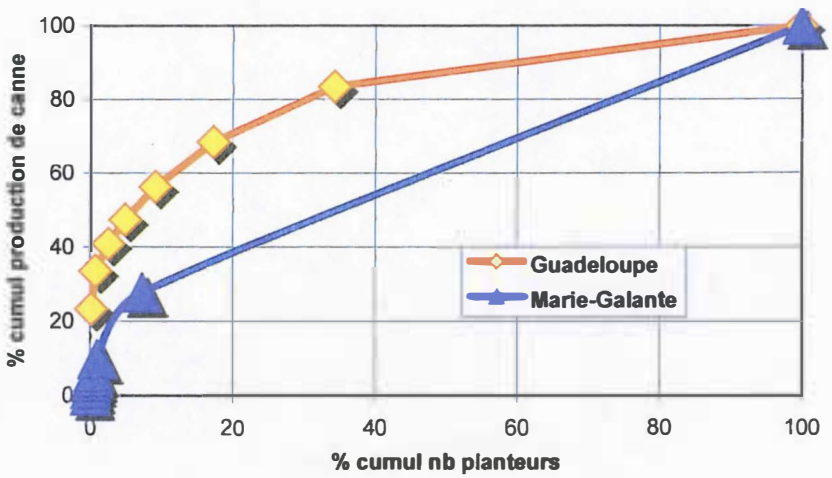


Figure 3 : répartition de la production de canne à sucre (source CTICS, 2001)



Les principales mauvaises herbes [4] des cultures de canne à sucre en Guadeloupe peuvent être classées en quatre groupes (cf. photographies page 12) :

1. les monocotylédones avec deux familles, *Cyperaceae* et *Poaceae* ; ces dernières ont le plus grand développement et sont toujours citées par les planteurs comme les espèces les plus envahissantes ;
2. les petites dicotylédones, qui sont représentées par un nombre important d'espèces, notamment à Marie-Galante ; cette catégorie de mauvaises herbes ne préoccupe pas les agriculteurs, qui parviennent bien à les maîtriser ;
3. les lianes (appelées aussi *cordes*), qui grimpent sur les tiges de canne et gênent la récolte ; elles sont difficiles à détruire, car elles poussent sur le rang de canne ;
4. les ligneux, qui rendent difficiles la récolte, surtout pour les espèces épineuses ; ces plantes sont présentes sur l'ensemble du territoire, mais elles sont particulièrement bien représentées à Marie-Galante avec *Leucaena leucocephala* (banglin).

les monocotylédones ***Poaceae*** (graminées) *Rottboellia cochinchinensis* (herbe à riz) *Panicum maximum* (herbe de Guinée) *Brachiaria purpurascens* (herbe de Para) *Cynodon dactylon* (chiendent) *Sorghum verticilliflorum* (sorgho) *Dichanthium sp.* (ti foin) ***Cyperaceae*** *Cyperus rotundus* (ti vinçon)	les lianes (cordes) ***Asteraceae*** (composées) *Mikania micrantha* ***Fabaceae*** (papilionacées) *Centrosema pubescens* (pois violon) *Rynchosia minima* (pois z'oiseaux) *Mucuna pruriens* (pois gratter) *Calopogonium mucunoides* (pois bleu) ***Convolvulaceae*** *Ipomoea tiliacea* (patate marron) *Merremia umbellata* ***Cucurbitaceae*** *Momordica charantia* (mangé coolie) ***Passifloraceae*** *Passiflora foetida* ***Sapindaceae*** *Cardiospermum halicacabum*
les petites dicotylédones ***Asteraceae*** (composées) *Synedrella nodiflora* *Vernonia cinerea* (bouton blanc) ***Euphorbiaceae*** *Euphorbia heterophylla* (ti lait) etc...	les ligneux ***Mimosaceae*** [5] *Dichrostachys cinerea* (Saint-Domingue) *Leucaena leucocephala* (banglin) *Mimosa pigra* (acacia) ***Rhamnaceae*** *Ziziphus sp.*

[4] La liste en annexe xx mentionne les espèces rencontrées au cours des visites de terrains.

[5] Ces ligneux sont souvent appelés acacia, alors qu'aucun n'est du genre *Acacia*.

4. LES PRATIQUES DE DESHERBAGE

Même si les agriculteurs pratiquent d'autres méthodes de désherbage, la maîtrise de l'enherbement repose sur l'emploi des herbicides (cf. en annexe 20, les caractéristiques des produits cités), qui est toujours présentée comme la technique prépondérante.

4.1. L'EMPLOI DES HERBICIDES SUR CANNE A SUCRE

4.1.1 Les informations des terrains

Ce chapitre reprend l'ensemble des divers modes d'emploi des herbicides en culture de canne à sucre, mentionnés par les planteurs et les techniciens au cours des visites de terrain. Il est important de remarquer qu'actuellement, l'atrazine n'est pas utilisée.

Pour les cannes plantées (canne vierge)

- en préparation des sols
  - → notamment sur *Brachiaria purpurascens* (herbe de Para) : glyphosate

- à la plantation, en pré-levée (environ 7 jours après le recouvrement des boutures)
  - → enherbement banal [6]
    - simazine+amétryne (1000 g/ha + 1000 g/ha)
    - simazine+amétryne (250 g/ha + 250 g/ha) + amétryne (500 g/ha) + 2,4-D (720 g/ha)
    - simazine+amétryne (1000 g/ha + 1000 g/ha) + amétryne (1000 g/ha) + diuron (1600 g/ha) + 2,4-D (720 g/ha) + mouillant
    - amétryne (1000 g/ha) + diuron (1600 g/ha) + héxazinone (360 g/ha)
  - → en cas d'infestation par *Panicum maximum* (herbe de Guinée)
    - simazine+amétryne (1000 g/ha + 1000 g/ha) + héxazinone (180 à 450 g/ha)
    - héxazinone (180 à 360 g/ha)
  - → en cas d'infestation par *Rottboellia cochinchinensis* (herbe à riz)
    - héxazinone (360 g/ha) + diuron (1440 g/ha)

- en post-levée précoce (ou pré-post)
  - idem pré-levée
  - amétryne (1000 à 2000 g/ha) + diuron (1600 g/ha) + 2,4-D (1440 g/ha)

En cours de culture, en post-levée pour les cannes plantées et pour les rejetons

- pour l'enherbement banal
  - → en post-levée sur enherbement de 10 cm
    - amétryne (2000 g/ha) + 2,4-D (1440 g/ha) + mouillant
    - amétryne (2000 g/ha) + 2,4-D (1440 à 2160 g/ha) + héxazinone (90 g/ha) + mouillant

---

[6] On signale également l'emploi de la combinaison pendiméthaline + atrazine qui a une excellente rémanence.

➔ en post-levée sur enherbement de 20 cm
- amétryne (2000 à 3000 g/ha) + 2,4-D (1440 g/ha) + héxazinone (180 à 450 g/ha) + mouillant
- amétryne (2000 g/ha) + héxazinone (450 g/ha)) + diuron (1200 g/ha) + 2,4-D (1440 g/ha) + mouillant

• en cas d'infestation spécifiques
➔ par des lianes
- amétryne (2000 g/ha) + 2,4-D (1440 g/ha) + mouillant

➔ par *Rottboellia cochinchinensis*
- amétryne (2000 g/ha) + diuron (800 à 1600 g/ha) + mouillant
- diuron (1600 g/ha) + héxazinone (180 g/ha)
- asulame (3600 g/ha) + mouillant
- asulame (3600 g/ha) + 2,4-D (2160 g/ha)

➔ par *Panicum maximum* ou *Brachiaria purpurascens*
- amétryne (2000 g/ha) + héxazinone (360 g/ha) + mouillant

➔ par *Cynodon dactylon*
- amétryne (2500 g/ha) + glyphosate (360 g/ha) + mouillant + urée

• les cas particuliers
➔ en dirigé
- paraquat [7]
- sur enherbement très développé glyphosate (1440 à 1800 g/ha)

➔ sur graminées : asulame (3600 g/ha) + mouillant
➔ sur ligneux : piclorame

4.1.2 Récapitulatif

En fait, le nombre de produits employés est assez restreint, même si leurs multiples combinaisons à des dosages variés apportent une complexité apparente :

➢ quatre produits en pré-levée (simazine + amétryne, amétryne, diuron, héxazinone) avec parfois une adjonction de 2,4-D

Pour les cannes plantées (canne vierge) en pré-levée

	simazine+ amétryne	amétryne	diuron	héxazinone
1	X			
2	X	X		
3	X	X	X	
4	X			X
5		X	X	
6		X	X	X
7			X	X
8				X

[7] Un des planteurs rencontrés emploie en post-levée le mélange amétryne (3000 g/ha) + 2,4-D (2160 g/ha) + paraquat (100 g/ha) + mouillant. Le paraquat permet, selon l'agriculteur, d'accélérer l'efficacité du traitement.

- cinq produits en post-levée (amétryne, diuron, héxazinone, 2,4-D, asulame) ; un mouillant est souvent incorporé à la bouillie ; le glyphosate, le paraquat et le piclorame peuvent être considéré à part.

Pour les cannes plantées et les rejetons en post-levée

	amétryne	diuron	héxazinone	2,4-D	asulame
1	X			X	
2	X		X		
3	X		X	X	
4	X	X			
5	X	X	X	X	
6		X	X		
7				X	X

4.1.3 L'entretien des balises

Les techniciens insistent beaucoup sur l'entretien des balises [8] pour limiter l'infestation des parcelles. Cet entretien est effectué

- soit avec les produits habituellement employés sur les parcelles de canne à sucre [9],
- soit avec des produits herbicides totaux, comme le glyphosate ou le paraquat,
- soit par fauchage.

Souvent les plantes qui se développent sur les balises, sont utilisées pour l'alimentation des animaux au piquet ; elles ne sont alors pas désherbées avec un herbicide.

4.1.4 La consommation en produits herbicides

Une estimation de la consommation en produits herbicides a pu être réalisées à partir de données [10] fournies par l'U.I.P.P. Les trois graphes de la page suivante présentent

- ✓ les quantités de produits en litres ou en kilogrammes (figure 4),
- ✓ les surfaces pouvant être traitées avec ces produits sur la base de la dose normale d'emploi de chaque produit (figure 5),
- ✓ les valeurs en € sur la base d'une valeur moyenne de chaque produit, établie à partir des prix de vente relevés dans les différentes SICA (figure 6).

Quel que soit le critère pris en compte, deux matières actives dominent largement le marché des herbicides en Guadeloupe : l'amétryne et le 2,4-D. Celui-ci se démarque encore plus si l'on considère les surfaces traitées ; ce sont environ 25.000 ha, en surface cumulée, qui reçoivent du 2,4-D, ce qui correspond à au moins deux applications par campagne.

[8] Balises : terme employé en Guadeloupe pour désigner les bordures de parcelles.

[9] Par exemple, un des planteurs rencontrés cite le mélange suivant pour l'entretien de ses balises : amétryne (1000 g/ha) + héxazinone (180 g/ha) + 2,4-D (2880 g/ha) + paraquat (200 g/ha).

[10] Bien que les statistiques dont disposent les SICA, soient difficiles à utiliser, car elles ne portent pas sur les mêmes bases, la comparaison des différentes sources d'information montrent que les données sont cohérentes. De plus, ces chiffres correspondent à une approximation, car une partie de ces produits peuvent ne pas être appliqués sur la canne à sucre.

Figure 4 : produits herbicides employés en Guadeloupe (en volume ou en poids)

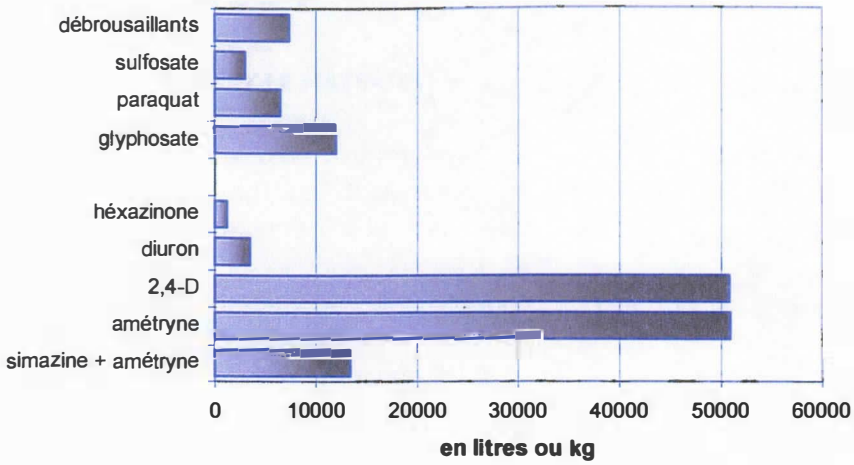


Figure 5 : produits herbicides employés en Guadeloupe (en surfaces traitées)

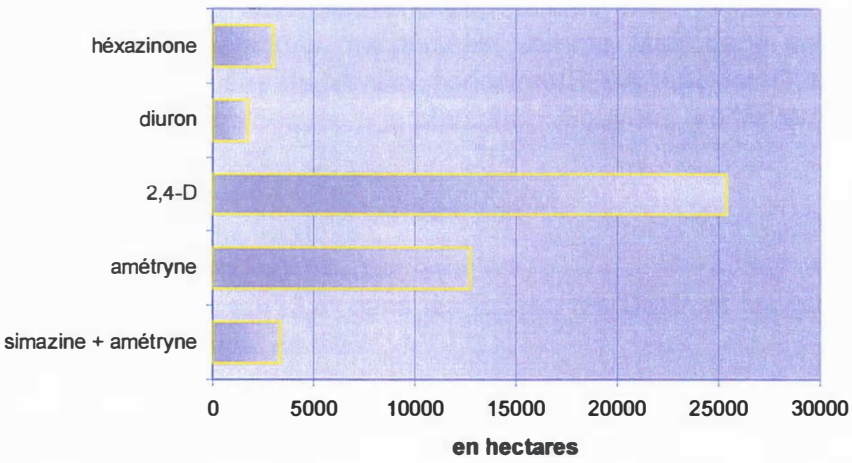
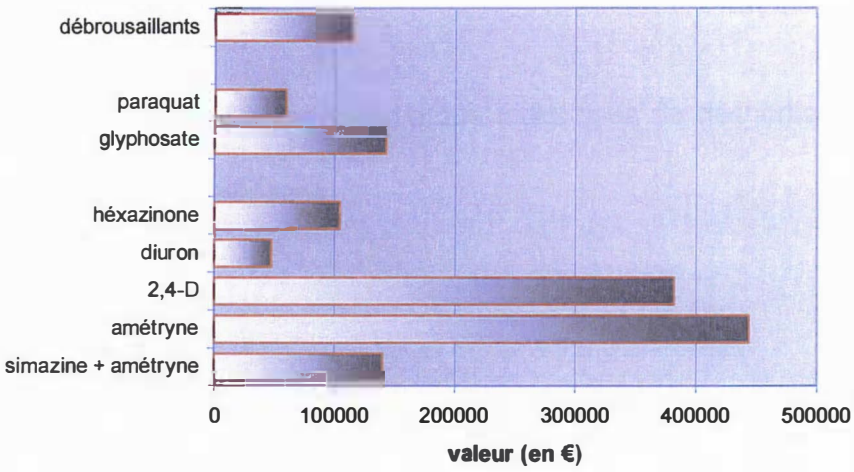


Figure 6 : produits herbicides employés en Guadeloupe (en valeur)



La combinaison simazine + amétryne, employée pour les applications de pré-levée sur les cannes plantées, soit environ 20 % des surfaces, représente 20 à 25 % de l'amétryne.
Pour les produits totaux, c'est le glyphosate qui est le plus consommé.

4.2. LA PULVERISATION ET LE MATERIEL

En Guadeloupe, les bouillies d'herbicides sont quasiment toujours préparées pour un épandage à la dose de 400 l/ha ; les dosages de produits sont très souvent exprimés pour un fût de 200 l, qui sert habituellement à la préparation des bouillies.

Sur Grande Terre et sur Marie-Galante, îles d'origine corallienne au sous-sol calcaire, peut se poser le problème de la dureté de l'eau pour la préparation des bouillies. Par exemple, dans le cas du glyphosate, l'ion Ca^{++} inactive la matière active par chélation (Gauvrit, 2000) ; certaines formulation de glyphosate contiennent un chélatant qui protège la matière active, mais cette protection peut ne pas être suffisante si les eaux sont très chargées. Cependant, sur Grande Terre, les bouillies sont souvent préparées avec de l'eau dite " agricole " non chargée en Ca^{++} puisqu'elle vient de Basse Terre (captage de Capesterre).

Les exploitations cannières sont souvent trop petites pour disposer de leurs propres équipements. Aussi, les opérations mécanisées, comme l'épandage des herbicides, sont-elles confiées à des entreprises de travaux agricoles (E.T.A.) ou des CUMA : c'est surtout le cas pour les applications de pré-levée à la plantation. Souvent, les traitements de post-levée sont réalisés par les agriculteurs.

On rencontre les équipements suivants :

- des pulvérisateurs portés sur tracteur équipés
  - de rampe de 8 m ou 12 m dans les E.T.A., les CUMA et les grosses exploitations pour les applications en plein ;
  - de pendillards [11] ;
  - de lance avec de longs tuyaux permettant de circuler dans les rangs de canne pour les applications en dirigé ou en localisé ;
- des pulvérisateurs à dos équipés d'une lance.

4.3. LES AUTRES METHODES DE DESHERBAGE DE L'ENHERBEMENT

4.3.1 Le travail du sol

Le sarclage mécanique fait également partie des techniques de désherbage des cannes à sucre ; il s'agit

- ✓ soit d'un griffage de l'inter-rang,
- ✓ soit d'un buttage.

[11] Les agriculteurs justifient l'utilisation du pendillard par la nécessité de protéger la canne à sucre des risques de phytotoxicité des produits. Cependant, la justification première du pendillard devrait être l'impossibilité de faire une application à la rampe sur des cannes presque fermées pour éviter l'effet " parapluie " du couvert de la culture.

4.3.2 Le sarclage manuel

L'efficacité des produits herbicides employés en Guadeloupe est assez faible sur des espèces robustes comme *Panicum maximum* (herbe de Guinée). Pour achever les opérations de désherbage, le sarclage [12] manuel (appelé fouille de Guinée) est une intervention complémentaire fréquemment réalisée. Dans la zone humide du Nord de Basse Terre, où la pression de l'enherbement est forte, le coût de cette intervention, souvent indispensable, est estimé par l'UDCAG à environ 300 €/ha.

4.3.3 Le paillis

Après la récolte, le sol des rejetons est couvert d'un paillis résultant de l'effeuillage des cannes à la coupe. Ce mulch joue un rôle important dans la dynamique des mauvaises herbes, en empêchant les germinations et le développement des plantules [13] par ombrage du sol. Toutefois, cet effet de couverture n'est efficace que si la densité du paillis est correcte : il est indispensable qu'il n'y ait pas de sol laissé à nu et que l'épaisseur du mulch soit suffisante (cf. photographie à la page 12 d'un mulch traversé par *Cynodon dactylon*).

Par ailleurs, la présence du paillis entrave le positionnement des herbicides de pré-levée sur le sol et impose des applications de post-levée : quand le mulch n'est pas assez épais pour limiter le développement des mauvaises herbes, mais suffisamment couvrant pour empêcher une application de pré-levée. c'est un inconvénient majeur pour l'emploi des herbicides.

4.3.4 Les cultures intercalaires

En début de cycle, certains agriculteurs implantent des cultures intercalaires dans l'inter-rang de la canne, notamment avec des cultures maraîchères, des concombres, des pastèques, des pois ou du maïs.
Cette pratique permet de valoriser la parcelle tant que le couvert de la canne n'est pas fermé ; de plus, l'entretien des cultures intercalaires profite également à la culture de canne. L'emploi des herbicides est alors délicat, car on ne peut employer que des produits sélectifs à la fois de la canne à sucre et de la culture intercalaire en place.

4.4. DESHERBAGES PARTICULIERS A LA STATION DE ROUJOL

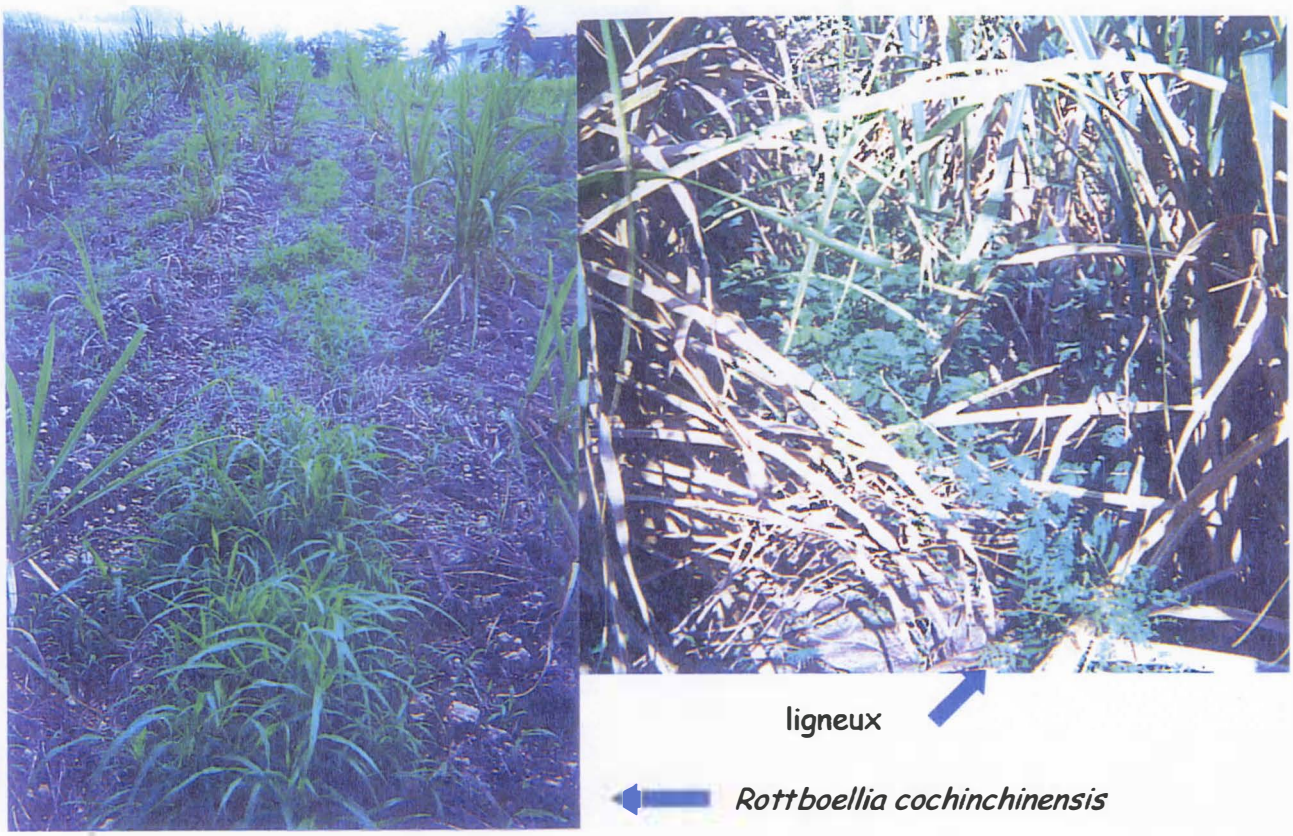
L'implantation des parcelles de sélection de canne à sucre pose des problèmes particuliers de désherbage :

- les vitroplants et les seedlings sont beaucoup plus fragiles que les boutures classiquement employées
- et la plantation s'étale dans le temps après le travail du sol.

Hormis quelques opérations de griffage et de sarclage manuel, c'est l'emploi des herbicides qui constitue la technique de désherbage la plus courante :

[12] Le sarclage manuel peut être soit un sarclo-binage, si un travail du sol est effectué, ou un simple arrachage des pieds de mauvaises herbes, si leur densité est faible.

[13] Il semble que des infestations de *Cynodon dactylon*, qui se développent en bananeraie dans la région de Capesterre, puissent être maîtrisées par une rotation avec la canne à sucre, qui laissent après la coupe des paillis suffisamment importants pour concurrencer cette mauvaise herbe.



ligneux

Rottboellia cochinchinensis

mulch traversé
par *Cynodon dactylon*

les cordes

Types d'infestation
de parcelle de canne à sucre

- en pré-levée :
  - combinaison pendiméthaline + atrazine (1800 + 1200 g/ha) [14] ; la pendiméthaline agit sur le processus de germination des plantes et doit donc être appliquée juste après le dernier travail du sol, qui détermine la mise en germination des graines de mauvaises herbes ; en fait, ce produit est appliqué le lendemain de la plantation des cannes, mais cela correspond à un délai de 8 à 15 jours après le travail du sol, ce qui réduit son intérêt ; il serait possible de faire des applications de produits totaux [15] pour détruire les plantules issues des premières levées de mauvaises herbes (c'est la technique du faux-semis) et de positionner le produit de pré-levée juste après la plantation sur un terrain propre ; on peut également appliquer un mélange extemporané du produit de pré-levée et d'un produit total, sous réserve de vérifier leur compatibilité ;
  - mélange diuron (2400 g/ha) + héxazinone (180 g/ha - ou 360 g/ha sur boutures -) ;
- en post-levée :
  - combinaison ioxynil + 2,4-D (150 + 900 g/ha), associée à l'asulame (3400 g/ha) ;
  - mélange amétryne (2000 g/ha) + 2,4-D (1440 g/ha), appliqué en dirigé ; la maîtrise des lianes sur le rang nécessiterait des traitements localisés avec du 2,4-D.

Si l'on souhaite élargir la gamme des produits herbicides utilisables, des tests seront nécessaires pour vérifier la sélectivité d'éventuels nouveaux produits sur les vitroplants et les seedlings.

L'entretien des clôtures de la station de Roujol pourrait être facilité par l'emploi de produits totaux rémanents, comme l'imazapyr (cf. annexe 20), sous réserve la mise à nu du sol ne soit pas une cause de départ d'érosion dans les situations à forte pente.

4.5. LES PROBLEMES DE DESHERBAGE

Le désherbage des cultures de canne à sucre en Guadeloupe laisse apparaître les problèmes suivants :

- les planteurs ne perçoivent pas la nuisibilité des mauvaises herbes, notamment dans les stades précoces ; aux dires des agriculteurs, les interventions, manuels, mécaniques ou chimiques, sont souvent faites lorsque l'enherbement est déjà bien développé ; or, les tests sur la concurrence des mauvaises herbes sur la canne à sucre ont montré qu'après le premier mois de culture, la production chute chaque jour de 0,5 % par hectare tant qu'on intervient pas, soit pour une canne qui pourrait produire 100 T/ha, une perte de 500 kg/ha/jour de retard (cf. graphes en annexe 6) ;
- les paillis des rejetons ne sont pas toujours assez épais pour jouer effectivement un rôle dans la maîtrise de l'enherbement (cf. photographie page 12) ;
- les produits employés ne sont pas parfaitement sélectifs de la canne à sucre, d'où des applications de post-levée qui sont en fait effectuées en traitement dirigé pour éviter les risques de phytotoxicité sur la culture ; en conséquence, les lignes de canne ne

[14] A partir de 2003, cette combinaison contenant de l'atrazine ne sera plus utilisable ; il sera toutefois possible d'employer des produits comme le Prowl ou le Stomp, qui contiennent seulement de la pendiméthaline (cf. annexe 20).

[15] Les produits totaux peuvent être employés à des doses faibles sur des mauvaises herbes au stade plantule.

reçoivent pas d'herbicides, ce qui permet le développement des mauvaises herbes sur le rang et, en particulier, des lianes qui peuvent grimper sur les tiges de canne et qui sont, alors, très difficiles à éliminer manuellement (cf. photographie page 12) ;

- la gamme des produits herbicides employés est trop étroite pour pouvoir assurer une rotation des produits et éviter des sélections de flore ;
- la qualité des applications n'est pas suffisante [16] :
  - les doses préconisées ne sont pas respectées ; globalement, on note une tendance au surdosage au Nord de Basse Terre et au sous-dosage en Nord de Grande Terre [17] ;
  - les pulvérisations ne sont pas homogènes sur l'ensemble de la parcelle à cause de défaut d'étalonnage et d'entretien des appareils : il n'y a pas toujours de contrôle lors de la réalisation des travaux par les CUMA ou les E.T.A., car l'exploitant n'est pas nécessairement présent pour assister aux opérations effectuées sur sa parcelle ;
- les opérations de désherbage sont parfois difficiles à programmer [18] :
  - si la récolte est faite en période sèche (carême sec), l'enherbement ne se développe pas immédiatement et c'est à l'arrivée des pluies que l'on assiste à des levées abondantes et vigoureuses de mauvaises herbes, auxquelles les planteurs ont du mal à faire face ;
  - si la récolte est faite en période pluvieuse (carême vert), l'enherbement s'installe rapidement après la coupe, alors que les planteurs ou les opérateurs, pris par les travaux de coupe, ne sont pas disponibles pour faire l'entretien des parcelles ; cette situation est d'autant plus grave que la coupe dure longtemps et que la repousse n'est pas homogène sur la parcelle.

Pour faciliter les traitements sur de petites surfaces, deux techniques pourraient être proposées :

a. les buses bas-volume (BV30 ® de Berthoud) adaptables sur les appareils à dos à pression entretenue ; avec ces buses, l'application de la bouillie se fait sur une largeur d'environ 3 mètres, ce qui conduit à une réduction du temps de travail d'environ 60 % par rapport à un épandage avec une buse normale d'un mètre de large et à une économie d'eau importante puisque ces buses sont prévues pour une pulvérisation à 30 l/ha.

b. les balais chimiques : ce sont des mèches ou des brosses en fibres synthétiques imbibées par une solution d'un produit total systémique (généralement du glyphosate) ; la solution de produit, à environ 30 % (un tiers de produit commercial et deux tiers d'eau) est contenue dans un réservoir ou dans le manche de l'appareil, qui

[16] Par des entretiens rapides tels qu'on les effectue au cours des visites de terrain, on apprécie mal l'efficacité réelle des opérations, mais, de l'avis des techniciens rencontrés, la qualité des applications constitue un réel problème. Ce point a notamment été souligné unanimement lors de la réunion de synthèse à Roujol.

[17] Dans la pratique, les doses d'emploi de la combinaison simazine + amétryne peuvent aller jusqu'à 1500 + 1500 g/ha, voire 2000 + 2000 g/ha. Inversement, un des planteurs rencontrés n'utilise en pré-levée que des doses faibles avec le mélange simazine+amétryne (250 g/ha + 250 g/ha) + amétryne (500 g/ha) + 2,4-D (720 g/ha).

[18] Ce problème de l'organisation du travail a été discuté par les participants lors de la réunion de synthèse.

est utilisé comme un balai, en appliquant [19] par un contact rapide la bouillie sur les feuilles des plantes à détruire ; il n'y a pas de projection sur les plantes voisines et pas de risque pour le manipulateur.

5. L'ELARGISSEMENT DE LA GAMME DES HERBICIDES

5.1. LA SITUATION ACTUELLE EN MATIERE D'HOMOLOGATION

5.1.1 Les produits herbicides homologués

Actuellement, seuls sept produits herbicides sont homologués en France pour la culture de canne à sucre :

herbicides homologués sur canne à sucre		
herbicides employés en Guadeloupe		TCA
amétryne asulame 2,4-D	diuron héxazinone ioxynil + 2,4-D	

L'acétochlore est en cours d'homologation : à la suite des essais d'efficacité conduits à La Réunion ; des essais de sélectivité viennent d'y être implantés.

5.1.2 L'interdiction des triazines

Le 28 septembre 2001, le ministre de l'Agriculture et de la Pêche, a engagé la procédure de retrait de l'homologation de l'atrazine et des autres herbicides dérivés de la famille des triazines. Le retrait de l'autorisation de mise sur le marché, requise pour la commercialisation des produits, sera applicable au 30 septembre 2002 et l'usage même des produits par ses utilisateurs finaux sera interdit à compter du 30 juin 2003.
Cette mesure vise principalement l'atrazine, qui est employée en France métropolitaine sur 80 % des surfaces cultivées en maïs (en 1999). Mais elle concerne également cinq autres matières actives de la même famille : la simazine, la terbuthylazine, la cyanazine, l'amétryne et la terbutryne avec les nuances suivantes :

substances	décisions
atrazine	retrait pour tous les usages
simazine	
cyanazine	
terbuthylazine	retrait pour tous les usages, excepté pour la vigne
amétryne	retrait pour l'usage maïs
terbutryne	

[19] Cette technique n'est pas faite pour des applications sur de grandes surfaces, mais elle permet de détruire avec un herbicide total des plantes gênantes en des points localisés dans une culture ou peu accessibles avec un équipement plus classique, par exemple, des plantes qui traversent un mulch en cours de culture.

D'après le tableau précédent, seuls la combinaison simazine + amétryne, employée en traitement de pré-levée sur canne plantée, qui n'était pas homologuée auparavant, sera retirée du marché. Cependant, l'amétryne, encore autorisée en culture de canne à sucre, a un avenir très incertain, si sa production venait à être arrêtée faute de marché suffisant.

5.1.3 La démarche en Guadeloupe

Après l'annonce de la décision ministérielle, une démarche commune des organismes concernés en Guadeloupe (SRPV, CTICS, CIRAD-CA et U.I.P.P.) a été entreprise auprès du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Le courrier adressé le 10 décembre 2001 mentionnait principalement les demandes suivantes :

- ✓ possibilité d'autoriser, par mesures dérogatoires, l'emploi des triazines sur canne à sucre dans les DOM jusqu'à l'identification de solutions de remplacements ;
- ✓ validité de la méthode C.E.B. n° 74 pour les expérimentations sur les herbicides en culture de canne à sucre ;
- ✓ précision sur le nombre et la nature des essais nécessaires ;
- ✓ prise en compte des essais antérieurs ;
- ✓ consultations des firmes phytosanitaires sur le remplacement des triazines ;
- ✓ rattachement de la canne à sucre à la culture de maïs dans le cadre dans le cadre des assimilations de cultures prévues lors de la révision du catalogue des usages.

La réponse, faite le 4 février 2002 par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de la Région Guadeloupe, comportait les éléments suivants :

- ✓ confirmation de l'autorisation d'emploi de l'amétryne pour le désherbage de la canne ;
- ✓ nécessité d'une justification agronomique pour envisager une mesure de soutien de l'emploi de la simazine sur canne à sucre ;
- ✓ validité de la méthode C.E.B. n° 74 ;
- ✓ nécessité d'un contact avec la DGAL pour l'appréciation de la qualité des essais conduits antérieurement ;
- ✓ attente d'une réponse ultérieure pour l'assimilation de la canne à sucre à une autre culture.

Dans le cadre de cette concertation (entre SRPV, CTICS, CIRAD-CA et U.I.P.P.), le CTICS de la Guadeloupe annonçait dans sa lettre d'information, *Canne Info*, du premier trimestre 2002, la mise en place d'un réseau d'essais d'herbicides en partenariat avec La Réunion et la Martinique pour trouver des alternatives aux triazines sur canne à sucre.

5.1.4 Les essais antérieurs

Jusqu'en 1997, des essais ont été conduits par le CIRAD (BARAN, 1998 ; BARAN *et al.*, 1998) ; ils ont mis en évidence l'intérêt

- ✓ de l'oxadiargyl en pré-levée, associé ou non au diuron et au 2,4-D ;
- ✓ de la combinaison terbuthylazine + terbuméton en pré-levée, hormis sur *Rottboellia cochinchinensis* ;
- ✓ de la diméthamétryne en post-levée sur *Rottboellia cochinchinensis*.

Le CTICS a conduit en 2000 et 2001 des essais sur l'isoxaflutole en pré-levée, qui ont donné de bons résultats.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

L'UDCAG a conduit également des tests sur différentes formulations de glyphosate pour l'entretien des balises et sur la combinaison oxyfluorfène + propyzamide.

5.2. LA PROCEDURE D'HOMOLOGATION A ENGAGER

Une procédure d'homologation de produits herbicides pour la culture de canne à sucre a été initiée au cours de l'année 2000 à La Réunion. L'enjeu à moyen terme [20] de ces expérimentations sera l'établissement d'une liste positive de produits herbicides utilisables en culture de canne à sucre ; il en résultera l'interdiction des autres spécialités pour cet usage.
La procédure d'homologation des herbicides pour la culture de canne à sucre est celle réservée aux cultures mineures [21] : la culture majeure de rattachement est normalement celle du maïs. Cette procédure dispense de l'établissement d'un dossier toxicologique et elle permet de faire référence à des données obtenues dans d'autres pays pour le nouvel usage considéré. Ces extensions d'emploi nécessitent la présentation d'un certain nombre d'essais d'efficacité valides, la vérification de la sélectivité et des analyses [22] de résidus.
L'homologation obtenue à l'issue des travaux réalisés à La Réunion sera valide à l'échelle nationale pour la culture de canne à sucre, c'est-à-dire qu'elle le sera pour les Antilles. Cependant, si de nombreuses espèces, comme *Panicum maximum* (appelée herbe de Guinée en Guadeloupe), ont le même comportement à La Réunion qu'aux Antilles, d'autres n'ont pas la même agressivité, tel que *Rottboellia cochinchinensis* (herbe à riz en Guadeloupe et fataque duvet à La Réunion), qui, peu envahissant à La Réunion, est une mauvaise herbe majeure en Guadeloupe.

Les expérimentations sur les herbicides en culture de canne à sucre fourniront des informations sur le comportement des produits dans les conditions agro-écologiques de la Guadeloupe. Mais leur objectif majeur est l'obtention de l'homologation des herbicides. Or la procédure d'homologation passe nécessairement par la réalisation d'essais officiels. Le partenariat avec le SRPV, qui participe à l'expérimentation, offre cette garantie. Trois étapes se succéderont :

- ✓ étape **1 :** proposition par les firmes phytosanitaires de matières actives à soumettre au processus d'homologation : il revient au SRPV et au CTICS de solliciter les fabricants par l'intermédiaire des importateurs de Guadeloupe ;
- ✓ étape **2 :** tests des produits par le CTICS ; les conditions d'emploi des produits (doses, époques d'application, associations possibles) devront être précisées par les firmes phytosanitaires qui pourront fournir des fiches techniques et des références extérieures ;
- ✓ étape **3 :** établissement du dossier d'homologation par le SRPV.

[20] Tous les produits ne pouvant être testés simultanément, il est nécessaire de prévoir un délai de trois ou quatre années avant de mettre en œuvre les dispositifs réglementaires de contrôle.

[21] Consulter à ce sujet l'article de Monnet Y. sur les usages mineurs, paru en 1998 dans Phytoma. La Défense des Végétaux, 510, 57-59.

[22] Il faudra prévoir les tests de résidus à l'issue des essais de sélectivité. Ces tests de résidus sont à la charge de la firme phytosanitaire. Il faut tester ces résidus au moins pour la dose simple en comparaison avec le témoin. Hormis les données indispensables à l'homologation des produits, les dosages de résidus fourniront également des éléments de référence pour les sucreries.

6. LES EXPERIMENTATIONS : LA DEMARCHE

Un programme d'expérimentation sur les herbicides a pour objectif d'élargir la gamme des produits utilisables, en établissant un référentiel technique adapté à la diversité des situations et aux contraintes d'application des produits. Les produits les plus intéressants pourront être proposés à l'homologation pour

- ✓ le remplacements des triazines
- ✓ et l'élargissement de la gamme des produits afin de mieux cibler les interventions de désherbage.

6.1. LE SCHEMA EXPERIMENTAL

L'étude des produits herbicides comporte deux phases principales (cf. en annexe 7 le schéma résumant la démarche) :

1. des essais d'**efficacité** pour estimer le comportement des traitements sur les mauvaises herbes [23] ; ces essais portent sur des produits nouveaux, mais également sur des mélanges de produits et des programmes de traitements ; ils permettent de préciser les doses efficaces, de définir les époques d'application et les spectres d'efficacité en fonction des conditions du milieu et des itinéraires techniques pratiqués (cf. en annexe 10 la proposition de protocole) ;
2. des essais de **sélectivité** pour évaluer les risques de phytotoxicité sur la culture [24], en prenant en compte l'aspect variétal, qui est un facteur très important de la sensibilité de la culture (cf. en annexe 14 la proposition de protocole).

Les résultats doivent être confirmés par des tests [25] en milieu réel.

Pour ces expérimentations, hormis cas particuliers, l'épandage des produits doit impérativement être réalisé avec un appareil équipé d'une rampe de pulvérisation.

6.2. LE DEROULEMENT DES OPERATIONS

La réalisation d'un essai d'efficacité se déroule comme suit :

1) mise en place de l'essai
   a) préparation des protocoles expérimentaux ;
   b) reconnaissance des parcelles :éventuellement, contact avec les agriculteurs [26] ;
   c) implantation de l'essai : piquetage...

[23] Caractéristiques des essais d'efficacité : plusieurs doses ou dates d'application par produit ; dispositif du témoin adjacent ; blocs à trois répétitions ; pas d'entretien ; ni de récolte ; notation d'efficacité globale et spécifique ; pas de traitement statistique.

[24] Caractéristiques des essais de sélectivité : tests des doses N, 2 x N et 3 x N et un témoin non traité ; dispositif en blocs à 5 ou 6 répétitions ; entretenu propre ; observation des facteurs d'élaboration du rendement ; estimation de la production à la récolte ; analyse de variance.

[25] Les essais d'efficacité et de sélectivité pour les produits de pré-levée doivent être pratiqués sur sol non paillé pour que les produits ne soient pas captés par le mulch et que leur impact sur le sol ne soit pas réduit. Par contre, dans les tests en condition réelle, des parcelles paillées pourront être utilisées, si elles correspondent à l'itinéraire technique souhaité.

[26] Les agriculteurs, qui accueillent l'expérimentation, se chargent de la mise en place de la culture.

d) préparation des échantillons ;
e) application des produits [27] ;

2) observations : notations de l'efficacité des traitements :
   a) en pré-levée : 30 J.A.T. [28] – 45 J.A.T. – 60 J.A.T. – 75 J.A.T. – 90 J.A.T.
   b) en post-levée : 8 J.A.T. – 15 J.A.T. – 21 J.A.T. – 30 J.A.T.
3) achèvement de l'essai à la fin des périodes de notations ;
4) traitements des données et interprétation des résultats.

Les essais de sélectivité se déroulent selon les mêmes phases, hormis pour les observations qui sont faites sur la culture aux phases principales de son développement (levée, tallage, etc...) et pour la durée des essais qui sont conduits jusqu'à la récolte.

6.3. LE CHOIX DES PRODUITS A TESTER

Le choix des produits à mettre en expérimentation est fait par le CTICS et le SRPV pour des produits déjà homologués en France sur d'autres cultures, en fonction des informations recueillies à l'extérieur et en collaboration avec les firmes phytosanitaires. Celles-ci doivent faire la demande d'homologation en tenant compte de leurs contraintes commerciales et des limitations techniques ou légales d'emploi.
Pour chaque produit testé et chaque type [29] d'essai, un contrat doit être établi entre la firme phytosanitaire (ou son distributeur), le CTICS et le SRPV. La firme fournit les échantillons de produit à tester et assure une contribution financière à la réalisation de l'expérimentation.

Le produit de référence pour les essais de pré-levée sera le diuron à 1.800 g/ha.

A moyen terme, les essais conduits par le CTICS, incluront des mélanges de produits déjà homologués et des programmes de traitements. Cependant, à cause de la charge importante de travail à court terme, il ne sera pas possible d'inclure dès à présent ce type de modalité dans les essais.

6.4. LE CHOIX DES DOSES A TESTER

La canne à sucre, dont les parties aériennes ne couvrent pas totalement le sol avant 3 ou 4 mois, demande une persistance d'action des herbicides suffisamment longue pour protéger la culture pendant cette phase d'installation.
Pour le choix des doses à tester (D), on pourra se baser sur la dose maximale autorisée dans la culture qui bénéficie [30] de l'homologation. On pourra tester également, en accord avec la firme phytosanitaire :

- une dose plus faible (3/4 D), afin d'estimer les limites d'emploi du produit et les espèces les moins bien maîtrisées

[27] Cette phase peut être effectuée en plusieurs fois selon les époques de traitements choisies.

[28] J.A.T. : jours après traitement.

[29] Les conditions expérimentales des essais d'efficacité sont très différentes de celles des essais de sélectivité. Il est donc nécessaire d'établir des contrats séparés pour les deux types d'essais, la contribution financière nécessaire pour les essais de sélectivité, très lourds à conduire, étant plus importante que celle demandée pour les essais d'efficacité.

[30] Pour les produits non homologués, la dose sera déterminée d'après les pratiques adoptées dans les autres situations et en accord avec les fournisseurs.

- une dose plus forte (3/2 D), pour évaluer les risques de phytotoxicité et pour vérifier s'il est possible d'augmenter la persistance d'emploi ; si la dose forte apparaît plus adaptée à la culture de canne ou à certaines conditions du milieu (pluviométrie, texture du sol), il sera possible de proposer des ajustements de la dose.

Dans le cas où l'on ne pourrait tester que deux doses, ce sera la dose forte qui sera choisie.

Le choix des doses à tester doit être effectué en accord avec la firme phytosanitaire, qui, de son côté, doit demander l'autorisation d'expérimentation au bureau d'homologation du Ministère.

6.5. LE CHOIX DES SITES EXPERIMENTAUX

Afin de couvrir la variabilité agro-écologique qu'offre la Guadeloupe, les essais seront répartis dans quatre zones aux conditions contrastées :

- le Sud de Grande Terre
- le Nord de Grande Terre
- le Nord de Basse Terre
- et Marie-Galante.

Dans un premier temps, l'année 2002 doit être considérée comme une période de démarrage. Il faut viser la mise en place d'au moins trois essais, un par bassin cannier (Sud de Grande Terre, Nord de Grande Terre et Nord de Basse Terre) ; dans la mesure du possible, un essai pourrait être implanté à Marie-Galante.

Par la suite, on pourrait envisager un programme d'expérimentation basé sur deux ou trois essais par bassins canniers en fonction du nombre de produits proposés. Le nombre d'essais dépendra aussi de la diversité des situations d'enherbement [31] à maîtriser.
Les essais d'efficacité seront implantés généralement sur des cannes plantées, afin d'avoir un sol bien dégagé ; toutefois, il est possible d'effectuer des essais sur repousses

- soit pour estimer le comportement des produits de pré-levée sur des sols non travaillés ou recouverts d'un paillis plus ou moins dense ;
- soit pour les herbicides de post-levée, sans action sur le sol.

Les essais de sélectivité seront implantés sur des plantations, pour se placer dans la situation où les risques de phytotoxicité sont les plus élevés.

6.6. LES MOYENS NECESSAIRES

La mise en place et le suivi de ces expérimentations demandent au moins une dizaine de journées de travail par essais d'efficacité (une pour le choix du terrain, une pour l'organisation du chantier, une pour l'implantation, six pour les observations, une pour l'achèvement). Quoi qu'il en soit et même si des regroupements sont possibles, il faudra étaler les mises en place des essais sur toute la période de plantation. Le CTICS devra donc affecter une personne à plein temps.

[31] On ne peut guère espérer avoir plus de trois espèces dominantes par essai, sur lesquelles on puisse obtenir des informations significatives.

Il faudra également prévoir l'achat d'un pulvérisateur, le petit matériel d'expérimentation (récipients, piquets, etc.), les moyens de déplacement et les frais d'analyse des données.

En complément du budget propre du CTICS et des demandes de financements publics (DOCUP), il est nécessaire que les firmes phytosanitaires apportent une contribution financière pour aider à la réalisation des expérimentations. Il revient bien sûr aux firmes phytosanitaires de mettre à disposition du CTICS les échantillons de produits à tester par l'intermédiaire des importateurs.

7. LA REALISATION DES ESSAIS

Ce chapitre rappelle différents points à respecter pour la réalisation des essais d'herbicides, en particulier pour ceux sur l'efficacité des produits.

7.1. L'IMPLANTATION DES ESSAIS

7.1.1 La mise en place

Toutes les opérations (travail du sol, éclatement des mottes, fertilisation, etc...) doivent être effectuées de manière homogène sur l'ensemble de la parcelle pour éviter des facteurs différentiels entre témoins et traités ou entre modalités

Il ne faut pas implanter l'essai sur une bordure de parcelle cultivée, mais on doit laisser une bande de protection d'au moins une dizaine de mètres.

Les rangs de canne sont normalement écartés de 1,50 m. Une rampe de pulvérisation de 3 m permet de traiter deux rangs de canne, soit une bande de trois mètres de large. A cause de l'irrégularité des écartements de plantation et le manque de parallélisme des rangs, les rangs sont rarement bien positionnés au milieu des parcelles élémentaires, si le piquetage est parfaitement régulier. Il serait préférable de ne piqueter avec un écartement de trois mètres de large que les parcelles traitées, les témoins semi-adjacents incluant deux rangs de canne, mais n'ayant pas une largeur fixe.

7.1.2 Le repérage sur la parcelle

La canne à sucre a un développement important, de même de nombreuses espèces de mauvaises herbes. Aussi, pour faciliter à la fois la circulation dans l'essai et le repérage sur la parcelle, tant pour les observations de l'efficacité que pour les visites, il est important de :

- de piqueter les limites de l'essai avec
  - des petits piquets au coin de chaque parcelle élémentaire ;
  - des grands piquets, visibles de loin, au coin de chaque bloc ;
- de planter des étiquettes devant chacune des parcelles traitées, sans indication des modalités mais numérotées de 1 à Np [32]. Cette numérotation permet la notation à l'aveugle de l'efficacité et assure la confidentialité nécessaire pour les visites. Il n'est pas utile de numéroter les témoins ;

[32] Np = nombre de parcelles élémentaires = nombre de modalités x nombre de répétitions. Selon les protocoles définis pour cette expérimentation, Np est égale à 30 dans les essais d'efficacité.

- de tracer des allées par sarclage ou avec une pulvérisation [33] d'un herbicide total, ce qui permet la circulation dans l'essai pour les observations et pour les visites, sans être tenté de marcher dans les parcelles.

7.1.3 Le matériel de pulvérisation

Dans un premier temps, l'épandage des produits devra être effectué avec un appareil à dos à pression entretenue classique, équipé d'une rampe de pulvérisation. Mais, par la suite, le CTICS devra acquérir un pulvérisateur à air comprimé (par exemple de type A.T.H. [34]), équipé d'une rampe de pulvérisation. Quel que soit l'appareil utilisé, il faut prévoir de consacrer le temps nécessaire au réglage de l'appareil (hauteur de la rampe, orientation des buses, etc...) et à l'étalonnage de la pulvérisation.

7.1.4 Le relevé des conditions expérimentales

Pour le relevé des conditions expérimentales, on dispose de deux fiches

- la fiche de mise en place des essais ;
  - ⇨ observations portant sur le milieu et la culture au moment de l'installation de l'essai ;
  - ⇨ conditions de réalisation des pulvérisations (quantité de bouillie préparée, dose de produit par bouteille, quantité de bouillie restante) et remarques éventuelles ;
- la fiche de suivi cultural qui permet de recueillir les caractéristiques des essais tout au long de leur déroulement.

Ces fiches doivent être remplies [35] directement lors de la prise de l'information, soit à la mise en place de l'essai, soit à l'occasion de discussions avec l'agriculteur.

Les informations recueillies seront utilisées pour la rédaction du rapport final. Les fiches doivent être conservées au CTICS pour assurer la traçabilité des expérimentations.

7.2. LES OBSERVATIONS DES ESSAIS D'EFFICACITE

7.2.1 La connaissance des mauvaises herbes

L'identification des mauvaises herbes est un préalable indispensable aux actions sur l'enherbement. Si les guides illustrés peuvent utilement aider à l'identification des espèces de la flore des mauvaises herbes, ils ne sont jamais assez complets, ni assez précis pour être les seules sources d'information en botanique. C'est pourquoi il a été proposé de constituer un herbier, qui sera conservé au CTICS.

La confection d'un herbier, dont la méthode est indiquée en annexe 3, n'est bien sûr pas un objectif en soi, mais l'herbier est un outil absolument indispensable pour se former à la

[33] On demandera au distributeur des produits herbicides pour l'entretien des bordures et des allées, ainsi que pour le nettoyage des parcelles.

[34] Le pulvérisateur A.T.H. est fabriqué par la firme Euro-pulvé, basée à Aspach (Haut-Rhin) [14, route de Tahnn – BP 8 – 68131 Aspach Cedex].

[35] En aucun cas, on ne doit recopier "*au propre*" les données recueillies sur le terrain.

reconnaissance des nombreuses espèces qui composent la flore des mauvaises herbes. Cet herbier servira à :

- faciliter les identifications,
- comparer les déterminations d'un site à l'autre,
- vérifier les relevés floristiques après les périodes d'observations
- et, éventuellement, transmettre l'information d'un observateur à l'autre.

On prélèvera des échantillons à plusieurs stades de développement, dès que l'on rencontre l'espèce, puis à des stades ultérieurs au fur et à mesure que les plantes se développent. Chaque échantillon devra être accompagné d'une étiquette avec, au moins, un nom d'identification, ainsi que la date et le lieu de récolte.

7.2.2 La notation de l'efficacité

Tant que l'enherbement n'est pas installé, il n'est pas possible de faire des notations d'efficacité : l'une des fonctions des parcelles témoins non traitées est d'indiquer le niveau d'enherbement de la parcelle. D'après les protocoles expérimentaux, la première date d'observation est fixée à 15 J.A.T. Cependant, cette date peut être décalée dans le temps si cela est nécessaire. Par contre, même en l'absence de mauvaises herbes, il est parfois possible d'observer des signes précoces de phytotoxicité sur la culture.

Les notations des essais d'efficacité devront être réalisées à l'aveugle par le même observateur tout au long du cycle d'expérimentation, afin de permettre la comparaison des résultats entre les différents essais et les différentes dates de notation. Pour s'étalonner, cet observateur pourra périodiquement effectuer la notation en double avec un autre technicien, par exemple entre le CTICS et le SRPV ou le CIRAD.

La notation de l'efficacité des herbicides se fait par comparaison du développement des mauvaises herbes sur la parcelle traitée avec celui sur la parcelle témoin adjacente. Cette observation (cf. échelle de notation en annexe 19) se fait par étapes successives, répétées à chaque parcelle élémentaire :

A. sur la parcelle témoin adjacente :
  1- relevé des espèces dominantes ;
  2- attribution d'une note globale de recouvrement ;
  3- attribution d'une note de recouvrement par espèce ;

B. pour la parcelle traitée :
  1- attribution d'une note globale d'efficacité ;
  2- attribution d'une note d'efficacité pour chaque espèce dominante.

Il est utile, en cours d'essai, de dresser la liste exhaustive des mauvaises herbes rencontrées sur l'ensemble de la parcelle expérimentale, pour en caractériser la flore.

Lors de ces observations, un certain nombre de précautions doivent être prises :

- Il faut veiller à ne pas prendre en compte les extrémités des parcelles traitées, sur au moins un mètre, qui correspondent aux zones de démarrage et d'arrêt de la pulvérisation.

- Si des symptômes particuliers (jaunissement, décoloration, taches, déformation, etc...) apparaissent sur les mauvaises herbes traitées, il faut en apprécier l'importance, pour en tenir compte dans la notation, et également les décrire en remarques.

- La plupart des herbicides testés, notamment en pré-levée, n'ont a priori pas d'action sur les espèces vivaces comme *Cyperus rotundus* ou *Cynodon dactylon* (chiendent). Malheureusement, il est très difficile de trouver des parcelles parfaitement indemnes de ces mauvaises herbes. Les observations de l'efficacité des produits devront être effectuées en faisant abstraction de la présence de ces espèces. Il en sera de même avec des repousses d'espèces ligneuses. S'il arrivait qu'un des produits ait une action sur l'une de ces espèces vivaces, il faudrait bien évidemment le signaler.

La répartition de la flore des mauvaises herbes et sa réaction aux applications d'herbicides n'étant jamais aussi homogènes que l'on pourrait le souhaiter, quelques remarques sont nécessaires :

- Il ne faut pas prendre en considération les espèces peu représentées sur les parcelles, pour lesquelles on ne peut pas apprécier l'efficacité (note de recouvrement inférieure à 3 ou 4).

- Il faut veiller à ne pas considérer comme espèce dominante une plante qui ne présente qu'un faible nombre de pieds, mais avec un développement important [36], comme par exemple *Leucaena leucocephala* (banglin) ou des grandes graminées *Panicum maximum* (herbe de Guinée).

- Il faut être d'autant plus prudent dans l'attribution des notes d'efficacité que l'espèce est moins abondante ou moins bien répartie sur la parcelle.

- Les notations d'efficacité de l'herbicide sur une espèce se font par comparaison du développement de cette espèce sur la parcelle traitée avec celui de la même espèce sur la parcelle témoin adjacente ; l'échelle (cf. annexe 19) va de 1 (aucune efficacité = même développement) à 9 (efficacité parfaite = aucun développement). Toutefois, il est possible qu'une espèce soit plus développée sur la parcelle traitée que sur le témoin. Ce cas se présente quand les mauvaises herbes dominantes de la parcelle témoin ont été maîtrisées par l'herbicide, alors qu'une espèce, qui ne l'est pas, occupe l'espace disponible sur la parcelle traitée, puisqu'elle est libérée de la concurrence des espèces dominantes. Dans ce cas, il faut lui attribuer la note d'efficacité de 1, puisque l'herbicide ne la maîtrise pas du tout. La plupart du temps, on note l'efficacité spécifique par rapport aux espèces relevées sur le témoin : il faut surtout ne pas oublier de prendre en compte ces espèces non dominantes sur le témoin, mais développées sur la parcelle traitée.

- Il est parfois difficile d'identifier les espèces dès leur apparition sur la parcelle au stade de jeunes plantules. Il est possible de faire une notation par groupe d'espèces semblables, par exemple, l'ensemble des petites graminées, comme *Digitaria spp.* ou *Eleusine indica*. Toutefois, il est indispensable de séparer les espèces, dès que leur identification est possible.

- Si une espèce n'est localisée que sur une partie de la parcelle témoin, la comparaison avec la parcelle traitée se fera dans la zone contiguë.

[36] Un gros pied attire plus l'attention qu'un tapis de plantules.

7.2.3 La notation de la phytotoxicité

Le cas échéant, il est important de noter l'apparition de symptômes de phytotoxicité sur la canne à sucre, même si cette culture est peu sensible aux herbicides.

7.2.4 La poursuite des essais

Les protocoles expérimentaux prévoient six observations de l'efficacité réparties toutes les deux semaines après la mise en place. L'essai devrait donc s'achever au bout de 84 jours [6 x (2 semaines x 7 jours)]. Cependant, deux cas de figures peuvent se présenter :

- si aucune des modalités ne parvient à maîtriser l'enherbement jusqu'à 84 jours, il est inutile de conserver l'essai ; l'essai doit être arrêté quand l'ensemble des parcelles ont une note d'efficacité inférieure à 6 ;

- inversement, si certaines parcelles conservent une efficacité satisfaisantes, il est intéressant d'en poursuivre l'observation tant que le couvert de la culture de canne n'est pas fermé. Il est alors possible de nettoyer les autres parcelles, ainsi que les témoins qui leur sont adjacents.

Même si les témoins supportent un enherbement important, il n'est pas possible de les nettoyer tant que les parcelles traitées adjacentes sont en cours de notation.

7.3. L'ANALYSE DES DONNEES

Au cours de la mission, les méthodes d'analyse des données recueillies sur les essais ont été exposées brièvement. La pratique de ces analyses sur les données réelles fera l'objet d'une mission programmée au second semestre de l'année 2002 :

- pour les essais d'efficacité, les notations sont transformées et triées à l'aide d'un tableur de type Excel, pour obtenir des pourcentages moyens d'efficacité, mais elles ne donnent pas lieu à une analyse statistique ;
- pour les essais de sélectivité, les données sont traitées par une analyse de variance classique.

8. CONCLUSIONS

8.1. LE BILAN DE LA MISSION

Au cours de la mission, les documents nécessaires à la préparation, à la mise en place et au suivi des essais ont été discutés avec le CTICS. Ils correspondent à ceux qui servent à la réalisation des essais d'herbicides à La Réunion. Ils ont été élaborés en collaboration avec le SRPV en suivant la méthode C.E.B. [37] d'étude en plein champ de l'efficacité pratique des herbicides destinés au désherbage de la canne à sucre. A l'issue de la mission, ces documents, présentés en annexes du rapport, ont été remis sur supports informatiques au CTICS :

[37] Cette méthode C.E.B. qui est en cours d'examen, est une actualisation de la méthode C.E.B. n° 74 de J.P.L. DEUSE et D. BASSEREAU datant de 1979.

- protocoles expérimentaux des essais
  - efficacité des produits sur les mauvaises herbes ;
  - sélectivité vis-à-vis de la canne à sucre.

- fiches de recueil des caractéristiques des essais (cf. supra)
  - mise en place des essais ;
  - suivi cultural des essais

- fiches de recueil de données
  - pour les essais d'efficacité : notation d'essai d'efficacité avec l'échelle de notation et démarche de notation ;
  - pour les essais de sélectivité : notation de phytotoxicité, comptage des talles, mesure de hauteur des tiges, pesée des cannes.

La traçabilité des essais est assurée par la constitution de dossiers d'expérimentation regroupant les protocoles expérimentaux, l'ensemble des fiches de recueil de données, les traitements de ces données et les résultats d'analyse ; ces documents seront conservés au CTICS.

8.2. PERSPECTIVES

8.2.1 A court terme

L'élargissement de la gamme des produits herbicides utilisables pour le désherbage de la canne à sucre concerne, en première urgence, le remplacement des triazines. Cependant un délai est indispensable pour conduire les essais et aboutir à un référentiel technique suffisant. Pour la campagne 2003, voire 2004, il faudra faire la demande d'une dérogation à l'emploi des triazines, en particulier pour la simazine employée en pré-levée.

L'expérimentation sur les herbicides en culture de canne à sucre sera conduite par le CTICS en collaboration avec le SRPV et le CIRAD. La participation du CIRAD pourra être de deux types :

- contribution d'un technicien de la station de Roujol, notamment pour les observations agronomiques des essais de sélectivité ;
- appui technique pour l'élaboration des protocoles expérimentaux et pour le suivi des essais (méthodes de notations de l'enherbement, analyse des données recueillies sur les essais et interprétation des résultats).

Les résultats expérimentaux obtenus en Guadeloupe seront confortés par ceux des essais conduits à La Réunion et, si possible, par des actions complémentaires qui pourraient être entreprises à la Martinique.

8.2.2 A moyen terme

L'objectif n'est pas de réduire la quantité d'herbicides utilisés, ce qui ne serait qu'une transposition simpliste d'une tendance forte de l'agriculture raisonnée. Cette " nouvelle " agriculture se développe par rapport à une situation où l'emploi des intrants est intensif, mais, dans une grande majorité de cas, avec une technicité élevée.

En culture de canne à sucre en Guadeloupe, il s'agit, dans une première étape, d'optimiser l'emploi des herbicides pour

- améliorer leur efficience ; le tableau suivant montre que la part des herbicides représente actuellement environ 5 % des coûts de production de la canne à sucre en Guadeloupe ; les nouveaux produits qui remplaceront les triazines seront certainement plus chers, mais, sans nul doute, des gains de productivité sont possibles en améliorant la qualité des épandages de bouillies ; un effort particulier doit absolument être consenti sur ce point ;
- réduire les risques environnementaux à la fois pour les nappes phréatiques et pour le réseau hydraulique de surface, ce qui conduit à préserver en bout de chaîne les rivages marins et les lagons ; malheureusement, on connaît mal, voire pas du tout, le devenir des pesticides dans les conditions tropicales, si différentes par le climat (plus chaud et plus humide) et par les sols des zones tempérées, où sont réalisées la plupart des études actuelles.

Calcul de la part des herbicides dans les coûts de production de la canne en Guadeloupe.

	(F/ha)					(€/ha)
(F/ha)	NBT	CGT	SGT	NGT	moyenne	moyenne
produits	**24939**	**20508**	**19093**	**17909**	**20612**	**3142**
engrais	2178	1936	1936	1815	1966	300
herbicides	**630**	**383**	**476**	**544**	**508**	**77**
travaux par tiers	6007	5017	4415	3325	4691	715
main d'œuvre	1517	1365	1365	1769	1504	229
total charges opérationnelles	**10332**	**8701**	**8192**	**7453**	**8670**	**1322**
amortissement plantation	2031	2049	2090	2008	2045	312
TOTAL coûts	**12363**	**10750**	**10282**	**9461**	**10714**	**1633**
marge brute	12576	9758	8811	8448	9898	1509
% herbicides / charges opér.	**6.1**	**4.4**	**5.8**	**7.3**	**5.9**	**5.9**
% herbicides / coûts totaux	**5.1**	**3.6**	**4.6**	**5.7**	**4.8**	**4.7**

NBT : Nord Basse Terre - **CGT** : Centre Grande Terre - **SGT** : Sud Grande Terre - **NGT** : Nord Grande Terre
(source D.A.F., 1999)

Afin d'évaluer dans l'avenir l'évolution de l'emploi des herbicides en culture de canne à sucre, des indicateurs devront être mis au point à travers

- ✓ une approche par le marché, en relevant leur niveau de consommation ;
- ✓ une approche par l'agronomie, en estimant leur efficacité et en mesurant les facteurs de production ; la base de données CASSIS (travaux de P. TODOROFF), qui recense les parcelles de canne à sucre en Guadeloupe avec leurs caractéristiques et les données de l'itinéraire technique, sera un outil utile pour l'extraction d'informations sur les pratiques de désherbage et les produits employés ;
- ✓ une approche par la phyto-écologie, en caractérisant l'enherbement des parcelles de canne à sucre et en précisant l'influence des facteurs du milieu ainsi que des pratiques culturales sur le développement des principales espèces de mauvaises herbes.

9. ANNEXES

9.1. ANNEXE 1 : ABREVIATIONS ET SIGLES

sigles et abréviations	
A.C.T.A.	Association de Coordination Technique Agricole
A.F.P.P.	Association Française de Protection des Plantes (ex A.N.P.P.)
A.N.P.P.	Association Nationale de Protection des Plantes
AMATROP	Laboratoire d'Accueil de Malherbologie Tropicale du programme G.E.C. du CIRAD-CA
CUMA	Coopérative d'Utilisation du Matériel Agricole
C.E.B.	Commission des Essais Biologiques
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CIRAD-CA	Département des Cultures Annuelles du CIRAD
D.A.F.	Direction d'Agriculture et de la Forêt
DGAL	Direction Générale de l'Alimentation
D.S.D.S.	Direction de la Santé et du Développement Social
E.T.A.	Entreprise de Travaux Agricoles
GEC	Programme Gestion des Ecosystèmes Cultivés du CIRAD-CA
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
SAFER	Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural
SICADEG	Société d'Intérêt Collectif Agricole de Développement et d'Exploitation du nord de Grande terre
SICAGRA	Société d'Intérêt Collectif Agricole Guadeloupéenne pour la Reconstruction de l'Agriculture.
SICAMA	Société d'Intérêt Collectif Agricole de Marie-Galante
SRPV	Service Régional de la Protection des Végétaux
UDCAG	SICA Union Cannière de la Guadeloupe
U.I.P.P.	Union des Industries des Produits Phytosanitaires

9.2. ANNEXE 2 : PERSONNES RENCONTREES

lieu	organisme	nom	fonction
Petit-Bourg Roujol	CIRAD-CA	Patrice GUILLAUME	chef de centre
		Philippe ORIOL	sélection canne
		Danièle ROQUES	sélection canne
		Pierre TODOROFF	modélisation
		Christophe POSER	agronomie canne-banane
		Gemma ARNAU	igname
		Claude LUCE	riz
		Jean DAUGROIS	phytopathologie
		Jean-Claude EFILE	technicien
		Jean-Marie COUPAN	technicien
		Georges GELABALE	technicien
		Marc RAGOUTON	technicien
		Sandrine BONOTTO	VCAT Pathologie
Capesterre	CIRAD	Hubert MANICHON	délégué du CIRAD
Petit-Bourg Duclos	INRA	Jacques FOURNET	botaniste
Les Abymes	SRPV	Alain CHIDIAC	chef de service
		Ketty LOMBION	adjointe
Les Abymes	DSDS	Béatrix CORBION	chef de service
Les Abymes	CTICS	José MAGDELEINE	président
		Alex URBINO	directeur
		Freddy GROSSARD	technicien agronomie
		Gilbert PIRAL	technicien agronomie
Grand-Bourg		Nathalie GREGO-CHATEAUBON	technicienne agronomie
Le Moule	SICAGRA	Alex VITALIS	directeur
		Betty TRIBON	technicienne
Port-Louis	SICADEG	Luc MACHECLER	directeur
		Rosan CAPPALITA	technicien
		Claudia SALIBUR	technicienne
		Jean-Marie DINARQUE	technicien

lieu	organisme	nom	fonction
Lamentin	UDCAG	Alain BAZIR	directeur
		Marie-Annette CATALAN	technicienne
		Bruno MOUNIGAN	technicien
		DESCIEUX Jean	technicien
Grand-Bourg Marie Galante	SICAMA	Thierry ORFEVRES	directeur
		Salif FABULAS	technicien
		Fabien ABIZUR	technicien
Marie Galante	-	Paul DONGAL	agriculteur
Gardel	Sucrerie Gardel	Dominique TRESSENS	directeur plantation
		Marcel NARAÏNIN	technicien
Le Moule	Chambre d'Agriculture	Richard DEMOCRITE	technicien
-		Yolène QUESTEL	technicienne
Baire Mahault		Ella MAINGER	technicienne
Marie-Galante	SUAD	Clair URIE	technicien
Baie Mahault	LAPRA	Olivier GOUE	responsable agronomie
Houelbourg	SAFER	Tony LANCLUME	-
Capesterre	Bologne	Philippe MIRRE	gérant
Petit-Bourg	SYNGENTA	Christian DUFOUR	représentant U.I.P.P.

9.3. ANNEXE 3 : CONFECTION D'UN HERBIER

Récolte des plantes sur le terrain.

Chaque plante doit être convenablement récoltée, c'est-à-dire qu'elle doit en principe être prélevée dans son entier (appareils aérien et souterrain) et présenter le maximum d'éléments pouvant permettre sa détermination (tiges, feuilles, fleurs, fruits, racines, organes de réserves).
Pour les espèces, dont le développement est trop important pour permettre de récolter un individu entier (par exemple les ligneux ou les grandes graminées), un rameau d'une trentaine de centimètres sera sectionné (au besoin, plusieurs parties séparément).

Recueil des données.

Afin de faciliter la détermination et pour situer l'échantillon, il conviendra de noter, en plus du numéro d'ordre, des informations complémentaires, qui n'apparaissent pas sur l'échantillon.

Description de la plante.

- ⇨ taille de la plante,
- ⇨ port (dressé, étalé, rampant, grimpant, etc...),
- ⇨ couleur des fleurs, fruits, feuilles, tiges,
- ⇨ type de fruit (akènes, baies, drupes, etc...).

Description du milieu.

- ⇨ date de la récolte,
- ⇨ localisation du site (topographie, sol, climat, etc...),
- ⇨ type de milieu (culture, jachère, irrigué, inondé, etc...).

Conservation des échantillons.

Mise sous presse.

Les échantillons seront disposés, bien étalés (notamment pour les feuilles), entre deux feuilles de papier journal. Lorsque la plante possède des organes trop volumineux (fruits, tubercules, racines, etc...), il sera nécessaire de les couper dans le sens longitudinal. Si la plante est trop grande pour être présentée entièrement dans une planche d'herbier, il faudra la diviser en plusieurs parties montrant les éléments les plus représentatifs.
L'ensemble des feuilles de journal ainsi préparées sera maintenu fortement serré avec une presse. Les feuilles de papier journal devront être changées tous les jours jusqu'à dessèchement complet de l'échantillon.

Présentation des échantillons.

Après le séchage, les échantillons seront disposés sur une feuille de papier (cartonné de préférence), maintenus par des points de colle ou des rubans adhésifs.

La fiche de renseignement y sera jointe avec un nom d'identification et, si possible, le nom botanique, le nom commun, la description de la plante et du milieu.

Exemple de fiche de renseignement sous forme d'étiquette à coller

HERBIER CIRAD-CA

laboratoire AMATROP

Code WSSA-WSSJ : ELEIN

Nom : *Eleusine indica (L.) Gaertn.*

Famille : *Poaceae*
Date : *18 / 08 / 95*
Pays : *Côte d'Ivoire*
Localité : *Bouaké*
Récolteur : *N'Guessan Kouassi*

Observations : *culture de cotonnier - sol argilo-sableux*

Dét. : *Thomas Le Bourgeois*

n° : *5129*

9.4. ANNEXE 4 : LISTE DES PLANTES RENCONTREES

La liste est présentée par classe, famille, genre et espèce.
Les synonymes les plus courants sont indiqués.

MONOCOTYLEDONES

Araceae
Montrichardia arborescens (L.) Schott

Commelinaceae
Commelina diffusa Burm.f.
Commelina erecta L.
syn. *Commelina elegans* H.B.K.

Cyperaceae
Cyperus rotundus L.
Fimbristylis littoralis Gaud.

Poaceae
Brachiaria purpurascens (Raddi) Henr.
Brachiaria reptans (L.) Gardn. & Hubb.
syn. *Panicum reptans* L.
Brachiaria sp.
Cenchrus sp.
Chloris inflata Link.
syn. *Chloris barbata* auct.
Chloris pycnothrix Trin.
Cynodon dactylon (L.) Pers.
Dichanthium sp.
Digitaria horizontalis Willd.
Echinochloa colona (L.) Link.
Eleusine indica (L.) Gaertn.
Melinis repens (Willd.) Zirka
syn. *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E.Hubb.
Panicum maximum Jacq.
Paspalum paniculatum L.
Rottboellia cochinchinensis (Lour.) W.Clayton
syn. *Rottboellia exaltata* L.f.
Saccharum officinarum L.
syn. *Saccharum officinale* Salisb.
Setaria barbata (Lam.) Kunth
Sorghum verticilliflorum (Steud.) Stapf.
syn. *Sorghum arundinaceum* Willd.
Sporobolus indicus (L.) R.Br.

DICOTYLEDONES

Acanthaceae
Asystasia sp.
Ruellia tuberosa L.

Amaranthaceae
Alternanthera sp.
Amaranthus spinosus L.
Amaranthus viridis L.

Anacardiaceae
Anacardium occidentale L.
Mangifera indica L.
syn. *Mangifera domestica* Gaertn.

Asteraceae
Ageratum conyzoides L.
Bidens pilosa L.
Eclipta prostrata L.
Eleuteranthera ruderalis (Sw.) Sch.Bip.
Emilia forsbergii Nicholson
Emilia sonchifolia (L.) DC
Mikania sp.
Parthenium hysterophorus L.
Sonchus sp.
Synedrella nodiflora Gaertn.
Tridax procumbens L.
Vernonia cinerea (L.) Less.
Wedelia trilobata (L.) Hitch.

Boraginaceae
Heliotropium indicum L.

Caesalpiniaceae
Caesalpinia bonduc (L.) Roxb.
Cassia obtusifolia L.
Cassia occidentalis L.
syn. *Senna occidentalis* (L.) Link
Cassia sp.

Capparaceae
Cleome ciliata Schum. & Thonn.
syn. *Cleome rutidosperma* DC.
Cleome gynandra L.
syn. *Gynandropsis gynandra* (L.) Merr./Briq
Cleome aculeata L.

Convolvulaceae
Ipomoea sp.
Merremia umbellata (L.) Hall. f.

Cucurbitaceae
Momordica charantia L.

Euphorbiaceae
Acalypha sp.
Croton lobatus L.
Euphorbia glomerifera (Millsp.) L.C.Wheeler
syn. *Chamaesyce glomerifera* Millsp.
syn. *Chamaesyce hypericifolia* (L.) Millsp.
syn. *Euphorbia hypericifolia* L.
Euphorbia heterophylla L.
syn. *Euphorbia geniculata* Ortega
syn. *Poinsettia heterophylla* (L.) Klotzsch & Garcke
Euphorbia hyssopifolia L.
syn. *Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small

Euphorbia hirta L.
syn. *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.
Euphorbia prostrata Ait.
Jatropha gossypiifolia L.
Phyllanthus amarus Schum. & Thonn.
Phyllanthus urinaria L.
Ricinus communis L.

Fabaceae
Cajanus cajan (L.) Millsp./Huth
Calopogonium mucunoides Desv.
Centrosema pubescens Benth.
Crotalaria retusa L.
Desmodium sp.
Indigofera sp.
Macroptilium lathyroides (L.) Urb.
Mucuna pruriens (L.) DC.
Rhynchosia minima (L.) DC.
Sesbania pachycarpa DC.
Vigna luteola (Jacq.) Benth.

Lamiaceae
Leonotis nepetaefolia (L.) R.Br.
Leonurus sibiricus L.
Ocimum sp.

Loganiaceae
Spigelia anthlemia L.

Malvaceae
Malachra fasciata Jacq.
Malvastrum coromandelianum (L.) Garcke
Sida rhombifolia L.
Urena lobata L.

Mimosaceae
Dichrostachys cinerea (L.) Wight & Arn.
syn. *Dichrostachys glomerata* (Forssk.) Chiov.
Leucaena glauca (L.) Benth.
syn. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit
Mimosa pigra L.
Mimosa pudica L.

Moringaceae
Moringa oleifera Lam./Millsp.
syn. *Moringa pterygosperma* Gaertn

Nyctaginaceae
Boerhaavia diffusa L.

Oenotheraceae (= Onagraceae)
Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven
syn. *Jussiaea suffruticosa* (L.) Gomez

Oxalidaceae
Oxalis barrelieri L.
Oxalis corniculata L.

Papaveraceae
Argemone mexicana L.

Passifloraceae
Passiflora foetida L.

Plantaginaceae
Plantago major L.

Polygonaceae
Antigonon leptopus Hook. & Arn.

Portulacaceae
Portulaca oleracea L.

Rhamnaceae
Ziziphus sp.

Rubiaceae
Oldenlandia corymbosa L.
Spermacoce sp.

Sapindaceae
Cardiospermum halicacabum L.

Solanaceae
Physalis angulata L.
Solanum americanum Mill.
syn. *Solanum caribaeum* Dunal
Solanum torvum Sw.

Sterculiaceae
Melochia pyramidata L.
Waltheria indica L.

Tribulaceae
Tribulus sp.

Urticaceae
Pilea microphylla (L.) Liebm.

Verbenaceae
Lantana camara L.
Priva lappulacea (L.) Pers.
Stachytarpheta sp.

9.5. ANNEXE 5 : FLORE PRINCIPALE DES CHAMPS DE CANNE A SUCRE

d'après les relevés de 21 essais réalisés en Guadeloupe (BARAN *et al.*, 1998)

Nom botanique	Nom local	fréquence	
Rottboellia cochinchinensis	Herbe à riz	xxxxxxxxxxxxxxxx	16
Cyperus rotundus	Petit vinçon/Ti vinçon	xxxxxxxxxxxxxx	14
Cleome viscosa	Mozambé	xxxxxxxxxx	10
Ipomoea pes-tigridis	Patate-bord de mer	xxxxxxxxxx	10
Cynodon dactylon	Chiendent	xxxxxxxxx	9
Phyllanthus debillis	Graine en bas feuille	xxxxxxxx	8
Paspalum conjugatum	Herbe sûre	xxxxxxx	7
Diffenbachia seguine	Siguine	xxxxxx	6
Euphorbia hirta	Ti-lait	xxxxxx	6
Panicum maximum	Herbe de Guinée	xxxxxx	6
Setaria barbata	Herbe bambou	xxxxx	5
Brachiaria decumbens	Herbe Para	xxxx	4
Clerodendron indicum	Herbe à Madame Montallègre	xxxx	4
Desmodium trifolium	Trèfle	xxxx	4
Eleusine indica	Pied poule	xxxx	4
Mimosa pudica	Honteuse	xxxx	4
Aeschynomene sensitiva	Honteuse	xxx	3
Axonopus capillaris	Herbe à vaches	xxx	3
Centrosema pubescens	Pois violon	xxx	3
Dalechampia scandens	Liane poilue	xxx	3
Ipomoea tiliacea	Patate marron	xxx	3
Momordica charantia	Mangé coolie	xxx	3
Cassia obtusifolia	Zépiante	xx	2
Digitaria longiflora	Herbe fine	xx	2
Dioscorea sp.	Igname	xx	2
Emilia coccinea	Goutte de sang	xx	2
Emilia sonchifolia	Manger-lapins	xx	2
Ischaemum latifolium	Herbe à laine	xx	2
Leonotis nepetaefolia	Pompon-soldat	xx	2
Leptochloa virgata	Herbe aux chevaux	xx	2
Paspalum fimbriatum	Herbe gazon	xx	2
Urena lobata	Grand cousin	xx	2
Aegyphila martinicensis	Bois cabrit	x	1
Ageratum conyzoides	Herbe à femmes	x	1
Amaranthus dubius	Epinard sauvage/Epinard-pays	x	1
Clidemia hirta	Herbe cotelette	x	1
Commelina elegans	Curage, herbe grasse	x	1
Dichanthium caricosum	Petit foin	x	1
Galactia dubia	Corde à violon	x	1
Heteropogon contortus	Petit foin	x	1
Ipomoea heterotricha	Corde à violon	x	1
Leonurus sibiricus	Herbe savon	x	1
Senecioides cinerea	Bouton blanc	x	1
Triumfetta rhomboidea	Tête à nègre	x	1

9.6. ANNEXE 6 : NUISIBILITE DE L'ENHERBEMENT SUR LA CANNE A SUCRE

Figure A : nuisibilité de l'enherbement en début de cycle – entretiens de plus en plus tardifs

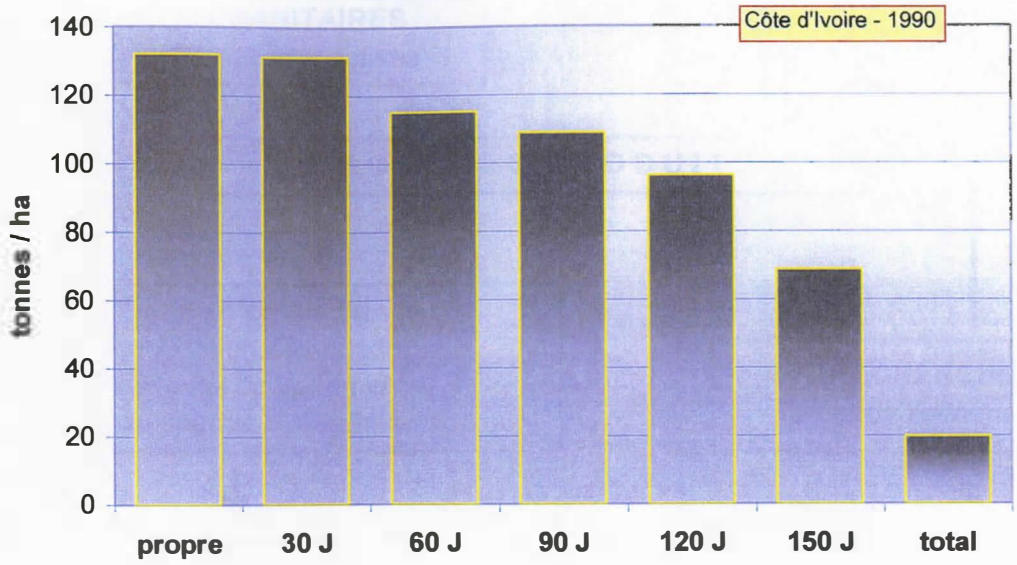
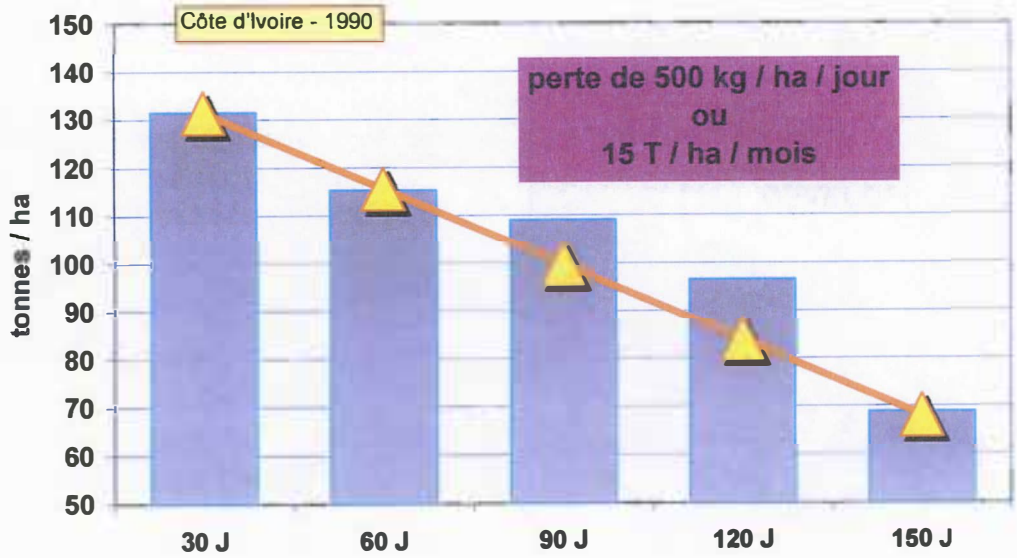
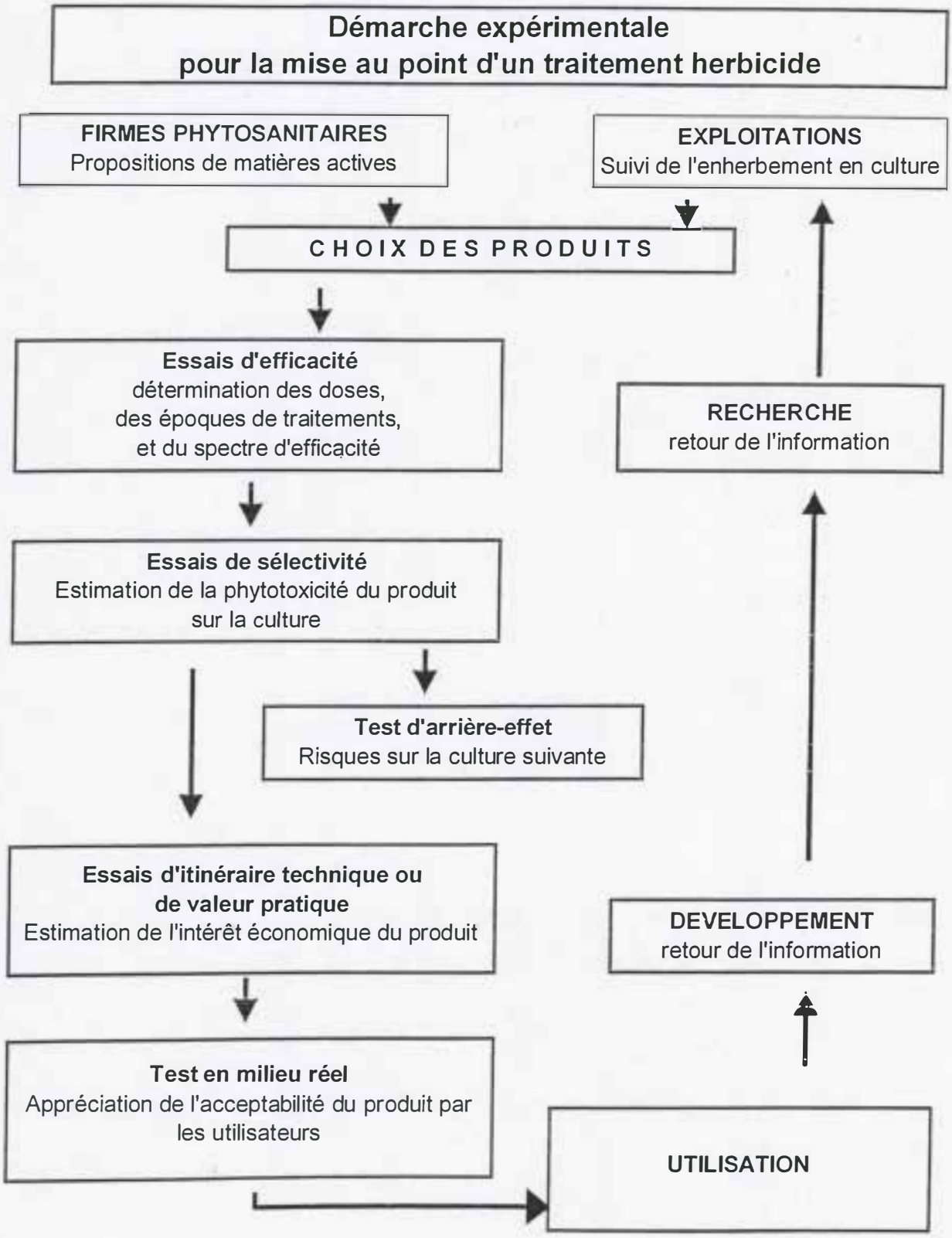


Figure B : nuisibilité de l'enherbement entre 30 et 150 jours après plantation.



9.7. ANNEXE 7 : SCHEMA EXPERIMENTAL



9.8. ANNEXE 8 : L'ETALONNAGE DES APPAREILS DE PULVERISATION

9.8.1 Objectif

Il s'agit de réaliser l'épandage d'une dose prévue d'herbicide sur une parcelle de surface connue.

Principe
L'objectif est d'épandre le plus régulièrement possible le produit sur la parcelle traitée en s'assurant de **l'homogénéité** de la répartition du produit. L'épandage est effectué par pulvérisation d'une bouillie à base d'eau contenant le produit à l'aide d'un pulvérisateur.

Matériel
L'appareil (constitué d'une cuve, d'une pompe, de tuyauterie et de buses) est porté
- soit par un tracteur et animé par la prise de force,
- soit par un avion
- soit à dos d'homme et actionné manuellement.

La pulvérisation est obtenue par passage de la bouillie sous pression à travers l'orifice d'une buse. Pour épandre des herbicides, on choisira des buses à fente ou des buses miroir, qui permettent d'obtenir un jet plat en éventail, alors que les buses à turbulences seront réservées aux applications d'insecticides ou de fongicides.

Pour la pulvérisation d'herbicides, la pression est habituellement d'environ 2 bars : plus la pression sera élevée, plus la taille des gouttelettes sera petite ; les gouttelettes ont généralement un diamètre compris entre 200 µm [38] et 500 µm ; Il faut éviter les gouttelettes de moins de 100 µm, très sensibles à la dérive, à cause des courants d'air en cas de vent, et à l'évaporation, si la température de l'air est élevée.

9.8.2 Etalonnage pour un pulvérisateur à dos

La qualité de la pulvérisation repose sur la régularité du pas d'avancement de l'opérateur et, dans le cas d'appareil à pression entretenue, sur la régularité de manipulation de la pompe (on peut régler le mouvement de pompage sur le pas de l'opérateur) et sur l'absence de "badigeonnage" avec la lance.

Etalonnage dynamique

Dans ce cas, il n'est pas utile de mesurer la vitesse d'avancement, ni le débit de l'appareil de pulvérisation. Les appareils à bas-volume à disque rotatif s'étalonnent suivant cette procédure.

Au préalable, il faudra vérifier la régularité de l'avancement de l'opérateur *dans les conditions réelles de traitement* et sans "badigeonnage".

[38] 1 µm = 0,001 mm = 10^{-6} m - 100 µm = 0,1 mm = 10^{-4} m

On repère une surface à traiter. Par exemple, une bande de 100 m de longueur, **Lp**, pour une largeur de pulvérisation, **lp**, de 0,80 m. La surface, **S**, sera
$S = lp \times Lp = 0{,}80\ m \times 100\ m = 80\ m^2$

On met dans le réservoir de l'appareil de pulvérisation une quantité connue d'eau, **E** (en l), par exemple, E = 2 litres. On effectue la pulvérisation sur la surface déterminée, **S**.

On mesure la quantité restant dans le réservoir après la pulvérisation, **r**. La quantité de bouillie utilisée, **Q**, est égale à **E – r**.
Par exemple, si r = 440 ml = 0,44 l, Q = 2 l - 0,44 l = 1,56 l

La quantité de bouillie pulvérisée par hectare, **B** (en l/ha), (parfois dénommé débit/ha) est obtenue connaissant la quantité de bouillie utilisée, **Q**, (en l), et la surface traitée, **S** (en m^2) :

$$\boxed{B = (Q \times 10\,000) / S}$$

ou bien
(en développant la formule)

$$B = \frac{(Q \times 1000)}{S} = \frac{[\,(E - r) \times 10000\,]}{[\,lp \times Lp\,]}$$

Par exemple, si la largeur de pulvérisation, lp, est de 0,80 m, pour une longueur de d'application de Lg de 100 m, avec une quantité de bouillie préparée, E, de 2 l et un reste, r, de 440 ml, la quantité de bouillie pulvérisée par hectare sera

$B = [(2\ l - 0{,}44\ l) \times 10000\ m^2\ ] / (0{,}80\ m \times 100\ m)$
$B = [1{,}56\ l \times 10000\ m^2\ ] / 80\ m^2 = 195\ l/ha$

9.8.3 Conclusions sur la pulvérisation

Quel que soit le type d'appareil de pulvérisation, l'objectif essentiel doit être l'homogénéité de la pulvérisation sur la surface à traiter. Un étalonnage précis n'a d'intérêt que si l'on respecte les points suivants :

- ✓ le bon état d'entretien du pulvérisateur (fuite, réglage, nettoyage, etc...) ;
- ✓ le bon état des buses de pulvérisation en vérifiant leur usure ou le bouchage pour s'assurer de l'homogénéité des débits ;
- ✓ la régularité de l'avancement du tracteur ou de l'opérateur ;
- ✓ la mesure précise de la quantité de produit herbicide employé pour préparer la bouillie.

9.9. ANNEXE 9 : L'EPANDAGE DES PRODUITS

9.9.1 La préparation de la bouillie

Pour effectuer les traitements, il convient de préparer une quantité de bouillie pour une application, b, supérieure à la quantité théoriquement nécessaire pour la surface à traiter, p.

Par exemple, avec une rampe de pulvérisation de 3,0 m de large et des parcelles élémentaires de 12 m de long traitées en un passage, la surface à traiter est de :

$$S = 3{,}0 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 36 \text{ m}^2.$$

Pour un appareil étalonné à 185 l/ha, la quantité de bouillie nécessaire par parcelle élémentaire, p, est de : $p = (185 \text{ l/ha} / 10\,000 \text{ m}^2) \times 36 \text{ m}^2 = 0{,}666$ litre.

La quantité de bouillie à préparer pour chaque bouteille du pulvérisateur, b, avec b > p, peut être fixée à 1 litre.

Pour chacun des traitements, la quantité de produits à mettre par appareil se calcule comme suit : soit

d, la dose de produit commercial en cm^3/ha (ou g/ha pour les formulations solides)
D, le débit de l'appareil, qui doit contenir 1 l de bouillie (= b),
q, la quantité de produit commercial par appareil est :

$$q = [\, d / D \,] \times b \text{ (en cm}^3 \text{ ou g / appareil)}$$

Le rapport **d / D** correspond à la concentration de la bouillie.

Exemple de calcul :

Si d = 6 l/ha, soit 6 000 cm^3/ha, D = 185 l/ha et b = 1 l,
alors $q = (6\,000 / 185) \times 1 = 32{,}4 \text{ cm}^3$.

Au cours de la mise en place de l'essai, au fur et à mesure de la réalisation des traitements, il est très important de noter les éléments suivants :

- la quantité de bouillie préparée ;
- le nom commercial du produit ;
- la quantité de produit par appareil ;
- le reste de bouillie après chaque traitement (trois répétitions par produit) ;

Ces données permettent de calculer :

- la quantité de bouillie épandue en l/ha ;
- la dose réellement appliquée (en l ou kg/ha), qui s'obtient en multipliant la quantité de bouillie épandue par hectare par la concentration de la bouillie ;
- le pourcentage d'erreur pour chaque traitement par comparaison avec la dose prévue.

9.9.2 Remarques

- Dans le cas de parcelles irriguées, il est indispensable de coordonner les dates de mise en place des essais et d'irrigations éventuelles : les traitements de prélevée doivent être réalisés sur sols légèrement humides, donc juste après une irrigation.

- Ne pas traiter par un vent trop fort qui entraînerait les pulvérisations hors des parcelles.

- Prendre soin de laver l'appareil et la tuyauterie avec un détergent à chaque changement de produit. Si l'essai comporte plusieurs doses d'un même produit, il n'est pas nécessaire de rincer l'appareil, mais il faut procéder par ordre de dose croissante.

- Pour les faibles doses de produit ou pour des poudres, difficiles à manipuler en plein champ, une solution-mère devra être préparée.

- En cas de mélange extemporané, veiller à la compatibilité des produits (présence de précipité ou d'agglomérat, qui risquerait de boucher les buses et de réduire la dose réelle de matière active).

- Ne jamais reverser des produits dans le récipient d'origine, ce qui pourrait avoir pour effet d'y mélanger des impuretés.

- Pour l'interprétation ultérieure des résultats, il est important de noter, comme cela est demandé dans les fiches d'observation :
  - les conditions de sol (humidité, qualité de la préparation, ...), de climat (pluviométrie avant et après le traitement, ensoleillement, ...) et d'irrigations éventuelles.
  - tous les événements qui ont pu perturber l'application des traitements : buses bouchées, coup de vent, pluies, ...

- Vérifier régulièrement le débit de chaque buse de la rampe de pulvérisation.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

9.10. ANNEXE 10 : PROTOCOLE EXPERIMENTAL EFFICACITE DES HERBICIDES

Code de l'essai : H-E-01-2002

1. Objectif

Le programme d'expérimentation sur les herbicides a pour objectif d'élargir la gamme des produits utilisables, en établissant un référentiel technique adapté à la diversité des situations et aux contraintes d'application des produits, pour aboutir à l'homologation des produits intéressants. Cet essai d'efficacité vise à :

- comparer le comportement des herbicides par rapport à la dose et à l'époque d'application,
- déterminer le spectre d'efficacité,
- estimer les risques de phytotoxicité.

2. Modalités

2.1. Choix des produits à tester

Une préparation de référence, le diuron à 1800 g/ha, est incluse dans le dispositif. Elle sert de terme de comparaison pour les autres parcelles traitées. Elle permet en outre de s'interroger sur la validité de l'essai au cas où cette référence montrerait des résultats inattendus.

matière active	produit commercial	fabricant	distributeur	teneur	form.	épo.
acétochlore	Trophée	Dow AgroSc.	X	400 g/l	SC	pré
isoxaflutole	Merlin	Aventis	X	75 %	WG	pré
métribuzine	Sencoral	Bayer	X	70 %	WP	pré
diuron	Karmex Flo	Sanachem	X	80%	SL	pré

form. : formulation - épo. : époque d'application SC : suspension concentrée – WG : granulés à disperser dans l'eau – WP : poudre mouillable pré : pré-levée – SL : concentré soluble

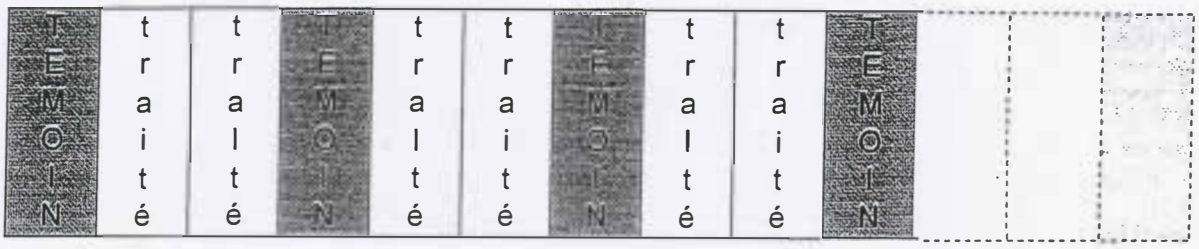
2.2. Modalités (doses testées et époques)

n°	code	épo.	matière active	g/ha	produit commercial	l ou kg/ha
1	Tr1	pré	acétochlore	1500	Trophée	3,75
2	Tr2	pré	acétochlore	2000	Trophée	5,0
3	Tr3	pré	acétochlore	3000	Trophée	7,5
4	Mr1	pré	isoxaflutole	100	Merlin	0,133
5	Mr2	pré	isoxaflutole	133	Merlin	0,177
6	Mr3	pré	isoxaflutole	200	Merlin	0,266
7	Sc1	pré	métribuzine	700	Sencoral	1,0
8	Sc2	pré	métribuzine	1050	Sencoral	1,50
9	Sc3	pré	métribuzine	1575	Sencoral	2,250
10	d	pré	diuron	1800	Karmex Flo	2,250

3. Le parcellaire

3.1. Dispositif expérimental

L'essai est disposé en blocs de Fisher randomisé à trois répétitions, selon le dispositif du témoin adjacent ; chaque parcelle traitée est bordée d'une parcelle témoin non traitée. L'ensemble de l'essai est entouré par une bordure témoin.



3.2. Dimensions des parcelles

Chaque parcelle élémentaire traitée prendra deux (2) rangs de canne sur 12 m de long, soit une superficie de : 3,0 m x 12 m = 36 m².
Chaque parcelle témoin prendra deux (2) rangs de canne sur 12 m de long, soit une superficie de : 3,0 m x 12 m = 36 m² [39].
Chaque bloc comportera 10 traitements et 6 témoins, soit 16 parcelles ; il faut prévoir une allée de circulation d'au moins un mètre entre les blocs dans le sens perpendiculaire aux rangs, qui sera incluse dans les 12 m de longueur des parcelles ; ceci correspond à une superficie de [(3,0 m x 10) + (3,0 m x 6)] x 12 m = 576 m² = B
Pour les trois répétitions, l'ensemble de l'essai mesure 3 x B = 3 x 576 = 1728 m², soit environ **1750 m².**
Si les contraintes de terrain l'imposent, les blocs peuvent être dispersés.
La longueur de la parcelle élémentaire se positionne dans le sens des rangs de canne.

4. Réalisation

4.1. Localisation

L'essai sera implanté à X. . . . .
Les parcelles sont implantées dans des sites où

- ✓ les infestations initiales par les adventices sont aussi homogènes que possible, d'un niveau suffisant mais non excessif, correspondant au champ d'activité du produit à étudier.
- ✓ les conditions topographiques et pédologiques sont aussi homogènes que possible.
- ✓ le précédent cultural est le même pour l'ensemble de l'essai.
- ✓ la parcelle a reçu les mêmes traitements herbicides au cours du cycle cultural précédent.

4.2. Itinéraire technique

- Les essais de pré-levée sont installés sur une canne plantée.

[39] On pourra jouer sur la largeur des parcelles témoins pour rectifier les imperfections de plantation.

- La préparation de la parcelle est réalisée par le CTICS (ou à la charge de l'agriculteur) pour les travaux du sol, le sillonnage, l'apport d'engrais et la plantation.
- Pour tous ces essais, la culture est conduite selon les normes habituelles de préparation du sol, de fumure, de choix de variétés, de plantation et des traitements phytosanitaires, autres que ceux destinés à la lutte contre les mauvaises herbes.

4.3. Points particuliers à respecter

- On évitera les parcelles infestées d'espèces vivaces.
- Lors de la préparation de sol, on veillera à éliminer les vieilles souches de canne du cycle précédent et éviter la présence de grosses mottes de terre.
- Les essais de pré-levée doivent être effectués sur sol nu : il est indispensable de détruire les mauvaises herbes à un stade jeune avant la préparation du sol.
- A la plantation, il faut respecter l'écartement de 1,50 m entre les lignes.
- Aucune intervention sur l'enherbement ne doit être pratiquée par l'agriculteur pendant toute la durée de l'essai.

5. Mise en place de l'essai

5.1. L'installation

Le piquetage des parcelles élémentaires et l'application des herbicides seront réalisés par le CTICS en collaboration avec le SRPV
La parcelle sera matérialisée par de grands piquets.

Si des levées de mauvaises herbes ont eu lieu avant l'application des produits de pré-levée, il convient, avant la mise en place de l'essai, d'effectuer un traitement avec un herbicide total sur l'ensemble de la parcelle d'essai (parcelles traitées et parcelles témoin).

5.2. La pulvérisation

Même si le pulvérisateur a été étalonné auparavant, l'opérateur vérifiera l'étalonnage juste avant chaque mise en place d'essai.

On effectue un remplissage de bouteille du pulvérisateur pour chaque parcelle élémentaire. Les applications sont réalisées pour chaque produit testé dans l'ordre croissant des doses, l'appareil étant rincé à chaque changement de produit.

Tableau des quantités de produits à préparer
(volume de bouillie à préparer par parcelle élémentaire : 2 l = 2000 ml)

n°	code	Produit commercial	dose l ou kg/ha	dose / bouteille ml ou g	Solution mère	prépa.
1	Tr1	Trophée	3,75	**17.9**		
2	Tr2	Trophée	5,0	**23.8**		
3	Tr3	Trophée	7,5	**35.7**		
4	Mr1	Merlin	0,133	**0.63**	**63.3**	1 %
5	Mr2	Merlin	0,177	**0.84**	**84.3**	1 %
6	Mr3	Merlin	0,266	**1.27**	**126.7**	1 %

n°	code	Produit commercial	dose l ou kg/ha	dose / bouteille ml ou g	Solution mère	prépa.
7	Sc1	Sencoral	1,0	**4.8**	**47.6**	10 %
8	Sc2	Sencoral	1,50	**7.1**	**71.4**	10 %
9	Sc3	Sencoral	2,250	**10.7**	**107.1**	10 %
10	d	Karmex Flo	2,250	**10.7**	**107.1**	10 %

L'appareil de traitement est étalonné pour un débit de 420 l/ha

Solution-mère à 1 % : 10 g ou ml dans 1000 ml de solution
Solution-mère à 10 % : 100 g ou ml dans 1000 ml de solution

La quantité de bouillie restant dans la bouteille après chaque application est mesurée.
Lorsque la canne est développée, les allées d'un mètre de large sont traitées avec un herbicide total systémique (glyphosate ou sulfosate).

6. Observations

6.1. Localisation de l'essai

Le site de l'essai est indiqué sur un plan orienté, accompagné par un schéma où figurent des repères physiques (routes, bâtiments...).

6.2. Enherbement en cours d'essai

La notation de l'efficacité des herbicides se fait par comparaison du développement des mauvaises herbes sur la parcelle traitée avec celui sur la parcelle témoin adjacente. Cette observation (cf. échelle de notation en annexe) se fait par étapes successives, répétées à chaque parcelle élémentaire :

A. sur la parcelle témoin adjacente :
- **1-** relevé des espèces dominantes ;
- **2-** attribution d'une note globale de recouvrement ;
- **3-** attribution d'une note de recouvrement par espèce ;

B. pour la parcelle traitée :
- **1-** attribution d'une note globale d'efficacité par rapport au témoin adjacent ;
- **2-** attribution d'une note d'efficacité pour chaque espèce dominante du témoin et, éventuellement, de la parcelle traitée.

Afin de préciser le type d'action des produits étudiés, il faut mentionner la nature des dégâts causés aux mauvaises herbes (jaunissement, déformation, réduction du développement...).

Les observations seront réalisées à intervalles réguliers
14 J.A.T.([1]) – 28 J.A.T. – 42 J.A.T. – 56 J.A.T. – 70 J.A.T. – 84 J.A.T.
Les observations seront poursuivies jusqu'à ce que l'ensemble des parcelles traitées comporte un enherbement excessif.

---

[40] Pour les applications de pré-levée, l'observation à 14 J.A.T. est effectuée si l'enherbement est suffisant.

Les observations seront réalisées par le même observateur sur chacun des blocs et pendant toute la durée de l'essai et, si possible, sur tous les essais de l'expérimentation.

6.3. Sensibilité de la culture

La recherche des symptômes éventuels de phytotoxicité sur la culture est réalisée parcelle par parcelle à l'occasion des observations sur l'enherbement. Leur nature est notée (déformations, décolorations, nécroses...).

6.4. Observations sur le milieu

Les paramètres climatiques sont relevés tout au long de l'essai ; on note en particulier les accidents climatiques pouvant influencer les résultats de l'essai : sécheresse, excès d'eau, tempête...
Le jour des applications des différents traitements, on précise les précipitations avant ou après les opérations (par exemple, pour les traitements de post-levée, on indique si les feuilles sont mouillées avant la pulvérisation), la température, le vent, l'ensoleillement...

On se référera aux mesures des stations météorologiques les plus proches du site d'essai.
Le type de sol est indiqué. En particulier pour les produits de pré-levée, l'état du sol au moment des applications est noté (humidité, présence de mottes, tassement...).

6.5. Observations sur la culture

Les précédents culturaux sont notés avec notamment les produits herbicides utilisés.
Les dates des interventions sont relevées, ainsi que leurs types. On note les caractéristiques de la culture en place. Les accidents de végétation sont relevés (notamment les phytotoxicités causées par les traitements d'entretien).

7. Plan de l'essai

7.1. Schéma de l'essai

Tr2	Tr3	Sc3	Tr1	d	Sc1	Mr3	Mr2	Mr1	Sc2
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tr1	Mr3	Sc2	d	Tr2	Mr2	Tr3	Mr1	Sc1	Sc3
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mr1	Sc3	d	Mr2	Tr3	Sc1	Mr3	Tr1	Tr2	Sc2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7.2. Randomisation

n°	code	bloc 1	bloc 2	bloc 3
1	Tr1	8	11	24
2	Tr2	9	15	21
3	Tr3	5	17	22
4	Mr1	1	18	29
5	Mr2	4	16	28
6	Mr3	7	12	27
7	Sc1	6	19	26
8	Sc2	10	13	30
9	Sc3	2	20	23
10	d	3	14	25

9.11. ANNEXE 11 : FICHE DE MISE EN PLACE

Essai d'herbicides en canne à sucre

1. type d'essai : efficacité - sélectivité **code de l'essai** :

2. localisation : agriculteur : nom

3. date : **heures** : de h à h

4. sol :

mottes : non – peu – beaucoup résidus : non – peu – beaucoup
humidité : irrigation avant mise en place : oui – non

5. climat

ensoleillement : ciel clair – peu nuageux – nuageux
vent : non – faible – moyen – fort
brouillard : oui – non rosée : non – peu – beaucoup
précipitations : avant application : quantité : mm - délai : h
après application : quantité : mm - délai : h

6. culture

stade de développement :
état physiologique :

7. disposition de l'essai

dispositif : bloc – autre nombre de blocs :
témoin adjacent – témoin simple

parcelle élémentaire : longueur traitée : m - largeur traitée : m
surface : m²

nombre de modalités :

8. application des produits

type de matériel : A.T.H. – autres
volume de bouillie : l/ha quantité de bouillie par bouteille : ml
époque d'application : pré-levée - post-levée

9. REMARQUES

Tableau de mise en place (essai d'efficacité)

n°	code	répét.	bouillie bouteille (en ml)	produit bouteille (en ml ou g)	n° parcelle	quantité restante (en ml)
1		1				
		2				
		3				
2		1				
		2				
		3				
3		1				
		2				
		3				
4		1				
		2				
		3				
5		1				
		2				
		3				
6		1				
		2				
		3				
7		1				
		2				
		3				
8		1				
		2				
		3				
9		1				
		2				
		3				
10		1				
		2				
		3				

9.12. ANNEXE 12 : FICHE DE SUIVI CULTURAL

code de l'essai :

1. localisation : zone NBT – NGT – SGT – MG
agriculteur – nom :
adresse :
n° téléphone : n° :

2. parcelle : superficie totale : ha altitude : m
irrigation : non – oui ➔ aspersion – goutteur

3. sol : texture : nature : (roches, cailloux, etc...)
pH : analyse de sol : oui – non

4. précédent :
si canne de repousse, age de la repousse : date de la coupe :
herbicides employés sur la précédente culture (nature, dose) :

5. itinéraire technique
Les dates des interventions sont relevées, ainsi que les types (matériels et outils employés, doses de produits épandues) : travaux de préparation du sol, fertilisation et amendements, travaux d'entretien du sol, irrigation, traitements phytosanitaires, récolte.

opération	type	date	remarques
défriche			
dessouchage			
préparation du sol			
amendement	dose		
préparation du sol			
sillonnage			
irrigation / goutteur			
plantation	**variété** écartement des rangs : m		traitement boutures mécanique – manuel
engrais	dose		
insecticide	dose		
recouvrement			
herbicide			
engrais	dose		
buttage			
arrêt de l'essai			

Remarques sur la culture : Les accidents de végétation sont relevés (notamment les phytotoxicités causées par les traitements d'entretien).

6. climat :

Observations diverses : Les paramètres climatiques (températures, pluviosité et, éventuellement, nébulosité, humidité relative, ensoleillement...) sont relevés tout au long de l'essai ; on note en particulier les accidents climatiques pouvant influencer les résultats de l'essai : sécheresse, excès d'eau, tempête...

Pluviométrie

jours	date	mm	jours	date	mm	jours	date	mm	jours	date	mm
J-10			J			J+10			J+20		
J-9			J+1			J+11			J+21		
J-8			J+2			J+12			J+22		
J-7			J+3			J+13			J+23		
J-6			J+4			J+14			J+24		
J-5			J+5			J+15			J+25		
J-4			J+6			J+16			J+26		
J-3			J+7			J+17			J+27		
J-2			J+8			J+18			J+28		
J-1			J+9			J+19			J+29		

jours	date	mm	jours	date	mm	jours	date	mm	jours	date	mm
J+30			J+40			J+50			J+60		
J+31			J+41			J+51			J+61		
J+32			J+42			J+52			J+62		
J+33			J+43			J+53			J+63		
J+34			J+44			J+54			J+64		
J+35			J+45			J+55			J+65		
J+36			J+46			J+56			J+66		
J+37			J+47			J+57			J+67		
J+38			J+48			J+58			J+68		
J+39			J+49			J+59			J+69		

7. plan de l'essai

Le site de l'essai est indiqué sur un plan orienté, accompagné par un schéma où figurent des repères physiques (routes, bâtiments...).

9.13. ANNEXE 13 : NOTATION D'ESSAI D'EFFICACITE D'HERBICIDES

code de l'essai : bloc n° : 1 – 2 – 3

localisation : agriculteur : observateur : date :

numéro des parcelles	T			T			T			T			T			T
Note de phytotoxicité																
Note globale recouvrement ou efficacité																
esp. 1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																

Remarques :

9.14. ANNEXE 14 : PROTOCOLE EXPERIMENTAL SELECTIVITE DES HERBICIDES

Code de l'essai : H-S-01-2002

1. Objectif

Le programme d'expérimentation sur les herbicides a pour objectif d'élargir la gamme des produits utilisables, en établissant un référentiel technique adapté à la diversité des situations et aux contraintes d'application des produits, pour aboutir à l'homologation des produits intéressants.

Cet essai de *sélectivité* vise à évaluer les risques de phytotoxicité des produits herbicides pour la culture. Les produits testés sont ceux qui se sont révélés efficaces lors des précédents essais d'efficacité.

2. Modalités

2.1. Choix des produits à tester

matière active	produit commercial	fabricant	distributeur	teneur	form.	épo.
métazachlore	Butisan S	B.A.S.F.	X	500 g/l	SC	pré
métribuzine	Sencoral	Bayer	X	70%	WP	pré
diuron	Séduron	Aventis	X	80%	WP	pré

form. : formulation – épo. : époque d'application
SC :suspension concentrée – WP : poudre mouillable
pré : pré-levée

2.2. Modalités (doses testées et époques)

n°	code	épo.	matière active	g/ha	produit commercial	l ou kg/ha
1	Bu1	pré	métazachlore	1.250	Butisan S	2,5
2	Bu2	pré	métazachlore	2.500	Butisan S	5,0
3	Bu3	pré	métazachlore	3.750	Butisan S	7,5
4	Sc1	pré	métribuzine	875	Sencoral	1,25
5	Sc2	pré	métribuzine	1.750	Sencoral	2,50
6	Sc3	pré	métribuzine	2.625	Sencoral	3,75
7	d	pré	diuron	1.800	Séduron	2,25

3. Le parcellaire

3.1. Dispositif expérimental

Un dispositif en blocs de Fisher à cinq (5) répétitions est utilisé.
Un témoin sert de traitement de référence pour établir les comparaisons. Typiquement, le traitement témoin ne reçoit pas d'herbicide ; cependant, pour faciliter l'entretien de l'essai et limiter les interventions manuelles, le témoin sera traité avec un produit de référence, dont la sélectivité est certaine.

3.2. Dimensions des parcelles

Chaque parcelle élémentaire traitée prendra six (6) rangs de canne sur 12 m de long, (la parcelle utile correspond aux quatre lignes centrales)
soit une superficie de : 6 x 1,5 m x 12 m = 108 m².

Chaque bloc comportera 7 parcelles (deux produits à trois doses + un témoin) ; il faut prévoir une allée de circulation d'au moins deux mètres entre les blocs dans le sens perpendiculaire aux rangs ; ceci correspond à une superficie de
[(7 trait. x (6 rg. x 1,5 m)] x (12 + 2) m = 882 m² = B

Pour les cinq répétitions, l'ensemble de l'essai mesure 5 x B = 5 x 882 = 4410 m², soit environ 4.500 m².

A cause des contraintes de terrain, les blocs peuvent être dispersés.
La longueur de la parcelle élémentaire se positionne dans le sens des rangs de canne.

4. Réalisation

4.1. Localisation

L'essai sera implanté sur la parcelle de ...

Les parcelles sont implantées dans des sites où

- les conditions topographiques et pédologiques sont aussi homogènes que possible ;
- le précédent cultural est le même pour l'ensemble de l'essai ;
- la parcelle a reçu les mêmes traitements herbicides au cours du cycle cultural précédent ;
- l'on constate un enherbement le plus faible possible, ce qui facilite d'autant la maintenance de l'essai qui doit rester exempt d'adventices pour qu'aucune concurrence des mauvaises herbes ne puisse s'exercer vis-à-vis des cannes à sucre. Ainsi, seul l'effet éventuel des traitements herbicides influe sur le comportement de la culture.

4.2. Itinéraire technique

La parcelle est préparée par xxx, qui se charge de la préparation de sol, du sillonnage, de l'apport d'engrais et de la plantation.

Pour tous ces essais, la culture est conduite selon les normes habituelles de préparation du sol, de fumure, de choix de variétés, de plantation et des traitements phytosanitaires, autres que ceux destinés à la lutte contre les mauvaises herbes.

4.3. Points particuliers à respecter

- On évitera les parcelles infestées d'espèces vivaces, en particulier *Cyperus rotundus* (oumine).
- Préparation de sol : Veiller à éliminer les veilles souches de canne du cycle précédent et éviter la présence de grosses mottes de terres.
- Les essais de pré-levée doivent être effectué sur sol nu : il est indispensable de détruire les mauvaises herbes à un stade jeune avant la préparation du sol.
- Plantation : respecter l'écartement de 1,50 m entre les lignes.
- Toutes les parcelles doivent être parfaitement désherbées, afin qu'il n'y ait aucun effet de nuisibilité des mauvaises herbes sur la culture, notamment sur le témoin non traité. Pour ne pas effectuer un travail du sol différentiel entre les traitements, qui pourraient modifier la dynamique de l'eau entre les parcelles, les entretiens doivent être réalisés par arrachage manuel des mauvaises herbes à un stade très précoce et non par sarclage.
- Cet essai de sélectivité est conduit jusqu'à la récolte.

5. Mise en place de l'essai

5.1. L'installation

Le piquetage et l'application des herbicides seront réalisés par le CTICS en collaboration avec le SRPV et le CIRAD.
La parcelle sera matérialisée par de grands piquets.

Si des levées de mauvaises herbes ont eu lieu avant l'application des produits de pré-levée, il convient, avant la mise en place de l'essai, d'effectuer un traitement avec un herbicide total sur l'ensemble de la parcelle d'essai (parcelles traitées et parcelles témoin).

Pour les essais sur les produits de post-levée, il est possible d'empêcher le développement des mauvaises herbes, en réalisant, à la mise en place de l'essai, un traitement herbicide de pré-levée, généralisé sur l'ensemble de l'essai. On utilisera des préparations ayant prouvé par ailleurs leur totale innocuité. On peut également procéder à un désherbage manuel.

5.2. La pulvérisation

Même si le pulvérisateur a été étalonné auparavant, l'opérateur vérifiera l'étalonnage juste avant chaque mise en place d'essai.

On effectue un remplissage de bouteille du pulvérisateur pour chaque parcelle élémentaire. Les applications sont réalisées pour chaque produit testé dans l'ordre croissant des doses, l'appareil étant rincé à chaque changement de produit.

Tableau des quantités de produits à préparer
(volume de bouillie à préparer par parcelle élémentaire : 2,5 l = 2.500 ml)

n°	code	produit commercial	dose l ou kg/ha	dose / bouteille. ml ou g	Solution mère	prépa.
1	Bu1	Butisan S	2,5	31.25	-	
2	Bu2	Butisan S	5,0	62.50	-	
3	Bu3	Butisan S	7,5	93.75	-	
4	Sc1	Butisan S	1,25	15.63	-	à peser
5	Sc2	Sencoral	2,50	31.25	-	à peser
6	Sc3	Sencoral	3,75	46.88	-	à peser
7	d	Séduron	2,25	28.13	-	à peser

L'appareil de traitement est étalonné pour un débit de 200 l/ha.

Solution –mère à 1 % : 10 g ou ml dans 1000 ml de solution
Solution –mère à 10 % : 100 g ou ml dans 1000 ml de solution

La quantité de bouillie restant dans la bouteille après chaque application est mesurée.

Lorsque la canne est développée, les allées de deux mètres de large sont traitées avec un herbicides total systémique (glyphosate ou sulfosate).

6. Observations

6.1. Localisation de l'essai

Le site de l'essai est indiqué sur un plan orienté, accompagné par un schéma où figurent des repères physiques (routes, bâtiments...).

6.2. Observations en cours de culture

6.2.1. Le tallage de la canne à l'installation de la culture

Le contrôle du tallage a pour but de suivre le développement de la population des tiges de cannes.
Le comptage du nombre de talles vivants sur une longueur repérée au hasard de 5 mètres linéaires, pris sur deux lignes de canne de la parcelle utile ; on prendra les lignes n° 2 et 5.
Les comptages seront effectués tous les mois jusqu'à fermeture du couvert,
soit à 30, 60, 90 JAP (voire 120 et 150 JAP en altitude)

6.2.2. L'élongation de la canne

La mesure de la longueur des tiges a pour but d'estimer l'influence du facteur étudié sur la croissance de canne.
Ces mesures sont effectuées sur 10 grandes cannes, choisies sur la zone des comptages de talles. Ces tiges sont repérées par une étiquette numérotée et un piquet planté dans le sol, servant de base zéro pour la mesure, qui est effectuée entre ce repère au sol et le dernier ochréa (triangle de jonction entre limbe et gaine) visible.

Les premières mesures débutent pratiquement lorsque le tallage a atteint son maximum et peuvent se poursuivre tant que la pénétration à l'intérieur des parcelles est possible.
En pratique, les mesures seront effectuées tous les quinze jours à partir de 60 JAP, jusqu'à fermeture du couvert, soit 60, 75, 90 JAP (voire 105 et 120 JAP en altitude)

6.3. Observations à la récolte

6.3.1. Le tallage de la canne à la récolte

Le comptage du nombre de talles vivants sur les deux longueurs de 5 mètres linéaires, prises à l'installation de la culture sur les deux lignes de canne n° 2 et 5 de la parcelle.
Ce comptage est réalisé environ une semaine avant la récolte.

6.3.2. La hauteur des tiges de canne à la récolte

La mesure de hauteur se fera sur les 10 tiges qui ont servi aux mesures d'élongation, selon la même méthode.
Cette mesure est réalisée environ une semaine avant la récolte.

6.3.3. La production de la canne à la récolte

Les cannes des rangs de bordure sont coupées et évacuées. Les parcelles utiles, soit les quatre lignes centrales, sont alors récoltées en respectant l'homogénéité de la coupe : ras du sol et point d'attache de la feuille verte inférieure.
Les cannes de chaque parcelle sont rassemblées en tas pour être pesées.

6.3.4. La richesse de la canne à la récolte

La richesse en sucre est déterminée selon la méthode suivante.

Echantillonnage des cannes pour analyse

On peut, dans certains cas, passer au moulin d'usine toutes les cannes d'une parcelle élémentaire, mais le plus souvent l'analyse porte sur un échantillon réduit.

Pour chaque parcelle élémentaire, l'échantillon se compose de 20 cannes prélevées au hasard juste avant la récolte à raison de 5 tiges prises sur 4 lignes centrales, soit 5 x 4 = 20 cannes.

Ces 20 cannes peuvent être passées intégralement au moulin ou au broyeur de laboratoire, ou bien on peut effectuer un sous-échantillonnage.
Les 20 cannes sont alors réparties en deux lots : dix longues et dix courtes. Dans chacun des deux lots, on prélève la moitié supérieure de 5 cannes et la moitié inférieure des 5 autres cannes. On obtient ainsi 20 moitiés de cannes appartenant chacun à une tige différente et représentant l'équivalent en quantité de 10 cannes entières.

Déterminations
Sur l'échantillon constitué, on procède aux déterminations suivantes :
Brix % jus, Pol % jus et fibre (ou ligneux) % C.
On peut alors déterminer :

- la pureté Pol / Brix) x 100)
- et la richesse expérimentale (Pol % canne)

Le sucre extractible % canne peut se déterminer par diverses formules (Winter-Carp, Hugot, etc...), mais on peut se contenter de la formule simplifiée suivante , d'une approximation suffisante pour des essais comparatifs :

$$SE\ \%\ C = 0.9\ pol\ \%\ C - 2.5$$

où 0.9 est le coefficient permettant de passer de la richesse expérimentale (pol % C) à la richesse industrielle et où 2.5. représente les pertes industrielles.

6.4. Les symptômes de phytotoxicité

L'observation des symptômes éventuels de phytotoxicité sur la culture est réalisée parcelle par parcelle 3, 7, 15 et 30 jours après chaque application d'herbicides. Leur nature est notée (déformations, décolorations, nécroses...). Le cas échéant, une note visuelle est attribuée.

6.5. Observations sur le milieu

Les paramètres climatiques sont relevés tout au long de l'essai ; on note en particulier les accidents climatiques pouvant influencer les résultats de l'essai : sécheresse, excès d'eau, tempête...

Le jour des applications des différents traitements, on précise les précipitations avant ou après les opérations (par exemple, pour les traitements de post-levée, on indique si les feuilles sont mouillées avant la pulvérisation), la température, le vent, l'ensoleillement...
On se référera aux mesures des stations météorologiques les plus proches du site d'essai.

Le type de sol est indiqué. En particulier pour les produits de pré-levée, l'état du sol au moment des applications est noté (humidité, présence de mottes, tassement...).

6.6. Observations sur la culture

Les précédents culturaux sont notés avec notamment les produits herbicides utilisés.

Les dates des interventions sont relevées, ainsi que leurs types. On note les caractéristiques de la culture en place. Les accidents de végétation sont relevés (notamment les phytotoxicités causées par les traitements d'entretien).

7. Plan de l'essai

7.1. Schéma de l'essai

Sc1 29	Sc3 30	Bu1 31	Bu2 32	Sc2 33	Bu3 34	d 35
Bu3 22	Sc3 23	d 24	Sc1 25	Bu1 26	Bu2 27	Sc2 28
Sc3 15	Sc2 16	Bu1 17	Sc1 18	d 19	Bu3 20	Bu2 21
Bu1 8	Bu2 9	Sc2 10	Sc3 11	Sc1 12	d 13	Bu3 14
Bu3 1	Sc1 2	Bu1 3	d 4	Sc3 5	Bu2 6	Sc2 7

7.2. Randomisation

n°	code	bloc 1	bloc 2	bloc 3	bloc 4	bloc 5
1	**Bu1**	3	8	17	26	31
2	**Bu2**	6	9	21	27	32
3	**Bu3**	1	14	20	22	34
4	**Sc1**	2	12	18	25	29
5	**Sc2**	7	10	16	28	33
6	**Sc3**	5	11	15	23	30
7	**d**	4	13	19	24	35

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

9.15. ANNEXE 15 : NOTATION DE PHYTOTOXICITE

code de l'essai : date :

localisation : agriculteur : observateur :

1	2	3	4	5	6	7
note : symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :
8	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
note : symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :
15	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**
note : symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :
22	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
note : symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :
29	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**
note : symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :	**note :** symptômes :

Remarques :

9.16. ANNEXE 16 : COMPTAGE DES TALLES

(sur 5 m – lignes 2 et 5)

localisation : code de l'essai : date :
agriculteur : observateur :

bloc	n°	ligne 2	ligne 5	bloc	n°	ligne 2	ligne 5
1	1			4	22		
	2				23		
	3				24		
	4				25		
	5				26		
	6				27		
	7				28		
2	8			5	29		
	9				30		
	10				31		
	11				32		
	12				33		
	13				34		
	14				35		
3	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						

Remarques :

9.17. ANNEXE 17 : MESURE DE HAUTEUR DES TIGES

(sur 10 cannes)

code de l'essai : date :

localisation : agriculteur : observateur :

	n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
	13										
	14										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										
	21										

	n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	22										
	23										
	24										
	25										
	26										
	27										
	28										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	29										
	30										
	31										
	32										
	33										
	34										
	35										

Remarques :

9.18. ANNEXE 18 : PESEE DES CANNES

(sur 4 lignes centrales)

code de l'essai : date :

localisation : agriculteur : observateur :

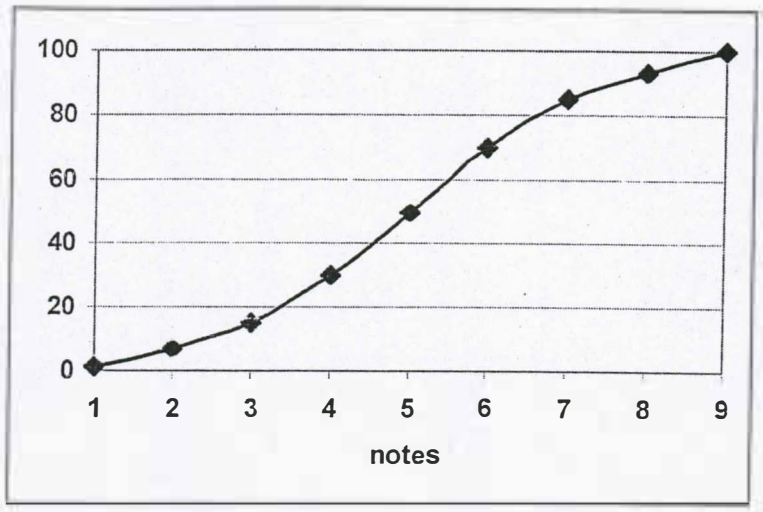
bloc	n°			bloc	n°	
1	1			4	22	
	2				23	
	3				24	
	4				25	
	5				26	
	6				27	
	7				28	
2	8			5	29	
	9				30	
	10				31	
	11				32	
	12				33	
	13				34	
	14				35	
3	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					

Remarques :

9.19. ANNEXE 19 : LES OBSERVATIONS VISUELLES

9.19.1 Echelle de notation

- ✓ pour le recouvrement des mauvaises herbes [a],
- ✓ pour l'efficacité des herbicides [b],
- ✓ pour la sélectivité des herbicides [c].



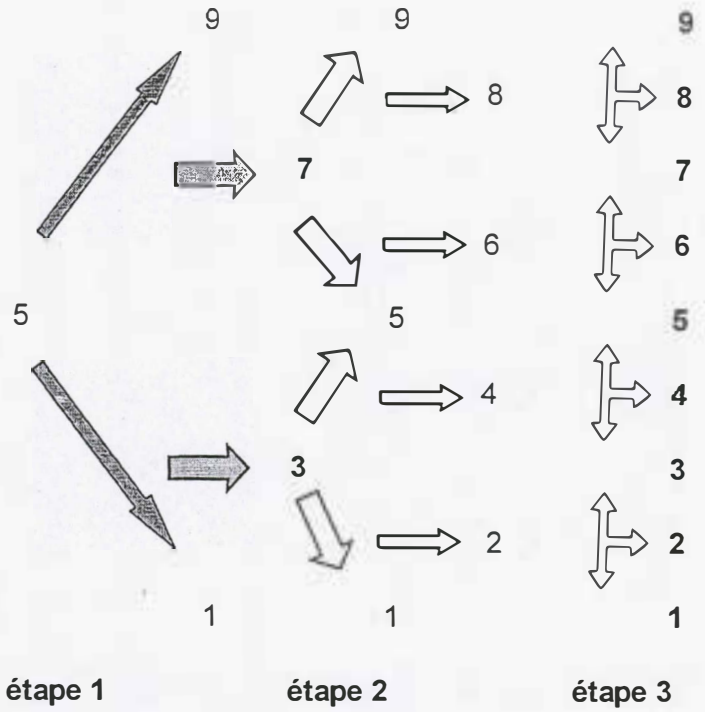
note	p.100	Recouvrement	Efficacité	Sélectivité
1	1	espèce présente, mais rare	aucune efficacité	aucun signe de phytotoxicité
2	7	moins d'un individu par m^2	efficacité très faible	quelques taches, décolorations
3	15	au moins un individu par m^2	efficacité peu marquée	taches nombreuses fortes décolorations
4	30	30 % de recouvrement	efficacité médiocre	30 % de perte par rapport au témoin
5	50	50 % de recouvrement	enherbement diminué de 50 %	50 % de perte par rapport au témoin
6	70	70 % de recouvrement	efficacité modérée	forte phytotoxicité 70 % de perte
7	85	recouvrement fort	efficacité acceptable	très forte phytotoxicité 85 % de perte
8	93	très peu de sol apparent	bonne efficacité	quelques pieds survivent plus de 90 % de perte
9	100	recouvrement total	efficacité parfaite	destruction totale des plantes

[a] Le recouvrement est estimé en pourcentage par rapport au sol.

[b] L'efficacité est estimée par comparaison du volume des organes aériens des mauvaises herbes sur la parcelle traitée par rapport à celle du témoin adjacent.

[c] La sélectivité du traitement est estimée par la comparaison de la phytotoxicité observée sur la plante cultivée de la parcelle traitée par rapport au développement de la culture sur le témoin non traité. La phytotoxicité peut se traduire par des mortalités de pieds, par des taches ou des jaunissements sur les feuilles, ou encore par des ralentissements de croissance.

9.19.2 Démarche de notation en trois étapes



Le choix s'opère pour une alternative à chaque étape :

étape 1 par rapport à la note 5 (= 50%)
est-on à plus de 5 ou à moins de 5 ?

étape 2 2.1 plus de 5 ; on se situe par rapport à la note 7 (=85%)
est-on à plus de 7 ou à moins de 7 ?

2.2 moins de 5 ; on se situe par rapport à la note 3 (=15%)
est-on à plus de 3 ou à moins de 3 ?

étape 3 3.1 plus de 7 ; on se situe par rapport à la note 8 (=92%)
est-on à plus de 8 ou à moins de 8 ?
9 ou 8 8 ou 7

3.2 moins de 7 ; on se situe par rapport à la note 6 (=70%)
est-on à plus de 6 ou à moins de 6 ?
7 ou 6 6 ou 5

3.3 plus de 3 ; on se situe par rapport à la note 4 (=30%)
est-on à plus de 4 ou à moins de 4 ?
5 ou 4 4 ou 3

3.4 moins de 3 ; on se situe par rapport à la note 2 (=7%)
est-on à plus de 2 ou à moins de 2 ?
3 ou 2 2 ou 1

9.20. ANNEXE 20 : CARACTERISTIQUES DES PRODUITS HERBICIDES

La liste n'est pas exhaustive.

- **form : formulation**
  - **EC** concentré émulsionnable
  - **SC** suspension concentrée = flow = flowable concentrate
  - **SL** concentré soluble
  - **SP** poudre soluble
  - **WG** granulés à disperser dans l'eau
  - **WP** poudre mouillable

- **épo : époque d'application**
  - **Pré** post-semis / pré-levée
  - **Pst** post-levée

anti-dicot : anti-dicotylédones ; débrous. : débroussaillant

matière active	produit commercial	fabricant	teneur	form	épo.	type
2,4-D	Calliherbe	Calliope	720 g/l	SL	Pst	sel anti-dicot
2,4-D	JSB D720	J.S.B.	720 g/l	SL	Pst	sel anti-dicot
2,4-D	Weedone LV6	CFPI Nufarm	720 g/l	SL	Pst	ester anti-dicot
2,4-D + dichlorprop	Débroussaillant 2D	CFPI Nufarm	240 + 240 g/l	EC	Pst	anti-dicot
acétochlore	Trophée	Dow AgroSc.	400 g/l	SC	Pré	
amétryne	Ametrex	Makhteshim-Agan	500 g/l	SC	Pré	
amétryne	Callitryne 500	Calliope	500 g/l	SC	Pré	
amétryne	Gésapax	Syngenta Agro (Novartis)	500 g/l	SC	Pré	
asulame	Asulox	Aventis / Philagro	400 g/l	SL	Pst	
diméthamétryne	Dimépax	Syngenta Agro (Novartis)	500 g/l	SC	Pst	
dicamba	Banvel 4S	Syngenta Agro	480 g/l	SL	Pst	anti-dicot
diuron	Dinurex	Sipcam-Phyteurop	80 %	WP	Pré	
diuron	Karmex	Du Pont	80 %	WP	Pré	
diuron	Novex Flo 80	Calliope	800 g/l	SC	Pré	
diuron	Traduron Flo	Tradi-Agri	800 g/l	SC	Pré	

matière active	produit commercial	fabricant	teneur	form	épo.	type
glufosinate ammonium	Basta F1	Aventis	150 g/l	SL	Pst	total
glyphosate	Bypass	Dow AgroSc.	360 g/l	SL	Pst	total
glyphosate	Clinic	CFPI Nufarm	360 g/l	SL	Pst	total
glyphosate	Cosmic	Calliope	360 g/l	SL	Pst	total
glyphosate	Roundup Bioforce	Monsanto	360 g/l	SL	Pst	total
glyphosate + terbuthylazine	Prius	Syngenta Agro (Novartis)	125 + 312,5 g/l	SC	Pst	total
glyphosate + terbuthylazine + diuron	Mascotte	Syngenta Agro (Novartis)	150 + 237,5 + 212,5 g/l	-	Pst	total
héxazinone	Velpar S	Du Pont	90 %	SP	Pré	
héxazinone	Velpar L	Du Pont	250 g/l	SL	Pré	
imazapyr	Arsenal	BASF	250 g/l	SL	Pst	total
ioxynil + 2,4-D	Certrol	CFPI Nufarm	100 + 600 g/l	EC	Pst	anti-dicot
isoxaflutole	Merlin	Aventis (Rhône-Poulenc)	75 %	WG	Pré	
métazachlore	Butisan S	B.A.S.F.	500 g/l	SC	Pré	
métribuzine	Sencoral 35	Bayer	35 %	WP	Pré	
oxadiargyl	Raft	Aventis (Rhône-Poulenc)	400 g/l	SC	Pré	
oxyfluorfène + propyzamide	Emir	Rohm & Haas	274 + 214 g/l	SC	Pré	
paraquat	Gramoxone	Syngenta Agro (Zeneca)	200 g/l	SL	Pst	total
paraquat	Rbix	Syngenta Agro (Zeneca)	100 g/l	SL	Pst	total
pendiméthaline	Prowl 400	BASF Agro (Cyanamid)	400 g/l	SC	Pré	
pendiméthaline	Stomp	BASF Agro (Cyanamid)	-	SC	Pré	
pendiméthaline + atrazine	Tazastomp 300	BASF Agro (Cyanamid)	300 + 200 g/l	SC	Pré	
piclorame	Tordon 22 K	Dow AgroSc.	240 g/l	SL	Pst	débrous.
piclorame + 2,4-D	Tordon 101	Dow AgroSc.	65 + 240 g/l	SL	Pst	débrous.

matière active	produit commercial	fabricant	teneur	form	épo.	type
piclorame + 2,4-D + dichlorprop	Désormone prairie	FlexAgri	24 + 52,5 + 210 g/l	SL	Pst	débrous.
simazine	Callizime	Calliope	500 g/l	SC	Pré	
simazine + amétryne	Gésatop Z	Syngenta Agro (Novartis)	250 + 250 g/l	SC	Pré	
sulfosate	Ouragan	Syngenta Agro (Zeneca)	480 g/l	SL	Pst	total
terbuthylazine + terbuméton	Axian	Syngenta Agro (Novartis)	334 + 166 g/l	SC	Pré	
triclopyr	Garlon 4	Dow AgroSc.	480 g/l	EC	Pst	anti-dicot

Les adjuvants (mouillants)

matière active	produit commercial	fabricant	teneur
amine grasse de suif éthoxylée	Lo Dos	Calliope	822 g/l
nonylphénol polyéthoxylé	Agral	Zeneca	945 g/l
octylphénol octaglycol éther	Extravon	Syngenta Agro (Novartis)	250 g/l

9.21. ANNEXE 21 : DOCUMENTS CONSULTES

9.21.1 Floristique

- **Berhaut J.**, 1967. Flore du Sénégal. *Clairafrique éd.*, Dakar, Sénégal, 485 p.
- **Fournet J.**, 1978. Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. INRA. Paris. 1654 p.
- **Fournet J.**, 1993. Caractérisation phyto-écologiques des peuplements de mauvaises herbes des champs de canne à sucre et des bananeraies de la Basse terre (Guadeloupe). Weed Research, 33, 383-395.
- **Fournet J. & Hammerton J.L.**, 1991. Weeds of the lesser Antilles. Mauvaises herbes des petites Antilles. INRA. Paris. 214 p.
- **Hutchinson J., Dalziel J.M., Keay R. W.J. & Hepper F.N.**. Flora of West Tropical Africa. *The Whitefriars Press ed.*, London & Tonbridge, 2ème éd.
- 1954. Vol. I part. 1. 295 p. - 1958. Vol. I part. 2. 533 p. - 1963. Vol. II. 544 p. -1968. Vol. III part. 1. 276 p. - 1972. Vol. III part. 2. 298 p.
- **Le Bourgeois T., Jeuffrault E. & Fabrigoule S.** 1999. AdvenRun. Principales mauvaises herbes de La Réunion. Description - herbicides. CIRAD - SRPV 123 p.
- **Le Bourgeois T. & Merlier H.**, 1995. Adventrop : Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. Montpellier, France, CIRAD-CA, 640p.
- **Merlier H. & Montégut J.**, 1982. Adventices tropicales. *Min. Relat. Ext.* Paris. 490 p.

9.21.2 Désherbage

- **A.C.T.A.**, 2002. Index phytosanitaire. 38e édition. Association de coordination technique agricole. Paris. 788 p.
- **Audibert J.L.**, 2001. Le paraquat en agriculture. Phytoma. La défense des Végétaux. 543. 14-16.
- **Baran R.**, 1998. Lutte contre les mauvaises herbes en culture de canne à sucre en Guadeloupe. Synthèse des essais d'herbicides menés de 1989 à 1997. CIRAD-CA Montpellier. 48 p.
- **Baran R. & Marnotte P.** 1998. Bilan d'expérimentations pour le désherbage de la canne a sucre en Guadeloupe. 17ème conférence COLUMA. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes ANPP. Dijon - 9, 10 et 11 décembre 1998. 1181-1188.
- **Chambre d'Agriculture de La Réunion**. 2001. Expérimentation sur les herbicides de la canne à sucre. La Réunion. 2000-2001. Service de la Protection des Végétaux. CIRAD. 26 p. + annexes.

- **Gauvrit C.**, 1996. Efficacité et sélectivité des herbicides. *INRA éditions*. 158 p.
- **Gauvrit C.**, 2000. Glyphosate et calcium : un mauvais ménage. Phytoma. La défense des Végétaux. 530. 16-20.
- **Gauvrit C.**, 2001. Glyphosate et calcium : quelles solutions ? Phytoma. La défense des Végétaux. 543. 10-13.
- **Marion D.** 1995. Essais d'efficacité d'herbicides en culture de canne à sucre en Côte d'Ivoire (campagnes 91-92 et 92-93). 16ème conférence COLUMA. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes ANPP. Reims (France). 06-08 déc. 1995. 1365-1372
- **Marion D. & Marnotte P.** 1991. Démarche expérimentale pour la mise au point de traitements herbicides sur canne à sucre. Poster. Coll. AFCAS. Montpellier. 09-14 juin 1991.
- **Marion D. & Marnotte P.** 1991. Nuisibilité de l'enherbement sur une culture de canne à sucre. Coll. AFCAS. Montpellier. 09-14 juin 1991. 8 p.
- **Monnet Y.** 1998. Les usages mineurs. Phytoma. La Défense des Végétaux, 510, 57-59.

9.21.3 La canne en Guadeloupe

- **Chambre d'Agriculture de Guadeloupe**. 2000. La filière canne – sucre – rhum. Données techniques et économiques. 20 p.
- **CTICS**, 2002. Canne Info. Lettre d'information du CTICS de la Guadeloupe. Intercampagne 2001-2002.
- **Grossard F.**, 2000, Rapport des activités de démonstration et de référence. CTICS. Guadeloupe. 24 p.
- **Grossard F.**, 2000, Essai d'homologation de l'isoxaflutole (Merlin). CTICS Guadeloupe. 15 p.
- **Grossard F.**, 2001, Essai d'homologation de l'isoxaflutole (Merlin). CTICS Guadeloupe. 13 p.
- **SICAMA**, 2002. Assemblée Générale ordinaire. Rapport d'activités.
- **UDCAG**, 2001. Assemblée Générale ordinaire de la SICA Union cannière de la Guadeloupe. Rapport d'activités.