Dynamique des populations et comportement des ravageurs et leurs auxiliaires

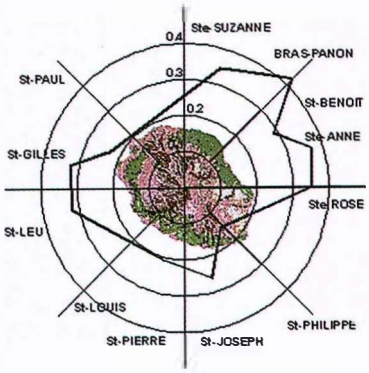


Fig 4. Probabilité pour une canne d'être attaquée par le foreur ponctué pour la sole cannière de la Réunion.
(J. Rochat. Mars 2002)

Le foreur de la canne à sucre

Le foreur ponctué, ***Chilo sacchariphagus***, est un ravageur majeur de la canne à sucre dans le sud-est asiatique et l'Océan Indien.

A la Réunion, il est responsable de pertes importantes pour la variété de canne à haut rendement R579. En 2001, le suivi de la dynamique des populations des parasitoïdes oophages du foreur ponctué complète l'inventaire de ces parasitoïdes débuté en 2000. Des trichogrammes ont été récoltés par piégeage sur les 10 sites d'observation, mais en fréquence et en quantité faibles et très variables d'un site à un autre. Seule l'espèce, ***Trichogramma chilonis***, a été rencontrée.

La probabilité de piéger des trichogrammes dépend, du site de piégeage, de l'âge (ou la hauteur) des cannes, de la période de l'année, de l'espèce (***C. sacchariphagus ou de Galleria mellonella***, hôte de substitution) et du nombre d'œufs hôtes utilisés pour attirer les trichogrammes. (fig 4)

Un ensemble de caractères biologiques et démographiques (fécondité, longévité, sex-ratio, etc.) et l'effet de la température (20-35°) sur ces caractères, ont été mesurés chez trois souches de ***T. chilonis***, avec ***C. sacchariphagus G. mellonella***. Les trois souches proviennent de sites géographiquement et climatiquement distincts (St-Benoît, chaud/humide, St-Pierre, chaud/sec, St-Joseph, frais/humide).

Certaines caractéristiques biologiques dépendent fondamentalement de l'espèce hôte, et la plupart sont différentes chez les trois souches. L'effet de la température diffère également chez les trois souches de ***T. chilonis***.

Ces différences sont cohérentes avec le climat d'origine de chaque souche (adaptation à l'environnement climatique de leur site d'origine).

La souche "St-Benoît" présente des potentialités supérieures à celles des deux autres souches pour la lutte biologique par lâchers inondatifs (nombre élevé d'hôtes attaqués, sex-ratio faible, adaptation aux températures élevées...).

Cette souche a été transférée à la Fdgdec pour la phase de développement de la lutte biologique. L'évaluation de son efficacité au champ contre le foreur ponctué de la canne aura lieu à partir de 2002 en collaboration avec cet organisme.

Le suivi de la dynamique des dégâts dus aux divers foreurs de la canne à l'échelle régionale a été poursuivi en 2001. L'ensemble des données rassemblées ces quatre dernières années est en cours d'analyse, en relation avec les variétés, les pratiques culturales et le climat, afin d'identifier les zones géographiques et les facteurs à risques vis-à-vis des attaques de foreurs.

Le parasitisme naturel des foreurs vient compléter le dispositif en 2001. Parallèlement à la lutte biologique, l'utilisation potentielle de variétés résistantes au foreur est étudiée au travers du cas particulier de la variété R570.

J. Rochat

Mat de piégeage d'aleurodes.
(P. Ryckewaert.)

L'aleurode, Bemisia tabaci, vecteur de bégomovirus

Variabilité moléculaire

Les résultats obtenus en 2000 avaient montré l'existence à la Réunion de deux biotypes de ***B. tabaci***. Les élevages homogènes, obtenus à partir de lignées isofemelles, réalisés depuis juin 2000 nous ont permis d'avoir à tout moment des insectes des deux biotypes de ***Bemisia tabaci***.

Pour déterminer s'il s'agit de deux introductions récentes d'origine différente ou si l'un des biotypes est indigène nous avons intégré dans les analyses des individus récoltés dans la zone du sud ouest de L'Océan Indien.

La comparaison de séquences partielles du gène de la ***cytochrome oxydase I***, montre clairement une similarité presque totale entre le biotype minoritaire de la Réunion et les individus récoltés aux Seychelles, à Maurice et à Madagascar et un niveau de similarité inférieur (environ 93%) avec le biotype B dominant (Fig. 5).

Ceci conforte l'hypothèse d'un groupe indigène de la région du sud ouest de l'océan Indien, que nous appellerons Ms (biotype Mascareignes) et d'une introduction relativement récente du biotype B à La Réunion.

Le biotype B, le plus dommageable à l'échelle planétaire, a supplanté les autres biotypes dans de nombreuses régions (Usa, Antilles...), aussi le suivi des populations de *B. tabaci* sur quelques années permettra de savoir s'il en est de même à la Réunion. Ce suivi sera réalisé grâce à des prélèvements sur une trentaine de sites sur toute la circonférence de l'île sur différentes plantes hôtes pendant 3 ans tous les 6 mois, lors des périodes de pullulation (février/mars et octobre/novembre) des insectes.

B. Reynaud

Dynamique des populations

L'étude sur la dynamique de population d'aleurodes en parcelles de giraumon, initiée fin 1998 en collaboration avec l'Inra Guadeloupe, a été poursuivie. Sur 4 sites situés dans le sud ou l'ouest de l'île, en conditions climatiques contrastées, l'évolution des populations d'aleurodes adultes est suivie par comptages sur plant et piégeages hebdomadaires. Les tendances décrites en 2000 se sont confirmées en 2001 sur les 4 sites (fig. 6). 2001 a aussi permis de mettre en place un autre type d'essai afin de mieux appréhender l'influence du vent et la relation entre inoculum primaire de TYLCV et dynamique de population du vecteur. Des mâts supportant des pièges cylindriques verticaux tous les mètres à partir de 1m au-dessus du sol, ont été installés sur les sites décrits précédemment. Des plants de tomate sont placés à leur pied afin de pouvoir estimer le taux d'inoculation.

F. Chiroleu

Les mécanismes de transmission du *Maize streak* virus (MSV, Geminiviridae) par *Cicadulina mbila*

Analyse spatio-temporelle du virus à travers les différents compartiments de l'insecte impliqués dans la transmission circulante

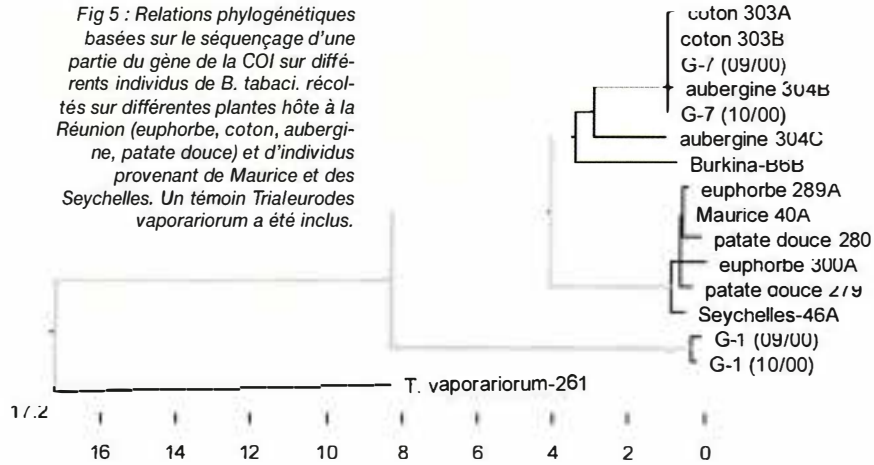


Fig 5 : Relations phylogénétiques basées sur le séquençage d'une partie du gène de la COI sur différents individus de B. tabaci. récoltés sur différentes plantes hôte à la Réunion (euphorbe, coton, aubergine, patate douce) et d'individus provenant de Maurice et des Seychelles. Un témoin Trialeurodes vaporariorum a été inclus.

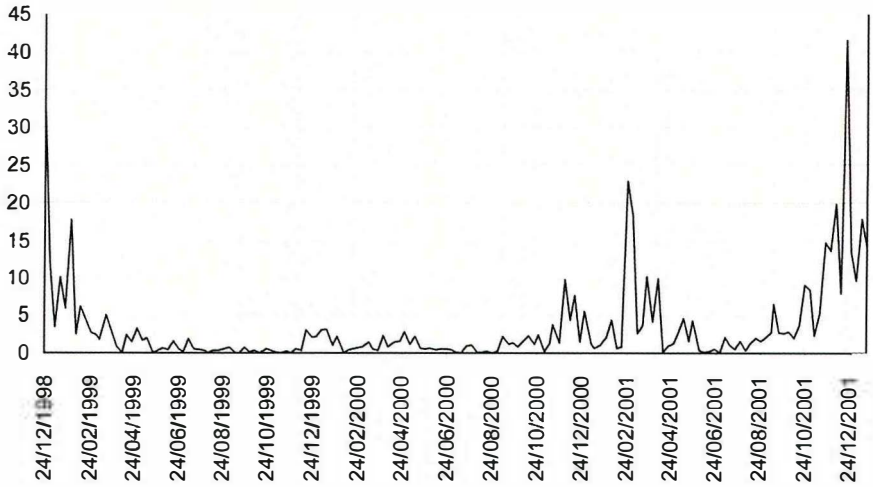


Figure 6 : Quantité hebdomadaire d'aleurodes adultes piégés (moyenne par piège et par jour) sur le site de Bassin-Martin entre décembre 1998 et décembre 2001.

Les moyens de lutte utilisés actuellement contre les maladies transmises par vecteur sont onéreux et certains, comme les traitements insecticides, sont connus pour leur impact négatif sur l'environnement. Une voie innovante de contrôle des maladies virales encore peu explorée serait de "brouiller" l'interaction entre le virus et le vecteur. L'avènement d'une telle stratégie de lutte est tributaire des connaissances encore limitées sur les interactions cellulaires et moléculaires entre le virus et le vecteur.

Une étude a été menée par des techniques de détection basées sur l'amplification de l'Adn viral et particulièrement la Pcr quantitative en temps réel. Les travaux ont porté sur la comparaison entre une population de *C. mbila* sélectionnée, dont 100 % des individus transmettent le MSV, et une

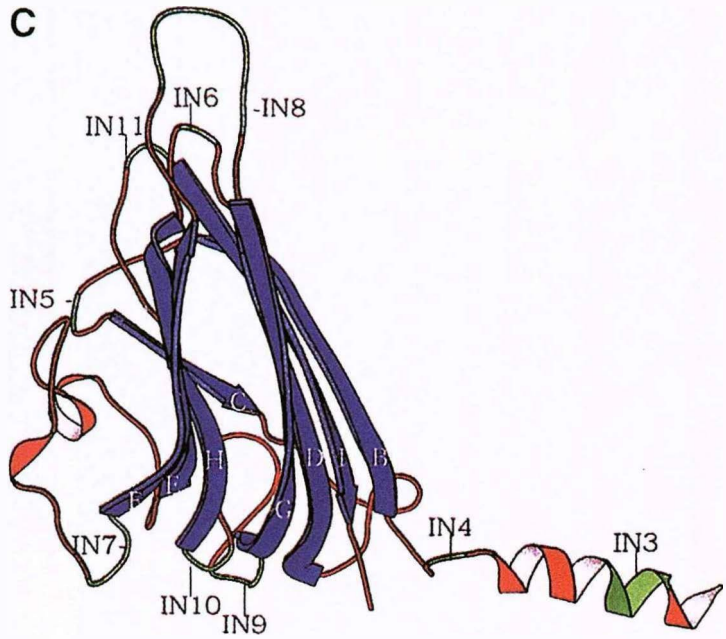


Fig 7 : Modèle tridimensionnel de la protéine de capside du MSV.

population de cicadelles d'une espèce non vectrice *C. chinaï*. Les tests de transmission naturelles et artificielles du MSV et du *Digitaria streak mastrevirus* (DSV), confirment que le MSV est transmissible par *C. chinaï* si le virus est injecté directement dans l'hémolymphe, contrairement au DSV.

L'alimentation continue sur plante virosée montre que l'accumulation du MSV chez *C. chinaï* est limitée à un seuil, à l'inverse de chez *C. mbila*. La persistance du MSV, dans les insectes entiers et dans l'intestin, l'hémolymphe et la tête des insectes disséqués, est étudiée après une période d'acquisition alimentaire infectieuse de trois jours.

Le MSV est détecté pendant une dizaine de jours chez *C. chinaï* et pendant tout le test (25 jours) chez *C. mbila*.

Dans le cas de la non transmission, nous avons montré que la paroi intestinale représente une barrière physique pour le virus. Tandis que pour le couple MSV/*C. mbila*, un passage rapide du virus (3 heures), de l'intestin vers l'hémolymphe, a été observé. La persistance d'une charge virale stable dans les glandes salivaires d'environ 1.5 x 10^4 copies d'Adn viral par insecte, suggère un flux polarisé des virions à partir de l'hémolymphe et de l'intestin, où la concentration en virus est décroissante pendant tout le test. Ces données quantitatives nous ont permis de proposer un modèle dynamique de la transmission circulante non multipliante des géminivirus par cicadelles.

Identification et cartographie des motifs de la protéine de capside du MSV impliqués dans la transmission :

Nos travaux ont montré que la paroi intestinale de *C. mbila* représente une barrière majeure à la transmission du MSV. La spécificité de ce passage trans-membranaire suggère l'intervention d'un mécanisme d'endocytose récepteur dépendant entre la protéine de capside (CP) du virus et un récepteur intestinal. A partir du modèle 3D de la protéine de capside du MSV proposé par Zhang et al. (2001, Virology, 279 : 471-477) et de la comparaison de la séquence nucléotidique entre la CP du MSV et de celle du *Digitaria streak virus* (DSV), nous avons proposé l'intervention des boucles 6, 8 et 11 de la CP du MSV dans la spécificité de transmission (Fig. 7). Pour valider notre hypothèse, nous prévoyons de créer artificiellement des variants par mutagenèse dirigée, en intégrant les boucles 6, 8 et 11 du MSV dans celle du DSV, naturellement non transmis par le genre *Cicadulina* mais par une autre cicadelle *Nesoclutha declivata*. Les travaux de mutagenèse sont actuellement en cours.

J.M. Lett

Les mouches des fruits et des légumes-fruits (*Tephritidae*)

Mouche des cucurbitaceae

Les mouches des légumes provoquent des dégâts importants sur Cucurbitaceae. Ainsi les nombreux traitements phytosanitaires utilisés pour contrôler ces ravageurs empêchent le développement d'une protection intégrée sur ces cultures. L'objectif est donc de mettre en place une méthode de traitement par taches (mélange attractif + insecticide) du même type que pour les mouches des fruits (*Ceratitis spp.*) en arboriculture fruitière.

Des essais d'attractifs alimentaires sur la mouche du melon (*Bactrocera cucurbitae*) ont été conduits en cages extérieures en disposant vingt plants de citrouille pour créer un environnement semi-naturel et permettant une répartition plus homogène des insectes dans les cages. Les attractifs alimentaires sont proposés dans des pièges Mc Phail.

Les travaux ont porté sur l'optimisation des différents attractifs. Plusieurs essais avec des apports d'adjuvants (Borax, ammonium acétate...) à différentes concentrations ont montré des

résultats négatifs. L'optimisation du pH des solutions utilisées semble par contre prometteuse. Ainsi l'attractivité du Buminal sur *Bactrocera cucurbitae* peut être multipliée par deux si on passe de pH6 à pH3 (Fig. 8).

Différentes levures sont utilisées comme attractifs pour les mouches des fruits dans plusieurs pays. La levure de Torula possède une attractivité aussi importante que la référence américaine Nulure. Les déchets de levures de brasseries mauriciens et kenyans présentent une attractivité moins importante que le Torula mais elle peut être améliorée par une augmentation du pH. Les déchets de levures de brasseries locales doivent être testés.

Différents procédés pourront ensuite être comparés en vue de la stabilisation et de l'amélioration de l'attractivité de ces produits.

P. Ryckewaert

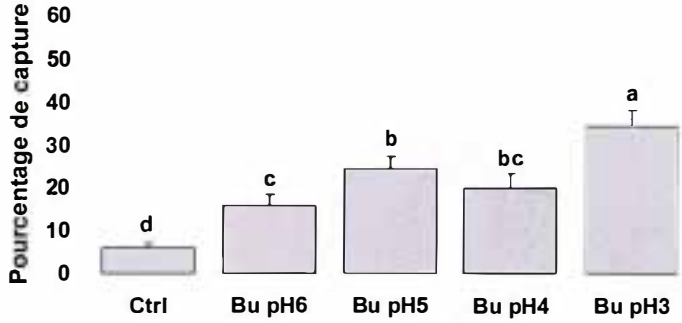


Fig 8 : Amélioration de l'attractivité du Buminal ® par diminution du pH sur la mouche du melon (Bactrocera cucurbitain)

Dynamique des populations des mouches des fruits

L'étude de dynamique des populations de mouches des fruits menée par S. Quilici et son équipe (Poseïdom 94/98), avait permis la collecte de nombreuses données de piégeage hebdomadaire, avec différents attractifs (sexuels, alimentaires...) sur une cinquantaine de sites à travers l'île (cf. Rapport Annuel 2000). Ces sites étaient positionnés à proximité de stations météorologiques de Météo France ou du Cirad afin de disposer de données sur les conditions climatiques de 1994 à 1998. Par ailleurs, la floristique propre à chaque site était suivie de manière hebdomadaire (espèces de plantes présentes, quantité relative, nombre de fruits et appétence). La collaboration avec l'Inra Avignon s'est poursuivie pour traiter la masse conséquente de données ainsi constituée et un outil de Système d'information géographique (Sig) a été mis en place.

Suite à cela, des données comportementales sur les mouches sont en cours d'ajout pour compléter la base. L'élaboration de modèles spatiaux pour estimer le nombre de *C. rosa* capturées sur un site pilote en fonction des facteurs floristiques est commencée.

Comportement et méthodes de lutte contre les mouches des fruits

En matière de bio-écologie des mouches des fruits, une enquête réalisée dans différentes zones de l'île a permis d'inventorier les espèces de *Formicidae* présentes en vergers de manguiers et de démontrer la nette dominance de *Solenopsis geminata*. Une étude préliminaire du comportement de cette espèce et de sa prédation vis-à-vis des larves de *Tephritidae* indique qu'il s'agit d'un prédateur omnivore à comportement alimentaire opportuniste. L'espèce a un fort potentiel prédateur sur les asticots avant leur enfouissement et constitue probablement un facteur de régulation naturelle important des populations de *Tephritidae* en vergers.

Dispositif en grande cage extérieure permettant de tester différents attractifs sur les Tephritidae. (P.F. Duyck)

Les travaux sur l'optimisation des systèmes de piégeage pour les femelles de *Ceratitis* spp., ont permis de définir les meilleures variantes dans l'utilisation des pièges McPhail en plastique pour leur capture en vue d'une lutte biotechnique (fig. 9).

En outre, différents documents de vulgarisation ont été produits, en collaboration avec le Spv Réunion :

- Un film de 28 mn faisant le bilan des acquis du programme dans les différentes îles de l'Océan Indien,
- Une nouvelle édition du Vade-Mecum sur la quarantaine et les risques d'importation de mouches des fruits,
- Un guide illustré sur les plantes-hôtes des mouches des fruits dans la région océan indien, largement diffusé au niveau régional.

L'enquête écologique sur les parasitoïdes de *Tephritidae* s'est poursuivie en 2001. Elle a permis une nouvelle évaluation de l'impact des parasitoïdes importés, confirmant l'acclimatation de *Psyttalia fletcheri,* parasitoïde de la mouche du

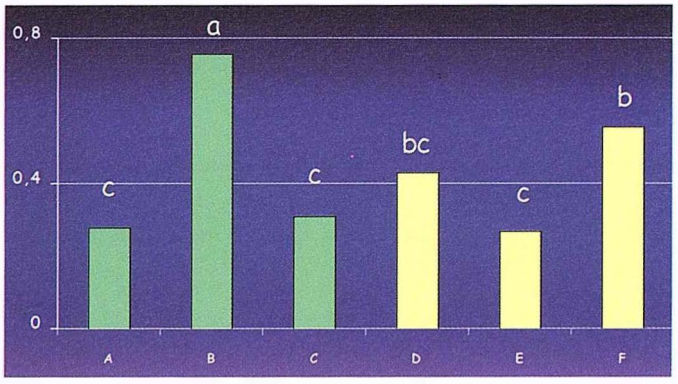
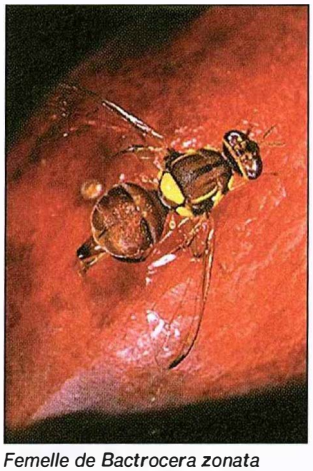


Fig 9 : Efficacité relative de différents systèmes de piégeage à base de " 3 leurres" pour la capture des femelles de Ceratitis rosa en parcelle d'agrumes (Nb moyen de mouches / piège / jour) (A = Nulure ; B = Triton ; C = Propylène Glycol D = Dichlorvos E = Deltaméthrine F = Carton englué).



Femelle de Bactrocera zonata sur fruit de badamier. (A. Franck)

melon et, au contraire, l'absence d'acclimatation de *Diachasmimorpha tryoni*, parasitoïde de *Ceratitis capitata*. En outre, un point actualisé a été fait sur le statut des parasitoïdes indigènes de *Tephritidae*. Une tentative d'introduction d'un *Psyttalia* sp. d'origine africaine (pupes parasitées provenant de l'Icipe, Kenya), parasitoïde de *Ceratitis rosa* a été menée. Malheureusement, le faible nombre de parasitoïdes qui ont émergé des pupes et le sex-ratio biaisé n'ont pas permis d'obtenir une descendance.

Mouche de la pêche

La cartographie des piégeages de la mouche de la pêche *Bactrocera zonata* en zone d'éradication et en zone de surveillance s'est poursuivie durant le premier semestre 2001. On a ainsi pu constater une dispersion des populations sur l'ensemble des zones littorales de l'île, avec une plus forte concentration des populations dans le Nord (St-Denis, Ste-Marie) et le Nord-Ouest (La Possession, La Rivière-des-Galets).

La réalisation d'un inventaire des plantes-hôtes de la mouche de la pêche a été initiée depuis mars 2001. De mars à septembre 2001, dix espèces ont pu être identifiées comme fruits-hôtes (avocat, noix de badame, élengi, goyave, grenade, jamrosat, jujube, mangue, pomélo, vangassay).

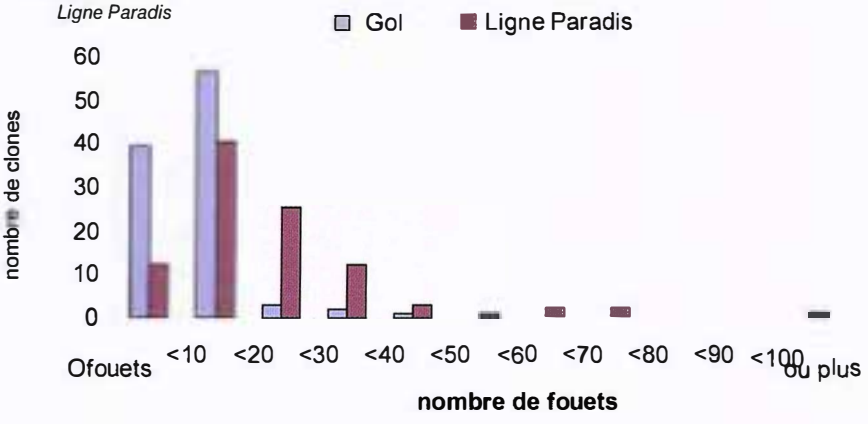
B. Hurtrel, S. Quilici

Résistance des plantes aux bioagresseurs

Etude du déterminisme génétique de la résistance à la maladie du charbon de la canne à sucre

Le charbon de la canne à sucre est une maladie majeure au niveau mondial. La résistance à cette maladie est une préoccupation permanente pour tous les programmes de sélection.

Fig 10 : Distribution des clones en fonction du nombre de fouets produits en vierge dans l'essai préliminaire du Gol et dans l'essai de Ligne Paradis



A la Réunion, un travail lourd de cartographie génétique et de détection de QTL's a été entrepris afin de mieux comprendre le déterminisme génétique de cette maladie.

Ce projet implique le recoupement de résultats provenant de travaux de génotypage moléculaire et d'évaluations sur le terrain de la résistance au charbon de la descendance étudiée. Un nouvel essai a été mis en place sur la station du Gol (Cerf) dans le but d'évaluer la résistance au charbon de 196 clones du croisement R570 castrée x MQ 76/53. Cet essai est une répétition de l'essai planté l'an dernier sur la station Cirad de Ligne Paradis. La fig.10 compare les résultats obtenus dans l'essai préliminaire (sans touffes infestantes) et dans l'essai planté à Ligne Paradis (avec des touffes infestantes régulièrement intercalées). Le dispositif utilisé semble performant.