



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
des cultures
pérennes
CIRAD-CP

**MISSION DANS LA PLANTATION DE COCOTIERS DE
RSUP A PULAU BURUNG / SUMATRA / INDONÉSIE
3 novembre au 14 décembre 1997**

**Recherches sur les facteurs limitant le rendement
du cocotier hybride PB121**

R. PHILIPPE (Entomologiste) & C. JOURDAN (Physiologiste racinaire)

CP SIC 914

Mars 1998

6, rue du 61
Clergerie
75116 Paris
téléphone :
01 53 70 20 00
télécopie :
01 53 70 21 45
télex :
645 491 F

EPIC-SIRET
331 596 270 000 24



**MISSION DANS LA PLANTATION DE COCOTIERS DE
RSUP A PULAU BURUNG / SUMATRA / INDONÉSIE
3 novembre au 14 décembre 1997**

**Recherches sur les facteurs limitant le rendement
du cocotier hybride PB121**

R. PHILIPPE (Entomologiste) & C. JOURDAN (Physiologiste racinaire)

CP SIC 914

Mars 1998

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| CALENDRIER DE MISSION | I |
| RÉSUMÉ | IV |
| INTRODUCTION | V |
| EFFET DES ATTAQUES DE <i>Sufetula</i> (<i>Lepidoptera - Pyralidae</i>) SUR LA PRODUCTION DU COCOTIER DE RSUP (R. PHILIPPE) | |
| I. BIOLOGIE DE <i>Sufetula</i> | 1 |
| II. ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DE POPULATION DE <i>Sufetula</i> | 1 |
| II.1. Méthode | |
| II.2. Résultats | |
| III. ANALYSE DES SORTIES D'ADULTES DE <i>Sufetula</i> DANS LES CONDITIONS NATURELLES - HSF 9 | 2 |
| IV. PIÉGEAGE LUMINEUX - HSF 13 | 2 |
| V. ELEVAGE DE <i>Sufetula</i> -HSF 12 | 6 |
| VI. RECHERCHE DE PHÉROMONE CHEZ LES FEMELLES <i>Sufetula</i> | 6 |
| VII. RELATION ENTRE ATTAQUES DE <i>Sufetula</i> SUR LES RACINES ET LA PRODUCTION | 6 |
| VIII. ANALYSE DE LA RÉPARTITION DES ATTAQUES DE <i>Sufetula</i> EN FONCTION DES VARIÉTÉS ET HYBRIDES DE COCOTIERS | |
| VIII.1. Parcelle A (Champ semencier n° 1) | 7 |
| VIII.2. Parcelles K1-02, 03, 04, 05 | 8 |
| VIII.3. Parcelle K02-01 | 9 |
| IX. RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES DES INSECTICIDES | |
| IX.1. Tests insecticides : HSF 10 / A07-01 / RSUP | |
| IX.1.1. Objectif | 10 |
| IX.1.2. Matériel et méthode | 10 |
| IX.1.3. Résultats | 11 |
| IX.1.4. Remarques | 11 |

| | |
|---|-----------|
| IX. 2. Incidence des attaques de <i>Sufetula</i> sur la production : | |
| HSF 11 / A07-02 / RSUP | |
| IX.2.1. Objectif et rappel | 12 |
| IX.2.2. Matériel et méthode | 12 |
| IX.2.3. Résultats | 12 |
| IX.2.4. Remarques | 13 |

X. ANALYSE DES RESULTATS PRÉLIMINAIRES DES ESSAIS HSF 05 ET 07

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| X.1. HSF 05 | |
| X.1.1. Objectif | 13 |
| X.1.2. Rappel du protocole | 14 |
| X.1.3. Résultats | 14 |
| X.1.4 Remarques | 14 |
| X.2. HSF 07 | |
| X.2.1. Objectif | 16 |
| X.2.2. Rappel du protocole | 16 |
| X.2.3. Résultats préliminaires | 16 |

**AUTRES FACTEURS AGRONOMIQUES INFLUANT SUR LA PRODUCTION
DES COCOTIERS DE RSUP** **FA1 à FA9**

EXPÉRIMENTATION **E1 à E6**

**ETUDE DU DÉVELOPPEMENT DES RACINES DES COCOTIERS DE RSUP
(C. JOURDAN)**

CONCLUSIONS **C1 à C2**

RECOMMANDATIONS **R1 à R3**

CALENDRIER DE MISSION

- Lundi 3 novembre 1997 : Départ Montpellier 6h40.
Départ Paris 11h10.
- Mardi 4 novembre 1997 : Arrivée Singapour 7h30 - Départ pour Batam 8h45.
Arrivée Batam 9h15 - Départ pour RSUP 10h30.
Arrivée Plantation 12h30 - Réception MM. Lilik, Husni.
- Mercredi 5 novembre 1997 : Réception M. Sam Pak Lam (Directeur de la plantation).
Visite de toutes les parcelles expérimentales.
- Jeudi 6 novembre 1997 : Choix du site et des arbres pour la pose des rhizotrons dans A07-02.
R. PHILIPPE Mise au point de toutes les données acquises de juillet à octobre 97 et programmation des activités.
C. JOURDAN Pose des rhizotrons verticaux.
- Vendredi 7 novembre 1997 : R. PHILIPPE Prélèvements des racines dans le jardin grainier de la parcelle A.
C. JOURDAN Suite pose des rhizotrons verticaux.
- Samedi 8 novembre 1997 : R. PHILIPPE Prélèvements des racines dans le jardin grainier de la parcelle K1-02.
C. JOURDAN Fin pose des rhizotrons verticaux et début pose des rhizotrons horizontaux.
- Dimanche 9 novembre 1997 : Repos et traitements des données.
- Lundi 10 au vendredi 14 Novembre 1997 : R. PHILIPPE Prélèvements et mesures dans les parcelles A07-01 et A07-02.
C. JOURDAN Fin pose des rhizotrons horizontaux, installation réseau piézomètres, début grandes excavations.
- Samedi 15 novembre 1997 : Meeting avec MM Lilik, Husni et Rachmat.
- Lundi 17 novembre 1997 : R. PHILIPPE Prélèvements des racines dans le jardin grainier de la parcelle K1-03.
C. JOURDAN Suite grandes excavations dans A07-02.
- Mardi 18 novembre 1997 : R. PHILIPPE & C. JOURDAN
Visite de l'essai RS ES 07 et autres parcelles à RSTM.
- Mercredi 19 novembre 1997 : R. PHILIPPE Prélèvements des racines dans le jardin grainier de la parcelle K1-03.
C. JOURDAN Grandes excavations dans A07-02 (suite), Prélèvements pour analyse histologique dans la parcelle K03-01.

- Jeudi 20 novembre 1997 : R. PHILIPPE Visite de la pépinière de cocotier.
C. JOURDAN Grandes excavations (fin) et abattage des arbres dans A07-02.
- Vendredi 21 novembre 1997 : R. PHILIPPE Prélèvements des racines dans le jardin grainier de la parcelle K1-05.
Essai de piégeage lumineux.
C. JOURDAN Abattage des arbres et comptage des racines.
- Samedi 22 novembre 1997 : R. PHILIPPE Mesure des distances entre arbres à A07-02.
C. JOURDAN Comptage des racines (suite).
- Dimanche 23 novembre 1997 : Repos et traitements des données.
- Lundi 24 novembre 1997 : R. PHILIPPE Traitement insecticide à A07-01 et 07-02.
Prélèvement dans parcelle 10-02.
C. JOURDAN Visite à BRS (palmier à huile).
- Mardi 25 novembre 1997 : R. PHILIPPE Essai d'élevage de *Sufetula* sur milieu artificiel. Préparation des racines saines et séchage.
C. JOURDAN Visite à BRS (palmier à huile).
- Mercredi 26 novembre 1997 : R. PHILIPPE & C. JOURDAN
RSTM Essai RS CC 21 : abattage plants de 6 mois.
Observations sur palmiers à huile de RSUP.
- Jeudi 27 novembre 1997 : Meeting avec tous les Responsables de RSUP.
Pose des feuilles plastiques transparentes sur les rhizotrons.
- Vendredi 28 novembre 1997 : R. PHILIPPE Prélèvements dans la parcelle K1-02.
Fin des traitements insecticides.
C. JOURDAN Départ pour Singapour, puis France.
- Samedi 29 novembre 1997 : Prélèvements dans parcelle K1-03, 04.
Comptage des racines sur les arbres abattus (fin).
- Dimanche 30 novembre 1997 : Repos - Rédaction rapport mission.
- Lundi 1er décembre 1997 : Prélèvements dans la parcelle K2-01.
Etiquetage nouvel essai HSF 14 dans parcelle A07-01.
Pose des feuilles plastiques sur les rhizotrons (suite) et abattage de 4 nouveaux cocotiers.
- Mardi 2 décembre 1997 : Prélèvements dans parcelle 08 - 16 A.
Etiquetage nouvel essai HSF 14 dans A07-01 (suite). Démarrage de pose de la bourre de noix autour des cocotiers. Abattage de 4 nouveaux cocotiers (suite).
- Mercredi 3 décembre 1997 : Etiquetage nouvel essai HSF 14 dans A07-01 (fin).
Abattage de 4 nouveaux cocotiers (suite et fin).

- Jeudi 4 décembre 1997 : Pose de la bourre de noix autour des cocotiers (suite).
Comptage des racines sur les arbres abattus.
- Vendredi 5 décembre 1997 : Pose de la bourre de noix autour des cocotiers (suite).
Comptage des racines sur les arbres abattus (suite).
- Samedi 6 décembre 1997 : Pose de la bourre de noix autour des cocotiers (suite)
Collecte de 28 sacs de cocopeat à KM 00 et étalement dans l'après-midi.
Comptage des racines sur les arbres abattus (suite et fin).
- Dimanche 7 décembre 1997 : Repos - Rédaction rapport mission.
- Lundi 8 décembre 1997 : Examen des rhizotrons.
Démarrage essai dans A07-02 et suite essai dans A07-01.
Ramassage des larves de Sufetula.
- Mardi 9 décembre 1997 : Suite essai dans A07-01.
Ramassage des larves de Sufetula (suite).
- Mercredi 10 décembre 1997 : Ramassage des larves de Sufetula (suite).
Suite essai dans A07-01.
Collecte dans l'essai RS ES 21 des adultes de Pyralidae pour détermination.
- Jeudi 11 décembre 1997 : Ramassage des larves de Sufetula (suite).
Suite essai dans A07-01.
Après-midi meeting avec les Responsables de RSUP.
- Vendredi 12 décembre 1997 : Ramassage des larves de Sufetula et préparation.
Suite essai dans A07-01.
- Samedi 13 décembre 1997 : Départ pour Singapour.
- Dimanche 14 décembre 1997 : Départ pour la France.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent de vifs remerciements à tous les responsables de la plantation de RSUP, en particulier à MM. Sam Pak Lam, Lilik Qusairi, ainsi qu'à tous les cadres, MM Husni, Rachmat, Kairudin, et à tout le personnel des Services Défense des Cultures et Agronomie, pour leur accueil chaleureux, pour leur disponibilité, pour leur aimable et amicale collaboration, ce qui a facilité le bon déroulement de la mission.

Nous tenons également à remercier vivement les responsables de la plantation de BRS, spécialement MM. Sahid Martono et Chew, ainsi que les agronomes, MM. Rislianto et Syahbuddin, et leur personnel pour leur accueil, leur aide et la mise à disposition du matériel végétal.

RÉSUMÉ

Cette mission conjointe d'un entomologiste et d'un physiologiste spécialisé dans l'étude des systèmes racinaires, réalisée au cours des mois de novembre et décembre 1997, a permis d'affirmer que les attaques des chenilles de *Sufetula* sont bien responsables, en partie, de la faible production des cocotiers de RSUP à Pulau Burung. En effet, les grandes excavations effectuées au pied de bons et de mauvais producteurs, âgés de 10 ans, ont montré une limitation de la croissance en longueur des racines : 1 à 3 m, rarement plus, au lieu de 7 à 9 m pour des arbres de même âge, en conditions non limitantes. La vitesse d'élongation des racines est apparemment très lente. Le nombre des racines primaires est anormalement élevé par répétitions successives. En outre, il est étonnant de noter l'existence d'une zone sèche s'étendant sur un rayon de 80 cm autour du stipe et jusqu'à 30 cm de profondeur, alors que la nappe d'eau est située à 1 m de profondeur seulement. C'est précisément dans cette zone sèche que se trouve la majorité des racines tertiaires et quaternaires qui sont les plus absorbantes du système. Enfin, cette zone sèche a également été observée juste sous le stipe, jusqu'à une profondeur de 80 cm chez certains arbres, à l'intérieur de la parcelle. Par ailleurs, il existe une forte érosion du sol, consécutive aux fortes pluies, dans un rayon de 2 m autour du stipe. A ce processus d'érosion, s'ajoute le phénomène de tassement naturel de la tourbe, l'ensemble provoquant la formation d'une butte caractéristique à la base des cocotiers. La conséquence de cette formation est une mise à nu des racines superficielles, essentiellement absorbantes, qui se dessèchent ensuite au soleil et qui sont aussi plus facilement attaquées par les chenilles.

Cependant, les chenilles de cette espèce ne sont très probablement pas à l'origine de la très grande hétérogénéité qui affecte la croissance de ces cocotiers ; celle-ci est principalement induite par d'autres facteurs, comme par exemple le niveau de la nappe d'eau. Cette hétérogénéité se traduit par la présence de cocotiers très grands (plus de 7 m de haut), des arbres de taille moyenne (5 à 6 m) et des plus petits (2 à 3 m). Or, ces trois catégories sont toutes plus ou moins attaquées par les chenilles, ce qui empêche, en partie, l'établissement d'une corrélation entre le taux d'attaques des chenilles et le nombre de noix. Cependant, il a été possible de montrer qu'il existe une bonne relation triangulaire entre la hauteur des cocotiers, le poids frais de leurs racines et le nombre de noix présentes sur les cocotiers.

Par ailleurs, il est apparemment difficile d'établir une bonne relation entre les attaques des chenilles et la production des cocotiers, car l'effet cumulatif des attaques ne peut pas être mesuré avec précision ; en effet, ces attaques ne sont pas fortes, brutales et localisées dans le temps et dans l'espace. Elles sont plutôt faibles en général et se réalisent d'une manière irrégulière et continue, au cours des mois et des années. Il existe un chevauchement des générations.

Sufetula a un cycle de développement de 38 jours. Le cycle larvaire se réalise entièrement dans le sol ; la nymphose se réalise soit à l'extérieur, soit à l'intérieur des racines. Il est donc très difficile d'atteindre directement les chenilles par des traitements insecticides, ce qui rend, ainsi, très délicat l'appréciation précise de l'efficacité biologique réelle des molécules toxiques. Deux essais ont permis de noter que trois insecticides peuvent être utilisés contre cet insecte : Larvin (Thiodicarb), Dursban (Chlorpyrifos-ethyl) et Supracide (Méthidathion). Les traitements mensuels ne sont pas tout à fait suffisants pour bien empêcher les attaques de ces chenilles ; il sera nécessaire d'utiliser un adhésif pour réduire le lessivage par les fortes pluies. 6 mois après les traitements insecticides, l'effet bénéfique sur la production, s'il existe, n'est pas encore sensible.

Un nouvel essai a été mis en place pour lutter contre *Sufetula*, pour améliorer le degré d'humidité près de la surface du sol et pour réduire l'érosion : - couverture du sol jusqu'à 2 m autour du stipe avec de la bourre de noix de coco, avec ou sans traitement insecticide - couverture du sol jusqu'à 2 m autour du stipe avec du "cocopeat" (résidus de défibrage de la bourre), avec ou sans traitement insecticide - traitement insecticide seul - témoin sans nettoyage du rond.

INTRODUCTION

A partir de 1990, les cocotiers de la plantation de RSUP à Pulau Burung ont présenté, à des degrés divers, les symptômes typiques suivants :

- Régimes secs sans noix, quelques fois en nombre considérable : jusqu'à 5 ou 6 régimes secs successifs.
- Feuilles basses avec un dessèchement précoce.

La présence de ces symptômes a été observée un peu partout dans cette plantation, avec une extension plus ou moins importante suivant les endroits. Parallèlement à ces observations, une stagnation du rendement du cocotier, à des niveaux nettement plus bas que le potentiel de production de l'hybride PB 121, a été constatée dans l'ensemble de cette cocoteraie commerciale. Cinq hypothèses ont donc été émises pour tenter d'expliquer la faible production du matériel végétal dans les conditions écologiques de RSUP :

- Effet de la densité de plantation
- Effet de la hauteur de la nappe d'eau
- Effet de la préparation du terrain
- Effet de la nutrition minérale
- Effet des attaques des racines par les chenilles de *Sufetula*

Toutes ces hypothèses ont été étudiées au cours de ces dernières années ; certaines d'entre elles font encore l'objet d'essais actuels.

L'essai RS CC 04 a montré que la **densité de 180 plants/ha n'induit pas les symptômes de régimes secs ou/et des feuilles basses prématurément sèches** (Desmier de Chenon & Bonneau, rapport de mission Doc CP 678 - novembre 96).

La présence des symptômes de "régimes secs ou/et des feuilles basses prématurément sèches" est indépendante du gradient de la nappe d'eau ; ceci a été observé à la fois dans les parcelles ou parties de parcelles avec une nappe d'eau relativement haute et dans les parcelles ou parties de parcelles avec une nappe d'eau relativement basse. Ceci exclut les parcelles situées en zone basse qui sont souvent inondées, où les cocotiers souffrent et portent des symptômes typiques d'asphyxie sur sol détrempé. Nous pouvons assurer que parmi les variations indiquées, il est improbable que la stagnation de la production soit due à la hauteur de la nappe d'eau (Desmier de Chenon & Bonneau, rapport de mission Doc CP 678 - novembre 96).

Il est d'ailleurs improbable que la stagnation de la production soit due aussi à la préparation du terrain. En effet, une bonne préparation du terrain induit sans doute une croissance des cocotiers plus homogène (comme à RSTM), d'où une production plus précoce, mais le rendement stagne aussi, une fois qu'un plateau a été atteint (Desmier de Chenon & Bonneau, rapport de mission Doc CP 678 - novembre 96).

L'hypothèse de la déficience en silice semble, d'ailleurs, de plus en plus improbable. Il est également improbable qu'une autre déficience soit responsable de cette stagnation de la production (Desmier de Chenon & Bonneau, rapport de mission Doc CP 678 - novembre 96).

Il a été constaté, lors de la mission effectuée en juin 97 (Philippe, rapport de mission DOC CP SIC 846, septembre 97), que la croissance des cocotiers est très hétérogène dans l'ensemble de la plantation. Les attaques des chenilles sont aussi nombreuses sur les bordures des drains qu'à l'intérieur des parcelles. Or, le long de ces drains, les 2 ou 3 premières rangées de cocotiers sont, en grande majorité, très bons producteurs.

Les arbres bons producteurs (supérieur à 100 noix présentes sur l'arbre) sont aussi attaqués que les arbres mauvais producteurs (inférieur à 70 noix).

Le système racinaire des cocotiers plantés sur sols argileux est également très attaqué par ces chenilles, malgré la compacité du sol. Or, ces cocotiers sont en moyenne très bons producteurs, comme tout PB121 classique, et ils ont une hauteur quasi homogène.

Un phénomène de manque de disponibilité en eau situé dans les 5 premiers centimètres du sol pourrait perturber d'une manière sensible le fonctionnement des racines tertiaires et quaternaires très denses à ce niveau-là et cela peut entraîner aussi une faible production. D'autres facteurs agronomiques ont dû provoquer dans le jeune âge un stress qui a engendré une croissance aussi irrégulière des cocotiers.

Par ailleurs, les analyses statistiques des observations recueillies lors de cette mission de juin 97 n'ont révélé que des corrélations partielles, laissant ainsi supposer l'existence d'une interférence éventuelle d'autre(s) facteur(s) limitant(s) ou/et celle d'un effet cumulatif des attaques de ces chenilles qui est évidemment très délicate à apprécier d'une manière précise.

Par conséquent, il a été proposé qu'une mission conjointe d'un entomologiste et d'un physiologiste spécialisé dans l'étude des racines, soit réalisée au cours des mois de novembre et décembre 1997.

**EFFET DES ATTAQUES *DE Sufetula*
(*Lepidoptera - Pyralidae*) SUR LA
PRODUCTION DU COCOTIER DE
RSUP**

(R. PHILIPPE)

EFFET DES ATTAQUES DE *Sufetula* (*Lepidoptera* - *Pyralidae*) SUR LA PRODUCTION DU COCOTIER DE RSUP

(R. PHILIPPE)

I. BIOLOGIE DE *Sufetula*

Elle a été étudiée au laboratoire de protection des végétaux de RSUP, dans des grandes boîtes de Pétri (communication personnelle de Husni des résultats obtenus avec Desmier de Chenon).

| | |
|--------------------------------------|---|
| Incubation des oeufs | 4 à 5 jours (moyenne = 5 jours) |
| Développement des larves en 5 stades | 16 à 22 jours (moyenne = 19 jours) |
| Nymphose | 3 à 9 jours (moyenne = 6 jours) |
| Période de préoviposition | 5 à 11 jours (moyenne = 8 jours) |
| Total du cycle biologique = | 28 à 47 jours (moyenne = 38 jours) |

Des échantillons d'adultes de *Pyralidae* ont été collectés et ramenés à Montpellier pour déterminations ; en effet, des collectes effectuées au niveau des fougères dans la parcelle ont montré la présence de deux ou trois espèces de *Pyralidae*. *Sufetula sunidesalis* est bien présent parmi les adultes qui émergent des nymphes obtenues à partir des chenilles récoltées dans les racines de cocotier ; mais il apparaît d'autres adultes de coloration plus claire, avec seulement un point noir sur chacune des ailes supérieures et moins de tâches sombres et de lignes brisées blanchâtres que celles de *S. sunidesalis*

II. ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DE POPULATION DE *Sufetula*

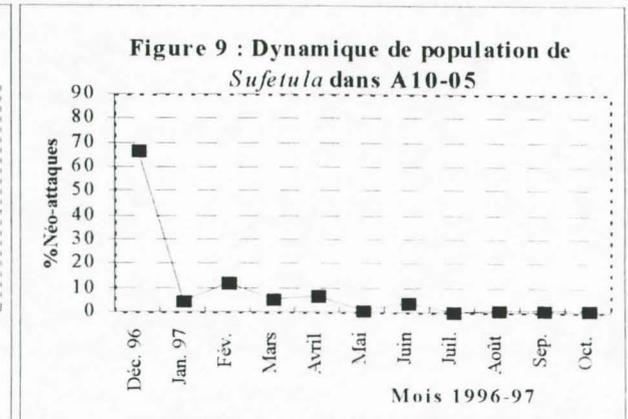
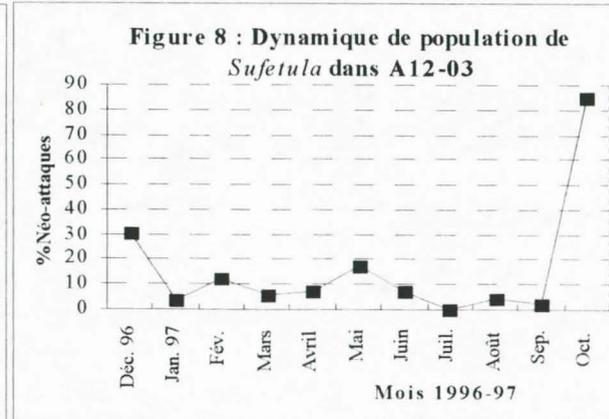
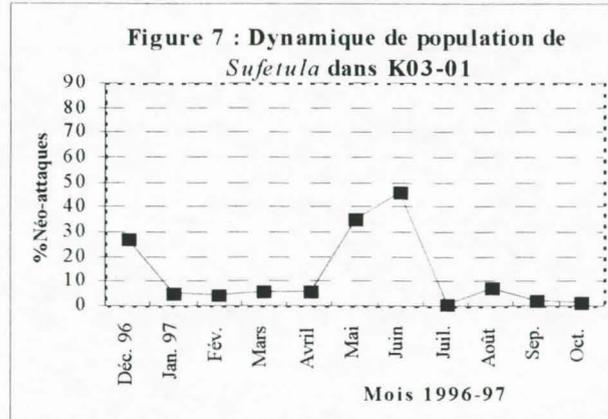
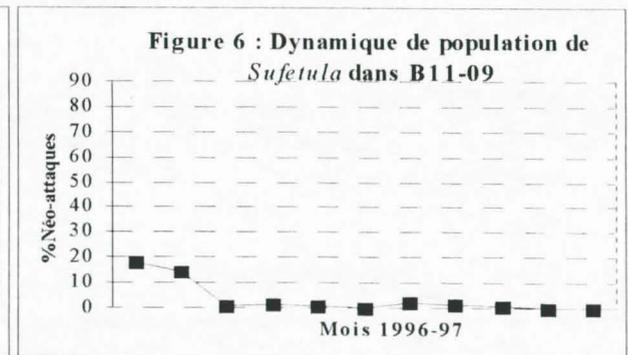
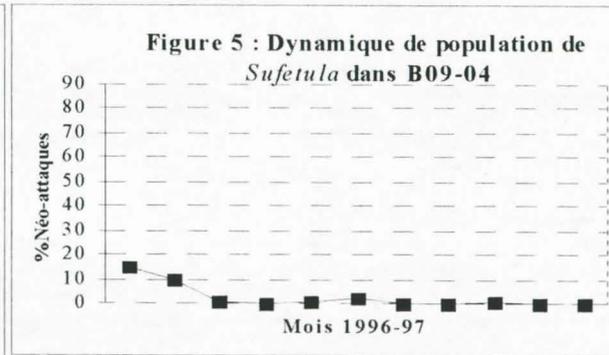
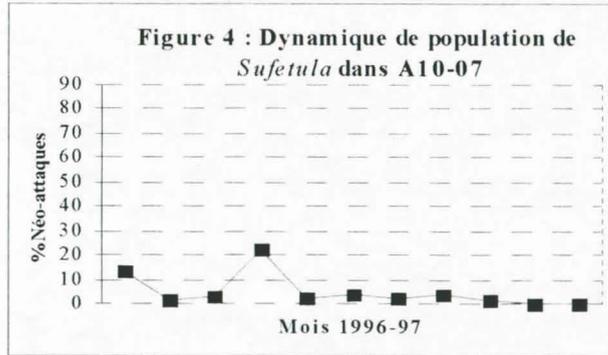
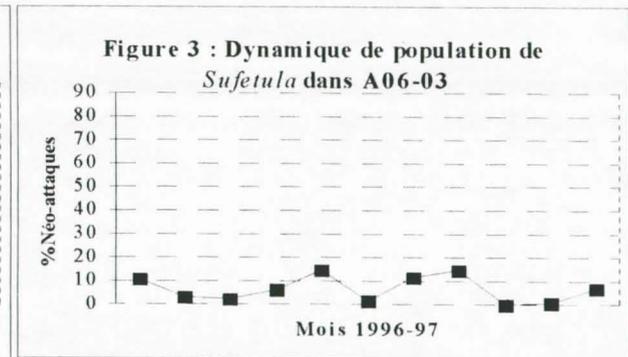
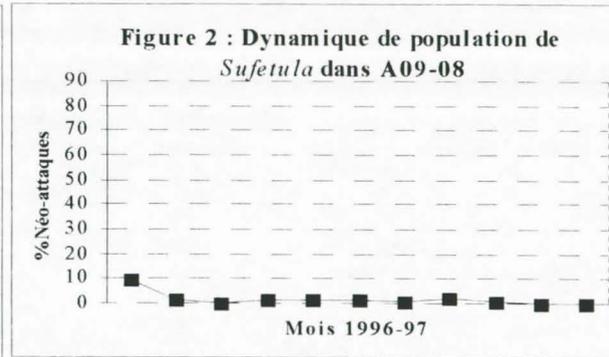
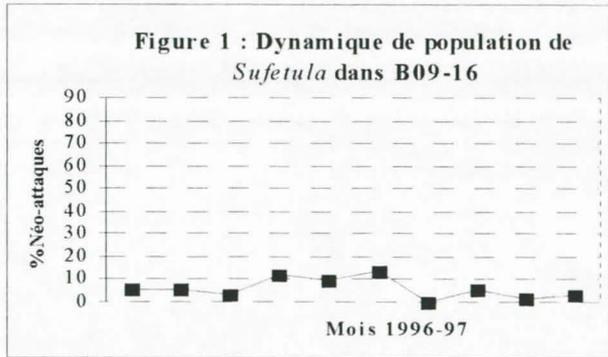
II.1. Méthode

Les prélèvements ont été réalisés tous les mois, depuis décembre 1996, dans des trous de 40x40x40 cm, à 1,5 m du stipe, sur la ligne de cocotiers, vers le nord ou le sud. 10 arbres ont été pris au hasard dans 9 parcelles âgées de 6 à 10 ans. Le taux d'attaques nouvelles est calculé de la manière suivante : nombre d'attaques nouvelles sur total des racines saines, des racines anciennement attaquées et des racines nouvellement attaquées.

II.2. Résultats

Les figures 1 à 9 montrent que les attaques récentes, reconnaissables par la présence de déjections plus ou moins oxydées ou par la présence de chenilles dans les galeries, ne sont pas très nombreuses dans la majorité des parcelles observées ; le taux d'attaques est en moyenne de 7 % de racines récemment attaquées avec un maximum de 13 % et un minimum de 2,5 %. Ces attaques récentes fluctuent au cours de l'année dans ces 9 parcelles observées.

| | | |
|--------|-----------------------|---|
| A09-08 | mars 90 (Figure 2) | très faible proportion de racines |
| B09-04 | août 87 (Figure 5) | nouvelles attaquées durant |
| B11-09 | juillet 88 (Figure 6) | toute l'année |
| A10-07 | mars 90 (Figure 4) | un pic en mars (plus de 20% de racines nouvelles attaquées) |



| | | |
|--------|---------------------|--|
| B09-16 | mai 90 (Figure 1) | augmentation des attaques nouvelles de mars à mai 97 |
| A06-03 | juin 87 (Figure 3) | un pic en avril et 2 autres en juin et juillet 97 |
| A10-05 | sept. 87 (Figure 9) | fortes attaques nouvelles en décembre 96, puis diminution progressive des attaques depuis cette date |
| K03-01 | avril 87 (Figure 7) | attaques nouvelles d'intensité moyenne en décembre 96, puis nouvelle augmentation en mai et juin 97 |
| A12-03 | mai 89 (Figure 8) | attaques nouvelles d'intensité moyenne comme dans K03-01 en décembre 96, puis fluctuation des attaques en deçà des 20%, ensuite augmentation brutale des attaques nouvelles en octobre 97. |

Pour l'année 1998, nous avons conseillé de conserver 5 parcelles : A06-03 ; A09-08 ; B11-09 ; K03-01 et A12-03 pour le suivi de la dynamique des populations de *Sufetula*. Les prélèvements des racines seront effectués dans deux trous, de dimensions suivantes : 1,00 m x 0,40 m x 0,40 m, l'un réalisé sur la ligne de cocotier et le second perpendiculairement à l'axe de la ligne et placé dans l'interligne, à 0,80 m du stipe. Il sera également intéressant de ne comptabiliser que le nombre de racines saines et celui de racines nouvellement attaquées.

III. ANALYSE DES SORTIES D'ADULTES DE *Sufetula* DANS LES CONDITIONS NATURELLES - HSF 9

A côté de l'essai HSF 05, on a installé le 18 juin 1997 un autre test similaire HSF 09 / A06-03 / RSUP avec des bâches plastique transparentes, formant un carré de 6 m x 7 m. Trois arbres (C1 à C3) ont été déjà préparés de cette manière-là. Aucun traitement insecticide n'a été effectué. Toutes les semaines, les bâches de ces trois arbres ont été enlevées pour ramasser et compter tous les adultes de *Sufetula* trouvés, puis elles ont été remises en place. En août 97, 4 autres cocotiers (C4 à C7) ont été préparés de la même manière et en octobre 97, 3 nouveaux cocotiers (C8 à C10) ont été ajoutés.

La figure 10 révèle que les sorties hebdomadaires d'adultes sont très faibles en moyenne. En outre, elles ne sont pas régulières d'un arbre à l'autre et d'une semaine à l'autre (figures 11 à 20). Ceci laisse supposer l'existence d'un chevauchement de générations.

IV. PIÉGEAGE LUMINEUX - HSF 13

Deux séances de piégeage ont été réalisées à partir de 19h avec une lampe à vapeur de mercure : une dans la parcelle située juste derrière le laboratoire (branchement sur le secteur) et la seconde dans la parcelle d'essai RS CC 21 (utilisation d'un petit groupe électrogène). Aucun *Sufetula* adulte n'a été attiré par la lumière. Il faut souligner en plus le très faible nombre d'insectes (libellules, petites sauterelles vertes, cicadelles...) qui sont venus vers cette lumière, ce qui est d'ailleurs fort étonnant. Ceci laisse supposer que l'entomofaune au niveau de la couverture végétale n'est pas très importante.

Lors d'une prochaine mission, il sera intéressant de tester un tube actinique qui émet des rayons proches de l'ultra violet et un tube de lumière noire ou de Wood qui émet des ondes U.V. longues.

Figure 10 : Analyse des sorties d'adultes de *Sufetula* dans K06-03

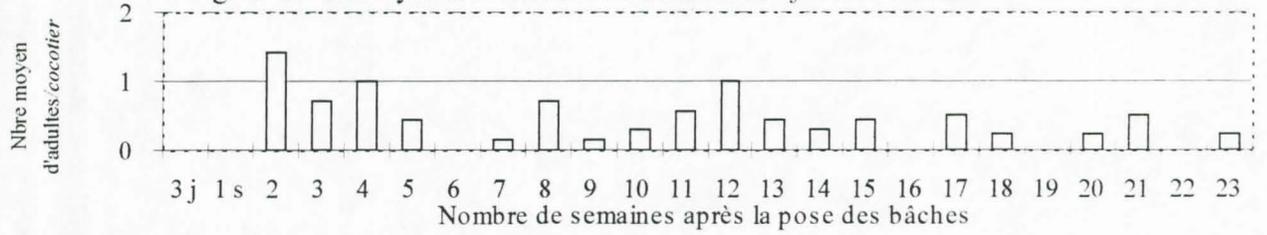


Figure 11 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C1

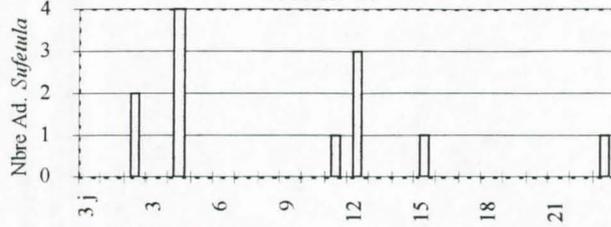


Figure 12 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C2

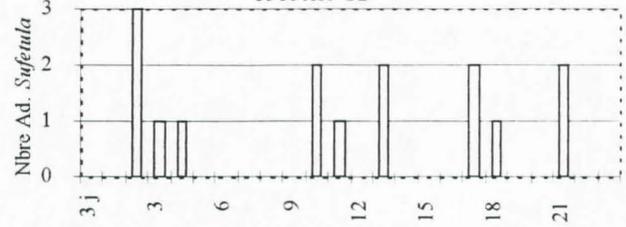


Figure 13 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C3

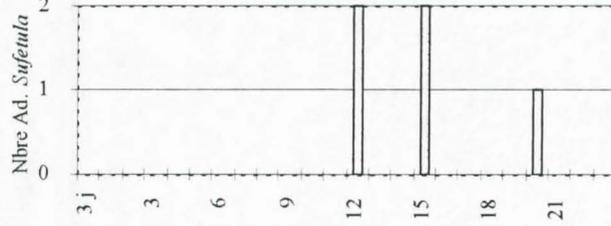


Figure 14 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C4

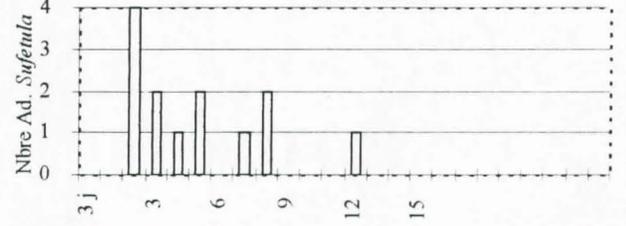


Figure 15 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C5

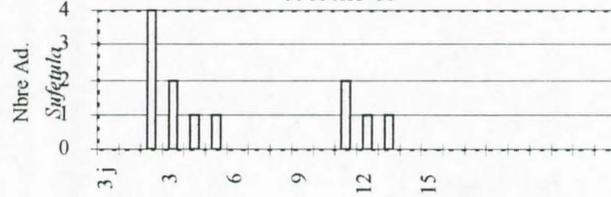


Figure 16 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C6



Figure 17 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C7

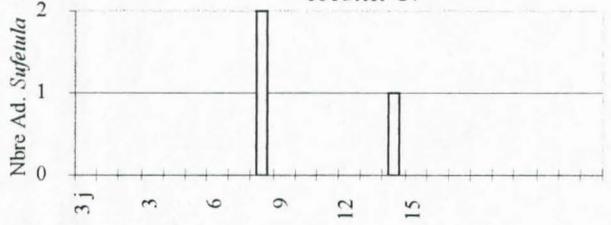


Figure 18 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C8

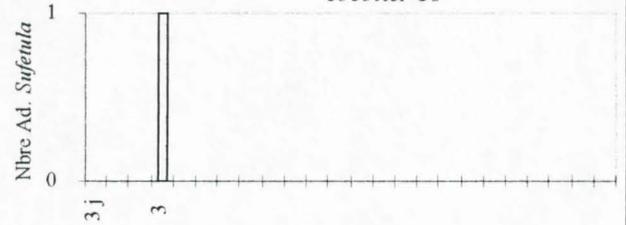


Figure 19 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C9

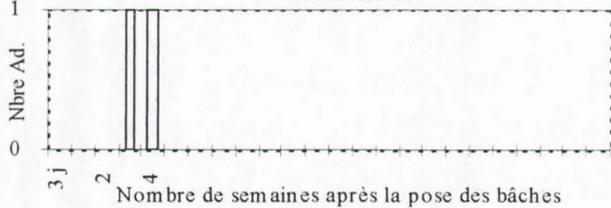
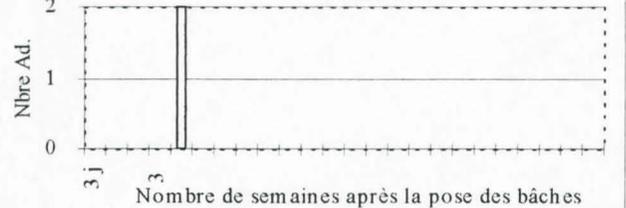


Figure 20 : Sorties des adultes de *Sufetula* du cocotier C10



V. ELEVAGE DE *Sufetula* -HSF 12

Il est possible d'obtenir des pontes en mettant des adultes dans une grande boîte de Pétri avec une couche d'un centimètre environ de tourbe. Les éclosions se réalisent bien ; les larves de premier stade se retrouvent très rapidement au fond de la boîte. Ensuite, des racines primaires leur sont présentées ; de nouvelles racines sont ajoutées toutes les semaines. Cependant, il sera difficile d'obtenir un élevage de masse de cette manière-là.

Les essais de mise en contact de larves de différents stades avec un milieu synthétique composé de farine de blé et de maïs ont montré que si on les enfermait au préalable dans une cavité, 2 larves âgées sur 6 testées, ont creusé une galerie. Les petites larves se sont noyées dans ce milieu contenant trop d'eau. Cependant, une dessiccation trop poussée entraîne par la suite un durcissement rapide du milieu. Des échantillons secs de racines primaires, secondaires et tertiaires sont ramenés à Montpellier pour obtenir une poudre sèche qui servira à la confection d'un nouveau milieu à tester.

VI. RECHERCHE DE PHÉROMONE CHEZ LES FEMELLES *Sufetula*

Il a été possible de collecter, sur les racines des noix germées en plantation, 289 larves des deux ou trois derniers stades de développement, au bout de 5 jours de travail avec 2 à 4 opérateurs par jour. Ces larves ont été ramenées à Montpellier dans des fragments de racines. A partir de cet échantillon, on a pu obtenir 45 nymphes et 57 adultes, soit au total 102 individus qui ont été envoyés au laboratoire des Médiateurs chimiques à Versailles (France), en deux fois à cause de leur sortie échelonnée dans le temps. P. Zagatti, spécialiste dans ce laboratoire, a récupéré seulement 13 femelles vivantes sur l'ensemble des adultes, car les nymphes ont toutes été tuées par le froid ; les adultes semblent avoir mieux résisté aux mauvaises conditions survenues au cours de l'expédition. Les analyses par chromatographie seront ultérieurement réalisées.

Un deuxième échantillon de chenilles sera ramené à Montpellier par Xavier Bonneau au début de mars 98. Il sera remis en main propre à P. Zagatti qui pourra collecter directement les adultes dès l'émergence.

VII. RELATION ENTRE ATTAQUES DE *Sufetula* SUR LES RACINES ET LA PRODUCTION

Les prélèvements de racines sont, cette fois-ci, réalisés dans trois trous de dimensions 40x40x40 cm, orientés dans trois directions : nord, sud-est et sud-ouest, toujours à 80 cm du stipe, dans les parcelles A07-01 et A07-02.

Comme lors de la précédente mission effectuée en juin 1997, il est également difficile d'établir une corrélation significative entre le taux d'attaques des chenilles sur n'importe quelle catégorie de racines et le nombre de noix ou fleurs femelles présentes sur les différents rangs de feuilles des cocotiers (Tableaux 1 & 2). Ceci confirme le fait que l'hétérogénéité, engendrée par d'autres facteurs agronomiques, masque nettement cette corrélation. En outre, ce manque de corrélation pourrait également signifier que l'état actuel du système racinaire serait la résultante d'une accumulation d'attaques d'intensité variable au cours des mois et des années.

Il faut rappeler que les attaques de ces chenilles peuvent commencer très tôt, dès la plantation. En effet, on trouve déjà des attaques de *Sufetula* sur les racines des noix germées dans les plantations en rapport.

Tableau 1 : Matrice des coefficients de corrélation entre nombre de noix et pourcentage de racines saines dans la parcelle A07-01

| <i>Racines</i> | R1 | R2 | R3 | R1+R2+R3 |
|------------------------------------|---------|--------|--------|----------|
| <i>Nombre de noix ou de fleurs</i> | %Saines | %S | %S | %S |
| F10 | 0,041 | -0,257 | -0,093 | -0,184 |
| F11 à F13 | 0,045 | -0,252 | -0,042 | -0,141 |
| F14 | -0,172 | -0,144 | 0,170 | -0,024 |
| F15 à FB | -0,127 | -0,248 | 0,026 | -0,127 |
| Total fleurs + noix | 0,015 | -0,270 | 0,005 | -0,145 |

Tableau 2 : Matrice des coefficients de corrélation entre nombre de noix et pourcentage de racines saines dans la parcelle A07-02

| <i>Racines</i> | R1 | R2 | R3 | R1+R2+R3 |
|------------------------------------|---------|--------|--------|----------|
| <i>Nombre de noix ou de fleurs</i> | %Saines | %S | %S | %S |
| F10 | -0,153 | -0,051 | 0,258 | 0,080 |
| F11 à F13 | -0,234 | -0,294 | 0,159 | 0,008 |
| F14 | -0,229 | -0,048 | 0,021 | -0,197 |
| F15 à FB | -0,402 | -0,344 | -0,095 | -0,269 |
| Total fleurs + noix | -0,377 | -0,322 | 0,015 | -0,187 |

VIII. ANALYSE DE LA RÉPARTITION DES ATTAQUES DE *Sufetula* EN FONCTION DES VARIÉTÉS ET HYBRIDES DE COCOTIERS

VIII.1. Parcelle A (Champ semencier n° 1)

Pour chacun des 5 cocotiers échantillonnés par plante ou variété, on a prélevé les racines dans trois trous de dimensions 40x40x40 cm et orientés dans trois directions : nord, sud-est et sud-ouest, toujours à 80 cm du stipe.

Cette parcelle comporte les variétés CRD et NYD ainsi que du palmier à huile.

Le taux d'attaques globales sur l'ensemble des racines observées est de l'ordre de 20% (Tableau 3). Dans ces tourbes profondes, les palmiers à huile ont leurs racines souterraines attaquées par *Sufetula*.

Tableau 3 : Répartition des attaques de *Sufetula* sur le palmier à huile et sur deux variétés de cocotier

| NATURE | R1 | R1 | R2 | R2 | R3 | R3 | TOTAL | %TOTAL |
|-------------------------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------|----------|
| | Total | %attaques | Total | %attaques | Total | %attaques | RACINES | ATTAQUES |
| Palmier à huile Juillet 1990 | 94* | 22,34 | 366 | 24,04 | 1454 | 25,24 | 1914 | 24,87 |
| Cocotier | | | | | | | | |
| NYD Août 1989 | 158 | 47,47 | 215 | 38,14 | 946 | 21,56 | 1319 | 27,37 |
| CRD Septembre 1989 | 127 | 31,50 | 143 | 32,87 | 707 | 25,32 | 977 | 27,23 |

* = nombre total de racines (R1, R2 et R3) trouvées dans les trois trous des 5 arbres de chaque plante ou variété

VIII.2. Parcelles K1-02, 03, 04, 05

Ces parcelles, représentant la collection de RSUP, ont été plantées avec différentes variétés : Rennell (RLT - Iles Salomon) : 5,7 ha ; Grand Ouest Africain (GOA -WAT) : 8,3 ha ; Igo Duku (Indonésie) : 5,1 ha ; Grand de Polynésie (GPY - PYT) : 3,8 ha ; Grand de Concong (Indonésie) : 3,7 ha ; Grand de Bali (Indonésie) : 2,5 ha ; Grand de Khima (Indonésie) : 2,5 ha ; Grand de Tenga (Indonésie) : 2,5 ha ; Grand de Palu (Indonésie) : 2,5 ha ; Grand de Guntung (Indonésie) : 2,5 ha ; Grand de Takome (Indonésie) : 2 ha ; Grand de Ta (Indonésie) : 4,8 ha ; Grand de Dau (Vietnam) : 4,6 ha ; Grand de Eo (Vietnam) : 1,5 ha ; Grand de Xiem (Vietnam) ; Nain jaune de Nyass (Indonésie) : 2,3 ha ; Nain rouge du Cameroun (NRC - CRD) : 2 ha ; Grand de Salak (Indonésie) : 2 ha ; Grand de Raja (Indonésie) : 2 ha ; Nain jaune de Malaisie (NJM - MYD) : 2 ha ; Grand de Ternate (Indonésie) : 2 ha ; Nain rouge de Malaisie (NRM -MRD) : 4,1 ha.

Pour chacun des 5 cocotiers échantillonnés par variété, on a prélevé les racines dans un trou, de dimensions 80x40x40 cm et orientés perpendiculairement à l'axe de la ligne et placé dans l'interligne, toujours à 80 cm du stipe. Pour les variétés Grand Ouest Africain et Igo Duku, on a plutôt prélevé les racines dans trois trous, de dimensions 40x40x40 cm et orientés dans trois directions : nord, sud-est et sud-ouest, toujours à 80 cm du stipe.

Le tableau 4 montre que toutes les variétés sont attaquées par *Sufetula* à des degrés divers. On remarque, toutefois, que quatre variétés : Grands d'Indonésie Concong, Khima, Tenga et Palu, ont un pourcentage global d'attaques très faible (10 à 20%) par rapport aux autres variétés car leurs racines tertiaires sont très nombreuses et peu attaquées (environ 10%) ; cependant, leurs racines primaires et secondaires sont, par contre, aussi attaquées, sinon plus que celles des autres variétés. Par ailleurs, le nain jaune de Malaisie présente des attaques moyennes (environ 30%) sur les trois catégories de racines par rapport aux autres variétés qui présentent de fortes attaques sur les racines primaires et secondaires. Il sera donc intéressant de suivre tous les 6 mois l'évolution des attaques de *Sufetula* sur le MYD en comparaison avec le PB 121 et quelques autres variétés comme par exemple : BALI et XIEM,

Tableau 4 : Répartition des attaques de *Sufetula* en fonction des variétés de cocotier du jardin grainier (parcelles K1-02, 03, 04, 05)

| VARIETES | DATES DE PLANTATION | R1 total | R1 %attaques | R2 total | R2 %attaques | R3 total | R3 %attaques | TOTAL RACINES | %TOTAL ATTAQUES |
|----------|---------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|---------------|-----------------|
| WAT | nov-89 | 370* | 60.54 | 290 | 66.55 | 1071 | 54.44 | 1731 | 57.77 |
| IGO DUKU | sep-89 | 456 | 54.17 | 523 | 57.17 | 8921 | 56.28 | 9900 | 56.23 |
| RLT | sep-89 | 187 | 79.68 | 151 | 68.87 | 831 | 46.57 | 1169 | 54.75 |
| CRD | sep-89 | 40 | 45.00 | 119 | 42.02 | 1013 | 34.95 | 1172 | 36.01 |
| PB 121 | 1989 | 169 | 72.78 | 300 | 55.33 | 2451 | 27.34 | 2920 | 32.84 |
| | | | | | | | | | |
| Bali | jun-90 | 379 | 94.99 | 300 | 69.33 | 1353 | 37.40 | 2032 | 52.85 |
| PYT | jun-90 | 465 | 87.53 | 373 | 73.99 | 1050 | 58.10 | 1888 | 68.49 |
| CONCONG | jun-90 | 261 | 89.66 | 178 | 60.11 | 9886 | 15.12 | 10325 | 17.78 |
| KHIMA | jun-90 | 393 | 86.01 | 394 | 75.63 | 14172 | 9.36 | 14959 | 13.12 |
| TENGA | jun-90 | 123 | 82.11 | 248 | 54.44 | 11619 | 9.10 | 11990 | 10.76 |
| PALU | jun-90 | 266 | 75.94 | 483 | 56.31 | 21345 | 6.48 | 22094 | 8.64 |
| SALAK | oct-90 | 39 | 46.15 | 181 | 50.83 | 1122 | 44.12 | 1342 | 45.08 |
| RAJA | oct-90 | 38 | 60.53 | 58 | 43.10 | 629 | 31.64 | 725 | 34.07 |
| MYD | oct-90 | 27 | 29.63 | 76 | 36.84 | 1107 | 31.07 | 1210 | 31.40 |
| PB 121 | 1990 | 235 | 85.53 | 178 | 61.80 | 2604 | 24.54 | 3017 | 31.40 |
| | | | | | | | | | |
| GUNTUNG | aoû-91 | 201 | 77.61 | 220 | 59.55 | 21054 | 26.67 | 21475 | 27.48 |
| MRD | aoû-91 | 29 | 62.07 | 31 | 58.06 | 491 | 36.66 | 551 | 39.20 |
| PB 121 | 1991 | 99 | 80.81 | 96 | 64.58 | 1090 | 25.96 | 1285 | 33.07 |
| | | | | | | | | | |
| NYD | oct-92 | 59 | 62.71 | 136 | 46.32 | 1547 | 24.69 | 1742 | 27.67 |
| PB 121 | 1992 | 227 | 66.52 | 189 | 50.26 | 4105 | 14.13 | 4521 | 18.27 |
| | | | | | | | | | |
| TERNATE | mai-93 | 39 | 51.28 | 60 | 38.33 | 586 | 26.28 | 685 | 28.76 |
| PB 121 | 1993 | 168 | 80.95 | 146 | 71.23 | 3918 | 24.66 | 4232 | 28.50 |
| | | | | | | | | | |
| DAU | mai-94 | 59 | 66.10 | 53 | 50.94 | 2114 | 53.69 | 2226 | 53.96 |
| XIEM | mai-94 | 52 | 34.62 | 140 | 60.00 | 2192 | 45.03 | 2384 | 45.68 |
| TAKOME | avr-94 | 56 | 53.57 | 111 | 59.46 | 3231 | 42.84 | 3398 | 43.56 |
| EO | mai-94 | 50 | 46.00 | 126 | 43.65 | 2004 | 41.62 | 2180 | 41.83 |
| TA | mai-94 | 39 | 53.85 | 69 | 34.78 | 1530 | 25.03 | 1638 | 26.13 |
| PB 121 | 1994 | 127 | 55.91 | 129 | 51.94 | 3882 | 21.35 | 4138 | 23.37 |

* = nombre total de racines (R1, R2 ou/et R3) trouvées dans les trous des 5 arbres de chaque variété

VIII.3. Parcelle K02-01

Il s'agit d'un essai génétique mis en place dans cette parcelle en octobre 1989 (4,8 ha) avec trois hybrides : Khina 1 (NYD x Palu) ; PB 111 (CRD x WAT) ; PB 121 hybride de référence.

Pour chacun des 5 cocotiers échantillonnés par variété, on a prélevé les racines dans un trou de dimensions 80x40x40 cm et orientés perpendiculairement dans l'interligne, toujours à 80 cm du stipe.

Tous les trois hybrides sont très attaqués par *Sufetula* (Tableau 5).

Tableau 5 : Répartition des attaques de *Sufetula* en fonction de trois variétés de cocotier dans la parcelle K02-01 (essai génétique)

| VARIETES | R1 total | R1 %attaques | R2 total | R2 %attaques | R3 total | R3 %attaques | TOTAL RACINES | %TOTAL ATTAQUES |
|----------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|------------------|--------------------|
| KHINA 1 | 211 | 82.94 | 139 | 74.82 | 1806 | 72.20 | 2156 | 73.42 |
| PB 111 | 217 | 86.64 | 181 | 78.45 | 1548 | 61.11 | 1946 | 65.57 |
| PB 121 | 162 | 83.33 | 152 | 68.42 | 1522 | 64.26 | 1836 | 66.29 |

* = nombre total de racines (R1, R2 et R3) trouvées dans les trous des 5 arbres de chaque hybride

VIII.4. Parcelle A08-16

Cette parcelle est plantée avec l'hybride PB 113 = CRD x RLT.

Pour chacun des 5 cocotiers échantillonnés, on a prélevé les racines dans 4 trous de dimensions 80x40x40 cm : 2 trous orientés au nord et au sud sur la ligne de plantation et 2 autres orientés, à l'ouest et à l'est, perpendiculairement à l'axe de la ligne et placés dans les interlignes, toujours à 80 cm du stipe. Cet hybride est également très infesté (Tableau 6).

Tableau 6 : Répartition des attaques de *Sufetula* sur l'hybride PB 113 dans la parcelle A08-16

| VARIETES | R1 total | R1 %attaques | R2 total | R2 %attaques | R3 total | R3 %attaques | TOTAL RACINES | %TOTAL ATTAQUES |
|----------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|------------------|--------------------|
| PB 113 | 389 | 84.32 | 279 | 70.97 | 5252 | 51.49 | 5920 | 54.56 |

* = nombre total de racines (R1, R2 et R3) trouvées dans les 4 trous des 5 arbres

IX. RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES DES INSECTICIDES

IX.1. Tests insecticides : HSF 10 / A07-01 / RSUP

IX.1.1. Objectif

L'objectif est de trouver un insecticide plus efficace et surtout plus rémanent que le Dursban. En effet, aucun compte-rendu d'essais insecticides, réalisés dans le passé, n'a été retrouvé à RSUP. On a considéré que le Dursban est efficace contre *Sufetula* et on a utilisé successivement des doses très fortes qui ont été diminuées d'une manière progressive.

IX.1.2. Matériel et méthode

On a appliqué, tous les mois (D1) et toutes les 2 semaines (D2), 15 ml de Dursban 20EC (chlorpyrifos-éthyl, organophosphoré), produit de référence, avec 6 litres d'eau par cocotier, sur un rayon de 2 m autour des cocotiers. Cet insecticide agit bien contre les ravageurs souterrains. Sa persistance d'action dans le sol est de l'ordre de trois mois. Il se dégrade dans le sol par hydrolyse et par voie microbienne.

On a appliqué de la même manière, tous les mois, les trois autres insecticides suivants :

- Dimacide à base de diméthoate (396 g/litre de produit commercial) : la dose testée est de 10 ml / 6 litres d'eau / cocotier (DM). Doté de propriétés systémiques, il agit par contact et par ingestion sur de nombreux insectes. Il présente une bonne persistance d'action : 2 à 3 semaines.

- Supracide (SU), à base de méthidathion, organophosphoré (420 g / litre de produit commercial) : la dose testée est de 10 ml / 6 litres d'eau / cocotier. Il agit par contact et ingestion et possède une certaine action en profondeur sur un grand nombre d'insectes. Polyvalent, sa persistance d'action est de l'ordre de 2 à 3 semaines.

- Larvin (L), à base de thiodicarb, carbamate (375 g / litre de produit commercial) : la dose testée est de 6 ml / 6 litres d'eau / cocotier. Il agit par contact et ingestion sur un grand nombre d'insectes. Il est également doté de propriétés pénétrantes qui lui permettent de traverser la cloison des oeufs d'insectes, provoquant leur mortalité.

Les traitements ont débuté à partir du 26 juin 1997. La durée de cet essai doit être de 6 mois. Les prélèvements de racines ont été réalisés en juin 1997 sur les cocotiers centraux de chaque parcelle élémentaire (5 lignes x 5 arbres - Figure 21) : 1 trou / cocotier à 0,80 m du stipe. En septembre 1997, ils ont été toujours effectués dans 1 trou / cocotier à 0,80 m du stipe mais sur deux cocotiers par parcelle élémentaire. Par contre, en novembre 1997, ces prélèvements ont été également réalisés sur deux cocotiers, différents des premiers, dans chaque parcelle élémentaire mais dans trois trous par cocotier : 1 au nord sur la ligne de plantation, 1 au sud-ouest et 1 au sud-est vers les interlignes, toujours à 0,80 m du stipe.

On appelle "anciennes attaques" tous les fragments de racines primaires prélevées, portant des réitérations après destruction totale des précédents apex.

On appelle "attaques nouvelles ou récentes" tous les fragments de racines prélevées qui montrent des apex avec la présence de galeries contenant des chenilles vivantes ou des déjections plus ou moins oxydées des chenilles. On ne note pas encore la présence d'une réitération consécutive à cette attaque.

On appelle "racines saines" tous les fragments de racines prélevées qui montrent des apex sains quelle que soit la longueur de la réitération.

Un premier comptage des noix a été réalisé à partir du 21/06/97 sur tous les 9 arbres centraux de chaque parcelle élémentaire (rapport de mission DOC CP SIC 846, septembre 97). Les comptages suivants sont effectués, tous les 3 mois, sur ces mêmes 9 arbres centraux de toutes les parcelles élémentaires.

IX.1.3. Résultats

Le tableau 7 montre que les traitements bimensuels de Dursban se révèlent plus efficaces que les traitements mensuels, mais ils ne seront malheureusement pas vulgarisables. Le Dimacide n'est pas du tout efficace contre ces chenilles mineuses. Par contre, le Larvin semble bien protéger le système racinaire contre les attaques de cet insecte, mieux que le chlorpyrifos-éthyl et le Supracide.

Cependant, aucun de ces insecticides n'arrive à empêcher totalement les attaques de ces chenilles. Ceci laisse supposer que les insecticides subissent un lessivage trop rapide à la suite de fortes pluies

Figure 21 : A 07- 01 - HSF 10 - RSUP

TRIAL OF THREE INSECTICIDES

D1 15 ml Dursban / 6 litres of water / palm Every month

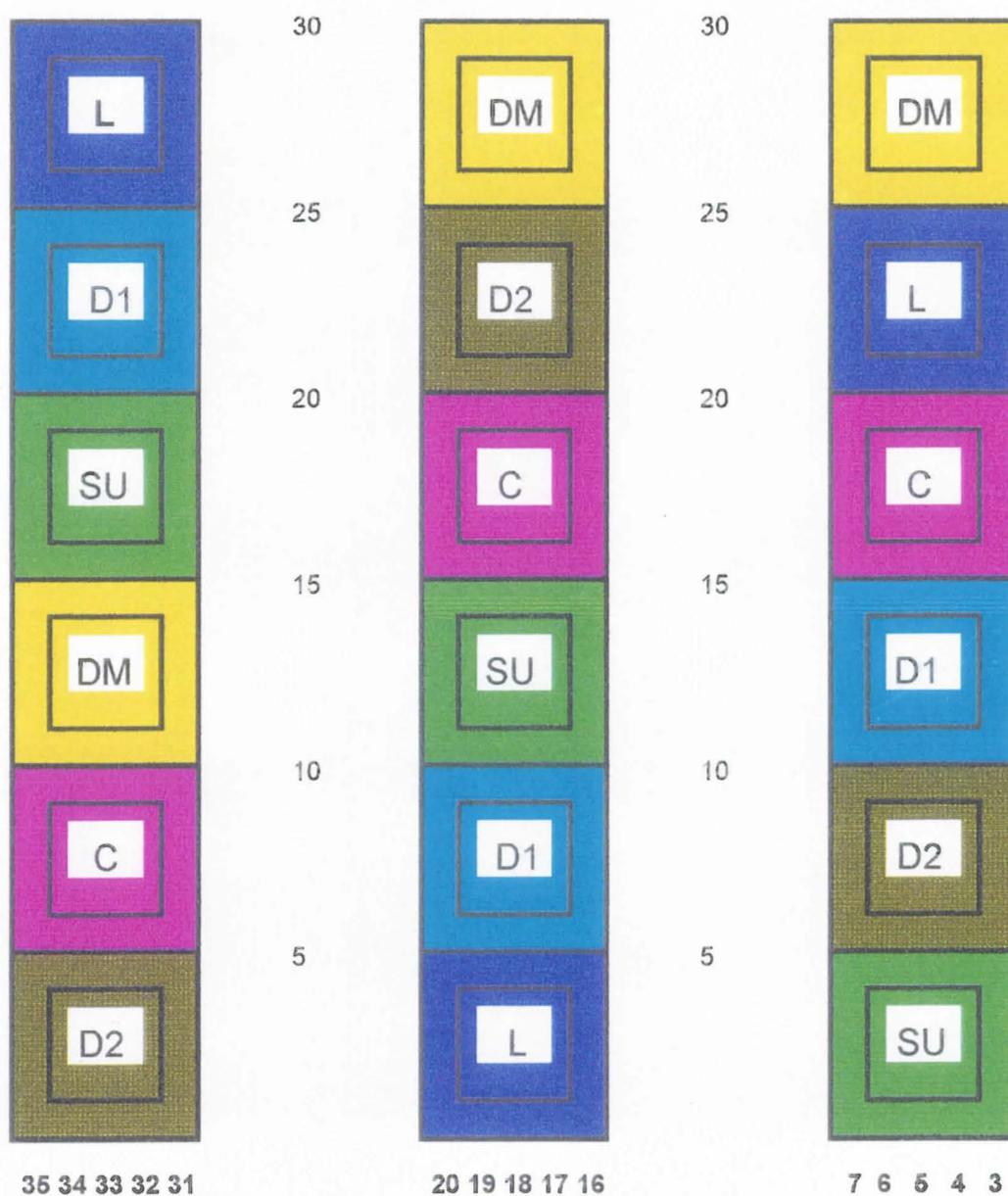
L2 12 ml Larvin / 6 litres of water / palm Every month

L 6 ml Larvin / 6 litres of water / palm Every month

SU2 20 ml Supracide / 6 litres of water / palm Every month

SU 10 ml Supracide / 6 litres of water / palm Every month

C Control without cleaning circle around palms



successives. Le développement racinaire est très variable suivant les cocotiers. Par ailleurs, les nouvelles attaques de *Sufetula* sont toutefois très faibles dans le témoin.

Il sera donc judicieux d'incorporer un adhésif dans la solution insecticide (1 ml par litre de solution).

IX.1.4. Remarques

Compte tenu des résultats, nous avons modifié en remplaçant deux des motifs (D2 = Dursban toutes les 2 semaines et DM = Dimacide) de cet essai pour éprouver les doses de Larvin (L) et de Supracide (SU).

L2, en remplacement de D2, 12 ml de Larvin / 6 litres d'eau / cocotier tous les mois

SU2, en remplacement de DM, 20 ml de Supracide / 6 litres d'eau / cocotier tous les mois

Les autres motifs (D1 Dursban, L Larvin, SU Supracide, tous les mois, Témoin) ne changent pas (Figure 21).

Tableau 7 : Résultats au bout de 6 mois d'un test insecticide - HSF 10 / A07-01

| Insecticides | Pourcentage de Nouvelles Attaques (%) | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------|
| | Juin 97 | Septembre 97 | Novembre 97 |
| Dursban 15 ml tous les mois | 0,7 (47) | 2,8 (107) | 2,5 (94) |
| Dursban 15 ml tous les 2 semaines | 5,8 (75) | 0,7 (143) | 1,34 (149) |
| Dimacide 10 ml tous les mois | 6,35 (42) | 1,86 (134) | 17 (78) |
| Supracide 10 ml tous les mois | 2,6 (38) | 1,26 (145) | 4,3 (72) |
| Larvin 6 ml tous les mois | 1,05 (32) | 4,64 (83) | 1,04 (59) |
| Témoin | 2,3 (87) | 3,6 (145) | 3,45 (143) |

0,7 = (Total nouvelles attaques sur R1+R2+R3 / Total racines R1+R2+R3 saines) x 100
 (47) = Nombre moyen de racines saines par trou

IX. 2. Incidence des attaques de *Sufetula* sur la production : HSF 11 / A07-02 / RSUP

IX.2.1. Objectif et rappel

On cherche à démontrer que des traitements chimiques, fréquents et à dose forte, peuvent permettre une augmentation effective et significative de la production par le recouvrement d'un système racinaire assaini.

Un premier essai, RS ES 56, a été mis en place le 03 août 1992. Au bout de deux ans, on a noté une tendance indubitable à un effet positif du traitement au Dursban sur le nombre de feuilles vertes et la nouaison (Bonneau, rapport interne 1994), mais cette tendance n'a pas pu être confirmée, d'autant plus que l'effet visuel sur le terrain a été décevant. Il n'a donc pas été possible de conclure à un effet dépressif de *Sufetula*.

IX.2.2. Matériel et méthode

On applique, tous les mois ou toutes les 2 semaines, 30 ml de Dursban 20EC, produit de référence, avec 6 litres de solution sur un rayon de 2 m autour de chaque cocotier des parcelles élémentaires (5 lignes x 5 arbres - Figure 22). Les traitements ont débuté à partir du 29 juin 1997. La durée de cet essai doit être de 24 mois au minimum.

Les dispositions relatives aux prélèvements des racines et au comptage des noix sur les cocotiers, définies dans le précédent essai, s'appliquent également à celui-ci.

IX.2.3. Résultats

Le tableau 8 montre que les traitements avec une dose de 30 ml de Dursban par cocotier donnent les mêmes résultats lorsqu'ils sont réalisés tous les mois et toutes les deux semaines. Dans ce cas, les fortes doses de Dursban semblent bien freiner les attaques de *Sufetula*. Cependant, comme dans la parcelle précédente A07-01, les attaques de cet insecte sont également très faibles dans A07-02 ; ceci est la résultante d'une population très faible de *Sufetula* au cours des mois précédents.

On note également dans cette parcelle que le développement racinaire est très variable d'un cocotier à un autre, les témoins ayant en moyenne plus de racines saines, ce qui rendra très difficile l'appréciation précise de l'incidence de *Sufetula* sur la production, comme nous l'avons pressenti lors de la précédente mission.

Tableau 8 : Résultats au bout de 6 mois des traitements insecticides contre *Sufetula* pour améliorer la production - HSF 10 / A07-01

| Insecticides | Pourcentage de Nouvelles Attaques (%) | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------|
| | Juin 97 | Septembre 97 | Novembre 97 |
| Dursban 30 ml tous les mois | 1,6 (93) | 0 (101) | 0,5 (294) |
| Dursban 30 ml toutes les 2 semaines | 1,4 (83) | 0 (105) | 0,5 (290) |
| Témoin | 1,9 (31) | 0,34 (143) | 1,27 (327) |

$1,6 = (\text{Total nouvelles attaques sur R1+R2+R3} / \text{Total racines R1+R2+R3 saines}) \times 100$
(93) = Nombre moyen de racines saines par trou

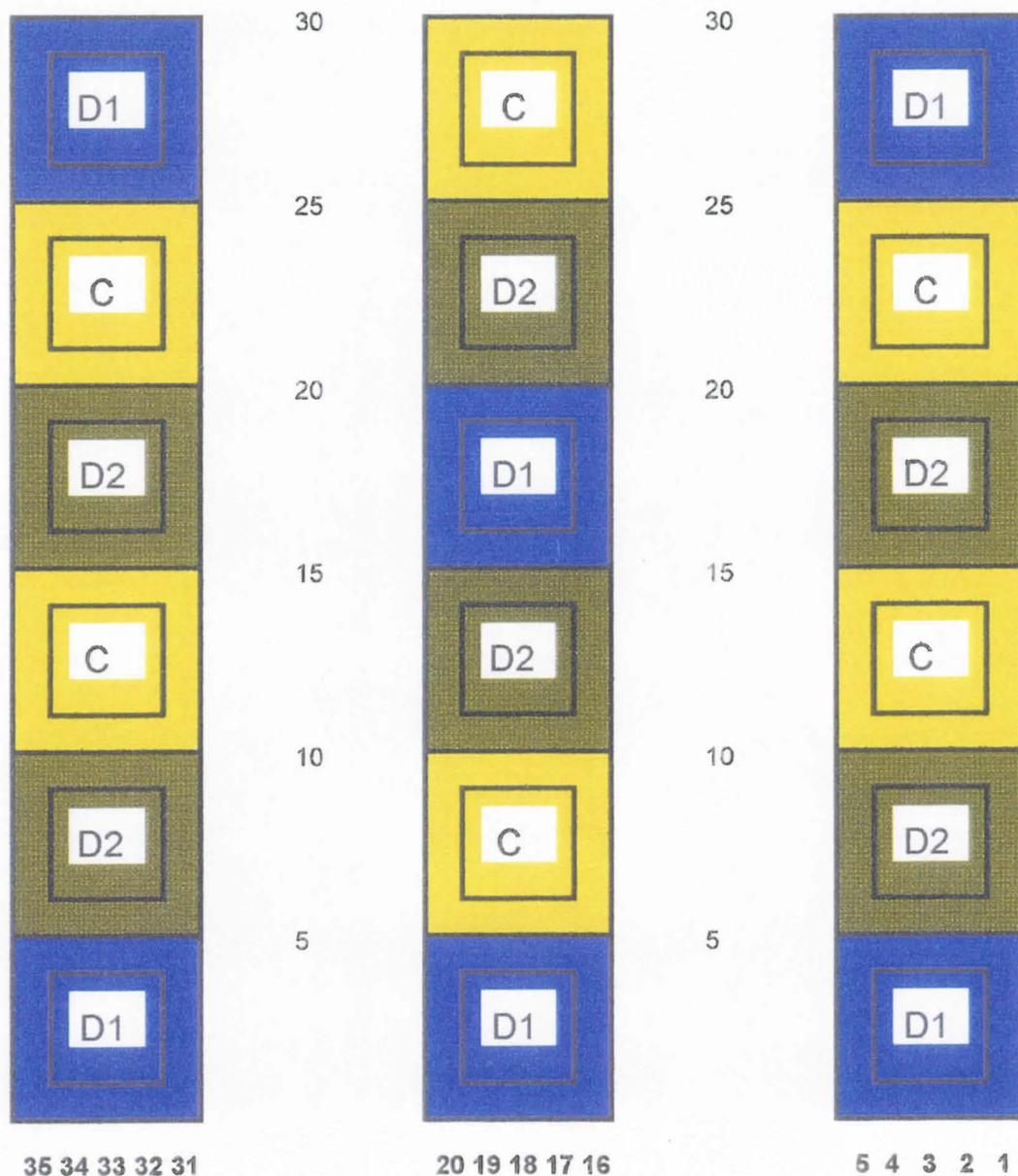
IX.2.4. Remarques

Compte tenu des résultats, nous avons modifié en remplaçant le motif D2 (= Dursban toutes les 2 semaines) de cet essai pour éprouver le volume de pulvérisation : 3 litres de solution, au lieu de 6 litres appliqués tous les mois sur un rond de 2 m de rayon autour de chaque cocotier. Les autres motifs (D1 Dursban, tous les mois, Témoin) ne changent pas.

Figure 22 : A 07- 02 - HSF 11 - RSUP

STUDY OF THE EFFECT OF *Sufetula sunidesalis* ON THE PRODUCTION

- D1 30 ml Dursban / 6 litres of water / palm Every month
- D2 30 ml Dursban / 3 litres of water / palm Every month
- C Control without treatment nor cleaning the circle around the palms



Un peu avant la fin de l'essai, on réalisera de grandes excavations pour analyser en détail le système racinaire des cocotiers qui ont été protégés contre les attaques de *Sufetula*.

Les comptages des noix sur les cocotiers ont été réalisés avant les traitements et ensuite tous les trois mois ; pour l'instant, on ne constate pas de différence entre les objets traités et le témoin. A partir de janvier 1999, on collectera les noix mûres pour estimer le rendement réel des différents objets.

X. ANALYSE DES RESULTATS PRÉLIMINAIRES DES ESSAIS HSF 05 ET 07

X.1. HSF 05

X.1.1. Objectif

Une protection renforcée contre *Sufetula* permet-elle d'avoir une régénération significative et durable du système racinaire, ainsi qu'une diminution du symptôme RFS (régimes et feuilles basses prématurément sèches), autrement dit une amélioration du nombre de feuilles vertes et de la charge des régimes.

X.1.2. Rappel du protocole

Localisé sur la parcelle A06-03/RSUP (où la pression de *Sufetula* est très forte), cet essai compare deux groupes de cocotiers : 11 témoins non traités et 11 cocotiers protégés contre les attaques de *Sufetula*. La protection consiste à étendre une bâche en plastique, sur un rayon de 2 m autour du stipe, pour empêcher les papillons de venir y pondre. De plus, une pulvérisation, à dose et à concentration standards de Dursban, est effectuée en soulevant les bâches tous les mois ou tous les 15 jours, à partir de juin 1997 (Desmier de Chenon et Bonneau, DOC. CP 678/96, p.9).

L'essai a débuté en décembre 1996, les 11 arbres, traités et bâchés, sont situés en groupe continu de 5 arbres sur une même ligne et de 6 sur une autre ligne voisine. Il en est de même pour les 11 arbres témoins.

X.1.3. Résultats

Avant et après traitement, on a repéré les régimes sur les feuilles n°10 de tous les arbres retenus pour l'essai ; ensuite, on a suivi le devenir de ces régimes au cours des mois suivant le repérage. Le tableau 9 donne les pourcentages des fruits restant sur les régimes lorsque les feuilles repérées ont atteint le rang 14 (soit 3 mois après le repérage), puis le rang 19 (soit 6 mois après le repérage).

On peut constater seulement une très légère différence entre l'objet traité et le témoin au bout de 4 mois après le traitement, au niveau de la feuille 14 et de la feuille 19 : + 2 à 3% de fruits restant sur les régimes des arbres protégés contre *Sufetula*. Cependant, cette différence en faveur de l'objet traité n'apparaît plus 5 et 6 mois après le traitement.

On note, cependant, que les cocotiers, ayant reçu une protection (bâche et traitement) contre *Sufetula*, présentent un plus grand nombre de racines saines que les témoins dont les ronds ont été seulement nettoyés (Tableau 10).

X.1.4 Remarques

Les premières bâches plastiques opaques, qui ont été déchirées, ont bien été remplacées par des feuilles plastiques transparentes

Tableau 9 : Essai HSF 05 - Protection avec des feuilles plastique et des traitements contre *Sufetula*

| Périodes | Pourcentage de fruits restant sur les régimes, repérés sur F10, lorsqu'ils sont arrivés aux rang F14 ou F19 | |
|------------------|---|-----------------------------|
| | F14 (3 mois après repérage) | F19 (6 mois après repérage) |
| Avant traitement | | |
| Traité | 16,87% | 16,97% |
| Témoin | 22,83% | 15,75% |
| 3 mois après | | |
| Traité | 27,39% | 14,01% |
| Témoin | 34,29% | 22,14% |
| 4 mois après | | |
| Traité | 24,86% | 20,90% |
| Témoin | 22,03% | 17,51% |
| 5 mois après | | |
| Traité | 35,56% | |
| Témoin | 45,27% | |
| 6 mois après | | |
| Traité | 33,73% | |
| Témoin | 35,93% | |

Tableau 10 : Essai HSF 05 - Protection avec des feuilles plastique et des traitements contre *Sufetula* 10 mois après, contrôle à 1.5 m du stipe - Moyenne sur 11 arbres

| MOTIFS | R1 | | | R2 | | | R3 | | | Total néo attaques | Total racines attaquées | Total racines saines |
|--------|------|-------|--------|-----|-------|--------|------|-------|--------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| | S | ex-At | néo-At | S | ex-At | néo-At | S | ex-At | néo-At | | | |
| Témoin | 3,1 | 12,9 | 9 | 7,2 | 12,6 | 0,3 | 67,7 | 164,9 | 0,5 | 9,8 | 190,4 | 78 |
| Traité | 14,3 | 11,3 | 0,5 | 17 | 8,9 | 0 | 207 | 53,8 | 0,8 | 1,3 | 74 | 237,8 |

s = Saines ; ex-At = anciennes attaques ; néo-At = nouvelles attaques

X.2. HSF 07

X.2.1. Objectif

Reproduction des symptômes de dessèchement des régimes et des feuilles par une section des racines.

X.2.2. Rappel du protocole

Cet essai a été mis en place dans la parcelle A07-05/RSUP, selon les recommandations du rapport de visite de Desmier de Chenon et Bonneau (DOC. CP 678/96, p.9).

On a choisi, par ligne, dix cocotiers d'aspect homogène, pas forcément adjacents, sur lesquels on applique six traitements :

- A = témoin non coupé
- B = 25% des racines coupées (sur 2 fois 1/8e de cercle)
- C = 50% des racines coupées (sur 4 fois 1/8e de cercle)
- D = 75% des racines coupées (sur 3/4 de cercle)
- E = 100% des racines coupées (sur un cercle complet)
- F = points de coupe dispersés dans le rond

Les tranchées sont faites à 1 m du stipe, sur une profondeur de 1 m, et rafraîchies tous les mois. Elles ont été élargies à la largeur d'une bêche pour qu'elles soient plus visibles, sauf sur le traitement E, où l'on s'aperçoit que les cocotiers perdent de leur stabilité si on élargit la tranchée.

L'essai comporte 4 blocs et 24 parcelles élémentaires (4 x 6). Il a commencé en décembre 1996 ; mais le creusement des tranchées étant une opération longue et délicate, les travaux ont été seulement terminés en mars 1997.

Les chenilles *Sufetula* sont contrôlées autant que possible par l'application en surface de Dursban dans le rond, compris entre le stipe et la tranchée, à une fréquence de deux fois par mois, sachant que l'essai n'a d'intérêt que si *Sufetula* ne vient pas interférer sur le traitement.

X.2.3. Résultats préliminaires

Le tableau 11 révèle qu'au bout de 7 mois d'observations après la section de 100% des racines autour de chaque cocotier retenu, on note seulement une différence de 8% environ de chute de noix par rapport au témoin.

En outre, il est important de souligner que, selon les essais réalisés par C. JOURDAN au Vanuatu, les réitérations de racines primaires et secondaires ne sont possibles que si la section est proche de leurs apex. Or, les chenilles de *Sufetula* pénètrent dans les racines en perforant essentiellement les apex. Le sectionnement des racines réalisé dans l'essai ne survient pas très souvent près des apex, puisqu'il a été effectué à 1 m du stipe.

Par ailleurs, on n'obtiendra pas, par cet essai, une réponse claire et nette sur le stress artificiel supplémentaire infligé aux cocotiers ; il faut tenir compte du fait que ceux-ci sont déjà stressés, depuis de longues années, par *Sufetula* et par d'autres facteurs agronomiques. De plus, la réaction à tous ces événements passés est tellement variable d'un cocotier à un autre. Il faudra réaliser ce type d'essai sur des cocotiers dotés d'un système racinaire aussi sain que possible depuis le plus jeune âge, ce qui sera peut-être possible, d'ici deux ou trois ans, sur les lignes neutres de l'essai RS CC 07 à RSTM.

Ainsi, cet essai ne simule pas parfaitement l'effet des chenilles de *Sufetula*. Par conséquent, nous avons conseillé de l'arrêter dans les meilleurs délais.

Tableau 11 : Essai HSF 07 - Reproduction des symptômes de chute de noix et de feuilles sèches par la section des racines

| Motifs | Pourcentage de chute des noix | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-------|----------------------------------|
| | 1 mois après section des racines | | 7 mois après section des racines |
| | F14 | F19 | F14 |
| Témoin A | 67,22 | 72,70 | 76,23 |
| Racines à 25% coupées B | 70,24 | 73,64 | 74,83 |
| Racines à 50% coupées C | 66,49 | 68,69 | 75,26 |
| Racines à 75% coupées D | 61,68 | 64,56 | 80,18 |
| Racines à 100% coupées E | 70,51 | 76,68 | 84,91 |
| Dispersion des racines coupées F | 62,97 | 68,30 | 78,51 |

**AUTRES FACTEURS
AGRONOMIQUES INFLUANT SUR
LA PRODUCTION
DES COCOTIERS DE RSUP**

AUTRES FACTEURS AGRONOMIQUES INFLUANT SUR LA PRODUCTION DES COCOTIERS DE RSUP

I. RELATION ENTRE HAUTEUR DES ARBRES, POIDS DES RACINES ET PRODUCTION

Lors des précédents prélèvements des racines de cocotier, effectués dans trois trous : 1 vers le nord sur la ligne de plantation, 1 vers le sud-est et 1 vers le sud-ouest dans les interlignes, on a pesé chaque échantillon de racines après les avoir lavées à l'eau, puis égouttées rapidement ; la hauteur a été mesurée de la base de la feuille 14 au sol et les noix, présentes sur les cocotiers, ont été comptabilisées par niveau de feuilles.

Les calculs de corrélation ont été appliqués à ces données ; les variations sont extrêmement importantes car les mesures de hauteur ne peuvent pas être précises et les pesées de racines avec une balance Roberval à 20 g près, comportent évidemment de nombreuses imprécisions. On a donc considéré les moyennes des classes de hauteur, celles des poids frais de racines et celles du nombre de noix + fleurs sur les arbres.

Ainsi, on a pu obtenir de bonnes liaisons entre ces trois paramètres (Tableaux 1 et 2) :

- Plus les cocotiers sont hauts, plus les noix + fleurs (charge totale d'un cocotier) sont nombreuses.
- Plus le poids frais des racines est élevé, plus les cocotiers sont hauts.
- Plus le poids frais des racines est élevé, plus les noix + fleurs sont nombreuses.

Tableau 1 : Matrice des coefficients de corrélation entre le poids frais des racines, la hauteur et le nombre de noix + fleurs dans la parcelle A07-01

| | Poids frais des racines | |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Hauteur | + 0,893 | Hauteur |
| Nombre de Noix + Fleurs | + 0,796 | + 0,910 |

Tableau 2 : Matrice des coefficients de corrélation entre le poids frais des racines, la hauteur et le nombre de noix + fleurs dans la parcelle A07-02

| | Poids frais des racines | |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Hauteur | + 0,424 | Hauteur |
| Nombre de Noix + Fleurs | + 0,508 | + 0,963 |

Ces résultats démontrent bien l'existence d'une très grande hétérogénéité de la plantation ; cette hétérogénéité est la résultante d'un stress subi par les plants de cocotiers au début de la plantation, comme nous l'avons pressenti lors de notre précédente mission. Ce stress peut être dû à un excès d'eau qui provient d'un mauvais drainage. Cet excès d'eau peut entraîner une moins bonne préparation du terrain. **Ceci montre l'intérêt d'avoir un essai sur jeunes cocotiers.**

Ainsi, on peut maintenant très facilement comprendre les difficultés d'obtenir de bonnes corrélations entre le pourcentage d'attaques des chenilles et le nombre de noix présentes sur les cocotiers. Les arbres hauts, donc bons producteurs en général (plus de 100 noix présentes), sont tout aussi attaqués que les arbres plus petits qui sont, en général, mauvais producteurs.

II. ANALYSE DE L'ESSAI RS CC 07 / PARCELLE 02-04 / RSTM

Il s'agit de démontrer le rôle de la silice et des attaques de *Sufetula* sur la production des cocotiers. Il a été mis en place à partir du 26 mai 1997. Des traitements insecticides au Dursban sont réalisés préventivement, jusqu'à présent, toutes les deux semaines.

Lors de deux visites dans cette parcelle âgée de 6 mois, nous avons pu constater que les traitements sont bien effectués suivant les normes établies. Nous avons également assisté à un abattage trimestriel des cocotiers situés sur les lignes de double densité. Aucune attaque de *Sufetula* n'a été encore décelée. Cette absence d'attaque est liée à une population de *Sufetula* nulle, qui résulte de l'élimination de la couverture végétale avant plantation (sol presque nu).

Par contre, on a observé une croissance très hétérogène des plants (Photo 1 & 2) : les plants situés dans des cuvettes poussent très mal, ils sont plus petits que les autres qui ont été placés par hasard sur des buttes. La nappe d'eau souterraine est à une vingtaine de centimètres en dessous de la surface du sol, suite à un mauvais entretien des drains. Ce problème est maintenant résolu.

Nous avons cartographié deux lignes dans cette parcelle (10^e et 20^e lignes) en classant les plants par leur taille (pointe de la flèche au sol) :

| | | |
|---------------|---|----------------|
| - Grand plant | = | 2,00 m environ |
| - Plant moyen | = | 1,25 m environ |
| - Petit plant | = | 0,70 m environ |

La figure 23 montre déjà l'existence d'une grande hétérogénéité dans le développement des plants de 6 mois et ce traumatisme pourra probablement agir sur leur futur potentiel de production (à préciser dans quelques années), puisque l'on sait maintenant que les cocotiers PB 121 de petite taille sont en général de mauvais producteurs. La distribution des trois catégories de taille de ces plants de 6 mois sur les deux lignes, est quasiment similaire à celle des trois catégories de producteurs de noix (cocotiers de 10 ans) sur les lignes des parcelles A07-01 et A07-02 (Fig. 4 à 7, CPSIC 846 - septembre 1997).

Or, pour le moment, les attaques de *Sufetula* sont nulles. Ainsi, cet insecte n'est pas responsable de l'hétérogénéité débutante des plants de cette parcelle.

Par conséquent, cette parcelle est intéressante à plus d'un titre, car elle servira de témoin pour le suivi d'une parcelle de même âge, plantée à RSTM dans les conditions normales avec une couverture végétale plus ou moins dense et présentant déjà des attaques de *Sufetula*. Il est donc

Figure 23 : Cartographie de la hauteur des plants de 6 mois dans la parcelle
 02-04 / RS CC 07 / RSTM plantée en Mai 1997

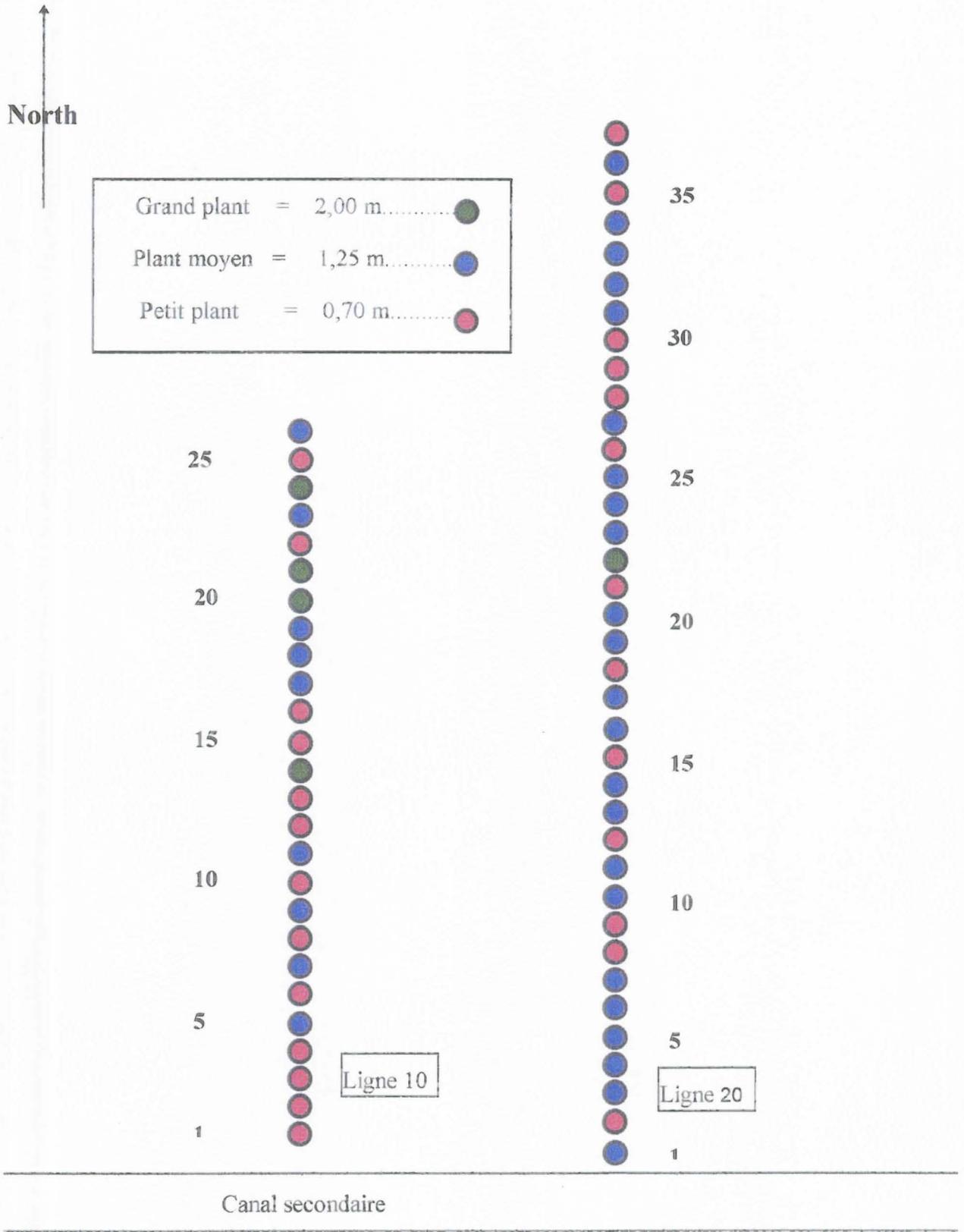




Photo 1 & 2 : RS CC 07 / RSTM 2-04 - NOVEMBRE 1997 : ESSAI ENGRAIS SILICEUX ET CONTRÔLE DE *SUFETULA* - HÉTÉROGÉNÉITÉ DES PLANTS DE 6 MOIS, DUE À UNE HAUTEUR TROP ÉLEVÉE DE LA NAPPE D'EAU.

Photo 1 & 2 : RS CC 07 / RSTM 2-04 - NOVEMBER 1997: TEST OF SILICON FERTILIZER AND *SUFETULA* CONTROL - HETEROGENEITY OF 6 MONTHS OLD PLANTS DUE TO A HIGH WATER TABLE.



utile de bien étudier, dans cette parcelle, l'extension des fougères qui servent de refuge pour ces Microlépidoptères et l'émergence d'une population de *Sufetula*.

Par ailleurs, compte tenu de l'absence des attaques de *Sufetula* consécutive à une population actuellement nulle de cet insecte, nous avons recommandé des traitements mensuels en lieu et place des interventions bimensuelles. Lorsque les premières attaques seront observées sur les plants témoins, il faudra alors traiter toutes les deux semaines avec une dose double de celle utilisée actuellement.

III. Erosion et formation de buttes

Dans les parcelles de cocotiers âgés de 10 ans au moins, il a été observé une forte érosion du sol localisée à la base des arbres, à l'aplomb des feuilles tombantes et des régimes, soit globalement entre 50 cm et 1 m 50 du stipe (Photo 3). Cette érosion est principalement due au ruissellement de l'eau de pluie canalisée le long des feuilles, de la base de celles-ci et des régimes. Ce phénomène est amplifié par la structure même du sol, car la tourbe en surface est très dégradée, elle est constituée de particules très fines, très légères ce qui lui confère une apparence quasi poussiéreuse avec une porosité maximale.

Le résultat de ce processus est une mise à nu des racines superficielles, essentiellement absorbantes, qui se dessèchent au soleil (Photo 4).

A ce processus d'érosion, s'ajoute le phénomène de subsidence ou tassement naturel de la tourbe, ce qui provoque la formation d'une butte caractéristique à la base des cocotiers (Photo 5 & 6). La subsidence de la tourbe peut atteindre 30 cm par endroit malgré le compactage réalisé lors de la préparation du terrain au moment de la plantation. Les buttes sont de tailles variées avec un maximum de 30 cm de hauteur dans la parcelle d'étude, A 07-02, âgé de 10 ans au moment des observations. Suite à la forme des buttes, parfois assez pentues, les racines primaires sont, dans le pire des cas, mises à nu, jusqu'à 1 m du stipe (Photo 4 et 5) ou bien elles sont proches de la surface et sont donc facilement sujettes à l'attaque des chenilles de *Sufetula*.

Les phénomènes d'érosion locale et de formation des buttes à la base des cocotiers devront être rapidement éliminés dans la plantation de RSUP, si l'on veut éviter des problèmes de fonctionnement des racines, de perte de biomasse racinaire et d'augmentation des attaques de *Sufetula*.

IV. Pépinière

Aucune attaque de *Sufetula* n'a été constatée sur les racines des plants de pépinière. La germination paraît hétérogène d'une planche à une autre. En outre, le système racinaire n'est également pas très homogène d'un plant à un autre. Sur 17 plants de 4 mois de pépinière, pourvus de 4 feuilles, 2 présentaient moins de 5 racines primaires : le plant est très faiblement développé ; 3 présentaient un très bon système racinaire comprenant 15 à 20 racines primaires avec un bon chevelu racinaire ; les 12 autres plants présentaient un système racinaire moyennement développé : 5 à 10 racines primaires avec un chevelu racinaire très variable. Dans les mauvaises conditions de milieu : nappe d'eau trop haute, mauvaise préparation du terrain, les plants dotés d'un très bon système racinaire pourraient résister et donner probablement une

production très importante (plus de 100 noix / cocotier / an) ; par contre, les plants pourvus d'un système racinaire moyen donneraient plutôt des cocotiers adultes à faible production (moins de 70 noix / cocotier / an) ou parfois une production moyenne (entre 70 et 100 noix / cocotier / an).

Il serait donc intéressant d'étudier d'une manière précise la germination des noix et le développement des plants sur tourbe : circonférence au collet, dimensions des feuilles, pour bien définir les critères de sélection en fin de pépinière.

En effet, si la sélection des plants est bien réalisée, on doit normalement avoir à 6 mois des plants avec environ 25 R1 et un chevelu racinaire couvrant tout le volume du sac de polyéthylène.

V. Espacement des cocotiers

Le dispositif de plantation en triangle équilatéral, de 8 m de côté, a été adopté par RSUP. Cependant, quelques mesures de distances entre cocotiers d'une même ligne et d'une ligne à l'autre, réalisées au sud de la parcelle A07-02 : lignes 31 à 35, 15 à 21, 1 à 5, ont montré que les cocotiers sont rarement à 8 m les uns des autres sur les lignes de plantation (minimum = 6,10 m ; maximum = 10,45 m). En outre, la distance entre les lignes de plantation n'est pas toujours égale à 7 m (photo 7 & 8). Ces irrégularités résultent de la présence de troncs d'arbres qui n'ont pas été bien andainés et ont gêné la mise en place des plants au moment du planting ; ces irrégularités entraîneraient une compétition au niveau de la lumière qui pourrait s'avérer préjudiciable au cours du temps. Deux essais agronomiques ont été mis en place pour étudier ces points particuliers (RS CC 04 et RS ES 57).

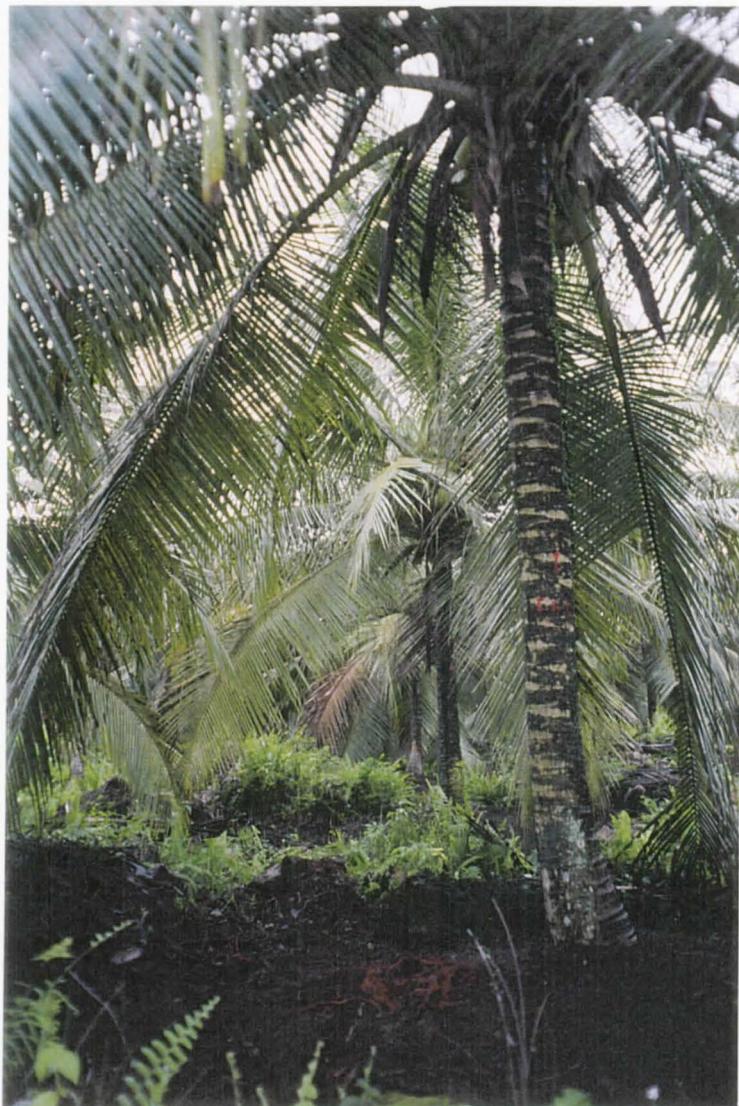


Photo 3 : EFFET DE L'EROSION AU PIED
D'UN COCOTIER.

Photo 3: EFFECT OF EROSION BY THE
FOOT OF A COCONUT.

Photo 4 : MISE À NU DES RACINES
SUPERFICIELLES.

Photo 4 : EXHIBITION OF SUPERFICIAL
ROOTS.





Photo 5 & 6 : EFFET DE L'EROSION AU PIED D'UN COCOTIER - FORMATION D'UNE BUTTE ET MISE
A NU DES RACINES SUPERFICIELLES.
Photo 5 & 6 : EFFECT OF EROSION BY THE FOOT OF A COCONUT - FORMATION OF A HILLOCK AND
EXHIBITION OF SUPERFICIAL ROOTS.



Photo 7 & 8 : ALIGNEMENT TRÈS IRRÉGULIER DES COCOTIERS.
Photo 7 & 8 : VERY IRREGULAR STANDING COCONUT.

EXPÉRIMENTATION

EXPÉRIMENTATION

I. PROTECTION CONTRE *Sufetula* ET AUGMENTATION DE L'HUMIDITÉ DE L'HORIZON SUPERFICIEL DU SOL AU PIED DES COCOTIERS

I. 1. Objectif

Compte tenu des derniers résultats d'observations sur les attaques des chenilles de cet insecte, il paraît nécessaire d'assurer à la fois une protection contre l'agression de ce ravageur et contre l'érosion, au pied des cocotiers, mettant à nu les racines superficielles qui sont essentiellement absorbantes. La couverture du sol autour de chaque cocotier aura pour effet d'une part d'augmenter le degré d'humidité dans les 30 premiers centimètres du sol, jusqu'à 80 cm de profondeur à l'aplomb du stipe et d'autre part de limiter les attaques de *Sufetula*.

I. 2. Méthode

Chaque parcelle élémentaire est constituée de 5 lignes de 5 cocotiers chacune. Trois répétitions sont prévues pour chaque motif expérimental.

Pour la couverture du sol dans un rond de 2 m, au pied de chaque cocotier retenu, on peut utiliser les éléments suivants :

- la bourre de noix de coco laissée en plantation après débouillage des noix ramassées (photo 1).
- le "cocopeat" résidu du défibrage de la bourre de noix de coco (photo 2).
- les feuilles sèches sans la base évasée du rachis et les rafles sèches (photo 3).

Des traitements insecticides mensuels sont également prévus ; on alternera les formulations suivantes :

- Dursban 30 ml / 6 litres d'eau
- Lannate 12 ml / 6 litres d'eau
- Supracide 20 ml / 6 litres d'eau

On ajoutera 1 ml d'adhésif par litre d'eau (Agristick, Industick ou autre).

Les figures 1 et 2 détaillent le dispositif expérimental qui a été mis en place au cours de la mission. Les essais de la bourre et du cocopeat sont réalisés au sud de la parcelle A07-01 et l'essai avec les feuilles et rafles sèches au sud de A07-02 qui sont deux parcelles bien attaquées par ce ravageur.

Les doses habituelles d'engrais seront déposées sur le sol ou directement sur le cocopeat et sur la bourre, à 1 m autour du stipe.

I. 3. Observations

Les prélèvements de racines seront effectués tous les trois mois à 80 cm du stipe dans deux trous aux dimensions suivantes : 1,00 m x 40 cm x 40 cm, 1 trou sur la ligne de plantation et le second dans l'interligne, perpendiculairement à l'axe du premier. Un premier prélèvement a déjà été effectué avant la mise en place de la bourre de coco ou du cocopeat et avant les traitements.

Figure 1 : A 07- 01 - HSF 14 - RSUP

Protection contre les attaques de *Sufetula* et amélioration de l'humidité de l'horizon superficiel du sol au pied du cocotier

- C Témoin
- H 2 couches de bourre de noix de coco sur un rayon de 2 m
- HI 2 couches de bourre de noix de coco + traitement insecticide tous les mois sur un rayon de 2 m
- CP 1 couche de 10 cm de cocopeat sur un rayon de 2 m
- CPI 1 couche de 10 cm de cocopeat + traitement insecticide tous les mois sur un rayon de 2 m
- I Traitement insecticide seul, tous les mois, sur un rayon de 2 m

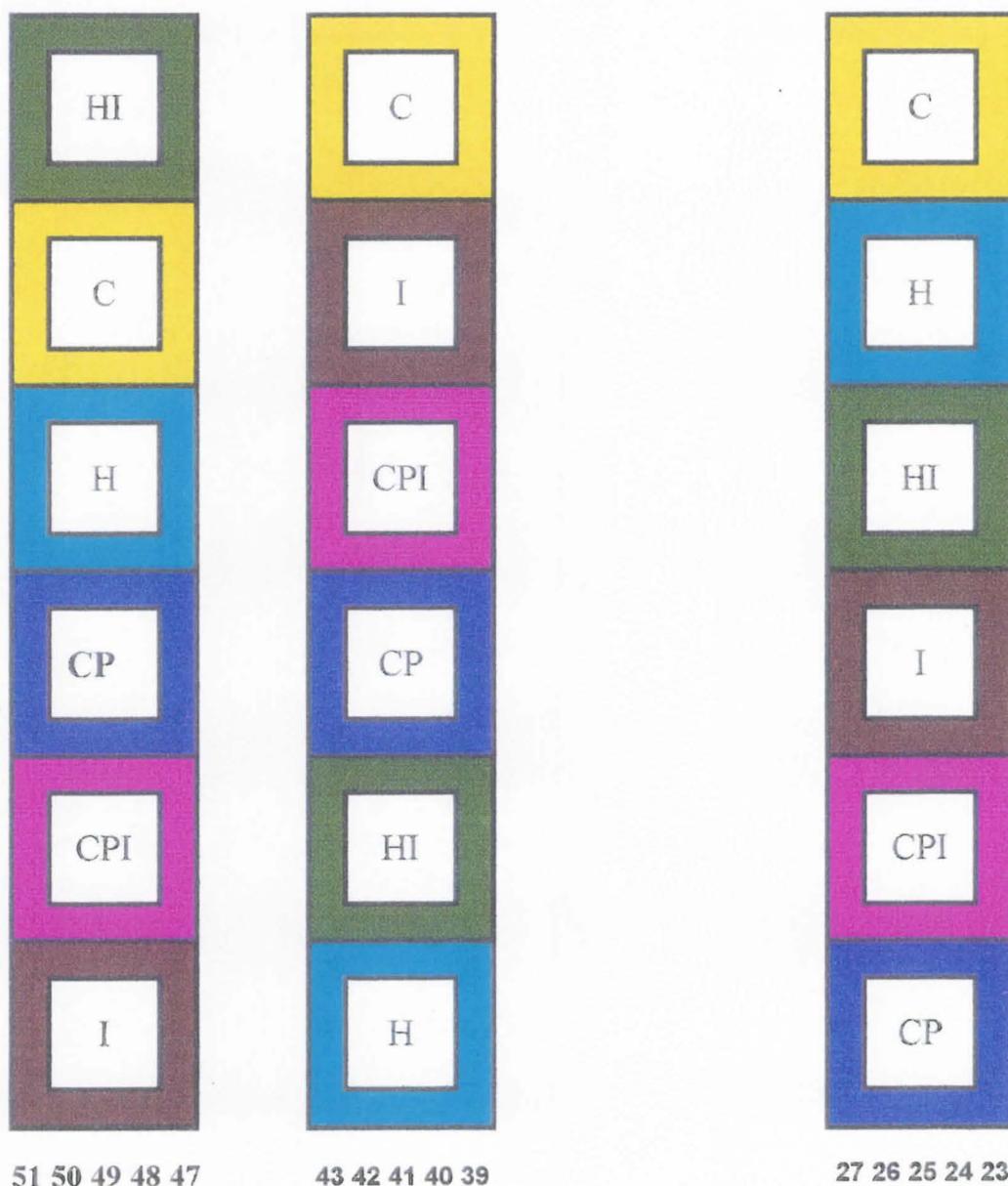
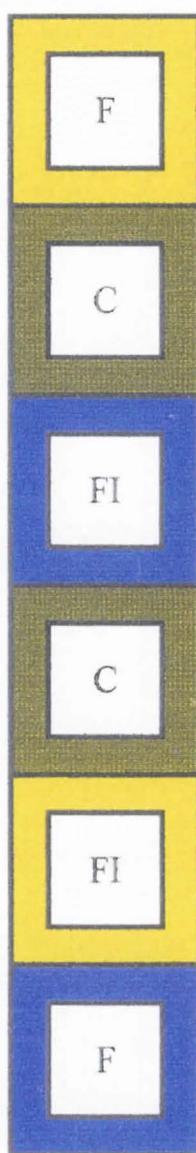


Figure 2 : A 07- 02 - HSF 15 - RSUP

Protection contre les attaques de *Sufetula* et amélioration de l'humidité de l'horizon superficiel du sol au pied du cocotier

- C Témoin
- F 2 couches de feuilles et de rafles sèches sur un rayon de 2 m
- FI 2 couches de feuilles et de rafles sèches + traitement insecticide tous les mois sur un rayon de 2 m



12 11 10 09 08

Un premier comptage des noix, de la feuille 10 à la feuille basse, a été réalisé sur tous les 9 arbres centraux de chaque parcelle élémentaire au moment de la mise en place de l'essai. Les comptages suivants seront effectués, tous les 3 mois, sur ces mêmes 9 arbres centraux de toutes les parcelles élémentaires.

II. ESSAI DE PROTECTION CONTRE *Sufetula* ET CONTRE L'EROSION

II. 1. Objectif

Pour les nouvelles plantations et les replantations, il s'agit de développer une stratégie pour contrer les attaques précoces de *Sufetula* et ensuite pour éviter l'apparition du phénomène d'érosion.

II. 2. Méthode

Chaque parcelle élémentaire est constituée de 5 lignes de 10 cocotiers chacune. Six répétitions sont prévues pour chacun des 3 motifs expérimentaux.

- Motif A :**
- 1ère année de plantation : sol nu - désherbage manuel.
 - 2ème année de plantation : dépôt d'une couche de bourre ou de cocopeat sur un rayon de 1 m autour du stipe.
 - 3ème année de plantation : dépôt d'une couche de bourre ou de cocopeat sur un rayon de 1,5 m autour du stipe.
 - 4ème année de plantation : dépôt d'une couche de bourre ou de cocopeat sur un rayon de 2 m autour du stipe.
 - 5ème année de plantation : dépôt de 2 couches de bourre ou de cocopeat sur un rayon de 1 m autour du stipe.

Conserver cette épaisseur durant toute la vie du cocotier.

Fréquence de rabattage de la couverture végétale tous les 6 mois.

- Motif B :**
- 1ère année de plantation : sol nu - désherbage manuel.
 - 2ème année de plantation : dépôt d'une couche de feuilles sèches sur un rayon de 1 m autour du stipe.
 - 3ème année de plantation : dépôt d'une couche de feuilles sèches sur un rayon de 1,5 m autour du stipe.
 - 4ème année de plantation : dépôt d'une couche de feuilles sèches sur un rayon de 2 m autour du stipe.
 - 5ème année de plantation : dépôt de 2 couches de feuilles sèches sur un rayon de 1 m autour du stipe. Conserver cette épaisseur durant toute la vie du cocotier.

Fréquence de rabattage de la couverture végétale tous les 6 mois.

- Motif C :** Plantation normale avec des ronds propres et une couverture végétale naturelle.

Les doses habituelles d'engrais seront déposées sur le sol ou directement sur le cocopeat ou sur la bourre, à 0,5 m au jeune âge puis à 1 m autour du stipe.

Lorsque l'on constatera des attaques de *Sufetula*, on pourra diviser chaque parcelle élémentaire en deux sous parcelles de 5 lignes x 5 cocotiers ; des traitements insecticides seront alors effectués mensuellement sur l'une des deux sous parcelles (figure 3).

II. 3. Observations

Les prélèvements de racines seront effectués dans les premières années (0 à 4 ans) à 0,5 m du collet dans un trou de 1 m x 40 cm x 40 cm.

Les autres mesures sont les suivantes :

- circonférence au collet tous les 3 mois
- nombre de feuilles émises tous les 6 mois
- longueur de la feuille 4 tous les 6 mois
- hauteur du sommet de la flèche au sol tous les 6 mois
- analyse foliaire tous les 6 mois
- nombre d'inflorescences par cocotier
- nombre de noix par cocotier

II.4. Autre expérimentation

Il est également intéressant de contrôler à RSUP les jeunes parcelles suivantes, âgées de 2 à 3 ans : 05-00 (avril 95) ; 04-00 (février 95) ; 03-00 (décembre 94) ; 02-00 (décembre 94). Si les attaques de *Sufetula* sont bien présentes dans ces parcelles, il sera souhaitable de mettre en place un essai de protection contre cet insecte avec les motifs expérimentaux suivants :

- Sol nu
- Sol nu + cocopeat ou feuilles sèches dans un rond de 1,5 m de rayon
- Sol nu + cocopeat ou feuilles sèches dans un rond de 1,5 m de rayon + traitement insecticide tous les trois mois
- Couverture végétale normale + rond propre
- Couverture végétale normale + cocopeat ou feuilles sèches dans un rond de 1,5 m de rayon
- Couverture végétale normale + cocopeat ou feuilles sèches dans un rond de 1,5 m de rayon + traitement insecticide tous les trois mois
- Insecticide + adhésif une fois par an
- Insecticide + adhésif 2 fois par an
- Insecticide + adhésif 4 fois par an.

Parcelle élémentaire : 5 lignes x 5 cocotiers - 6 répétitions par motif.

Les observations sont identiques à celles mentionnées ci-dessus pour l'essai précédent.



FIGURE 1 : PROTECTION CONTRE L'EROSION ET CONTRE LES ATTAQUES DE *Sufetula* AVEC DE LA BOURRE DE COCO - PROTECTION AGAINST EROSION AND *SUFETULA* ATTACKS WITH COCONUT HUSK.

FIGURE 2 : PROTECTION CONTRE L'EROSION ET CONTRE LES ATTAQUES DE *Sufetula* AVEC DU COCOPEAT - PROTECTION AGAINST EROSION AND *SUFETULA* ATTACKS WITH COCOPEAT.





**FIGURE 3 : PROTECTION CONTRE L'EROSION ET CONTRE LES
ATTAQUES DE *Sufetula* AVEC DES PALMES ET DES RAFLES SÈCHES -
PROTECTION AGAINST EROSION AND *SUFETULA* ATTACKS WITH DRY
FRONDS AND BUNCH STALKS.**

**ETUDE DU DÉVELOPPEMENT DES
RACINES DES COCOTIERS DE RSUP**

(C. JOURDAN)

ETUDE DU DEVELOPPEMENT DES RACINES DES COCOTIERS DE RSUP

(C. JOURDAN)

Au cours de notre étude, nous avons cherché à caractériser l'architecture du système racinaire des cocotiers sur tourbes ainsi que son mode de développement. Pour cela, nous avons effectué de nombreuses excavations partielles et totales et mis en place un dispositif de mesure (rhizotron) des vitesses de croissance des racines de cocotiers en conditions de plantation.

I. Description des cocotiers

Un récapitulatif des caractéristiques (hauteur et nombre de noix) des cocotiers choisis pour les différentes observations (rhizotrons, excavations partielles et totales) est donné dans le Tableau I.

II. Les rhizotrons

14 rhizotrons (Photo 1) ont été installés au pied des cocotiers dans la parcelle 07-02. Ils se composent de 8 rhizotrons placés en position verticale (rhizo V) et de 6 rhizotrons placés en position horizontale (rhizo H). Les arbres ont été choisis en fonction de leur production et de leur position dans la parcelle. Nous avons choisi deux arbres de bordure hauts producteurs sous couverture d'argile et 6 arbres (3 hauts et 3 mauvais producteurs) à l'intérieur de la parcelle sans argile.

Les arbres choisis sont les suivants :

- bordure, arbres hauts producteurs, rhizo V : 49-01 et 51-01
- parcelle, arbres hauts producteurs, rhizo V et H : 49-17, 49-05 et 51-04
- parcelle, arbres mauvais producteurs, rhizo V et H : 47-04, 52-03 et 51-13

Les relevés sont hebdomadaires et sont effectués le lundi. La durée prévue de l'expérience est d'un an, afin de couvrir toutes les saisons.

Un mois après la mise en place des rhizotrons, une seule racine a pu être suivie. Par ailleurs, cette racine n'a survécu au contact de la vitre que 2 semaines environ. Ce retard met en évidence la faible vigueur de reprise du système racinaire après sectionnement. **La vitesse d'élongation des racines à RSUP est apparemment très lente.**

III. Les excavations partielles

Deux grandes tranchées (Photo 2) ont été creusées au pied de 4 cocotiers (2 bons et 2 mauvais producteurs) selon deux directions principales, sur la ligne de plantation et dans l'interligne, perpendiculairement à la ligne. Dans chaque tranchée, les racines sont repérées et suivies jusqu'à

leur extrémité. L'extension maximale, tant horizontale que verticale, des racines primaires et l'extension du chevelu racinaire (RIII + RIV) ont ainsi pu être définies pour chaque type de cocotier.

Ces grandes excavations ont montré une limitation très nette, par attaques répétées de *Sufetula*, de la croissance en longueur des racines, quel que soit le cocotier, bon ou mauvais producteur (Photos 3 à 6). L'extension horizontale du réseau de RI est limitée entre 1 et 2 m (Tableau II), rarement plus (seules quelques RI dépassent 3 m chez les bons producteurs), au lieu de 7 à 9 m en moyenne pour des racines primaires d'arbres de même âge en conditions non limitantes.

A l'exception des racines primaires du cocotier de bordure 48-01, les RI les plus longues sont aussi attaquées que les autres ce qui montre l'aspect généralisé des attaques, il n'y a pas de zones épargnées par *Sufetula*. Par contre, dans l'interligne Est du cocotier de bordure 48-01 (Photo 7), où il existe une couche d'argile en surface et un gros tas de bourre de noix de coco à proximité, quelques RI sont très longues (supérieures à 5 m) et pas attaquées (Tableau II). **L'argile et les bourres de noix de coco joueraient un rôle protecteur contre les attaques des chenilles.**

L'extension horizontale du chevelu racinaire constitué par les racines absorbantes (RIII + RIV) est comprise entre 1 et 3,8 m (Tableau II) selon les arbres et la situation (ligne, interligne). Le chevelu racinaire est essentiellement localisé en surface, entre 0 et 30 cm de profondeur, et sa densité est maximale à proximité du stipe du cocotier (Photos 3 à 6).

La limitation de l'extension verticale des racines est provoquée par la présence de la nappe phréatique située globalement à 1 m de profondeur dans la parcelle A07-02 au moment des observations (novembre 1997). Les racines primaires et secondaires pénètrent dans l'eau de quelques centimètres sans toutefois proliférer. Un certain nombre de RI situées sous le cocotier pénètrent dans l'eau jusqu'à près de 2 m de profondeur (Photo 8). Leur morphologie est caractéristique des racines vivant dans l'eau, elles sont blanches, saines, actives, peu ramifiées et peu lignifiées.

En outre, il est vraiment étonnant de noter **l'existence d'une zone sèche s'étendant sur un rayon de 80 cm autour du stipe et jusqu'à 30 cm de profondeur**, alors que la nappe d'eau est située à 1 m de profondeur seulement. C'est précisément dans cette zone sèche que se trouve la majorité des racines absorbantes du système. Enfin, cette zone sèche a été également observée juste sous le stipe, jusqu'à une profondeur de 80 cm chez certains arbres (Photos 9 et 10). Cette zone sèche est présente même après une forte pluie, elle est surtout localisée sur sol nu. Il serait nécessaire d'étudier les caractéristiques physiques (porosité, capacité à stocker l'eau et à la restituer) de cette tourbe qui est extrêmement dégradée en surface.

III. Les excavations totales

Toujours dans la parcelle A07-02, 6 arbres (3 bons et 3 mauvais producteurs) ont été déracinés. Le tableau III donne les résultats d'un comptage exhaustif du nombre de racines primaires présentes à 50 cm, à 10 cm et sur le plateau racinaire.

Le nombre de racines primaires portées par les cocotiers âgés de 10 ans est extrêmement élevé, quel que soit le type de cocotier. En effet, il n'existe pas de différence significative entre

les cocotiers bons et mauvais producteurs, malgré l'observation d'un nombre de racines légèrement plus grand chez les bons producteurs : cas de l'arbre 53-15 en particulier. A 50 cm du stipe, environ 10 000 RI sont présentes en moyenne, excepté l'arbre 53-15 avec 30 000 RI environ (Tableau III). Ce nombre est excessif lorsqu'on le compare au nombre de racines portées par des cocotiers de même âge au Vanuatu (5000 en moyenne), où les conditions de croissance sont sans contrainte majeure. Par contre, ce nombre est comparable au nombre de RI portées par des cocotiers âgés de 29 ans au Vanuatu !

Le nombre de racines primaires augmente très fortement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du plateau racinaire (Photo 11). En effet, par rapport au nombre de RI émises par le cocotier (RI situées sur le plateau racinaire), le nombre de RI trouvées à 10 cm ou à 50 cm du plateau racinaire est multiplié, respectivement par 2.1 ou par 3.4 en moyenne (Tableau III). Comparativement, le coefficient de multiplication du nombre de RI portées entre 0 et 50 cm par des cocotiers au Vanuatu est seulement de 1.3 !

L'augmentation du nombre de RI entre 0 et 50 cm du cocotier est le résultat de répétitions successives. Ces répétitions sont d'origine naturelle dans les conditions du Vanuatu et en majorité d'origine traumatique (attaques de *Sufetula*) dans les conditions de RSUP.

Le nombre excessif de RI produites par les cocotiers de RSUP entraîne certainement une surconsommation en sucres (hydrates de carbone produits par photosynthèse) pour satisfaire les besoins des racines au détriment des autres besoins de la plante.

IV. Commentaires généraux sur l'état du système racinaire

Dans l'ensemble, le nombre de racines jeunes, blanches ou d'apex blanc est extrêmement faible voire inexistant pour certains cocotiers. Les apex des racines sont ronds, beiges ou bruns ce qui atteste d'une croissance lente ou pas de croissance du tout. Les racines en croissance ont généralement un apex blanc, pointu et la zone apicale blanche s'étend sur une dizaine de centimètre au moins, ce qui n'est pas le cas à RSUP. Le système racinaire du cocotier n'est pas en phase de croissance optimale mais semble plutôt être "au ralenti" (cf. § V.1.).

L'action de *Sufetula* sur les racines conduit le plus souvent à l'arrêt de croissance de la racine attaquée. Celle-ci émet généralement un (rarement plus) axe relais par répétition qui remplace la racine traumatisée. Cet axe peut être à son tour attaqué par la chenille et peut répéter. Ce processus peut se répéter un grand nombre de fois, ce qui génère des structures complexes très ramifiées (Photo 12). Ces structures ramifiées sont peu ou pas efficaces dans leur fonction de prélèvement car elles sont composées essentiellement de RI (par répétition) au détriment des RII qui portent habituellement les racines absorbantes (RIII + RIV). De plus, une réduction en diamètre est observée entre la racine initiale et les racines répétées en bout de chaîne. Cela entraîne certainement une conduction plus faible dans l'ensemble du système.

Le système racinaire des cocotiers de RSUP apparaît anormalement ramifié avec un réseau de RI très dense, une proportion de RII faible, mal distribuées dans le sol et un chevelu racinaire limité aux horizons superficiels.

Le coût d'entretien d'un tel système (consommation en sucres) doit être préjudiciable au cocotier qui en retour développe une capacité de prélèvement (en eau et en éléments minéraux) relativement faible.

Il sera intéressant à l'avenir de quantifier ce coût énergétique ainsi que la capacité de prélèvement des différentes racines notamment par des mesures de flux de sève, lorsque la technique sera mise au point.

Le trajet de la sève brute, contenant l'eau et les sels minéraux, est orienté des racines vers les parties aériennes du cocotier. Son trajet est quelque peu altéré ou du moins assez tourmenté dans ces structures (Photo 13 et Figure 1). Le trajet de la sève élaborée, contenant les assimilats, est dirigé en sens inverse, c'est-à-dire des parties aériennes vers les organes en vie, en l'occurrence ici, les racines. Il est certain que la circulation de cette sève jusqu'aux organes en croissance sera ici fortement altérée et il est facile de se rendre compte de la dépense inutile en assimilats véhiculés jusqu'aux nombreuses racines à croissance arrêtée ou mortes (Figure 1).

Une étude sur les diamètres des racines primaires a été effectuée (Tableau IV). Il en résulte qu'il n'y a pas d'effet de la vigueur (en terme de nombre de noix portées) des arbres ni de la direction de croissance des RI (ligne / interligne) sur le diamètre des RI. Le diamètre moyen est variable entre individus quelle que soit leur production. Le diamètre moyen des RI n'est pas significativement différent au sein d'un même individu selon la direction de croissance des racines (ligne / interligne).

V. Observations histologiques

V.1. Caractérisation anatomique des apex de racines en croissance "ralentie"

Au cours de nos observations sur le terrain, nous avons identifié 3 catégories d'apex en croissance : un apex blanc, pointu, avec une bonne croissance (Photo 14) ; un apex brun avec une croissance faible à nulle de forme pointue (Photo 15) ; et de forme ronde (Photo 16). Les 2 dernières catégories sont majoritaires dans la plantation ce qui est le témoin d'une activité ralentie du système racinaire au moment des observations (novembre 1997). Les racines les plus actives (apex blanc, pointu) ont cependant beaucoup de polyphénols qui s'accumulent dans leurs cellules (Photo 17). Cette accumulation de polyphénols est synonyme de résistance physiologique de la plante face à une agression, en l'occurrence les attaques de *Sufetula*.

V.2. Caractérisation anatomique des attaques de *Sufetula*

La chenille pénètre dans la racine de cocotier par un trou (Photo 18) qu'elle confectionne à proximité de l'apex, dans les tissus tendres non encore lignifiés. Elle progresse à l'intérieur de la racine (Photo 19) en mangeant essentiellement les tissus du parenchyme cortical et quelquefois les tissus conducteurs situés dans la moelle centrale (Photos 20 et 21). Au fur et à mesure de sa progression, la chenille laisse derrière elle des déjections plus ou moins digérées (Photos 22 et 23). Par ailleurs, dans le tube digestif de la chenille, on retrouve des morceaux de tissu végétal dont la structure n'est pas modifiée (Photo 24) et qui vont se retrouver presque intacts dans les déjections (Photos 18 et 22). Ceci est la preuve d'une progression et d'une consommation continue de la chenille dans la racine ; la chenille peut également quitter plus ou moins tôt la racine pour en attaquer une autre. Au cours de son développement, une seule chenille peut, ainsi, attaquer plusieurs racines de cocotier. Ceci pourrait expliquer en partie le fait que l'on ne trouve pas en grande quantité ce parasite dans le sol alors que les racines attaquées sont très nombreuses.

V.3. Présence de nématodes dans les racines de cocotier de RSUP

Lors de l'observation des coupes histologiques, nous avons constaté pour la première fois chez le cocotier la présence de nématodes dans les racines. Nous avons localisé ces nématodes dans différentes parties des racines :

- dans la coiffe de l'apex d'une racine secondaire saine, en croissance (Photo 25),
- dans la zone creusée par *Sufetula*, en compagnie d'une importante colonie de bactéries (Photo 26),
- dans les tissus du parenchyme cortical à proximité de l'apex d'une RI, en train de perforer une paroi pecto-cellulosique (Photo 27).

La présence de ces vers dans plusieurs racines, prises au hasard dans la parcelle K03-01, racines attaquées ou non par *Sufetula*, montre que leur population n'est pas négligeable.

Il est donc important, dans un proche avenir, d'identifier ce parasite pour connaître s'il est vraiment pathogène.

VI. Piézomètres et ouvertures stomatiques

Un réseau de 33 piézomètres a été installé dans la parcelle A07-02 suivant 2 lignes perpendiculaires, l'une orientée Nord sud en partant du canal secondaire et l'autre orientée Est-Ouest entre 2 canaux tertiaires. Les relevés hebdomadaires sont en cours de réalisation.

Parallèlement, des mesures d'ouvertures stomatiques sont réalisées sur les arbres situés à proximité des piézomètres.

Les premiers résultats montrent que la nappe phréatique est stabilisée à 1 m de profondeur environ sur l'ensemble du réseau.

VII. Simulations infographiques

Connaissant les limitations des extensions horizontale et verticale du système racinaire des cocotiers de RSUP, il est possible de recréer sur ordinateur ces contraintes en utilisant les outils informatiques développés au CIRAD, notamment sur le système racinaire du palmier à huile (Jourdan, 1995), du cacaoyer et du cocotier (Colas, 1997).

Par simulation, il est possible de visualiser une plantation virtuelle comparable à la plantation de RSUP, en respectant le même dispositif de plantation (Photos 28 à 30).

Des mesures complémentaires de biomasse racinaire devront être effectuées sur le terrain afin d'estimer, par simulation, la biomasse racinaire totale d'une parcelle soumise aux attaques de *Sufetula*.

Références

- Jourdan C., 1995. Modélisation de l'architecture et du développement du système racinaire du palmier à huile. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, 245 p.
- Colas H., 1997. Association de cultures cocotier cacaoyer. Modélisation de leur système racinaire. Etudes préliminaires sur l'interaction racinaire et la consommation en eau des deux plantes. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, 260 p.

VIII. Observations sur les palmiers à huile de BRS

Au cours de la visite de la plantation de palmier à huile de BRS, j'ai pu vérifier la présence de *Sufetula* dans le sol mais les populations sont plus faibles qu'à RSUP et surtout les attaques sur le système racinaire sont assez rares.

La parcelle visitée est âgée de 4 ans. Les palmiers sont vigoureux (circonférence du stipe > 1 m), mais avec très peu d'inflorescences mâles et la production semble hétérogène entre arbres.

On a trouvé de nombreuses souches d'arbres enterrées, provenant de l'ancienne forêt. La tourbe, de couleur claire, très humide et très aérée, n'est pas dégradée en surface, comme à RSUP. L'interligne est recouvert de fougères très grandes (supérieures à 1 m) et le premier horizon de sol est très riche en matière organique.

Les racines primaires sont extrêmement longues (3 à 6 m) pour des palmiers de 4 ans (4 m en moyenne pour des palmiers en Côte d'Ivoire). Le nombre de RI par arbre est élevé : 1200 en moyenne à BRS contre 300 environ en Côte d'Ivoire. De nombreuses RIII très fines (diamètre compris entre 0.04 et 1 mm), sèches (80% d'entre-elles) et réparties de façon homogène entre 0 et 1 m de profondeur ont été observées. Les RI plongent dans l'eau qui se trouve comme à RSUP à 1 m de profondeur. Le chevelu racinaire est inexistant en surface car les palmiers sont encore jeunes.

Quelques RI sont de couleur noire entre 0 et 2 m du stipe, ce qui est étonnant pour des palmiers aussi jeunes. Cette couleur noire est normalement le résultat d'une subérisation de l'hypoderme, et elle caractérise des racines âgées d'une dizaine d'années.

En conclusion, le système racinaire des palmiers de BRS est vigoureux, en pleine activité, avec une bonne extension horizontale jusqu'à 6 m et verticale jusqu'à la nappe phréatique (1 m de profondeur), sans traumatisme apparent lié aux attaques de *Sufetula*. La chenille est présente mais ses dommages sont à peine visibles pour l'instant.

Assimilates

Water and nutrients

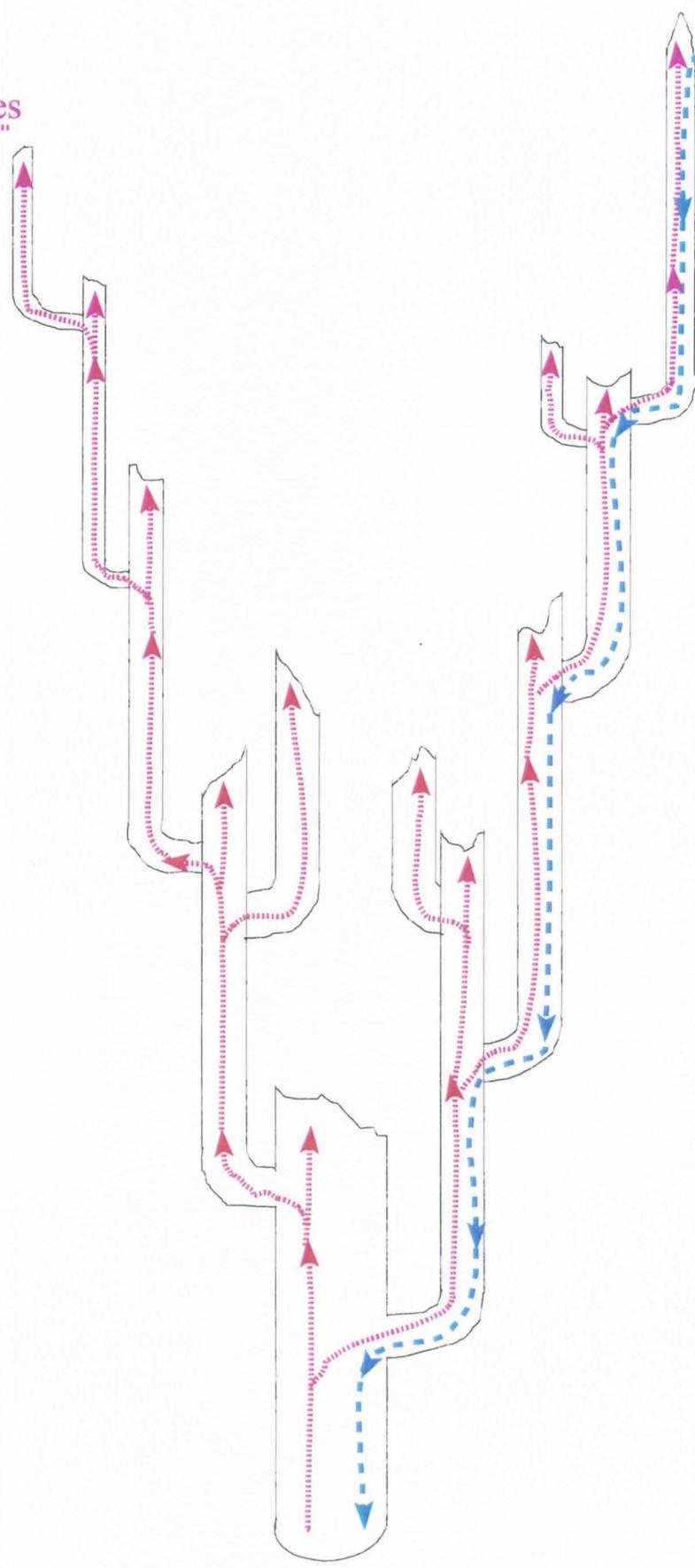


Figure 1. Schema of the sap flows into the complex root structure resulted from the Sufetula attacks.

TABLE I. Characteristics (height and number of female flowers or nuts) of the different coconuts chosen for the root observations.

| | | Tree | Height (m) | TOTAL | Number of female flowers or nuts in each leaf rank | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|-------------|---------------|-------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | F10 | F11 | F12 | F13 | F14 | F15 | F16 | F17 | F18 | F19 | F20 | F21 | F22 | F23 | F24 | F25 | F26 | F27 | F28 |
| TOTAL EXCAVATIONS | <i>Good- looking coconuts</i> | Tree 53-15 | 7.78 | 178 | 21 | 20 | 11 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | 13 | 7 | 11 | 10 | 14 | 10 | 13 | | | | |
| | | Tree 53-26 | 7.52 | 137 | 18 | 18 | 9 | 0 | 5 | 7 | 7 | 1 | 11 | 2 | 13 | 8 | 3 | 8 | 13 | 14 | | | |
| | | Tree 53-30 | 7 | 154 | 15 | 18 | 0 | 8 | 8 | 8 | 9 | 12 | 15 | 11 | 13 | 15 | 5 | 7 | 10 | | | | |
| | <i>Bad- looking coconuts</i> | Tree 53-19 | 4.52 | 41 | 7 | 2 | 5 | 5 | 3 | 6 | 2 | 2 | 4 | 1 | | 3 | 1 | | | | | | |
| | | Tree 53-43 | 5.13 | 57 | 8 | 5 | 1 | 5 | 7 | 5 | 8 | 5 | 6 | 2 | 4 | 1 | | | | | | | |
| | | Tree 53-47 | 4.96 | 41 | 5 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 5 | 3 | 7 | 4 | 2 | 2 | | | | | | |
| RHIZOTRONS | <i>Good- looking coconuts</i> | Tree 51-01 | 7.7 | 225 | 33 | 32 | 7 | 11 | 14 | 13 | 11 | 14 | 16 | 13 | 5 | 14 | 14 | 9 | 11 | 8 | | | |
| | | Tree 49-01 | 7.51 | 209 | 22 | 17 | 6 | 12 | 14 | 16 | 14 | 17 | 11 | 14 | 5 | 15 | 14 | 6 | 11 | 15 | | | |
| | | Tree 49-17 | 6.3 | 150 | 13 | 18 | 7 | 5 | 7 | 8 | 5 | 10 | 11 | 13 | 11 | 9 | 11 | 10 | 12 | | | | |
| | | Tree 49-05 | 6.45 | 111 | 12 | 7 | 6 | 9 | 13 | 11 | 11 | 11 | 9 | 6 | 7 | 9 | | | | | | | |
| | | Tree 51-04 | 6.95 | 126 | 15 | 10 | 6 | 13 | 7 | 10 | 7 | 10 | 9 | 6 | 9 | 7 | 7 | 10 | | | | | |
| | <i>Bad- looking coconuts</i> | Tree 52-03* | 6.91 | 112 | 22 | 10 | 2 | 12 | 16 | 11 | 16 | 8 | 8 | 6 | 1 | | | | | | | | |
| PARTIAL EXCAVATIONS | <i>Good-looking coconuts</i> | Tree 48-01 | 9.12 | 260 | 25 | 21 | 7 | 11 | 12 | 15 | 17 | 14 | 17 | 19 | 14 | 13 | 11 | 12 | 19 | 19 | 13 | 0 | 1 |
| | | Tree 49-04 | 8.06 | 148 | 25 | 18 | 9 | 8 | 6 | 11 | 3 | 9 | 15 | 8 | 9 | 9 | 6 | 12 | | | | | |
| | <i>Bad-looking coconuts</i> | Tree 48-20 | 5.87 | 84 | 16 | 14 | 6 | 8 | 11 | 2 | 2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | | | | | |
| | | Tree 49-16 | 5.26 | 42 | 7 | 2 | 1 | 6 | 4 | 5 | 2 | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 | | | | | | | |

* (Not so bad)-looking coconut

TABLE III. Number of roots on good- and bad-looking coconuts. nb: number of roots; coef.: increase coefficient.

| Dist. from the root bole (cm) | (good-looking coconuts) | | | | | | (bad-looking coconuts) | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|----------|------------|-------|------------|-------|------------------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | tree 53-15 | | tree 53-26 | | tree 53-30 | | tree 53-19 | | tree 53-43 | | tree 53-47 | |
| | nb | coef. | nb | coef. | nb | coef. | nb | coef. | nb | coef. | nb | coef. |
| 50 | 30736 | x 1.9* | 12970 | x 1.5 | 9360 | x 1.5 | 11148 | x 1.5 | 9665 | x 1.7 | 8235 | x 1.7 |
| 10 | 16455 | x 3.0** | 5804 | x 1.8 | 6296 | x 1.7 | 7250 | x 2.1 | 5563 | x 2.4 | 4617 | x 1.6 |
| 0 | 5408 | x 5.7*** | 4640 | x 2.8 | 3632 | x 2.6 | 3465 | x 3.2 | 2331 | x 4.1 | 2786 | x 3.0 |

* (nb roots at 50 cm)/(nb roots at 10 cm) ; ** (nb roots at 10 cm)/(nb roots at 0 cm) ; *** (nb roots at 50 cm)/(nb roots at 0 cm).

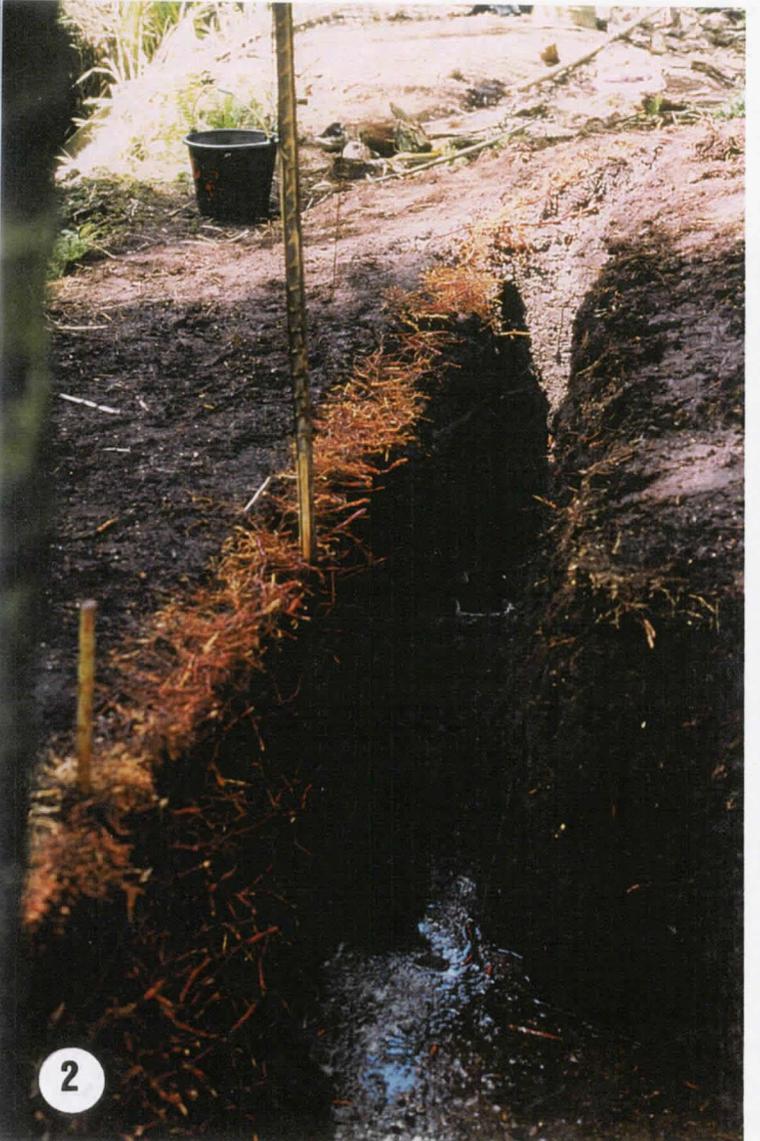
TABLE IV. Diameter of the primary roots of the good- and bad-looking coconuts in the line and the inter-row. N : north ; S : south ; E : east ; W : west.

| | | Dir. of growth | mean (cm) | DIAMETER OF THE PRIMARY ROOTS OF THE COCONUTS (cm) | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-----------------|-------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| good- looking coconuts | tree | in the line (N) | 0.81 ± 0.13 | 0.83 | 0.86 | 0.76 | 0.71 | 0.75 | 0.76 | 0.7 | 0.83 | 0.86 | 0.99 | 1.15 | 0.82 | 0.9 | 0.59 | 0.68 |
| | 48-01 | inter-row (E) | 0.78 ± 0.18 | 0.78 | 0.66 | 0.86 | 0.66 | 0.81 | 0.66 | 0.63 | 0.66 | 0.9 | 0.64 | 1.18 | 0.73 | 0.62 | 1.17 | |
| | tree | in the line (S) | 0.66 ± 0.07 | 0.76 | 0.68 | 0.8 | 0.61 | 0.63 | 0.63 | 0.77 | 0.67 | 0.67 | 0.54 | 0.74 | 0.58 | 0.64 | 0.6 | 0.59 |
| | 49-04 | inter-row (E) | 0.67 ± 0.07 | 0.73 | 0.7 | 0.72 | 0.77 | 0.66 | 0.68 | 0.59 | 0.75 | 0.7 | 0.73 | 0.72 | 0.67 | 0.54 | 0.6 | 0.56 |
| bad- looking coconuts | tree | in the line (S) | 0.81 ± 0.13 | 0.94 | 0.83 | 0.96 | 0.64 | 0.88 | 0.98 | 1 | 0.78 | 0.87 | 0.87 | 0.68 | 0.6 | 0.71 | 0.67 | 0.7 |
| | 48-20 | inter-row (W) | 0.75 ± 0.16 | 1.14 | 0.86 | 0.93 | 0.98 | 0.68 | 0.64 | 0.76 | 0.64 | 0.65 | 0.65 | 0.58 | 0.63 | 0.8 | 0.56 | |
| | tree | in the line (S) | 0.66 ± 0.09 | 0.63 | 0.6 | 0.74 | 0.88 | 0.74 | 0.7 | 0.59 | 0.7 | 0.57 | 0.62 | 0.68 | 0.51 | 0.53 | 0.69 | 0.66 |
| | 49-16 | inter-row (E) | 0.67 ± 0.13 | 0.83 | 0.58 | 0.99 | 0.81 | 0.52 | 0.65 | 0.74 | 0.66 | 0.62 | 0.62 | 0.71 | 0.46 | 0.51 | 0.73 | 0.65 |

LEGENDS

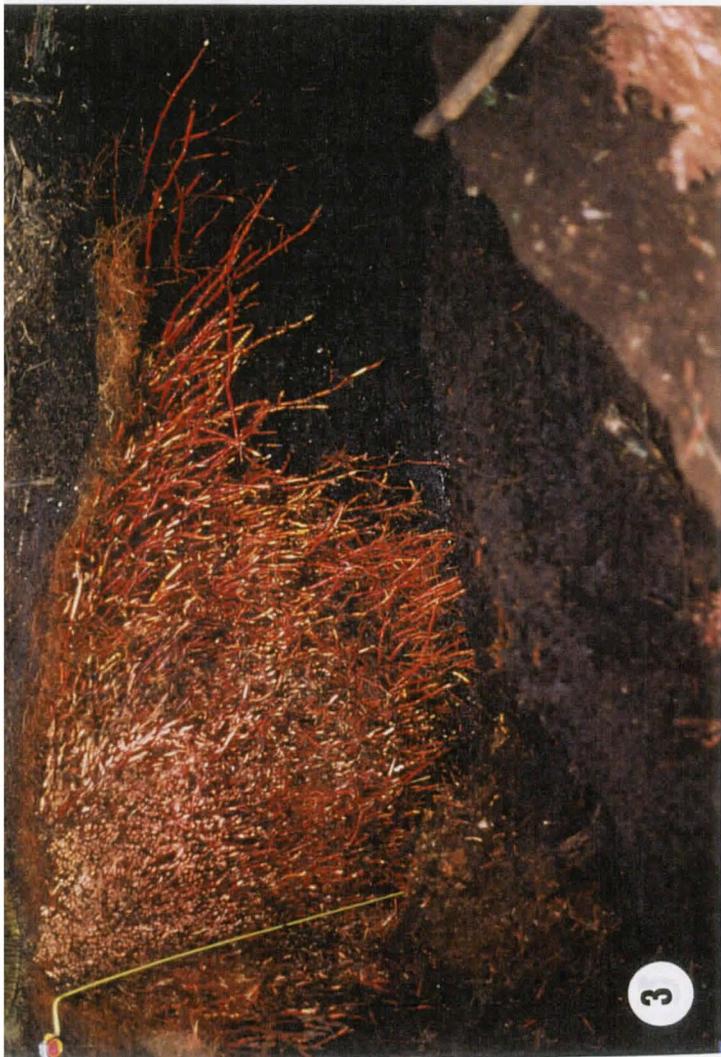
Photo 1. Rhizotron in vertical position in plot 07-02.

Photo 2. Trench dug along the row, till 1 m depth.



LEGENDS

- Photo 3. Root system of a good-looking coconut (n° 49-04).
Trench along the row.
- Photo 4. Root system of a bad-looking coconut (n° 49-16).
Trench along the inter-row.
- Photo 5. Root system of a good-looking coconut (n° 48-01).
Trench along the row.
- Photo 6. Root system of a bad-looking coconut (n° 48-20).
Trench along the row.



LEGENDS

Photo 7. Root system of a good-looking coconut (n° 48-01). Trench along the inter-row where roots can measure 8 m long.

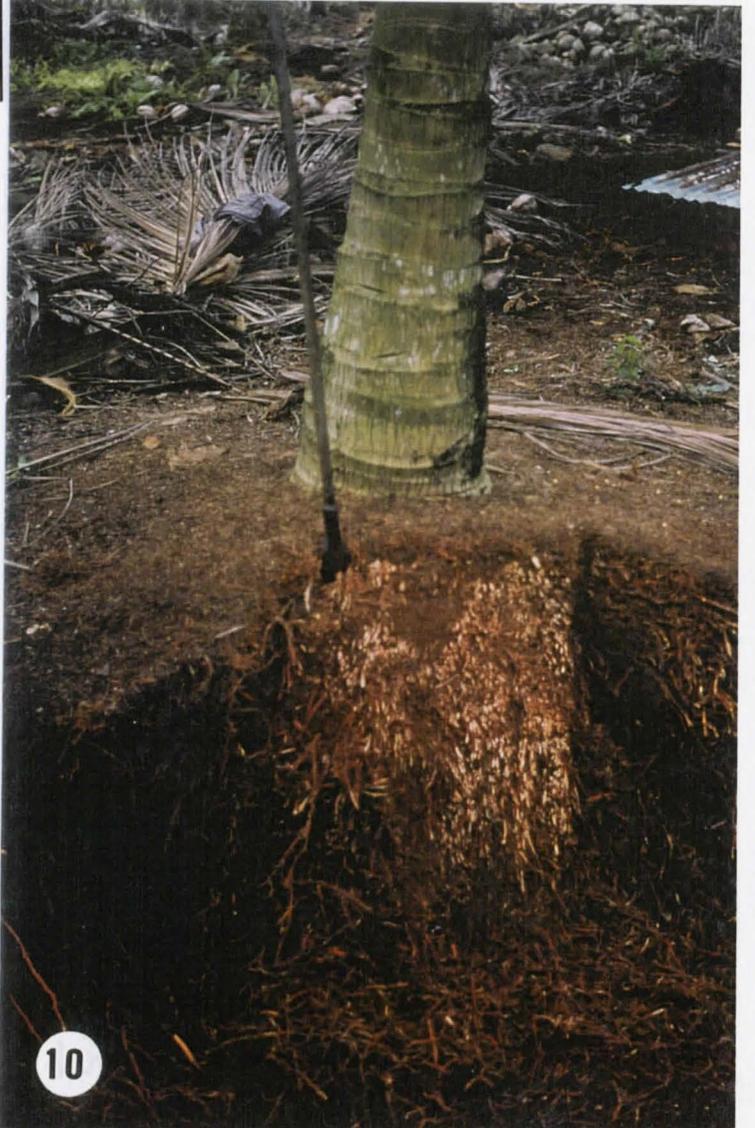
Photo 8. White roots growing in water under a bad-looking coconut. Maximum depth of rooting : 1 m80.



LEGENDS

Photo 9. Focus on the upper soil layers with the roots inside, 40 cm from the coconut and from surface to 60 cm depth. Note the absorbent roots (small ones) near the surface (0-15 cm).

Photo 10. Note the dry area around the coconut in surface and also till 80 cm depth.



LEGENDS

- Photo 11. A quarter of root system of a bad-looking coconut. Note the increase of the number of primary roots in a distance of 50 cm (between the root soil-plate (white) and 50 cm from it).
- Photo 12. Complex root structure resulting from successive attacks performed by *Sufetula*.
- Photo 13. Focus on the anatomy of the complex root structure. Note that the roots are still alive.

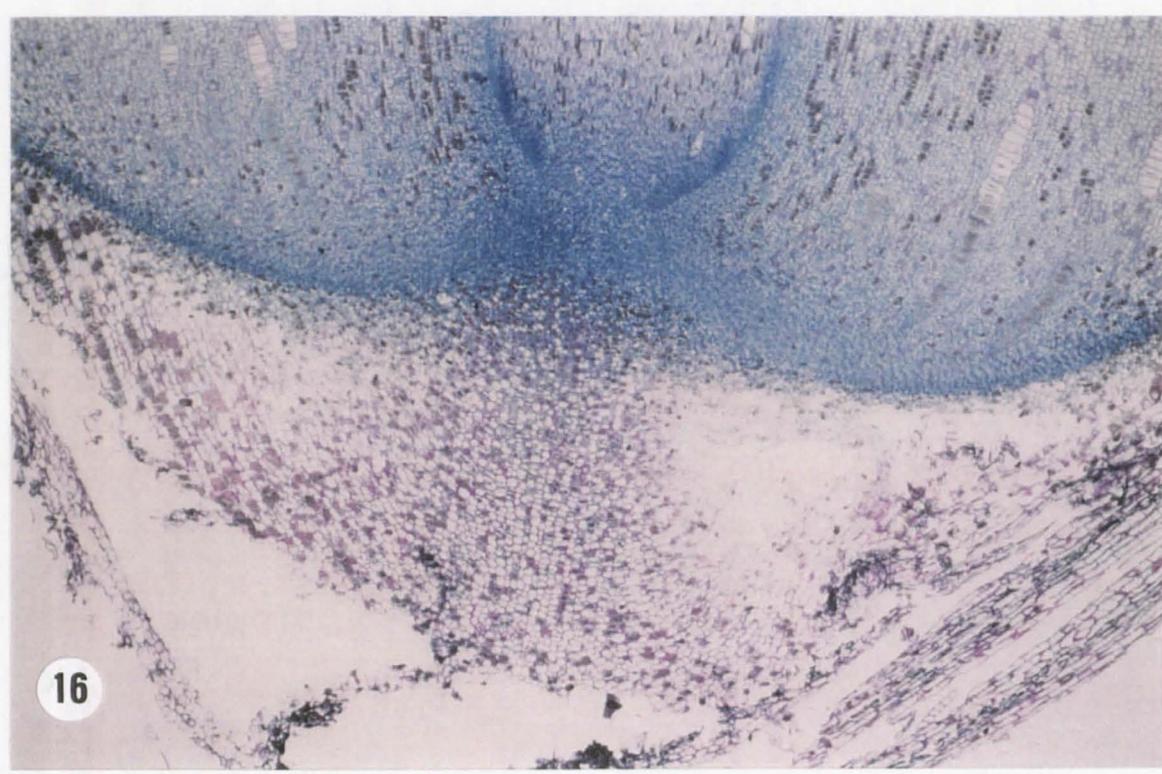
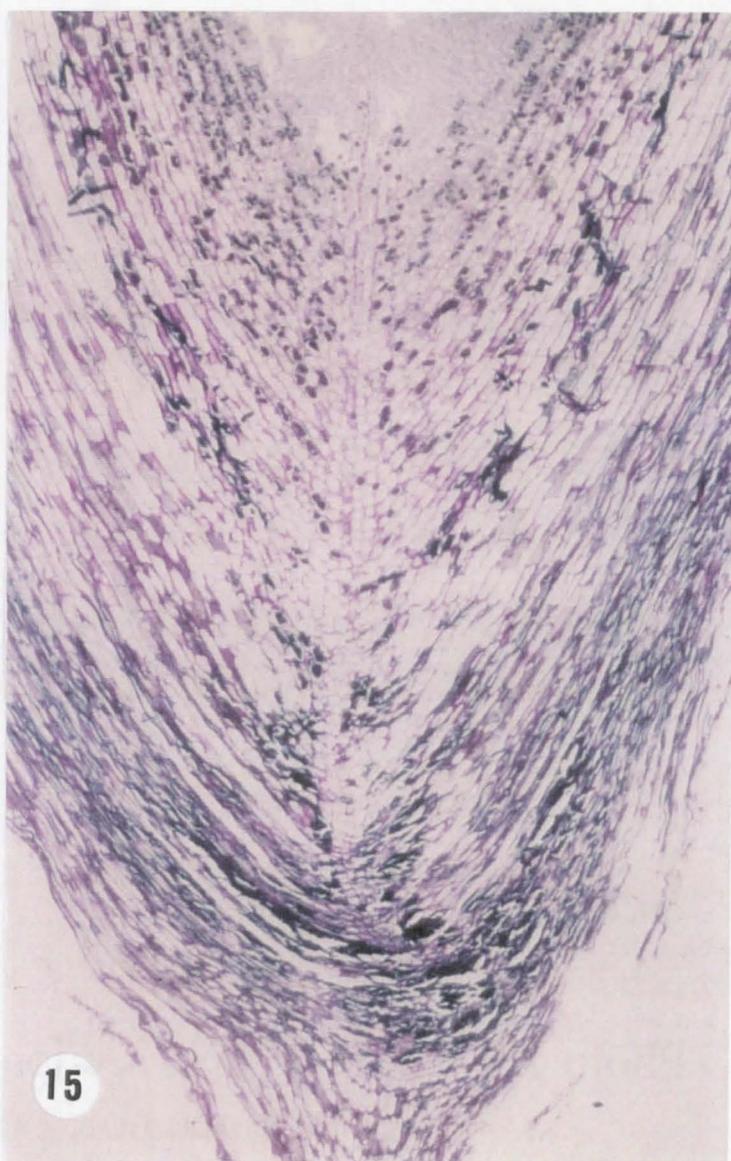
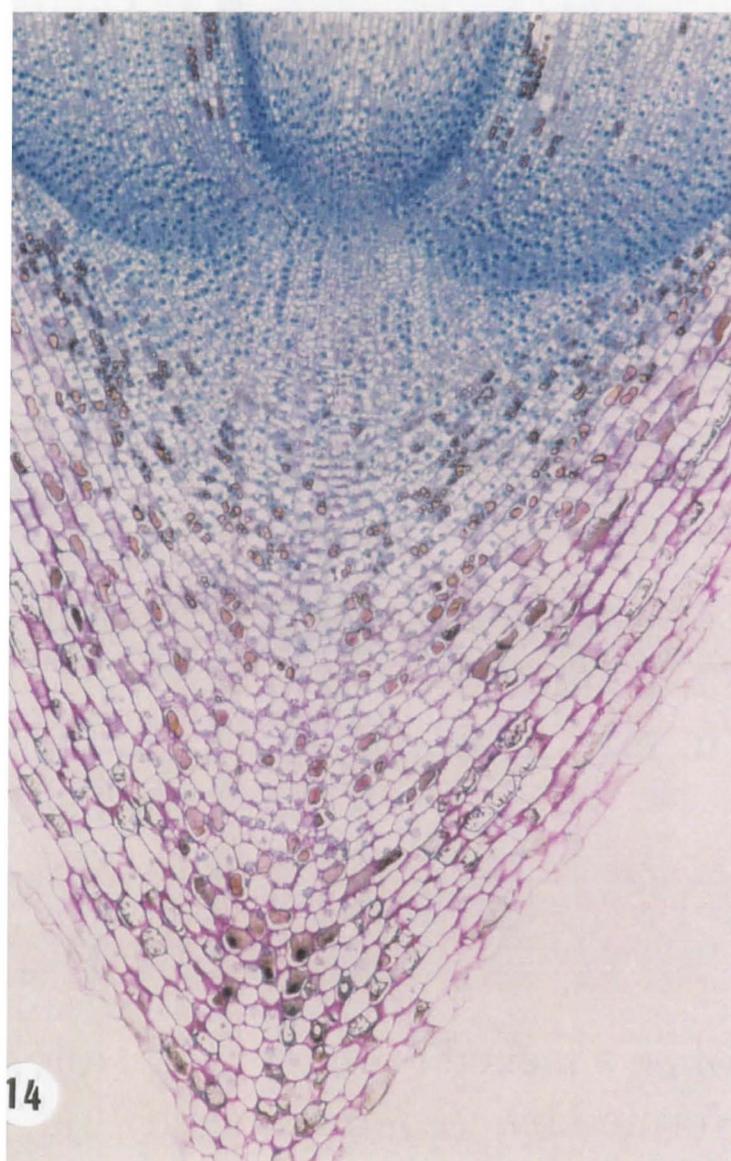


LEGENDS

Photo 14. Longitudinal section of a white and sharp apex of an healthy primary root.

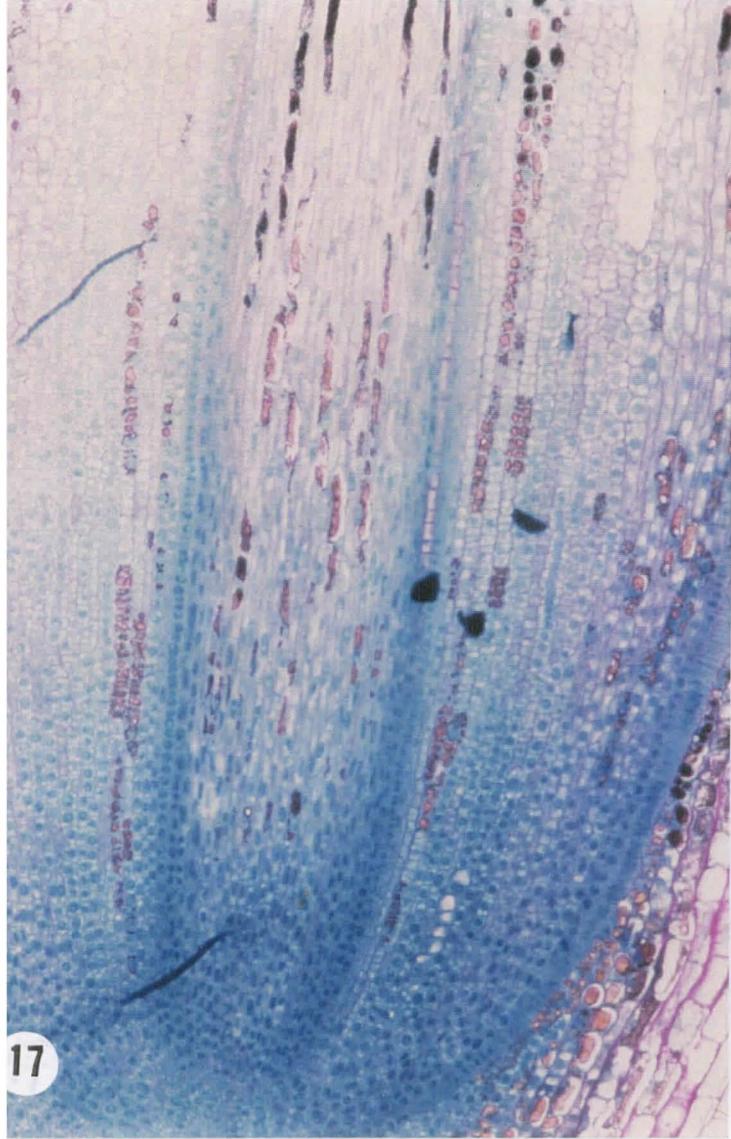
Photo 15. Longitudinal section of a brown and sharp apex of an healthy primary root.

Photo 16. Longitudinal section of a brown and round apex of an healthy primary root.



LEGENDS

- Photo 17. Longitudinal section of a white and sharp apex of an healthy primary root. Note the presence of polyphenol storage (in brown) in many parts of the root.
- Photo 18. Longitudinal section of an attacked primary root. Note the entrance hole performed by *Sufetula* and its numerous dejections.
- Photo 19. *Sufetula* inside the cortical parenchyma of a secondary root. Longitudinal section.



17



18

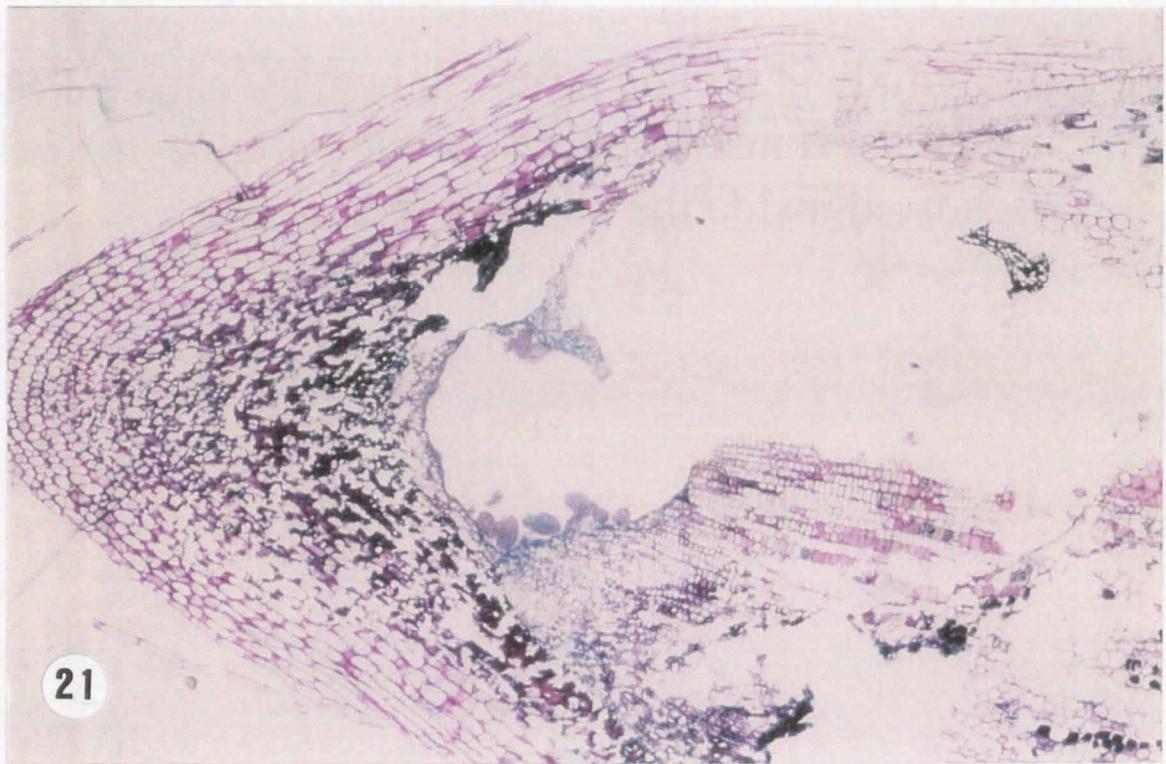
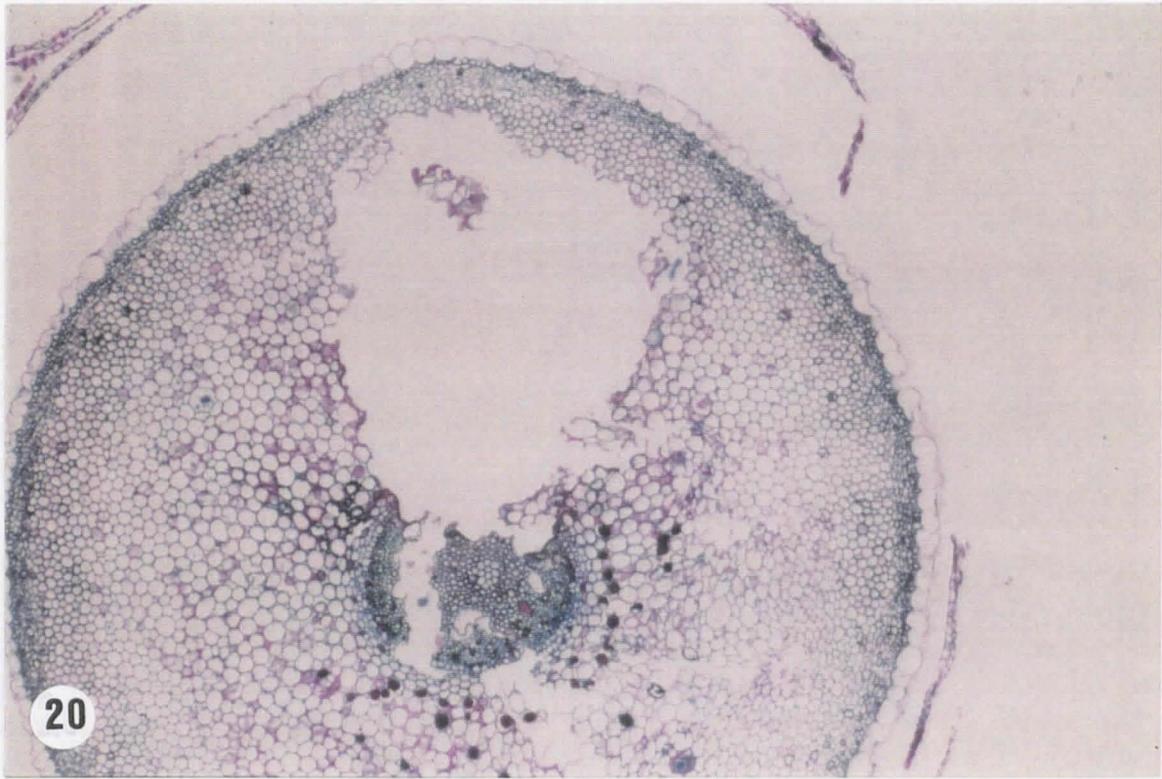


19

LEGENDS

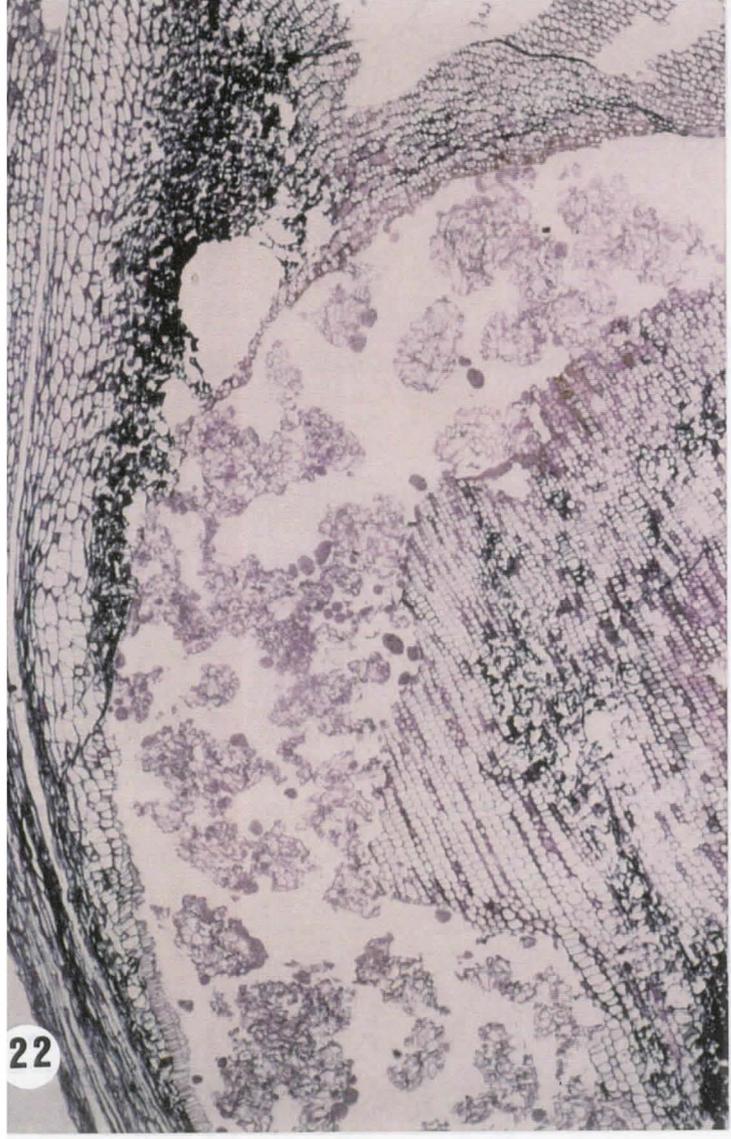
Photo 20. Hole made by *Sufetula* inside the cortical parenchyma of a secondary root. Cross section.

Photo 21. Hole made by *Sufetula* inside the apex of a primary root. Longitudinal section.

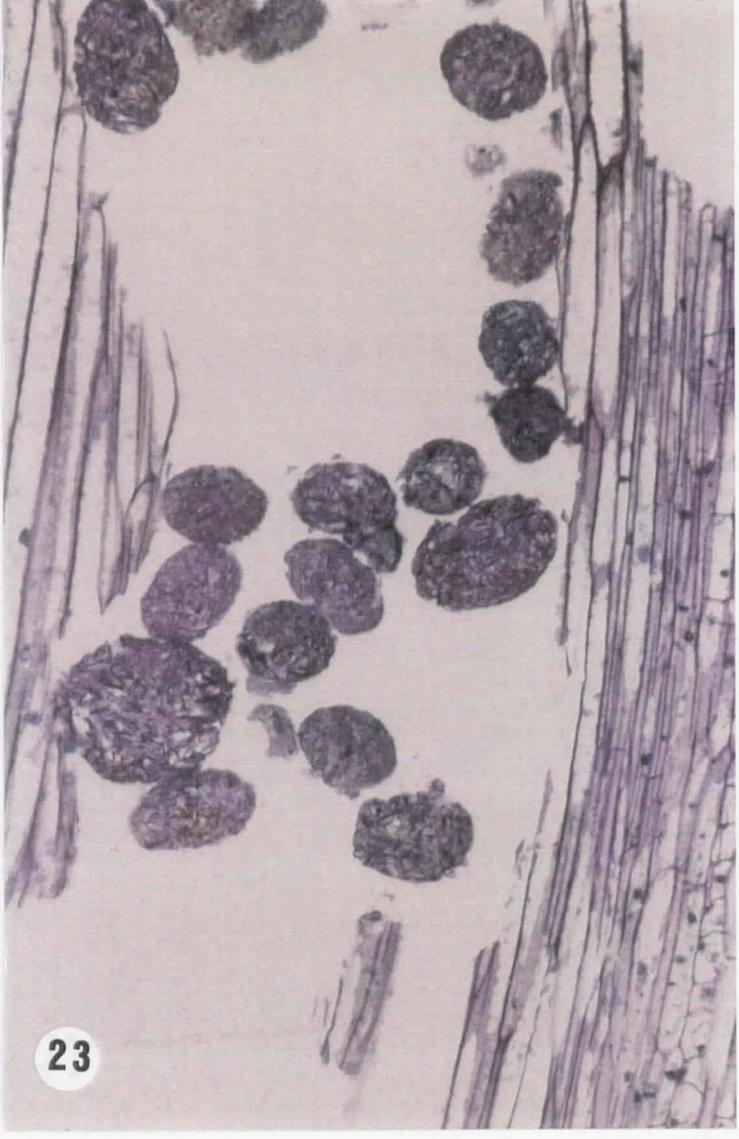


LEGENDS

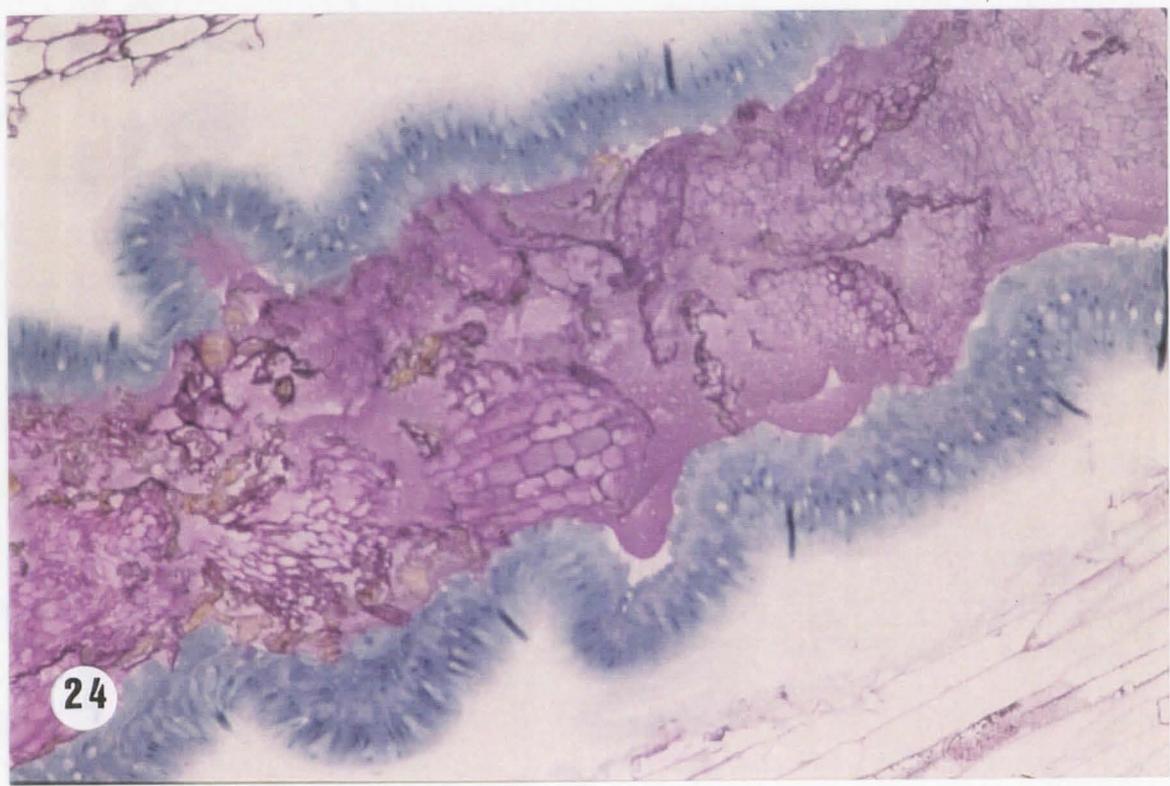
- Photo 22. Dejections of *Sufetula* inside a primary root. Longitudinal section.
- Photo 23. Focus of the *Sufetula* dejections inside a primary root. Longitudinal section.
- Photo 24. Longitudinal section of the alimentary canal of *Sufetula* inside a secondary root. Note the parenchyma cells still organised inside the alimentary canal.



22



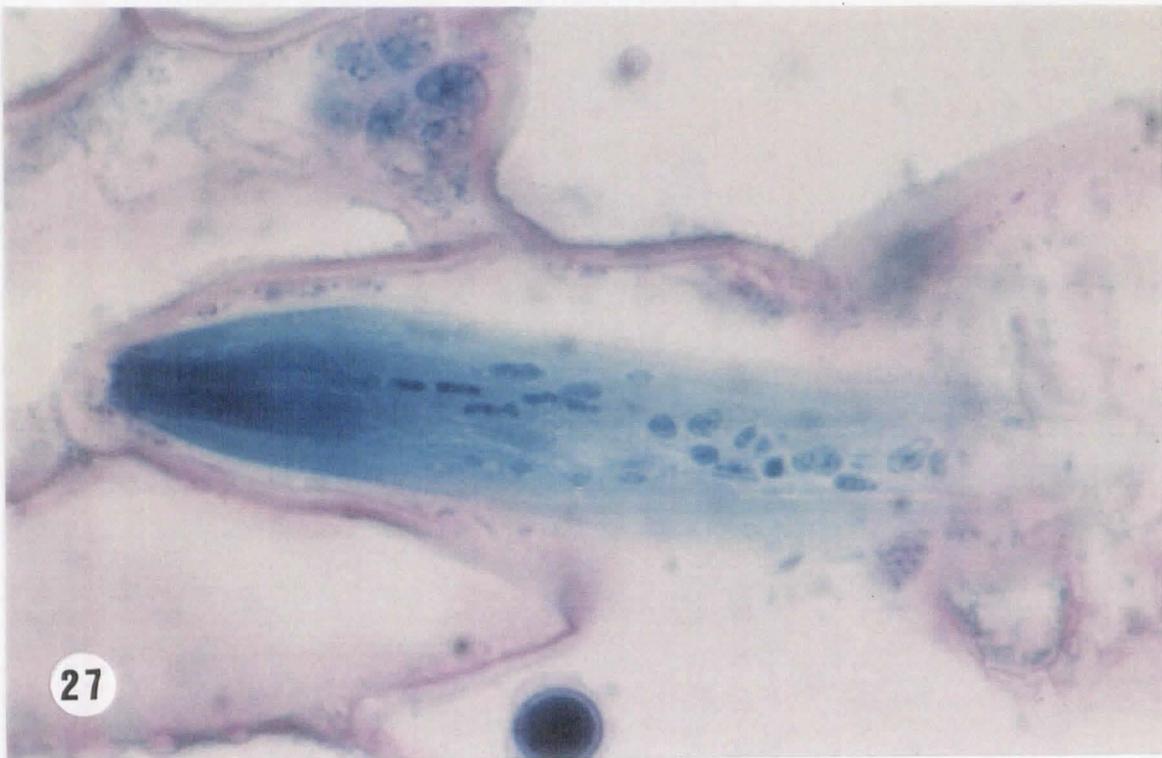
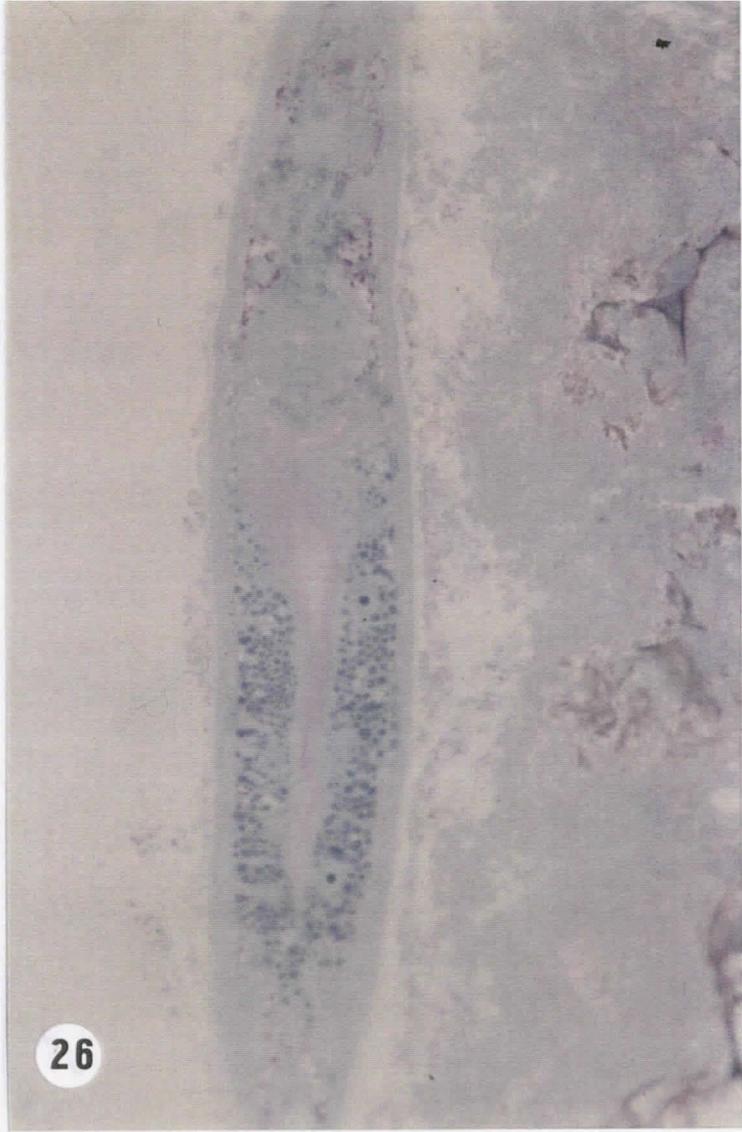
23



24

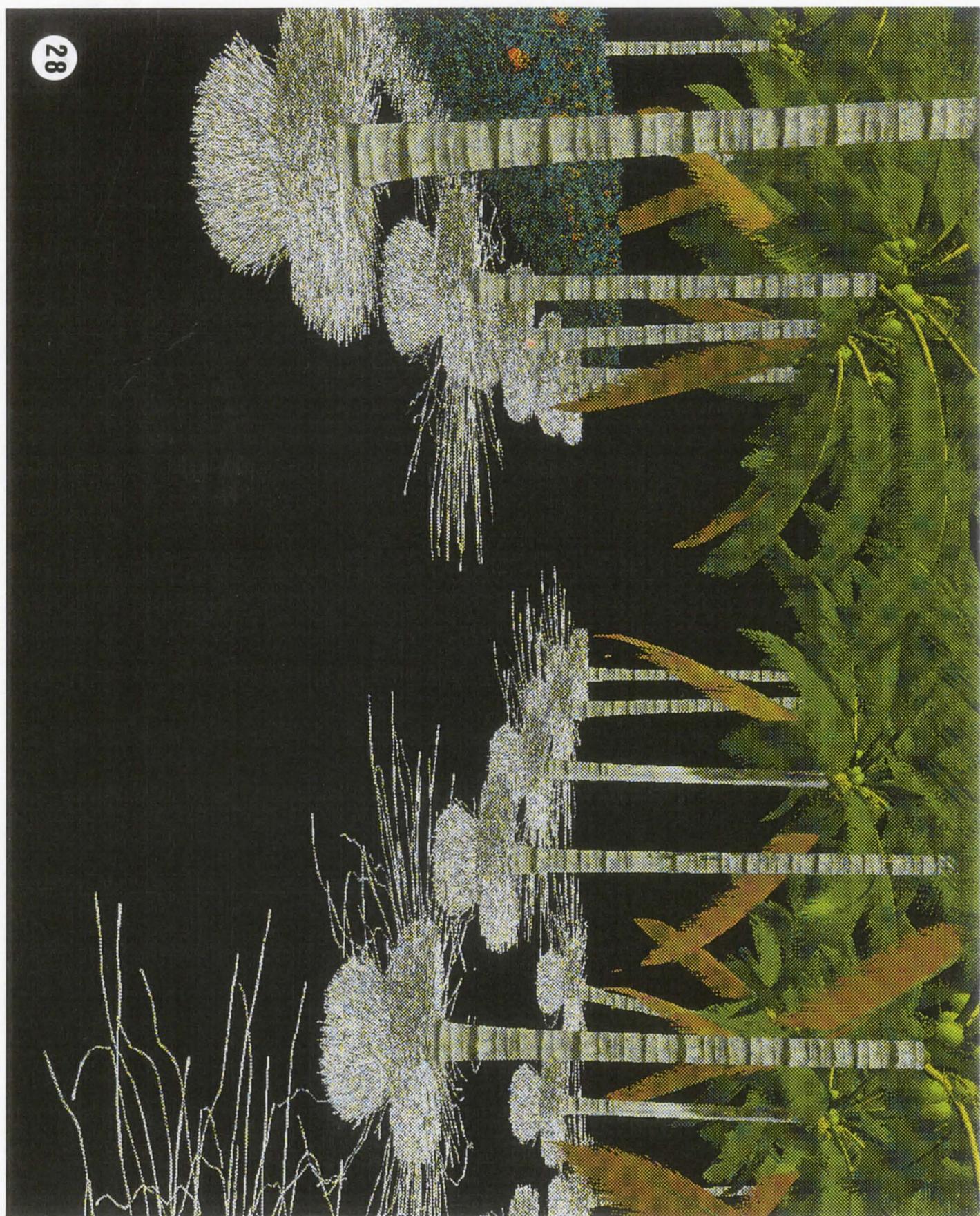
LEGENDS

- Photo 25. Longitudinal section of a nematod inside the root cap of a secondary root.
- Photo 26. Longitudinal section of a nematod inside a primary root. Note the presence of many bacteria (in grey) by side of the nematod.
- Photo 27. Longitudinal section of the head of a nematod which go through the cell wall, inside the apex of a primary root.



LEGENDS

- Photo 28. Simulation of a 10-year old coconut plantation in the RSUP conditions (PB 121) :
- attacks of *Sufetula* which reduce the length of the horizontal RI to 1.5 - 3 m long,
 - water table at 1m depth.

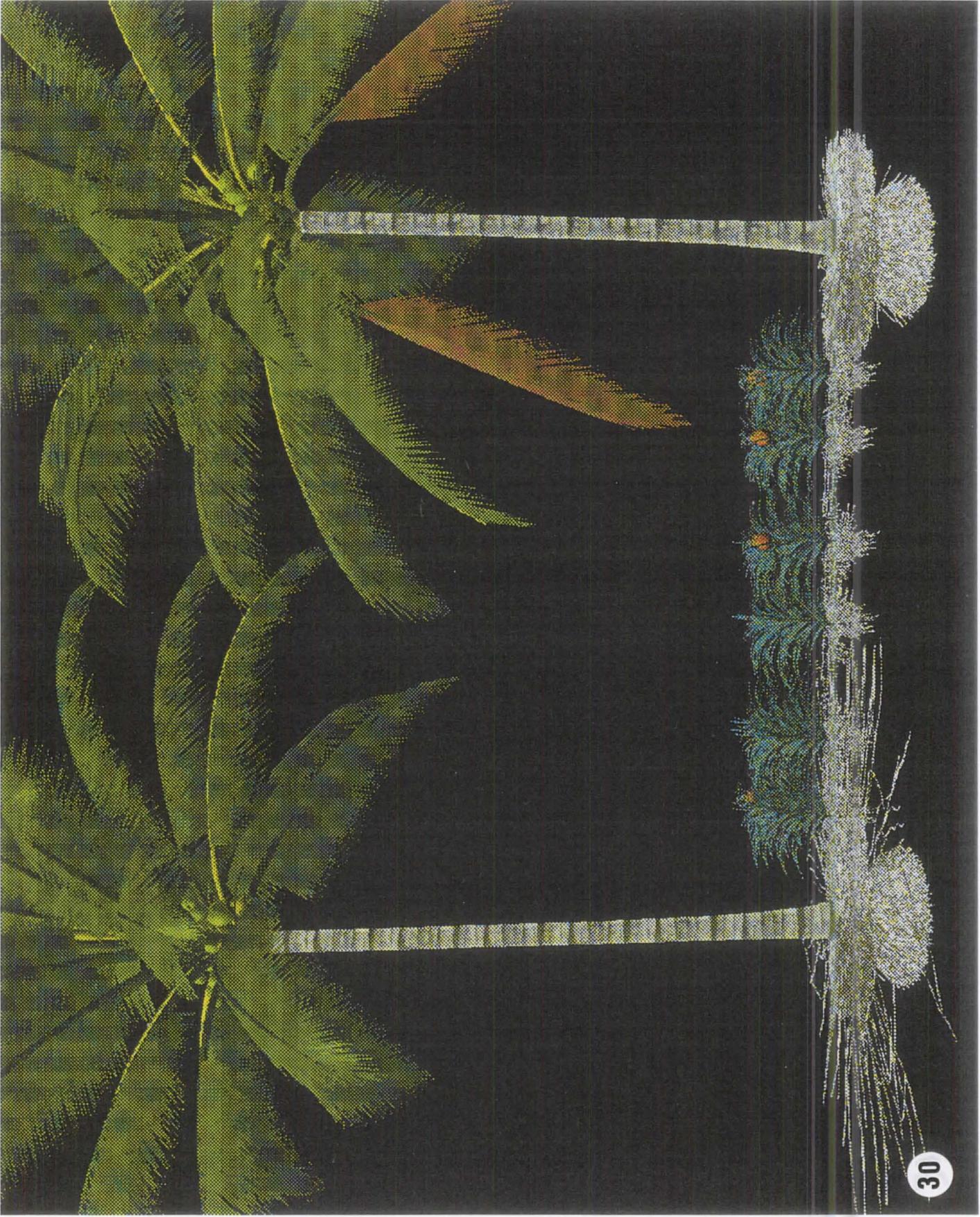


LEGENDS

Photos 29 and 30.

Simulations of a 10-year old coconut plantation where the PB 121 coconuts are associated with pineapple.





CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

La méthode qualitative d'observations, dans de grandes excavations, du système racinaire des cocotiers hybrides PB 121 de RSUP, a permis d'affirmer que les attaques de *Sufetula* sont bien, en partie, responsables de la faible production de cet hybride. Cependant, la méthode quantitative d'estimation des attaques de ce ravageur sur les racines ne permet toujours pas de relier statistiquement le nombre de noix présentes sur les cocotiers au taux d'attaques des chenilles. Cette baisse de la production serait plutôt liée à un effet cumulatif de ces attaques lequel est très délicat à évaluer, car on ne trouve pas de cocotiers dotés d'un système racinaire parfaitement sain.

On a déjà constaté une très grande hétérogénéité des cocotiers dans cette plantation. Celle-ci se traduit par la présence de cocotiers très hauts (plus de 7 m), moyens (5 à 6 m) et petits (2 à 3 m). Il a été démontré une bonne relation statistiquement positive entre la hauteur des cocotiers, le poids frais des racines et le nombre total de fleurs + noix présentes sur les cocotiers. Cette hétérogénéité résulte de l'interaction de différents facteurs agronomiques parmi lesquels on peut citer (Figure 1) :

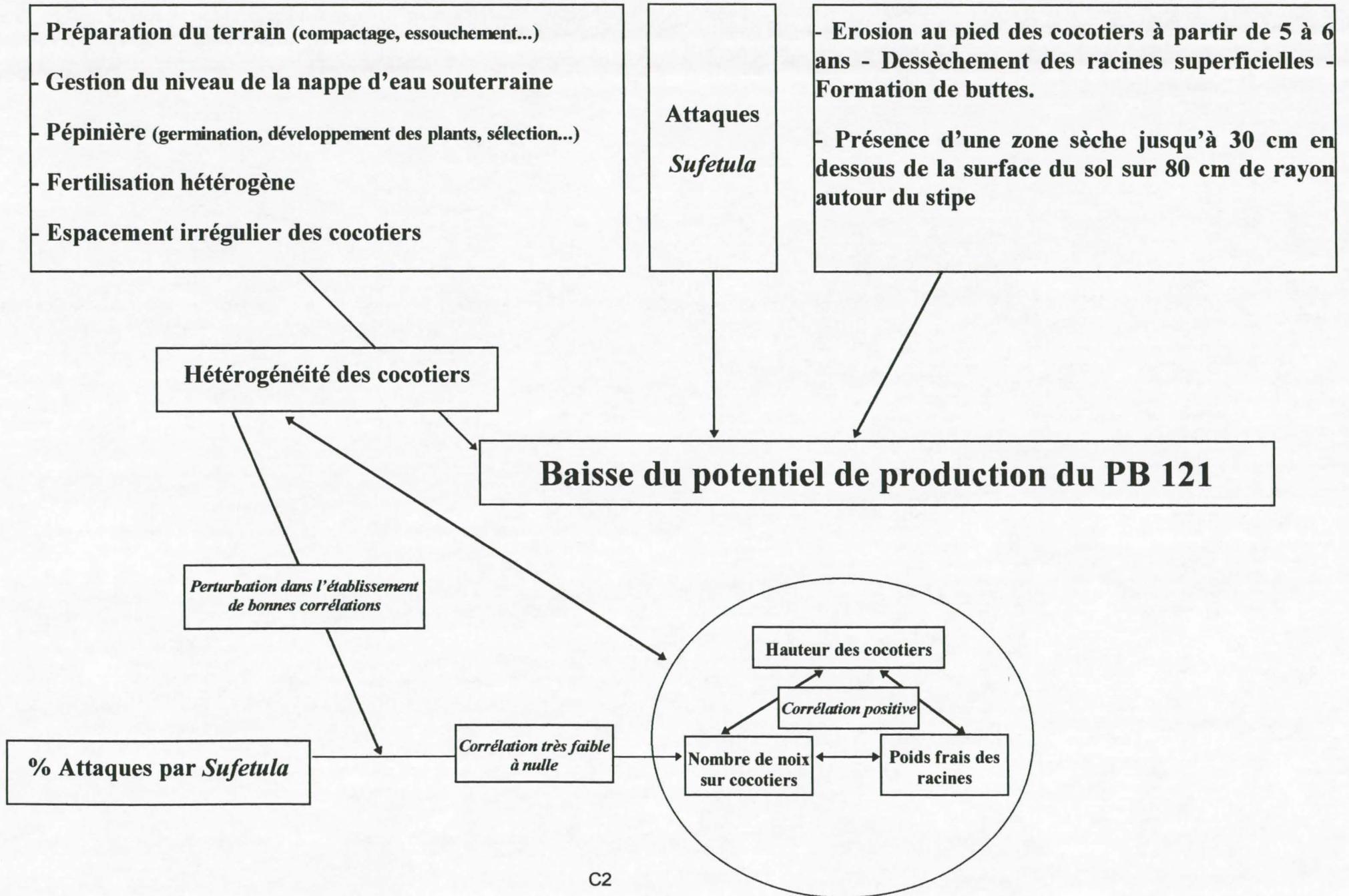
- la préparation du terrain** : compactage avant plantation
- la gestion de la nappe d'eau** : le développement des plants est ralenti si l'eau est trop près de la surface du sol (moins de 40 cm) quelques mois après la plantation.
- la pépinière** : germination, développement racinaire des plants et sélection
- la fertilisation** : les engrais peuvent être distribués d'une manière très irrégulière autour d'un cocotier et d'un cocotier à un autre.
- l'espacement des cocotiers** est très irrégulier sur les lignes de plantation. La distance entre les lignes n'est pas toujours identique.
- l'érosion du sol** provoque la mise à nu des racines superficielles absorbantes et la formation de buttes.

Les attaques de cet insecte ne sont jamais fortes, brutales et localisées dans le temps et dans l'espace. Elles sont plutôt faibles en général et se réalisent d'une manière irrégulière et continue, au cours des mois et des années. Il existe un chevauchement des générations. Cependant, les effets de ces attaques sur la limitation spatiale du système racinaire du cocotier, sont spectaculaires

On dispose maintenant de trois insecticides : Larvin, Dursban et Supracide, qui peuvent ralentir les attaques de ces chenilles. L'effet bénéfique sur la production de ces traitements n'est pas encore confirmé.

Un nouvel essai a été mis en place pour définir une technique pratique de protection contre *Sufetula* et contre l'érosion tout en améliorant l'humidité des horizons superficiels du sol au pied des cocotiers.

Figure 1 : FACTEURS LIMITANTS DE LA PRODUCTION DES COCOTIERS DE RSUP / PULAU BURUNG



RECOMMENDATIONS

RECOMMANDATIONS

HSF 07 : Reproduction des symptômes de *Sufetula* par la section des racines

Arrêter les observations sur cet essai. On a obtenu une année de résultats qui ne montrent pas de différences significatives entre traitements. On constate seulement une diminution de 1 palme dans l'objet section 100% des racines. La différence de noix présentes sur les cocotiers n'est pas très importante d'un traitement à l'autre : à peine 5% à 8%. En outre, la section dans la partie lignifiée d'une racine ne provoque pas de réitération d'une nouvelle racine. Cette réitération ne se produit que si l'apex d'une racine est détruit naturellement ou accidentellement par l'attaque d'insecte.

HSF 05 : Incidence sur la production du bâchage et des traitements contre *Sufetula*

Continuer cet essai suivant les normes définies par le protocole.

RS CC 07/02-04/RSTM : Effet de la silice et des traitements contre *Sufetula* sur la production

Utiliser la même dose de 15 ml de Dursban 20EC par plant dans 1,5 litres de solution par plant sur un rayon de 50 cm.

Traiter tous les mois puisque les attaques de *Sufetula* sont nulles.

Dès que ces attaques commenceront dans le témoin, traiter toutes les 2 semaines à nouveau avec une dose de 30 ml de Dursban.

HSF 09 / K6-03 : Suivi des sorties des *Sufetula* adultes

A suivre dorénavant toutes les 2 semaines. Les premiers résultats sont intéressants.

Il faudra compter les noix présentes sur les arbres tous les 3 mois, de la F10 jusqu'à la feuille basse.

Si le nombre de sorties d'adultes est presque nul, faire le contrôle tous les mois.

HSF10 / A07-01 : Essais de différents insecticides

Il a subi quelques modifications suivantes :

| | |
|------------|--|
| D1 | 15 ml Dursban/6 litres d'eau/cocotier, tous les mois |
| L2 (=D2) | <u>12 ml Larvin</u> /6 litres d'eau/cocotier, tous les mois |
| L | 6ml Larvin/6 litres d'eau/cocotier, tous les mois |
| SU2 (= DM) | <u>20 ml Supracide</u> /6 litres d'eau/cocotier, tous les mois |
| SU | 10 ml Supracide/6 litres d'eau/cocotier, tous les mois |
| C | Témoin |

N.B. : Ajouter 1,0 ml d'adhésif par litre d'eau à chaque traitement

HSF 11/A07-02 : Incidence sur la production des traitements contre *Sufetula*

- D1 30 ml Dursban/6 litres d'eau/cocotier, tous les mois
- D2 30 ml Dursban/3 litres d'eau/cocotier, tous les mois
- C Témoin

N.B. : Ajouter 1,0 ml d'adhésif par litre d'eau à chaque traitement

HSF 12 : Elevage de *Sufetula*

Continuer les essais d'élevage dans des boîtes plastique blanc opaque, assez hautes.

HSF 13 : Piégeage lumineux

Essayer des ampoules de différentes couleurs ou délivrant différents types de rayons ultra-violet.

Dynamique de population :

A RSUP, conserver les parcelles les plus intéressantes, les plus caractéristiques au niveau de l'évolution des populations de larves de *Sufetula*.

4 parcelles, par exemple A6-03 ; A09-08 ; B11-09 ; K3-01 ; A12-03.

Les prélèvements de racines se feront dans deux trous de 1,00 m x 40 cm x 40 cm ; 1 sur la ligne et 1 dans l'interligne à 0.80 m du stipe.

Bien comptabiliser les racines saines et surtout les nouvelles attaques.

A RSTM, choisir une parcelle de PB 121 âgée de 6 mois à 1 an et plantée dans les conditions habituelles pour suivre tous les 3 mois le taux d'attaques par *Sufetula*.

Effectuer une série de sondages dans quelques parcelles de RSTM qui sont composées de nombreux hybrides, par exemple :

1 parcelle de CRD x WAT ; NYD x PALU ; NYD x PYT ; CRD x RLT ; MYD x WAT.

Pour la prise d'échantillons, utiliser le petit programme de tirage aléatoire.

Divers :

☞ Commander trois autres insecticides pour continuer la recherche de molécules efficaces contre *Sufetula* :

Diazinon, Endosulfan, et surtout Oncol.

☞ Introduire des larves de *Sufetula* dans la boîte vitrée dès que les racines des deux plants de pépinière repiqués, sont visibles sur la vitre.

☞ Changer la vitre du rhizotron posé au pied du cocotier 50-04 dans la parcelle A07-02.

☞ Nouvel essai : Contrôler à RSUP les jeunes parcelles (2 à 3 ans) suivantes : 05-00 (avril 95) ; 04-00 (février 95) ; 03-00 (décembre 94) ; 02-00 (décembre 94). Si les attaques de *Sufetula* sont bien présentes dans ces parcelles, il sera intéressant de mettre en place un essai de protection contre cet insecte avec les motifs suivants :

- Sol nu
- Sol nu + cocopeat ou feuille morte dans un rond de 1,5 m de rayon
- Sol nu + cocopeat ou feuille morte dans un rond de 1,5 m de rayon + traitement insecticide tous les trois mois
- Couverture végétale normale + rond propre
- Couverture végétale normale + cocopeat ou feuille morte dans un rond de 1,5 m de rayon
- Couverture végétale normale + cocopeat ou feuille morte dans un rond de 1,5 m de rayon + traitement insecticide tous les trois mois
- Insecticide + adhésif une fois par an
- Insecticide + adhésif 2 fois par an
- Insecticide + adhésif 4 fois par an.

Parcelle élémentaire : 5 lignes x 5 cocotiers - 3 répétitions par motif.