

O.R.S.T.O.M.

CENTRE DE NOUMEA

Laboratoire de Zoologie appliquée et de Lutte biologique

Rapport d'une mission effectuée aux Samoa américaines  
du 20 mai au 1er juin 1976, à propos d'une pullulation de  
Spodoptera litura (F.) (Lépidoptères : Noctuidae), sur taro.

J. GUTIERREZ

Nouméa, Juin 1976

25 FEV. 1977

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 8528 Ent Agri.

## INTRODUCTION

1. Compte rendu chronologique
2. Généralités sur le milieu
3. Pullulations des chenilles défoliatrices du taro
  - Situation en mai 1976
  - Le ravageur et son cycle
  - Ennemis naturels de S. litura
  - Réflexions sur l'origine des pullulations
  - Moyens de lutte envisageables
4. Autres problèmes abordés
  - Autres ravageurs du taro
  - Mouche du papayer
  - Insectes du cocotier
  - Papillon piqueur des fruits
  - Acariens phytophages

## CONCLUSION

Cette mission a été effectuée à la demande de la Commission du Pacifique Sud, dans le but d'enquêter sur d'importantes pullulations de chenilles défoliatrices du taro (armyworm) dans l'île de Tau (groupe de MANUA), seconde île des Samoa américaines par sa superficie.

Le phénomène a immédiatement inquiété le Service de l'Agriculture de ce territoire car le taro constitue pour les Samoans l'un des éléments de base de l'alimentation.

Monsieur BROWN TUIASOSOPO, adjoint du Gouverneur a bien voulu nous recevoir lors de notre passage à Pago-Pago, témoignant ainsi l'intérêt qu'il porte aux questions touchant le développement agricole de son pays. Il a manifesté sa satisfaction de voir collaborer aux Samoa américaines : le Service de l'Agriculture, la C.P.S. et l'O.R.S.T.O.M.

Monsieur PEMERIKA L. TAUILIILI, chef du Service de l'Agriculture et ses collaborateurs, en particulier M.M. SIPAIA FATUESI et TUPULUA TAGALOA nous ont assuré un précieux concours tout au long de notre séjour et nous avons été particulièrement sensible à l'amabilité de leur accueil.

.../...

## 1. COMPTE RENDU CHRONOLOGIQUE

20 et 21 mai : Après une rapide prise de contact avec Monsieur P.L. TAUILIILI, Directeur du Service de l'Agriculture, départ pour TAU, en compagnie de M.S. FATUESI, chargé des relations publiques. Accueil à TAU par M.T. TAGALOA, chef de secteur, puis visite des plantations attaquées. Prélèvements de parasites et de chenilles vivantes.

22 et 23 mai : Récoltes d'insectes et d'acariens phytophages aux environs de Pago-Pago.

24 et 31 mai : Récoltes et observations dans toute l'île de TUTUILA, en collaboration avec M.S. FATUESI.

- Prélèvement de chenilles sur taro à Aoloaufou.
- Récolte et élevage de mouches des fruits, prélevées sur papayer à TAFUNAFU.
- Visite de la station agricole de TAPUTIMU. (MM. A. MAINA, I. SWAN, J.E. MERRICK).
- Observations sur cultures maraîchères à PAVAI.
- Observations sur cocotiers à PAGO-PAGO, AUA, VAILDATAI et AMANAVE.
- Prélèvements d'acariens phytophages à NUA, TUFUNAFU et TAPUTIMU.
- Visite de la Station météorologique de l'aéroport international.
- Visite de courtoisie à M.B. TUIASOSOPO, adjoint du Gouverneur.
- Derniers entretiens avec le Directeur du Service de l'Agriculture.

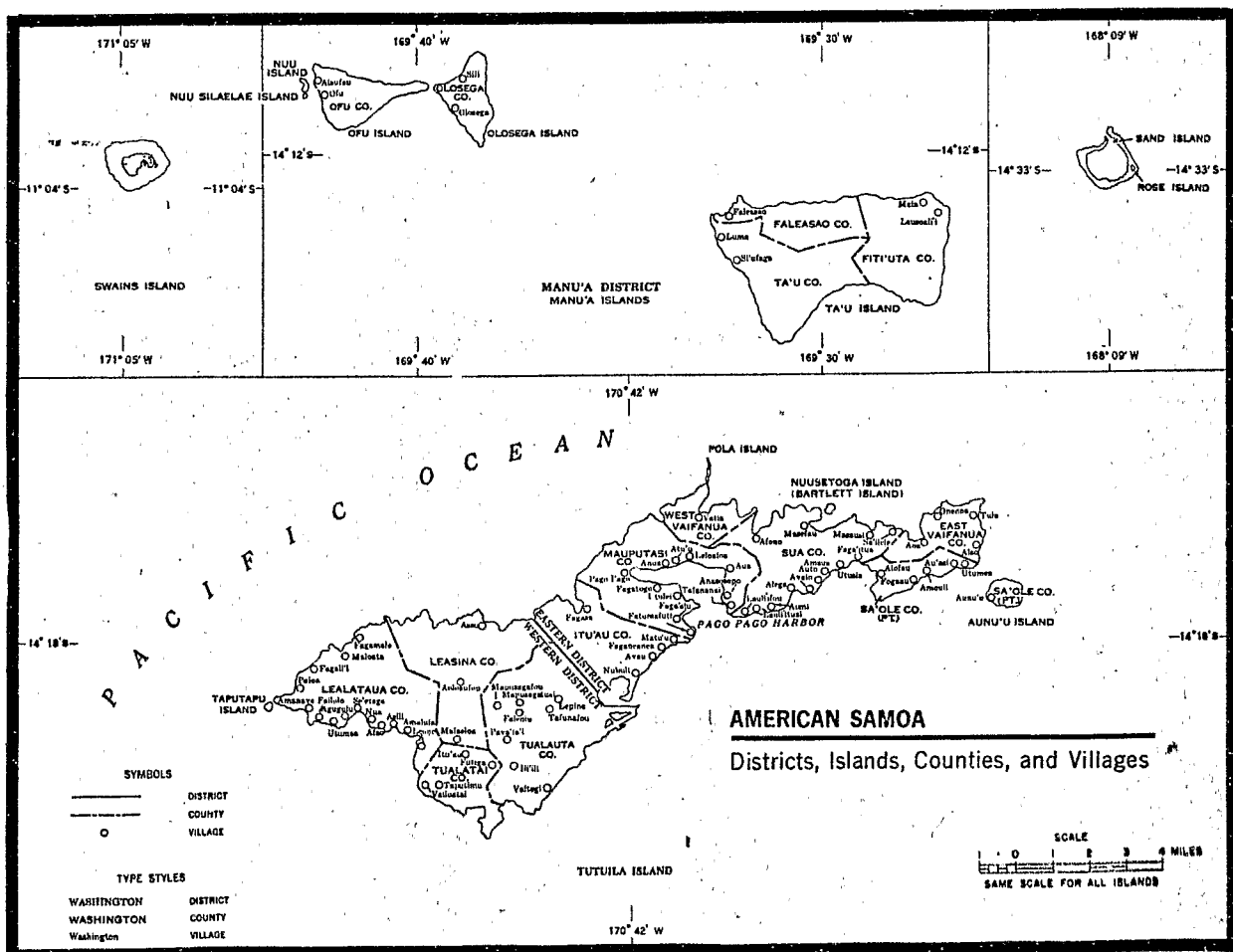
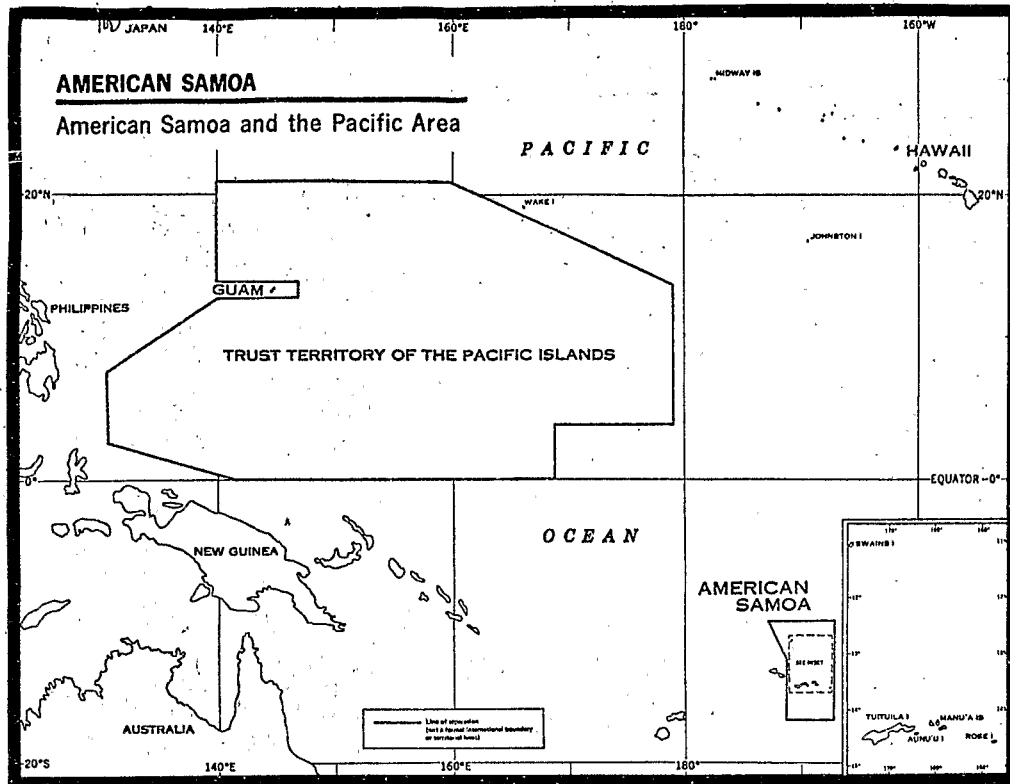
## 2. GENERALITES SUR LE MILIEU

Le groupe des Samoa américaines est composé de 7 îles d'origine volcanique, d'une surface totale de 197 km<sup>2</sup> (76.2 square miles). Formant la partie orientale de l'archipel des Samoa, ces îles sont situées au sud de l'équateur par 14 degrés de latitude et 170 degrés de longitude ouest, à 3.700 km (2,300 miles) au sud-ouest de Hawaii et à 2.600 km (1,600 miles) au nord-est de la Nouvelle-Zélande.

Les précipitations moyennes annuelles varient sensiblement d'une localité à l'autre, en fonction de la topographie : 3,2m (125 inches) à l'aéroport international, 5m (200 inches) à Pago-Pago, plus de 6m (250 inches) à proximité des sommets. Elles sont moins abondantes de juin à septembre.

La température moyenne annuelle atteint presque 27°C (80°F). Au cours d'une même journée, les variations de température ont une amplitude voisine de 7°C (12°F), tandis que les variations de la température moyenne mensuelle, au cours d'une année, sont seulement de l'ordre de 2°C (3°F).

La population était de 29.200 habitants en 1974. L'agriculture et la pêche fournissent la majeure partie des revenus et l'essentiel de l'alimentation. Les bovins étant très peu nombreux, l'élevage est limité à quelques animaux domestiques : volailles et porcs.



Plus de 96% des terres appartiennent à des familles qui gèrent ce bien collectif selon des traditions ancestrales.

Les principales plantes cultivées sont le taro (Colocasia esculenta SCHOTT), le ta'amu (Alocasia macrorhiza (L.) SCHOTT), le bananier et le cocotier. Les plantations sont généralement effectuées sur de petites parcelles où l'on retrouve ces quatre espèces mêlées.

### 3. PULLULATIONS DES CHENILLES DEFOLIATRICES DU TARO

#### 3.1. Situation en mai 1976

Les dégâts constatés sur taro, aussi bien à TAU qu'à TUTUIILA, sont tous dûs à Spodoptera litura (FABRICIUS) (Lépidoptères, Noctuidae) (armyworm) et on ne remarque que quelques rares chenilles d'Hippotion celerio L. (Lépidoptères, Sphingidae) (taro hawk moth).

Dans l'île de TAU, les attaques sont surtout nettes dans une zone récemment défrichée, située au-dessus du village de FITUITA.

Les parcelles régulièrement traitées au malathion, sont à peu près indemnes, bien que l'on puisse noter des pontes récentes sur un grand nombre de feuilles. Dans les autres plantations, les taros ont subi une très sévère défoliation, mais un traitement étant intervenu entre-temps, il n'y a plus de chenilles.

Entre FITUATA et FALEASAO, dans des terrains exploités de longue date, peu ou pas traités, les chenilles sont assez nombreuses mais les dégâts à notre avis, tolérables.

A TUTUIILA, la situation est très différente car les plantations de taro sont très proches des habitations. Les agriculteurs ont l'habitude de surveiller leur champ et de traiter dès qu'ils constatent une attaque sérieuse. Il est assez difficile de trouver des chenilles sur taro et la majeure partie de celles que nous avons mises en élevage ont été prélevées sur Ta'amu.

#### 3.2. Le ravageur et son cycle

S. litura a été signalé dès 1941, à TUTUIILA par SWEZEY. C'est une espèce très répandue en Asie, mais aussi en Australie et dans les îles du Pacifique. Les chenilles sont très polyphages et attaquent le taro, le ta'amu, le bananier, le cocotier ainsi que des cultures maraîchères comme l'aubergine ou l'oignon.

Le papillon a un corps de 15 à 20 mm de long et une envergure de 35 à 40 mm. Les ailes antérieures sont brun sombre avec des taches réniformes et de petites bandes claires. Les ailes postérieures sont claires avec un étroit liseré sombre.

Le cycle de S. litura a été étudié par de nombreux auteurs, notamment par DALE et HERRING (1958), aux Samoa. Des données précises sur sa biologie ont été obtenues par R.C. PATEL et al. (1973) en Inde.

Les oeufs sont déposés sur les feuilles, en groupes de 500 à 600. Les petits amas blancs ont un diamètre de 12 à 15 mm et sont protégés par une couche de soies duveteuses. Il peut y avoir jusqu'à 7 couches d'oeufs superposés, au centre du groupe.

Les jeunes chenilles, de couleur verdâtre, sortent 4 à 5 jours après la ponte (4 jours à  $26,7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ), elles se nourrissent ensemble à proximité immédiate des oeufs dont elles sont issues, en attaquant la feuille sur l'une des faces seulement. Elles grossissent rapidement et brunissent, des bandes claires apparaissent sur leurs flancs. Elles se mettent alors à attaquer les feuilles de profil et ont tendance à se séparer en passant d'un pied à l'autre.

Les chenilles ont 6 stades de croissance successifs. Actives jour et nuit au début, elles ne se nourrissent plus que la nuit au dernier stade. Les grosses chenilles immobiles pendant la journée, dans une tige creuse ou dans la terre friable, au pied des plantes hôtes, commettent la nuit des dégâts considérables.

15 jours à 3 semaines après l'éclosion, la chenille forme en terre une chrysalide noire brillante, dans une logette. L'adulte sort de cette chrysalide, de nuit, 10 à 12 jours après la nymphose.

Les adultes ont une activité nocturne avec un maximum entre 23H et 3H. L'accouplement se produit le plus fréquemment vers 23H30 (MIYASHITA et FUWA, 1972). Chaque femelle pond en moyenne 2.500 oeufs, 90 % de ceux-ci étant déposés entre le second et le cinquième jour après la sortie.

On peut par conséquent, estimer la durée moyenne d'une génération à 35 jours et il y aurait une dizaine de générations par an aux Samoa.

### 3.3. Ennemis naturels

SWEZEY (1941) indique qu'à TUTUILA, les larves sont attaquées par un Euplectrus (Chalcidoidea, Elachertidae). DALE et HERRING (1958) signalent la présence fréquente aux Samoa, d'un Apanteles (Ichneumonoidea, Braconidae, Microgastrinae).

Pour notre part, nous n'avons pas vu ces deux parasites de S. litura au cours de notre bref séjour, ni à TAU, ni à TUTUILA.

A TAU, sur les plantations non traitées, les pontes sont recouvertes d'un grand nombre de petits hyménoptères (Proctotrupoidea, cf. Scelionidae), qui sont en cours d'identification. Les chenilles des deux derniers stades, prélevées à TAU et à TUTUILA, nous ont permis d'obtenir, après élevage, une tachinaire parasite (Diptères, Tachinidae) et un autre hyménoptère parasite (Braconidae, Macrocentrinae).

Les très nombreuses fourmis remarquées dans les plantations participent certainement à la destruction des chenilles avant la nymphose.

Les volailles ont également un rôle important dans la destruction des chenilles et des chrysalides, dans les terrains situés à proximité des maisons.

Les oiseaux sont relativement peu nombreux aux Samoa américaines et les deux Sturnidae asiatiques : Aethiopsar fuscus ("field Mynah bird") et Acridotheres tristis ("house Mynah bird") n'ont pas été introduits. Ces deux espèces, qui interviennent de façon très active dans la régulation des populations des chenilles de S. litura (PERKINS, 1913, in ZIMMERMAN, 1958 ; SWAIN, 1971), présentent cependant l'inconvénient d'être agressives vis-à-vis des autres oiseaux et surtout d'être, par leurs déjections, des propagateurs de graines de plantes envahissantes, comme le Lantana camara MOLD.

On ne saurait oublier parmi les facteurs naturels limitant les populations de ces chenilles défoliatrices, l'effet mécanique des fréquentes averses qui entraînent les jeunes chenilles.

Enfin l'humidité atmosphérique très élevée est un facteur favorable au développement des mycoses. Il est probable que celles-ci sont en grande partie responsables de la mortalité des chenilles, constatée sur le terrain.

#### 3.4. Réflexions sur l'origine des pullulations

- Les principales plantes cultivées pouvant lui servir d'hôte, S. litura trouve aux Samoa, un milieu très favorable à son développement.

- La présence d'un complexe de prédateurs rend apparemment inutile l'introduction de nouvelles espèces. Il ne semble d'ailleurs pas exister dans d'autres régions de prédateurs ou de parasites dont on peut attendre un effet spectaculaire. L'importation de Sturnidae prédateurs présenterait plus d'inconvénients que d'avantages.

- Seuls les taros sont actuellement traités, les autres plantes au feuillage plus abondant et moins fragile, résistent relativement bien à l'action des ravageurs, entretenant une population élevée de S. litura, mais également tout un complexe parasitaire de ce lépidoptère.

- L'insecticide actuellement utilisé (Malathion = Maldison) est toujours efficace.

- Les dégâts importants n'ont été notés qu'à TAU où les surfaces cultivées ont été accrues considérablement en 1974, au point de multiplier par trois les exportations de tubercules vers TUTUILA. Les défrichements effectués à l'occasion de cette extension ont profondément modifié les équilibres biologiques antérieurs.

- A TAU, les planteurs non accoutumés à la gestion de surfaces importantes, semblent un peu trop attentistes. Ils voudraient s'en remettre au Service de l'Agriculture qui leur a conseillé l'accroissement des cultures, mais ce dernier ne dispose pas d'un nombre suffisant de nébulisateurs (Motorised mist blower).

.../...

### 3.5. Moyens de lutte envisageables

#### 3.5.1. Lutte biologique

- Entomophages : un certain nombre de parasites existe déjà aux Samoa américaines. Le taro étant la seule plante traitée, de nombreuses stations refuges permettent le maintien du ravageur et de ses parasites.

- Piégeage aux rayons ultraviolets et piégeage sexuel

Ces deux méthodes permettent de prévoir les pullulations, en fournissant une évaluation du niveau des populations (OTAKE et OYAMA, 1974). Elles entraînent également la capture d'une proportion appréciable d'adultes (MIYASHITA et al., 1974) et modifient le pourcentage des accouplements (OYAMA, 1974).

Un grand pas vient d'être franchi avec la synthèse des composants attractifs de la phéromone sexuelle de S. litura (TAMAKI et al., 1973). Les techniques de piégeage, bien que très prometteuses, demeurent encore coûteuses et nécessitent un personnel nombreux et méticuleux.

- Stérilisation des mâles aux rayons X

Le lâcher massif de mâles stériles pourrait aboutir à l'éradication complète de S. litura sur ces îles isolées et de faibles dimensions, à condition de réaliser une opération de très grande envergure. Actuellement on ne dispose que de résultats obtenus en laboratoire (KIYOKU et TSUKUDA, 1973 - MOCHIDA et MIYAHARA, 1974).

- Lutte microbiologique

Seule l'utilisation de Bacillus thuringiensis BERLINER, paraît vulgarisable. Les pulvérisations d'une préparation à base de cette bactérie entraînent la mortalité des larves du deuxième et troisième stade de S. litura (BABU et SUBRAMANIAM, 1973). Bien que l'efficacité de ce produit à l'égard de S. litura soit contestée par certains chercheurs (ASANO et al., 1973), il serait intéressant de le tester à titre expérimental car il a pour avantage de préserver complètement la faune utile.

#### 3.5.2. Lutte insecticide

Nous ne pensons pas qu'il soit nécessaire de traiter les sols, pour lutter contre S. litura aux Samoa. Ce procédé, très utilisé contre les noctuelles des cultures maraîchères dans d'autres pays, présente l'inconvénient de détruire une grande partie de la vie animale pour une longue période.

Les insecticides actuellement employés sur taro contre S. litura et contre le Delphacidae (leafhopper) : Tarophaqus proserpina (KIRK.) sont tous des organo-phosphorés : malathion (=maldison), diazinon et trichlorphon (= dipterex).

Etant donné le risque d'aboutir rapidement à l'apparition de souches résistantes, il serait nécessaire que le Service de l'Agriculture entreprenne, à bref délai, des essais de nouveaux produits.



- Endosulfan (= Thiodan), organo - halogéné, non dangereux pour les abeilles.
- Methomyl (= Lannate), du groupe des carbamates.

L' Endosulfan agit par contact et ingestion. Le méthomyl a en plus des propriétés systémiques. Ces deux insecticides ont une rémanence supérieure à celle du malathion ; étant actifs contre les pucerons, ils devraient être efficaces contre Tarophagus.

INGRAM (1975) propose le Methamidophos (= Tamaron), comme produit de remplacement pour le methyl-parathion, contre Spodoptera littoralis (BOISD.). Bien que ce soit aussi un organo-phosphoré, cet insecticide, doté de propriétés systémiques, a une rémanence de 2 à 3 semaines.

Les 3 insecticides précités ont malheureusement, vis-à-vis de l'homme, une toxicité très supérieure à celle du malathion.

D.L. 50 pour le rat, par ingestion :  
Methomyl : 20 mg / kg  
Methamidophos : 30 mg / kg  
Endosulfan : 50 mg / kg en solution huileuse  
                  110 mg / kg en solution aqueuse  
contre 2 800 mg / kg pour le malathion.

#### 4. AUTRES PROBLEMES ABORDES

##### 4.1. Autres ravageurs du taro

- Tarophagus proserpina est le déprédateur le plus important après S. litura. Il pique la plante pour se nourrir et pour pondre, créant un écoulement de sève qui forme une croûte rougeâtre à la base des tiges.

Ses oeufs sont souvent détruits par un prédateur Cytorhinus fulvus KNIGHT (Hétéroptères : Miridae).

- Aphis gossypii (Aphididae) est peu abondant

A TAU, nous avons remarqué plusieurs prédateurs sur une petite colonie de ce puceron : larves de Coccinellidae et une larve de Syrphidae.

- La présence de Tetranychus marianae Mc GREGOR (Acariens, Tetranychidae) est souvent citée dans cette région, sur taro. Nous n'avons vu de tétranyques sur taro et sur ta'amu qu'à Pago-Pago et l'espèce s'est révélée être Tetranychus neocaledonicus ANDRE.

##### 4.2. Mouche du papayer

A TUTUILA, les fruits des papayers sont attaqués par Notodacus xanthodes (BROUN) (Diptères, Trypetidae). Nous n'avons pas trouvé de parasites de cette espèce qui pique également les fruits de l'arbre à pain, de l'ananas, des agrumes, d'Inocarpus fagiferus (PARK.) FOSB. ("ivi") et surtout ceux de Barringtonia edulis SEEM. ("vutu").

.../...

Avant toute autre intervention, il serait nécessaire d'éliminer les "vutus", à proximité des plantations de papayers, car les fruits de ces arbres constituent un véritable réservoir de N. xanthodes. Il faudrait aussi cueillir, au fur et à mesure, les fruits attaqués, ramasser quotidiennement ceux qui sont au sol et les enfouir sous une couche de terre d'au moins 50 cm (20 inches).

#### 4.3. Insectes du cocotier

Nous avons remarqué de sérieuses attaques dûes à Graeffea crouani LE GUILLOU (Phasmidae) (Coconut stick insect) sur quelques groupes de cocotiers à TUTUILA.

- Brontispa longissima GESTRO (Coléoptères : Hispidae) est présent sur presque tous les cocotiers examinés à VAILOATAI, AMANAVE, PAGO-PAGO et AUA, mais avec très peu d'individus. Nous n'avons pas trouvé de chrysalides parasitées par le chalcidien introduit dans 3 de ces 4 localités : Tetrastichus brontispae FERR. (Eulophidae). Plusieurs chrysalides, comme l'a déjà remarqué I. SWAN, en 1974, sont attaquées par un champignon pathogène (cf Metarrhizium). Le forficule prédateur Chelisoche morio (F.) (Dermaptères : Forficulidae), est très abondant dans les couronnes, c'est probablement lui qui limite la présence des Brontispa à quelques folioles comprimées dans les palmes du bourgeon terminal.

#### 4.4. Papillon piqueur des fruits

Etant donné la rareté des agrumes aux Samoa américaines, les piqûres d'Othreis fullonia CLERK (Noctuidae), sont seulement préjudiciables aux tomates.

Les quelques chenilles d'Othreis du dernier stade que nous avons examinées, prélevées sur Erythrine, ne portaient aucun parasite externe, ni aucun oeuf de Winthemia caledoniae MESNIL (Diptères, Tachinidae), pourtant introduite dans l'île.

#### 4.5. Acariens phytophages

Onze prélèvements d'acariens phytophages ont été effectués à TUTUILA, sur dix plantes cultivées différentes. Les colonies de Tétranyques sont relativement rares du fait de l'abondance des précipitations, mais ces acariens représentent néanmoins un danger potentiel non négligeable.

Nous avons répertorié :

##### .4 Tetranychidae

- Tetranychus neocaledonicus ANDRE
- Tetranychus marianae Mc GREGOR
- Une nouvelle espèce du genre Tetranychus
- Une espèce du genre Oligonychus dont nous n'avons pas trouvé le mâle, mais vraisemblablement nouvelle
  - .1 Tenuipalpidae
- Brevipalpus phoenicis (GEIJSKES)
  - .1 Tarsonemidae
- Polyphagotarsonemus latus (BANKS)

Le tableau I donne la liste de ces espèces avec leur plante-hôte et indique les prédateurs observés.

PLANTE-HOTE	LOCALITE	ACARIENS	PREDATEURS OBSERVES
Alocasia macrorhiza	Pago-Pago	T. neocaledonicus	
Artocarpus altilis	Pago-Pago	Oligonychus sp.	Phytoseiidae
Carica papaya	Nua	T. neocaledonicus	Cecidomyiidae Phytoseiidae
	Tafunafou	T. neocaledonicus	Phytoseiidae
Cocos nucifera	Pago-Pago	Tetranychus sp.	Phytoseiidae Staphylinidae:Oligota sp.
Colocasia esculenta	Pago-Pago	T. neocaledonicus	
Hibiscus rosa sinensis	Taputimu	Brevipalpus phoenicis ; Polyphagotarsonemus latus	
Hibiscus sp.	Pago-Pago	T. marianae	
Manihot utilis- sima	Nua	T. neocaledonicus	Cecidomyiidae Phytoseiidae
Musa paradisiaca	Pago-Pago	T. marianae	Phytoseiidae
Phaseolus vulgaris	Pago-Pago	T. neocaledonicus	

Tableau I : Acariens phytophages récoltés sur plantes cultivées dans l'île de TUTUILA.

## CONCLUSION

Les attaques de S. litura sur taro constituent aux Samoa américaines, le seul problème nécessitant actuellement une intervention. Il serait séduisant de trouver une solution biologique à cette question.

Les méthodes de lutte biologique que l'on peut proposer (piégeages ou stérilisation par irradiation), n'ont pas été suffisamment testées sur le terrain pour pouvoir être vulgarisées dans l'immédiat. L'utilisation du Bacillus thuringiensis devrait être essayée sur des parcelles expérimentales. On disposerait d'un excellent moyen de lutte, dans la mesure où cette préparation marquerait.

Les traitements au malathion présentent, pour le moment, l'avantage d'être efficaces. Cet insecticide peu toxique pour l'homme a cependant une faible rémanence.

A TAU, les attaques, se sont produites à la suite de l'extension des zones cultivées. Les agriculteurs se sont laissés surprendre par les pullulations, en ne traitant pas à temps. Il serait nécessaire de convaincre chaque planteur, ou tout au moins un plus grand nombre d'entre eux, de l'utilité d'acquérir un pulvérisateur à dos, qu'il soit à pompe (Knapsack sprayer) ou à pression préalable (Compressed air sprayer), de façon à pouvoir faire face aux invasions de chenilles.

Bien entendu il ne saurait être question de multiplier sans raison le nombre des traitements. Le complexe des prédateurs maintient le ravageur à un niveau tolérable sauf à une ou deux périodes de l'année difficilement prévisibles dans cette région où le climat varie peu.

Les traitements ne doivent être déclenchés qu'à partir d'un certain seuil, défini par les agents du Service de l'Agriculture, mais déjà très bien perçu par les meilleurs planteurs de TUTUILA.

Des phénomènes de résistance au malathion pouvant apparaître brusquement, il faudrait que plusieurs produits de remplacement soient testés et qu'un stock d'intervention de l'insecticide sélectionné, soit constitué dès que possible.

Références bibliographiques sur S. litura

-----

- ASANO, S. ; SAKAKIBARA, H. ; KITAGAKI, T. NAKAMURA, K. ; MATSUSHITA, Y. - 1973 -  
Laboratory and field evaluation of the effectiveness of Bacillus thuringiensis products "thuricide" on some lepidopterous pests of crucifers.  
Jap. Jour. appl. Ent. Zool., 17 (2) : 91-96.
- BABU, P.C.S. ; SUBRAMANIAM, T.R. - 1973 - Studies with Bacillus thuringiensis BERLINER on Spodoptera litura FABRICIUS.  
Madras Agr. Jour., 60 (7) : 487-491.
- DALE, P.S. ; HERRING, J.L. - 1958 - Pest control in Samoa.  
Dept. Agr. Forests Fisheries, W. Samoa : 1-15.
- INGRAM, W.R. - 1975 - Improving control of the vegetable armyworm.  
Pans, 21 (2) : 162-167.
- KIYOKU, M. ; TSUKUDA, R. - 1973 - Studies on the ecology of insects sterilized artificially (gamma radiation). VI Mating competitiveness between the 137 CS gamma substerile males reared artificially and natural ones of the tobacco cutworms.  
Sc. reports Fac. Agr. OKAYAMA, (42) : 1-8.
- MIYASHITA, K. ; FUWA, M. - 1972 - The occurrence time, reiterative ability and duration of mating in Spodoptera litura (F.) (Lepidoptera : Noctuidae).  
Appl. Ent. Zool., 7 (3) : 171-172.
- MIYASHITA, K. ; NAKAMURA, K. ; ENDO, T. ; FUJII, A. - 1974 - Efficiency of virgin female traps of Spodoptera litura F.  
Bull. Nat. Inst. Agr. Sc., C. (28) : 91-98.

.../...

- MOCHIDA, O. ; MIYAHARA, Y. - 1974 - Effect of gamma radiation on male pupae and adults of Spodoptera litura (F.) (Lepidoptera : Noctuidae), following pupal exposure.  
Appl. Ent. Zool., 9 (1) : 41-47.
- OTAKE, A. ; OYAMA, M. - 1974 - Capture of male moths of Spodoptera litura (F.) (Lepidoptera : Noctuidae) in virgin female traps and influence of blacklight upon them. I. Males of natural sources.  
Appl. Ent. Zool., 9 (1) : 19-28.
- OYAMA, M. - 1974 - Effects of virgin female traps on mating behaviour of Spodoptera litura (F.) (Lepidoptera : Noctuidae).  
Jap. Jour. Appl. Ent. Zool., 18 (1) : 9-13.
- PATEL, R.C. ; PATEL, J.C. ; PATEL, J.K. - 1973 - Biology and mass breeding of the tobacco caterpillar, Spodoptera litura (F.)  
Isr. Jour. Ent., (8) : 131-142.
- SWAIN, G. - 1971 - Agricultural Zoology in Fiji.  
Overseas res. pub., n° 18 : 424 pp.
- TAMAKI, Y. ; NOGUCHI, H. ; YUSHIMA, T. - 1973 - Sex pheromone of Spodoptera litura (F.) (Lepidoptera : Noctuidae) : isolation, identification and synthesis.  
Appl. Ent. Zool., 8 (3) : 200-203.
- SWEZEY, O.H. - 1941 - Observations on Insect pests in Samoa which are not yet known to occur in Hawaii.  
Hawaii Pl. Rec., 45 (1) : 25-38.
- ZIMMERMAN, E.C. - 1958 - Insects of Hawaii. Macrolepidoptera.  
Univ. Hawaii Press, Vol. 7 : 542 pp.