

CYCLES DE DÉVELOPPEMENT ET TABLES DE VIE
 DE *TETRANYCHUS NEOCALEDONICUS* ANDRÉ
 [ACARIENS : *TETRANYCHIDAE*]
 ET D'UN DE SES PRINCIPAUX PRÉDATEURS A MADAGASCAR
STETHORUS MADECASSUS CHAZEAU [*COCCINELLIDAE*].

PAR

J. GUTIERREZ & J. CHAZEAU

Laboratoire d'Entomologie, Centre O.R.S.T.O.M. de Tananarive — Madagascar

Après avoir rappelé quelques généralités sur les espèces du genre *Stethorus* WEISE, les auteurs donnent des précisions sur l'écologie de *S. madecassus*, qui semble jouer un rôle important dans la limitation des populations de tétranyques à Madagascar. Le cycle de développement et les tables de vie du prédateur et de sa principale proie dans les milieux naturels, *Tetranychus neocaledonicus*, sont étudiés dans une serre semi-climatisée, où la température varie quotidiennement de 25 à 35°C et l'hygrométrie de 70 à 50 %.

Le taux intrinsèque d'accroissement de la population de *T. neocaledonicus* (r_m), est de 0,295 par femelle et par jour; le taux limité d'accroissement ou taux de multiplication par femelle et par jour (λ), est de 1,34. La population a un potentiel net de reproduction (R_0) de 37,45, et une génération dure en moyenne 12,3 jours. En d'autres termes, la population est multipliée 37,45 fois au cours d'une génération de 12,3 jours.

Le taux intrinsèque d'accroissement de la population de *S. madecassus*, est de 0,137 par femelle et par jour; le taux de multiplication par femelle et par jour est de 1,15. La population a un potentiel net de reproduction de 51,57, et une génération dure en moyenne 28,8 jours. La population est multipliée par 51,57 au cours d'une génération de 28,8 jours. *S. madecassus* révèle du point de vue de la dynamique des populations, des caractéristiques intéressantes, bien que les conditions de l'essai ne réalisent sans doute pas la combinaison de température et d'hygrométrie la plus favorable à l'espèce.

Cette coccinelle, très active à l'égard des tétranyques et vraisemblablement insensible au phénomène de diapause, présente un intérêt non négligeable en lutte biologique; on peut envisager son utilisation dans les serres en pays tempéré.

Dans une publication précédente abordant la biologie de *Tetranychus neocaledonicus* à Madagascar (GUTIERREZ, 1967), nous avons situé l'importance économique de ce ravageur et nous avons envisagé certains aspects de sa destruction par l'utilisation de prédateurs : acarïens ou insectes.

Les insectes que nous avons signalés, appartiennent à quelques familles déjà connues pour leur action prédatrice à l'égard des tétranyques : *Hemerobiidae*, *Cecidomyiidae*, *Staphylinidae*, *Coccinellidae*,

Thripidae et *Anthocoridae*. Nous avons remarqué que les *Coccinellidae* du genre *Stethorus* étaient les plus fréquemment et les plus régulièrement observées sur les colonies de *Tetranychidae*. Les autres familles d'insectes et les autres genres de coccinelles sont en général moins spécialisés et semblent avoir une influence moins nette sur l'évolution des populations attaquées.

Une récente révision des *Stethorus* de Madagascar et des Mascareignes (CHAZEAU, 1971) nous a montré que parmi les 4 espèces de la grande île actuellement connues, seul *Stethorus madecassus* CHAZEAU était présent dans la majeure partie des biotopes prospectés. Nous nous sommes proposés de déterminer, dans des conditions d'élevage contrôlées, les capacités intrinsèques de la proie principale *T. neocaledonicus* et du prédateur *S. madecassus*, du point de vue dynamique des populations. Ces indications devraient fournir des éléments d'appréciation sur les potentialités destructrices de *S. madecassus*, lorsque ce dernier intervient dans une population de *T. neocaledonicus*. Nous avons choisi les conditions de notre élevage de façon à tenter de reproduire les conditions climatiques de la côte Ouest de Madagascar. C'est en effet dans l'Ouest malgache que les pullulations de tétranyques entraînent des dégâts d'importance économique sensible, notamment sur cotonnier.

Nous avons dressé les tables de vie de chacune de ces 2 espèces, calculé leur potentiel net de reproduction et leur taux intrinsèque d'accroissement de population par individu et par jour, ce qui permet de déduire le taux de multiplication par femelle et par jour, ainsi que la durée précise d'une génération.

1. Généralités sur les espèces du genre *Stethorus* Weise

Primitivement placés dans le genre *Scymnus* KUG., les *Stethorus* présentent des caractères morphologiques et biologiques qui justifient la création du genre par WEISE en 1885 et celle de la tribu des *Stethorini* par DOBZHANSKY en 1924 (KORSCHESKY, 1931).

Diverses espèces de *Coccinellidae* peuvent occasionnellement se nourrir de *Tetranychidae*, au cours de leur vie larvaire, mais les *Stethorus* adultes conservent cette étroite spécialisation prédatrice. Les références à une autre alimentation sont rares (KAPUR, 1948; PUTMAN, 1955; KAMIYA, 1959, 1966) et selon Mc MURTRY *et al.* (1970) aucune ne fait état de reproduction avec une autre proie que les tétranyques.

En Europe *S. punctillum* WEISE est considéré par BRAVENBOER (1959), comme l'un des plus importants agents de régulation des populations de *Tetranychus urticae* KOCH en serres, mais c'est aussi un prédateur de *Panonychus ulmi* (KOCH) (COLLYER, 1953); il est introduit en

Amérique du Nord (PUTMAN, 1955). D'autres espèces sont souvent citées comme auxiliaires intéressants en lutte biologique, notamment : aux États-Unis *S. picipes* CASEY et *S. punctum* LÉCONTE, au Japon *S. japonicus* KAMIYA, au Liban *S. gilvifrons* MULS. (ROBINSON, 1953; FLESCNER, 1958; TANAKA, 1966; DOSSE, 1967).

La vie préimaginale comprend 6 stades : l'œuf, 4 stades larvaires de durée inégale et un stade nymphal précédé d'une période prénymphe. Seules les femelles fécondées pondent des œufs viables et la descendance comporte autant de mâles que de femelles (PUTMAN, 1955; SCRIVEN & FLESCNER, 1960).

MOUTIA (1958) affirme obtenir la *sex-ratio* habituelle à partir de pontes de femelles vierges de *Stethorus vinsoni* KAPUR, mais son observation paraît inexacte.

Les œufs sont déposés en groupe ou dispersés, à la surface des feuilles ou sur les toiles de la proie, en général sur les points de concentration des tétranyques. FLESCNER (1958) pense qu'il y a une corrélation positive entre la ponte des *Stethorus* et l'abondance des œufs de tétranyques.

La durée de vie des adultes est très variable, mais peut être parfois très longue en zone tempérée (Canada, Europe) où les imagos sont susceptibles de passer l'hiver en diapause (PUTMAN, 1955).

2. Écologie de *S. madecassus* et facteurs naturels de limitation des populations.

Si la proie essentielle, *T. neocaledonicus*, a été récoltée dans tout Madagascar, où elle est commune, le prédateur ne se rencontre que sur de fortes concentrations de tétranyques. Toutefois il est plus facile à repérer et à capturer lorsque le nombre d'individus est lui-même plus élevé.

L'aire de répartition de *S. madecassus* recouvre toute l'île, puisque nous avons effectué des prélèvements dans des régions dont la température moyenne annuelle varie de 18,8° C (Tanarive, où le minimum absolu est de 0,7°C) à 27,5°C (Miandrivazo, où le maximum absolu est de 41,3°C). La pluviométrie peut atteindre 4 000 mm, comme à Maroantsetra, ou descendre à 350 mm comme à Tuléar.

Ces régions correspondent aux différents domaines écologiques malgaches. — Domaine de l'Est : Maroantsetra, alt. 10 m (décembre 1969); Domaine du Sambirano : Ambanja, alt. 20 m (septembre 1969); Domaine du Centre : Tanarive, alt. 1 250 m (observations continues en 1968 et 1969) et Ihosy, alt. 800 m (avril 1968 et octobre 1969); Domaine de l'Ouest : Miandrivazo, alt. 100 m (juillet 1968), Morondava, alt. 20 m (avril, 1971), Tsaramandroso, alt. 50 m (août 1969), Katsepy,

alt. 30 m (août 1969) et Diego-Suarez, alt. 50 m (décembre 1969 et mai 1971); Domaine du Sud : Tuléar, alt. 10 m (avril 1968, janvier et novembre 1971) (fig. 1).

A l'intérieur d'un même domaine écologique, nous avons retrouvé *S. madecassus* dans les biotopes les plus divers, aussi bien dans les zones cultivées (plantations de cotonniers, d'arachides, de maniocs, jardins potagers), qu'en milieu naturel (savane à espèces ligneuses ou à palmiers, lisières de forêts). Il semble présent dans ces milieux tout au long de l'année et les disparitions locales constatées semblent liées à l'absence momentanée de proies. Nous n'avons pas observé de diapause, ni sur le terrain, ni au laboratoire.

On doit noter également que parmi les *Tetranychidae*, *T. neocaledonicus* n'est pas la seule proie possible. Nous avons capturé *S. madecassus* sur des colonies d'*Oligonychus coffeae* NIETNER, *Eutetranychus sambiranensis* GUTIERREZ & HELLE, *Eutetranychus eliei* GUTIERREZ & HELLE.

S. madecassus est bien le seul *Stethorus* malgache à présenter d'aussi larges possibilités d'adaptation. *S. minutissimus* SICARD semble limité à la région de la Montagne d'Ambre (Province de Diego-Suarez), tandis que *S. fueschi* CHAZEAU n'a été récolté que dans certaines zones côtières dans l'Ouest (Province de Majunga) où il coexiste d'ailleurs avec *S. madecassus*. Quant à *S. cruralis* SICARD un seul exemplaire femelle a été récolté par SICARD et nous n'en avons pas retrouvé.

On peut s'étonner que *S. madecassus* n'ait pas été signalé par SICARD (1909) dans sa révision des *Coccinellidae* de Madagascar. La possibilité d'une introduction récente avait été envisagée. L'examen de la collection SICARD (Museum de Paris) nous a montré qu'en réalité cette espèce avait été récoltée par le coléoptériste. Ce dernier ne l'avait pas nommée, l'assimilant peut-être à *S. minutissimus* (CHAZEAU, 1971).

Outre l'absence de proies, les facteurs naturels de limitation des populations de *Stethorus* semblent peu nombreux. En élevage nous avons constaté quelques cas de cannibalisme : destruction d'œufs par les larves et les adultes ou même attaque de jeunes stades larvaires L1 et L2 par les larves âgées L4. Ce phénomène est très limité et ne se produit pas lorsque des conditions alimentaires satisfaisantes sont assurées. En milieu naturel, nous avons observé l'attaque de larves du stade L4 par des larves âgées d'*Exochomus laeviusculus* WEISE, lors d'une infestation simultanée par *T. neocaledonicus* et par un aphide, sur *Sechium edule* L. (*Cucurbitaceae*).

Nous avons eu l'occasion de relever un cas de parasitisme par un nématode *Mermithidae* chez un adulte récolté à Tananarive (février 1970). L'identification du parasite n'a malheureusement pas pu être poussée davantage du fait que nous n'avions qu'un jeune stade larvaire impossible à élever (D. VAN WAEREBEKE).

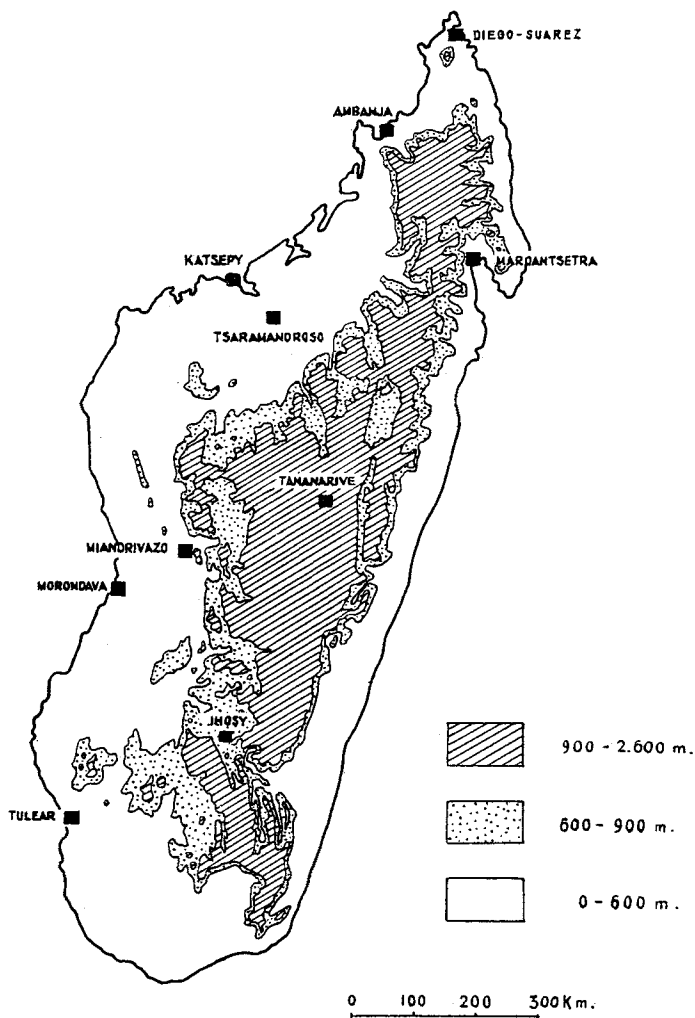


FIG. 1. Lieux de récolte de *Stethorus madecassus*, cités dans le texte.

3. Cycles de développement et tables de vie de *Tetranychus neocaledonicus* et de *Stethorus madecassus* soumis aux mêmes conditions de milieu.

BIRCH (1948) a décrit à partir des travaux de LOTKA, une méthode de calcul du taux intrinsèque d'accroissement naturel d'une population, c'est-à-dire du taux réel d'accroissement d'une population élevée dans des conditions bien définies et constantes, pour laquelle l'espace et la nourriture sont illimités.

Les données expérimentales nécessaires au calcul de ce taux, désigné par r_m , sont les caractéristiques de la population femelle :

— la table de vie qui donne la probabilité pour les femelles, à leur naissance, d'être en vie à l'âge X : l_x . A l'âge zéro, cette probabilité est désignée par l_0 et on lui attribue la valeur 1,00;

— la table de fécondité qui fournit à chaque âge, m_x , le nombre moyen de femelles produites par une femelle d'âge x pendant l'unité de temps choisie. Nous prenons ici comme unité de temps le jour.

La valeur de r_m est obtenue à partir de l'équation :

$$\int_0^{+\infty} l_x \cdot m_x e^{-r_m \cdot X} dX = 1$$

Une méthode approchée de calcul consiste à écrire :

$$\sum l_x \cdot m_x e^{-r_m \cdot X} = 1$$

En pratique, on donne à r_m des valeurs approchées arbitraires, de façon à obtenir au premier membre de l'équation deux valeurs encadrant le plus près possible la valeur 1.

La valeur de r_m est alors déduite par interpolation linéaire. Un artifice de calcul consiste à multiplier les deux membres de l'équation par une puissance de e convenablement choisie afin de se placer dans un intervalle couvert par les tables d'exponentielles usuelles; r_m étant connu, on peut écrire que la population s'accroît de $\lambda = e^{r_m}$ fois dans l'intervalle de temps choisi, ici un jour.

Deux paramètres sont encore intéressants à considérer et sont peut-être plus évocateurs lorsque l'on compare deux populations : le potentiel net de reproduction R_0 et la durée d'une génération T .

Le potentiel net de reproduction est le taux de multiplication de la population en une génération, ou encore le rapport du nombre total de naissances femelles entre 2 générations successives; nous aurons :

$$R_0 = \int_0^{+\infty} l_x \cdot m_x dX \text{ qui se calcule pratiquement, en faisant}$$

$$R_0 = \sum l_x \cdot m_x$$

Pour le calcul de T , étant donné la relation $R_0 = e^{r_m \cdot T}$, lorsque R_0 et r_m sont connus, nous avons :

$$T = \frac{\log_e R_0}{r_m}$$

A partir de ces principes d'intéressantes études ont été faites notamment par LAING (1968, 1969), NICKEL (1960) et WATSON (1964).

a) MATÉRIEL ET TECHNIQUES

La souche de *T. neocaledonicus* provient d'Ihosy, alt. 750 m (Province de Fianarantsoa) sur *Gossypium hirsutum* L., celle de *S. madecassus* a été prélevée sur des populations de *T. neocaledonicus* vivant également sur *Gossypium hirsutum* L. à Tsaramandroso, alt. 50 m (Province de Majunga).

Les élevages ont été réalisés dans des logettes en plexiglas ou dans des boîtes en matière plastique ouvertes aux influences extérieures et disposées à l'abri du soleil dans une serre semi-climatisée.

Température et hygrométrie ont varié de façon relativement régulière pendant toute la durée de l'essai, ainsi que le montre l'enregistrement de la figure 2. La température a été maintenue au minimum à 25°C la nuit, avec une hygrométrie de 70 %, tandis que le jour, elle atteignait au maximum 35°C vers 14 ou 15 heures, l'hygrométrie passant alors à 50 %. La photopériode pendant la durée de l'expérience a été celle de Tananarive à cette époque de l'année, soit approximativement 12 heures de jour pour 12 heures de nuit.

Le climat créé dans cette serre correspondait sensiblement à celui de la côte Ouest de Madagascar en saison chaude (novembre à mai).

Nous avons utilisé comme substrat végétal des feuilles terminales de Cotonnier, obtenues à partir d'une culture hydroponique en pots à niveau constant, selon la technique de BRAUD (1967).

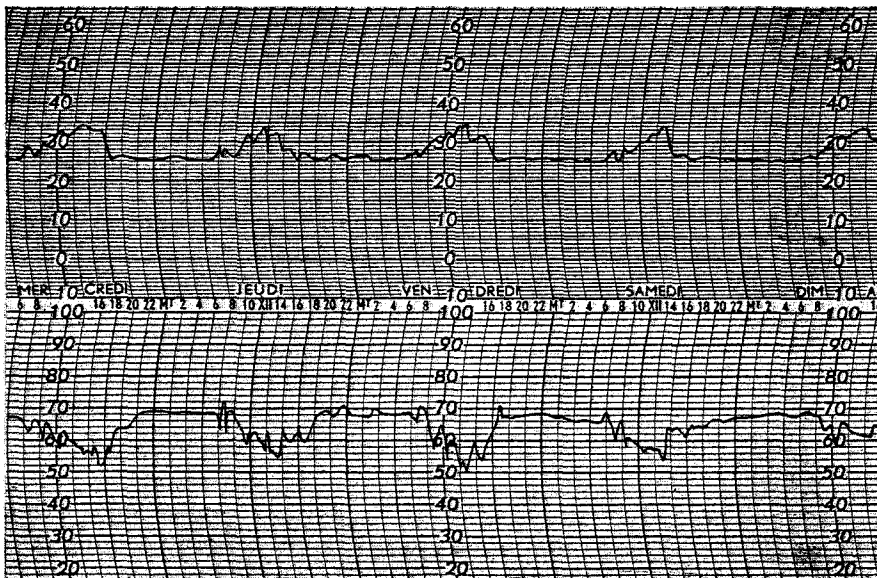


FIG. 2. Enregistrement des variations quotidiennes de la température et de l'hygrométrie sous l'abri où sont disposés les élevages.

Pour les tétranyques nous avons employé la méthode d'élevage en logettes de plexiglas que nous avons précédemment décrite (GUTIERREZ, 1967).

Pour l'élevage des larves de *Stethorus*, afin d'uniformiser les conditions auxquelles sont soumis la proie et le prédateur, nous avons également utilisé des logettes cylindriques de 25 mm de diamètre et 10 mm de hauteur aménagées dans des plaques de plexiglas de 150 × 100 mm.

Le montage de ces logettes est schématisé figure 3. Une feuille de cotonnier repose sur 20 épaisseurs de papier filtre imbibé d'eau, l'ensemble étant pris entre 2 plaques de plexiglas de 150 × 100 mm. La plaque inférieure a 3 mm d'épaisseur. Dans la plaque supérieure, qui a 10 mm d'épaisseur, 2 cylindres de 25 mm de diamètre ont été forés et constituent le volume utile de 2 logettes séparées. Par dessus cette plaque, un abattant en plexiglas perforé comme la plaque maîtresse, porte des obturateurs en soie à blutter, pour assurer la fermeture et l'aération des logettes. Sur le fond d'une logette, constitué par la face supérieure de la feuille de cotonnier, on dépose 20 femelles de tétranyques, 48 heures avant l'éclosion d'une jeune L1. Cette opération permet l'installation des tétranyques avant l'intervention du prédateur. Celui-ci trouvera à sa portée des adultes nourris convenablement, mais aussi des œufs frais.

Il est en effet indispensable de veiller, non seulement à ce que les larves disposent de tétranyques en nombre suffisant, mais aussi à ce que ces proies soient elles-mêmes nourries sur un végétal frais. Nous nous sommes aperçus, au cours d'essais préliminaires, que ce facteur alimentaire était déterminant pour le développement des larves. Dès que la population proie commence à se raréfier, on dépose d'autres tétranyques dans la logette. Les feuilles sont remplacées toutes les semaines, comme pour les logettes servant aux élevages de tétranyques seuls.

L'élevage des adultes, entrepris d'abord dans des logettes identiques, en vue d'étudier leur longévité et leur fécondité, a été finalement conduit dans des boîtes cylindriques en matière plastique de 50 mm de diamètre et de 20 mm de hauteur (fig. 4). Ces boîtes offrant un volume presque 8 fois supérieur à celui des logettes utilisées pour les larves, sont aérées par un orifice grillagé de 20 mm de diamètre percé dans le couvercle. Le fond de la cellule est matelassé d'une couche de papier filtre humide de 1,5 mm d'épaisseur, sur laquelle repose une rondelle de feuille de cotonnier, face supérieure vers le haut.

L'utilisation de cette technique a été décidée lorsque nous avons observé un cannibalisme des adultes aux dépens des œufs lors des élevages en logettes, comportement attribué à l'exiguïté de celles-ci, puisque dans les 2 cas le même nombre de proies était disponible. Il est possible qu'en diminuant le volume, on augmente la probabilité

de rencontre, ou que l'on provoque un comportement anormal dû à la captivité.

L'élevage en logettes présente l'avantage de faciliter l'observation des larves et de conserver les feuilles dans un excellent état de fraîcheur; le système assure également le maintien d'une hygrométrie voisine de celle qui règne à l'extérieur alors que, dans les boîtes, du fait de la présence de papier filtre imbibé d'eau, l'hygrométrie est en permanence plus élevée.

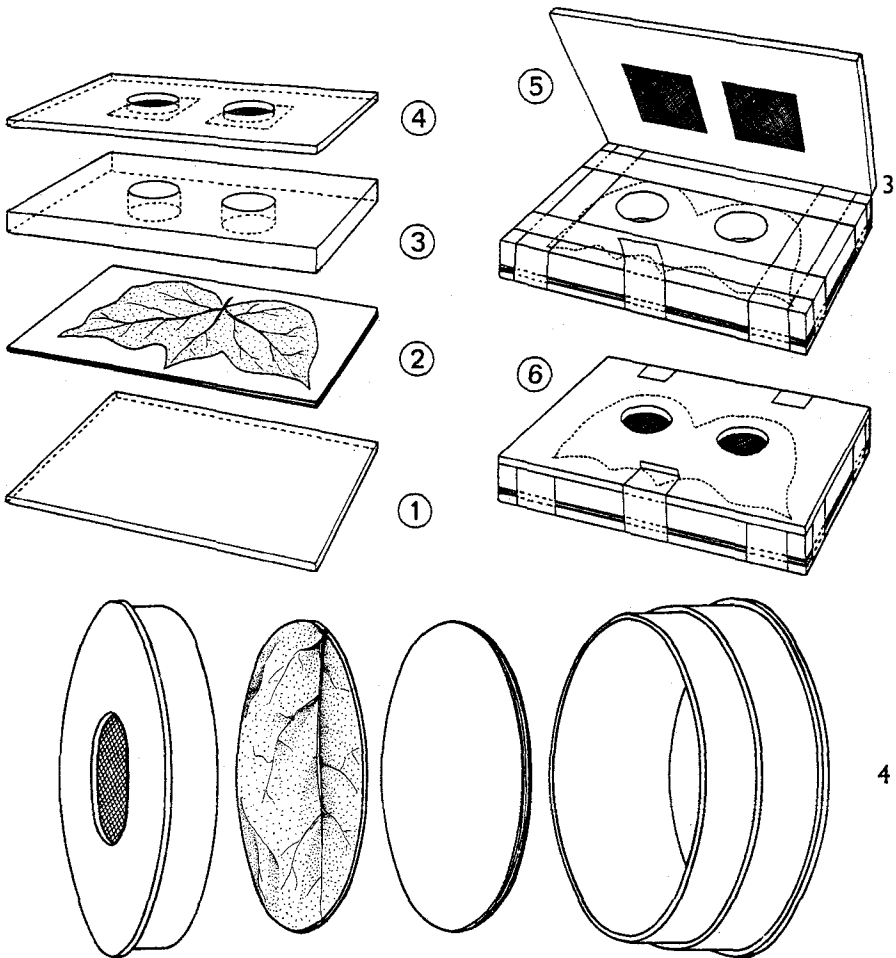


FIG. 3. Technique d'élevage des larves de *S. madecassus* : 1, plaque de plexiglas pleine; 2, 20 épaisseurs de papier filtre et feuille de cotonnier; 3, plaque de plexiglas perforée (150 - 100 - 10 mm); 4, plaque de plexiglas portant les obturateurs; 5, ensemble monté ouvert; 6, ensemble monté fermé.

FIG. 4. Technique d'élevage des adultes de *S. madecassus* : boîte pondoir en matière plastique ouverte, avec son matelas de papier filtre et la rondelle de feuille de cotonnier.

b. CYCLE DE DÉVELOPPEMENT ET TABLE DE VIE DE *T. neocaledonicus*
Méthode

Nous avons eu recours à 22 jeux de plaques de plexiglas, correspondant à 132 logettes, dans lesquelles nous avons déposé 3 femelles adultes. Nous avons laissé pondre ces femelles pendant 4 heures puis nous les avons retirées et nous avons détruit les œufs déposés à l'exception d'un seul, de façon à avoir dans chaque logette des œufs d'âge semblable. Pendant les 12 jours de l'essai, nous avons effectué des notations toutes les 6 heures.

Pour étudier la longévité, la fécondité et la proportion des sexes de la descendance, nous avons déposé dans 50 logettes, 50 larves destinées à donner des femelles, prises au troisième stade de repos (R_3) et accompagnées chacune d'un mâle.

Le premier jour, les jeunes femelles se nourrissent et s'accouplent. Chaque jour suivant, à heure fixe, on déplace le couple vers une nouvelle logette et on élève la descendance jusqu'à ce qu'on puisse en définir le sexe, c'est-à-dire pratiquement jusqu'au stade R_3 . Les mâles sont remplacés lorsqu'ils s'engluent.

Parallèlement, nous avons suivi la ponte des femelles non fécondées, élevées dans les mêmes conditions, à l'aide de 50 R_3 , destinées à donner des femelles, que nous avons laissées seules pendant toute la durée de l'essai.

Sachant que la descendance de ces animaux ne comprenait que des mâles, nous avons compté et détruit, chaque jour à heure fixe, les œufs déposés, sans déranger les femelles.

Résultats

Le tableau 1 indique la survie et la durée des différents stades de développement. On note une nette différence entre la durée des stades larvaires des mâles et des femelles : les mâles sortent presque une demi-journée avant les femelles.

TABLEAU 1

Survie et durée des différents stades de développement de Tetranychus neocaledonicus (intervalle de confiance des moyennes à 5 %)

Stade	SURVIE		DURÉE DE DÉVELOPPEMENT	
	Nombre d'individus	%	EN JOURS \pm t.sm	
			Femelles (n = 88)	Mâles (n = 27)
Œuf.....	132	100	3,24 \pm 0,04	3,35 \pm 0,05
Larve.....	128	97	0,95 \pm 0,05	0,94 \pm 0,10
R_1	123	93	0,73 \pm 0,03	0,73 \pm 0,07
Protonympe.....	121	92	0,84 \pm 0,05	0,66 \pm 0,07
R_2	120	91	0,52 \pm 0,02	0,52 \pm 0,08
Deutonymphe...	118	89	1,13 \pm 0,05	0,94 \pm 0,11
R_3	115	87	0,86 \pm 0,05	0,60 \pm 0,06
Durée totale du développement (œuf à adulte)			8,28 \pm 0,12	7,73 \pm 0,17

Le tableau 2 donne la longévité (l_x) et la ponte totale moyenne quotidienne (n_x) des femelles fécondées et non fécondées. Nous avons jugé cette indication utile, d'une part d'un point de vue théorique pour montrer la différence de comportement des femelles selon qu'elles sont fécondées ou non, d'autre part d'un point de vue pratique pour connaître le nombre d'œufs qu'est susceptible de déposer une femelle élevée dans ces conditions, les œufs constituant en élevage une alimentation très commode pour les *Stethorus*.

TABLEAU 2

Longévité (l_x) et ponte totale moyenne (n_x) de femelles de T. neocaledonicus fécondées et non fécondées, ($\Sigma l_x \cdot n_x$ correspond à la ponte totale moyenne d'une femelle de chaque groupe).

Jours de ponte	FEMELLES FÉCONDÉES N = 48			FEMELLES VIERGES N = 49		
	% de ♀ survivantes	Ponte totale par ♀ et par jour		% de ♀ survivantes	Ponte totale par ♀ et par jour	
	l_x	l_x	$l_x \cdot n_x$	l_x	n_x	$l_x \cdot n_x$
1	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
2	1,00	2,71	2,71	1,00	1,98	1,98
3	1,00	6,79	6,79	1,00	4,14	4,14
4	1,00	7,81	7,81	1,00	3,22	3,22
5	1,00	7,48	7,48	1,00	2,37	2,37
6	1,00	6,83	6,83	1,00	1,67	1,67
7	0,96	5,96	5,72	0,98	1,67	1,64
8	0,92	5,09	4,68	0,96	1,96	1,88
9	0,85	4,71	4,00	0,96	1,89	1,81
10	0,67	3,91	2,62	0,88	1,37	1,21
11	0,50	2,83	1,42	0,78	1,03	0,80
12	0,33	3,00	1,00	0,65	1,06	0,69
13	0,25	2,75	0,69	0,51	0,92	0,47
14	0,19	1,78	0,34	0,33	1,00	0,33
15	0,15	1,14	0,17	0,25	0,92	0,23
16	0,06	2,00	0,12	0,22	1,18	0,26
17	0,06	1,67	0,10	0,18	1,44	0,26
18	0,04	0,50	0,02	0,18	1,00	0,18
19	0,04	1,50	0,06	0,16	1,38	0,22
20	0,04	0,00	0,00	0,14	1,14	0,16
21	0,04	0,00	0,00	0,14	0,43	0,06
22	0,00	0,00	0,00	0,08	1,25	0,10
23				0,04	1,00	0,04
24				0,02	2,00	0,04
25				0,02	1,00	0,02
26				0,02	2,00	0,04
27				0,02	2,00	0,04
28				0,02	1,00	0,02
29				0,02	1,00	0,02
30				0,02	2,00	0,04
31				0,02	0,00	0,00
32				0,00	0,00	0,00

$\Sigma l_x \cdot n_x = 52,56$

$\Sigma l_x \cdot n_x = 23,94$

Le tableau 3 présente la table de vie de *T. neocaledonicus*, il fournit le taux de multiplication de la population en une génération ($R_0 = 37,45$) et sert de base au calcul du taux intrinsèque d'accroissement de la population (r_m).

Le pourcentage de femelles dans la population totale est de 71 %.

TABLEAU 3

Table de vie de *T. neocaledonicus* et calcul de la valeur approchée de r_m , taux réel d'accroissement de la population (nombre de femelles étudiées, $n = 48$)

Age en jours	Nombre d'œufs			Valeurs provisoires de r_m	
	% par ♀ survivantes	♀ par ♀ et par jour		$r_m = 0,29$	$r_m = 0,30$
X	l_x	m_x	$l_x \cdot m_x$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{4-r_m \cdot X}$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{4-r_m \cdot X}$
0 - 8	1,00	0,00	0,00		
9	1,00	1,35	1,35	5,41	4,95
10	1,00	4,65	4,65	13,95	12,65
11	1,00	5,90	5,90	13,28	11,86
12	1,00	5,56	5,56	9,34	8,28
13	1,00	4,98	4,98	6,27	5,53
14	0,96	4,35	4,18	3,93	3,43
15	0,92	3,84	3,53	2,47	2,15
16	0,85	3,41	2,90	1,54	1,31
17	0,67	2,69	1,80	0,70	0,59
18	0,50	1,96	0,98	0,29	0,25
19	0,33	2,19	0,72	0,16	0,13
20	0,25	1,58	0,40	0,07	0,06
21	0,19	1,22	0,23	0,03	0,02
22	0,15	0,71	0,11	0,01	0,01
23	0,06	1,33	0,08	0,01	0,00
24	0,06	0,67	0,04	0,00	0,00
25	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,04	1,00	0,04	0,00	0,00
27	0,04	0,00	0,00		
28	0,04	0,00	0,00		
29	0,00	0,00	0,00		

$$\Sigma l_x \cdot m_x = R_0 = 37,45 \quad \Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{4-r_m \cdot X} = 57,46 \quad \Sigma l_x \cdot m_x e^{4-r_m \cdot X} = 51,22$$

Calcul de r_m .

D'après le principe du calcul de r_m vu précédemment :

$$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{-r_m \cdot X} = 1$$

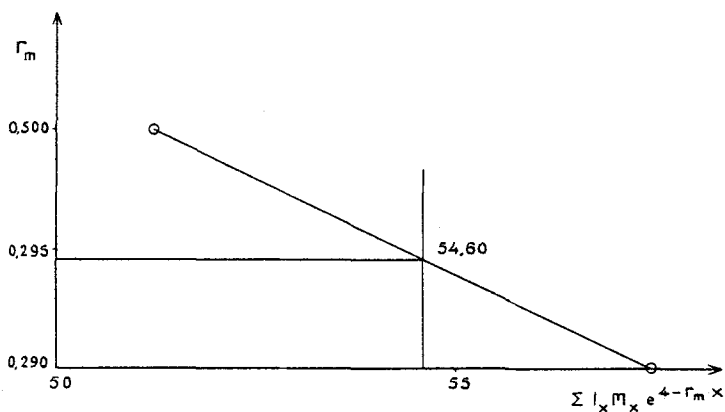
Pour se placer dans un intervalle couvert par les tables d'exponentielles usuelles, on multiplie les 2 membres de l'équation par e^4 .

$$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{4-r_m \cdot X} = e^4 \quad (e^4 = 54,60)$$

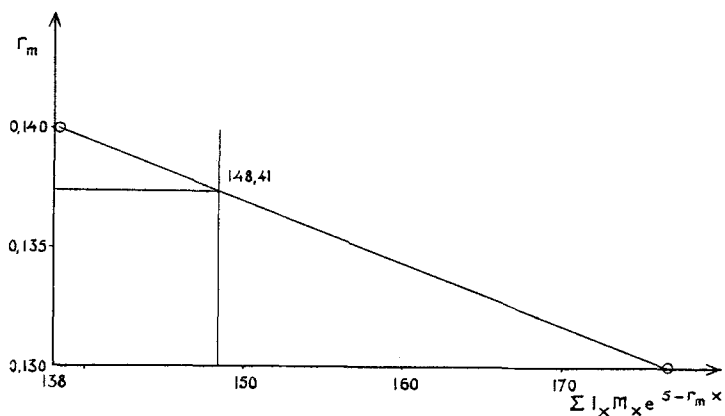
En donnant à r_m les valeurs 0,29 et 0,30 nous obtenons pour le premier membre de l'équation 2 valeurs qui encadrent e^4 : 57,46 et 51,22.

La figure 5 représente la détermination graphique précise de r_m . Les 2 valeurs de $\sum l_x \cdot m_x \cdot e^{4-r_m \cdot X}$ sont portées en abscisse, tandis que les valeurs provisoires correspondantes r_m sont portées en ordonnée. L'intersection de la droite joignant ces 2 points et de la droite $x = 54,60$ donne une valeur précise de r_m avec 3 décimales. Nous obtenons $r_m = 0,295$ et $\lambda = e^{r_m} = 1,34$.

Comme $T = \frac{\log_e R_0}{r_m}$ nous obtenons $T = 12,3$ jours



5



6

FIG. 5. Détermination graphique du taux intrinsèque d'accroissement de la population pour *T. neocaledonicus*.

FIG. 6. Détermination graphique du taux intrinsèque d'accroissement de la population pour *S. madecassus*.

Par conséquent, dans les conditions de nos essais, la souche de *T. neocaledonicus* que nous avons étudiée a un taux intrinsèque d'accroissement de 0,295 par femelle et par jour. Le taux de multiplication par femelle et par jour est de 1,34; la population est multipliée 37,45 fois au cours d'une génération de 12,3 jours.

C. CYCLE DE DÉVELOPPEMENT ET TABLE DE VIE DE *S. madecassus*.

Méthode

Étant donné la plus grande complexité des opérations mais surtout l'irrégularité des pontes et leur faiblesse relative, nous n'avons pas pu procéder de la même façon que pour les tétranyques. Nous avons été obligés d'étaler l'étude dans le temps.

Pour déterminer la durée de développement des différents stades larvaires, les œufs sont prélevés dans des boîtes servant de pondoir, contenant des couples d'adultes. Ils sont datés avec le plus de précision possible, et déposés isolément dans les logettes de plexiglas. Les notations sont effectuées toutes les 6 heures.

Pour étudier la longévité et la fécondité des adultes, nous avons utilisé la technique d'élevage en boîte de matière plastique : 24 heures après la mue imaginale, on introduit dans chaque boîte une femelle et un mâle. La proie est apportée sur des fragments de feuilles de Cotonnier fortement infestées de *T. neocaledonicus*. Les observations sont effectuées toutes les 24 heures. Les œufs sont séparés des adultes que l'on déplace vers une nouvelle boîte pondoir. Le papier est réimbibé d'eau tous les 2 jours environ. Lorsqu'un mâle meurt, il est remplacé aussitôt. Les œufs sont conservés dans les pondoirs jusqu'à l'éclosion et les larves qui en sortent sont élevées dans des logettes jusqu'au stade adulte, de façon à déterminer la proportion des sexes dans la descendance.

Cycle de S. madecassus

Les œufs sont oblongs (dimensions moyennes $L = 0,38$ mm, $l = 0,18$ mm). Luisants lorsqu'ils viennent d'être pondus, ils deviennent rapidement mats. Le chorion montre à fort grossissement une alvéolation grossièrement pentagonale. Leur couleur varie de crème à jaune orangé et vire au gris au cours des 24 heures qui précèdent l'éclosion; à ce moment la transparence du chorion permet d'observer la segmentation de la larve. L'éclosion se fait par rupture du chorion au niveau du céphalothorax de la jeune larve.

Les caractères morphologiques des stades larvaires s'accordent parfaitement avec la description donnée par GOUX (1953) pour *S. punctillum* WEISE.

Les larves du premier stade sont fragiles et peu actives. La proximité d'une nourriture abondante (œufs ou larves de tétranyques) est indispensable à leur survie, car elles sont lentes et paraissent gênées

par les toiles de l'acarien. La rapidité relative des larves des 2^e, 3^e et 4^e stades et leur robustesse, leur permet de se nourrir de nymphes et d'adultes de tétranyques. Leur voracité s'accroît considérablement avec l'âge. Au cours d'un essai effectué à une température constante de 25°C liée à une hygrométrie constante de 50 %, nous avons pu déterminer que sur les 500 œufs de tétranyques dévorés par l'ensemble des stades larvaires au cours de leur développement, le stade L4 en consommait plus de la moitié. Le dernier stade à lui seul peut détruire 250 à 300 œufs ou tuer 45 femelles adultes en 2 jours de vie active, alors que les adultes consomment environ 15 à 20 femelles par jour.

La nymphose est précédée par une phase immobile d'environ une demi-journée. La nymphe, d'un brun-roux clair lors de sa formation, se pigmente rapidement. Elle est fixée au substrat par sa partie postérieure et l'exuvie nymphale demeure attachée par ce point après la sortie de l'adulte.

Le tableau 4 indique la durée des différents stades de développement de *S. madecassus* dans les conditions de l'essai. Les pertes furent relativement importantes, de l'ordre de 32 %, malgré tous les soins apportés à cet élevage : pertes dues aux évasions, mais surtout à une mortalité naturelle qui n'a pu être expliquée. La dissection et l'examen microscopique des tissus des larves mortes n'ont rien révélé. Il est possible que cette mortalité soit due aux conditions physiques ambiantes, mais il ne faut pas écarter l'hypothèse d'un « inbreeding » trop poussé, le renouvellement de la souche en cours d'expérience nous ayant permis de diminuer le pourcentage des pertes.

TABLEAU 4

Durée des différents stades de développement de Stethorus madecassus.

Stade	DURÉE DE DÉVELOPPEMENT EN JOURS			
	Femelles (n = 50)		Mâles (n = 51)	
	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes
Œuf	3,1	2,75 — 3,75	3,1	2,25 — 3,75
L ₁	1,3	0,75 — 1,75	1,3	1,00 — 2,00
L ₂	1,0	0,75 — 1,50	1,0	0,75 — 1,75
L ₃	1,0	0,75 — 1,25	1,0	0,75 — 1,25
L ₄	2,3	2,00 — 2,75	2,3	2,00 — 2,75
Nymphe.....	3,0	2,25 — 3,25	3,0	2,50 — 3,25
Ensemble des stades préimaginaux.....	11,7	10,50 — 13,25	11,7	10,50 — 13,00

Nous avons arrêté l'essai après avoir recueilli les informations concernant 51 mâles et 50 femelles, 48 œufs ou larves n'ayant pu être élevées jusqu'au stade adulte.

Contrairement à ce qui s'était produit pour les tétranyques, mâles et femelles semblent avoir la même durée de développement. La durée moyenne de l'ensemble des stades larvaires a été de $11,7 \pm 0,2$ jours (moyenne \pm t. sm, au seuil 5 %).

Longévité et fécondité des adultes

Comme les larves élevées jusqu'au stade adulte ont donné 50,4 % de mâles et 49,6 % de femelles, nous avons estimé que le pourcentage de femelles dans la descendance, devait être de 50 %.

Les pontes quotidiennes des femelles au cours de leur vie produisent en général autant de mâles que de femelles. Il est donc possible d'éliminer l'effet produit par la mortalité larvaire en considérant que la moitié du nombre d'œufs pondus chaque jour était destinée à donner des femelles.

Le tableau 5 constitue la table de vie de *S. madecassus* dressée dans ces conditions. Il donne la longévité des femelles pondeuses et fournit le taux de multiplication de la population en une génération $R_0 = 51,57$. Il sert de base au calcul du taux intrinsèque d'accroissement de la population (r_m).

— Calcul de r_m .

Les raisons pratiques exposées plus haut, nous ont amené à résoudre :

$$\sum l_x \cdot X_x^m \cdot e^{5 - r_m X} = e^5 \quad \left(e^5 = 148,41 \right)$$

En donnant à r_m les valeurs 0,13 et 0,14 nous obtenons pour le premier membre de l'équation 2 valeurs qui encadrent e^5 : 176,57 et 138,34.

La figure 6, donne la détermination graphique de r_m . Procédant de la même façon que précédemment pour *T. neocaledonicus* nous obtenons $r_m = 0,137$. Nous avons alors $\lambda = e^{r_m} = 1,15$ et

$$T = \frac{\log_e R_0}{r_m} = 28,8 \text{ jours}$$

Nous pouvons dire que, dans les conditions de nos essais et en admettant une mortalité larvaire nulle, la souche de *S. madecassus* que nous avons étudiée à un taux intrinsèque d'accroissement de 0,137 par femelle et par jour. Le taux de multiplication par femelle et par jour serait de 1,15; la population serait multipliée 51,57 fois au cours d'une génération de 28,8 jours.

TABLEAU 5

Table de vie de *S. madecassus* et calcul de la valeur approchée de r_m ,
taux réel d'accroissement de la population (nombre de femelles étudiées,
n = 15)

Age en jours	% de ♀ survivantes	Nombre d'œufs		Valeurs provisoires de r_m	
		♀ par ♀ et par jour	m_x	$r_m = 0,13$	$r_m = 0,14$
X	l_x	m_x	$l_x \cdot m_x$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot X}$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot X}$
0 - 16	1,00	0,00	0,00		
17	1,00	1,30	1,30	21,16	17,86
18	1,00	1,13	1,13	16,16	13,49
19	1,00	1,30	1,30	16,31	13,49
20	1,00	1,30	1,30	14,33	11,74
21	1,00	1,56	1,56	15,10	12,25
22	1,00	1,83	1,83	15,56	12,48
23	1,00	1,33	1,33	9,92	7,89
24	1,00	1,23	1,23	8,06	6,35
25	1,00	1,60	1,60	9,20	7,17
26	1,00	1,67	1,67	8,43	6,51
27	1,00	1,17	1,17	5,19	3,97
28	1,00	1,47	1,47	5,73	2,85
29	1,00	1,13	1,13	3,86	2,89
30	1,00	1,30	1,30	3,90	2,90
31	1,00	1,60	1,60	4,22	3,09
32	0,93	2,00	1,86	4,32	3,12
33	0,93	0,96	0,89	1,81	1,30
34	0,93	1,07	1,00	1,79	1,27
35	0,93	1,32	1,23	1,93	1,37
36	0,93	1,36	1,26	1,74	1,21
37	0,93	0,79	0,73	0,88	0,61
38	0,93	1,54	1,43	1,52	1,04
39	0,87	1,08	0,94	0,87	0,59
40	0,87	1,15	1,00	0,82	0,55
41	0,87	0,81	0,70	0,50	0,34
42	0,80	0,83	0,66	0,42	0,27
43	0,73	1,27	0,92	0,51	0,33
44	0,73	0,45	0,33	0,16	0,10
45	0,73	1,32	0,96	0,41	0,26
46	0,73	1,05	0,77	0,29	0,18
47	0,73	0,55	0,40	0,13	0,08
48	0,73	0,91	0,66	0,19	0,12
49	0,73	0,91	0,66	0,17	0,11
50	0,73	0,59	0,43	0,09	0,06
51	0,73	1,00	0,73	0,15	0,09
52	0,67	1,00	0,67	0,12	0,07
53	0,67	1,05	0,70	0,11	0,06
54	0,67	1,15	0,77	0,10	0,06
55	0,67	1,25	0,84	0,10	0,06
56	0,67	0,50	0,34	0,03	0,02
57	0,67	0,55	0,37	0,03	0,02
58	0,67	0,95	0,64	0,05	0,03
59	0,67	0,80	0,54	0,04	0,02
60	0,60	0,11	0,07	0,04	0,00

TABLEAU 5 : suite

61	0,60	0,94	0,56	0,03	0,02
62	0,60	0,67	0,40	0,02	0,01
63	0,60	0,61	0,37	0,01	0,01
64	0,53	0,63	0,33	0,01	0,01
65	0,47	0,21	0,10	0,00	0,00
66	0,47	0,50	0,24	0,01	0,00
67	0,47	0,79	0,37	0,01	0,00
68	0,47	1,07	0,50	0,01	0,01
69	0,47	1,20	0,56	0,01	0,01
70	0,47	1,00	0,47	0,01	0,00
71	0,47	0,71	0,33	0,00	0,00
72	0,47	0,93	0,44	0,00	0,00
73	0,47	0,86	0,40		
74	0,40	0,33	0,13		
75	0,40	0,92	0,37		
76	0,40	1,00	0,40		
77	0,40	0,17	0,07		
78	0,40	0,17	0,07		
79	0,40	0,42	0,17		
80	0,40	0,42	0,17		
81	0,33	0,40	0,13		
82	0,33	0,20	0,07		
83	0,33	0,90	0,30		
84	0,27	0,13	0,04		
85	0,27	0,13	0,04		
86	0,27	0,63	0,17		
87	0,27	1,00	0,27		
88	0,27	1,00	0,27		
89	0,27	0,63	0,17		
90	0,27	0,88	0,24		
91	0,27	0,00	0,00		
92	0,27	0,00			
93	0,27	0,00			
94	0,20	0,00			
95	0,13	0,00			
96	0,13	0,00			
—	—	—			
—	—	—			
101	0,13	0,00			
102	0,07	0,00			
103	0,07	0,00			
—	—	—			
—	—	—			
113	0,07	0,00			
114	0,00	0,00			

$$\Sigma l_{x \cdot m_x} = R_0 = 51,57 \quad \Sigma l_{x \cdot m_x} e^{5 \cdot r_m \cdot X} = 176,57 \quad \Sigma l_{x \cdot m_x} e^{5 \cdot r_m \cdot X} = 138,34$$

Discussion et conclusion

Les résultats sur *T. neocaledonicus* sont susceptibles d'être comparés à ceux que nous avons obtenus précédemment sous abri, à Tuléar (GUTIERREZ, 1967), puisque nous avons utilisé la même technique d'élevage.

La durée des stades de développement, c'est-à-dire le temps s'écoulant entre la ponte de l'œuf et la sortie de l'adulte, est légèrement plus courte dans les conditions de ces essais, qu'à Tuléar (température moyenne 23,5°C avec des extrêmes de 15,0°C et 31,0°C).

En ce qui concerne la longévité des femelles fécondées, on peut prendre comme base de comparaison le nombre de jours nécessaires à la disparition de 50 % d'entre elles; nous trouvons 11 jours pour l'essai en serre à Tananarive, contre 22 jours à Tuléar. Le potentiel net de reproduction approché, calculé d'après la ponte totale, s'en ressent fortement puisque le rythme de ponte était sensiblement le même dans les 2 cas :

$R_0 = 99,30$ à Tuléar contre 52,56 en serre à Tananarive. Le même phénomène se produit pour les femelles vierges.

Ces considérations nous amènent à penser que les conditions régnant dans notre serre, ne correspondaient pas à la combinaison de température et d'hygrométrie la plus favorable à cette souche. Il s'agit pourtant de conditions que l'on rencontre pendant plusieurs mois, sur la côte Ouest de Madagascar et en serre aérée à Tananarive.

Pour *S. madecassus* nous n'avons pas d'éléments de comparaison. Les travaux précis consacrés au genre *Stethorus*, ne sont pas très nombreux et pour cette espèce, il s'agissait de la première étude. La durée des stades larvaires de *S. punctillum*, élevé à une température moyenne de 26°C et 27,9°C, varie de 15 à 16 jours (PUTMANN, 1955); cette période est au minimum de 14 à 18 jours, pour une température moyenne de 24°C à 25,9°C. Il semble qu'ici nous ayons une espèce à développement plus rapide (11,7 jours). *S. madecassus* a eu lors de nos essais une vie relativement brève : 50 % des femelles meurent pendant les 2 premiers mois et celles qui vivent le plus longtemps ne dépassent pas 4 mois. Il faut remarquer cependant que cette espèce a une activité permanente alors que *S. punctillum*, dont la longévité dépasse fréquemment l'année, présente une diapause hivernale de plusieurs mois. Le fort pourcentage de mortalité observé pour les larves est sans doute un indice que les conditions climatiques de l'élevage n'étaient pas celles qui permettaient au *Stethorus* de donner toute la mesure de ses possibilités.

Il serait nécessaire d'effectuer la même étude sous d'autres conditions et de confronter *S. madecassus* à divers niveaux de pullulations de Tétranyques. Les quelques essais préliminaires portant sur la consommation ont fourni la preuve d'une excellente activité prédatrice, mais ne nous ont pas encore permis de dégager l'évolution d'un système comportant la proie et le prédateur. Cette espèce récoltée dans de nombreux biotopes a certainement des facultés d'adaptation très intéressantes.

Il est possible que *S. madecassus* présente un intérêt plus grand que *S. punctillum* pour la lutte biologique en serre, en pays tempéré.

Ce *Stethorus* de jours courts a un bon taux de multiplication, ses générations peuvent se succéder à un rythme rapide et il est très probablement insensible au phénomène de diapause.

SUMMARY

Development cycles and life tables of *Tetranychus neocaledonicus* ANDRÉ [Acarina: Tetranychidae] and one of its principal predators, *Stethorus madecassus* CHAZEAU [Coccinellidae], in Madagascar

Following some general remarks on the species of the genus *Stethorus* WEISE, the authors give precise information on the ecology of *S. madecassus*, which plays a prominent role in the control of populations of *Tetranychidae* in Madagascar.

The life histories and life tables of *S. madecassus* and its main natural prey, *Tetranychus neocaledonicus* were studied in a partly air-conditioned greenhouse where daily temperature varied from 25 to 35°C while relative humidity fluctuated from 70 to 50 %.

Under these conditions, characteristic parameters for the red spider and lady-bird populations were obtained.

The intrinsic rate of increase (r_m) for *T. neocaledonicus* is 0,295 per female per day; the finite rate of increase (λ) or the multiplication rate per female per day is 1,34. The net reproduction rate (R_0) of the population is 37,45, and the mean generation time lasts 12,3 days. In other words, the population multiplies 37,45 times in a generation time of 12,3 days.

The intrinsic rate of increase for *S. madecassus* is 0,137 per female per day; the multiplication rate per female per day is 1,15. The net reproduction rate of the population is 51,57 and the mean generation time lasts 28,8 days. The population multiplies 51,57 times in a generation time of 28,8 days.

Although the most favorable combination of temperature and humidity for *S. madecassus* was probably not realized in the course of this experiment, interesting characteristics of this species' population dynamics were revealed. This species, which is very active towards spider mites and perhaps insensitive to the phenomenon of diapause, seems attractive for use in biological control; one might consider using it in greenhouses in temperate climates.

BIBLIOGRAPHIE

- BIRCH, L. C. — 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. — *J. anim. Ecol.*, **17**, 15-26.
- BRAUD, M. — 1967. La nutrition minérale du Cotonnier en culture sans sol. — *Coton & Fibr. trop.*, **22**, 339-356.
- BRAVENBOER, L. — 1959. De chemische en biologische bestrijding van de spintmijt *Tetranychus urticae* KOCH. — *Pub. Proefsta. Groenten-en-Fruiteelt Naaldwijk*, (75), 1-85.
- CHAZEAU, J. — 1971. Le genre *Stethorus* WEISE à Madagascar et aux Mascareignes [Col. Coccinellidae]. — *Annls. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, **7**, 773-796.
- COLLYER, E. — 1953. Biology of some predatory insects and mites associated with the fruit tree red spider mite (*Metatetranychus ulmi* KOCH) in south Eastern England. II. Some important predators of the mite. III. Further predators of the mite. — *J. hort. Sci.*, **28**, 85-113.
- DOSSE, G. — 1967. Schadmilben des Libanons und ihre Prädatoren. — *Z. angew. Ent.*, **59**, 16-48.

- FLESCHNER, C. A. — 1950. Studies on the searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. — *Hilgardia*, **20**, 233-265.
— 1958. Natural enemies of tetranychid mites on citrus and avocado in Southern California. — *Proceed. 10th int. Cong. Ent.*, **4**, 627-631.
- GOUX, L. — 1953. Contribution à l'étude des métamorphoses d'une coccinelle *Scymnus punctillum* WEISE [Coléoptères : *Coccinellidae*] prédatrice des tétranyques (Acariens). — *Revue Path. vég. Ent. agr. Fr.*, **32**, 3-13.
- GUTIERREZ, J. — 1967. Contribution à l'étude morphologique et biologique de *Tetranychus neocaledonicus* ANDRÉ 1933 [Acariens : *Tetranychidae*] « Araignée rouge » du Cotonnier à Madagascar. — *Coton & Fibr. trop.*, **22**, 183-195.
- KAMIYA, H. — 1959. On the feeding habits of some predacious *Coccinellidae* [Coleoptera]. — *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu*, **5**, 66-67.
— 1966. On the *Coccinellidae* attacking the scale insects and mites in Japan and the Ryukyus. — *Mushi*, **39**, 65-93.
- KAPUR, A. P. — 1948. On the old world species of the genus *Stethorus* WEISE [Coleoptera, *Coccinellidae*]. — *Bull. ent. Res.*, **39**, 297-320.
- KORSCHESKY, R. — 1931. *Coccinellidae*, I. *Coleopterorum catalogus Pars* 118-120, 659.
- LAING, J. E. — 1968. Life history and life-table of *Phytoseiulus persimilis* ATHIAS-HENRIOT. — *Acarologia*, **10**, 578-588.
— 1969. Life history and life-table of *Tetranychus urticae* KOCH. — *Acarologia*, **11**, 32-42.
- McMURTRY, J. A., HUFFAKER C. B. & VAN DE VRIE M. — 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies : a review. I. Tetranychid enemies : their biological characters and the impact of spray practices. — *Hilgardia*, **40**, 331-290.
- MOUTIA, A. L. — 1958. Contribution to the study of some phytophagous acarina and their predators in Mauritius. — *Bull. ent. Res.*, **49**, 59-75.
- NICKEL, J. L. — 1960. Temperature and humidity relationships of *Tetranychus desertorum* BANKS with special reference to distribution. — *Hilgardia*, **30**, 41-100.
- PUTMAN, W. L. — 1955. Bionomics of *Stethorus punctillum* WEISE [Coleoptera, *Coccinellidae*] in Ontario. — *Can. Ent.*, **87**, 9-33.
- ROBINSON, A. G. — 1953. Notes on *Stethorus punctum* LEC. [Coleoptera : *Coccinellidae*] a predator of tetranychid mites in Manitoba. — *83 rd Annu. Rep. ent. Soc. Ontario*, 24-26.
- SCRIVEN, G. T. & FLESCHNER, C. A. — 1960. Insectary production of *Stethorus* species. — *J. econ. Ent.*, **53**, 982-985.
- SICARD, A. — 1909. Révision des *Coccinellidae* de la faune Malgache. — *Annl. Soc. ent. Fr.*, **78**, 63-165.
- TANAKA, M. — 1966. Fundamental studies on the utilization of natural enemies in the Citrus grove in Japan. I. The bionomics of natural enemies of the most serious pests. II. *Stethorus japonicus* H. KAMIYA [Coccinellidae] a predator of the citrus red mite, *Panonychus citri* (Mc GREGOR). — *Bull. hortic. Res. Sta. (Japan)*, *Ser. D*, **4**, 22-42.
- WATSON, T. F. — 1964. Influence of host plant condition on population increase of *Tetranychus telarius* (LINNAEUS) [Acarina : *Tetranychidae*]. — *Hilgardia*, **35**, 273-322.