

Etude de certains paramètres de la biologie de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae), ectoparasitoïde primaire de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), vecteur asiatique du greening des agrumes.

X. FAUVERGUE et S. QUILICI*

STUDIES ON THE BIOLOGY OF *TAMARIXIA RADIATA* (WATERSTON, 1922) (HYMENOPTERA : EULOPHIDAE), PRIMARY ECTOPARASITOID OF *DIAPHORINA CITRI* KUWAYAMA (HEMIPTERA , PSYLLIDAE), ASIAN VECTOR OF CITRUS GREENING DISEASE.

X. FAUVERGUE and S. QUILICI.

Fruits, Mar.-Apr. 1991, n° 2, p. 179-185.

ABSTRACT - Several aspects of the biology of *T. radiata* have been studied under laboratory conditions.

The duration of immature stages is reduced with increasing temperature, from 17 days at 20°C down to 8 days at 30°C. The duration between oviposition and mumification follows the same trends. The host larva becomes mumified nearly one day before half of the parasitoid preimaginal development is reached.

Adult longevity also decreases with increasing temperature, from 37 days at 20°C down to 8 days at 35°C. It is somewhat shorter for males than for females. Food also shows a striking influence upon longevity which is maximum when insects are daily fed with whether pure honey or diluted honey (50 p. 100). On the other hand, survival is very short when adults are provided with water only, or when no food at all is given.

Arrhenotoky has been pointed out although this latest result must be verified.

INTRODUCTION

Parmi les maladies infectieuses provoquant la dégénérescence des agrumes, le greening est une des plus graves. Connue seulement en Chine et en Afrique du Sud au début des années quarante, elle est aujourd'hui recensée dans plus de cinquante pays d'Afrique et d'Asie où elle inflige d'importantes pertes économiques.

* - FAUVERGUE - Laboratoire d'Entomologie et de Nématologie IRFA-CIRAD - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX 01 (France).

QUILICI - Laboratoire d'Entomologie - IRFA-CIRAD - Station de Bassin Martin - B.P. 180 - 97455 SAINT PIERRE CEDEX (La Réunion)

ETUDE DE CERTAINS PARAMETRES DE LA BIOLOGIE DE *TAMARIXIA RADIATA* (WATERSTON, 1922) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE), ECTOPARASITOÏDE PRIMAIRE DE *DIAPHORINA CITRI* KUWAYAMA (HEMIPTERA : PSYLLIDAE), VECTEUR ASIATIQUE DU GREENING DES AGRUMES.

X. FAUVERGUE et S. QUILICI.

Fruits, Mar.-Apr. 1991, vol. 46, n° 2, p. 179-185.

RESUME - Au cours d'une étude de laboratoire, certaines caractéristiques de la biologie de *T. radiata* ont été déterminées.

La durée du cycle de développement pré-imaginal suit une fonction hyperbolique décroissante en relation inverse avec la hausse de température : de 17 jours à 20°C, elle descend à 8 jours à 30°C. La durée entre le dépôt de l'oeuf et la momification suit la même tendance. On observe la momification de la larve hôte environ un jour avant le milieu du cycle.

La longévité imaginale décroît aussi lorsque la température augmente : elle passe de 37 jours à 20°C à 8 jours à 35°C. Elle est un peu plus courte pour les mâles que pour les femelles. La nature de l'alimentation influence ces résultats obtenus avec un apport d'eau miellée. La longévité est maximale lorsque les insectes sont nourris au miel et à l'eau miellée. En revanche, lorsque l'on apporte uniquement de l'eau, ou en l'absence d'alimentation, la survie des adultes est très courte.

Par ailleurs, il est très probable que *T. radiata* présente une parthénogénèse arrhénotoque, ce dernier résultat devant toutefois être confirmé.

L'agent pathogène est un microorganisme procaryote d'origine bactérienne - Bacteria Like Organism (BLO) - parasite endocellulaire des tubes criblés du phloème (LA-FLECHE et BOVE, 1970).

Deux Hémiptères Psyllidae, *Diaphorina citri* Kuwayama et *Trioza erytrae* (Del Guercio) - appelés respectivement psylle asiatique et psylle africain des agrumes - sont responsables de la transmission naturelle du BLO associé au greening. Bien que leur nuisibilité s'exprime sur agrumes, on peut trouver ces insectes vecteurs sur d'autres Rutaceae, telles que *Murraya paniculata* (Lam.) Jack., plante ornementale en région tropicale, ainsi que sur plusieurs Clausena.

Différentes modalités d'intervention contre l'agent pathogène et contre les vecteurs sont envisageables. La stratégie de lutte biologique développée à l'île de la Réunion est un bon exemple de succès (AUBERT *et al.*, 1979). Au sein de cet écosystème insulaire abritant à la fois les deux espèces de psylles, un rééquilibrage favorable des biocénoses a été atteint, grâce à l'introduction d'antagonistes naturels (AUBERT et QUILICI, 1983).

Parmi eux, *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922), parasitoïde primaire de *D. citri*, a joué un rôle prépondérant dans le contrôle biologique du psylle asiatique. Importé du Punjab (Inde), il a été élevé en masse et lâché en vergers d'agrumes lors d'une campagne menée à la Réunion entre 1978 et 1980. Il a été utilisé par la suite à l'île Maurice (QUILICI, 1986), en Indonésie (NURHADI, 1987), au Népal (LAMA *et al.*, 1988), aux Philippines (GAVARRA and MERCADO, 1988) et à Taïwan (SHUI-CHEN CHIU et CHING-CHIN CHIEN, 1989). Son introduction est envisagée au Brésil où la prolifération de *D. citri* représente un danger potentiel pour l'agrumiculture (AUBERT, 1987).

T. radiata n'a cependant été que très peu étudié. Pour assurer le succès de nouvelles introductions, une bonne connaissance de la biologie de ce parasitoïde est nécessaire. Le présent article retrace les travaux de laboratoire effectués dans ce sens à l'île de la Réunion sur la station de l'IRFA-CIRAD entre juillet et novembre 1990.

MATERIELS ET METHODE

Les élevages de *D. citri* indispensables aux études ont été réalisés sur *M. paniculata*, plante hôte préférentielle pour la nutrition, la ponte et le développement larvaire du psylle (AUBERT, 1990). Un effectif de départ d'une centaine d'individus, réalimenté régulièrement, a été prélevé sur des haies de *M. paniculata* à La Bretagne. Les individus de *T. radiata* proviennent d'un élevage permanent maintenu sur la station de l'IRFA à Bassin Plat.

Etude du cycle de développement pré-imaginal en fonction de la température (figure 1).

Lors des expérimentations, on utilise comme support végétal un jeune rameau de *M. paniculata* dont la base trempe dans un flacon d'eau. Ceci permet de maintenir sa turgescence pendant environ une semaine (a).

Une larve de *D. citri* est installée sur la partie apicale du rameau, vingt-quatre heures avant la mise en contact hôte-parasitoïde (a). Ce temps d'acclimatation est nécessaire pour qu'elle puisse se fixer et s'alimenter. Afin d'éviter une possible mue imaginaire durant la période d'acclimatation, des larves de quatrième stade ont été utilisées. Elles sont caractérisées par la taille des fourreaux alaires dont l'extrémité antérieure atteint l'axe des yeux (CHING-CHIN CHIEN, 1988).

Une femelle standardisée de *T. radiata* est placée dans un tube destiné à recouvrir le rameau infesté. Celle-ci est inexpérimentée et âgée de 24 à 48 heures, laps de temps qu'elle a passé en présence de plusieurs mâles dans une enceinte sans hôte. Le tube est fermé à son extrémité supérieure par une toile mousseline fine permettant l'aé-

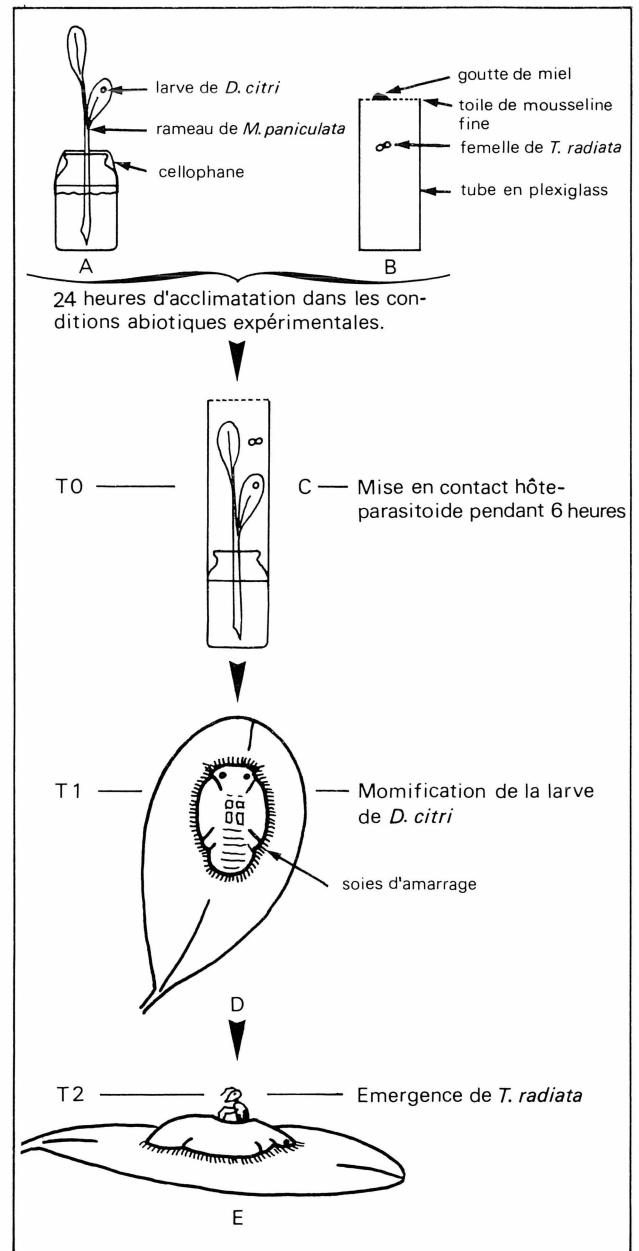


Figure 1 • SCHEMA DES MATERIELS ET METHODES D'ETUDE DU CYCLE DE DEVELOPPEMENT PRE-IMAGINAL DE *TAMARIXIA RADIATA*.

tion et sur laquelle on apporte le miel (b). Une période d'acclimatation dans ce tube (24 heures) s'est aussi avérée nécessaire afin que le comportement de recherche de l'hôte intervienne dès le début de la mise en contact.

Le parasitoïde est présenté à l'hôte pendant six heures, de 9 à 15 h (c).

Puis les observations ont lieu toutes les deux heures de 8 à 20 h afin de déterminer le moment de l'apparition des premières soies d'amarrage de la larve de psylle sur la plante (d), puis celui de l'émergence du parasitoïde (e). La momification est donc l'unique indice du succès du parasitisme.

A l'incertitude sur l'heure de la ponte (six heures) vient s'ajouter une incertitude sur le moment de l'évène-

TABLEAU 1 - Conditions de l'étude de la longévité imaginale de *Tamarixia radiata*.

Température (°C)	Alimentation	Nombre d'individus (n)	
		Mâles	Femelles
20	eau miellée (50 p. 100)	10	10
25	eau miellée (50 p. 100)	10	10
30	eau miellée (50 p. 100)	10	10
35	eau miellée (50 p. 100)	10	10
25	miel	10	10
25	eau	5	5
25	rien	5	5

ment observé, de deux heures s'il intervient le jour et douze heures s'il intervient la nuit.

Pour chaque individu parvenu au stade adulte, la durée totale du cycle et la durée de la phase de pré-momification sont calculées en heures. L'ensemble de ces données brutes donne lieu à une analyse de moyennes.

Chacune de ces expériences a lieu dans une salle climatisée. La température est réglée avec précision par thermostat (0.5°C de part et d'autre de la moyenne). L'hygrométrie se situe autour de 70 p. 100 (60 à 80 p. 100). La photopériode est de seize heures.

Quatre températures ont été testées : 20, 25, 27 et 30°C.

Pour chaque essai, cinquante montages identiques sont réalisés.

Etude de la longévité imaginale.

Afin de déterminer l'influence de la température et de l'alimentation sur la longévité imaginale de *T. radiata*, les adultes sont soumis aux conditions expérimentales réunies dans le tableau 1.

Les adultes sont placés dès l'émergence dans un tube à essai recouvert d'une toile en mousseline sur laquelle est quotidiennement déposée l'alimentation. Ainsi le parasite, privé de son hôte, n'est jamais manipulé.

Deux observations quotidiennes (8 h et 20 h) sont effectuées pour la détermination de la date d'émergence et de la date de mort. La longévité imaginale d'un individu est donc affectée d'une incertitude totale de 24 heures.

A partir des données individuelles de longévité imaginale, des courbes de survie sont tracées. Elles rendent compte de la diminution de l'effectif d'un échantillon soumis à des conditions données. Une analyse des moyennes est aussi réalisée.

Mise en évidence d'une parthénogénèse.

Dans le but de déterminer si la reproduction parthénogénétique est possible, dix femelles vierges et jeunes sont introduites dans une cage en plexiglass, aérée, placée à 25°C et contenant cinq rameaux de *M. paniculata* infestés de larves de psylles. Au bout d'une semaine, les adultes de la

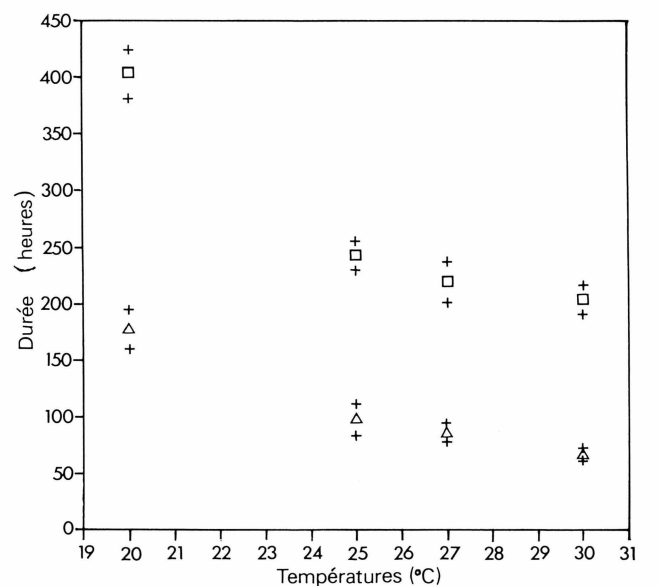
descendance sont observés. La détermination du sexe s'appuie sur un critère facilement observable, la présence de soies antennaires chez le mâle (WATERSTON, 1922).

RESULTATS ET DISCUSSION

Influence de la température sur la durée du cycle de développement pré-imaginal (tableau 2, figure 2).

Dans l'intervalle étudié, l'augmentation de température entraîne un raccourcissement de la durée du cycle de développement pré-imaginal de *T. radiata*. Elle est réduite de moitié entre 20 et 30°C, passant d'environ dix-sept jours à une huitaine de jours. La durée du cycle est de dix jours à 25°C.

La relation est de type hyperbolique. La décroissance de la durée du cycle n'est pas de même amplitude pour chaque intervalle. Même si le test de comparaison des moyennes indique une différence significative, l'écart



□ cycle total Δ pré-momification + limites de l'écart-type
Chaque moyenne est calculée à partir d'un nombre différent d'individus : entre 15 et 29 pour le cycle total; entre 25 et 34 pour la pré-momification.

Figure 2 • DUREE MOYENNE DU CYCLE DE DEVELOPPEMENT PRE-IMAGINAL DE *TAMARIXIA RADIATA* EN FONCTION DE LA TEMPERATURE.

TABLEAU 2 - Influence de la température sur la durée de développement pré-imaginal de *Tamarixia radiata*.

Température (°C)	20	25	27	30
CYCLE TOTAL				
Nombre d'observations	15	29	20	18
Durée moyenne (jours)	16.8	10.1	9.1	8.5
Durée moyenne (heures) ± I.C.	403 ± 17	242 ± 6	219 ± 11	204 ± 8
Coefficient de variation (p. 100)	19	21	12	17
Test de comparaison des moyennes de Newman et Keuls	A	B	C	D
PHASE DE PRE-MOMIFICATION				
Nombre d'observations	23	34	24	25
Durée moyenne (jours)	7.4	4.0	3.6	2.8
Durée moyenne (heures) ± I.C.	177 ± 10	97 ± 6	86 ± 4	68 ± 3
Coefficient de variation (p. 100)	11	7	12	11
Test de comparaison des moyennes de Newman et Keuls	E	F	G	H
(Durée de la phase de pré-momification) ÷ (durée totale du cycle)	0.44	0.40	0.39	0.29

I.C. : intervalle de confiance (p = 0,99).

Le test de comparaison des moyennes de Newman et Keuls est réalisé sur le logiciel STATITCF ; les lettres différentes indiquent que les moyennes sont significativement différentes au risque de 1 p. 100.

devient beaucoup moins perceptible entre 27 et 30°C.

D'autre part, la mortalité larvaire de *T. radiata*, observée entre la momification et l'émergence, augmentant considérablement entre 27 et 30°C (figure 3), nous entrevoyons pour cette dernière température la limite inférieure de la durée de son cycle de développement pré-imaginal. Nous pouvons l'estimer à une huitaine de jours.

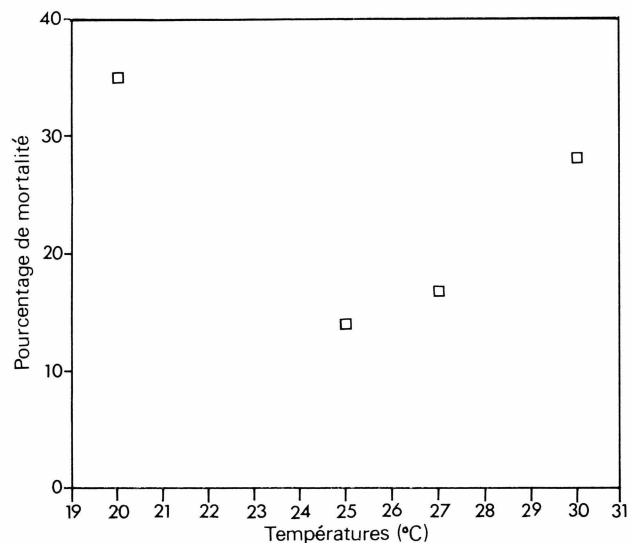
La durée de la phase de pré-momification suit la même tendance et décroît de façon hyperbolique lorsque la température augmente. La momification (fabrication de soies d'amarrage par la larve de *T. radiata*) intervient un peu avant le milieu du cycle. La hausse de température semble accélérer particulièrement le métabolisme des stades antérieurs à la formation de la momie, alors que son influence diminuerait pour les stades qui lui sont postérieurs.

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux déjà obtenus concernant la durée totale du cycle de développement pré-imaginal de *T. radiata*. D'après ETIENNE et AUBERT (1979), l'émergence a lieu entre neuf et douze jours après la ponte, pour une thermopériode de 21°C/28°C et 90 p. 100 H.R.. Pour CHING-CHIN CHIEN *et al.* (1989), c'est après le huitième jour qui suit la ponte, lorsque le couple hôte-parasitoïde est placé à 25°C et 70 à 90 p. 100 H.R.. Ces résultats proviennent d'observations réalisées au cours d'élevages précédant des lâchers introductifs à la Réunion et à Taïwan. Ces auteurs ont donné de bonnes estimations préliminaires de la durée du cycle.

Heure d'émergence (figure 4).

On observe un maximum d'émergence entre 8 et 10 h, puis une décroissance progressive pour le reste de la journée. Plus qu'une hypothétique horloge interne, le changement climatique à l'intérieur des cellules peut être envisagé

comme élément d'explication. Le passage de l'obscurité à la lumière ayant lieu à 7 h 30, la mise en marche subite des rampes de néons entraîne une hausse localisée et momentanée de la température sur les étagères. Le comportement d'émergence pourrait être en partie contrôlé par des stimuli liés aux conditions abiotiques (lumière et température). Ceci est compréhensible dans la mesure où le micro-environnement (hôte) est alors réduit à une fine cuticule vestigiale.



La mortalité est observée entre la momification de la larve hôte et l'émergence du parasitoïde.

Figure 3 • MORTALITE AU COURS DU DEVELOPPEMENT PRE-IMAGINAL DE *TAMARIXIA RADIATA*.

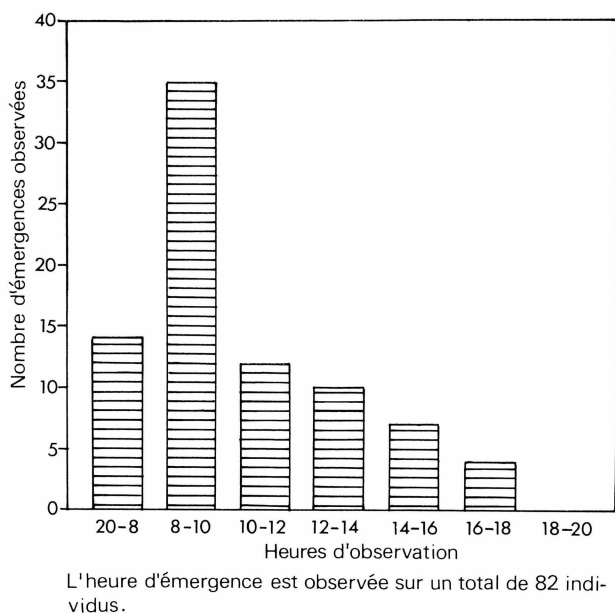


Figure 4 • REPARTITION NYCTHEMERALE DE L'EMERGENCE DE *TAMARIXIA RADIATA*.

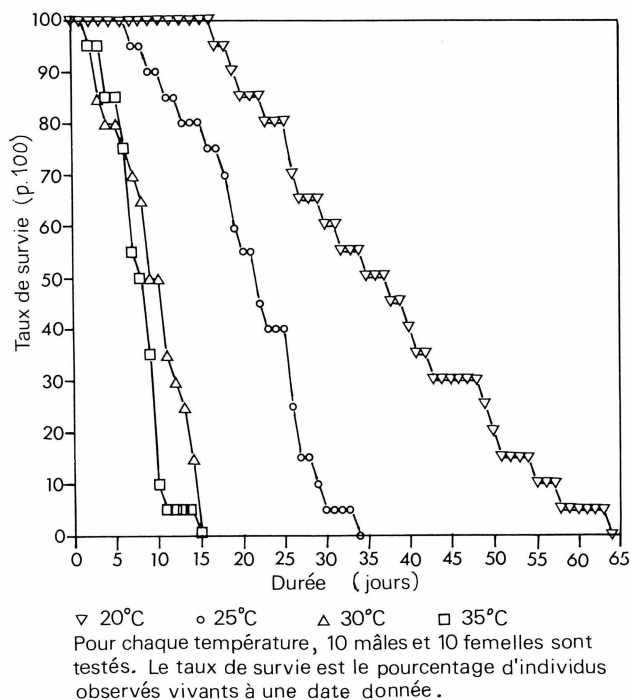


Figure 5 • COURBES DE SURVIES DE *TAMARIXIA RADIATA* EN FONCTION DE LA TEMPERATURE.

Influence de la température sur la longévité imaginale (figure 5).

La durée de vie adulte diminue lorsque la température augmente entre 20 et 35°C. Les courbes de survie étant quasiment linéaires, on compare pour chaque température la durée au terme de laquelle 50 p. 100 des individus sont morts : 36 jours à 20°C, 22 jours à 25°C puis une huitaine de jours à 30 et 35°C. Pour ces deux dernières températures, les courbes de survie se chevauchent.

On remarque d'autre part une importante variabilité individuelle de la longévité à une température donnée. Les extrêmes sont très éloignés des moyennes, comme en témoigne la pente des courbes de survie, notamment à 20 et 25°C. Pour 30 et 35°C, on note toutefois une baisse très rapide des effectifs.

Ces interprétations sont confirmées par l'analyse des moyennes (tableau 3). Le coefficient de variation décroît considérablement lorsque la température augmente et les moyennes ne sont plus significativement différentes entre 30 et 35°C. Il est fort probable que l'on se rapproche de températures extrêmes entraînant une mortalité quasi-immédiate des adultes.

La relation entre la durée de vie adulte et la température est de type hyperbolique (figure 6). Si la tendance générale est identique pour les deux sexes, la longévité imaginale est supérieure chez les femelles. Les écarts types étant élevés, il n'est cependant pas toujours possible de confirmer cette observation statistiquement (tableau 3). Par contre, toutes températures confondues, les longévités moyennes des mâles et des femelles sont significativement différentes au risque de 5 p. 100 (test de Newman et Keuls).

TABLEAU 3 - Influence de la température sur la longévité imaginale de *Tamarixia radiata*.

Température (°C)	20	25	30	35
Longévité imaginale moyenne (jours) ± I.C.	37 ± 9	21 ± 5	9 ± 3	8 ± 2
Coefficient de variation (p. 100)	27	29	12	11
Test de comparaison des moyennes de Newman et Keuls	A	B	C	C
Longévité moyenne des mâles ± I.C.	33 ± 8	17 ± 4	8 ± 3	6 ± 2
Longévité moyenne des femelles ± I.C.	41 ± 9	25 ± 3	10 ± 3	10 ± 1
Test de comparaison des moyennes 2 à 2	N.S.	**	N.S.	**

I.C. : intervalle de confiance (p = 0.99).

Les tests de comparaison des moyennes sont réalisés sur le logiciel STATITCF ; les lettres différentes indiquent que les moyennes sont significativement différentes au risque de 5 p. 100.

N.S. : non significatif ** : 0.001 < p < 0.01

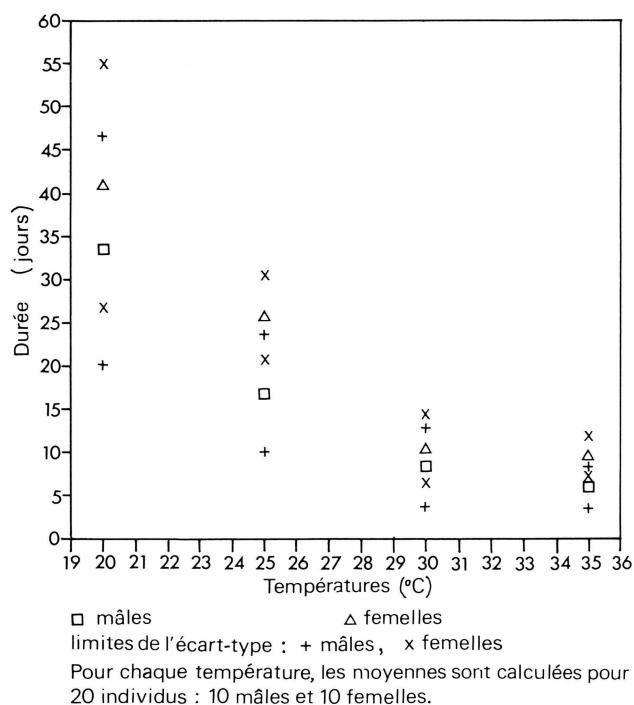


Figure 6 • LONGEVITE IMAGINALE DE *TAMARIXIA RADIATA* EN FONCTION DE LA TEMPERATURE.

Pour des températures inférieures à 29°C, il est probable que la durée de vie adulte continue d'augmenter. CHING-CHIN CHIEN (1988) trouve en effet une longévité imaginaire moyenne de 58 jours à 8°C.

D'après ces résultats, l'adulte de *T. radiata* est donc capable de survivre dans une gamme de température assez large. D'autres études indiquent une bonne adaptation du parasitoïde à des conditions climatiques variées. Bien que sa répartition géographique soit limitée à la zone intertropicale, *T. radiata* pourrait résister en Chine à des périodes hivernales où les températures nocturnes se situent aux environs de 2 à 3°C (AUBERT, com. pers.). Cette constatation a été faite également à Taiwan (SHUI-CHEN CHIU et CHING-CHIN CHIEN, 1989).

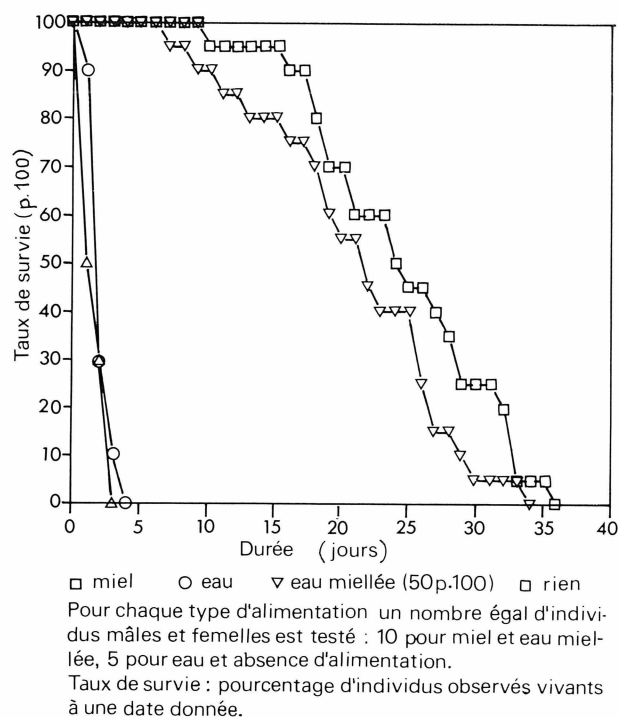


Figure 7 • COURBES DE SURVIE DE *TAMARIXIA RADIATA* EN FONCTION DE L'ALIMENTATION.

Influence de l'alimentation sur la longévité imaginaire (tableau 4, figure 7).

Avec les quatre variantes utilisées, on constate deux types de réponses bien distincts : l'apport de miel ou d'eau miellée permet une bonne survie alors que la mortalité est très rapide en présence d'eau ou en l'absence totale d'alimentation.

De ces résultats, il apparaît que le parasitoïde adulte ne peut vivre normalement sur les réserves résultant de sa relation trophique pré-imaginaire avec l'hôte.

Des résultats voisins ont été obtenus par CHING-CHIN CHIEN (1988) pour *T. radiata* et OOI (1988) pour *Tetrastichus sokolowskii* Kurdj. Il est possible que *T. radiata* s'alimente à partir du miellat riche en sucre de son hôte ; cependant, aucune observation n'a encore été faite à ce

TABLEAU 4 - Influence de l'alimentation sur la longévité imaginaire de *Tamarixia radiata*.

Alimentation	miel	eau miellée (50 %)	eau	rien
Longévité imaginaire moyenne (jours) ± I.C.	24 ± 4	21 ± 5	2.1 ± 0.5	1.7 ± 0.5
Coefficient de variation (p. 100)	28	34	33	45
Test de comparaison des moyennes de Newman et Keuls	A	A	B	B

I.C. : intervalle de confiance (p = 0,99).

Le test de comparaison des moyennes est réalisé sur le logiciel STATITCF ; les lettres différentes indiquent que les moyennes sont significativement différentes au risque de 5 p. 100.

sujet. Des hypothèses ont aussi été émises sur le comportement de prise de nourriture sur l'hôte (host feeding). Même si celui-ci est vérifié chez de nombreuses espèces d'hyménoptères chalcidiens parasitoïdes, pour lesquelles ce complément en partie protéique intervient dans l'ovogenèse, rien ne permet pour l'instant de conclure pour *T. radiata*.

Descendance de femelles vierges.

Un total de neuf adultes a été obtenu, tous mâles. La femelle de *T. radiata* est donc capable de pondre des oeufs viables lorsqu'elle n'est pas fécondée. Il est également très probable qu'elle présente une parthénogénèse arrhénotoque très fréquemment observée chez les hyménoptères dont le mâle est haploïde. Dans le cas de femelles accouplées, les mâles seraient alors issus d'oeufs non fécondés. Ce résultat demande toutefois à être confirmé sur des effectifs plus importants.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Il apparaît que *T. radiata*, compte tenu de ces caractéristiques biologiques, est bien adapté aux conditions inter-tropicales.

La variable «durée» étudiée laisse toutefois entrevoir la notion de variabilité individuelle au sein de l'espèce. Celle-ci, exprimée par le coefficient de variation, s'accroît lorsque l'évènement observé (momification, émergence, mort) s'éloigne du dépôt de l'oeuf (instant initial déterminé par l'expérience). Il est aussi probable qu'une variabilité intraspécifique serait observée, pour la réaction aux conditions abiotiques, entre populations d'origines géographiques présentant des biotopes très différents (Inde, Chine, Moyen Orient ...).

Dans cette première étude, notre approche relativement statique a été concentrée sur le parasitoïde, quelque peu isolé de son contexte. Il convient toutefois d'approfondir nos connaissances sur cet important auxiliaire et sur les relations hôte-parasitoïde. En effet, comprendre un cas de succès de contrôle biologique, dans le but de le reproduire, n'est possible que lorsqu'on connaît bien l'ensemble dynamique des interactions entre les différents acteurs. Des observations préliminaires ont déjà mis en évidence des comportements interspécifiques très intéressants (FAUVERGUE, 1990).

Il conviendra notamment d'approfondir les études sur l'éthologie, la biologie des populations d'hôtes et de parasitoïdes, la compétition interspécifique, ou le rôle de l'hyperparasitisme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUBERT (B.). 1987.
Trioxa erytrae (DEL GUERCIO) and *Diaphorina citri* KUWAYAMA (Homoptera), the two citrus psyllid vectors of the greening disease. Possible strategies of control.
Fruits, 42 (3), 149-162.
- AUBERT (B.). 1990.
Integrated activities for the control of Huanglungbin - Greening and its vector *Diaphorina citri* Kuwayama in Asia.
In : AUBERT (B.), TONTYAPORN (S.) and BUANGSUWON (D.) (Eds). Proceedings of the 4th International Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation, Chiang Mai, Thailand, 4-10 Feb 1990. FAO UNDP Regional Project 289pp., 133-144.
- AUBERT (B.), BOVE (J.M.) et ETIENNE (J.). 1979.
La lutte contre la maladie du «greening» des agrumes à l'île de la Réunion. Résultats et perspectives.
Fruits, 35 (10), 605-624.
- AUBERT (B.) et QUILICI (S.). 1983.
Nouvel équilibre biologique observé à la Réunion sur les populations de psyllidés après l'introduction et l'établissement d'hyménoptères chalcidiens.
Fruits, 38 (11), 771-778.
- CHING-CHIN CHIEN. 1988.
Methodology in the biological control of *Diaphorina citri* in Taiwan.
In : AUBERT (B.), KE CHUNG and GONZALES (C.) (Eds). Proceedings of the second FAO-UNDP Regional Workshop Lipa Philippines Asian/Pacific Citrus Greening Nov. 20-26th 1988, 97 pp., 16-17.
- CHING-CHIN CHIEN, SHUI-CHEN CHIU and SHIU-CHIN KU. 1989.
Biological control of *Diaphorina citri* in Taiwan.
Fruits, 44 (7-8), 401-407.
- SHUI-CHEN CHIU et CHING-CHIN CHIEN. 1989.
Contrôle biologique de *Diaphorina citri* à Taïwan par introduction d'un entomophage exotique *Tetrastichus radiatus*.
Fruits, 44 (1), 29-31.
- ETIENNE (J.) and AUBERT (B.). 1979.
Biological control of psyllid vectors of greening disease on Reunion Island.
In : CALAVAN (E.C.), GARNSEY (S.M.) and TIMMER (L.W.) (Eds). Proc. 8th IOCV Conference, Publ. IOCV, Riverside. 118-121.
- FAUVERGUE (X.). 1990.
Contribution à l'étude biologique et éthologique de *Tamarixia radiata* WATERSTON (Hymenoptera : Eulophidae) ectoparasitoïde primaire du psylle asiatique des agrumes *Diaphorina citri* KUWAYAMA (Hemiptera : Psyllidae).
Mémoire de fin d'études, ISTOM, IRFA-CIRAD Réunion, 56 p.
- GAVARRA (M.R.) and MERCADO (B.G.). 1988.
Progress report on studies dealing with the psyllid vector (*Diaphorina citri* KUWAYAMA) of greening disease in the Philippines.
In : AUBERT (B.), KE CHUNG and GONZALES (C.) (Eds). Proceedings of the second FAO-UNDP Regional Workshop, Lipa, Philippines, Asian/Pacific Citrus Greening, Nov. 20-26th 1988, 97 pp., 23-28.
- LAFLECHE (Dominique) et BOVE (J.M.). 1970.
Structures de type mycoplasme dans les feuilles d'orangers atteints de la maladie du greening.
CR. Acad. Sci. Ser. D, 270, 1915-1917.
- OOI (P.A.C.). 1988.
Laboratory studies of *Tetrastichus sokolowskii*.
Entomophaga, 33 (2), 145-152.
- QUILICI (S.). 1986.
Rapport de visite à Maurice du 2 au 7 juin 1986.
Doc. IRAT Réunion, 27 p.

ESTUDIO DE ALGUNOS PARAMETROS DE LA BIOLOGIA DE *TAMARIXIA RADIATA* (WATERSTON, 1922) (HYMENOPTERA : EULOPHIDAE), ECTOPARASITOIDE PRIMARIO DE *DIAPHORINA CITRI* KUWAYAMA (HEMIPTERA : PSYLLIDAE), VECTOR DEL GREENING DE LOS CITRICOS.

X. FAUVERGUE y S. QUILICI.

Fruits, Mar.-Apr. 1991, vol. 46, n° 2, p. 179-185.

RESUMEN - En el curso de un estudio de laboratorio, algunas características de la biología de *T. radiata* fueron determinadas. La duración del ciclo de desarrollo pre-adulto sigue una función hiperbólica decreciente en relación inversa con el incremento de temperatura : de 17 días a 20°C, ella desciende a 8 días a 30°C. La duración entre la

oviposición y la momificación sigue la misma tendencia. Se observa la momificación de la larva huésped aproximadamente un día antes de la mitad del ciclo.

La longevidad del adulto decrece también luego que la temperatura aumenta : ella pasa de 37 días a 20°C, a 8 días a 35°C. La misma es un poco más corta para los machos que para las hembras. La naturaleza de la alimentación influencia esos resultados obtenidos con un aporte de agua enmielada. La longevidad es máxima cuando los insectos son alimentados con miel y agua enmielada. Contrariamente, cuando se les aporta únicamente agua, o en la ausencia de alimentación, la sobrevivencia de los adultos es muy corta.

Por otra parte, es poco probable que *T. radiata* presente una parthenogénesis arrhenotoca, este último resultado debe sin embargo ser confirmado.