

## Impact des conditions semi-naturelles sur le potentiel biotique de *Trichogramma bourarachae* Pintureau et Babault (Hym., *Trichogrammatidae*)

Khadija BOURARACH<sup>1</sup>, Latifa ROHI<sup>2</sup>, Nicole HAWLITZKY<sup>3</sup>  
Chafika FARAJ<sup>4</sup> & Salah EL HARFI<sup>4</sup>

(Reçu le 02/09/1996 ; Révisé le 10/12/1996 ; Accepté le 08/04/1997)

أثر العوامل الشبه الطبيعية على بيولوجيا *Trichogramma bourarachae* و *Babault* (Hym., *Trichogrammatidae*)

بينت دراسة الخصائص البيولوجية لـ *Trichogramma bourarachae* (Hym., *Trichogrammatidae*) تحت العوامل الشبه الطبيعية لمنطقتين مختلفتين : ساحلية (الرباط) وداخلية (أفوار) الغياب الكلي لتوقف مؤقت للنمو، فالعتبة الحرارية تقرب من 7 درجات ومعدل بروز اليافعة طبيعي. عمر أنثيات الجيل الثاني يتراوح بين 7 و 13 يوما تحت المناخ الساحلي وبين 4 و 24 يوما تحت المناخ الداخلي. أما الخصوبة فتبلغ أوجها في نهاية شهر ماي (42 بيضة) و في منتصف شهر يونيو (39) على التوالي بالنسبة للمنطقتين. وتتأثر نسبة الإناث في الخلف بالحرارة.

الكلمات المفتاحية : *Trichogramma bourarachae* - غشائيات الأجنحة - *Trichogrammatidae* - أثر - عوامل شبه طبيعية - بيولوجيا - الرباط - أفوار

### Impact des conditions semi-naturelles sur le potentiel biotique de *Trichogramma bourarachae* Pintureau et Babault (Hym., *Trichogrammatidae*)

Les potentialités biotiques de *Trichogramma bourarachae* (Hym., *Trichogrammatidae*) étudiées sous des conditions semi-naturelles de deux régions différentes: côtière (Rabat) et continentale (Afourer) révèlent l'absence de tout arrêt de développement. Le seuil thermique est proche de 7°C et le taux d'émergence est normal. La longévité des femelles de la génération-fille oscille entre 7 et 13 jours sous le climat océanique et entre 4 et 24 jours dans le cas du continental. La fécondité est maximale en fin mai (42 œufs) pour la côtière et en mi-juin (39) pour la continentale. Quant à la fertilité, elle suit le même schéma que la fécondité. Le taux de femelles dans la descendance se montre sensible à la température d'exposition.

**Mots clés:** *Trichogramma bourarachae* - Hyménoptère - *Trichogrammatidae* - Conditions semi-naturelles - Potentiel biotique - Rabat - Afourer

### Impact of semi-natural conditions on biology of *Trichogramma bourarachae* Pintureau et Babault. (Hym., *Trichogrammatidae*)

Biological potentialities of *Trichogramma bourarachae* (Hym., *Trichogrammatidae*) studied under semi-natural conditions of two different regions : coastal (Rabat) and continental (Afourer) reveal that this species have not interruption of development. The thermal threshold is near 7°C and emergence rate is normal. The longevity of females of second generation rocking between 7 and 13 days under oceanic climate and between 4 and 24 days under continental climate. The fecondity is maximal at the end of May (42 eggs parasited) and at mid-June (39) respectively for coastal and continental regions for fertility. The females rate in decent is sensitive at ambience temperature.

**Key words:** *Trichogramma bourarachae* - Hymenoptera - *Trichogrammatidae* - Impact - Semi-natural conditions Biological potentialities - Rabat - Afourer

<sup>1</sup> Département de Zoologie Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202, Instituts, 10101 Rabat, Maroc

<sup>2</sup> Département de Biologie Université Hassan II-Mohammedia, Faculté des Sciences Ben M'sik, B.P. 7955, Casablanca, Maroc

<sup>3</sup> Station de Zoologie I.N.R.A. Route de Saint Cyr, 78000, Versailles, France

<sup>4</sup> Département d'Entomologie, Institut d'Hygiène, Rabat, Maroc

<sup>4</sup> École d'Agriculture Souihla, Marrakech, Maroc

□ Auteure correspondante

## INTRODUCTION

*Trichogramma bourarachae* est une espèce marocaine autochtone. Elle parasite les œufs de nombreuses noctuelles mais elle se rencontre particulièrement sur ceux de *Helicoverpa armigera*. Ce parasitoïde se caractérise par une résistance aux hautes températures et une parthénogenèse arrhénotoque (Bourarach, 1990).

Une étude biologique, conduite antérieurement en laboratoire sur les femelles de ce parasitoïde élevées en conditions thermiques alternées (Bourarach & Hawlitzky, 1996), a permis de préciser l'impact des conditions thermiques extrêmes qui posent le problème de l'estivation de l'auxiliaire et la possibilité de son développement sous les conditions assimilées à celles d'hiver. Il convient de disposer de notions précises sur cet auxiliaire sous des conditions presque naturelles (sous abri). Car plus ample est sa plasticité vis-à-vis des facteurs du milieu, plus grande est sa résistance aux conditions défavorables tels que le Sirocco, le Chergui, les températures extrêmes, etc.

Afin de connaître l'influence que pourront exercer les conditions climatiques en tant que facteurs écologiques limitants, on a retenu deux zones agricoles différentes dont l'une est caractérisée par un climat continental (Afourer) et l'autre par un climat océanique (Rabat).

Les potentialités biologiques des femelles de *T. bourarachae* ont été évaluées durant une année entière sous des conditions régionales.

## MATÉRIEL & MÉTHODES

Le protocole expérimental adopté est identique à celui présenté par Bourarach & Hawlitzky (1996). Il consiste à exposer des plaquettes d'œufs d'*Ephestia kuehniella*, préalablement irradiés, à des femelles trichogrammes pendant 2 heures. Les œufs ainsi parasités sont introduits dans des tubes mis en insectarium dans la nature (à la Station de Recherche Cotonnière d'Afourer (S.R.C.) et à Rabat (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II).

À cet effet, 182 expositions (84 à Rabat et 98 à Afourer) réparties dans le temps ont été suivies du point de vue développement préimaginal et taux d'émergence. D'autres paramètres portant sur les femelles de la génération-fille : longévité, durée de ponte, efficacité parasitaire, fertilité (descendance par femelle) et sex-ratio ont été évalués (n=30).

Les températures maximales et minimales moyennes accompagnant chaque lot expérimental sont relevées et présentées avec les résultats s'y rapportant.

## RÉSULTATS

### 1. Développement préimaginal et taux d'émergence

Le rythme de mise en place des lots est de 4 à 5 jours. Ce rythme s'est traduit par l'obtention de résultats identiques dans de nombreux lots successifs. Aussi, pour la présentation des résultats, on a regroupé toutes les expériences qui, pour une période donnée, fournissent des résultats similaires.

L'examen des données représentées par les figures 1 et 2 montre que le trichogramme se développe toute l'année dans les deux régions selon un rythme plus long en novembre-décembre dans la région côtière et, en février, dans la région continentale. La courte durée est observée en juillet-août pour les deux régions.

Le taux d'émergence, très voisin de 100, subit une légère chute le ramenant aux alentours de 60 à 70% en juillet-août à Afourer et, en octobre-novembre-décembre, sous les conditions côtières. Cette réduction du taux d'émergence peut s'expliquer différemment selon la région. À Afourer, les températures d'été, tout en accélérant le développement des trichogrammes, agissent défavorablement sur leur viabilité. D'ailleurs les œufs de certains lots n'ont pu se développer lorsque les températures dépassent 40°C.

La température ne semble pas agir seule ; la baisse d'hygrométrie est un autre facteur contribuant au dessèchement des œufs. Des résultats analogues sur *T. brevicapillum* sont obtenus par Pak & Oatman (1972). Ces auteurs ont montré qu'à partir de 35°C, l'émergence des adultes est inhibée. En revanche, en conditions côtières, la baisse du taux d'émergence s'observant en automne semble résulter d'un excès d'hygrométrie. Gross (1988) fait état du même phénomène chez *T. pretiosum*.

L'élevage de ce trichogramme en conditions hygrométriques proches de la saturation affecte quantitativement et qualitativement l'émergence ; non seulement il y a baisse du nombre d'émergeants mais les adultes ainsi obtenus sont brachypères.

**Tableau 2. Variation des paramètres biologiques de *T. bourarachae* à Afourar**

Lots n°	D.e.	T.M. (°C)	T.m. (°C)	L.m.	Durée ponte	E.P.	F.m.
1	21 mars	22,9	8,5	20	12	32	27
2	29 avril	25,5	11,7	24	11	38	33
3	11 mai	28,1	13,1	12,5	8	32	28
4	05 juin	27,2	15,7	18	9	31	28
5	15 juin	28,1	16,3	15	8,5	39	33
6	02 juillet	35,5	18,6	10	3,5	22	12
7	15 juillet	38,7	20,6	5	3	13	9
8	19 juillet	36,2	20,8	4	1	3	0
9	28 juillet	43,3	24,6	4	1	0	0
10	01 août	46,6	27,0	4	0	0	0
11	13 août	38,4	19,8	6	1	2	2
12	18 août	40,6	19,3	5	1	2	0
13	22 août	37,5	20,0	5	1	2	1
14	01 septembre	39,5	18,8	6,5	2	8	5
15	09 septembre	37,8	22,6	8	3	12	6
16	21 septembre	35,1	16,9	10	4	18	10
17	09 octobre	23,4	14,2	9	6	35	35
18	16 octobre	22,4	13,0	6	4	18	18
19	23 octobre	30,0	13,4	7	5	32	30
20	30 octobre	23,3	12,6	5	3	30	28
31	09 novembre	21,3	10,7	5,5	3	15	13
22	15 novembre	24,6	9,0	9	4	16	15
23	04 janvier	17,4	6,0	12,5	9	30	28

D.e. : Dates d'exposition ; T.M. : Températures maximales ; T.m. : Températures minimales ; L.m. : Longévité moyenne ; E.P. : Efficacité parasitaire ; F.m. : Fertilité moyenne

L'action de la température, précisément analysée par ailleurs (Bourarach, 1985), a montré qu'elle ajuste les populations du trichogramme aux ressources locales en renouvelant très lentement les effectifs du parasitoïde pour le rapprocher davantage de ceux des hôtes tels que *Vanessa cardui*, *Scotia ipsilon*, *Scotia segetum*, *Pieris brassicae*, *Cucullia chamomillae*, *Phragmatobia breveti*, *Ph. fuliginosa*, *Celerio lineata*, *C. livornica*, *Haplodrina ambigua*, *Mythimna vitellina*, *Scotia leucogaster*, *Scotia spinifera* etc. Ces lépidoptères présentent tous une activité hiverno-printanière importante et déterminante dans la dynamique des populations du parasitoïde.

La durée de ponte présente une hétérogénéité importante liée aux conditions thermiques ambiantes. En conditions côtières, par exemple, elle varie de 4 à 5 jours en été et de 6 à 9 jours en hiver. À Afourar, la ponte s'étale sur 8 à 12 jours au printemps, 9 jours en hiver ; en revanche les chaleurs d'été l'inhibent.

L'efficacité parasitaire très stable en conditions côtières (35 à 45 %) subit des variations importantes en région continentale. Il en est de même pour la fertilité.

Si l'on considère le taux de femelles émergées par lot, l'examen des figures 3 & 4 met en évidence des différences régionales liées au climat. Les individus placés à Rabat présentent des proportions variant entre 65 et 80 %. Les taux de femelles les plus élevés s'obtiennent au printemps et en été sous des températures moyennes et hautes.

À Afourar, le pourcentage de femelles se montre sensible à la température d'exposition. On rejoint ici les constatations de Russo & Voegelé (1982).

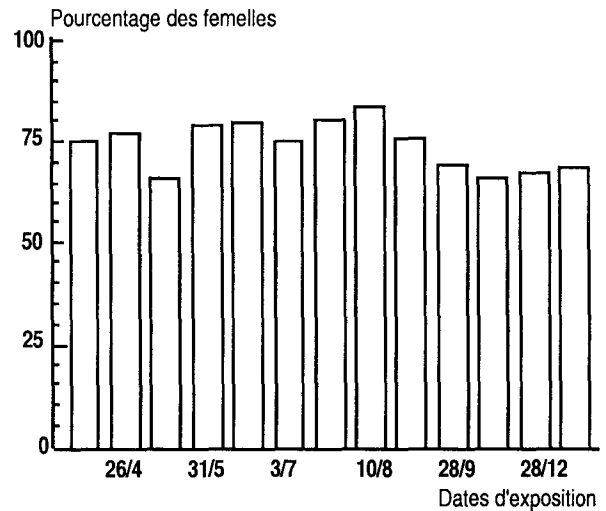


Figure 3. Variation du pourcentage de femelles (Région côtière)

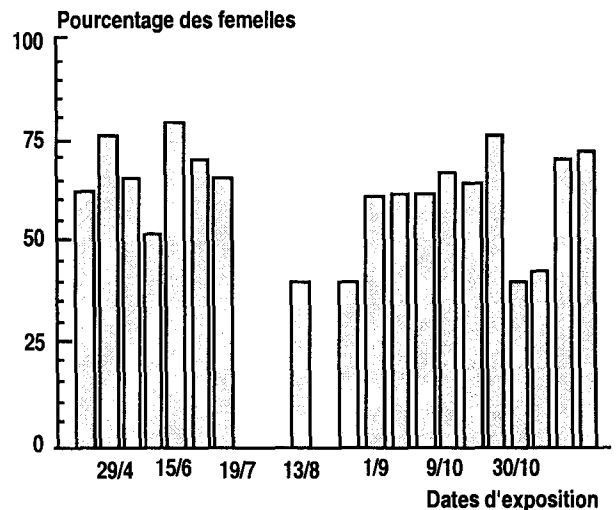


Figure 4. Variation du pourcentage de femelles (Région continentale)

## DISCUSSION & CONCLUSION

Au regard des résultats présentés, *T. bourarachae* paraît plus affecté par les hautes températures d'été que le climat hivernal. Dès lors se pose le problème de son maintien dans les régions à été chaud et sec comme le Tadla où son utilisation contre le complexe des lépidoptères ravageurs de plusieurs cultures (cotonnier, tomate, luzerne) semble une des voies pour réduire efficacement la pression de ces ravageurs. Il importe donc dans une discussion visant à délimiter l'aire potentielle d'utilisation de ce trichogramme, d'envisager les scénarios probables en fonction des faits accumulés.

La diapause, mécanisme permettant d'échapper aux conditions thermiques défavorables, développée par de nombreuses espèces de trichogrammes (Vøegele *et al.*, 1986), semble absente chez *T. bourarachae*. En effet, comme le montrent les résultats présentés, les lots exposés durant la période automno-hivernale dans les deux localités indiquent un développement continu se traduisant par un taux d'émergence normal. On n'a rien constaté qui puisse être assimilé à un arrêt de développement. Celui-ci se poursuit à un rythme approprié à chaque température. Si l'on devait insérer notre espèce dans le schéma de développement établi par Vøegele *et al.* (1986), elle se situerait dans le type 1, c'est-à-dire *T. bourarachae* serait comparable à *T. nagarkattiae*. Les mérites de la diapause en production de masse sont amplement décrits par ces auteurs, mais un phénomène bien curieux semble remettre en cause ce que ces derniers entendent par diapause: pourquoi les femelles filles de diapausantes présentent-elles un développement continu même en conditions thermiques inductrices d'un tel arrêt chez leur mère? Cette constatation va à l'encontre d'une diapause au sens classique du terme (phénomène génétique que le milieu peut modifier, mais non supprimer). Ce phénomène représente donc le moyen permettant à l'oophage de s'adapter à un environnement à variations thermiques inattendues. On retrouve ici les longues discussions relatives au problème de la classification des diapauses (Philogène, 1983).

Faute d'expérimentation adaptée ayant pour objectif l'étude du déterminisme de la diapause chez les trichogrammes, on maintient qu'il s'agit d'un allongement de la durée de développement qui permet à l'insecte de ne pas se laisser surprendre par l'arrivée des températures défavorables. De

plus, le passage du développement continu à la phase de diapause chez la plupart des insectes se réalise souvent plus facilement à une température en elle-même favorable à une vie active, qu'à des températures trop basses.

Les différences observées par Vøegele *et al.* (1986) entre populations de *T. cacoeciae* récoltées en Suisse et en France relèvent probablement du mécanisme de sélection de génotypes thermiquement adaptés. Le climat local exerce une sélection au niveau du pool génique de l'espèce. Cette sélection a été surtout étudiée chez les insectes à distribution géographique étendue tels que les drosophiles, les lépidoptères, etc...

Les résultats expérimentaux présentés mettent en évidence que *T. bourarachae* est bien adapté aux conditions côtières: il y est actif à longueur d'année. Sous ce climat le développement et les performances de ce parasitoïde sont très réguliers avec des variations saisonnières négligeables.

En revanche, dans les conditions continentales, on a remarqué de très fortes variations dans le développement et dans les potentialités biologiques du parasitoïde entre saisons liées sans doute aux amplitudes thermiques trop importantes. Si ce parasitoïde ne connaît aucun arrêt de développement pendant l'hiver, les conditions d'été lui sont, par contre, fatales; la saison printanière lui offre les conditions optimales de développement et de multiplication.

La synthèse des résultats obtenus et les hypothèses concernant l'hivernation auxquels ils conduisent chez *T. bourarachae* peuvent être, en fonction du climagramme d'Emberger (1953), résumés comme suit:

- En zone à hiver froid (températures inférieures à 0°C) on pense que le trichogramme n'a aucune chance de survivre. Outre, le problème thermique, se pose aussi celui des espèces hôtes dans ce territoire. Celui-ci est pauvre en lépidoptères par rapport aux régions agricoles traditionnelles notamment pendant la saison froide.
- Dans les zones caractérisées par des hivers frais (températures entre 0 et 3°C pour le mois le plus froid), le trichogramme est confronté à de grands risques de mortalité. Le problème d'approvisionnement local en hôtes pendant cette saison se pose également dans ces régions.
- Dans l'étage bioclimatique tempéré (entre 3 et 7°C pour le mois le plus froid), les conditions thermiques semblent compatibles avec le seuil thermique de l'insecte.

- Les conditions rencontrées dans les milieux à hiver chaud (température supérieure à 7°C pour le mois le plus froid) sont telles que *T. bourarachae* a la possibilité de proliférer à longueur d'année sans contrainte.

Dans l'espace écologique côtier, *T. bourarachae* paraît hautement adapté. Il évolue dans des conditions proches de l'optimum. Au Tadla, il en est de même, sauf en été où se pose le problème des hautes températures et une humidité très faible. On suppose que l'espèce possède des solutions de secours. D'ailleurs, ces conditions thermiques sont aussi défavorables aux noctuelles qui, cependant, continuent à pulluler pendant cette saison. Il existe donc un microclimat dans les cultures irriguées qui permet à ces insectes de se développer. Ce phénomène ne se produit pas si elles sont élevées sous abri. Cette méthode laisse supposer que la méthode d'élevage imposée au trichogramme (tube en verre, support des œufs en carton, abri en tôle) entrave probablement son développement.

## RÉFÉRENCES CITÉES

Bourarach K. (1985) Inventaire des entomophages inféodés à trois noctuelles au Maroc. Étude des caractères biologiques et taxonomiques des trichogrammes indigènes. Thèse de Docteur Ingénieur, Université P. et M. Curie, Paris VI, 142p.

Bourarach K. (1990) Lutte biologique contre les noctuelles au Maroc: relation hôtes-parasitoïdes et biologie de *Trichogramma bourarachae* Pintureau & Babault (Hym., *Trichogrammatidae*). Thèse de Doctorat ès Sciences, Université Paris VI, 194 p.

Bourarach K. & Hawlitzky N. (1996) Paramètres biologiques de *Trichogramma bourarachae* Pintureau & Babault (Hym., *Trichogrammatidae*) élevé sous différentes températures alternées (soumis) *Rev. Entomophaga*

Emberger L. (1953) Une classification biogéographique des climats. *Recl. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool.*, Fac. Sci. Univ. Montpellier, Sér. Bot. 7 : 3-44

Gross H.R. (1988) Effect of temperature, relative humidity, and free water on the number and dormancy of *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hym., *Trichogrammatidae*) emerging from eggs of *Heliothis zea* (BODDIE) (Lepidoptera), *Environ. Entomol.* 17 (3) : 417-475

Pak G.A. & Oatman E.R. (1982) Biology of *Trichogramma brevicapillum*. *Ent. Exp. & Appl.* 32 : 61-67

Philogène B.J.R. (1983) Evolution des idées concernant la diapause. *Bull. Soc. Entomol. Fr.* 88(3-4): 300-315

Russo J. & Vøgele J. (1982) Influence de la température sur quatre espèces de trichogrammes (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*) parasites de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hubn (Lepidoptera, *Pyralidae*). I) Développement postimaginal. *Agronomie* 2 : 509-516

Vøgele J., Pizzol J. & Babi A. (1986) The overwintering of some *Trichogramma* species 275-282: *In Trichogramma and other parasites*. 2nd international symposium, Guangzhou (China), Nov. 10-15, INRA, Paris, 1988 (Les colloques de l'INRA 43)