

Effet de la température sur le développement, la fécondité et la longévité de *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera : Aphididae)

El Jadd L.¹, El Habi M.², Boumezzough A.³ Sekkat A.⁴, Guirrou Z.¹ et Chemseddine M.³
¹Programme de Recherches sur les Plantes Textiles à l'INRA, BP 567, Béni Mellal. (Maroc).
²Dépt. des Sciences Biologiques & Agronomiques, Faculté des Sciences et Techniques Béni Mellal.
³Département d'Ecologie Animale Terrestre, Faculté des Sciences Semlalia, BP. S/15, Marrakech.
⁴Département de Zoologie Agricole, Ecole Nationale d'Agriculture BP S/40, Meknès.

Résumé

L'élevage de Aphis gossypii Glov. sur cotonnier à différentes températures a montré que celles-ci ont une grande influence sur le développement, la fécondité et la longévité de ce ravageur. Entre 10 et 30°C la vitesse de développement est inversement proportionnelle à l'augmentation de la température. Le seuil thermique de développement calculé de A. gossypii est voisin de 3°C. Dans l'intervalle des températures testées, la fécondité moyenne totale est plus élevée entre 15 et 26°C qu'aux températures supérieures. Dans les conditions du Tadla, A. gossypii présente plus de 15 générations. Certains points relatifs à la dynamique des populations de ce ravageur ont été expliqués.

Mots clés : *Aphis gossypii*, développement, fécondité, longévité, températures, cotonnier, Tadla

Abstract : Temperature effect on development, fecundity and longevity of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae)

Rearing on cotton of Aphis gossypii Glov. at different temperature regimes showed that temperature had an important effect on the development, fecundity and longevity of this species. Between 10 and 30°C, the development rate has an inversed correlation with temperature increase. Calculated threshold temperature for the development of A. gossypii is around 3°C.

Fecundity of this aphid is higher within the temperature range of 15 to 26°C. The generation number of A. gossypii on cotton was estimated at 15 under Tadla area conditions. Other aspects related to population dynamics of this pest on cotton field were explained.

Key words : *Aphis gossypii*, development, fecundity, longevity, temperatures, cotton, Tadla

ملخص: تأثير الحرارة على نمو وخصوبة و عمر من القطن (Homoptera : Aphidadae) *Aphis gossypii* Glover.

الجد ح. 1، الهابي م. 2، شمس الدين م. 3، يومزوغ ع. 3، السقاط أ. 4، كيوزن. 1

1 برنامج النباتات النسيجية بالمعهد الوطني للبحث الزراعي، ص.ب. 587، بني ملال

2 قسم العلوم البيولوجية و الزراعية بكلية العلوم و التقنيات، بني ملال

3 قسم إكولوجيا الحيوانات البرية بكلية العلوم السملالية ص.ب 15 مراكش

4 قسم علوم الحشرات الزراعية بالمدرسة الوطنية للفلاحة بمكناس، ص.ب. S/40، مكناس

بينت تربية المن على نبات القطن في المختبر، و تحت درجات حرارية متعددة، مدى تأثير هذا العامل على نموه وخصوبته وعمره. كما أظهرت أن سرعة نمو الحشرة معاكسة لارتفاع الحرارة وذلك بين 10 و 30 دم، و أن الحد الأدنى لنموها هو حوالي 3 دم . و في حدود درجات الحرارة المدروسة، كانت الخصوبة عالية ما بين 15 و 26 دم بالمقارنة مع درجات الحرارة العالية. كما مكن هذا البحث من تقدير عدد الاجيال بما يزيد عن 15 تحت مناخ المنطقة المسقية لتأدية من جهة، وتبيين نقط أخرى مرتبطة بتطور الحشرة في الحقل من جهة أخرى.

الكلمات المفتاحية : المن، القطن، النمو، الخصوبة، العمر، الحرارة، *Aphis gossypii*، تأدية

Introduction

Les populations de *Aphis gossypii* Glov., ravageur du cotonnier au Tadla, peuvent atteindre des niveaux très importants et causer des dégâts non négligeables. Ces derniers sont dûs principalement à la succion de la sève et à l'excrétion de miellat sur lequel se développe la fumagine. Celle-ci souille les feuilles et les fibres du cotonnier, déprécie ainsi la qualité technologique de la fibre et pose des problèmes sérieux à l'industrie cotonnière principalement le problème de collage.

La température joue un rôle important dans la dynamique des populations de ce déprédateur dans les conditions naturelles du Tadla (El Habi 1992 ; El Jadd et al.1996). L'objectif de ce travail est l'étude de l'influence de la température sur le développement, la fécondité et la longévité de ce ravageur.

Matériel et méthodes

Pour étudier les différentes phases de développement de *A. gossypii* au laboratoire nous avons utilisé une technique semblable à celle employée par Bonnemaïson (1951) lors de ses études sur les Aphides. Les larves du premier stade, provenant d'un élevage entretenu sur cotonnier en chambre climatisée à $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; $80 \pm 5\%$ d'HR et 16 H de lumière, sont isolées sur des plants de cotonnier, semés en pots, d'environ 20 cm de hauteur. L'ensemble est placé dans des étuves réglées à différentes températures constantes et à 16 H de lumière par jour et sous une humidité relative de 75 à 85%. Sur les faces inférieures des jeunes feuilles de cotonnier, les larves individuelles sont recouvertes chacune d'un creuset en plastique de 1 cm de hauteur et 4 cm de diamètre percé au milieu d'un trou de 1,5 cm de diamètre. Ce dernier est fermé à l'aide d'une mousseline mince à petites mailles afin d'assurer son aération sans permettre l'évasion de l'insecte. Ce creuset est maintenu sur la face inférieure de la feuille par deux épingles à cheveux métalliques pour lesquelles un côté prend appui sur la face supérieure du creuset, et l'autre sur un petit carré de carton appliqué contre la face supérieure de la feuille. Du coton hydrophile est interposé entre la feuille de cotonnier et le carton afin d'éviter les blessures et l'altération des tissus de la plante (Figure 1). Le changement de plants est opéré avant qu'ils manifestent des signes de chlorose ou un début de flétrissement afin d'assurer aux insectes une alimentation correcte.

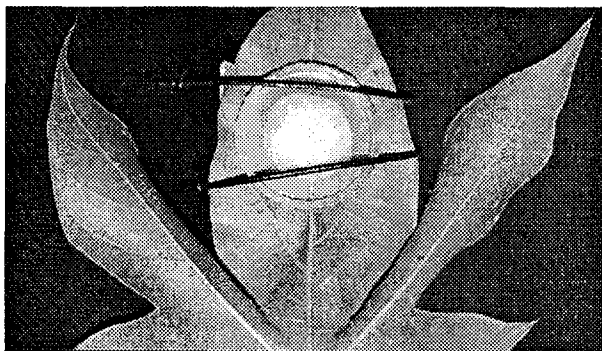


Figure 1. Creuset d'élevage *in situ* de *A. Gossypii* sur cotonnier

L'étude du développement et de la fécondité de *A. gossypii* est réalisée dans des étuves réfrigérées, réglables à $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, aux températures constantes de 10 ; 15 ; 18 ; 22 ; 26 et 30°C sur un lot de 30 à 40 larves pour chaque température. Entre 10 et 22°C , les durées des différents stades de développement de chaque puceron sont notées chaque jour à 9 H du matin. Pour les températures de 22, 26 et 30°C , et pour lesquelles le développement est relativement plus rapide, les contrôles sont faits deux fois par jour. Enfin quelques observations complémentaires sont faites sur les insectes étudiés aux températures élevées 30 - 34 et 38°C .

Résultats et discussion

Dans l'intervalle de températures 10 - 30°C, la courbe des vitesses de développement obtenues en fonction de la température (t) est représentée par la droite de régression (V) d'équation $V = 0,0082 t - 0,026$ (Figure 2). Le seuil thermique de développement, défini par Hodson & Alraw (1952) comme étant la température minimale nécessaire à la survie d'un insecte mais insuffisante pour son développement, est de 3,17°C pour *A. gossypii*.

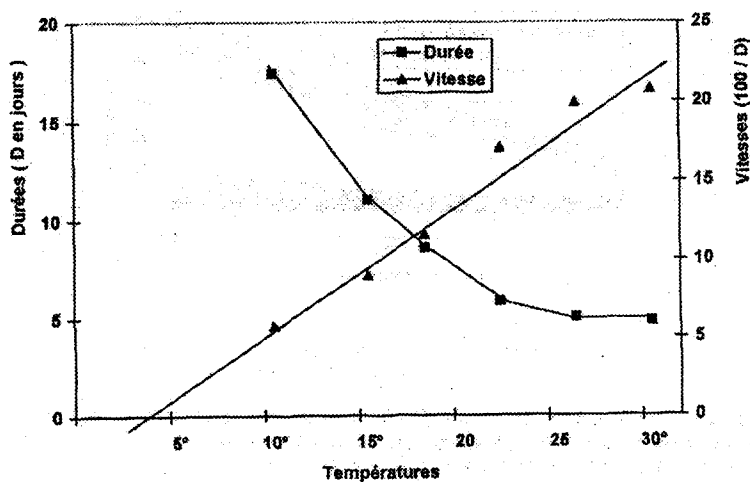


Figure 2. Evolution des durées et vitesses de développement moyennes de *A. gossypii* sur cotonnier à différentes températures

Dans la gamme des températures testées, le développement larvaire est 3,6 fois plus rapide à 30°C qu'à 10°C (soit 4,5 jours contre 16,5) (Tableau 1). Des résultats similaires ont été obtenus par Tsitsipis & Mittler (1976) chez *A. fabae* pour lequel le développement est environ 4 fois plus rapide à 28,5°C qu'à 11,5°C (respectivement 5,4 et 21,7 jours). Ferrandiz Gutierrez (1986) ont également rapporté qu'à 24°C la durée de développement de *A. gossypii* sur concombre est de 15,7 jours. Cette durée est plus longue que celle que nous avons obtenue sur cotonnier aux températures voisines. A une température donnée, les stades larvaires semblent être de durées très voisines. Signalons enfin que la phase d'émission de larves représente environ la moitié de la vie de l'insecte (Figure 3).

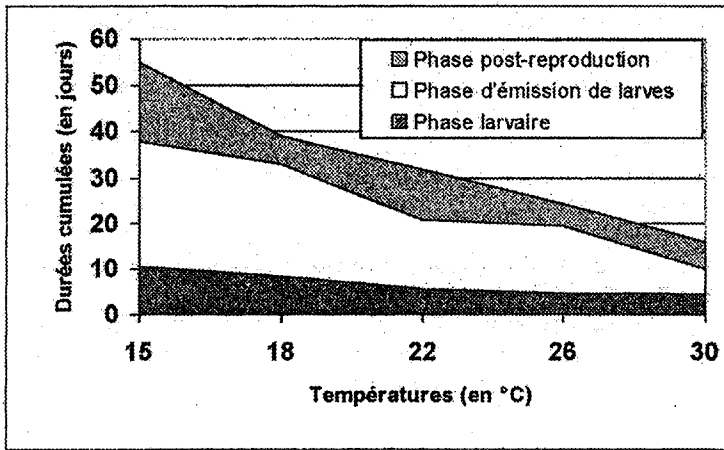


Figure 3. Durée des phases de développement de *A. gossypii* à différentes températures

Tableau 1. Durées de développement moyennes et extrêmes des différents stades larvaires des virginipares aptères de *A. gossypii* sur cotonnier à différentes températures constantes

Températures étudiées (°C)	Durées moyennes et durées extrêmes (en jours)					Constantes thermiques
	1er Stade	2ème Stade	3ème Stade	4ème Stade	Développement larvaire	
10	4,12 ± 1,03 (3 - 7)	4,05 ± 0,86 (2,8 - 5,8)	4,13 ± 0,96 (3 - 5,5)	4,31 ± 0,75 (3 - 6)	16,55 ± 3,55 (13 - 24)	118,84
15	2,46 ± 1,63 (2 - 4)	2,53 ± 0,74 (1 - 4)	2,73 ± 0,70 (2 - 4)	2,81 ± 0,85 (1,6 - 4)	10,54 ± 1,76 (8 - 13,4)	130,83
18	2,6 ± 0,59 (2 - 4)	2 ± 0,56 (1 - 3)	2,05 ± 0,51 (1 - 3)	1,57 ± 0,48 (0,6-2,6)	8,2 ± 0,95 (6,3 - 10,3)	127,68
22	1,38 ± 0,35 (1 - 2)	1,32 ± 0,38 (0,9 - 1,9)	1,41 ± 0,46 (1 - 2,8)	1,39 ± 0,38 (1 - 2,49)	5,47 ± 0,84 (4,2 - 8)	110,15
26	1,48 ± 0,5 (1-2)	1 ± 0,35 (0,5 - 2)	1,17 ± 0,43 (0,5 - 2)	1,05 ± 0,54 (0,3 - 1,5)	4,64 ± 0,6 (3,5 - 6,3)	114,60
30	1,15 ± 0,36 (1 - 2)	1,33 ± 0,45 (1 - 2)	1,19 ± 0,35 (1 - 1,8)	0,85 ± 0,49 (0,3 - 1,16)	4,46 ± 0,56 (3,3 - 5,2)	129,32

L'application de la constante thermique définie par Sanderson (1908) nous a permis de calculer le nombre de degrés-jours nécessaires pour le développement de *A. gossypii* à différentes températures (Tableau 1). La somme des températures en degrés-jours nécessaire pour le développement de ce puceron, dans nos conditions expérimentales, est de 110 à 131. A titre de comparaison, Sekkat (1987) a montré que le nombre de degrés-jours nécessaires pour le développement de *Aphis craccivora* Koch, espèce également rencontrée sur cotonnier, est de 70

à 80. La prise en considération du nombre de degrés-jours déterminé comme étant nécessaires pour le développement d'une génération de *A. gossypii* nous a permis d'estimer que cette espèce peut développer 8 à 9 générations chevauchantes, entre début juin-mi-juillet, et 8 générations entre début septembre - mi-octobre. De mi-juillet à fin août, les hautes températures réduisent énormément les populations de ce puceron (forte mortalité, faible fécondité, migration etc.).

L'élevage de *A. gossypii* entre 10°C et 26°C a donné une descendance viable et fertile avec un taux de mortalité négligeable. A partir de 30°C, la température devient de plus en plus limitante pour le développement de l'espèce. La même constatation a été faite par Liu & Perng (1987) qui ont montré que la température optimale pour le développement des stades immatures du prédateur est 27°C et la durée des stades pré-reproductifs à cette température est de 4,5 jours. En effet, nous avons constaté que 23 % des larves meurent à 30°C avant d'atteindre le stade adulte. Le reste des individus, ont une durée de développement moyenne de $4,5 \pm 0,5$ jours et ont donné une descendance G1 pour laquelle nous avons noté un taux de mortalité de 10 % à la même température. Parmi 30 individus de cette génération G1, élevés et suivis à leur tour à 30°C, 30% sont morts avant le stade adulte ; 46% ont atteint ce stade mais sans donner de descendance et 23% ont donné une descendance G2 avec une durée de développement moyenne de $5,6 \pm 0,5$ jours. Pour G2, le taux de mortalité observé a été de 37%. Il s'avère ainsi qu'au fil des générations chez *A. gossypii*, la température constante de 30°C semble augmenter le taux de mortalité et retarder le développement des insectes survivants.

Par ailleurs, à 34°C et sur une trentaine de larves, 63% ont atteint le stade adulte au bout de 4,8 jours mais sans donner de descendance ; 14% sont mortes au premier stade, 10% au deuxième stade, 7% au troisième stade et 6% au quatrième stade. A 38°C, 35% des 26 larves observées sont mortes après deux heures, 46% après 48 heures et 19% après 72 heures. Cette action limitante des températures supérieures ou égales à 30°C, explique partiellement le faible développement des populations de *A. gossypii* constaté au périmètre du Tadla de mi-juillet à fin août, où les températures moyennes dépassent généralement 30°C (El Jadd et al. 1996).

Concernant la fécondité de *A. gossypii*, plusieurs auteurs ont montré qu'elle est variable en fonction de la température. Ainsi, Ghovanlou (1976) a rapporté que les virginipares aptères ont une fécondité et une longévité plus élevées à des températures voisines de 20°C qu'à des températures plus faibles (13 et 15 °C) ou plus fortes (25 et 28°C). EASTOP (1981) a montré que, selon la température, les femelles du ravageur peuvent produire de 20 à 140 larves à raison de 2 à 9 par jour. Pan et al. (1986) ont trouvé que lorsque la température varie de 17,6 à 24°C, le taux de multiplication de ce ravageur sur cotonnier est de 22 à 31 fois. Quand celle-ci est au-dessous de 17,6°C ce taux est de 4 fois. Il est compris, selon les mêmes auteurs, entre 6,3 et 19,2 fois au-dessus de 24°C.

Dans nos conditions pour chaque température et durant la phase reproductive des virginipares aptères de *A. gossypii* élevées aux températures constantes, il existe une période de fécondité maximale au cours de la première semaine après la mue imaginale (Figure 4). A 30°C, cette fécondité se situe entre le premier et le troisième jour après la mue imaginale. A 15°C, elle est obtenue entre le huitième et le dixième jour. Ferrandiz & Gutierrez (1986) ont trouvé que

le niveau de fécondité de *A. gossypii* sur concombre à 24°C reste stable durant les 9 jours de la période reproductive.

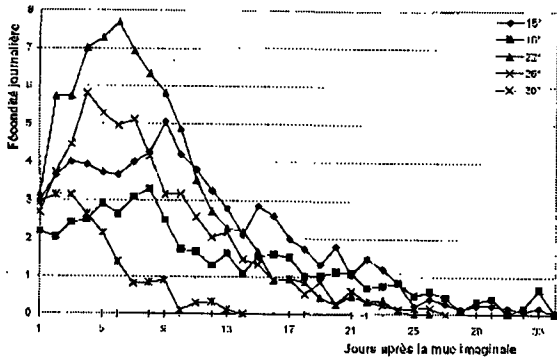


Figure 4. Evolution de la fécondité journalière moyenne des virginipares aptères de *A. gossypii* à différentes températures

Pour la fécondité moyenne totale (Tableau 2), elle est importante entre 15 et 26°C et plus faible aux températures élevées. Le nombre de larves produites par femelle est 6 fois plus important à 22°C qu'à 30°C (avec respectivement 76 et 12 larves). Pearson (1958) a montré que la fécondité maximale de ce ravageur est obtenue à $20 \pm 1^\circ\text{C}$. De même, la durée de la phase reproductive est plus importante aux températures basses qu'à celles élevées. Ceci a été confirmé par nos observations faites en milieu réel en septembre où les températures moyennes sont comprises entre 18 et 28°C. Ainsi, une pullulation de *A. gossypii* a été souvent constatée au champ de cotonnier à cette période. Sur concombre à 20°C et 63% d'humidité relative, la fécondité moyenne est de 34 ± 7 descendants par femelle (Attia & El Hamaky 1987). Pour Ferrandiz & Gutierrez (1986) et sur la même plante mais à 24°C, elle est de 36 larves par femelle avec une fécondité moyenne journalière de 4 larves par femelle. Cette fécondité semble être relativement plus faible sur concombre par rapport à celle que nous avons obtenue sur cotonnier aux températures voisines.

Par ailleurs, la fécondité des formes ailées est plus faible que celle des formes aptères. Kari-mullah (1980) a constaté que, pour une température variant de 6 et 18°C, la fécondité des formes aptères de ce ravageur varie entre 1 et 95 larves avec une moyenne de 15 larves par femelle. Celle des formes ailées dans les mêmes conditions varie entre 1 et 35 larves par femelle. Durant notre étude et sur 27 virginipares ailées placées sur des plants de cotonnier en pot à 26°C, la fécondité moyenne obtenue est de 22 ± 7 larves par femelle avec des extrêmes de 9 et 42 larves. Celle des formes aptères dans les mêmes conditions était de 54 ± 8 avec des extrêmes de 40 et 70 larves. Par ailleurs, nous avons observé que la production des larves chez les ailés commence quelques heures après la mue imaginaire et la fécondité journalière atteint généralement son maximum entre le 2ème et le 4ème jour après cette mue.

La longévité des virginipares aptères est d'autant plus courte que la température est plus élevée (Tableau 3). C'est ainsi par exemple qu'à 15°C la longévité moyenne de ces individus est

trois fois plus grande qu'à 30°C (respectivement 55 et 16 jours). Attia & El Hamaky (1987) et Liu & Perng (1987) ont trouvé que la longévité maximale de ce puceron sur cotonnier est de 70 jours à 16°C et 29 jours à 30°C. Sur concombre, elle est de 24 ± 4 jours à 20°C et 26% HR. Durant nos élevages, nous n'avons pas observé la formation d'individus ailés, ce qui laisse supposer que les conditions testées n'induisent pas la production d'ailés chez *A. gossypii*.

Les adultes aptères issus d'élevage à 26°C et 80% HR ont une longévité moyenne de 24 ± 6 jours. Les adultes ailées issues de nymphes obtenues au laboratoire et suivies individuellement dans les mêmes conditions (26°C et 80% HR) ont montré une longévité moyenne de 9 (4 jours. Karimullah (1980) a rapporté que la longévité des adultes aptères varie entre 1 et 41 jours avec une moyenne de 9 jours. Celle des adultes ailés varie de 1 à 24 jours avec une moyenne de 8 jours.

Tableau 2. Durées moyennes des différentes phases du cycle des virginipares aptères de *A. gossypii* et leurs fécondités moyennes à différentes températures

Tempé- ratures en °C	NB de femelles	Durée de la phase de pré- reproduction étudiées en jours		Durée de la phase de reproduction	Durée de la phase post- reproduction	Fécondité moyenne
		Développement	Durée de l'adulte à			
		larvaire	l'émission de la 1ère larve			
15	32	$10,54 \pm 1,76$	$0,51 \pm 0,09$	$27,4 \pm 5,16$	$17,2 \pm 8,74$	$69,73 \pm 11,4$
18	33	$8,2 \pm 0,95$	$0,37 \pm 0,05$	$24,83 \pm 6,09$	$5,85 \pm 6,61$	$61,95 \pm 10,9$
22	30	$5,47 \pm 0,84$	$0,26 \pm 0,13$	$15,39 \pm 4,22$	$10,9 \pm 4,34$	$76,09 \pm 3,27$
26	36	$4,64 \pm 0,6$	$0,18 \pm 0,09$	$14,8 \pm 4,19$	$4,87 \pm 4,02$	$53,79 \pm 8,67$
30	40	$4,46 \pm 0,56$	$0,31 \pm 0,17$	$5,45 \pm 2,13$	$5,85 \pm 3,13$	$12,30 \pm 5,73$

Tableau 3. Longévités moyennes et extrêmes des virginipares aptères de *A. gossypii* élevées sur cotonnier à différentes températures

Températures en °C	15	18	22	26	30
Longévités moyennes (en jours)	55,66	39,25	32,04	23,04	16,1
	$\pm 11,43$	$\pm 11,93$	$\pm 4,95$	$\pm 4,95$	$\pm 4,06$
Longévités extrêmes (en jours)	33 - 73	25 - 70	19 - 42	14 - 35	10 - 22

Conclusion

Cette étude nous a permis de confirmer l'influence de la température sur le développement, la fécondité et la longévité du puceron du cotonnier *A. gossypii*. Entre 10°C et 30°C, les durées de développement de ce puceron sont inversement proportionnelles à l'augmentation de la température. Au-delà de 22°C, et dans la gamme de températures favorables, la durée du stade larvaire est voisine de 5 jours quelle que soit la température. Ceci pourrait s'expliquer, à notre avis, par l'humidité issue de l'évapotranspiration de la plante sous l'effet des températures relativement élevées, qui crée un microclimat probablement identique sous la coupole où vit le puceron. Par ailleurs, le développement larvaire est 3,6 fois plus rapide à 30°C qu'à 10°C. Pour une température donnée, les durées des stades semblent être voisines et l'optimum de développement de l'insecte se situe entre 15 et 26°C, températures pour lesquelles la des-

cendance est viable et fertile, avec un taux de mortalité négligeable. Au-delà de 30°C, la température devient un facteur limitant. La droite de régression relative à la vitesse de développement de cet insecte nous a permis de situer son seuil thermique minimal à 3,17°C. Ce seuil, plus proche de zéro, montre l'importante adaptation du déprédateur à supporter les basses températures. L'application de la formule de la constante thermique au développement du ravageur à différentes températures, en prenant en considération le seuil thermique minimal ainsi défini, permet de montrer que le nombre de degrés-jours nécessaires pour le développement d'une génération se situe entre 110 à 130. Ces chiffres nous amènent à supposer que l'espèce puisse développer au moins une dizaine de générations de juin à mi-juillet et le même nombre entre septembre et mi-octobre dans les conditions thermiques du Tadla.

En ce qui concerne la fécondité et la longévité, elles sont plus élevées entre 15 et 26°C et plus faibles aux températures supérieures à 26°C. Elles sont relativement plus importantes chez les virginipares aptères que chez les virginipares ailées élevées à la même température. De plus, la fécondité des virginipares est maximale au cours de la première semaine de l'âge adulte et leur longévité avoisine 2 mois aux alentours de 15°C. Enfin la durée de vie de l'insecte est raccourcie par l'élévation de la température.

Références bibliographiques

- Attia A.A., El Hamaky M.A., 1987. The biology of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover, in Egypt (Homoptera : Aphididae). Bull. Soc. Entomol. Egypte, 65 : 359 - 371.
- Bonnemaison L., 1951. Contribution à l'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées chez les Aphididae. Ann. Epiphyt., 9 (2) : 1-380.
- Eastop V.F., 1981. *Aphis gossypii* Glover, in "Maladies, ravageurs et mauvaises herbes des cultures tropicales". Verlag Paul Parey - Berlin et Hambourg. 354-355.
- El Habi M., 1992. Etude de la biologie et de la dynamique des populations d'*Aphis gossypii* GLOV. (Homoptera : Aphididae) ravageur du cotonnier au Tadla. Thèse de diplôme d'études supérieures de 3e cycle ; Fac. Sc. Semlalia. Marrakech pp. 100.
- El Jadd L., El Habi M., Guirrou Z., Sekkat A., Chemseddine M. & Boumezzough A. 1996. Dynamique des populations de *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera : Aphididae) ravageur du cotonnier au Tadla. Al Awamia 93 : 65-72.
- El Jadd L., El Habi M., Chemseddine M. Boumezzough A. Sekkat A., & Guirrou Z., 1996. Effet de la température sur le développement, la fécondité et la longévité de *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera : Aphididae). Proceedings du 4^e Congrès de l'AMPP, Rabat 17-18 mai 2000 pp19-26.
- El Jadd L., El Habi M., Guirrou Z., Sekkat A., Chemseddine M. & Boumezzough A. 2000. Dynamique des populations d'*Aphis gossypii* Glover sur cotonnier dans la principale zone de sa culture au Maroc. Insect Sci. Applic. Vol. 20 (2) : 91-98.
- Ferrandiz P.R., Gutierrez P.F., 1986. Reproduction and development of the aphid *Aphis gossypii* Glover under controlled conditions. Ciencias de la Agricultura, 27 : 51-54.
- Ghovanlou H., 1976. Etude de divers aspects morphologiques et de leur déterminisme chez *A. gossypii* Glover : étude biologique. Cot. Fib. Trop. , 31 (2) : 223 - 229.

Hodson A.C., Alraw Y.A., 1952. Temperature in relation to developmental thresholds in insects. Proc. 10th Int. Cong. Ent. Vol. 2 : 61-65.

karimullah 1980. Biological study of cotton aphid *Aphis gossypii* Glov. Pakistan J. Agri. Res. 1 (2) : 135-138.

Liu Y.C., Perng J.J., 1987. Population growth and temperature-dependant effect of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. Chinese journal of Entomology, 7 (2) : 85-111.

Pan Q.M., WU T.S., Chang L.S., 1986. Influence of temperature on the rate of reproduction of cotton aphids. Acta Entomologica Sinica, 29 (4) : 367-370.

Pearson E.O., 1958. The insect pests of cotton in tropical Africa. Commonwealth Institute of Entomology, London: 227-232.

Reinhard H.J., 1927. The influence of parentage, nutrition, temperature and crowding on wing production in *Aphis gossypii* Glover. Texas Agric. Exp. Stat. Bull. vol 353. 19p.

Sanderson E.D., 1908. The influence of minimum temperature in limiting the northern distribution of insects. J. Econ. Entomol. 1 : 245-262.

Sekkat A., 1987. Etude bio-écologique des Aphides du saïs et du Moyen Atlas (Maroc) : Implications agronomiques. Thèse Doctorat d'état. Atelier Duplication U.S.T.L., Montpellier, pp.250.

Tsitsipis J.A., Mittler T.E., 1976. Development, growth, reproduction and survival of rapturous virginiparae of *Aphis fabae*. Scopoli. Entomol. Exp. Appl., 19 : 1-10.