

Déterminisme de la ponte de la forme hivernale de *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera : Psyllidae) dans la région de Tunis

Synda Boulahia Kheder*, Abderrahmane Jerraya

Institut national agronomique de Tunisie,
Laboratoire d'Entomologie-écologie,
43, av. Charles Nicolle,
Cité Mahrajène,
1082 Tunis,
Tunisie

synda_bk@yahoo.com

Egg-laying determinism of the *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera: Psyllidae) winterform in the area of Tunis.

Abstract — Introduction. In Tunisia, the winterform biology of the pear psylla has been until now very little studied, in spite of its importance for the timing of the winter treatments necessary for developing any integrated protection in pear tree orchards. **Materials and methods.** The study of the *C. pyri* winterform took place during the years 1998, 1999 and 2000 on pear trees of the local variety Radsî. Collections were made by the method of the weekly beat technique, on some white linen. Then, the structure of the imaginal population collected was analyzed. Captured females were dissected to determine their physiological status. **Results.** In Tunisia, the pear psylla winterform appears at the end of October and the population becomes 100% of the winter type at the beginning of December. This form passes through a migratory phase away from the orchard, during which an ovary development part is very slowly achieved. The return of the psyllas to the orchard in February generally coincides with the beginning of their sexual maturation which is completed, at the end of February, with the beginning of the egg-laying. **Conclusion.** Under the Tunisian conditions, the winter treatment aiming at the *C. pyri* pregnant females before the deposit of the layings must be carried out starting from mid-February.

Tunisia / *Pyrus communis* / *Cacopsylla pyri* / integrated pest management / animal developmental stages / temperature / photoperiodicity / ovaries / maturation / oviposition

Déterminisme de la ponte de la forme hivernale de *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera : Psyllidae) dans la région de Tunis.

Résumé — Introduction. En Tunisie, la biologie de la forme hivernale du psylle du poirier a été jusqu'à présent très peu étudiée malgré son importance pour le déclenchement du traitement d'hiver nécessaire au développement d'une protection intégrée en vergers de poiriers. **Matériel et méthodes.** L'étude de la forme hivernale de *C. pyri* a eu lieu au cours des années 1998, 1999 et 2000 sur des poiriers de la variété locale Radsî. Des collectes d'adultes ont été effectuées par la méthode du frappage hebdomadaire, sur une toile blanche. Puis, la structure de la population imaginale récoltée a été analysée. Des femelles capturées ont été disséquées afin de déterminer leur état physiologique. **Résultats.** En Tunisie, la forme d'hiver apparaît à la fin du mois d'octobre et la population devient à 100 % du type hivernal en début décembre. Cette forme passe par une phase migratoire en dehors du verger, au cours de laquelle s'accomplit très lentement une partie du développement ovarien. Le retour des psylles au verger en février coïncide en général avec le début de leur maturation sexuelle qui s'achève fin février avec le début des pontes. **Conclusion.** Dans les conditions tunisiennes, le traitement d'hiver visant les femelles de *C. pyri* gravides avant le dépôt des pontes doit être effectué à partir de la mi-février.

Tunisie / *Pyrus communis* / *Cacopsylla pyri* / gestion intégrée antiravageur / stade de développement animal / température / photopériodicité / ovaire / maturation / ponte

* Correspondance et tirés à part

Reçu 9 août 2000
Accepté le 27 février 2000

Fruits, 2001, vol. 56, p. 287–295
© 2001 Cirad/EDP Sciences
All rights reserved

RESUMEN ESPAÑOL, p. 295

1. Introduction

En Tunisie, le psylle du poirier est considéré comme l'ennemi majeur de cette culture et pourtant, jusqu'à présent, maints aspects de sa biologie, en particulier son polymorphisme, n'ont pas été suffisamment étudiés. Dans d'autres pays, tels que la France [1-4], l'Angleterre [5, 6] et les États-Unis [7-10], deux formes morphologiques de l'insecte, très distinctes, ont été bien caractérisées et la chronologie de leur apparition et disparition a été déterminée.

Si les générations estivales du psylle sont principalement à l'origine des dégâts occasionnés, par leur développement, sur des arbres en pleine végétation et fructification, les générations hivernales n'en sont pas moins importantes. En effet, ce sont elles qui, au terme d'une diapause ovocytaire de durée plus ou moins longue, vont effectuer les premières pontes sur des arbres encore au repos végétatif ; par suite, c'est de l'importance de ces pontes que dépendra l'intensité des pullulations printanières et estivales du psylle [11]. Ainsi, bien que très différentes par leur morphologie et leur biologie, les formes hivernales et estivales du parasite sont en réalité intimement liées.

Outre le passage par une diapause obligatoire, la forme hivernale de *C. pyri* se caractérise par une phase de dispersion, en dehors du verger, d'une certaine fraction des individus, variable en fonction des années et de la densité imaginale de départ [4, 5, 7, 8, 12]. Au cours de cette étape de dissémination, les adultes peuvent parcourir des distances importantes et se maintenir même sur des plantes non hôtes [5, 13]. Puis, à la fin de l'hiver, des psylles dont la maturation sexuelle est plus ou moins accomplie retournent vers le verger. C'est précisément à cette période de l'année, alors que la majorité des psylles s'est de nouveau sédentarisée, qu'il convient de réaliser le traitement d'hiver visant les femelles gravides avant qu'elles n'aient commencé leurs pontes [9].

À cet égard, une meilleure connaissance de la biologie de la forme hivernale de l'insecte et de toutes ses composantes permettrait de mieux synchroniser l'application des

insecticides en hiver et le début des pontes. Les recherches effectuées ont donc cherché à préciser les caractéristiques des populations de psylles observées en cette période de l'année.

2. Matériel et méthodes

L'étude a eu lieu de 1998 à 2000 dans une parcelle située dans la région d'Utique à mi-chemin entre Tunis et Bizerte. Les observations ont alors porté sur 400 poiriers, de la variété locale « Radsî », âgés d'une douzaine d'années, non traités aux insecticides pendant les 3 années d'expérimentation.

En raison du faible nombre de psylles récoltés dans cette parcelle pendant la saison 1999-2000, un second verger de poiriers comportant un mélange de variétés locales (Ambri, Bouguedma, Meski, Sahli et Radsî) et situé dans la région de Ras-Jebel à 30 km d'Utique a également été échantillonné. Aucune application insecticide n'a alors été faite sur ces arbres durant la période d'automne/hiver.

Le suivi de la fraction imaginale de la population de psylles développée de 1998 à 2000 s'est fait par le « frappage » [14] qui consiste à donner, sur les branches de l'arbre colonisé par le psylle, quelques coups secs à l'aide d'une matraque caoutchoutée, après avoir pris soin de placer en dessous une toile blanche tendue sur un cadre de bois de 0,5 m × 0,5 m permettant de récupérer les insectes. Le frappage a été effectué tôt le matin, à raison d'une branche par arbre et de un à deux coups secs donnés par branche ; il a concerné un nombre minimal de 40 arbres par semaine la première année, puis une cinquantaine d'arbres par semaine les années suivantes. Les adultes tombés sur la toile et rapidement récoltés à l'aide d'un aspirateur à bouche ont alors été transportés vivants jusqu'au laboratoire. Chaque contrôle a cherché à constituer un échantillon d'environ 100 imagos.

La population imaginale ainsi recueillie a été analysée pour en déterminer le sex-ratio et une trentaine de femelles au

minimum ont été disséquées dans du liquide de Ringer afin de suivre l'évolution de leur maturation ovocytaire. Le stade atteint par les ovaires de chaque femelle a été noté à partir de l'échelle établie par Bonnemaison et Missonnier [1]. L'examen du réceptacle séminal a permis d'obtenir également des informations sur l'état de la femelle, fécondée ou non.

3. Résultats et discussion

3.1. Mise en place de la forme hivernale

Jusqu'au 13 octobre 1998, la population d'adultes du psylle a été constituée de 100 % de la forme estivale (figure 1). Une semaine plus tard, six adultes du type hivernal étaient identifiés sur un total de 90 adultes récoltés ; cette nouvelle forme touchait donc 6,66 % de l'effectif total.

Puis, à chaque contrôle suivant, la forme hivernale a continué progressivement à émerger jusqu'à représenter la totalité de la population lors de l'échantillonnage du 8 décembre. La forme hivernale du psylle s'est donc définitivement installée dans le verger en 7 semaines.

Lors de l'automne-hiver 1999, la mise en place de la forme hivernale du psylle n'a pas été aussi progressive et régulière qu'en 1998 : un individu d'une forme différente de celle du type estival a fait son apparition le 5 octobre parmi les 51 insectes récoltés à cette date. Puis, lors des trois contrôles suivants, la population est redevenue entièrement du type estival. Ce n'est qu'en début novembre que sont réapparus, en faible effectif, des individus de la forme hivernale (figure 2). Le passage de l'ensemble de la population vers cette dernière forme s'est fait ensuite progressivement jusqu'à la première semaine de décembre, période à laquelle toute la population était constituée d'individus du type hivernal. En fait, il semble que l'adulte collecté au début d'octobre pourrait avoir été un psylle d'un type d'automne, intermédiaire entre le type estival et le type hivernal. En effet, cet adulte présentait une nervation alaire accentuée

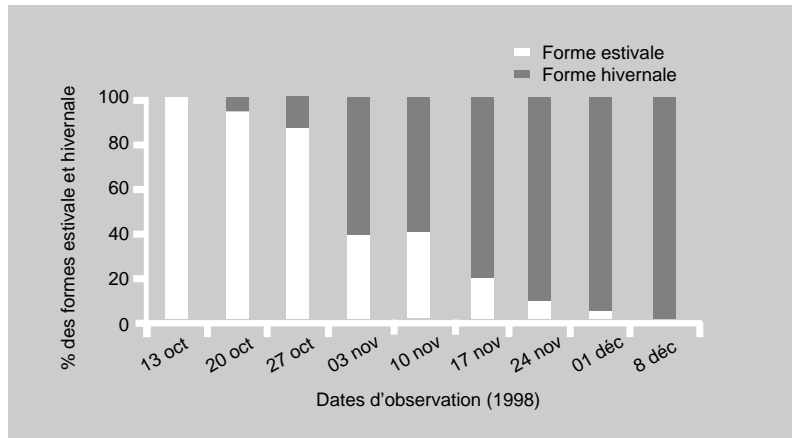
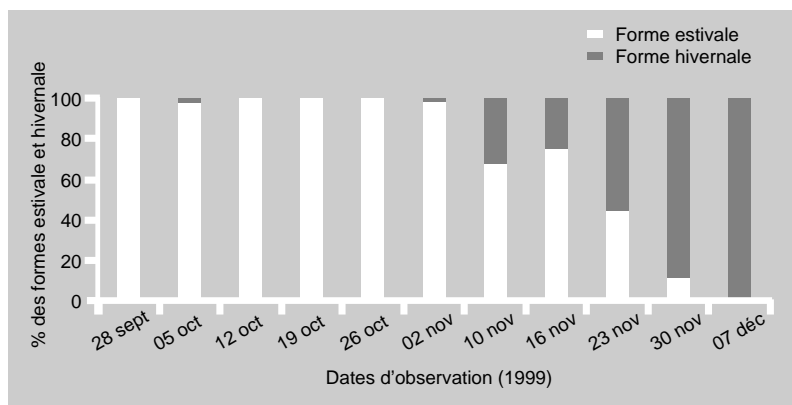


Figure 1. Installation de la forme hivernale du psylle du poirier (*Cacopsylla pyri*) d'octobre à décembre 1998 dans un verger de la région de Tunis.

caractérisant les psylles d'hiver, mais il avait une taille moyenne et une coloration pâle, comprises entre celles des psylles d'hiver et celles des psylles d'été. Ces observations rejoignent celles de Bonnemaison et Missonnier [1] et Rieux et Faivre d'Arcier [4] pour qui ces individus intermédiaires auraient une maturation ovocytaire non différée. Le seul psylle appartenant à cette catégorie que nous avons capturé étant un mâle, nous n'avons pu vérifier son état physiologique. Finalement, si l'on exclut le cas de ce psylle particulier, la mise en place de la génération hivernante en 1999 s'est donc effectuée en approximativement 1 mois, à partir de la date où le nombre de psylles d'hiver a commencé à progresser continuellement, et cette installation a été décalée d'un mois par rapport aux observations faites en 1998.

Ce décalage d'un mois de l'émergence des psylles d'hiver en 1999 pourrait être

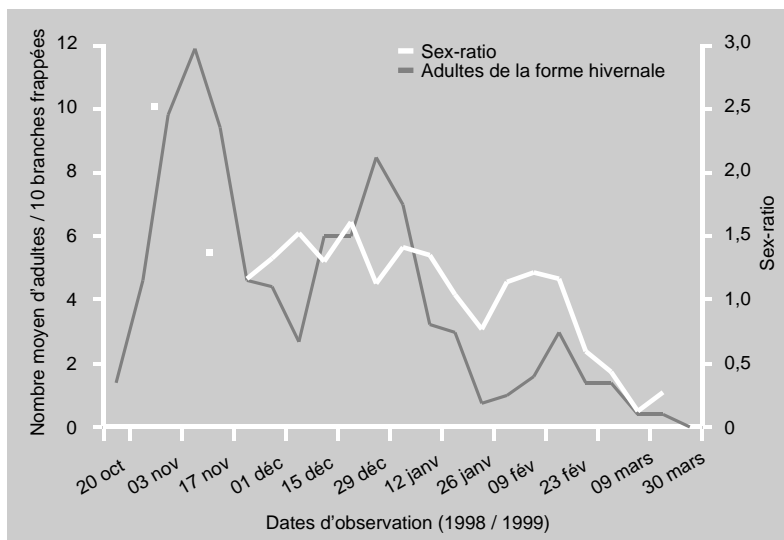
Figure 2. Installation de la forme hivernale du psylle du poirier (*Cacopsylla pyri*) de septembre à octobre 1999 dans un verger de la région de Tunis.



attribué tout d'abord aux conditions climatiques exceptionnelles du mois d'octobre de cette année (22,02 °C en moyenne contre 19,13 °C enregistrés en octobre 1998), qui prolongeaient un été particulièrement chaud. Cette élévation d'environ 3 °C de la température moyenne du mois d'octobre, qui pourrait avoir retardé l'émergence de la forme d'hiver, était pourtant couplée à une photopériode de 13 h mesurée au début d'octobre et normalement favorable à l'installation de la forme hivernale [14]. Durant le mois d'octobre 1999, la température a augmenté de décade en décade, passant de 21,16 °C à 21,70 °C, puis à 23,09 °C, ce qui pourrait expliquer l'apparition d'un psylle à tendance hivernale au début du mois, puis l'observation de 100 % de formes estivales pendant les 3 semaines suivantes.

Par ailleurs, l'état végétatif des arbres du verger à cette époque de l'année 1999 pourrait être également en cause. Sans doute en raison du maintien d'un temps assez chaud et de la poursuite des irrigations en cette période, tous les poiriers du verger ont alors émis des jeunes pousses en grand nombre, puisque, en moyenne, 20 pousses par arbre ont été comptabilisées le 12 octobre 1999. Cet état phénologique inhabituel du poirier à cette période pourrait être assimilé à celui de la pleine croissance végétative printanière qui, associée à des photopériodes croissantes et des températures élevées, entraîne l'induction d'individus estivaux.

Figure 3. Évolution du nombre et répartition des sexes pour les adultes du psylle du poirier (*Cacopsylla pyri*) du type hivernal observés d'octobre 1998 à mars 1999, dans un verger de la région de Tunis.



De telles observations avaient déjà été faites par Rieux et Faivre d'Arcier [4] pour qui l'état végétatif du poirier, qui varie très fortement d'une saison à l'autre, est l'un des facteurs écologiques susceptibles d'intervenir dans le déterminisme des formes saisonnières du psylle, en particulier au printemps et en automne.

D'ores et déjà, compte tenu des deux années d'observations 1998 et 1999, nous pouvons établir que, dans les conditions tunisiennes, la forme hivernale apparaît à la fin du mois d'octobre ou au début de novembre et devient majoritaire début décembre. Ce cycle est décalé de deux mois environ par rapport à la région d'Avignon (France) où les psylles d'hiver font leur apparition dès le début de septembre [14]. L'émergence, en Tunisie, d'adultes hivernaux repoussée à fin octobre et début novembre malgré des photopériodes inférieures à 13 h 30 pourrait s'expliquer par les conditions thermiques du mois de septembre qui sont souvent encore estivales dans ce pays d'Afrique du Nord (23,76 °C en 1998 et 25,65 °C en 1999), alors qu'en France les températures moyennes de ce mois sont de l'ordre de 20 °C et donc égales aux températures moyennes du mois d'octobre tunisien. En conséquence, en Tunisie, l'installation définitive de la population hivernale a lieu un mois plus tard qu'en France.

3.2. Dispersion de la forme hivernale

La dispersion de la forme hivernale de *Cacopsylla pyri* a été plus particulièrement analysée pendant la saison 1998-1999, car les effectifs imaginaux récoltés à cette période ont été significativement plus importants que pendant la saison 1999-2000.

À leur apparition lors de la troisième décade d'octobre, les individus du type hivernal étaient en faible effectif : 1,4 adultes pour 10 branches frappées (figure 3). Puis, leur nombre n'a cessé d'augmenter pour atteindre un effectif maximal d'environ 12 adultes par 10 branches frappées, 3 semaines plus tard. Ce nombre a ensuite diminué à partir de la mi-novembre et cette baisse a duré environ un mois jusqu'à atteindre un nombre minimal de 2,7 adultes

récoltés par 10 branches frappées. Cette réduction, coïncidant avec la période maximale de chute des feuilles (90 %), pourrait être expliquée par une migration des psylles en dehors du verger, phénomène qui a atteint son point culminant le 8 décembre, lorsque l'effectif du psylle est devenu à 100 % de type hivernal.

À partir de cette date et jusqu'à fin décembre, les effectifs ont de nouveau augmenté jusqu'à 8,5 adultes par 10 branches frappées. Conjointement, il y a eu une hausse du sex-ratio due vraisemblablement à des émergences tardives de larves issues des dernières générations. Un tel phénomène, expliqué par l'émergence d'individus tardifs des quatrième, cinquième et sixième générations, avait déjà été observé en France, au-delà de décembre et jusqu'en février et mars [15].

De la fin décembre à la fin janvier, les effectifs ont de nouveau diminué jusqu'à atteindre 0,75 adulte par 10 branches frappées. Simultanément, il s'est produit une baisse du sex-ratio en raison, sans doute, d'une longévité plus courte des mâles [15]. Globalement, la baisse du nombre d'adultes, toujours assortie d'une diminution du sex-ratio, s'est maintenue jusqu'à la mi-mars, attestant d'un vieillissement progressif de la génération hivernante. Toutefois, durant la première quinzaine de février, une légère augmentation des effectifs, concomitante à une reprise du sex-ratio, a pu être notée ; cette observation pourrait être expliquée par de nouvelles émergences tardives et/ou par des apports extérieurs correspondant à une phase de retour au verger de quelques psylles.

Les adultes d'hiver ont ainsi effectué une phase migratoire qui s'est déroulée de la mi-novembre à la fin du mois de janvier, soit pendant 75 j ; du fait de l'absence, pendant cette période, d'adultes hivernaux sur des pommiers situés à proximité des poiriers, il paraît probable que les psylles se sont alors dispersés en dehors du verger.

Dans la région de Yakima aux États-Unis, la phase migratoire commence également en novembre et s'achève en février avec l'élévation des températures. Elle concerne un effectif d'autant plus important que

l'automne est sec et les températures hivernales élevées [7].

En France, cette phase dure environ 120 j : de septembre à janvier, puis les insectes retournent au verger. Cependant, leurs effectifs alors très faibles attesteraient d'une importante mortalité des migrants [16].

À la fin du mois de mars, sur près de 200 arbres frappés, aucun adulte n'a pu être récolté malgré un temps calme et ensoleillé propice au frappage ; la forme hivernale était donc alors en déclin. À la mi-avril, seulement 1 % de l'effectif des adultes récoltés a été du type hivernal ; le type estival s'est alors installé dans le verger en 1 semaine.

3.3. Évolution de la maturation ovocytaire

Il est acquis que les femelles de la forme hivernale passent obligatoirement par une diapause ovocytaire de durée plus ou moins longue selon leur date d'émergence ; ainsi, les individus apparaissant le plus tardivement présentent la diapause la plus courte qualifiée de diapause « anticipée » [17]. Cependant, quelle que soit la durée de la diapause ovocytaire, les ovaires de chaque femelle passent obligatoirement par six stades de maturation, nommés stades 0, 1, 2, 3, 4, et 5 par Bonnemaïson et Missonnier [1].

Nous avons suivi la maturation des ovocytes des femelles hivernantes pendant trois saisons consécutives, de l'automne 1997 à l'automne 2000 ; cependant, en raison de l'importance des effectifs récoltés lors de la saison 1998–1999, ce sont ceux que nous avons le plus particulièrement étudiés. Les données des deux autres saisons 1997–1998 et 1999–2000 ont été utilisées pour étayer la discussion des résultats.

L'analyse de l'évolution hebdomadaire de la maturation ovocytaire, effectuée dès la généralisation du type hivernal en automne 1998, a montré que, lors de la première semaine de décembre, la grande majorité des femelles (97 %) étaient au stade 0 ou « mûres blanches » ; cet état s'est maintenu durant tout le mois de décembre

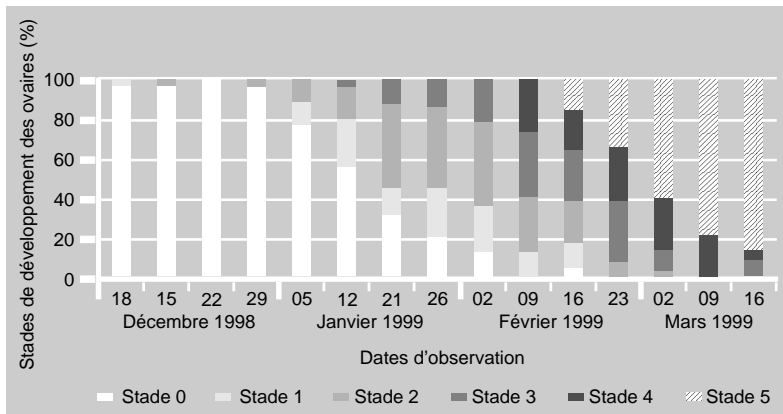
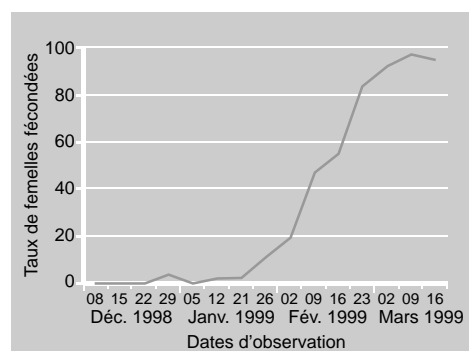


Figure 4. Évolution de la maturation ovocytaire de femelles de *Cacopsylla pyri* du type hivernal de décembre 1998 à mars 1999, dans un verger de la région de Tunis : stade 0, ovaire d'aspect « mûres blanches » ; stade 1, ovaire d'aspect « baguette blanche » ; stade 2, aspect « baguette jaune » ; stade 3, stade de migration du mycétome ; stade 4, premier œuf mûr ; stade 5, ovaires complètement matures.

bien que quelques rares femelles (4 %) à un stade un peu plus avancé (stade 2 ou « baguette jaune ») aient été observées, mais cela sans que soit toutefois amorcée la maturation sexuelle (figure 4). En début janvier 1999, si 77,3 % des femelles étaient encore au stade 0, près de 23 % d'entre elles avaient déjà nettement commencé à évoluer, tout en restant encore à l'état de diapause vraie (stade 1 ou « baguette blanche »). Quinze jours plus tard, une majorité de femelles (43 %) atteignaient le stade « baguette jaune », marquant la fin de la diapause vraie qui est donc intervenue 2 mois et 10 j après l'apparition des adultes d'hiver. À partir de cette date, les femelles ont donc été considérées comme étant en phase de maturation sexuelle [18], observation corroborée par l'existence de 12 % d'entre elles au stade 3 (stade de migration du mycétome). Une semaine plus tard, à la fin du mois de janvier, la situation était stationnaire avec, cependant, le constat d'une reprise de l'activité des mâles fécondant

Figure 5. Évolution du taux de femelles fécondées du psylle du poirier (*Cacopsylla pyri*) du type hivernal, observées de décembre 1998 à mars 1999, dans un verger de la région de Tunis.



près de 12 % des femelles, contre seulement 2,4 %, 7 j auparavant (figure 5).

À l'issue des 9 premiers jours de février, près du quart des femelles avaient atteint le stade 4 (premier œuf mûr, figure 4) et près de la moitié d'entre elles étaient déjà fécondées (figure 5). L'évolution ovocytaire a alors été très rapide et, 1 semaine plus tard, soit le 16 février, 15 % des femelles étaient au stade 5 (complètement matures, figure 4) et le nombre de femelles fécondées continuait à augmenter (figure 5) significativement, annonçant un début de ponte imminent.

Début mars, le taux de femelles fécondées était de 97 % (figure 5), alors que la maturation complète ne concernait que 80 % des femelles (figure 4). En fait, la fécondation a pu être observée chez des femelles en diapause dès la fin du mois de décembre, ce qui confirmerait les observations d'Atger [3] selon lequel fécondation et maturation ovocytaire seraient deux phénomènes indépendants.

Lors de nos observations en 1998, la maturation sexuelle du psylle du poirier, succédant à la diapause vraie, a donc requis 40 j, alors que la période séparant l'installation de la diapause et l'émission des œufs a été de 110 j.

En France, la phase de diapause vraie prend fin au début du mois de décembre [1, 18], soit deux mois plus tôt qu'en Tunisie, probablement en raison de températures plus fraîches pendant cette phase du développement ovarien ; de telles baisses de température sont en effet connues pour être favorables à l'élimination de la diapause [18]. En Tunisie, en cette période, les températures sont plus élevées – de l'ordre de 19 °C en octobre, et 14 °C en novembre – se rapprochant des températures seuils de 15 °C à 20 °C qui, selon Nguyen [18], seraient aptes à ralentir le développement ovarien. Même si, au cours de nos observations, les températures ont légèrement diminué en décembre et janvier, elles ont été proches de 12 °C, donc relativement élevées pour la saison ; il en a résulté que la majorité des femelles était encore au stade 0 à la mi-janvier, révélant une maturation ovocytaire très lente. Par ailleurs, les photopériodes ayant eu tendance à décroître pendant les

mois d'octobre 1998 à janvier 1999, elles n'ont pas favorisé une rupture de la diapause, puisque, selon Nguyen [18], ce sont les photopériodes longues (16 h) pendant la phase de diapause qui, associées à des températures de 10 °C à 15 °C, induisent la réduction des délais de ponte.

La phase de maturation sexuelle, commencée fin janvier, a coïncidé avec un abaissement significatif de la température passant de 12,17 °C à 10,3 °C en moyenne de la deuxième à la troisième décade de janvier. En février, les températures, associées à des photopériodes encore courtes (9 h 30–10 h 00), ont continué à se rafraîchir jusqu'à 8,86 °C et 8,5 °C en moyenne pour les deuxième et troisième décades de ce mois. La formation d'œufs mûrs, apparus seulement vers le 9 février et après 3 semaines de quasi-stagnation du développement ovarien, a donc été ralentie. Nos observations rejoignent celles de Nguyen [18] qui a mis en évidence l'effet défavorable des températures comprises entre 10 °C et 15 °C sur la formation des œufs mûrs ; cela expliquerait le retard des premières pontes que nous avons observé en Tunisie. Ainsi, les conditions climatiques de l'hiver en Tunisie, caractérisées par des températures relativement douces (en moyennes 12 °C) en début de saison (novembre à janvier) et froides ensuite (inférieures à 10 °C en février) seraient plutôt défavorables, à l'arrêt de la diapause.

Pendant la saison 1997–1998, il n'y a pratiquement pas eu de variations dans le développement physiologique du psylle par rapport aux observations de la saison 1998–1999. En effet, les derniers jours du mois de janvier ont été marqués par la fin de la diapause vraie, caractérisée par 38,5 % de femelles au stade 2 et 23 % au stade 3, c'est-à-dire en début de leur maturation sexuelle. À l'issue de la première décade de février 1998, tout comme lors de la saison 1998–1999, il était possible d'observer la descente du premier œuf dans l'oviducte chez les premières femelles (environ 6 %) alors que, une semaine plus tard, le stade de maturation générale était déjà atteint.

Cependant, si lors des saisons 1997–1998 et 1998–1999, les processus de maturation

ovocytaire et de début des pontes se sont déroulés de façon similaire, il n'en a pas été de même lors de la saison hivernale de 1999–2000 pendant laquelle les effectifs imaginaires dénombrés dans notre verger d'étude ont été exceptionnellement bas. De ce fait, pour cette période, nos résultats ont été alors complétés par un échantillonnage effectué dans un second verger où le psylle était relativement plus abondant. La dissection des femelles capturées a révélé que la diapause vraie s'était alors achevée vers la mi-décembre, soit avec plus d'un mois d'avance sur les dates observées lors des deux années précédentes. Par la suite, des femelles au stade 4 ont été trouvées avant la fin du mois de janvier, soit 15 j plus tôt que les années passées.

La saison 1999–2000 a donc été caractérisée par une certaine avance dans les délais de levée de la diapause corroborée par l'apparition des premières femelles complètement matures (5,3 %) dès le début de février et un taux de fécondation d'environ 37 %. Cependant, l'apparition des premières femelles complètement matures a nécessité 45 j après la diapause vraie, soit un temps deux fois plus long que celui observé en 1998 (20 j) et 1999 (25 j) ; cela pourrait être lié à l'enregistrement de températures proches de 10 °C, associées à des photopériodes courtes et décroissantes, notamment au tout début de la phase de maturation sexuelle. En 1998 et 1999 en revanche, si les conditions thermiques ont été également faibles (9 °C à 11 °C) pendant cette phase de maturation ovocytaire du psylle, les photopériodes ont commencé à croître, ce qui a pu avoir un effet favorable sur la rupture de la diapause.

Malgré la précocité qui a marqué l'année 2000, aucune ponte n'a été décelée durant tout le mois de février et cela en dépit d'une masse importante de bois prélevé (plus de 700 cm de rameaux portant des bourgeons mixtes par prélèvement). Les premiers œufs n'ont été observés qu'à la fin du mois de février, comme lors des années précédentes (24 février 1998 et 2 mars 1999), malgré une accélération du développement ovarien rompant la diapause avec 15 j d'avance. Les températures maximales – supérieures à 10 °C pendant plus de 2 j consécutifs,

condition nécessaire au début des pontes selon Atger [3] – ont été également favorables au déclenchement de la ponte dès le début du mois de janvier, comme il avait été observé d'ailleurs pour les années précédentes. Un tel phénomène avait déjà été évoqué par Nguyen [18] selon lequel, quelle que soit la date de la mue imaginale en automne, la ponte se ferait sensiblement à la même époque. Par ailleurs, en Suisse, Stäubli *et al.* [19] ont montré que les dates des premières pontes pouvaient osciller entre le début de février et le début mars, selon l'occurrence des 2 j consécutifs de température maximale supérieure à 10 °C.

Il apparaît ainsi que, dans les conditions tunisiennes et contrairement à ce qui est observé en France, en Suisse et aux États-Unis, le climat ne constitue pas un facteur limitant au déclenchement des pontes. Seul l'accomplissement du développement ovarien conditionne le dépôt des premiers œufs. Il semblerait également que la femelle attend que la plante hôte ait atteint un stade phénologique donné pour y déposer sa ponte. En effet, ce n'est qu'à la fin de février ou au début de mars, alors que le poirier atteint le stade de fin dormance-début de gonflement des bourgeons (stades phénologiques B-C), que les femelles y déposent leurs premiers œufs, comme pour assurer la survie de leur descendance.

4. Conclusion

En Tunisie, l'apparition de la forme hivernale du psylle du poirier n'a lieu que vers la fin d'octobre malgré des photopériodes favorables dès la mi-septembre ; cela pourrait être dû au maintien de températures quasi-estivales pendant le mois de septembre, voire même d'octobre. Dans ce pays, l'installation de la forme hivernale de l'insecte serait donc davantage conditionnée par la température que par la photopériode. Une fois en place, la population hivernale passe par une étape migratoire qui s'échelonne de la mi-novembre au début de février, période à laquelle une fraction minimale des psylles retourne au verger. À ce moment, la plupart des femelles ont entamé

leur maturation sexuelle après une phase de diapause vraie d'une durée variable. L'apparition des premières femelles matures a lieu à partir de début février, mais les pontes ne sont observées qu'à la fin de ce mois malgré des températures maximales favorables. La ponte des femelles serait conditionnée par un stade phénologique donné atteint par la plante hôte.

En conséquence, dans les conditions tunisiennes, pour plus d'efficacité, le traitement d'hiver visant l'élimination des femelles gravides avant le dépôt des œufs devrait être réalisé à partir de la mi-février.

Références

- [1] Bonnemaison L., Missonnier J., Recherches sur le déterminisme des formes estivales ou hivernales et de la diapause chez le psylle du poirier (*Psylla pyri* L.), Ann. Epiphyties, IV (1955) 457–528.
- [2] Bonnemaison L., Missonnier J., Le psylle du poirier (*Psylla pyri* L.), Morphologie et biologie, Méthodes de lutte, Ann. Epiphyties, VII (1956) 263–331.
- [3] Atger P., Le psylle du poirier, Ctifl, Paris, 1982, 68 p.
- [4] Rieux R., Faivre d'Arcier F., Polymorphisme saisonnier des populations naturelles des adultes de *Psylla pyri* (L.) (Homoptera : Psyllidae), J. Appl. Entomol. 109 (1990) 120–135.
- [5] Hodgson C.J., Mustafa T. M., The dispersal and flight activity of *Psylla pyricola* Foorster in southern England, Bull. OILB / SROP 7 (5) (1984) 97–124.
- [6] Stuart L.C., Butt B.A., Bell R.L., Effect of host phenology on ovipositional preference of winter form pear psylla (Homoptera: Psyllidae), J. Entomol. Soc. Brit. Columbia 86 (1989) 34–37.
- [7] Horton D.R., Higbee B.S., Unruh T.R., Westigard P.H., Spatial characteristics and effects of fall density and weather on overwintering loss of pear psylla (Homoptera: Psyllidae), Environ. Entomol. 21(6) (1992) 1319–1332.
- [8] Horton D.R., Burts E.C., Unruh T.R., Krysan J.L., Coop L.B., Croft B.A., Intraorchard changes in distribution of winterform pear psylla (Homoptera: Psyllidae) associated with leaf fall in pear, Ann. Entomol. Soc. Am. 86 (5) (1993) 599–608.

- [9] Horton D.R., Higbee B.S., Krysan J.L., Post-diapause development and mating status of pear psylla (Homoptera: Psyllidae) affected by pear and nonhost species, *Ann. Entomol. Soc. Am.* 87 (2) (1994) 241–249.
- [10] Horton D.R., Monitoring of pear psylla for pest management decisions and research, *Integr. Pest Manage. Rev.* 4 (1999) 1–20.
- [11] Lyoussoufi A., Rieux R., Faivre d'Arcier F., Évolution du potentiel de ponte et de l'effectif des œufs du psylle du poirier *Psylla pyri* (L.) au cours de la période hivernale et printanière dans la basse vallée du Rhône, *J. Appl. Entomol.* 106 (1988) 97–107.
- [12] Fye R.E., Dispersal and winter survival of the pear psylla, *J. Econ. Entomol.* 76 (2) (1983) 311–315.
- [13] Kaloostian G.H., Transitory hosts of the pear psylla, *J. Econ. Entomol.* 63 (4) (1970) 1039–1041.
- [14] Burts E.C., Retan A.H., Detection of pear psylla, *Wash. Stat. Univ. Coll. Agric., Coop. Ext. Serv. (EM 3069)*, 1973, 1–2.
- [15] Lyoussoufi A., Cadenne C., Rieux R., Faivre d'Arcier F., Évolution de la diapause du psylle du poirier *Cacopsylla pyri* dans les conditions naturelles, *Entomol. Exp. Appl.* 70 (1994) 193–199.
- [16] Rieux R., Lyoussoufi A., Faivre d'Arcier F., Mises en place des populations hivernales de *Psylla pyri* (L.) (Homoptera: Psyllidae) en conditions naturelles dans la région d'Avignon-Montfavet, *Bull. OILB / SROP* 13 (2) (1990) 17–21.
- [17] Cayrol R., Jourdheuil P., Missonnier L., Mise en évidence d'un état de diapause anticipée chez certains insectes, *C. R. Acad. Sci. III-Vie* 256 (1963) 1850–1852.
- [18] Nguyen T.X., Observations sur l'élimination de la diapause de *Psylla pyri* (Homoptera: Psyllidae) dans les conditions naturelles, *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 3 (1) (1967) 151–164.
- [19] Staübli A., Hächler M., Pasquier D., Dix années d'expériences et d'observations sur le psylle commun du poirier *Psylla pyri* (L.) en Suisse romande, *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 24 (2) (1992) 89–104.

El determinismo de la puesta de la forma invernal de *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera: Psyllidae) en la región de Túnez.

Resumen — Introducción. En Tunicia, la biología de la forma invernal de la psila del peral no se ha estudiado mucho hasta ahora, a pesar de su importancia para la aplicación del tratamiento de invierno necesario para el desarrollo de una protección integrada en huertas de perales. **Material y métodos.** El estudio de la forma invernal de *C. Pyri* se realizó durante los años 1998, 1999 y 2000 en perales de la variedad local Radsí. Se efectuaron recolecciones de adultos mediante vareo semanal sobre una tela blanca. Posteriormente, se analizó la estructura de la población imaginal recolectada. Las hembras capturadas se diseccionaron para determinar su estado fisiológico. **Resultados.** En Tunicia, la forma de invierno aparece a finales del mes de octubre y la población se vuelve totalmente de tipo invernal a principios de diciembre. Esta forma pasa por una fase migratoria fuera de la huerta, fase en la que se completa, muy lentamente, una parte del desarrollo ovárico. El retorno de las psilas a la huerta, en febrero, coincide generalmente con el inicio de su maduración sexual que se acaba a finales de febrero con el inicio de las puestas. **Conclusión.** En las condiciones tunecinas, el tratamiento de invierno destinado a las hembras de *C. Pyri* grávidas antes de depositar los huevos debe efectuarse a partir de mediados de febrero.

Túnez / *Pyrus communis* / *Cacopsylla pyri* / gestión de lucha integrada / etapas del desarrollo animal / temperatura / fotoperiodismo / ovarios / maduración / ovoposición