

Action de la température sur le développement d'*Acleris undulana* (Lep. Tortricidae, Tortricinae)

Mohamed MOUNA

محمد مونا

Mots-clés : Températures - *Acleris undulana* - cèdre - cycle de développement.

ملخص

مفعول الحرارة على غو (*Acleris undulana* (Lep. Tortricidae, Tortricinae)). ارتفاع الحرارة بعد خروج الحشرة اليافعة من حالتها النومية يساعد على التكبير المبكر لمح البيض عند الأنثى. وضع البيض عند اقترابها من 20 درجة مئوية. ارتفاع الحرارة الدنيا *A. undulana* تسبب فيه حرارة فصل الربيع العليا عند اليومية يساعد على التو السريع لليرقانات؛ هكذا فإن بيضة هذه الفاتلة تحتاج في المعدل ل. 8 642 درجة مئوية لكي تعطي يافعة. ارتفاع الحرارة العليا والدنيا يساعد على التحول السريع للحشرة اليافعة باحتيازها لفصل الشتاء تحمل انخفاض الحرارة بسلام حركاتها.

RÉSUMÉ

L'augmentation des températures, après la levée de la diapause imaginaire, induit la vitellogenèse. Les pontes d'*A. undulana* sont déclenchées par des températures maximales printanières proches de 20° C. L'accroissement des températures journalières minimales favorise le développement des larves; ainsi un oeuf de cette tordeuse pour donner un adulte a besoin, en moyenne, de 642,8° C. La métamorphose est accélérée par l'augmentation des températures maximales et minimales. L'adulte, qui passe l'hiver, résiste aux faibles températures tout en s'immobilisant.

SUMMARY

Action of temperature on the development of *Acleris undulana* (Lep. Tortricidae). The increasing of temperature, after imaginal diapause termination, induces the vitellogenesis. The egg-layings of *A. undulana* are release by the spring maximal temperature near by 20° C. The increasing of daily minimal temperature promotes growth of larva; thus the egg of this leaf-roller requires 642,8° C to give off adult. The metamorphosis is stimulated by the increasing of both temperatures maximum and minimum. The adult, who passes winter, resists the low temperatures while immobilising.

INTRODUCTION

Acleris undulana est un ravageur des cèdres du Bassin méditerranéen, *Cedrus libani* (Turquie, Syrie), *C. brevifolia* (chypre) et *C. Atlantica* (Maroc).

A. undulana présente un cycle univoltin. C'est un insecte de printemps avec un développement larvaire très rapide dans le temps en fonction des conditions du milieu, notamment la température.

L'adulte, de 6 à 8 mm de longueur, passe l'hiver en subissant une diapause reproductive ovarienne. La ponte a lieu, selon les années, vers mi-mai ou mi-juin et s'étale beaucoup dans le temps. Les oeufs sont pondus, en général, en amas entre les nouvelles aiguilles de cèdre. Les oeufs de 0,42 mm de longueur éclosent après quelques jours d'incubation pour donner naissance aux larves qui se nourrissent aux dépens du feuillage de cèdre. Les chenilles présentent 5 stades de développement dont la longueur

s'échelonne entre 1,5 mm (L1) et 11 mm (L5). Les larves, pendant les premiers stades, se nourrissent cachées à l'intérieur du nouveau feuillage dans de sortes de loges que la larve confectionne en reliant les aiguilles par des fils de soie. Alors que durant les deux derniers stades, les chenilles peuvent sortir de leur cache pour se nourrir à l'extérieur. La nymphose a lieu entre les aiguilles ravagées ou idemnes du cèdre. Les chrysalides donnent des adultes en été (fin juillet-début août) (MOUNA, 1988).

Depuis sa description en Asie Mineure par WALSINGHAM (1900), *A. undulana* a fait l'objet de deux travaux (ACATAY, 1952 et EKICI, 1970) qui abordent, en Turquie, principalement son caractère néfaste et des essais de lutte. L'action des facteurs du milieu sur le cycle de cet insecte reste cependant inconnue. Vu leur importance sur le déroulement du cycle et plus particulièrement l'action des températures, nous nous sommes intéressés à ce problème dans le Moyen-Atlas (principalement) par des observations de terrain. Néanmoins quelques élevages ont été faits sous des conditions artificielles dans le but de mieux comprendre certains aspects de la biologie de cet insecte notamment la diapause et la reproduction.

MATERIEL ET METHODES

Dans le but de prévoir les pontes, leur évolution et les attaques d'*A. undulana* par le praticien, nous avons pris en considération, pour nos interprétations, les températures journalières maximales (Mj) et minimales (mj). Ces températures enregistrées à Ifrane (Observatoire de Physique du Globe : 1630 m d'altitude) que nous considérons comme pouvant s'appliquer à la station d'étude Ras-Al-Ma¹ qui se situe à 4 km environ, à une altitude de 1650 m.

Le cycle de développement est établi en nous basant uniquement sur les observations de terrain. Les pontes sont cherchées à vue et repérées, dans le feuillage, par la présence de bouquets fermés. En effet, les œufs sont déposés entre les jeunes aiguilles que la femelle rassemblent et collent en des sortes

de bouquets. Pour les trois premiers stades, l'échantillonnage s'est fait en prélevant un grand nombre de couronnes d'aiguilles attaquées. Pour les deux derniers stades et les chrysalides, où beaucoup de couronnes d'aiguilles attaquées sont abandonnées, leur prélèvement s'est fait par battage de branches sur la nappe de chasse. Les adultes sont essentiellement prélevés le matin, quand la température est basse, par des battages de branches avec et sans lichens.

Les élevages de larves, au laboratoire sont réalisés sur de jeunes plants de cèdre en pot. Les conditions de température et d'hygrométrie sont enregistrées, au cours de l'élevage, à l'aide d'un thermo-hydrographe.

Les adultes sont maintenus en vie au laboratoire, dans de petites cages fermées avec des lichens qu'on mouille de temps en temps pour assurer une certaine humidité dans ces cages.

TEMPÉRATURES

Les hautes températures favorisent, dans certaines limites, le développement des insectes par stimulation du métabolisme (WIGGLESWORTH, 1972; CHAPLIN et CHAPLIN, 1981). La température est le facteur clé de l'environnement, mais agit en liaison étroite avec d'autres facteurs tels que l'humidité, la nourriture, la lumière etc...

OVOGENESE ET VITELLOGENÈSE

Les adultes d'*A. undulana* passent l'hiver en subissant une diapause qui se manifeste, chez la femelle, par des ovocytes bloqués au stade prévitellogenèse jusqu'au mois de février. Avant cette date, on ne peut obtenir de développement précoce des ovocytes dans des conditions artificielles. En effet, des adultes d'*A. undulana* prélevés en fin février 1985 sont mis en élevage au laboratoire. Début avril de la même année quelques femelles ont présenté à la dissection, les trois premiers ovocytes des huit filaments ovariens au dernier stade de développement ovocytaire² (pleins de vitellus).

1. Nous avons suivi nos observations sur la tordeuse dans trois stations d'étude qui diffèrent sur le plan altitudinal et climatique : Ras-Al-Ma, Azrou et Aïn Kahla; dans les deux dernières localités il n'y a pas de stations météorologiques.

2. Sept stades de développement ovocytaire sont observés chez *A. undulana* en nous basant sur le volume qu'occupe l'ovocyte dans le follicule; ces stades correspondent respectivement à 1/4, 1/3, 1/2, 2/3, 4/5, 7/8 et la totalité du volume folliculaire.

Sur le terrain, des femelles prélevées fin mars 1985 et disséquées du 3 au 11 avril avaient des ovocytes moins développés et appartenant aux premiers stades de développement ovocytaire. Cependant des femelles prélevées vers fin avril, de la même année, présentaient des ovocytes mûrs.

Les températures au laboratoire (Rabat) dépassent souvent 15° C pendant le mois de mars. Par contre dans le Moyen Atlas les températures sont encore basses pendant ce mois. Donc les températures M_j et m_j du mois de mars n'étaient pas suffisantes dans le Moyen Atlas pour déclencher la vitellogenèse; cependant ces températures l'étaient pendant le mois d'avril.

OVIPosition

Au cours de quatre années d'observation

(1983-1986), nous avons constaté que la tordeuse pond pendant le mois de mai, à l'exception de l'année 1984, où la ponte a lieu au mois de juin (fig. 1 B).

Quand la ponte a lieu en mai, les températures M_j , pendant ce mois, s'approchent de 20° C ou les dépassent (fig. 1). En 1984, bien que les cèdres aient déjà débourré, les températures pendant le mois de mai n'étaient pas suffisantes pour déclencher la ponte; le seuil 20° C n'est atteint que pendant le mois de juin où la ponte avait lieu. Par contre la température M_j était assez élevée en mai 1986 (par rapport à 1983 et à 1985), pour provoquer un début précoce du cycle (fig. 1 D).

La ponte d'*A. undulana* est déclenchée par des températures M_j proches ou supérieures à 20° C (quelques pics).

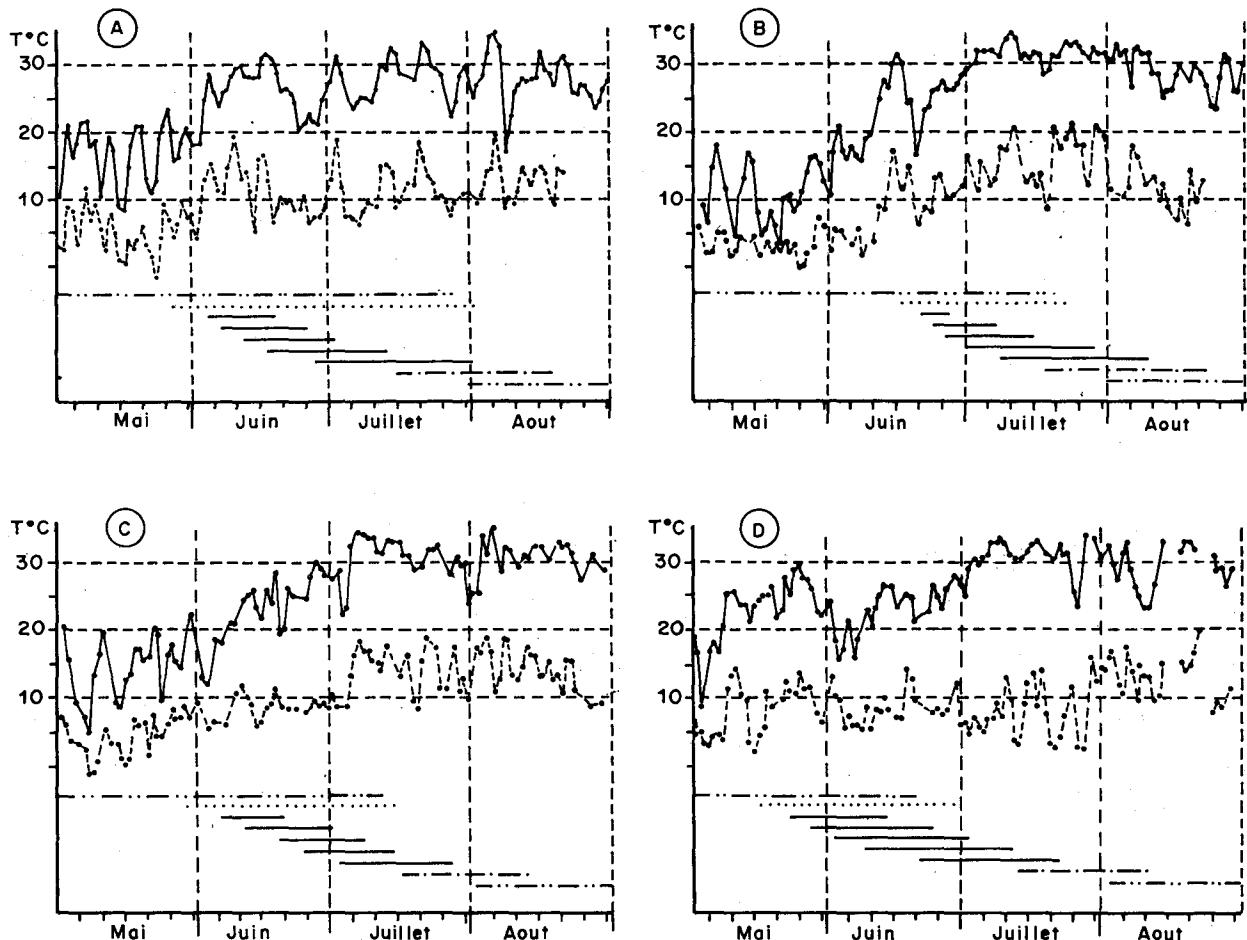


Figure 1 : Cycle de développement d'*A. undulana* (adultes : _____, œufs : _____, larves : _____ et chrysalides : _____) à Ras-Al-Ma en 1983 (A), en 1984 (B), en 1985 (C) et en 1986 (D) et l'évolution des températures maximales (—) et minimales (---) journalières de l'époque.

INCUBATION : DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

Il est évident que l'élévation des températures, dans certaines limites, favorise le développement embryonnaire. Faute d'avoir observé une femelle en train de pondre, nous ne pouvons faire de liaison entre le développement embryonnaire et les températures enregistrées sur le terrain. Par manque de moyens appropriés, nous n'avons pas pu faire d'élevages. Cependant, des pontes prélevées vers mi-juin 1986 et mises au réfrigérateur à une température d'environ 8° C n'ont pas éclos. Ces œufs sortis du froid fin juillet, présentaient, par transparence, des embryons à terme, qui ont en éclos dans les 24 heures qui ont suivi. Les faibles températures peuvent allonger l'incubation et les fortes la raccourcir. Néanmoins, les fortes températures peuvent être néfastes pour l'embryon, c'est ce qui explique, probablement, la rencontre d'œufs avortés pendant le mois de juillet.

DEVELOPPEMENT LARVAIRE

Bien que les pontes d'*A. undulana* soient très étalées dans le temps, les larves L1 ne sont présentes dans la nature que pendant une période limitée (fig. 1). Des œufs, prélevés en juillet, après disparition des L1 et mis en élevage, éclosent au laboratoire et donnent des larves qui commencent aussitôt à se déplacer pour chercher de la nourriture. Les larves, écloses tardivement, ne trouvent pas sur le terrain des conditions favorables de température et d'hygrométrie. Elles ont un tégument fin et doivent être très sensibles à la dessiccation. La fin des L1 correspond, en général, à une augmentation des températures et à un abaissement de l'hygrométrie (fig. 1). Le fait que les éclosions se font à la fin de la journée et pendant la nuit est un argument en faveur de cette hypothèse.

Malgré l'importance du retard observé dans la ponte en 1984 (fig. 1 B), il y a accélération du développement provoquant l'émergence des imagoz par rapport aux trois autres années. En outre, malgré la précocité dans la ponte, observée en 1986, le développement est ralenti par rapport aux trois autres années (fig. 1 D). Tout se passe comme si une précocité dans la ponte était suivie d'un ralentissement général du cycle. Cependant, la somme des températures journalières maximales (Mj), minimales (mj), des moyennes et des amplitudes thermiques pendant tout le cycle semblent montrer que les températures mj jouent un rôle important dans le développement et influencent par là le déroulement du cycle. En effet, la somme des températures mj, au cours du cycle, est comparable pour les quatre années d'observations (tableau 1 et fig. 2). Ainsi, un œuf de la tordeuse, pour donner un adulte, sur le terrain, a besoin, en moyenne, de $642,8 \pm 13,6^\circ\text{C}$ de température mj; les températures Mj oscillent entre 1300 et 1900° C. Le cycle est d'autant plus court que la température se maintiendra élevée pendant un temps bref.

Tableau I : Somme des températures journalières maximales (Mj), minimales (mj), des moyennes et des amplitudes thermiques au cours du cycle de développement (depuis le prélèvement des premiers œufs jusqu'à l'apparition des premiers adultes) des quatre années d'observations.

	1983	1984	1985	1986
ΣM_j	1615,80	1288,50	1618,50	1929,90
Σm_j	666,10	610,40	664,20	630,50
$\Sigma(M_j + m_j) / 2$	1140,95	949,45	1141,35	1280,20
$\Sigma(M_j - m_j)$	949,70	678,10	954,30	1299,40

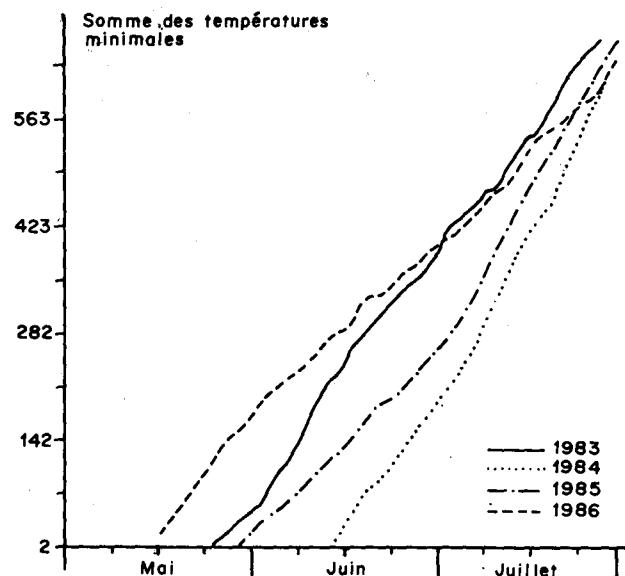


Figure 2 : Évolution de la somme des températures minimales journalières au cours du cycle de développement d'*A. undulana* (depuis l'apparition des premiers œufs jusqu'à l'émergence des premiers adultes) pendant les quatre années d'observations.

Le retard observé dans l'apparition des pontes en 1984 par rapport aux autres années (tableau 2), va en diminuant avec la succession des différents

stades, en fonction de l'augmentation des températures mj. En effet, 1984 a connu une augmentation des températures mj à partir de la fin du mois du juin et pendant tout juillet (fig. 1 B) ce qui a stimulé le développement et donné des adultes d'une façon précoce par rapport aux trois années d'observations. Par contre la précocité de la ponte observée en 1986 n'est pas maintenue jusqu'à la fin du cycle, pour faire de cette année une période tardive sur le plan développement de la tordeuse par rapport à d'autres années (tableau 2). Ce ralentissement dans le cycle est dû principalement à la chute des températures mj pendant le mois de juillet (fig. 1 D) ce qui a défavorisé le développement et prolongé le cycle dans le temps.

Tableau 2 : Nombre de jours de retard observé à Ras-Al-Ma entre les quatre années prises deux à deux (la première par rapport à la deuxième dans chaque colonne) dans l'apparition des différents stades de développement d'*Acleris undulana*.

	84/83	83/85	83/86	84/85	84/86	85/86
Oeuf	20	5	8	15	28	12
L1	16	4	10	12	26	14
L2	15	6	8	9	24	14
L3	13	9	8	4	21	17
L4	12	9	6	3	18	15
L5	10	7	4	3	14	11
Chr.	2	3	0	- 1	2	3
Adul.	- 1	3	- 4	- 4	- 5	- 1

Les deux années 1983 et 1985 ont connu un état intermédiaire entre les deux extrêmes 1984 et 1986 sur le plan développement de la tordeuse. Ceci est dû à l'augmentation des températures mj pendant le mois de juin et leur diminution pendant juillet en 1983; le contraire s'est produit en 1985 où les températures mj ont diminué en juin et augmenté en juillet (fig. 1 A et C).

Les températures Mj sont probablement sans effet apparent sur le développement de la tordeuse. En effet, en dépit du rapprochement des moyennes relatives aux années 1984, 1985 et 1986, pendant les mois de juin et de juillet (tableau 3), on note une grande variation dans les cycles de développement correspondant.

Les températures Mj qui dépassent quelquefois

en juin (et souvent en juillet) 30° C agissent, probablement, par ralentissement ou par inhibition du développement, comme c'est le cas pour *Lymantria dispar* (L.) (Lep. Lymantriidae). En effet, chez cet insecte, des températures au dessus de 28° C ne favorisent pas le développement des larves et ces dernières n'achèvent par leur développement si les températures dépassent 32° C (DOANE & MC MANUS, 1981). En outre 30° C est un seuil léthale pour certaines larves de Lépidoptères, comme *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lep. Thaumetopoeidae) processionnaire du pin (DEMOLIN, 1969).

Tableau 3 : Moyennes mensuelles des températures maximales pour les mois de juin et de juillet des années 1984, 1985 et 1986.

	1984	1985	1986
Juin	23,4	22,4	22,4
Juillet	31,4	30,6	30,9

D'après nos observations sur le comportement des chenilles, nous avons constaté qu'elles se mettent à l'abri, par temps chaud et selon les stades, dans leur loge ou parmi le feuillage. En effet, les larves L4 et L5 ne se nourrissent à l'air libre, pendant la journée, que quand les températures sont relativement basses (le matin ou en fin de l'après-midi) et probablement aussi pendant la nuit; les autres stades ont probablement le même comportement dans de pareilles circonstances.

Début juin, 1983, nous avons coupé des branches, portant des chenilles, mises ensuite au congélateur, à une température inférieure à 0° C. Fin juin, les chenilles étaient encore vivantes au stades suivants : 4L1, 8L2 et 3L3.

En outre, la durée du développement larvaire au laboratoire (fig. 3) est réduite de plus que la moitié de la durée normale dans le Moyen-Atlas (19 jours pour une moyenne de 43 jours). Les températures correspondantes (fig. 3) varient peu dans le temps et sont suffisantes pour favoriser le développement larvaire de la tordeuse (notamment mj). En effet, la température mj, obtenue au laboratoire, oscille autour de 20° C, valeur supérieure à la moyenne des mj enregistrées dans le Moyen Atlas pendant le mois de juillet 1984 (15,8° C), année où le développement larvaire de la tordeuse a été accéléré. Ainsi, les températures enregistrées au

laboratoire, au cours du développement de la tordeuse, situées entre 20 et 25° C sont probablement des températures optimales pour le développement larvaire d'*A. undulana*.

Sur le plan pratique, un taux de développement accéléré peut réduire l'efficacité des parasites et des prédateurs par réduction du temps pendant lequel les stades critiques sont exposés; il peut probablement aussi réduire le nombre de bouquets ravagés.

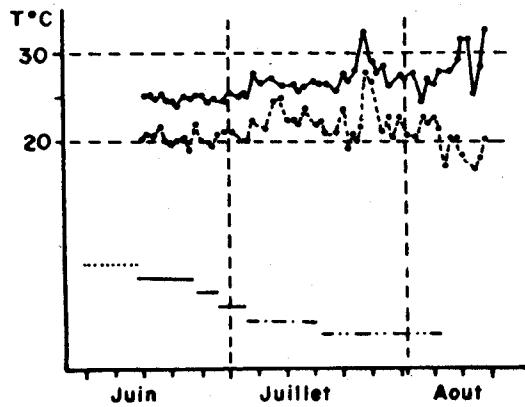


Figure 3 : Cycle de développement d'*A. undulana* (œufs : , larves : _____, chrysalides : _____ et adultes : _____) obtenu au laboratoire et évolution des conditions journalières de température maximale 0_____0 et de température minimale (.....).

NYMPHOSE

Le développement des chrysalides en 1984 est favorisé par l'augmentation des températures MJ et mj au cours de la deuxième quinzaine du mois de juillet (fig. 1 B), d'où une sortie précoce des imagos. Par contre pour une durée de la métamorphose estimée entre 8 et 23 jours, l'émergence des papillons s'est faite relativement en retard au laboratoire, où les conditions de températures peuvent être considérées comme «idéales».

On peut conclure, d'après la figure 1, que des minima et des maxima journaliers respectivement supérieurs à 15° C et à 30° C accélèrent la métamorphose d'*A. undulana*.

ADULTES

Les adultes émergent fin juillet - début août pendant la nuit, préfèrent-ils les températures modérées de la nuit ? et une hygrométrie plus

importante ?. Favorisés par les hautes températures de l'été, les adultes peuvent se déplacer sur de longues distances et permettre ainsi une large dissémination de l'espèce.

En hiver, les adultes supportent les faibles températures. Néanmoins, à une température de 4° C (en présence de neige) les imagos ne peuvent pas bouger. À 8° C, les papillons peuvent se déplacer sans voler, après quelques minutes ils se réchauffent et reprennent leur activité. À des températures supérieures à 15° C, les adultes volent sur de longues distances. Les hautes températures provoquent l'agitation des papillons de la tordeuse qui est suivie par l'épuisement des réserves et la mort précoce de l'adulte.

La diapause d'*A. undulana* est probablement induite par la photopériode courte et/ou les hautes températures de la fin de l'été et du début de l'automne qui assure (nt) le maintien de la diapause. Ces facteurs retardent la maturité sexuelle chez les femelles d'insectes (JOHNSON, 1963).

Le froid de l'hiver a probablement un rôle dans «le développement» de la diapause et sa levée (ROMOSER, 1973). TAUBER et TAUBER (1976) notent que, chez les insectes du printemps, la photopériode lève la diapause chez les espèces univoltines, cas d'*A. undulana*.

Nos expériences au laboratoire pour agir sur la diapause n'ont pas donné de résultats, faute de moyens appropriés pour agir sur la photopériode et sur la température et surtout de la difficulté d'élever les adultes de la tordeuse.

CONCLUSION

L'accroissement des températures, au printemps, place *A. undulana* dans des conditions thermiques favorables à la vitellogenèse et à l'oviposition. Cet accroissement des températures survient au moment où l'arbre hôte est en cours de débourrement. Une certaine concordance se fait donc dans le temps entre les deux phénologies : insecte-arbre, sans toutefois être une relation de cause à effet.

Le déclenchement de la ponte par des températures journalières maximales oscillant autour de 20° C nous permet de situer le commencement du cycle. Après quoi vient le rôle des températures journalières minimales dont l'accroissement accélère

le développement des stades larvaires. L'évolution de ces deux facteurs doit être notée sur le terrain et suivie de près dans le cas d'une éventuelle intervention par lutte chimique ou biologique.

Néanmoins, des facteurs micro-climatiques locaux liés à l'exposition et à l'altitude jouent aussi un rôle dans le développement d'*A. undulana* et ne sont pas à négliger pour autant.

Les conditions artificielles dont nous disposons rendent difficile l'élevage d'*A. undulana*. Pour cela, nous n'avons pas pu chercher les seuils de températures inférieures et supérieures du développement de cet insecte notamment le stade larvaire. Nous nous sommes donc contenté, en plus des conditions de quelques modestes élevages faits au laboratoire, des températures enregistrées sur le terrain à 4 km de la station d'étude pour expliquer certains aspects de la biologie de cette tordeuse.

Aux températures de l'air se pose le problème

micro-climatique au niveau de la branche d'un arbre en général et de son feuillage en particulier ou de la loge dans laquelle vit et se développe la larve. Cette cachette isolée de l'extérieur n'est pas soumise aux mêmes conditions de températures de l'air. A ceci s'ajoute l'orientation, l'aspect des bouquets d'aiguilles et la présence ou l'absence du vent et d'ombre qui modifient l'échauffement par radiation des loges larvaires. Pour ces raisons, HENSEN & SHEPHERD (1952) notent que le régime de température de l'insecte, vivant dans le feuillage, ne peut être supposé équivalent au régime de la température de l'air. Si non, comment les larves de la tordeuse peuvent-elles supporter des températures d'été dépassant largement 30° C. Les résultats rapportés ici, à propos des températures, ne constituent qu'un outil supplémentaire pour le praticien; alors que l'effet exacte des conditions du milieu sur la biologie de ce ravageur passe par des élevages de l'insecte dans des conditions bien contrôlées.

BIBLIOGRAPHIE

- ACATAY, G. (1952).- Sedir agaçlarına musallat olan *Acalla undulana* Wlsghm. *Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 1, : 83-86.
- CHAPLIN, S.B. and CHAPLIN, S.J. (1981).- Growth energetics of a migratory and non-migratory insect : the milkweed bugs. *Journal of Animal Ecology*, 50, 407-420.
- DEMOLIN G. (1969).- Bioécologie de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. incidences des facteurs climatiques. *Bol. Serv. Plagas Forestales*, n° 23, 1-14.
- DOANE, C.C. and Mc MANUS, M.L. (1981).- The gypsy moth : research toward integrated pest management. *U.S. Depart. Agric. Washington. D.C.*, 1-757.
- EKİCİ M. (1970).- *Acalla undulana* Wlsghm. nin biyolojisi ve mücadeleleri uzerine araştırmalar. Ormancılık Arastırma Enstitüsü Yayınları. *Teknik Bülten serisi*, n° 44, 1-37.
- HENSEN, W.R. and SHEPHERD, R.F. (1952). The effects of radiation on the habitat temperatures of the lodgepole needle miner, *Recurvaria milleri* Busck (Gelechiidae : Lepidoptera). *Canadian Journal of Zoology*, Vol. 30, 2, 144-153.
- JOHNSON, C.G. (1963).- Physiological factors in insect migration by flight. *Nature*, 198, 423-427.
- MOUNA, M. (1988).- La bioécologie et l'environnement biologique d'*Acleris undulana* Walsingham (Lep. Tortricidae, Tortricinae) ravageur du cèdre dans le Moyen Atlas marocain. Thèse d'Etat. Fac. Sci., Rabat, 1-140.
- ROMOSER, W.S. (1973).- The science of entomology. Macmillan, New York, 1-449.
- WALSINGHAM, R.H. (1900).- Asiatic Tortricidae. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 7, 5, 373-374.
- WIGGLESWORTH, V.B. (1972).- The principles of insect physiology. Methuen, London.

Adresse de l'auteur :

Institut Scientifique, Département de Zoologie et d'Ecologie Animale B.P. 703 Rabat-Agdal