

**BIOLOGIE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS
DES LEPIDOPTERES RAVAGEURS DU COTONNIER AU MAROC
ET ETUDE AUTOECOLOGIQUE DE L'UNE DES ESPECES
SPODOPTERA LITTORALIS (BOISD.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Lahoucine EL JADD *

Toutes ces données combinées conduisent à une augmentation du nombre des traitements et à un accroissement du coût de la production.

4° Période de désastre :

Les éléments de la période précédente s'amplifient et la culture n'est plus rentable.

5° Période de lutte intégrée :

Ayant atteint la crise complète, il faut, soit abandonner la culture, soit trouver et mettre en œuvre des techniques de lutte raisonnée ne se limitant pas à l'emploi des seuls insecticides.

Au périmètre du Tadla d'après nos constatations, nous sommes déjà en phase critique. En effet, les doses d'insecticides utilisées et le nombre de traitements chimiques effectués ne font qu'augmenter le prix de revient de la culture.

L'étude des ravageurs principaux du cotonnier que nous exposerons ici et qui s'intègre dans le cadre d'étude de la bioécologie des *Noctuidae* poursuivie par la D.R.A. a pour buts :

a d'approfondir la connaissance de la biologie et de la dynamique des populations des insectes déprédateurs du cotonnier (principalement *S. littoralis* peu connue au Maroc jusqu'à présent) afin de mieux les contrôler. Il s'ensuit, d'une part une réduction des prix de revient de la culture, d'autre part, corrélativement à la diminution de l'emploi des insecticides, un ralentissement de l'évolution de la situation vers la phase de désastre du schéma de SMITH :

b de connaître la bioécologie et la dynamique des populations de *S. littoralis* au Maroc et de définir une méthode d'échantillonnage simple permettant de prévoir ses attaques et d'établir des avertissements agricoles.

L'étude sera présentée en deux parties :

— Dans la première, nous exposerons et discuterons les résultats d'observations, concernant les ravageurs du cotonnier, effectués durant quatre années au Tadla. Les généralités sur la région principale où se situe l'étude précéderont cette présentation.

— La deuxième partie sera consacrée à l'étude approfondie de la biologie et de la dynamique des populations de *S. littoralis* au Maroc (principalement au Tadla : cette espèce y est mal connue et y cause de gros dégâts aussi bien sur cotonnier que sur d'autres cultures maraichères, industrielles et fourragères.

Les cultures du périmètre du Tadla dans la région de Béni-Mellal, site principal de nos observations, font l'objet de déprédations importantes de la part de ces insectes nuisibles. Le cotonnier, par ses particularités anatomiques et morphologiques semble, en effet, notablement favoriser les attaques des ravageurs

— le feuillage abondant, maintenu vert par les irrigations, attire durant la période de ponte les insectes adultes.

— les capsules fournissent des réserves alimentaires importantes pour les ravageurs et un abri contre les prédateurs et les traitements pour certains d'entre eux (*Pectinophora gossypiella* Saund. notamment).

L'évolution des dégâts dus aux ravageurs du cotonnier dans la plaine du Tadla, s'intègre parfaitement dans le cadre tracé par RAY F. SMITH (1969) qui définit les cinq périodes suivantes dans l'évolution de la situation phytosanitaire des cultures cotonnières dans le monde :

1° *Période de subsistance :*

Culture de type primitif, production faible, peu ou pas de production par des insecticides.

2° *Période d'exploitation :*

En régions chaudes, le cotonnier est souvent cultivé dans les zones nouvellement irriguées, Sa protection contre une « population naturelle » de ravageurs aboutit à une progression rapide et économiquement rentable des rendements.

3° *Période critique :*

Après un nombre variable d'années de période d'exploitation et l'utilisation de fortes doses de produits insecticides, on constate :

a qu'il est nécessaire d'augmenter les doses d'insecticides pour obtenir un contrôle valable,

b qu'il faut commencer plus tôt et prolonger la période de traitement,

c que les populations de ravageurs réapparaissent très vite après les traitement du fait de l'accoutumance des insectes aux toxiques utilisés. De ce fait, de nouveaux insecticides ou de nouvelles associations de produits insecticides sont utilisés. Les doses et les cadences de traitement sont augmentées .

b des insectes qui ne causaient que peu ou pas de dégâts à la culture peuvent devenir économiquement gênants.

Le cotonnier est une plante textile qui occupe une place importante dans les programmes de mise en valeur des périmètres irrigués au Maroc. En dehors de son intérêt économique sur le plan national, le cotonnier présente un double avantage : la culture bien conduite et bien protégée contre les ravageurs peut, d'une part assurer des rendements élevés, d'autre part s'intégrer dans les différents types d'assolements existants ou prévus. Ceci fait du cotonnier une des principales plantes cultivées pour exploiter les importants aménagements hydrauliques.

Au Maroc, le cotonnier est cultivé dans les zones suivantes :

TADLA	14 000 ha environ
GHARB	2 500 ha environ
DOUKKALA	2 300 ha environ
HAOUZ	1 000 ha environ

La plaine du Tadla reste de loin la région, cotonnière marocaine la plus importante.

Depuis quelques années, les problèmes posés par les insectes pyhytophages sur le cotonnier et sur d'autres cultures semblent avoir pris beaucoup d'importance au Maroc probablement pour les raisons suivantes :

- multiplication des exploitations intensives suite à une augmentation des superficies irriguées .
- utilisation de variétés agronomiquement intéressantes mais peu rustiques ,
- diversité des espèces végétales cultivées d'où dérive la présence d'une succession de plantes hôtes favorables à différents savageurs polyphages.
- utilisation non raisonnée des produits phytosanitaires favorisant la sélection de souches résistantes d'insectes.

Les travaux entrepris par la Direction de la Recherche Agronomique (D.R.A.) ont principalement porté sur l'étude des Lépidoptères de la famille des *Noctuidae*, groupe d'insectes auquel appartiennent les principaux ravageurs des plantes cultivées. En effet, bien que leurs attaques n'aient au Maroc ni la soudaineté ni le caractère spectaculaire des invasions de criquets migrants (*Locusta migratoria* L. et *Schistocerca gregaria* Forsk.), huit espèces de Noctuelles dont trois principaux ravageurs du cotonnier (*Helicoverpa armigera* Hb., *Spodoptera littoralis* Boisd. et *Earias insulana* Boisd.) ravagent chaque année des surfaces importantes dans tout le pays.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'importance de la culture du cotonnier, dans le périmètre du Tadla et plus généralement à l'échelle marocaine, a orienté notre travail durant ces cinq dernières années vers l'étude des ennemis principaux de cette culture. En premier lieu, des précisions ont été apportées sur les dégâts, la biologie et la dynamique des populations des quatre lépidoptères comptant parmi les ennemis les plus redoutables du cotonnier au Maroc, à savoir *E. insulana*, *P. gossypiella*, *H. armigera* et *S. littoralis*.

La situation de ces quatre lépidoptères, parmi d'autres économiquement importants au Tadla a, par ailleurs, été discutée.

Pour aborder cette étude nous avons utilisé différents moyens:

a - Le piégeage lumineux nous a permis de suivre la dynamique de vol neuf espèces de lépidoptères dont les quatre ennemis du cotonnier.

b - Le prélèvement de plants de cotonnier sur différentes zones du périmètre irrigué du Tadla complété par des prélèvements de fleurs et des observations visuelles sur place nous ont permis d'apporter des précisions sur la biologie d'*E. insulana*, de *P. gossypiella*, d'*H. armigera* et de suivre la dynamique de leurs populations larvaires dans les champs de cotonnier. En ce qui concerne *S. littoralis*, noctuelle qui prend de plus en plus d'importance économique au Maroc, les relevés par arrachage de pieds de cotonnier donnent une idée peu précise sur le stade de l'évolution du ravageur. Aussi avons-nous étudié *S. littoralis* sur luzerne, une de ses plantes hôtes disponible toute l'année dans la région principale de l'étude.

c - Pour étudier la biologie de *S. littoralis*, outre le piégeage lumineux, trente pièges sexuels furent installés dans les principales régions agricoles marocaines. Uniquement vingt d'entre eux ont fourni des résultats utilisables du fait de la continuité de leur fonctionnement. Conjointement à ces deux types de piégeage destinés aux adultes, des échantillons sur luzernières de la D.R.A. à Béni Mellal, prélevés de façon hebdomadaire et durant deux années, soit par prélèvement d'une surface connue de luzerne

(quadrat) soit par filet fauchoir, ont permis d'étudier la dynamique des populations larvaires. Les résultats obtenus nous ont amené à poser la question de survie de l'espèce dans certaines zones marocaines et d'effectuer des expériences au laboratoire durant une année et demie pour y répondre.

Dans les lignes qui suivent, nous essayons de résumer les principaux résultats obtenus au cours de l'ensemble de l'étude conduite.

1 - *E. insulana*

Premier lépidoptère rencontré sur cotonnier dès le stade 4-6 feuilles ; cette noctuelle effectue de 3 à 4 générations annuelles au Tadla. La première est économiquement peu importante. Elle est dépendante des conditions climatiques de l'automne et de l'hiver précédents. Celles-ci agissent à la fois sur le développement de l'insecte (sans diapause) et sur celui de ses plantes hôtes adventices. Cette génération se situe généralement en mai-juin et s'attaque aux bourgeons terminaux des plants de cotonnier.

La deuxième génération apparaît en juillet-août et s'attaque surtout aux boutons floraux. Elle est très échelonnée dans le temps et dans l'espace, conséquence de l'échelonnement des dates de semis d'une part et de la date de passage de l'insecte sur le cotonnier d'autre part.

La troisième génération, relativement plus groupée, est observée au Tadla en août début septembre et elle s'attaque presque exclusivement aux capsules.

Une quatrième génération, plus ou moins important selon les années, peut avoir lieu en septembre - octobre, surtout sur semis tardifs, avant la migration de l'insecte sur ses plantes hôtes hivernales. Ce fait met en relief l'importance de la date de semis du cotonnier et de la suppression des malvacées sauvages, plantes hôtes de cette noctuelle.

2 - *P. gossypiella*

Deux à 3 générations chevauchantes se développent sur cotonnier avant l'entrée en diapause de cet insecte. Ses dégâts sont relativement faibles avant l'apparition des capsules et ce n'est qu'en fin juillet - début août que les populations larvaires deviennent très importantes. La solution au problème posé par le « ver rose », bien que connue, n'est pas encore pratiquée au Tadla. En réduire la population de chenilles diapausantes.

3 - *H. armigera*

Dès l'apparition des boutons floraux, cette noctuelle s'attaque aux organes fructifères du cotonnier. Trois générations se développent sur cette plante et ce sont les deux premières qui lui causent le maximum de dégâts en juin - juillet - août. La première génération s'attaque aux jeunes organes fructifères. Ceux-ci tombent et le plant réagit par un nouveau départ de fructification qui coïncide à peu près avec la deuxième génération, ce qui provoque un retard dans le déroulement de la fructification et permet une intervention plus marquée des autres ravageurs (*E. insulana* surtout) en fin de saison. Par ailleurs, cette noctuelle est migratrice et les pontes peuvent devenir importantes en peu de temps.

4 - Dynamique de populations larvaires des quatre insectes sur cotonnier et leur contrôle au Tadla.

Les quatre espèces (*S. littoralis* comprise) sont rencontrées sur cotonnier dès l'apparition des fleurs. Ce sont jeunes stades qui sont les plus rencontrés surtout en ce qui concerne *H. armigera* et *S. littoralis* qui sont relativement peu endophytes. Les premières apparitions sont facilement contrôlables par les insecticides du fait du volume foliaire relativement faible à cette époque. Néanmoins, comme la croissance du cotonnier est très active à cette époque (2 cm en moyenne/jour), une semaine suffit pour voir apparaître une quantité importante d'organes jeunes. Comme ceux-ci vont porter le maximum de fructification, ils doivent donc être bien protégés pour ne pas assister à de grosses peries et à un retard dans les dates de récolte. Des traitements systématiques tous les dix jours où la recherche d'une solution biologique sont donc nécessaires en cette période de croissance active de la plante. Il faut signaler qu'au niveau du périmètre du Tadla, celle-ci est plus longue qu'elle ne devrait être du fait du trop grand étalement des dates de semis.

La courbe globale des quatre insectes pour les quatre années (fig. 21) fait apparaître que les traitements chimiques sont loin de maintenir basses les populations d'insectes pour les diverses raisons que nous avons énoncées (les principales étant le non respect de l'assolement et de l'homogénéisation des semis). Après l'arrêt des interventions chimiques nous avons d'autre part constaté que la population d'insectes atteint un niveau relativement élevé avant la fin de la récolte. Une intervention à cette époque pourrait probablement être bénéfique pour réduire le « stock » d'insectes pour l'année suivant (insectes sédentaires notamment).

En ce qui concerne les moyens de protection actuels de la culture, un résumé très succinct des produits phytosanitaires

que nous avons essayé s'est donné. Une comparaison entre différentes méthodes de leur application a été faite et seule la méthode CLV (30 l de bouillie/ha) peut donner des résultats économiques appréciables dans les conditions actuelles de culture au Tadla.

Le prélèvement de fleurs de cotonnier semble pouvoir donner une bonne idée de l'évolution des quatre déprédateurs du cotonnier (y compris pour *S. littoralis* relativement moins représentée dans les prélèvements de plants entiers). Ce sont surtout les chenilles jeunes qui sont les plus rencontrées sur fleurs. Toutefois, la floraison ne dure qu'une partie du cycle végétatif de la plante surtout si une bonne protection est assurée au départ pour permettre à la plante de garder ses capsules, donc de réduire la production de boutons floraux.

La fleur, une fois ouverte, ne reste que trois jours sur le plant. Le prélèvement de plants entiers reste donc, à notre avis, bien que le dépouillement soit fastidieux, la meilleure méthode d'estimation des populations des lépidoptères déprédateurs pour l'avertissement agricole, exception faite bien entendu pour *S. littoralis* et dans une certaine mesure pour *H. armigera*.

5 - Comportement de deux espèces de cotonnier vis à vis de ces lépidoptères.

Pour une même année la variété Caroline queen (*G. hirsutum*) plus endommagée que Pima 67 (*G. barbadense*) du fait de sa précocité. Ceci nous amène à déduire que l'importance des populations d'insectes, donc des dégâts sur cotonnier, sont dépendants de l'état phénologique de la plante. A certaines époques le cotonnier est préférentiellement choisi comme support de ponte par les ravageurs. La phase de préfloraison semble notamment être la plus attractive.

6 - *S. littoralis*.

La dynamique des vols de cette noctuelle pour chaque région a été déterminée par piégeage sexuel. D'après les résultats de piégeages lumineux à Afourer, et sexuel dans différentes zones du Maroc, complétés à la fois par des prélèvements sur luzerne par carrés et au filet fauchoir dans trois stations au Tadla, et par des observations visuelles sur le périmètre, on peut dégager les points suivants :

a - On observe à peu près le même rythme de vol avec les deux types de pièges. Cependant en début de saison, les vols sont numériquement plus importants au piège sexuel. Ce dernier

permet donc, dans la plupart des cas, une meilleure détection du début du premier vol de densité généralement faible.

b - Les périodes de vols massifs sont beaucoup plus nettes avec le piège sexuel. En effet, dans certaines zones, nous avons capturé plus de 5.000 adultes par nuit. Ce type de piège de contrôle facile est donc très utile en matière d'avertissement agricole. On peut penser qu'il puisse aussi être utilisé comme moyen de lutte, vu le nombre de mâles capturés. Ceci serait possible s'il ne suffisait pas d'un seul accouplement pour que les femelles pondent des œufs fertiles pendant plusieurs jours et qu'un seul mâle ne puisse pas en féconder plusieurs.

c - Les attaques les plus fortes sur luzerne au Tadla ont lieu généralement en juillet-août et les dégâts sont surtout importants sur petites parcelle.

d - Le filet fauchoir peut être utilisé pour déceler le début des attaques de cette noctuelle sur luzerne, mais il ne donne pas une idée précise sur la densité de populations larvaire, ceci étant lié au comportement de cette espèce.

e - Les prélèvements sur luzerne nous ont permis aussi de constater que *S. exigua* suit à peu près le même rythme de développement dans le temps et au Tadla, que *S. littoralis*. Par ailleurs, pour la première espèce, le filet fauchoir est plus intéressant sur luzerne que les prélèvements par carrés. Quant à *H. armigera*, c'est un ravageur très peu rencontré sur luzerne à Béni Mellal.

f - Dans certaines régions. *S. littoralis* est capturé durant toute l'année (Melk-Zhar, Aïn Lahjar et Zemamra). Dans d'autres (Béni Mellal) aucune capture n'est enregistrée en hiver et les premiers adultes proviendraient donc soit d'insectes ayant hiverné sur place, soit d'insectes immigrés, soit des deux à la fois.

Avant de dire laquelle des deux éventualités est la plus plausible, nous résumons les résultats obtenus au laboratoire au cours des expériences réalisées pour aborder la question de l'hivernation de l'espèce :

Les zéros de développement larvaire et nymphal sont respectivement 11 et 13° C et l'optimum est voisin de 25° C.

— Le développement larvaire peut durer de deux mois à 15° et 18° jusqu'à cinq mois à 12°, 13° et 14° C.

— La durée moyenne de développement nymphal varie de 64 jours à 8 jours respectivement à 14° et 28° C.

— Il y a en général plus de femelles écloses et morphologiquement normales que de mâles.

— Chez les chrysalides en températures alternées, plus la faible température de la thermopériode est basse, plus la durée nymphale est prolongée. Si cette température est très inférieure au zéro de développement (11° C) elle semble ne pas avoir d'effet sur la durée du développement larvaire. Au contraire, si elle est proche de 11° C, elle rallonge cette durée. Néanmoins, l'action des températures basses alternées avec une température relativement favorable se manifeste par l'augmentation du taux de mortalité aux différents stades ainsi que par l'accroissement de la proportion d'adultes déformés.

— Les taux d'éclosion des chrysalides ainsi que la fertilité diminuent avec la durée de séjour des jeunes chenilles à 11° C. Cependant, dans les conditions naturelles, il semble que cette durée de séjour aux températures fluctuantes autour du zéro de développement n'affecte pas le devenir des chenilles survivantes au moment favorables à leur développement.

— La durée de séjour, au bout de laquelle on assiste à une mortalité totale chez les chrysalides exposées à différentes températures relativement basses testées, est donnée (70 jours au maximum). Un séjour plus ou moins prolongé des nymphes aux températures inférieures à 13° C affecte la morphologie et la fertilité des adultes obtenus.

— Aucun développement nymphal n'est enregistré aux températures inférieures à 11° C. Les chrysalides survivantes éclosent en général entre 15 et 20 jours après leur passage à 21° C. Il semblerait alors que les chrysalides soient en état de quiescence aux températures inférieurs à 11° C.

g - Le nombre de générations est difficile à donner avec précision. L'étalement des pontes au début des infestations annuelles a pour résultat un étalement amplifié et une délimitations nettes des générations successives. Cependant, compte-tenu des résultats obtenus, aussi bien au champ qu'au laboratoire, et des conditions climatique de Beni-Mellal nous pouvons distinguer 6 à 7 générations chevauchantes dans cette région. Le schéma approximatif de ces générations serait le suivant :

1ère génération :	début avril	— mi juin
2ème génération :	mi juin	— mi juillet
3ème génération :	mi juillet	— mi août
4ème génération :	mi août	— mi septembre
5ème génération :	mi septembre	— mi octobre
6ème génération :	fin octobre	— fin décembre
7ème génération :	fin décembre	— début avril

La septième génération se développe sur betterave précoce. En effet, nous avons rencontré des chenilles de troisième et quatrième stades sur cette plante en janvier 1975 et en février 1979. Selon les années, la première génération a lieu soit sur betteraves tardives, soit directement sur luzerne et passe le plus souvent inaperçue selon les conditions hivernales. Elle provient à la fois d'adultes ayant passé l'hiver sous forme de chrysalides dans les luzernières et d'adultes qui ont accompli leur développement sur betterave précoce si les conditions le permettaient. L'hivernation de *S. littoralis* sous forme de chrysalides au Tadla (région à hiver relativement court) a été démontrée par leur résistance au froid et par prospection au champ. En ce qui concerne ce dernier point, nous avons trouvé sur billons de la luzernière de la S.R.C. dix chrysalides vivantes le 13.9.79 et huit le 16.1.79.

h - Cycle évolutif global de *S. littoralis* au Maroc. D'après nos résultats de piégeages sexuels, *S. littoralis* vole dans certaines zones (notamment le littoral atlantique) durant toute l'année alors qu'aucune capture n'a été enregistrée en hiver dans d'autres (Béni Mellal). En tenant compte de ce qui passe à Béni Mellal, et d'après tout ce que nous avons vu sur ce sujet, il semble que, contrairement à ce que cite HMIMINA (1979), cette noctuelle hiverne dans presque tous les périmètres marocains principalement sous forme de chrysalides, mais également sous forme de chenilles. Néanmoins, la proportion d'insectes hivernant à l'état de chenilles varie beaucoup avec les conditions climatiques de l'année pour la région considérée. Le fait que cette proportion de chenilles hivernantes soit très faible entraîne des vols relativement plus nets au printemps (cas de Béni Melal en 1976). Au contraire, si les conditions climatiques permettent, pour l'année la région considérée, l'hivernation des chenilles, les vols printaniers sont moins délimités (cas de Zemamra en 1977).

Néanmoins, la présence de mouvements annuels de populations entre zones marocaines et probablement entre le Maroc et

le sud de l'Espagne ne peut être exclue. Les écarts numériques entre captures au piège sexuel, d'une nuit à l'autre, observés dans certaines zones laissent supposer l'existence de tels mouvements.

Dans les conditions marocaines, les composantes « populations hivernantes » et « populations immigrantes », conditionneraient alors l'importance annuelle des infestations à l'échelle d'une zone donnée et interviendraient différenciellement soit d'une région à l'autre pour une même année, soit d'une année à l'autre pour une même localité, et ceci sous la dépendance étroite de la climatologie de la zone et pour période considérée.

Selon CAYROL (1965) et NOVAK (1976), la diapause et la migration sont deux pôles d'un même système dont la conséquence écologique est identique : rendre possible la survie en saison défavorable. Si l'on tient compte de cette définition, mise à part la fonction primaire de la migration (modalité d'extention dans de nouvelles localités) celle-ci n'aurait pas au Maroc le rôle essentiel qu'on lui accrédite habituellement. En effet, l'espèce peut se développer toute l'année sans difficulté dans certaines zones marocaines, alors qu'elle peut passer l'hiver sous forme de chrysalides dans d'autre. Cependant, même si la réinfestation de certaines zones au Maroc n'est pas une nécessité, la migration permettrait toutefois d'homogénéiser les populations en début de saison là où ces dernières se sont considérablement rarifiées durant l'hiver. Pour vérifier l'existence ou non des phénomènes de migrations, nous avons prévu dans notre programme d'étude un piègeage lumineux temporaire dans certaines zones privilégiées pour étudier les déplacements (cols du Haut-Atlas notamment).