

GUIDE POUR LA LUTTE BIOLOGIQUE ET INTÉGRÉE CONTRE LES PRINCIPAUX RAVAGEURS DE LA TOMATE ET DE L'ARTICHAUT EN TUNISIE

Kaouthar Grissa-Lebdi, Sabrine Attia, Asma Cherif, Wiem Hached, Awatef Ouni

Institut National Agronomique de Tunisie, Département Santé végétale et Environnement / LR14AGR02/BPIA



L'aleurode du tabac *Bemisia tabaci*

Hemiptera : Aleyrodidae

Les aleurodes sont des insectes piqueurs suceurs de sève qui occasionnent d'importants dégâts aux cultures maraichères.

Bemisia tabaci (Gennadius) est un nuisible assez proche de la mouche blanche *Trialeurodes vaporariorum* dans sa morphologie et son cycle biologique. Cette espèce peut se développer sur différentes variétés de plantes cultivées et sauvages. Elle provoque des dégâts directs en se nourrissant de sève et indirects en transmettant plus de 300 virus végétaux (Begomovirus, Crinivirus, Ipomovirus, Torradovirus...), entraînant des dommages économiques aux cultures.

Description morphologique

Le cycle de développement de *B. tabaci* comporte différents stades ; œuf, 4 stades larvaires, pupa et l'adulte.

Œuf : ovoïde allongé avec une hampe pédicellaire à sa base, de 0,2 à 0,3 mm de longueur, les œufs pédonculés sont déposés soit isolément, soit en

petits groupes, en cercles ou en spirales toujours sur la face inférieure de la feuille. D'abord brillant, lisse de couleur jaune verdâtre, deux jours plus tard, la couleur de l'œuf devient brun clair et finit par être gris foncé.



Œufs de *Bemisia tabaci* (X 70)
(INAT, 2022)

Stades larvaires :

L1 : Elle mesure de 0,2 à 0,3 mm de longueur et de couleur vert clair à jaune. C'est un stade baladeur qui cherche le site trophique adéquat et se fixe moyennant son rostre.

L2 et L3: Elles sont immobiles et transparentes de forme ovale et légèrement plus grandes que la larve L1. Les appendices sont réduits chez L2 et complètement

absents chez L3. La taille est entre 0,4 à 0,6 mm. La durée des trois premiers stades larvaires dure 2-4 js, elle varie en fonction de la température.

L4 : Elle est épaisse légèrement opaque, le corps est jaune verdâtre au pourtour plat sans filaments sur les côtés et de 0,9 mm de longueur à maturité et à ce stade les yeux rouges sont bien visibles.



(a) L1 (baladeur)



(b) L2



(c) L3



(d) L4

Stades larvaires de *Bemisia tabaci* (X60)
(INAT, 2022)

Pupa : Elle est de forme ovale, mesurant 0,8 mm de longueur, caractérisée par sa couleur jaune vif et

par les yeux rouges. La longueur et la forme de la pupa sont variables selon la plante hôte et la pilosité de la feuille. Ce stade pré-imaginal dure environ 6 js et va donner l'adulte.



Puparium de *Bemisia tabaci* (X60)
(INAT, 2022)

Adulte : Environ 1 mm de long, sort de l'enveloppe du puparium par une déchirure en forme de T. Il est

de couleur jaune opaque avec deux paires d'ailes blanches. Le corps et les deux paires d'ailes sont recouvertes d'une sécrétion poudreuse, cireuse, blanche à légèrement jaunâtre. Le mâle étant légèrement plus petit et plus mince que la femelle.

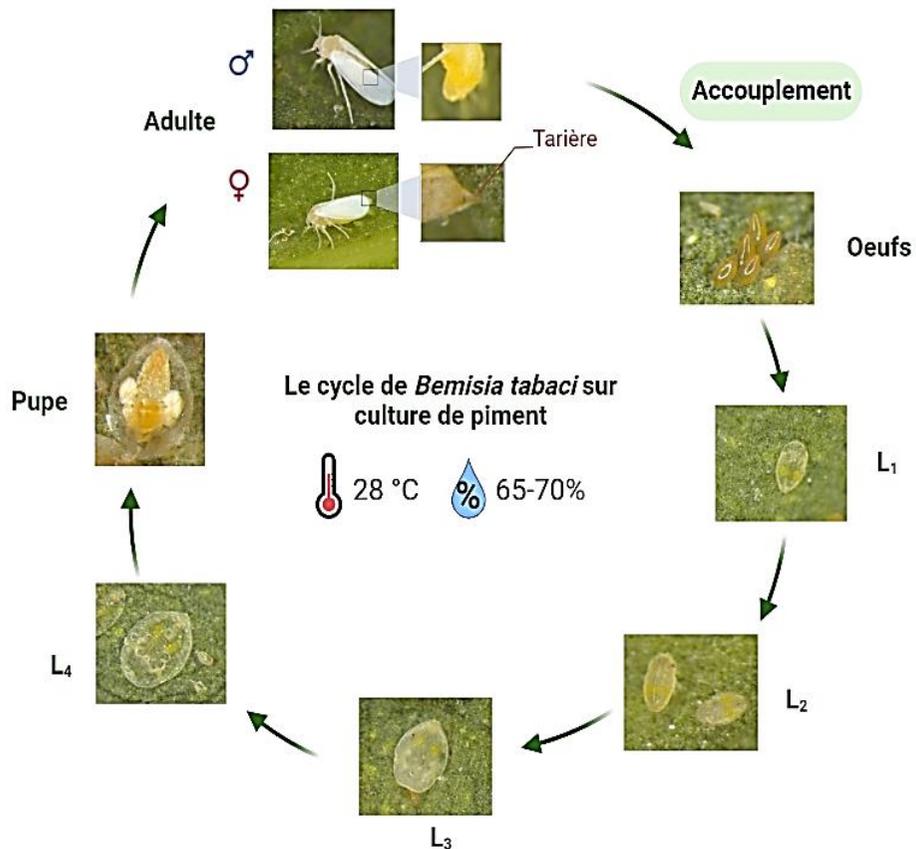


Adulte de *Bemisia tabaci* (X 25)
(INAT, 2022)

Cycle biologique de *Bemisia tabaci*

La durée du développement larvaire est très variable selon les conditions climatiques et la plante hôte considérée. Le stade adulte représente l'unique stade de propagation au niveau des plantes hôtes, sa durée de vie est de 30 à 45 jours.

Etant une espèce thermophile, les limites inférieure et supérieure de son développement sont respectivement de 13 à 16°C et 33 à 38°C. L'optimum de développement des stades immatures est de 32,5°C avec une durée de 20 et 56 jours à 30°C et 17°C respectivement.



Cycle biologique de *Bemisia tabaci* (INAT, 2022)

Critères de différenciation entre les deux espèces *B. tabaci* et *T. vaporariorum*

Ce sont deux espèces sympatriques de mouches blanches au niveau des serres tunisiennes. Sauf que *Bemisia* est dominante au niveau des serres et les parcelles de cucurbitacées.

Plusieurs critères permettent de distinguer ces deux espèces :

- Les œufs mûrs de *B. tabaci* sont jaunes et ceux de *T. vaporariorum* sont noirs.
- Les pupes de *B. tabaci* sont plus aplaties que celles de *T. vaporariorum* qui ressemblent à des petites boîtes rondes ciliées.
- Les adultes de *B. tabaci* sont plus petits et plus minces (ailes en « toit ») que ceux de *T. vaporariorum* qui ont une forme plus triangulaire (ailes en « delta »).
- Le TYLCV est transmis uniquement par *B. tabaci*.

	ŒUFS	LARVES	ADULTES
TRIALEURODES	 noirs		
BEMISIA	 jaunes		

Plantes hôtes

La mouche blanche est signalée sur plus de 200 genres botaniques regroupant plusieurs centaines d'espèces herbacées ou arbustives, sauvages ou cultivées illustrés dans le tableau n°1.

Tableau 1 : Les principales plantes hôtes des *Bemisia tabaci*

Catégorie	Famille	Espèce	Nom commun	
Plantes maraichères	Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.	Bourrache	
		<i>Solanum melongena</i> L.	Aubergine	
		<i>Capsicum annuum</i> L.	Poivron	
		<i>Capsicum frutescens</i> L.	Piment fort	
		<i>Solanum tuberosum</i> L.	Pomme de terre	
	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Haricot	
	Cucurbitaceae	<i>Citrullus vulgaris</i> L.	Pasteque	
		<i>Cucumis melo</i> L.	Melon	
		<i>Cucurbita pepo</i> L.	Courge	
		<i>Cucurbita mixta</i> L.	Courgette	
		<i>Cucumis sativus</i> L.	Concombre	
	Plantes aromatiques	Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Basilic
			<i>Origanum majorana</i> L.	Origan
<i>Mentha sp.</i>			Menthe	
<i>Mentha viridis</i> L.			Menthe verte	
<i>Lavandula coronopifolia</i>			Poiret	
<i>Salvia officinalis</i> L.			Sauge officinale	
<i>Melissa officinalis</i> L.			Mélisse	
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.			Romarin	
<i>Thymus serpyllum</i> L.			Thym serpolet	
Plantes ornementales	Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i> L.	Tagete	
	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Lantane	
	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibiscus	
		<i>Alcea rosea</i> L.	Rose trémière	

Plantes spontanées	Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amarante réfléchie
		<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amarante ou queue renard
		<i>Amaranthus blitoides</i> S.Watson	Amarante fausse blette
	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Laiteron maraicher
		<i>Conyza canadensis</i> L.	Vergerette du Canada
		<i>Senecio vulgaris</i> L.	Senéçon vulgaire
		<i>Cichorium endivia</i> L.	Chicoree frisée
		<i>Reichardia tingitana</i> L.	Reichardie de Tanger
		<i>Chamaemelum nictum</i>	Faux pyrethre
		<i>Picris echinoides</i> L.	Fausse vipérine
		Chenopodiaceae	<i>Chenopodium murale</i> L.
	<i>Chenopodium album</i> L.		Chenopode blanc
	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Liseron du champ
		<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	Liseron fausse guimauve
	Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	Mauve
	Lamiaceae	<i>Ajuga reptans</i> L.	Ivette masquée
		<i>Scutellaria hastifolia</i> L.	scutellaire
	Boraginaceae	<i>Heliotropium bacciferum</i>	Heliotrope
	Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Lotier cornicule
	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Ricin
	Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalide
	Brassicaceae	<i>Diploaxis catholica</i> (L.) DC.	Diploaxe
		<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	Bourse à pasteur
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	Morelle noire	
	<i>Datura stramonium</i> L.	Stramoine	
	<i>Nicotiana glauca</i> R.C. Graham	Tabac sauvage	
Urticaceae	<i>Urtica urens</i> L.	Ortie brûlante	
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill	Morgeline	
Geraniaceae	<i>Geranium molle</i> L.	Geranium mou	
Cucurbitaceae	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	Bryone dioïque	
Polygonaceae	<i>Rumex pulcher</i> L.	Oseille à feuille de violon	

Source : revue marocaine de protection des plantes, 2010

Diversité génétique

L'aleurode *B. tabaci* est une espèce complexe comprenant au moins 35 espèces morphologiquement indiscernables. Plusieurs espèces [Méditerranée (Med) et Moyen-Orient-Asie Mineure I (MEAMI), Afrique subsaharienne 2 (ASS2) et espèces d'Italie] du complexe ont été signalées dans le bassin méditerranéen à ce jour. En Tunisie, ce sont les espèces Med (Q) et MEAMI (B) qui sont les plus envahissantes et destructrices du complexe, ainsi que l'espèce rare SSA2. *B. tabaci* est présente dans les principales régions productrices de cultures tunisiennes.

En Italie, la plupart des spécimens de *B. tabaci* collectés dans tout le pays appartenaient aux espèces méditerranéennes (MED).

Dégâts et symptômes de *B. tabaci*

Dégâts indirects

- Formation de fumagine induite par l'excrétion de miellat qui se dépose sur les organes de la plante. Ce champignon riche en sucre, ralentit la photosynthèse et déprécie la valeur marchande des produits agricoles.

- Un vecteur très important de viroses: plus d'une centaine de virus lui sont inféodés, dont le plus important est le virus des feuilles jaunes en cuillère ou Tomato Yellow Leaf Curl Virus TYLCV sur tomate. En effet, *B. tabaci* acquiert le TYLCV en moins d'une heure au contact d'un plant virosé. Puis, après une incubation de 20 heures, l'aleurode devient virulifère. Cet organisme nuisible a été observé à plusieurs reprises dans le sud dans les cultures géothermales mais aussi dans les cultures en pleine champs au nord de la Tunisie. *B. tabaci* participe aussi à la transmission du Virus de la Chlorose de la Tomate ToCV qui provoque des plages jaunes caractéristiques entre les nervures de la tomate et une diminution du calibre des fruits.



Dégâts de *Bemisia tabaci* sur culture de piments sous serre aquaponique (INAT, 2022)

- Un vecteur de deux virus néfastes sur cucurbitacées, le virus du rabougrissement jaune des cucurbitacées CYSDV et le Virus du jaunissement nerveux du concombre CVYV. Ces virus provoquent une mosaïque sur le concombre et le melon et leur transmission se fait seulement par *Bemisia tabaci*.



Dégâts de *Bemisia tabaci* sur courge
(Khelidia, 2022)

- Un vecteur de ToLCNDV (*Tomato leaf curl New Delhi virus*) récemment signalé en Tunisie sur piment. En 2015, la maladie a été identifiée sur cultures de courgettes, concombres, melon et poivrons et récemment sur tomate. Sur courgettes, les plants sont rabougris, chlorotiques. Les

feuilles sont déformées, enroulées et présentent des mosaïques plus ou moins marquées.



Symptômes de ToLCNDV sur feuille de courge (Khelidia, 2022)

Dégâts directs :

- Les ponctions de sève du végétal sont considérées comme des dégâts directs pour cette raison le rendement de la culture diminue par l'effet d'une

chlorose et un dessèchement du feuillage. En effet, *B. tabaci* injecte une salive durant le processus de nutrition contenant des enzymes et des toxines qui perturbent les processus physiologiques des plantes hôtes ; de plus, ces toxines, affectent l'aspect des fruits et des feuilles en leur donnant un aspect irrégulier et argenté respectivement.



Dégâts de *Bemisia tabaci* sur feuilles de piments (INAT, 2022)

Les moyens de lutte biologique et intégrée

Lutte culturale : Désherbage

Pour éviter la transmission du TYLCV, il faut éliminer les adventices réservoirs du *B. tabaci* telles que les solanacées sauvages : la pomme épineuse (*Datura stramonium*), la morelle noire (*Solanum nigrum*) (Tab 1) et la convolvulacée (*Convolvulus arvensis*).

Le désherbage doit être effectué à l'intérieur et aux alentours des serres et en plein champ. Autour des serres de culture, il faut maintenir une zone propre dépourvue d'adventices de 3 à 6 m.

Les mauvaises herbes et les plantes virosées doivent être brûlées après leurs arrachages.

Lutte physique

L'installation de filets « insect-proof » de couleur blanche et de mailles inférieures à 0,80 mm sur 0,32 mm permet d'éviter la contamination des jeunes plants par la mouche blanche. Cependant, le maillage peut engendrer une augmentation de la température et de l'humidité relative dans la serre.

B. tabaci est attirée par la couleur jaune ce qui permet d'envisager l'emploi des pièges chromatique collants jaunes pour la surveillance et bandes « roller » engluées pour le piégeage en masse des aleurodes.



Méthodes de lutte physique (Takelsa, 2021)

Lutte biologique

Huiles essentielles

L'activité fumigante des huiles essentielles de *Citrus aurantium* (Sapindales : Rutaceae) a été évaluée comme alternative au contrôle de *B. tabaci*. Un effet pesticide significatif a été obtenu in vivo et dans des conditions de serre pour contrôler les aleurodes sur les aubergines avec des taux de mortalité de 100 % et 81 % respectivement.

Les champignons entomopathogènes

Les champignons entomopathogènes ont un mode d'infection unique qui implique la libération d'enzymes extracellulaires pour briser les principaux constituants de la cuticule de l'insecte.

Ces produits sont commercialisés à base de *Lécanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae*

Le traitement par *B. bassiana* donne des résultats comparables, voire plus importants, que ceux d'un insecticide connu efficace contre *B. tabaci*. Ainsi, et en tant que moyen de lutte biologique, il pourra être utilisé comme moyen de lutte contre ce ravageur associé aux cultures protégées et géothermiques.

Utilisation des ennemis naturels

Parasitoïdes

Encarsia formosa : un agent de lutte biologique spécialiste dans le contrôle des aleurodes (mouches blanches) dans les cultures ornementales et maraîchères. Cette minuscule guêpe parasitoïde de 0,6 mm de longueur est principalement utilisée contre l'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum*), mais permet aussi d'effectuer un certain contrôle sur les aleurodes du genre *Bemisia*. La femelle *Encarsia* pond ses œufs dans les larves d'aleurodes (troisième et quatrième stade larvaire). La larve d'*Encarsia* s'y développe et se nourrit des larves d'aleurodes. Après 10 à 14 jours, l'aleurode parasité noircit. Un nouvel adulte d'*Encarsia* émerge après 2 semaines.



***Eretmocerus* sp.** : originaire de la région méditerranéenne où il est souvent observé sous serres parasitant *B. tabaci* sur les légumes-fruits et autres cultures hôtes. *Eretmocerus* pond son œuf sur la face inférieure des feuilles sous les larves du deuxième ou du troisième stade de *B. tabaci*. Les premiers stades éclosent et pénètrent par la suite dans les larves des aleurodes. Le rapport approprié pour lutter contre *B. tabaci* par *E. mundus* est d'une femelle parasitoïde sur 20 larves de troisième stade larvaire d'aleurode.



Prédateurs

***Macrolophus* sp.** : prédateur très polyphage, qui a prouvé son efficacité dans le contrôle de nombreux insectes nuisibles des légumes de serre (aubergine, tomate, et concombre) en particulier les aleurodes, *M. caliginosus* est une punaise vert clair qui mesure 2,9 à 3,6 mm. Elle a des yeux rouges, et de longues pattes avec lesquelles elle se déplace vite, même sur des feuilles poilues.



Nesidiocoris tenuis : largement utilisé comme agent de lutte biologique contre les aleurodes et autres ravageurs des tomates cultivées sous serre. La température optimale pour la reproduction de *N. tenuis* se situait entre 20 et 30°C en fonction du développement, des données de reproduction et des exigences thermiques. Ce prédateur entraîne des réductions pouvant atteindre 98% de la population de *B. tabaci*.



Lutte chimique

Plusieurs classes différentes de produits de synthèse sont utilisées pour lutter contre la mouche blanche, y compris les néonicotinoïdes, les pyréthrianoïdes, les pyrétrines et les acides tétroniques spirocycliques phényl-substitués (tab 2).

Cependant, la lutte par les pesticides conventionnels devient de plus en plus difficile en raison de l'évolution de la résistance des aleurodes aux principes actifs, de la persistance chimique dans l'environnement et le mauvais impact sur les espèces non cibles et bénéfiques.

Tableau 2 : Liste des matières actives homologuées pour le contrôle de *Bemisia tabaci* en Tunisie

Substance active	Culture	Dose
Acétamipride	Cultures sous serres	50 cc/hl.
Azadirachtine	Piment, Tomate	100 cc/hl
Azadirachtine 32 g/L	Piment, Tomate	100 cc/hl
Borax	Tomate	320 cc/hl
Chorpyrifos + Gamma –cyhalothrin	Tomate	100 cc/hl - Traitement foliaire
Diafenthiuron	Tomate Cucurbitacées	60 ml/hl
Flupyradifurone	Tomate	60 cc/hl
Imidaclopride + lambdacyhalothrine	Piment, Tomate	30 cc/hl
Imidaclopride	Cultures s/serres	50 cc/hl
Imidaclopride	Piment, Tomate	15g/hl
Lambda-cyhalothrine	C. maraîchères	150 cc/ha
Milbemectin	C.maraîchères,	70 cc/hl
Oxamyl	Tomate	10 l/ha
Pymetrozine	Tomates	60 g/hl
Pyriproxyfene	Tomate	75 cc/hl
Pyrethrins	Tomate	160 cc/hl

Pyréthrine	Piment	75cc/hl (30 g s.a/ha)
Spinosade	Tomates s/serres	60 cc/hl
Spirodiclofen	Tomate	0,4 L/ha
Spiromesyfen	Piment	50 cc/hl
Spores de lecanicillum muscarium souche 1979	Tomate	1g/l de produit + 2.5 ml/l de addit (adjuvant)
Sulfoxaflor	Tomate	250 ml/ha
Teflubenzuron	Cultures maraîchères	30 cc/hl
Thiaclopride	Piment	30 cc/hl
Thiamétoxam	Tomates s/s	30 g/hl soit 600g/ha
Thiamethoxam + Lambda-cyhalothrine	Piment	100 cc/hl
Thiocyclame hydrogène oxalate	tomate	40 g/hl

Source : Index des produits phytosanitaires homologués en Tunisie, IP 2022

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae)

Tuta absoluta est un papillon actif la nuit. Il provoque d'importants dégâts sur tomate et autres solanacées cultivées ou sauvages. La lutte intégrée contre ce ravageur nécessite une bonne gestion entre les différentes méthodes disponibles vu qu'une grande partie de son cycle de développement se déroule à l'intérieur du plant ou dans le sol.

Description morphologique

Adultes. Ils sont de couleur grise tachetée de marron, ils ont une longueur de 5-7 mm. Ils possèdent des antennes longues et filiformes et des ailes frangées.



Adulte de *Tuta absoluta* (1)

Chrysalides. Les jeunes chrysalides sont de couleur verdâtre, alors que les plus matures sont de couleur brun foncé.



Chrysalide de *Tuta absoluta* (2)

Larves. La chenille de premier stade est de couleur crème avec une tête sombre. En passant du 2ème au 4ème stade larvaire, la couleur change du vert au rose clair. Tous les stades larvaires présentent une ligne dorsale rougeâtre au niveau du pronotum.



Larve de *Tuta absoluta* (3)

Œufs. Ils sont de forme ovale, de 0,38 mm de long et 0,21 mm de large. Les œufs nouvellement pondus sont de couleur blanc

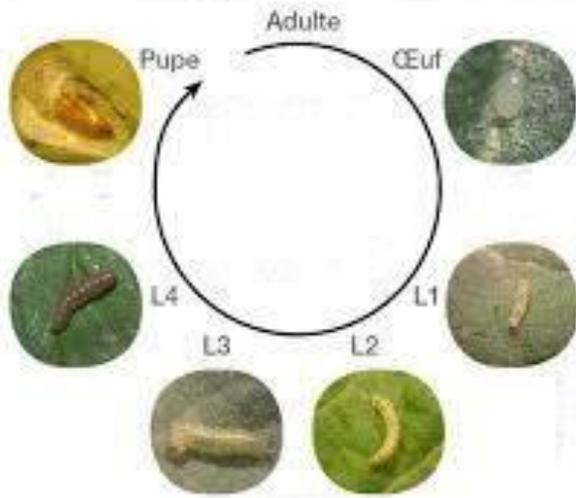
crème, ils passent ensuite au jaune et au jaune-orange tout au long de leur développement. Les œufs matures deviennent sombres et le contour noir de la ligne dorsale peut être vu à travers le chorion.



Œufs de *Tuta absoluta* (4)

Cycle biologique

Les femelles pondent de 40 à 200 œufs de préférence sur la face inférieure des feuilles (au 1/3 supérieur de la plante). Les larves de premier stade pénètrent dans le limbe et se nourrissent des tissus entre les deux épidermes creusant des mines à l'intérieur des feuilles. Les larves âgées quittent les feuilles pour se nymphoser dans le sol. Le cycle de développement comprend 7 stades : 1 stade œufs, 4 stades larvaires, 1 stade chrysalides et 1 stade adultes. L'espèce passe l'hiver aux stades œufs, chrysalides ou adultes.



Cycle biologique de *T. absoluta* (5)

T. absoluta est une espèce multivoltine; il peut y avoir jusqu'à 10 à 12 générations par an. En Tunisie, le cycle de vie de *T. absoluta* est en moyenne de 37,5 jours à 25°C ; elle hiberne entre janvier et mars sous serres. Généralement, c'est au niveau de la partie médiane du plant de tomate que se concentrent les larves et les galeries formées. Les larves peuvent, aussi, choisir de s'installer au niveau des fruits.

Plantes hôtes

- **Plantes cultivées.** L'hôte principal de *T. absoluta* est la tomate (*Lycopersicon esculentum*); elle est également présente sur pomme de terre (*Solanum tuberosum*); pepino (*S. muricatum*) et aubergine (*S. melongena*).
- **Plantes non-cultivées.** *T. absoluta* peut, aussi, évoluer sur les adventices comme la morelle noire (*Solanum nigrum*), la morelle de balbis (*S. sisymbriifolium*), la morelle à feuilles de chalef (*S. elaeagnifolium*), le pommier d'amour (*S. pseudocapsicum*), la stramoine commune (*Datura stramonium*), la stramoine épineuse (*D. ferox*), le tabac (*Nicotiana tabacum*), le tabac arborescent (*N. glauca*), le lycium (*Lycium* sp.), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le Coqueret du Perou (*P. peruviana*), la mauve (*Malva* sp.), le liseron des champs (*Convolvulus*

arvensis), le Chenopode blanc (*Chenopodium album*).

Symptômes et dégâts

Toutes les parties de la plante à différents stades de développement peuvent être infestées par *T. absoluta*. Les symptômes causés par les larves de *T. absoluta* sur plants de tomate peuvent être confondus avec ceux de *Liriomyza* sp. Cependant, les galeries de la mineuse de la tomate forment des plages tandis que celles des mouches mineuses sont en forme de tunnel et s'évasent progressivement. Les déjections de *T. absoluta* sont dans la galerie alors que celles de *Liriomyza* forment un étroit filet à l'intérieur de la galerie. Les chenilles de *T. absoluta* ont une forte préférence pour les feuilles et les tiges, mais elles peuvent être, également, trouvées au niveau des bourgeons, sous la couronne du fruit et dans le fruit lui-même qu'il soit encore vert ou alors mûr. Les mines sur les feuilles sont irrégulières et peuvent devenir plus tard nécrotiques. Les galeries sur les tiges peuvent freiner le développement général de la plante et entraîner la mort des jeunes plantules.



Feuille et tige de tomate portant des galeries de *T. absoluta* (6)



Fruit vert et fruit mûr de la tomate portant des galeries de *T. absoluta* (6)

Lutte biologique et intégrée contre *T. absoluta* sur tomate

Dès apparition de l'insecte, il faut d'abord utiliser les méthodes biologiques de lutte comme la lutte biotechnique (piégeage de masse, confusion sexuelle), les bio-insecticides (à base de microorganismes, d'extraits de plantes, d'huiles essentielles), les lâchers d'ennemis naturels

(parasitoïdes et prédateurs), pour ensuite passer à la lutte chimique.

Lutte préventive et culturale

- Utiliser des plants sains lors de la plantation
- Désherber à l'intérieur et aux alentours des champs et des serres en éliminant les plantes hôtes secondaires (comme la morelle noire) ; par la suite les détruire soit en les enfouissant dans le sol soit en les incinérant ou alors en les couvrant avec du plastique et en les exposant au soleil jusqu'à pourrissement.
- Labourer en profondeur le sol ce qui empêche l'émergence des adultes étant donné que les chrysalides sont enterrées en profondeur, d'où une interruption du cycle.
- Programmer une rotation des cultures avec d'autres plants non hôtes du ravageur.

- Une période de vide sanitaire de l'ordre de 4 à 6 semaines est recommandée entre deux cultures hôtes de *T. absoluta*.
- Résistance variétale : certaines variétés sont plus attractives et donc plus sensibles à *T. absoluta*. En Tunisie, la variété Ferrinz est plus attractive et plus sensible à *T. absoluta* que les variétés Chebli et Chams.
- Il faut s'assurer des besoins de la plante en fertilisation et irrigation afin de renforcer son immunité et lui permettre de supporter les attaques précoces.
- Eliminer les feuilles basales sénescentes au niveau des cultures sous serre (pratique assez courante chez les agriculteurs) puisqu'elles présentent un niveau élevé d'infestation par les larves de *T. absoluta*. Ces feuilles doivent être éloignées de la parcelle cultivée. Eliminer les feuilles (et les fruits) portant le nuisible en début d'attaque.
- Il est conseillé aux agriculteurs de vérifier l'étanchéité des serres et la réparation des trous au niveau du plastique. Installer des

doubles-portes ou SAS et utiliser des filets insecte-proof au niveau des ouvertures et des portes d'entrée avec une densité minimale de 9*6 mailles. En Tunisie, l'installation de l'insecte-proof, sous serres, ayant une densité de l'ordre de 8*6 mailles/cm² a été prouvée efficace contre /cm² et un diamètre inférieur ou égal à 1,6 mm *T. absoluta*.

- A la fin de la culture et après récolte, il faut ramasser immédiatement les déchets de récolte et le reste des plantations pour les détruire soit en les enfouissant dans le sol soit en les incinérant.

Lutte biotechnique

Monitoring ou surveillance de la population par les phéromones sexuelles

L'utilisation des pièges pour le monitoring aide à suivre l'activité de vol des adultes et le niveau d'infestation au niveau de la culture et donc à déclencher un programme de lutte approprié une fois le seuil de nuisibilité atteint. Les types de pièges utilisés.

- Pièges delta (portant une plaque engluée à la base avec la phéromone sexuelle).
- Pièges à eau sont les plus utilisés (bassine remplie d'eau et quelques gouttes d'huile végétale et la phéromone sexuelle).
- Pièges lumineux. Vu l'activité nocturne des adultes, les pièges vont capturer les mâles et les femelles de Tuta ; l'inconvénient est que ces pièges ne sont pas spécifiques à Tuta.



Pièges à eau et delta avec phéromones sexuelles (Tekilsa, 2021)

Au début de la culture, placer 2 pièges/ha à une hauteur de 25 cm avant la plantation et à 60 cm du sol au fur et à mesure que les plants de tomate grandissent. Compter le nombre d'adultes capturés une fois par semaine et remplacer l'eau ou la plaque engluée. La

phéromone est remplacée toutes les 3 à 4 semaines. Surveiller également les feuilles supérieures des plantes (étant les plus attractives pour la ponte de la femelle).

En Tunisie, le seuil de tolérance économique défini par le Ministère de l'agriculture pour *T. absoluta* est de 50 adultes/piège/semaine ou dès apparition des premiers symptômes sur feuilles, tiges ou fruits.

Piégeage de masse

- Le piégeage de masse est une technique qui implique de placer un nombre assez élevé de pièges dans la culture afin de capturer la proportion la plus élevée de mâles existants dans la population du ravageur.
- La densité des pièges recommandée est de 20-25 pièges/ha (soit 1 à 2 pièges/500m²) dans les serres et 40-50 pièges/ha en plein champs.
- L'utilisation combinée des pièges à phéromones sexuelles et des filets insecte-proof peut limiter les dégâts causés par *T. absoluta* en limitant le nombre de mines foliaires.

Bandes engluées et piégeage de masse

- Tuta roll . Un film transparent enduit de glu et imprégné de la phéromone de *T. absoluta* à libération lente. Tuta roll s'utilise en piégeage de masse tout en assurant une attraction ciblée du ravageur et permettant une réduction importante des populations. L'utilisation de Tuta roll est recommandée principalement sous serres pour les exploitations utilisant les auxiliaires comme moyen de lutte biologique. Ces bandes doivent être placées dans la serre entre les lignes et aux alentours à une hauteur de 1m du sol en laissant un espace de 15m entre les bandes (RUSSEL IPM, 2011).
- Optiroll Tuta+. Il s'agit d'un film jaune où la phéromone sexuelle de *T. absoluta* est incorporée à la colle gluante. La couleur jaune du piège permet de lutter en plus contre la mouche blanche et les pucerons ce qui constitue un meilleur rapport coût-efficacité pour la lutte contre ces trois ravageurs. Optiroll Tuta+ est spécialement

adapté aux serres où les auxiliaires ne sont pas utilisés comme moyen de lutte biologique. Ces bandes jaunes doivent être placées autour de la serre et entre les lignes (RUSSEL IPM, 2011).

- Horiver black Tuta. Plaques noires engluées, ayant une dimension de 25*40cm, utilisées principalement en culture de tomate et aubergine. Ces plaques doivent être positionnées à 30 et 50 cm au-dessus du sol. L'utilisation de ces plaques est complémentaire au piégeage de masse préconisé contre *T. absoluta* (KOPPERT, 2016).

Confusion sexuelle

Il s'agit de saturer l'atmosphère par des quantités élevées de phéromone sexuelle synthétique en vue d'inhiber l'accouplement des adultes et par conséquent de réduire l'infestation causée par le ravageur. L'application de 1000 diffuseurs/ha à raison de 60 g/ha au niveau de serres isolées a permis de réduire le taux d'infestation des feuilles et des fruits de 85 et 89%

respectivement. La technique de la confusion sexuelle peut être efficace contre *T. absoluta* si elle est appliquée sous serres bien protégées et isolées en vue d'empêcher l'entrée de nouveaux adultes.

Attract and Kill

Une pâte est imprégnée par la phéromone sexuelle et mélangée avec un insecticide à base d'Imidaclopride. Le produit est appliqué par un pistolet sous forme de gouttelettes sur les feuilles et les tiges ou bien sur les piliers de la serre, les fils et les cordes de palissage ou autre matériaux.



La technique Attract and kill utilisée contre *T. absoluta* (Tekilsa, 2021)

Lutte microbienne

Les micro-organismes impliqués dans cette lutte peuvent être de différentes origines,

champignons, bactéries, virus ou nématodes entomopathogènes.

- Spinosad. Il est obtenu par la fermentation naturelle d'un micro-organisme appelé *Saccharopolyspora spinosa* appartenant au groupe des actinomycètes ; il agit par ingestion et contact. La résistance de *T. absoluta* au spinosad a été signalée dans plusieurs pays à travers le monde tel que le Brésil.
- Bactospeine. Il contient une bactérie (*Bacillus thuringiensis*) qui se trouve naturellement dans l'environnement sous forme de plusieurs souches, parmi elles, la souche *Bt Kurstaki* ; il agit après ingestion au niveau de l'intestin. L'utilisation combinée de la punaise prédatrice *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera : Miridae) avec des pulvérisations de Bt est efficace pour réduire la population de Tuta.
- Champignons entomopathogènes. *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* et *Verticillium lecanii* peuvent affecter tous les stades de *Tuta*. *Metarhizium anisopliae* affecte les œufs et

les jeunes larves et *Beauveria bassiana* est efficace sur les œufs.

- Nématodes entomopathogènes. Certains nématodes (tels que *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* et *Heterorhabditis bacteriophora*) sont capables de parasiter les larves et les chrysalides de *T. absoluta*. Les traitements du sol, visant les larves qui vont se nymphoser dans le sol, par des préparations à base des nématodes cités ci-dessus ont entraîné de fortes mortalités larvaires allant de 52,3% pour *S. feltiae* jusqu'à 96,7% et 100% pour *H. bacteriophora* et *S. carpocapsae* respectivement.

Lutte par les bio-insecticides à base d'extraits de plantes et d'Huiles Essentielles

Les biopesticides sont des moyens de lutte alternatifs contre la mineuse de la tomate *T. absoluta* et qui aident à développer des stratégies de lutte moins toxiques aux

ennemis naturels avec une faible persistance dans l'environnement.

- Utilisation du Neem à base d'azadirachtine.
- Utilisation d'extraits méthanoïques tirés des grains d'*Annona coriacea* Mart. (Annonaceae).
- Utilisation d'extraits aqueux des feuilles et branches de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae).
- Utilisation de Huiles Essentielles : huile essentielle de cardamom, (*Elettaria cardamomum*) est toxique à *T. absoluta* ayant un fort potentiel dans le contrôle de ce ravageur surtout dans les zones protégées ; huile essentielle de clou de girofle est efficace pour la lutte contre *T. absoluta* sous conditions semi naturelles.

Lutte biologique par des lâchers d'ennemis naturels

Trichogrammes

Plusieurs espèces de Trichogrammes oophages ont été étudiées pour lutter contre la mineuse de la tomate: *Trichogramma pretiosum*, *T. acheaee*, *T.*

bactrae, *T. nerudae*, *T. bourarachae* et *T. cacoeciae*.

- Dans le nord tunisien (Cap Bon), 3 lâchers de trichogrammes à la dose de 20 trichogrammes/plant à refaire toutes les 3 semaines a été jugée efficace contre *T. absoluta* sous serres de tomate.
- Dans le sud tunisien, les lâchers de *T. cacoeciae* à la dose de 40 adultes/plant libérés tous les 3 à 4 jours durant les mois de février et mars sous serre ont donné des résultats satisfaisants.
- L'efficacité de *T. cacoeciae* et *T. bourarachae* suite à des lâchers innodatifs (25 000 parasitoïdes/ semaine) sous serres de tomate (480 m²) chauffées par les eaux géothermales dans le sud-ouest tunisien a été prouvée sur les œufs de la mineuse de la tomate.



Trichogrammes adultes (7)

Autres parasitoïdes

Les larves de *T. absoluta* peuvent être parasitées par divers autres parasitoïdes.

- Hymenoptera ; Eulophidae : *Stenomesus japonicus* signalé en Espagne, parasite les 2^{ème} et 3^{ème} stades larvaires de *T. absoluta*. *Necremnus artynes* et *N. tutae* parasitent préférentiellement le 3^{ème} stade larvaire de *T. absoluta*.
- Hymenoptera ; Braconidae : *Bracon nigricans* signalé en Italie, Espagne et Tunisie.

Lâchers de prédateurs

- *Nesidiocorus tenuis* et *Macrolophus pygmaeus* s'attaquent aux œufs et

aux larves de *T. absoluta*. Le rôle de *M. pygmaeus* dans le contrôle de *T. absoluta*, peut être plus efficace s'il existe d'autres sources d'alimentation telles que les œufs d'aleurodes ou d'*Ephestia*. La dose de lâcher est de 2 adultes/m².

- Autres prédateurs : Les larves de *Chrysoperla externa* Hagen (Nevroptera : Chrysopidae) consomment les œufs et les jeunes stades larvaires. *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera : Pentatomidae) est aussi un prédateur efficace contre *T. absoluta*.



Punaïse prédatrice de la mineuse de la tomate (8)

Lutte chimique

- La lutte chimique est le dernier recours de l'agriculteur. Il faut utiliser en premier lieu les biopesticides et passer ensuite aux produits chimiques.
- Seuil d'intervention est de 8 galeries ou plus / feuille.
- Il faut alterner les substances actives homologuées pour éviter les résistances fréquentes et croisées.
- Lutte chimique raisonnée. Différentes substances actives ont montré leur efficacité sur *T. absoluta* : abamectine, chlorantraniliprole, chlorfenapyr, imidaclopride, indoxacarbe, triflumuron.

Liste des substances actives homologuées contre la mineuse de la tomate (IP, 2022) (en bleu : les substances actives biologiques)

Substance active	Dose
<i>Pherodis Tuta absoluta</i>	30 pièges/ha
Pheronorm-Tuta	40 pièges/ha

<i>Bacillus thuringiensis</i>	250 g/hl 450g/hl
<i>Verticillium lacanii</i>	
Azadirachtine + huile de neem	250 cc/hl 50 cc/hl
Azadirachtine	150 cc/hl
Chlorantraniliprole	50 cc/hl
Chlorantraniliprole + Abamectine	60 cc/hl
Chlorantraniliprole + LambdaCyhalothrine	30 cc/hL
Chlorantraniliprole + Thiamethoxam	30 cc/hl
Cyromazine	30 g/hl
Diafenthiuron	100 cc/hl
Emamectin benzoate	30 cc/hl 30 g/hl
Fenoxycarb + Lufenuron	200 cc/hl
Flubendiamide	30 g/hl
Indoxacarbe	50 cc/hl
Metaflumizone	1 L/ha
Spinetoram	50 cc/hl
Spinosade	50 cc/hl
Spirotetramat	50 cc/hl
Triflumuron	50 cc/hl

LES NOCTUELLES (Lepidoptera, Noctuidae)

Sur tomate, deux groupes de noctuelles:

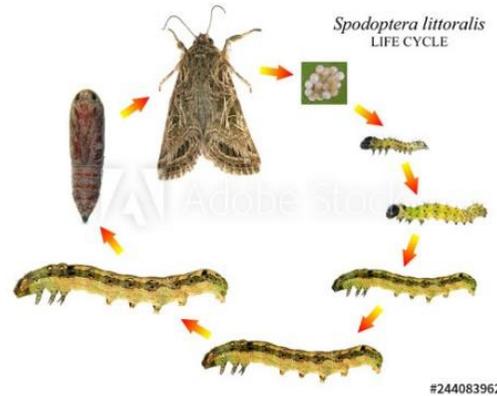
1- Noctuelles défoliatrices (*Spodoptera littoralis* et *Helicoverpa armigera*) dont les chenilles s'attaquent aux feuilles, tiges et fruits.

2- Noctuelles terricoles ou vers gris (*Agrotis ipsilon* et *Agrotis segetum*) dont les chenilles restent sur le sol et qui consomment durant la nuit les collets des cultures

1.1. *Spodoptera littoralis*

Papillons actifs la nuit. Femelles pondent environ 1000 œufs, par paquets de 30 à 300 œufs, sur différents supports (face inférieure des feuilles, débris végétaux, sol...). Les larves âgées s'enterrent dans le sol pour se nymphoser. L'espèce hiverne sous forme de larves de dernier stade dans le sol.

Cycle biologique: comprend les stades, œufs, 6 à 7 stades larvaires, chrysalides et adultes. 5-7 générations/an.



Cycle biologique de *S. littoralis* (9)

Symptômes et Dégâts.

Les chenilles creusent des trous sur les feuilles et peuvent s'attaquer aux fruits dès la nouaison. Pendant le jour, elles se cachent sous les feuilles basses ou s'enterrent au pied des plantes.



Dégâts de *S. littoralis* sur feuille de tomate (10)



Chenille de *S. littoralis* sur tomate (11)

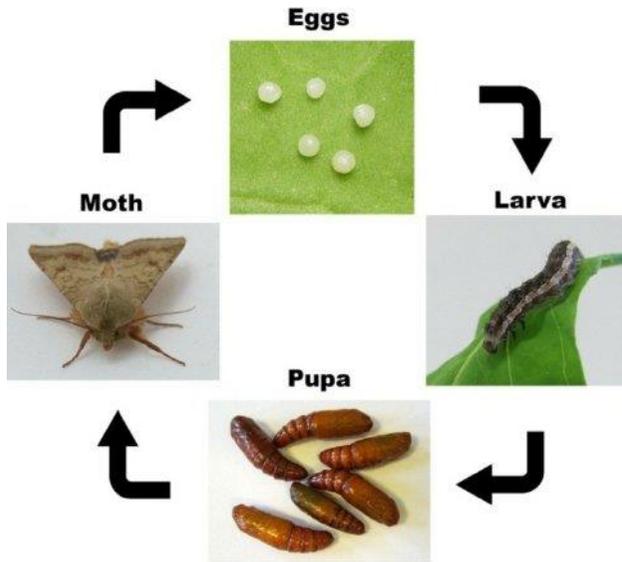


Dégâts de *S. littoralis* sur fruit de tomate (12)

1.2. *Helicoverpa armigera*

Papillons actifs la nuit. Femelles pondent plus de 1000 œufs par paquets de 50 à 300 œufs, sur tous les organes du végétal avec une préférence pour la face supérieure des feuilles. Les larves âgées s'enterrent dans le sol pour se nymphoser. L'espèce hiverne sous forme de chrysalide enfouie dans le sol. Cycle biologique: œufs, 6 stades

larvaires, chrysalides et adultes. 3-4 générations/an.



Cycle biologique d'*H. armigera* (13)

Symptômes et Dégâts.

Les chenilles creusent des trous sur feuilles, tiges et principalement sur fruits (elles sont essentiellement carpophages) ; elles consomment l'intérieur et rejettent d'abondants excréments à l'extérieur. Elles induisent une maturité précoce des fruits et facilitent l'installation des agents de pourriture.



Dégâts d'*H. armigera* sur feuille de tomate (14)



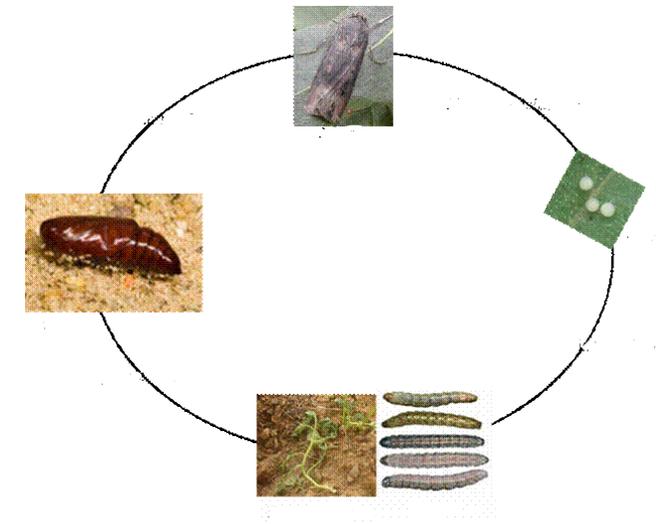
Dégâts d'*H. armigera* sur fruit de tomate (15)



Chenille d'*H. Armigera* sur tomate (16)

2.1. *Agrotis segetum*

Papillons actifs la nuit. Femelles pondent de 800 à 2200 œufs par petits paquets de 10-15 œufs de préférence sur le sol, parfois sur les feuilles ou les tiges. Les chenilles se nourrissent la nuit et restent cachées à la surface du sol pendant le jour; les larves âgées s'enfoncent dans le sol pour s'y nymphoser. L'espèce hiverne sous forme de chenilles âgées enfouies dans le sol. Cycle biologique: œufs, 6-7 stades larvaires, chrysalides et adultes. 2-3 générations/an.



Cycle biologique d'*A. segetum* (17)



Larves d'*A. segetum* cachées à la surface du sol (18)

Symptômes et Dégâts.

Les dégâts peuvent être considérables notamment sur les jeunes plantations. Les jeunes chenilles se nourrissent de feuilles la nuit et cisailent les apex; alors que les larves âgées s'attaquent aux collets et aux racines ce qui entraîne leur dépérissement.



Dégâts d'*A. segetum*: morsures au niveau des collets des plantes (19)



Larve âgée d'*A. segetum* sur feuille (20)

Lutte biologique et intégrée contre les noctuelles

*/ Suivre le vol des adultes par les pièges à phéromones sexuelles (2 pièges/Ha).

*/ Nettoyer les parcelles et leurs abords car les chenilles peuvent se nourrir des résidus des cultures précédentes et des plantes spontanées présentes.

*/ Le labour profond des champs avant la plantation et après la récolte réduit les dommages des vers gris.

*/ Le traitement chimiquement se fait -le plus tôt possible vu que les jeunes chenilles sont les plus sensibles et – en fin de journée en assurant une bonne couverture des feuilles vu leur activité nocturne.

*/ Pour la lutte contre les noctuelles terricoles, il faut intervenir tôt par intégration d'un produit chimique au niveau du sol avant ou au moment de la plantation vu la grande menace des larves aux jeunes plantes.

*/ Il faut alterner les substances actives homologuées pour éviter les résistances fréquentes et croisées.

*/ Lutte chimique raisonnée (voir liste), Il faut utiliser en premier lieu les biopesticides et passer ensuite aux produits chimiques.



Piège à phéromone sexuelle contre les noctuelles (INAT, 2022)



Chenille de noctuelle morte sous l'action d'un virus (21)

Liste des substances actives homologuées sur noctuelles (IP, 2022) (en bleu : les substances actives biologiques)

Substance active	Dose cc/hl	Culture
Alphaméthrine	15	Tomate
Chlorantraniliprole + Abamectine	60	Tomate
Chlorantraniliprole + λCyhalothrine	20	Tomate
Chlorantraniliprole + Thiamethoxam	60	Tomate
Chlorpyriphos-Méthyl	100	Tomate
Cyperméthrine	100	Tomate Cult. Maraîcheres
Deltaméthrine	75	Tomate Cult. maraîchères
Emamectin benzoate	250 g/ha	Tomate
Flufénoxuron	60	Tomate
<i>Helicoverpa armigera</i> NPV	200	Tomate
Indoxacarbe	30	Tomate
λCyhalothrine	80 100	Ttes cult Tomate
Lufénuron	40	Tomate
Méthomyl	150	C. maraîch

Pyridalyl	0.2L/ha	Tomate
Spinosade	60	Tomate
Teflubenzuron	30	Tomate
Thiaclopride + Deltaméthrine	0,6L/ha	Tomate
Thiamethoxam + λcyhalothrine	100	Tomate

Les acariens phytophages

(Acari, Tetranychidae, Eriophyidae)

Deux espèces d'acariens phytophages s'attaquent à la culture de tomate de plein champ, *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) et *Aculops lycopersici* (Eriophyidae).

1. Le tétranyque à deux points :

Tetranychus urticae

Cet acarien polyphage se rencontre sur la face inférieure des feuilles ou il tisse de la toile. Il pullule en période sèche et à forte densité ; tout le plant (feuilles, tiges et fruits) est couvert de toile. L'espèce hiverne sous forme de femelles fécondées au niveau du sol. Cycle biologique: œufs, 1 stade larvaire, 2 stades nymphaux et adultes. 4 générations/an



Femelle et oeufs de *T. urticae* (22)



Jeunes stades de *T. urticae* (23)



Colonie de *T. urticae* sur la face inférieure d'une feuille (INAT, 2021)

Symptômes et dégâts

Les piqûres sur feuilles forment des petites taches jaunâtres sur la face supérieure. Une forte densité de population entraîne la décoloration, la déformation, le dessèchement voire la mort du plant.



Attaque du tétranyque sur feuilles de tomate (24)



Fils de soies du tétranyque couvrant le plant de tomate (25)

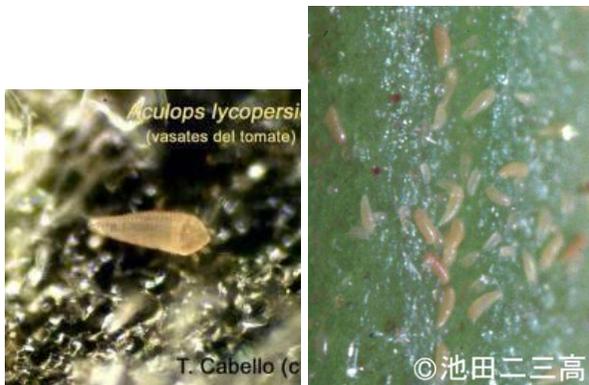


Fruits de tomate couverts de toile tissée par *T. urticae* et portant tous les stades de l'acarien (26)

2. Acarioce bronzée de la tomate :

Aculops lycopersici

Cet acarien minuscule se développe sur tout le plant (feuilles, tiges et fruits) en migrant du bas vers le haut. L'attaque commence au niveau des tiges avant de passer aux feuilles inférieures et de se propager par la suite sur tout le plant. Il pullule en période sèche. L'espèce hiverne sous forme de femelles fécondées au niveau du sol. Cycle biologique: œufs, 2 stades nymphaux et adultes. 6-8 générations/an.



Adulte d'*A. lycopersici* (27)

Colonie d'*A. lycopersici* sur feuille de tomate (28)



Présence de l'acarien tétranyque et de l'acarien eriophyide sur la même feuille (29)

Symptômes et dégâts.

Apparition d'une coloration bronzée ou argentée sur tiges et feuilles qui se dessèchent et tombent, avortement des fleurs, fruits à aspect bronzé, restent petits et mauvaise maturation. Une culture entière peut être détruite.



Feuilles de tomate bronzées et desséchées suite à l'attaque de l'acarien eriophyide (Mornag, 2010)



Fruit de tomate à aspect bronzé et liégeux suite à l'attaque de l'acarien eriophyide (30)



Dégâts de l'acarose bronzée sur Plant de tomate (Mornag, 2010)

Lutte biologique et intégrée contre les acariens

*/ Contrôler régulièrement les plantes afin de détecter les premiers foyers et agir dès les premiers symptômes.

*/ Les produits à propriétés pénétrantes ou translaminaires sont les plus efficaces.

*/ Il faut privilégier les acaricides spécifiques aux insecticides à action acaricide.

*/ Il faut alterner les familles chimiques pour limiter le phénomène de résistance très fréquent chez les acariens.

*/ La lutte biologique comprend l'utilisation d'auxiliaires tels que les acariens prédateurs *Phytoseiulus persimilis* et *Neoseiulus californicus* (Famille des Phytoseiidae).



Phytoseiulus persimilis consommant des oeufs de tétranyques (Mornag, 2010)



Neoseiulus californicus consommant une femelle tétranyque (31)

Liste des substances actives homologuées contre les acariens (IP, 2022) (en bleu : les substances actives biologiques)

Substance active	Dose cc/hl	Culture
Abamectine	75	Tomate
Acrinathrine	60	Tomate
Bifenazate	30	Tomate
Borax	300	Tomate
Clofentezine	100	C. Maraîchères
Diafenthiuron	60	Tomate
Farnesol + Nerolidol + Geraniol	200	Acariose bronzé de la tomate
Fenazaquin	50	Tomate
Fenpyroximate	75	Tomate
Flufénoxuron	60	Tomate
Hexythiazox	50	Tomate
Milbemectin	70	C. Maraîchères
Soufre	600	Acariose bronzé
Spirodiclofen	40	Tomate
Spiromesyfen	60	Tomate

CULTURE D'ARTICHAUT

LES NOCTUELLES

Pour la culture d'artichaut, on distingue trois groupes de noctuelles :

1. **Les noctuelles défoliatrices** (*Spodoptera littoralis* et *Helicoverpa armigera*) dont les chenilles s'attaquent au feuillage.
2. **Les noctuelles terricoles ou vers gris** (*Agrotis ipsilon* et *Agrotis segetum*) dont les chenilles restent sur le sol et qui consomment durant la nuit les collets des cultures.
3. **Les noctuelles inféodées à l'artichaut** (*Gortyna xanthenes* et *Depressaria erinaceella*)

1. Les noctuelles défoliatrices.

Spodoptera littoralis, *Helicoverpa armigera*

1.1. *Spodoptera littoralis*. Papillons actifs la nuit. Femelles pondent environ 1000 œufs par paquets de 30 à 300 œufs sur différents supports (face inférieure des feuilles, débris végétaux, sol...). Les larves âgées s'enterrent dans le sol pour se nymphoser. L'espèce hiverne sous forme de larves

de dernier stade dans le sol. Cycle biologique: œufs, 6-7 stades larvaires, chrysalides et adultes. 3 générations/an



Adulte, chrysalide et chenille et de *S. littoralis* (32)

1.2. *Helicoverpa armigera*. Papillons actifs la nuit. Femelles pondent plus de 1000 œufs par paquets de 50 à 300 œufs sur tous les organes du végétal avec une préférence pour la face supérieure des feuilles. Les larves âgées s'enterrent dans le sol pour se nymphoser. L'espèce hiverne sous forme de chrysalide dans le sol. Cycle biologique: œufs, 6 stades larvaires, chrysalides et adultes. 3-4 générations/an.



Adulte et paquets d'œufs d'*H. armigera* (33)

2. Les noctuelles terricoles (vers gris), *Agrotis ipsilon*, *Agrotis segetum*

2.1. *Agrotis ipsilon*. Femelles pondent jusqu'à 1 500 œufs par paquets de 10 à 15 œufs sur le sol. . Les jeunes chenilles s'alimentent pendant la nuit des feuilles. Les chenilles âgées s'enfoncent dans le sol pour se nymphoser. Les adultes émergent du sol. Cycle biologique : œufs, 5-7 stades larvaires, chrysalides et adultes. 2-3 générations/an.



Adulte et chenille d'*Agrotis ipsilon* (34)

2.2. *Agrotis segetum*. Femelles pondent 800 à 1200 œufs sur les feuilles inférieures ou sur le sol. Les jeunes chenilles s'alimentent pendant la nuit des feuilles et se cachent le jour dans le sol ou entre les feuilles inférieures des plantes. Les chenilles âgées vivent dans le sol et s'attaquent aux parties souterraines des plantes. La nymphose a lieu dans le sol. L'espèce hiverne à l'état de chenilles âgées au niveau du sol. Cycle biologique : œufs, 5-7 stades larvaires, chrysalides et adultes. 2-3 générations/an.



Adulte, paquet d'œufs et chenille d'*Agrotis segetum* (35, 36)

Symptômes et dégâts. Noctuelles défoliatrices : les chenilles sont actives la nuit et provoquent de gros dégâts. Elles consomment les feuilles qui sont criblées de petits trous, puis les organes florifères et les fruits. Noctuelles terricoles : Les jeunes larves s'alimentent des feuilles alors que les larves âgées s'attaquent aux collets ce qui provoque le dessèchement des plants atteints (une chenille s'attaque successivement à plusieurs pieds).



Champ d'artichaut et Capitule d'artichaut (Ariana, 2021)

Lutte intégrée contre les noctuelles

- * Nettoyer les parcelles et leurs abords car les chenilles peuvent se nourrir des résidus des cultures précédentes et des plantes spontanées présentes.
- * Le labour profond des champs avant la plantation et après la récolte réduit les dommages des vers gris.
- * Surveiller le vol des adultes par les pièges à phéromones sexuelles (2 pièges/Ha).
- * Le traitement chimique se fait le plus tôt possible vu que les jeunes chenilles sont les plus sensibles et en fin de journée en assurant une bonne couverture des feuilles vu leur activité nocturne.
- * Pour la lutte contre les noctuelles terricoles, il faut intervenir tôt par intégration d'un produit chimique au niveau du sol avant ou au moment de la plantation vu la grande menace des larves aux jeunes plantes.
- * Il faut alterner les substances actives homologuées pour éviter les résistances fréquentes et croisées.
- * Lutte chimique raisonnée (voir liste), Il faut utiliser en premier lieu les biopesticides et passer ensuite aux produits chimiques.

Lutte biologique contre les noctuelles

***champignons entomopathogènes** : *Beauveria bassiana* présente un large spectre d'hôtes entre autres les larves d'*A. segetum*, *H. armigera*, *S. exigua* et *S. littoralis*.

***bactéries entomopathogènes** : *Bacillus thuringiensis* la plus utilisée dans la lutte contre les noctuelles.

***virus entomopathogènes** :

Spodoptera exigua NucleoPolyhedroVirus (SeNPV), *Spodoptera littoralis* NucleoPolyhedroVirus (SpliNPV) *Helicoverpa armigera* NucleoPolyhedroVirus (HearNPV).

***Hyménoptères parasitoïdes** comme les trichogrammes.

Liste des substances actives homologuées sur noctuelles (IP, 2022)

Substance active	Dose cc/hl	Culture
Cypermethrine	100	Cult. maraichères
Deltamethrine	75	Cult. maraichères
Lambda-Cyhalothrine	80	Toutes cultures
Méthomyl	150	C. maraichères

3. Noctuelles inféodées à l'artichaut

Gortyna xanthenes, *Depressaria erinaceella*

3.1. *Gortyna xanthenes*. Papillons actifs la nuit. Femelles pondent 500 à 1300 œufs sous forme de chapelets à la base des collets des artichauts ou sous les aisselles des plus vieilles feuilles. Les chenilles consomment l'épiderme supérieur des feuilles. Elles pénètrent dans les nervures principales et rejoignent les tiges qu'elles creusent de grosses galeries, une partie des chenilles peut remonter jusqu'aux capitules. La nymphose a lieu au niveau des racines. L'espèce hiverne sous forme de larves âgées dans le sol. Cycle biologique : œufs, 6 stades larvaires, chrysalides et adultes. 1 génération/an.



Adulte, larves et chrysalides de *Gortyna xanthenes* (37)



Chenille de *G. xanthenes* dans la tige d'un artichaut (Ariana, 2021)

Symptômes et dégâts. Les jeunes chenilles consomment les feuilles, elles perforent les nervures et rejettent les excréments. Elles se nourrissent des vaisseaux des tiges et creusent de grosses galeries et peuvent remonter jusqu'aux capitules. Les plantes infestées montrent le long de

leurs tiges des trous d'aérations des galeries, ainsi que des orifices d'évacuation, par lesquels d'abondantes crottes noirâtres sont rejetées.



Tige et capitule d'artichaut attaqués par *G. xanthenes* (Ariana, 2021)

Lutte biologique et intégrée

- * Lutte culturale : Après récolte, il faut ramasser et détruire les capitules ou les parties qui sont attaquées.
- * Suivre le vol des adultes par les pièges à phéromones sexuelles (2pièges/Ha). Le suivi de cet insecte se fait par les pièges delta ou funnel
- * Appliquer un traitement avant la pénétration des chenilles dans la tige, traiter tous le 10-15 jours.
- * Il faut alterner les substances actives homologuées pour éviter les résistances fréquentes et croisées.
- * lutte chimique raisonnée (voir liste).
- * Lutte biologique moyennant des bio-



Dégâts causés par *Gortyna xanthenes* sur tiges d'artichaut (Ariana, 2021)

insecticides : *Bacillus thuringiensis* et le spinosade



Pièges delta et funnel équipés de phéromones sexuelles (Ariana, 2021)



Dégâts de *G. xanthenes* sur tige

Liste des substances actives homologuées sur noctuelles (IP, 2022)

Substance active	Dose cc/hl	Culture
Cypermethrine	100	Cult. maraîchères
Deltamethrine	75	Cult. maraîchères
Lambda-cyhalothrine	80	Toutes cultures
Méthomyl	150	C. maraîchères

3.2. *Depressaria erinaceella*. Papillons actifs la nuit. Femelles pondent 100 à 150 œufs par groupes de 15 à 30 sur la face inférieure des feuilles et les tiges de l'artichaut. Les chenilles pénètrent à l'intérieur des nervures des feuilles et se dirigent vers les tiges. Elles creusent des tunnels dans les tiges et arrivent jusqu'aux capitules. Elles se nourrissent des bractées les plus tendres et pénètrent dans le réceptacle. Les larves âgées quittent la plante et s'enfouissent dans le sol pour s'y nymphoser. Elles passent l'hiver sous forme de larves âgées dans les capitules. Cycle biologique : œufs, 7 stades larvaires, chrysalides et adultes. 1 génération/an



Adulte, chenille et chrysalide de *Depressaria erinaceella* (38)



Larves et dégâts de *Depressaria erinaceella* (INAT, 2021)



Larves et dégâts de *Depressaria erinaceella* (Ariana, 2021)

Symptômes et Dégâts

Les larves de *Depressaria erinaceella* se nourrissent sur les feuilles et minent les tiges de l'artichaut. Elles rejoignent par la suite les bractées tendres des capitules. Les chenilles pénètrent dans les capitules, soit par le sommet entre les bractées qui sont rongées et perforés ; soit par la base où elles perforent des trous. Elles laissent des déchets et des excréments au sommet. Les capitules attaqués sont de mauvaise qualité et ne sont pas consommés .

Lutte biologique et intégrée

*/ Après récolte, il faut ramasser et détruire les capitules ou les parties qui sont attaquées.

*/ Chimiquement, il faut agir avant que les chenilles ne pénètrent dans les capitules, durant la repousse et le développement végétatif jusqu'au stade où les capitules sont encore enveloppés.

*/ Il faut alterner les substances actives homologuées pour éviter les résistances fréquentes et croisées.

* lutte chimique raisonnée (voir liste).

*/ Lutte biologique moyennant des bio-insecticides : *Bacillus thuringiensis* et le spinosade.



Les dégâts de la chenille de *D. erinaceella* (Ariana, 2021)

Liste des substances actives homologuées sur noctuelles (IP, 2022)

Substance active	Dose cc/hl	Culture
Cypermethrine	100	Cult. maraîchères
Deltamethrine	75	Cult. maraîchères
Lambda-cyhalothrine	80	Toutes cultures
Méthomyl	150	Cult. maraîchères



Dégâts de *D. erinaceella* sur artichaut (Ariana, 2021)

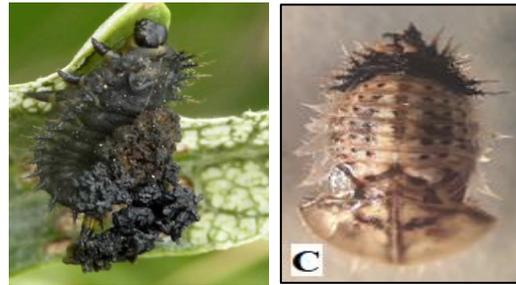
La casside de l'artichaut. *Cassida deflorata* (Coléoptère, Chrysomelidae)

Femelles pondent des œufs en paquets de 20 recouverts d'excréments et de mucus à la face inférieure des feuilles. L'adulte et les larves se nourrissent du parenchyme des feuilles.

Les larves âgées se fixent sur les feuilles pour se nymphoser. L'espèce hiverne sous forme adulte dans divers abris près de la culture. Cycle biologique : paquets d'œufs, 4 stades larvaires, nymphe et adulte. 2 générations/an.



L'adulte, les paquets d'œufs de *C. deflorata* (Ariana, 2021)



La larve et la chrysalide de *C. deflorata* (Ariana, 2021)



Œufs et dégâts de *Cassida deflorata* (Ariana, 2021)

Symptômes et dégâts.

Les piques des adultes entraînent l'apparition de trous dans les feuilles. Les larves par contre décapent les feuilles sans franchir le limbe.

Lutte biologique et intégrée.

Les mauvaises herbes doivent être éliminées car elles constituent le foyer d'hivernation pour les adultes.

Application d'un traitement chimique localisé sur les larves au niveau des foyers d'infestation.



Dégâts causés par *Cassida deflorata* sur feuilles d'artichaut (Ariana, 2021)

Références photographiques

- (1)https://fr.wikipedia.org/wiki/Mineuse_sud-am%C3%A9ricaine_de_la_tomate
- (2)<https://www.biobestgroup.com/fr/biobest/ravageurs-et-maladies/tuta-absoluta-4992/>
- (3)<http://ephytia.inra.fr/fr/C/5150/Tomate-Tuta-absoluta>
- (4)<https://inspection.canada.ca/protection-des-vegetaux/especes-envahissantes/insectes/mineuse-de-la-tomate/fiche-de-renseignements/fra/>
- (5)https://haute-garonne.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/069_Inst-Haute-Garonne/CDA31/Actualites/journee_maraichage_20-11/Presentation_Tuta_20_nov.pdf
- (6)<https://www.biobestgroup.com/fr/biobest/ravageurs-et-maladies/tuta-absoluta-4992/>
- (7)<https://anatisbioprotection.com/boutique/>
- (8)<http://ephytia.inra.fr/fr/C/19973/Biocontrol-Cycle-conditions-de-developpement>
- (9)<https://www.insectesutiles.fr/pheromones/79-spodoptera-littoralis.html>
- (10)<http://ephytia.inra.fr/fr/C/5139/Tomate-Noctuelles>
- (11)<https://plantwisepiusknowledgebank.org/doi/10.1079/WKB.20157800176>
- (12)<https://infonet-biovision.org/file/53499>
- (13)https://www.researchgate.net/figure/Helicoverpaarmiger-a-life-cycle_fig1_255704043
- (14)<http://ephytia.inra.fr/fr/C/5139/Tomate-Noctuelles>
- (15)<https://biochemtech.eu/ro/products/cotton-boll-worm-helicoverpa-armigera>
- (16)<https://plantwisepiusknowledgebank.org/doi/10.1079/WKB.20157800176>
- (17)https://agritech.tnau.ac.in/forestry/forest_pest_cutworms.html
- (18)<https://www.syngenta.fr/traitements/noctuelles-terricoles>
- (19)<https://www.ontario.ca/fr/page/lutte-contre-les-vers-gris-dans-les-cultures-legumieres/>
- (20)<https://insectscience.co.za/pest/cutworm/>
- (21)<http://ephytia.inra.fr/fr/C/11109/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Les-baculovirus>
- (22)<https://www.aujardin.info/fiches/acariens.php>
- (23)<https://www.alamyimages.fr/photo-image-le-tetranyque-a-deux-points-tetranychus-urticae-oeufs-adultes-immatures-14006046.html>
- (24)<https://ephytia.inrae.fr/fr/C/5134/Tomate-Acariose-Tetranychus-spp>
- (25)<https://ephytia.inrae.fr/fr/C/5134/Tomate-Acariose-Tetranychus-spp>
- (26)<https://ephytia.inrae.fr/fr/C/5134/Tomate-Acariose-Tetranychus-spp>
- (27)<https://agroquimicosarca.wixsite.com/website/post/acaro-del-bronceado-del-tomate-aculops-lycopersici>
- (28)<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70010e.html>
- (29)https://projectbluearchive.blob.core.windows.net/media/Default/Research%20Papers/Horticulture/CP165_SP34_Tomato%20Russet%20Mite_Final%20Review%20Report%20for%20publishing.pdf
- (30)<http://ephytia.inra.fr/fr/C/5135/Tomate-Acariose-bronzee-Aculops-lycopersici>
- (31)https://entnemdept.ufl.edu/creatures/beneficial/noseiulus_californicus.htm
- (32)<https://fr.wikipedia.org/wiki/Spodoptera> / <http://ephytia.inra.fr/fr/C/16666/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Characteristiques-du-ravageur-et-de-ses-degats>
- (33)<https://www.lepinet.fr/especes/nation/lep/index.php?id=45270> / <http://download.ceris.purdue.edu/file/3068>
- (34)https://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/black_cutworm.htm
- (35)<http://www.lepinet.fr/especes/nation/lep/?e=&id=39790>
- (36)<https://plantwisepiusknowledgebank.org/doi/full/10.1079/pwkb.species.3797>
- (37)<https://www.leps.it/indexjs.htm?SpeciesPages/GortyXanth.htm>
- (38)https://v3.boldsystems.org/index.php/Taxbrowser_Taxonpage?taxid=468626

Cette publication a été réalisée avec le soutien financier de l'Union européenne dans le cadre du programme de coopération transfrontalière ENI Italie-Tunisie 2014-2020 à travers le projet INTEMAR -IS_2.1_073 (Subvention numéro E64I18002460007) Innovations dans la lutte intégrée contre les ravageurs et maladies récemment introduits sur cultures maraîchères.