

Cours

Ravageurs des Cultures

2^{ème} Année Master

1- Symptomatologie et répartition des Arthropodes ravageurs des cultures

Les ravageurs ou parasites animaux Les arthropodes - insectes et acariens

Parmi les arthropodes l'on reconnaît les insectes en raison des caractéristiques générales suivantes:

- le corps est subdivisé en trois parties, la tête, le thorax et l'abdomen, enfermées dans un squelette externe durci par des couches de chitine;
- la tête est munie de deux antennes et le thorax de trois paires de pattes;
- les larves ont souvent un aspect différent de celui des insectes adultes.

La tête porte également des pièces buccales servant au prélèvement et à l'absorption des aliments et qui sont souvent à l'origine de dégâts caractéristiques: les pièces buccales dites broyeuses cisailent les feuilles ou les fruits alors que les insectes piqueurs perforent les tissus pour se nourrir de la sève et provoquent des décolorations ou des déformations notamment des feuilles ou des fruits. Ils sont fréquemment vecteurs de virus, parfois de mycoplasmes.

A l'état adulte le thorax des insectes porte en plus des pattes une ou deux paires d'ailes qui constituent un élément de base de leur classification.

Les larves sont dépourvues d'ailes. Leur mode de vie diffère souvent de celui des adultes; ainsi les asticots des mouches parasites des végétaux se développent en milieu aqueux, soit à l'intérieur des feuilles, des tiges, des racines ou des fruits. Les chenilles des papillons de même que les larves de certains coléoptères sont munies de pièces buccales broyeuses et peuvent selon leur voracité causer des dégâts considérables. Par contre les larves de pucerons, punaises, thrips ou cicadelles, tous insectes piqueurs, ressemblent au stade adulte tant par l'aspect extérieur que leur mode de vie.

La plupart des insectes se multiplient au moyen d'œufs fécondés et pondus. Les femelles de certaines espèces peuvent se reproduire sans fécondation, par parthénogenèse; chez les pucerons l'on observe en outre le dépôt de larves vivipares: l'évolution embryonnaire a lieu dans les ovaires.

L'enveloppe chitinisée du squelette externe s'oppose à une croissance continue du corps de l'insecte. C'est pourquoi les larves se développent par étapes successives délimitées par des mues au cours desquelles le squelette du stade précédent est éliminé et remplacé par une enveloppe plus grande. Lorsque la larve et l'adulte diffèrent totalement le corps larvaire subit une réorganisation complète au cours de la dernière mue: c'est la métamorphose, caractéristique du développement des mouches, des papillons, des coléoptères et des hyménoptères (abeilles,

fourmis, guêpes etc.). La métamorphose est incomplète chez les insectes piqueurs tels que pucerons, thrips, punaises ou cicadelles.

Les acariens se distinguent des insectes par la fusion de la tête et du thorax qui constituent le céphalothorax, l'absence d'ailes et d'antennes et la présence au stade adulte généralement de quatre, parfois de deux paires de pattes. Chez de nombreuses espèces d'acariens phytophages les pièces buccales comprennent des stylets et des palpes. La plupart sont de taille réduite ne dépassant que rarement un millimètre. Les acariens se reproduisent par voie sexuée ou par parthénogenèse et sont ovipares ou vivipares (cf. insectes). Le développement larvaire comprend plusieurs stades séparés par une mue; il n'y a pas de métamorphose.

Les larves et les adultes se nourrissent en suçant le suc des cellules préalablement perforées à l'aide des stylets. Sous l'effet d'innombrables piqûres les tissus végétaux sont transformés ou détruits, ce qui provoque divers symptômes tels qu'arrêt de croissance, déformations, brunissements ou chloroses foliaires, voire la chute prématurée des feuilles et le dépérissement de la plante.

La lutte contre les arthropodes tient compte en premier lieu des caractéristiques de la reproduction et du développement de chaque espèce, en particulier de son potentiel de multiplication. Ce dernier peut être très élevé du fait de la succession de plusieurs générations et du nombre considérable d'œufs ou de larves vivipares déposés par chaque femelle. Chez certains insectes tels que le criquet pèlerin la faculté de constituer des essaims migratoires regroupant des dizaines de millions d'individus est le facteur déterminant du dommage et requiert une stratégie de lutte appliquée à l'ensemble du territoire national, voire à un subcontinent. Mais il est également important de bien évaluer le risque de dommage, compte tenu des conditions de développement des plantes cultivées et des ennemis naturels qui se multiplient aux dépens de l'insecte ou de l'acarien ravageur. La plupart de ces auxiliaires sont également des insectes ou des acariens qui détruisent les espèces phytophages par prédation directe extérieure (prédateurs) ou par suite du développement de larves qui les parasitent de l'intérieur (parasites).

La lutte directe au moyen de traitements insecticides ou acaricides doit tenir compte du mode de vie du ravageur que l'on veut combattre. Ainsi l'on a recours parfois à des produits ovicides ou larvicides. Ces produits agissent sous forme de dépôts ou de vapeurs toxiques à la surface du végétal à protéger, ou à l'intérieur des tissus ou de la plante entière par suite de la résorption de la matière active et son transport dans les circuits de sève. Il importe de choisir autant que possible un produit qui n'exerce pas d'effets toxiques sur les ennemis naturels du ravageur que l'on veut combattre afin de bénéficier de leur activité notamment lorsque le traitement aura cessé d'agir.

Il est également important de s'assurer que le matériel de multiplication utilisé pour installer une culture est exempt d'insectes ou d'acariens phytophages. En cas de doute, en particulier lorsque le matériel est importé, l'on peut opérer une décontamination en cellule hermétiquement close à l'aide d'une matière active agissant sous forme gazeuse - bromure de méthyle, acide cyanhydrique - à condition que les végétaux soient au stade de repos végétatif et reconnus aptes à supporter le traitement sans dommage.

Les nématodes

Il s'agit de vers filiformes mesurant généralement de 0,5 à 1 millimètre de longueur et moins d'un dixième de millimètre d'épaisseur. Ils se déplacent et sont actifs en milieu humide et sont très répandus dans le sol - plusieurs milliers dans une poignée de terre - et dans l'eau. La plupart des nématodes sont saprophages et se nourrissent de déchets animaux ou végétaux. Les espèces phytophages sont reconnaissables du fait de la présence d'un stylet dans la cavité buccale. A l'aide de ce stylet les nématodes perforent les parois cellulaires, y introduisent des substances toxiques et ouvrent la voie à des infections secondaires par des bactéries ou des champignons provoquant la pourriture des tissus.

Les nématodes ectoparasites vivent dans le sol et endommagent les racines qu'ils piquent pour se nourrir; certains sont également vecteurs de virus - nepovirus -. Les espèces endoparasites, qui passent la majeure partie de leur existence à l'intérieur de la plante hôte, comprennent entre autres les nématodes des tiges et des bulbes - *Ditylenchus spp.* - ou des feuilles - *Aphelen-choides spp.* - les nématodes radicicoles - par exemple *Pratylenchus spp.*, ainsi que ceux qui forment des kystes - *Heterodera spp.* et *Globodera spp.* ou des galles - *Meloidogyne spp.*.

La reproduction des nématodes est généralement bisexuée, mais certaines espèces sont parthénogénétiques ou hermaphrodites, les adultes étant munis des organes de reproduction des deux sexes. Le développement embryonnaire débute sitôt après la ponte, dans le sol ou dans le végétal. Les jeunes larves qui éclosent ressemblent aux formes adultes et se développent par mues successives. Lorsque les conditions deviennent défavorables, notamment en cas de dessiccation du milieu ambiant, les larves de certaines espèces et d'un stade déterminé peuvent demeurer enkystées à l'intérieur de l'enveloppe du stade précédant et survivre ainsi pendant des années.

A l'origine la contamination d'une parcelle par un nématode phytophage a lieu par transport de particules du sol ou de détritux végétaux provenant de cultures infestées, ou encore par l'intermédiaire des semences ou des plants mis en culture. La dissémination ultérieure à

l'intérieur de la parcelle est également passive, principalement avec des particules du sol ou des déchets de plantes attaquées. Les dégâts dus aux nématodes apparaissent souvent sous forme de taches allongées dans le sens des travaux du sol, en tête ou en bordure de la parcelle.

La nature du sol, sa structure, son aération, sa température et son degré d'humidité ont une grande influence sur les conditions d'infestation et de multiplication des nématodes phytophages. Ceux-ci sont également sujets aux attaques d'ennemis naturels, entre autres des champignons, des bactéries et des nématodes prédateurs.

La lutte contre les nématodes est essentiellement préventive. Il s'agit avant tout d'éviter leur introduction dans un pays, une région ou une parcelle encore exempts, d'où l'importance des mesures de certification et de contrôle phytosanitaire des matériels de multiplication mis dans le commerce au plan national ou importés. Mais il importe également de veiller à ne pas favoriser la multiplication des espèces susceptibles d'être présentes ou introduites en évitant notamment la répétition de cultures de plantes hôtes dans la même parcelle. En cas d'infestation il faut tenir compte du spectre de plantes hôtes du nématode en cause car certaines espèces sont très polyphages.

Dans les entreprises de multiplication de plants maraîchers ou horticoles la stérilisation à la vapeur ou par traitement nématicide permet de réduire les populations de nématodes parasites, notamment dans les serres ou les couches.

2. Les ravageurs des cultures

2.1. Aleurode (mouche blanche)

Nom : Aleurode (mouche blanche)

Nom latin : *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*, *Bemisia argentifolii* = *Bemisia tabaci souche B*

Nom commun anglais : Whitefly

Description

Œufs : Les œufs minuscules (environ 0,25 mm de long) sont de forme ovale ou conique. Ils sont de couleur claire au moment de la ponte, mais deviennent généralement foncés avant l'éclosion.

Larves : Les larves ovales et aplaties ressemblent à des cochenilles. Elles sont habituellement jaunâtres ou verdâtres et presque transparentes. Chez l'aleurode des serres, la fausse puppe est ornée d'excroissance cireuse. Cette caractéristique est utilisée pour différencier les espèces.

Adultes : Ces petits insectes (environ 1 mm de longueur) au corps jaunâtre possèdent deux paires d'ailes membraneuses recouvertes d'une cire poudreuse blanchâtre. Les pièces buccales des aleurodes sont de type piqueur-suceur.

- Les aleurodes sont des ravageurs importants des cultures en serre et des plantes d'appartement. En Algérie, deux espèces sont particulièrement nuisibles en serre ou en plein champs: l'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum*), l'aleurode du tabac (*Bemisia tabaci*).
- Elle se caractérise par 24 biotypes différents (A à T) qui sont marqués par des affinités diverses, envers les plantes hôtes et des potentiels invasifs différents.
- Ces petits insectes sucent la sève de leurs hôtes et excrètent une substance sucrée et collante (miellat) sur laquelle croît un champignon noir et poudreux (fumagine). Leurs piqûres entraînent la décoloration et le flétrissement du feuillage des végétaux et réduisent leur croissance.

Les aleurodes peuvent également transmettre des maladies virales (TYLCV: Tomato yellow Leaf Curl Virus)*Bemisia argentifolii*=*Bemisia tabaci* souche B ou biotype B.

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 et peut contaminer un plant sain si elle se retrouve pendant un minimum d'une demi-heure à ponctionner sa sève. Elle conserve sa virulence à vie et peut ainsi pendant plusieurs jours disperser le virus en affectant des plants sains.

Plantes hôtes :

aubergine, brocoli, chou, citrouille, concombre, courge, fraise, haricot, laitue, melon, pastèque, piment, pomme de terre, tabac, tomate, vigne à raisin, etc.

Symptômes :

- Les aleurodes se regroupent sur la face inférieure des feuilles.
- Leurs piqûres entraînent la formation de petits points jaunâtres ou de taches pâles sur le dessus des feuilles. Lors d'une attaque sévère, le feuillage peut se décolorer complètement, flétrir et tomber prématurément.
- Le miellat excrété par ces insectes peut recouvrir les feuilles, les tiges et les fruits. Il favorise le développement de la fumagine, ce qui a pour effet de limiter la photosynthèse et la respiration de la plante.
- Les végétaux attaqués sont affaiblis et leur croissance réduite.

Ces ravageurs peuvent transmettre des maladies virales aux végétaux.

Cycle de développement :

- Les mouches blanches ne sont pas de vraies mouches.
- Elles appartiennent à l'ordre des Hémiptères et au sous-groupe des Homoptères, tout comme les pucerons et les cochenilles.
- Leur métamorphose est incomplète (insectes hémimétaboles).
- Après l'éclosion des œufs, les larves passent par quatre stades avant de devenir adultes.
- La fin du quatrième stade larvaire correspond à la formation d'une fausse puppe.
- Les aleurodes se reproduisent par voie sexuée et par parthénogenèse (sans fécondation par le mâle).
- Au cours de sa vie (1 à 2 mois environ), une femelle peut pondre jusqu'à 400 œufs qu'elle fixe sur la face inférieure des feuilles.
- L'adulte de *B. tabaci* pond environ 250 œufs sur 1 plant de tomate. Cela dit, cette fécondité dépend de la plante hôte et du biotype de *B. tabaci* considéré.
- L'aleurode des serres dépose souvent ses œufs en demi-cercles ou en cercles bien définis. L'incubation dure entre 5 et 10 jours, selon les espèces.
- La larve de 1er stade est rampante. Elle se déplace pendant une courte période avant de s'immobiliser pour se nourrir.
- Les stades larvaires suivants sont immobiles. À la fin du 4^{ième} stade, la larve cesse de s'alimenter et forme une fausse puppe (puparium). L'adulte en émerge environ 1 semaine plus tard, en pratiquant une ouverture en forme de T.
- La durée du cycle biologique des aleurodes est influencée par la température. Plus le climat est chaud, plus le cycle est court. En conditions normales, l'insecte complète son cycle en approximativement 1 mois. Il y a plusieurs générations par années.

Moyens de lutte:

En ce qui concerne les outils de lutte existants contre cet aleurode, il faut savoir que plusieurs matières actives sont disponibles pour contrôler chimiquement les populations vectrices du TYLCV. Cependant, plusieurs cas de résistance de *B. tabaci* aux matières actives ont été mis en évidence (pyrèthrinoïdes de synthèse, imidaclopride, pyriproxyfène...). Il est donc indispensable d'alterner les familles de produits employés.

La lutte chimique n'est pas une solution à elle-seule. Le contrôle de *B. tabaci* n'est possible qu'en associant plusieurs techniques de lutte (agronomiques, culturales, physiques,...). Sur ce point, nous remarquons que *Bemisia tabaci* présente des dispositions favorables à l'emploi de moyens alternatifs de lutte. En effet, cette espèce est attirée par la couleur jaune ce qui permet d'envisager l'emploi du piégeage chromatique à la fois pour mesurer l'abondance de ce ravageur au sein des parcelles (panneaux jaunes englués) mais aussi pour piéger massivement des individus à l'aide de bandes « roller » engluées,

2.2. Les Pucerons

La super-famille des Aphidoidea regroupe environ 4 000 espèces d'insectes de l'ordre des Hémiptères, réparties en dix familles. Parmi ces espèces, environ 250 sont des nuisibles agricoles ou forestiers, généralement connues sous le nom de « pucerons ». Leur taille varie d'un à dix millimètres de long.

Cycle de vie

Il existe deux types de cycle de vie pour les pucerons. Le premier, ancestral, est appelé holocyclique. De la fin de l'hiver à la fin de l'été, les colonies de pucerons ne sont composées que de femelles parthénogénétiques. C'est-à-dire que les femelles donnent naissance à d'autres femelles par parthénogénèse, mode de reproduction sans fécondation.

La nouvelle femelle est donc un clone de sa mère.

Fin de l'été apparaisse des femelles sexupares, c'est-à-dire qui donnent naissance à des mâles et des femelles fécondables. Ces nouveaux mâles et femelles fécondables se reproduisent par fécondation durant l'automne. Les femelles fécondables pondent début de l'hiver. Les œufs

éclosent en fin d'hiver et des femelles fondatrices en émergent. Les femelles fondatrices sont les premières femelles parthénogénétiques qui sont à l'origine des colonies printanières.

Le deuxième cycle, plus simplifié, est appelé anholocyclique. La partie de reproduction sexuée est inexistante. Les pucerons ne se reproduisent que par parthénogénèse tout au long de l'année. Pour la plupart des espèces de pucerons, il y a une fraction de la population de l'espèce qui est **holocyclique** et une autre fraction **anholocyclique**.

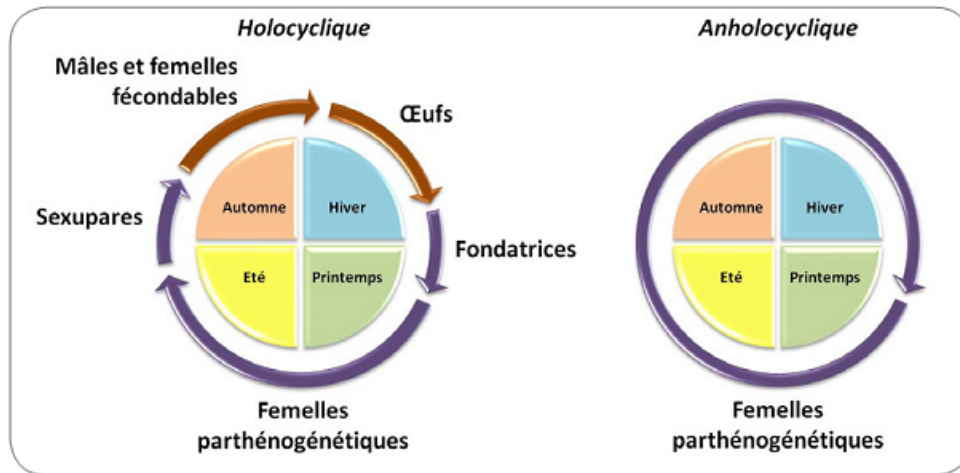


fig.1 : Cycle de vie des pucerons

Plantes hôtes : primaire et secondaire

Les espèces de pucerons alternant entre deux types de plantes très différentes durant leur cycle, sont dites **diœciques**. Ce sont les pucerons holocycliques qui réalisent cette alternance. Ils réalisent leur reproduction sexuée et pondent leur œuf sur une plante appelée hôte primaire, puis réalisent le restant de leur cycle sur une autre plante appelée hôte secondaire. D'autres espèces de pucerons réalisent tout leur cycle sur une seule plante. Ils sont dits **monœciques**.

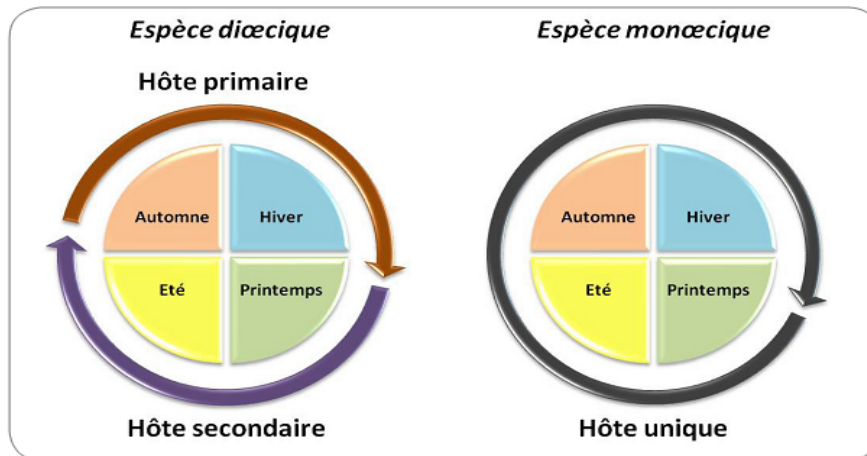


fig.2 : alternance des plantes hôtes chez les pucerons

Pucerons aptères et ailés

Les pucerons sont capables de produire des adultes ailés ou aptères (sans ailes). Les ailés sont produits quand les pucerons ont besoin de se disperser.

Ainsi chez les espèces **holocycliques diœciques** trois types de vols peuvent être observés :

- Vol d'émigration : vol au printemps de l'hôte primaire vers l'hôte secondaire.
- Vol de dissémination : vol en été pour trouver de nouvelles ressources alimentaires.
- Vol de rémigration : vol retour en automne de l'hôte secondaire vers l'hôte primaire.

Dégâts directes et indirectes

Les pucerons se nourrissent de la sève élaborée des plantes et provoquent des dégâts directs. En prélevant la sève, ils affaiblissent la plante. Leur salive est toxique et provoque la décoloration, la déformation ou la destruction des tissus végétaux. Ils sont aussi responsables de dégâts indirects en transmettant certains virus. En produisant du miellat, ils favorisent la présence de fumagine due à des champignons de couleur noire qui recouvrent les feuilles diminuant ainsi la photosynthèse.

<p>Puceron cendré du chou (<i>Brevicoryne brassicae</i>)</p>	<p>Cycle : Espèce monœcique holocyclique dans les régions froides et anholocyclique dans les régions à hiver doux. Hôtes : Brassicacées cultivées (chou, colza, ...). Dégâts : Les pucerons épuisent la plante et déforment les hampes florales du colza. Ils transmettent une vingtaine de virus, en particulier celui de la mosaïque du navet (TuMV) et de la mosaïque du chou (CaMV). Les pertes de rendements de colza peuvent atteindre 18 quintaux par hectare.</p>
<p>Puceron des épis des céréales (<i>Sitobion avenae</i>)</p>	<p>Cycle : Espèce monœcique principalement holocyclique et lors des hivers doux une partie de la population est anholocyclique. Hôtes : Céréales (blé, avoine, orge, maïs), graminées prairiales</p>

	<p>et sauvages.</p> <p>Dégâts : C'est le principal ravageur des cultures de blé au printemps, des pertes de 25 quintaux par hectare peuvent être atteintes. Les pucerons favorisent le développement de la fumagine et affectent le rendement. Ils transmettent le virus de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV).</p>
<p>Puceron de la fève (<i>Aphis fabae</i>)</p>	<p>Cycle : Espèce diécique holocyclique.</p> <p>Hôtes primaires : Fusain d'Europe, viorne boule de neige, seringat.</p> <p>Hôtes secondaires : plus de 200 espèces de plantes avec une préférence pour les légumineuses. Ils ne colonisent pas les graminées.</p> <p>Dégâts : Les pucerons affaiblissent beaucoup les plantes. Ils produisent une forte quantité de miellat qui favorise le développement de la fumagine. Ils transmettent un grand nombre de virus. Sur betterave par exemple ils transmettent le virus de la jaunisse grave (BYV) et de la jaunisse modérée (BMYV).</p>
<p>Puceron vert du pêcher (<i>Myzus persicae</i>)</p>	<p>Cycle : Espèce diécique holocyclique et lors des hivers doux une partie de la population est anholocyclique.</p> <p>Hôtes primaires : pêcher et autres Prunus.</p> <p>Hôtes secondaires : De nombreuses plantes herbacées et ligneuses dont la pomme de terre, la betterave, le colza et le pois.</p> <p>Dégâts : Les dégâts directs n'ont une importance qu'en cas de fortes proliférations. Les pucerons provoquent des crispations des feuilles et des souillures. Ils transmettent un très grand nombre de virus, par exemple : les virus Y de la pomme de terre (PVY), de la jaunisse modérée de la betterave (BMYV) ou encore de la mosaïque énation du Pois (PEMV).</p>
<p>Puceron vert du prunier (<i>Brachycaudus helichrysi</i>)</p>	<p>Cycle : Espèce diécique holocyclique et lors des hivers doux une partie de la population est anholocyclique.</p> <p>Hôtes primaires : divers Prunus (prunier, pêcher, abricotier, ...)</p> <p>Hôtes secondaires : nombreuses astéracées telles que le tournesol, et borraginées</p> <p>Dégâts : Sur tournesol, l'effet toxique de la salive des pucerons provoque des crispations des feuilles.</p>

Effets des pratiques culturales

Les semis précoces de céréales sont plus infestés de pucerons avant l'hiver que les semis tardifs. Alors que les semis précoces de betterave limitent les transmissions des virus par les pucerons. Un semis de céréales sous couvert végétal de légumineuse semble limiter les infestations de pucerons. Les variétés de céréales à barbes limitent le développement des colonies de pucerons. En règle générale, une culture fortement fertilisée en azote sera plus colonisée par les pucerons. Il semble que la réduction du travail du sol permet de diminuer

les populations de pucerons. En effet, cette réduction du travail du sol favorise le développement des auxiliaires.

Effets de l'aménagement paysager des parcelles

Il semble que l'absence de haie en bordure de champ favorise les fortes pullulations de pucerons. Les bandes enherbées favorisant les auxiliaires permettent de limiter les pullulations.

Auxiliaires permettant de lutter contre ce ravageur

Les larves de syrphes sont des prédateurs très voraces de pucerons, en 10 jours elles consomment entre 400 et 700 pucerons. Les larves et adultes de coccinelles sont aussi des prédateurs de pucerons, ils consomment entre 10 et 130 pucerons par jour selon les espèces et le stade de développement. Les larves et adultes de névroptères sont, pour certaines espèces, des prédateurs de pucerons. Les larves consomment jusqu'à 500 pucerons en 20 jours. Les pucerons peuvent aussi être chassés par des araignées, des punaises mirides, nabides et anthocorides. Ils peuvent être également parasités par un grand nombre d'hyménoptères et infectés par certains champignons entomopathogènes.

Méthodes de suivi et seuils de nuisibilité

Les pucerons ailés peuvent se déplacer sur plusieurs kilomètres par vol passif à l'aide du vent. Les pièges à aspiration de 12 m de haut permettent de les capturer. Ces pièges répartis en Europe fournissent des données quotidiennes sur l'activité de vol et permettent ainsi de prévoir les colonisations des parcelles par les pucerons.

2.3. Mineuse de la Tomate *Tuta absoluta* (Meyrick)

Identification du ravageur :

La mineuse de la tomate: *Tuta absoluta* (Meyrick) est un micro-lépidoptère de la famille des Gelichiidae.

T. absoluta est considéré comme le ravageur le plus redoutable de la tomate et qualifié comme «désastre absolu» d'où son nom. L'insecte peut provoquer sur tomates des pertes pouvant aller jusqu'à 80-100%. La larve est le stade nuisible de la mineuse de la tomate. Les

premières attaques sont observées sur les parties apicales de la plante, à savoir les feuilles et les nouvelles pousses. Cet insecte peut également s'attaquer aux jeunes plants repiqués et même aux semis en pépinière.

Répartition géographique :

T. absoluta est originaire de l'Amérique du sud. Première déclaration en 1964 en Argentine et propagation par la suite vers d'autres pays de l'Amérique latine. Récemment apparue dans le bassin méditerranéen, en Espagne (2006), en Algérie et en Tunisie (2008). Signalée au Maroc pour la première fois en Avril 2008 dans la région de Nador (Bouaareg). Elle est répandue actuellement dans les principales régions maraîchères.

Plantes hôtes :

Tuta absoluta se développe principalement sur la tomate et peut attaquer la pomme de terre, l'aubergine et le poivron. Certaines mauvaises herbes peuvent également abriter le ravageur : Tomate sauvage, morelle noire, morelle jaune, datura stramoine, tabac glauque...etc.).

Tuta absoluta se développe principalement sur la tomate (*Lycopersicon esculentum*) mais aussi sur diverses autres espèces de Solanaceae cultivées telles que la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), l'aubergine (*Solanum melongena*), la poire-melon ou pépino (*Solanum muricatum*), les piments (*Capsicum* sp) et sauvages telles que la tomate sauvage (*Lycopersicon hirsutum*), la morelle douce-amère (*Solanum dulcamara*), la morelle noire (*Solanum nigrum*), la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium*), *Solanum puberulum*, la datura stramoine (*Datura stramonium*), la datura féroce (*Datura ferox*) et le tabac glauque ou arborescent (*Nicotiana glauca*),...

Morphologie:

L'adulte: petit papillon qui mesure 6-7mm de long et environ 10 mm d'envergure, gris argenté avec des tâches noires sur les ailes antérieures. Les antennes sont filiformes. La femelle a une grande capacité reproductive qui peut atteindre jusqu'à 260 œufs par cycle.

Les œufs : de petites tailles (0,36mm de long, 0,22 mm de large), de forme ovale et de couleur blanc crème. Ils sont déposés de préférence sur la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures.

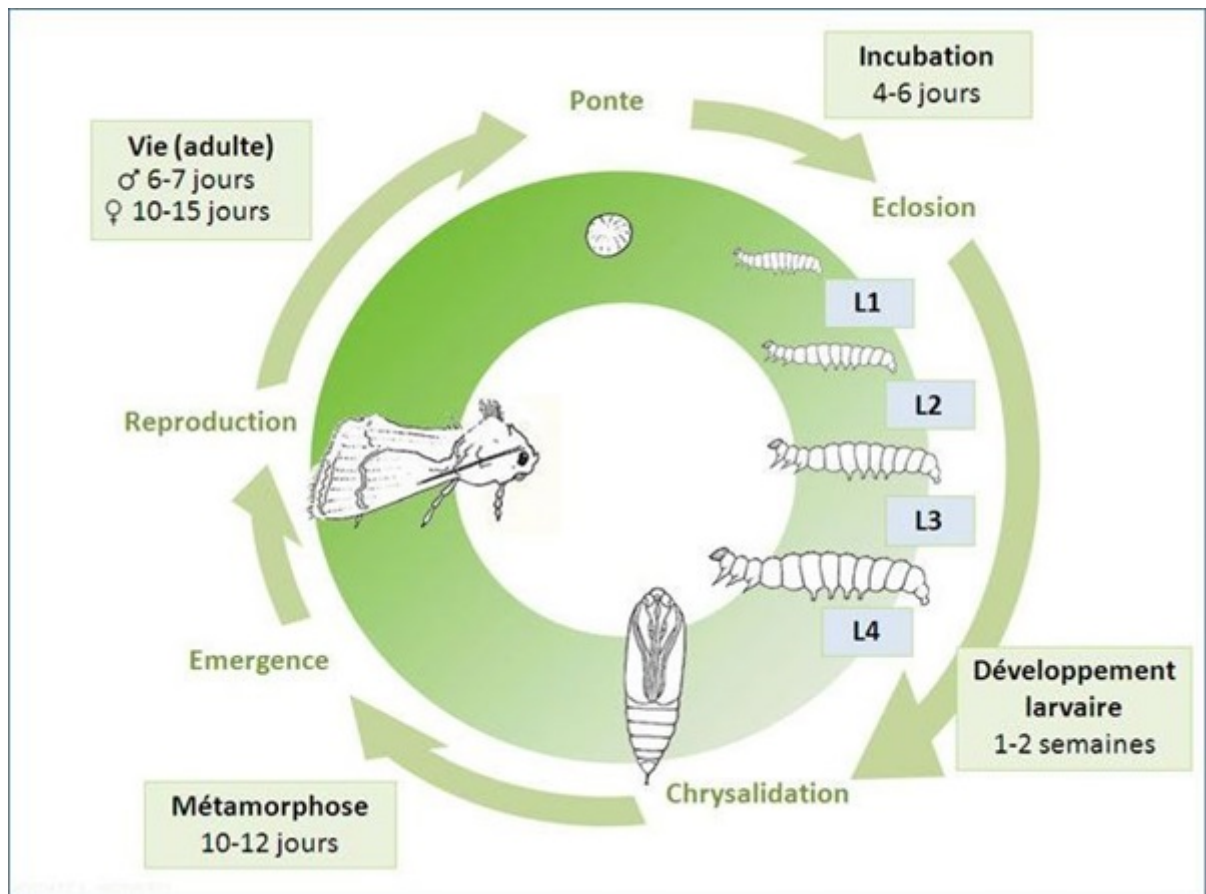
Les larves: Après éclosion, les jeunes larves creusent des galeries sur feuilles, tiges ou fruits dans lesquelles elles se développent. Elles passent par quatre stades larvaires successifs, dont la taille varie de 0,7 à 7,7 mm. La larve du 1^{er} stade de couleur blanchâtre, les larves du 2^{ème}

et 3^{ème} stade larvaire sont vertes et celle du 4^{ème} stade est rouge. Les larves se nymphosent principalement au sol ou dans des cocons sur les feuilles ou à l'intérieur des mines. **La chrysalide** : de forme cylindrique (4,3mm de long et 1.1 mm de diamètre), de couleur marron. *T. absoluta* est multivoltine (environ 10 à 12 générations par an). La durée du cycle biologique dépend des conditions climatiques, elle est de 76 jours à 14°C, 40 jours à 20°C et de 24 jours à 27°C.

Biologie :

Le cycle biologique dure de 76.3 jours (à 14°C) à 23.8 jours (à 27.1°C). Il peut y avoir jusqu'à 10 ou 12 générations par an. Chaque femelle peut pondre isolement, de 40 à plus de 200 œufs de préférence à la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures.

Après l'éclosion, les jeunes larves pénètrent dans les feuilles, les tiges ou les fruits quel que soit le stade de développement du plant de tomate (sur pomme de terre, seules les parties aériennes sont attaquées). Les chenilles creusent des galeries dans lesquelles elles se développent. Une fois le développement larvaire achevé (4 stades successifs), les chenilles se transforment en chrysalides soit dans les galeries, soit à la surface des plantes hôtes ou bien dans le sol. Cet insecte passe l'hiver au stade œuf, chrysalide ou adulte. Les adultes mâles vivent 6-7 jours et les femelles 10-15 jours. Cet insecte n'est pas présent à des altitudes supérieures à 1000m (limite climatique).



Symptômes et dégâts:

La larve est le stade nuisible de la mineuse de la tomate. Elle peut attaquer tous les organes de la plante. En Amérique du Sud, ce lépidoptère est considéré comme l'un des principaux ravageurs de la tomate. Ce papillon peut générer sur tomates des pertes pouvant aller jusqu'à 80-100%.

Sur feuilles : Les attaques se manifestent par l'apparition sur les feuilles de galeries blanchâtres (seul l'épiderme de la feuille subsiste, le parenchyme étant consommé par les larves) renfermant chacune une chenille et ses déjections. Avec le temps les galeries se nécrosent et brunissent.

Sur tiges : Les jeunes tiges et pédoncules présentent des points noirs et des nécroses.

Sur fruits : Les tomates présentent des nécroses sur le calice ou des trous de sortie à leur surface. Aussi, les fruits verts et mûrs peuvent être attaqués.

Généralement, les premiers symptômes apparaissent au niveau des parties jeunes de la plante.

Les chenilles s'attaquent aux fruits verts comme aux fruits mûrs. Les tomates présentent des nécroses sur le calice ou des trous de sortie à leur surface. Les fruits sont alors invendables et impropres à la consommation.

Surveillance de *Tuta absoluta*:

Elle doit s'opérer en :

Pépinières :

- Installation des pièges à phéromones et observation régulière de ces pièges (chaque jour si cela est possible) pour détecter le premier arrivage des adultes de *T. absoluta* ;
- Inspection régulière des plants pour détecter d'éventuelles attaques. Les pépiniéristes doivent déclarer leurs pépinières auprès des entités de la Protection des Végétaux pour assurer le contrôle et l'agrément.

Cultures :

- Utilisation des pièges à phéromones dès l'installation de la culture pour détecter la présence des adultes de *T. absoluta* dans la parcelle et évaluer le risque. Deux types de pièges à phéromones peuvent être utilisés : Piège delta et piège à eau.
- Observation directe et régulière des plants (au moins une fois par semaine) à la recherche des œufs et des mines avec des larves vivantes au niveau des feuilles et jeunes pousses.

Mesures de lutte contre *Tuta absoluta*:

La protection efficace et durable contre ce fléau doit combiner plusieurs mesures de lutte:

Mesures prophylactiques

En sous serre:

- ♣ Eviter la migration du ravageur à l'intérieur des serres et protéger les ouvertures des serres avec des filets insect-proof qui empêchent l'entrée des insectes (maille minimale : 9*6 fils/cm²). Il est important de mettre en place un sas (double porte) d'entrée pour les serres afin de retarder l'intrusion ;

- ♣ Assurer l'étanchéité des serres (plastique, filet et portes) par la réparation de toutes les ouvertures possibles ou trous au niveau des abris serres;
- ♣ Assurer une bonne aération du sol (travaux du sol et désinfection) sous serre, désinfecter les sols entre 2 plantations pour éliminer les chrysalides; la solarisation est très indiquée dans ce sens;
- ♣ Éliminer les plants et organes atteints et les brûler ou les mettre dans des sacs en plastique qui doivent rester hermétiquement fermés;
- ♣ Désherber l'intérieur et les alentours des serres, les parcelles de plein champs pour supprimer les plantes refuges;
- ♣ Détruire les débris végétaux résultants de l'effeuillage, de l'ébourgeonnage et de l'arrachage en fin de campagne. L'adoption d'un vide sanitaire d'environ 6 semaines entre l'arrachage d'une culture infestée et une nouvelle plantation est d'une grande utilité ;
- ♣ Lavage des caisses avant leur introduction dans les serres pour la récolte.

En plein champ:

- ♣ Prévenir toute contamination possible par l'insecte à partir des anciennes cultures en brûlant les restes des cultures et en éliminant les mauvaises herbes;
- ♣ Effectuer un labour profond pour éliminer les chrysalides au niveau du sol;
- ♣ Planter des plants sains sans signe de présence de *T. absoluta*.

Le piégeage massif

Le piégeage massif à l'aide des pièges à phéromone est un moyen de lutte complémentaire qui a pour effet la réduction importante de la population des mâles de *T. absoluta* et par conséquent des accouplements. Pour la réussite de cette technique, Il est conseillé de:

- ♣ Utiliser des pièges à eau : ce sont des récipients contenant de l'eau au-dessus desquels sont fixés des capsules de phéromones. L'ajout d'huile améliore la noyade des insectes;
- ♣ Les pièges sont placés à la base des plantes avec une densité de 25 pièges/ ha sous abris et 40 pièges /ha en plein champ; Répartir les pièges de façon homogène de manière à couvrir toute la parcelle et les alentours ;
- ♣ Entretenir les pièges: changement des capsules de phéromones toutes les 4-6 semaines avec nettoyage et maintien du niveau d'eau et d'huile dans les pièges.

♣ Lutte biologique

Les ennemis naturels utilisables contre *Tuta absoluta* sont :

-Les punaises prédatrices des œufs et des larves :

Nesidiocoris tenuis et *Macrolophus caliginosus* ;

-Les Parasitoïdes des œufs : *Trichogramma pretosium*, *Trichogramma sp*

-Parasitoïdes des larves : *Pseudoapanteles dignus*, *Dineulophus phthorimaeae*,...

-Parasitoïdes des chrysalides : *Cornua sp*,...

-Prédateurs : *Podisus nigrispinus*

Lutte chimique raisonnée

Afin de minimiser les risques liés à l'utilisation des insecticides, il convient d'appliquer le produit adéquat au moment opportun et de respecter pour chaque produit, le nombre d'application par an, les doses prescrites et d'alterner les matières actives (mode d'action) d'un traitement à l'autre, afin d'éviter l'apparition rapide d'une résistance de cet insecte aux produits insecticides.

Spécialité commerciale	Formulation	Matière active	Dose	D.A.R
Proteus® OD	OD (Dispersion huileuse miscible à l'eau)	Thiacloprid+Deltaméthrine (150 g/l + 20 g/l) Calypso+ Decis	0,5 - 0,6 L/ha	3 jours
Voliam® Flexi 300 SC	SC (suspension concentrée)	Chlorantraniliprole+Thiamethoxam (100 g/L + 200 g/L) Couragen + Actara	0,3 L/ha	3 jours
Voliam Targo® 063 SC	SC (suspension concentrée)	Chlorantraniliprole+Abamectine (45 g/L + 18 g/L) Couragen + Vertimec	0,5 L /ha	3 jours
Ampligo® 150 ZC	ZC (Mélange de formulation entre CS et SC) (Capsule suspension +suspension concentrée)	Chlorantraniliprole + Lambda-Cyhalothrine (100 g/L + 50 g/L) Couragen + Karaté Zeon	0,3 L/ha	3 jours

2.4. Mouche méditerranéenne des fruits ou cératite (*Ceratitis capitata* Wied)

I-INTRODUCTION :

La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wiedemann) est décrite pour la première fois en 1824 et signalée comme ravageur sur Citrus en 1829. Signalée dans le Midi de la France en 1885 (Balachowsky et Mesnil, 1935), elle a été introduite depuis la côte occidentale africaine, et plus précisément des forêts d'arganiers marocaines. Elle est considérée comme l'un des insectes ravageurs les plus importants et craints dans le monde, de par son caractère très polyphage.

Dans la région méditerranéenne, *Ceratitis capitata* ou la cératite qui est appelée aussi la mouche méditerranéenne des fruits est le ravageur le plus redoutable, grâce aux conditions qui lui sont favorables dans une grande partie de cette aire dont le climat et la diversité des cultures. Sa grande polyphagie et sa plasticité écologique lui permettent également d'y exprimer au mieux son potentiel biotique, d'exploiter d'une manière optimale son milieu en développent plusieurs générations par an et en s'attaquant à un grand nombre d'espèces fruitières dont la production s'étale sur toute l'année (Mazih, 1992).

La Cératite est répandue dans toutes les régions qui ont un climat tempéré-chaud (de type méditerranéen) où elle vit aux dépens des fruits de nombreuses plantes telles que les agrumes, le Pêcher, le Poirier, le Pommier, l'Abricotier, le Figuier, le Prunier, l'Actinidia, le Cognassier, la Vigne, le Cerisier (cerises douces), le Grenadier (*Punica*), le Fraisier, etc. La cératite occasionne des dégâts importants sur les agrumes et bien d'autres espèces cultivées (Prunier, pêcher...) et non cultivée (Arganier, jujubier...). Elle est considérée comme étant un grand déficit pour les chercheurs et les agriculteurs des cinq continents où elle est présente. En outre, ce ravageur est considéré comme un ravageur de quarantaine dans plusieurs pays.

1.2.- Généralité sur la Cératite (Mouche méditerranéenne des fruits) :

1.2.1.- Position systématique et synonymes :

La Cératite est une espèce qui a été décrite sous plusieurs noms à partir du XIX siècle (Fellah, 1996). Elle a porté le nom de :

Trypeta capitata Wiedmann en 1824

Petalophora capitata Macepi en 1825

Trypeta citriperda Mac leay en 1829

Trypeta hispanicade Brème en 1842

Ceratitis flexuosa Walk en 1856

Pardalaspis asparagi Bezzi en 1942

Dans le langage commun, l'espèce se nomme Cératite ou encore mouche méditerranéenne des fruits, et pour les anglo-saxons "Mediterranean fruit fly, medfly" (Fellah, 1996).

D'après Dyck et al. (2005), la position de la Cératite ou la mouche méditerranéenne des fruits est la suivante :

Règne : Animal

Phylum (Embranchement): Arthropodes

Classe : Insectes

Ordre : Diptères

Sous ordre : Brachycères

Famille : Tephritidae

Genre et espèce : *Ceratitis capitata* **Wiedemann, 1824**

1.2.2.- Répartition géographique de la Cératite :

L'aire de répartition de la Cératite est très vaste dans le monde (nombreux pays d'Afrique, d'Amérique centrale, Australie, Hawaï) (Jerraya, 2003). Les adultes peuvent se disperser sur environ deux kilomètres à la faveur du vent et ne peuvent jamais migrer ou parcourir de plus longues distances (Buyckx, 1994). *C. capitata* a été signalée pour la première fois en 1817 dans l'aire géographique de l'Océan Indien.

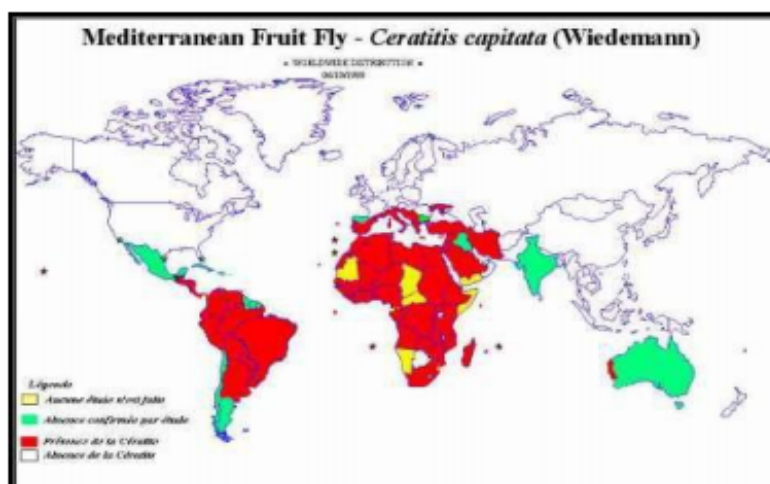


Figure : Répartition géographique de *Ceratitis capitata* (Maddison et Bartlett, 1989)

Tableau : Répartition et date de la première observation de *C. capitata* dans les pays endémiques (O.E.P.P., 1996) :

Amérique centrale	USA	Pacifique	Europe	Afrique	Proche Orient
Brésil 1901	Floride	Australie 1898	Espagne 1842	Algérie 1858	Liban 1904
Argentine 1905	1929 Texas	Tasmanie 1900	Malte 1845	Tunisie 1885	Palestine 1904
Paraguay 1951	1966		Italie 1863	Afrique du Sud	
Costa-Rica 1955	Californie		Sicile 1878	1889 Egypte 1904	
Pérou 1956	1975		France 1900	Madagascar 1915	
Equateur 1976	Hawaii		Turquie 1904		
Chili 1963	1910		Hongrie 1904		
Nicaragua 1961					
Panama 1963					
Salvador 1975					
Guatemala 1975					
Mexique 1977					

1.2.3.- Caractéristiques morphologiques :

C. capitata, comme d'autres Cératites, possède des ailes avec des bandes, et un scutellum renflé qui est tacheté de jaune et noir. Le dessin des mouchetures grises des cellules basales de l'aile différencie les *Ceratitis sp.* de la majorité des autres genres de Téphritides. Récemment, on a proposé des sondes à ADN comme moyen pratique de discrimination entre tous les stades vivants des trois principaux Téphritides présents à Hawaii (*C. capitata*, *Bactrocera cucurbitae* et *B. dorsalis*) (Haymer et al., 1994).

1.2.3.1.- Adulte :

L'adulte de la Cératite mesure 4,5 à 6 mm, il est caractérisé par un corps jaune, marqué de taches blanches, marron, bleues et noires, les ailes présentent une marbrure et un mésonotum noir luisant (Thomas et al, 2001).

1.2.3.2.- Œuf :

De couleur blanche nacré, brillant, de forme allongée et arquée en son milieu, convexe du côté dorsal et concave du côté ventral. Le tégument est nettement visible à la loupe binoculaire et on distingue bien ses particularités au microscope. Il mesure entre 0,9 à 1,1 mm

de longueur et 0,2 à 0,25 mm de largeur, translucide à la ponte puis devient blanc nacré de forme allongée et arquée en son milieu (Thomas et al, 2001).

1.2.3.3.- Larve :

Les Larves de la Cératite sont apodes, acéphales, lisses et de couleur blanche crème. Elles sont de formes coniques, effilées dans leur partie antérieure et subcylindrique tronquées dans leur partie postérieure et elles possèdent des antennes peu visibles et des pièces buccales réduites aux crochets mandibulaires noirâtres (Thomas et al, 2001). La Cératite possède trois stades larvaires L1, L2, L3, qui se différencient par la présence, le nombre et la taille des stigmates ; Le stade L3 réalise un saut larvaire caractéristique de l'espèce et tombe dans le sol où la larve s'enfonce et se nymphose pour donner la puppe (Thomas et al, 2001).

1.2.3.4.- Puppe :

Le troisième stade larvaire (L3) ne rejette pas son exuvie larvaire qui va lui servir d'une enveloppe à l'intérieur de laquelle il se nymphose formant le puparium. La puppe est de 4 à 5 mm de longueur, à la forme d'un petit tonnelet elliptique, lisse et résistant. Elle change progressivement de couleur pour devenir brun foncé (Jerraya, 2003).

1.2.4.- Biologie de la Cératite :

A leur émergence, les femelles sont immatures. Elles ont besoin de se nourrir pendant plusieurs jours de protéines et de sucres tels que le miellat et le nectar pour entrer en maturité sexuelle (Chouibani et al, 2015).

Les femelles ont, en outre, besoin de protéines afin de réaliser leur maturation sexuelle (dont la durée varie entre 4 et 10 jours) et élaborer leurs œufs (Zucoloto et al, 2005). Une fois elles ont acquis leur maturité sexuelle (2 à 4 jours après l'émergence), les mâles se rassemblent en groupes sur les plantes et émettent ensemble une phéromone sexuelle attirant les femelles (Zucoloto et al, 2005). L'accouplement a lieu 4 à 10 jours après la sortie.

1.2.4.1.- Ponte et incubation :

Durant sa vie, la femelle peut produire 300 à 1000 œufs. Ils sont généralement déposés sous la peau des fruits mûrs et ceux qui sont en début de maturité. La femelle pond en enfonçant son oviscapte dans la cuticule du fruit profitant parfois d'une blessure de l'épiderme ou d'un trou de ponte d'une autre femelle.

La durée d'incubation des œufs dépend de la température. L'éclosion débute dans les conditions naturelles à des températures supérieures à 10 °C, après 3 à 5 jours d'incubation. Les larves issues des œufs complètent leur développement dans la pulpe du fruit. Le trou de ponte est facile à remarquer sur quelques fruits (agrumes et abricots), l'incubation des œufs est de 2 à 5 jours en été et plus de 20 jours en hiver (Chouibani et al, 2015).

1.2.4.2.- Développement larvaire :

La durée du développement larvaire, qui comprend trois stades (L1, L2, L3), peut varier fortement pour une espèce donnée en fonction du fruit hôte (Zucoloto, 1993).

La larve de troisième stade « asticot » quitte le fruit par une brusque détente. Elle retombe sur le sol dans lequel elle s'enfonce pour se nymphoser, donnant alors une puppe. Cette transformation ne dure que quelques heures (Duyck et Quilici 2001). De cette puppe émerge un adulte qui recommence le cycle à nouveau (Ali Ahmed-Sadoudi, 2007).

1.2.4.3.- La pupaison et émergence des adultes :

Le troisième stade larvaire ne rejette pas son exuvie qui va lui servir d'une enveloppe à l'intérieur de laquelle il se nymphose formant le puparium.

La puppe a la forme d'un petit tonnelet elliptique, lisse et résistant de 4 à 5 mm de longueur. Il change progressivement de couleur pour devenir brun foncé (Fellah, 1996).

1.2.4.4.- Cycle de vie de la Cératite :

Le cycle de développement de la Cératite est régi par l'interaction d'un ensemble de facteurs biotiques (disponibilité de l'espèce fruitière hôte et le degré de maturité du fruit) et abiotiques (température) (Gahbiche, 1993). Le cycle complet de cette espèce varie de 4 à 17 semaines en fonction de la température. La Cératite est une espèce polyvoltine, le nombre de générations par an est déterminé essentiellement par la température. C'est ainsi que plusieurs générations peuvent se succéder durant l'année (Chouibani et al, 2016).

1.2.5.- Plantes hôtes :

La Cératite est connue par sa large gamme d'hôtes, elle est le ravageur polyphage le plus dangereux des Tephritidae dans les régions tropicales et subtropicales. Elle est connue d'avoir 353 plantes hôtes dont les : Myrtaceae, Rosaceae, Rutaceae, Sapotaceae et Solanaceae (elle peut aussi attaquer quelques cultures maraichères comme tomates et poivron et le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) (Jacquemond et al, 2013)

1.2.6.- Les dégâts de la Cératite :

La polyphagie de la Cératite et sa présence tout au long de l'année font d'elle un ennemi redoutable des productions fruitières dans plusieurs régions du monde.

Ses dégâts s'accroissent avec la polyculture et les conditions climatiques favorables ; les dégâts les plus importants s'observent dans les régions côtières (Gahbiche, 1993).

Ils peuvent revêtir trois formes :

- a-** Les piqûres stériles laissent des traces auréolées brunâtres à la surface de l'écorce (fruits de Citrus) qui déprécient la valeur marchande du fruit
- b-** L'attaque suivie du développement des larves, se manifeste par une tache décolorée qui s'élargit avec la couleur normale du fruit et devient brune et molle au terme de leur croissance.

A ce stade, le fruit pourrit en totalité ou en partie attirant toute une foule d'organismes décomposeurs (insectes, champignons...) et devient impropre à la consommation.

- c-** La chute des fruits : les fruits attaqués tombent à même le sol avant d'atteindre leur maturité et sont irrécupérables. Il en est ainsi de plusieurs espèces fruitières dont la production peut être détruite dans une proportion allant de 80 à 100 %.

1.2.7.- Dégâts de la Cératite dans le monde :

La Cératite affecte des intérêts économiques dans plusieurs pays à travers le monde. En effet, par son infestation de plusieurs variétés de fruits, elle cause une réduction considérable dans la production et la qualité des récoltes. Et si on ajoute les dépenses de montants substantiels d'argent sur les méthodes de contrôle de la mouche des fruits, et sur les traitements de la récolte lorsque le fruit est destiné à l'exportation, ces pertes peuvent s'élever à des millions de dollars américains. Dans une estimation économique récente pour la région du Moyen Orient (Palestine, Jordanie, Liban et Syrie), la perte annuelle causée par la Cératite a été estimée à 132 millions de dollars américains (Enkerlin et Munford, 1998). Dans la région du Maghreb (Algérie, Libye, Maroc, et Tunisie), les pertes financières imposées par la mouche des fruits s'élèvent à 100 millions de dollars américains chaque année (Driouchi, 1990).

1.2.8.- Moyens de contrôle et de lutte contre *Ceratitis capitata* :

La lutte contre la Cératite demeure un problème très préoccupant compte tenu de la gravité et de l'ampleur des dégâts associés à la difficulté d'intervention. Plusieurs techniques ont été

mises au point depuis le début du siècle sans arriver à éradiquer ce ravageur très polyphage et multivoltine (Jerraya, 2003).

1.2.8.1.- Lutte biologique :

La lutte biologique reste la méthode la plus respectueuse de l'environnement. Elle consiste à utiliser des ennemis naturels de l'insecte nuisible afin de minimiser l'effectif des populations du ravageur. De point de vue efficacité, cette méthode pose beaucoup de problèmes concernant les difficultés dans l'élevage de l'insecte ennemi ainsi que la difficulté de la relation hôte-parasite (Aboussaid et al, 2007).

1.2.8.2.- Lutte chimique :

Lutte rationnelle et efficace, la pose de piège est importante pour évaluer les populations de la Cératite et déclencher le traitement au moment opportun. Dans ce cas, le traitement aura lieu lorsqu'on aura enregistré plus de 3 mouches par piège et par jour (Bennai et Hamadache, 2012).

Dans les conditions algériennes, le premier traitement doit être effectué vers la fin du mois de septembre, période correspondant à la réceptivité des variétés précoces, les clémentines et les Navels. Le 2^{ème} traitement doit être réalisé 15 jours après le 1^{er} ou bien quand on enregistre plus de 3 mouches par piège et par jour (Bennai et Hamadache, 2012).

La méthode à appliquer est l'utilisation d'un volume réduit de bouillie à l'hectare (200 l/ha). Elle consiste :

-Soit l'un des côtés de l'arbre seulement en employant 1 litre de bouillie/arbre.

-Soit une rangée sur deux en employant 2 litre de bouillie/arbre.

Dans ces conditions, il est nécessaire d'ajouter à l'insecticide choisi 2 litre/ha d'eau du produit hydrolysate de protéine comme attractif (Bennai et Hamadache, 2012).

1.2.8.3.- Lutte biotechnique :

Utiliser pour la lutter contre les insectes des stimuli physiques et chimiques ou agents qui agissent sur le comportement ou le développement des insectes nuisibles (Fellah, 1996).

1.2.8.3.1.- L'anéantissement des mâles :

Cette méthode est basée sur l'utilisation d'un attractif sexuel très performant mélangé à un insecticide pour attirer les mâles et les tuer par contact. La rareté des mâles augmente le pourcentage des femelles ne produisant pas des œufs fertiles, mais cette méthode n'a pas trouvé d'échos favorables envers la Cératite (Aboussaid et al, 2007).

1.2.8.3.2.- La confusion sexuelle :

La lutte par confusion sexuelle consiste à diffuser dans l'atmosphère du verger des quantités importantes de phéromone sexuelle de synthèse de façon à désorienter les mâles empêchant ainsi la rencontre des sexes. Cette méthode ne présente aucun avantage pratique pour la Cératite à cause de ses exigences techniques (Aboussaid et al, 2007).

1.2.8.3.3.- Piégeage de masse :

Cette méthode consiste à combiner plusieurs facteurs pouvant affecter les populations de mouches telles que le stimulus olfactif et visuel, l'ensemble de ces stimuli est utilisé pour le piégeage de masse en vue de réduire au maximum la population adulte de la mouche. C'est une technique adaptée à de grandes surfaces (> 1ha), coûteuse en temps et en moyens (achat, pose, retrait) (Aboussaid et al, 2007).

1.2.8.3.4.- La technique de l'insecte stérile (TIS) :

La technique de l'insecte stérile est une méthode de lutte biologique contre les insectes nuisibles notamment *C. capitata*, qui commence à s'imposer devant les traitements chimiques comme étant une méthode très respectueuse de l'environnement, sans conséquences négatives sur la santé humaine et très efficace.

Elle implique un lâcher d'un nombre important de mouches stériles parmi la population sauvage, afin qu'il y ait une forte probabilité d'accouplement entre femelles sauvages et mâles stériles. Cette technique a été utilisée contre *C. capitata* au Costa Rica, en Espagne, aux Etats-Unis (California, Hawaii), en Italie, au Mexique, au Nicaragua et au Pérou (Bernard, 2014).

1.2.8.3.5.- Les mesures culturales préventives :

Il est important de rassembler et détruire tous les fruits infectés et ceux qui ont chuté, ou à les enfuir sous une couche de terre tassée de 60 cm d'épaisseur. La suppression des plantes réservoirs en bois dur des parcelles sont également utiles pour diminuer les populations de mouches des fruits. Enfin une lutte préventive peut s'opérer plus en amont par le contrôle des marchandises à l'arrivée (White et Elson-Harris, 1992).

2.5. Mouche d'olive

Bactrocera oleae

Description

Adultes :

- Taille : 4 à 5 mm de long, antennes plus courtes que la tête se terminant par des cils,
- Tête jaune-orangée avec des yeux bleu-vert irisés,
- Thorax à dos noir avec quatre bandes grises, terminé par un « triangle » blanc-crème,
- Abdomen court et épais, de couleur fauve orangé avec 8 taches noires,
- Ailes irisées, transparentes et très nervurées avec une tache noire à l'extrémité,
- Longévité (Durée de vie) 30 à 90 jours.

Œuf :

- Sous l'épiderme
- Allongés, 0.7 mm de long
- Durée : 2 à 10 jours
- 400 à 500 œufs/mouche (100 à 200 œufs par mois), habituellement un œuf par olive

Larves :

- Se nourrit dans la pulpe
- Asticot blanchâtre ou violet
- 3 stades larvaires
- Durée : 10 jours

Pupes :

- 3.5 à 4.5 mm de long
- 10 premiers cm du sol en hiver
- Dans les olives en saison
- Durée : 10 jours (été) à 4 mois (hiver)

Cycle de développement

2 à 5 générations suivant les latitudes de fin juin à mi-octobre

- **Adulte** : longévité plus de 6 mois
- **L'oviposition** : dure 25 à 30 jours, avec une possibilité d'interruption pendant 5 à 6 mois.
- **Fécondité** : plusieurs centaines d'œufs.
- **Œuf** : il est pondu sous l'épiderme du fruit. Il éclot au bout de 2 à 4 jours au printemps et de 10 à 16 jours en hiver.

- **Larve** : elle se développe en 9 à 14 jours, selon la température. Elle vit en endophyte et consomme la chair de l'olive.
- **Nymphe** : la nymphose prend 10 à 14 jours à 25°C mais 3 mois si la température est proche du seuil inférieur Durée totale d'un cycle environ 30 jours en été.

Dégâts :

- Chute prématurée des fruits attaqués
- Perte d'une partie de la pulpe, consommée par les asticots (qui est, en fait, négligeable)
- Piqure de ponte
- Augmentation du taux d'acidité des fruits
- Oxydation occasionnée par le trou de sortie

La lutte

Surveillance :

- Piégeage de la mouche
- Comptage des olives piquées

Anticipation :

- Prévisions météo
- Modélisation
- Préparation du matériel de traitement

Lutte raisonnée :

- Prophylaxie
- Traitements phytosanitaires
- Piégeage massif
- Lutte intégrée par conservation

Surveillance

Mettre en place un piégeage précoce Types de pièges

Alimentaires (Mc Phail) :

- Phosphate d'ammoniaque à 30 g/L
- Renouvellement : 1 à 2 semaines

Sexuels :

- Plaque jaune + capsule de phéromones
- Changement capsule : 3 semaines

Mise en place des pièges :

- Nombre : 1 à 3 pièges/ha
- Position : zone d'attaques précoces

Date d'installation :

Altitude	< 150 m	150 m<verger<300m	300m<verger<450m	>450m
Date d'installation	Début juin	mi-juin	Fin juin	Début juillet

Fréquence de relevés : 2 fois par semaine

Niveau d'infestation des olives

Niveau de capture Niveau d'infestation

- Femelles fertiles ? Dissection des mouches
- Olives réceptives ? Diamètre > 0,8 à 1 cm
- Ponte ? Comptage de nombre de piqûres /1 00 fruits
2 à 3 fois /mois

Décision d'intervention**Décision d'intervention pour lutte chimique :**

- Seuil de mouches/ pièges
Piège alimentaire : 1 mouche/jour/piège
Piège sexuel : 5 mouches/jour/piège
- Diamètre des olives (> 0,8-1 cm)
- Seuil de piqûres
- Avertissement pour votre zone d'altitude
- Températures < 28°C en fin de journée (18h)
- Prévisions météo

2.5. La cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi*

1- Présentation de la cochenille blanche

La cochenille blanche du palmier dattier est originaire de Mésopotamie. Elle existe dans toutes les régions phœnicicoles (l'Afrique de nord, Proche-Orient) à l'exception des USA. Elle a été découverte dans une oasis de l'Oued Rhir par Blanchard en 1868, et en 1939 elle a pris la désignation de *Parlatoria blanchardi* Targ (Munier 1973 et Dhouibi 1991).

La classification de la cochenille blanche est basée sur les caractères morphologiques des mâles et des femelles, d'après Balachowsky (1954) la position systématique de *Parlatoria blanchardi* du palmier dattier est la suivante :

Embranchement : Arthropodes
Classe : Insectes
Sous classe : Ptérygotes
Super ordre : Hemipteroidea
Ordre : Homoptera
Super famille : Coccidea
Famille : Diaspididae
Sous tribu : Parlatorina
Genre : *Parlatoria*
Espèce : *Parlatoria blanchardi* **Targioni -Tozzetti 1868.**

2- Morphologie et description

Balachowsky, 1937a et 1937 b, 1939, 1954 ; Smirnoff, 1957; Madkouri, 1975; Dhouibi, 1991, Idder, 1992 et Matallah 2010; ont donné les principaux caractères morphologiques des différents stades évolutifs de *P. blanchardi* et de leurs boucliers.

Tableau 7 : Description de la morphologie des différents stades évolutifs de *P. blanchardi* et de leurs boucliers.

Stades	Description d'individu	Description du bouclier
Œuf	-allongé, 0,04 mm de diamètre, de couleur mauve-rose pale. -pourvu un chorion lisse.	-disposé sous le bouclier maternel ou au contact du corps.
L₁ Mobile	-ovale et aplatie, de couleur chair ou lilas pâle. -possède trois paires des pattes.	-absence de bouclier (stade mobile).
L₁ Fixe	-apode, s'élargit et s'aplatit.	-pseudo-bouclier blanchâtre.
L₂ femelle	-arrondie, de couleur rouge claire.	-ovale pour la femelle et allongé pour le mâle, de couleur jaune par fois noir ou noir verdâtre.
L₂ mâle	-allongé et possède des taches oculaires pourpres.	

Pronymphe	-pourvu des ébauches oculaires, des pattes et de l'allongement de l'extrémité abdominale.	-linéaire de couleur blanc neigeux à cotés parallèles.
Nymphe	-possède des antennes, des ailes et des pattes développées mais repliées contre le corps. -l'apparition du stylet copulateur.	
Femelle immature	-ovale, rose et vire à une teinte lilas. -de 1,1mm de long et 0,8mm de large.	- ovale de couleur blanc, tacheté de brun.
Femelle adulte	- ovale et aplati, de 1,2 à 1,6 mm de long et 0,3 mm de large. -pourvue une vulve.	-ovale de couleur blanc, tacheté de brun, de 1,3 à 1,8 mm de long sur 0,7 mm de large.
Mâle adulte	-roux jaunâtre avec des ailes transparentes et non colorées, de 0,8 à 1 mm de longueur. -possède de deux paires d'ocelles et dépourvu d'appareil buccal.	-blanc allongé de 1 mm de long sur 0,4 mm de large.

3- Bioécologie de la cochenille blanche

Chez la cochenille blanche, le dimorphisme sexuel est très accusé (Balachowsky, 1937a), et se reproduise par voie sexuée (Balachowsky, 1939).

3.1- L'accouplement

Dès sa sortie du puparium, le mâle est prêt à s'accoupler avec une seule femelle mûre, il reste en vie deux à quatre jours après l'accouplement, car ces pièces buccales sont atrophiées. L'opération n'excède pas généralement que quelques minutes (2 à 3 minutes) (Balachowsky, 1939 et Smirnoff, 1957).

3.2- La fécondation

Après l'accouplement, le mâle divise une fois toutes sa réserve spermatique dans le canal ovarien de la femelle, qui se dirige ensuite vers la spermathèque où ils seront stockés. La femelle produit des ovules, qui seront fécondés à leur passage dans le canal ovarien (Balachowsky, 1939). La durée de maturation des ovules à l'intérieur du corps de la femelle est très variable ; elle est de dix-huit à vingt jours (Mars) et cinq à sept jours (Mai) (Benhassine, 1991).

3.3- La ponte

La femelle de *P.blanchardi* est ovipare, elle pond ses œufs sous le follicule maternelle recourent d'une matière cireuse nutritives (Balachowsky, 1937 b). La ponte est échelonnée sur deux semaines en printemps et de deux à six jours en été, selon les conditions climatiques (Benhassine, 1991). D'après Smirnoff (1957), le nombre d'œufs pondu par femelle est de six à huit œufs, jusqu'à onze œufs au maximum, ces œufs reste sous le follicule maternelle trois à cinq jours. Selon Dhouibi (1991) la durée d'incubation des œufs varie de deux à onze jours. Après la ponte la femelle se dessèche, dépérit et prend une couleur lilas foncé ou brun (Biche, 1987).

3.4- Cycle biologique

Après l'éclosion des œufs, les jeunes larves mobiles (L_1 Mo) restent un certain temps sous le bouclier maternel puis quitte ce dernier (Dhouibi, 1991). Après quelques heures à trois jours d'activité, la larve L_1 se fixe définitivement et devient une larve fixée (L_1 Fx), qui s'élargit, s'aplatit, et secrètent après deux à trois heures de leurs fixation la 1^{ère} enveloppe protectrice du bouclier (Balachowsky, 1939).

Smirnoff (1957), montre que après une semaine les larves L_1 mue et donne les larves L_2 , ce dernier dure deux à trois semaine pour différencié le mâle de la femelle. Selon Tourneur et Lecoustre (1975), les durées de développement des stades larvaires sont par contre fortement allongées par l'abaissement de température, et pour une même température, les développements larvaires femelles et mâles sont significativement différents.

Une semaine environ, les larves de 2^{ème} stade femelle (L_2 ♀) subissent une 2^{ème} mue pour donner les femelles immatures puis les femelles adultes. La 3^{ème} sécrétion dite « sécrétion adulte» termine la confection du bouclier qui acquiert sa taille et sa forme définitive (Idder, 1992). Selon le même auteur la larve de 2^{ème} stade femelle est semblable à la forme adulte, mais plus réduite et dépourvue de vulve.

Les larves du 2^{ème} stade mâle (L_2 ♂) subissent une 2^{ème} mue et devient pronymphe puis une 3^{ème} mue pour donner la nymphe, et la 4^{ème} mue permettra la transformation de la nymphe en mâle adulte (Idder, 1992).

On compte Annuellement au Maroc trois à quatre générations (Smirnoff, 1957 et Madkouri, 1975), de cinq à six génération sont enregistrées en Mauritanie (Laudeho et Benassy, 1969 in Iperti ,1970). Par contre en Algérie on compte trois générations dans la région de Biskra (Djouidi, 1992 ; Chelli, 1996 Remini, 1997 et Matallah, 2010) et Ouargla (Boussaid et Maache (2001).

4- Dégâts

Tous les stades de la cochenille blanche sont susceptibles de s'attaquer aux divers organes du palmier (Dhouibi, 1991).

P.blanchardi est un insecte piqueur suceur, à l'aide de son rostre elle aspire la sève de la plante et dans le même point d'alimentation elle injecte une toxine qui altère la chlorophylle. En cas de fortes attaques, l'encroutement sur les palmes devient brun, vert sale ou même grises ce qui empêche la respiration et la photosynthèse. Les conséquences sont un vieillissement rapide et une mort prématurée des palmes. Les dégâts sur les fruits sont également graves. Les dattes envahies sont ridées, déformés, et leurs développements est entravé (Munier, 1973).

Le compte rendu de la mission effectuée en Algérie en 1987 montre que la cochenille blanche est présente dans toutes les palmeraies algériennes, mais le niveau d'infestation ne dépasse jamais l'indice situé entre deux et trois de l'échelle d'Euverte (1962) cité par Iperti (1970), avec une infestation élevée dans la couronne extérieur et faible au cœur. Aussi que la région de Biskra est la moins infestée (Iperti, 1987).

D'après le travail de Mehaoua (2006), les variétés Ghars et Deglet Nour sont les plus sensibles aux attaques de la cochenille par rapport à la variété Degla Beida.

5- Moyens de luttés

Pour lutter efficacement contre *P.blanchardi* on peut utiliser séparément ou conjointement divers méthodes : culturales, physiques, chimiques et biologique (Brun, 1990).

5.1- Lutte culturelle et physique

Selon Iperti (1970), la lutte consiste à élaguer complètement le dattier de toutes ses palmes à l'exception de celles du cœur et à bruler tous les déchets végétaux sans exception,

puis à verser de l'eau salée et chaude sur la couronne des palmes restantes. Aussi Idder et *al* (2007), signale que la méthode physique consiste à traiter le palmier à l'aide de chaleur. Il s'agit de placer des déchets secs provenant de la palmeraie (cornafs, lifs) autour des palmiers à traiter et mettre le feu. La durée du flambage est d'environ cinq minutes. Le tableau suivant récapitule les avantages et les inconvénients de ce procédé de lutte :

Tableau 8 : Les avantages et les inconvénients de la méthode de lutte culturelle et physique.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -n'est pas onéreuse, le matériel utilisé est disponible. -la cendre récupérée est utilisée contre les nuisibles des cultures et sert à amender le sol. -élimine rapidement un grand nombre de cochenille. -appliqué n'importe quel moment de l'année. 	<ul style="list-style-type: none"> -la reconstitution de nouvelles palmes exige beaucoup de temps. -effet négatif sur les prédateurs vivants sur palmiers. -très dangereuse dans une palmeraie traditionnelle (fort densité de plantation). -impossible d'appliqué pour les palmiers à une hauteur assez importante. -la mort de l'arbre par excès de chaleur.

(Bensaci et Oualan, 1991 ; Idder, 1992 et Idder et *al.*, 2007).

5.2- Lutte chimique

Dans les palmeraies fortement infestées on peut utiliser deux traitements à base de pétrole 100% (2L/ha) et de Fenoxycarbe 25% (40g/ha). Ils doivent être menés à intervalle de quinze jours après la récolte. (INPV, 2000).

D'après Martin (1965), la lutte chimique est possible mais doit être appliquée avec beaucoup de prudence. Smirnoff (1951), indique que la méthode chimique est la plus radicale pour lutter contre les cochenilles. Selon le travail d'Idder qui utilise un insecticide organophosphoré agissant par contact ; le Ométhoate à 50%, qui provoque des pourcentages de mortalité de 73,2 à 80%. (Idder et *al.*, 2007). Cette méthode a montré également les avantages et les inconvénients suivant:

Tableau 9 : Les avantages et les inconvénients de la méthode de lutte chimique.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -efficace lorsqu'elle est appliquée opportunément. -s'applique au même temps, sur la totalité de la palmeraie. 	<ul style="list-style-type: none"> -très onéreuse et coûteuse. -danger pour l'équilibre biologique de la palmeraie. -pollue l'eau, l'atmosphère et le sol. -toxique pour l'homme, les animaux et la faune auxiliaire.

(Martin, 1965 ; Munier, 1973 ; Bensaci et Oualan, 1991 et Idder, 1992).

5.3- Lutte biologique

La méthode biologique repose sur la connaissance préalable des principaux ennemis naturels de la cochenille (Iperti, 1970).

D'après le travail de Mohammedi et Salhi en 2000 dans la région de Biskra, qui a montré que, les lâchers des prédateurs autochtones (*Pharoscymnus sp* et *Cybocephalus sp*) donne des résultats encourageants, avec un taux de prédation de 50%. Ces prédateurs indigènes restent insuffisants pour freiner la prolifération de *P.blanchard*. Donc il est nécessaire de recourir à d'autres espèces allochtones telles que *Chilocorus bipustulatus* L.var, *iranensis* (coccinellidae) qui est capable de réduire le taux d'infestation vers un niveau très bas (Iperti et al., 1970).

Le premier intervention par le *C.bipustulatus* var *iraniensis* exercé dans les palmeraies de l'Adrar Mauritanien (1967-1969) a donné des bonnes résultats, elle réduit le niveau d'infestation de la note 1-2 à 0,5 pour 90% des palmiers (Iperti et al., 1970). Cette opération est reprise par Tourneur au Niger en 1972 jusqu'à 1975. Le taux d'infestation n'a pas cessé de baisser, il est tombé de la note 3,5 – 4 à 0,5 (Tourneur et al., 1976). En Tunisie aussi, dans les années 1992 et 1994, après un mois des lâchers le niveau d'infestation ont baissé de la note 4,5 à 2,5 et après quelques mois il a atteint la note 0,5 (Khoualdia et al., 1997).

Malgré l'efficacité de cette méthode de lutte, elle prouve certain inconvénients présenté dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Les avantages et les inconvénients de la méthode de lutte biologique.

Avantages	Inconvénients
-ne présente aucun danger vis-à-vis le végétal.	-l'élevage dans les conditions contrôlées exige un appareillage coûteux.
-non toxique et ne détruit pas l'équilibre biologique.	-exige un contrôle et un suivi permanent sur les sites d'élevages et sur les sites des lâchers.
	- les prédateurs sont soumis aux accidents du climat et aux attaques des fourmis et d'araignées.
	- les coccinelles sont sensibles à la maladie de grégarine (<i>Gregarina katherina</i> Watson).

(Iperti et Laudeho, 1968 ; Brun et Iperti, 1982 ; Bensaci et Oualan, 1991).

2.6. Boufaroua *Oligonychus afrasiaticus*

Description

- L'adulte présente un corps presque glabre, de forme ovale, légèrement aplatie sur la face dorsale, et possédant quatre paires de pattes. Sa couleur varie du jaune verdâtre au rose ; ses dimensions sont de l'ordre de 0.22 à 0.44 mm de long et 0.17 à 0.20 mm de large. Ainsi, les différentes formes biologiques en sont (INPV, 2009 ; MADKOURI, 1992) :
- L'œuf ; il est de forme sphérique mesurant 0,1 mm de diamètre, de couleur rose, rouge ou jaune. La femelle peut pondre de 50 à 100 œufs (DJERBI, 1994);
- La larve ; elle possède trois (03) paires de pattes ; elle est de couleur blanc-jaunâtre, jaune, vert clair ou orange. Sa taille La nymphe ; Celle-ci est de couleur jaune est de l'ordre de 0,15 mm (DJERBI, 1994);
- clair, blanc jaunâtre ou orange clair, possédant quatre (04) paires de pattes (DJERBI, 1994).

Dégâts

- Les dégâts causés par ce ravageur peuvent être très importants, du point de vue économique, et peuvent atteindre des taux élevés.
- Les fruits sont impropres à la commercialisation et sont même parfois refusés par les animaux (GUESSOUM, 1986).
- Les dégâts peuvent être dévastateurs de la production jusqu'à 70% et passer même à 100% de la production (GDD, 2002).
- Les attaques peuvent se produire dès le stade nouaison et se poursuivent tout au long du stade grossissement des fruits.
- Les acariens s'alimentent par succion de la sève à partir du tissu végétal des dattes.
- Les attaques commencent par le pédoncule, puis gagnent tout le fruit. Suite aux nombreuses piqûres, l'épiderme des fruits verts est rapidement détruit, les fruits deviennent rugueux puis prennent une teinte pigmentée rougeâtre. Les fruits fortement attaqués seront impropres à la consommation.
- La présence des acariens sur les dattes est révélée par l'existence de toiles soyeuses blanches ou grisâtres.

Cycle de vie

- Après l'hivernation à différents stades sur le palmier dattier ou sur certaines plantes hôtes, notamment les mauvaises herbes, les cucurbitacées et les solanacées, les premiers acariens apparaissent et s'installent en petites colonies sur les jeunes dattes (GDD, 2002). Ils se nourrissent par piqûre de l'épiderme des fruits et succion du contenu des cellules (VILARDEBO, 1975 ; PEYRON, 2000).
- Au printemps, son activité augmente rapidement et à partir du mois de mai, elle devient très importante coïncidant avec les régimes qui portent des dattes en formation (INPV, 2009).
- L'acarien dépose sur les jeunes fruits à la nouaison (stade Loulou) ses œufs qui donnent des larves (DJERBI, 1994 ; MUNIER, 1973 ; KHOUALDIA *et al.* 1995). La durée du cycle de développement de l'acarien est entre dix à quinze (10 à 15) jours selon la température du milieu (DJERBI, 1994 ; INPV, 2009).

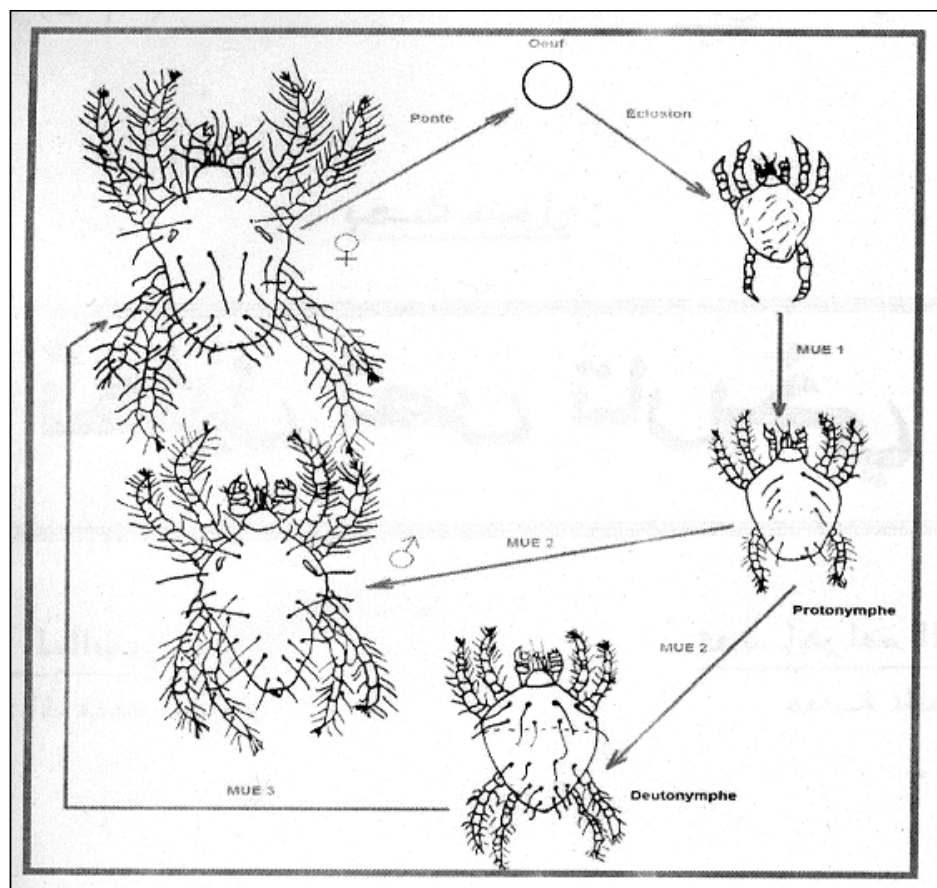


Figure n°2 : Cycle biologique du Boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*. Mc GREGOR)

Les plantes refuges de cet acarien

Le phragmite (*phragmites communis*), le chiendent (*Cynodon dactylon*) et le Diss (*Imperata cylindrica*), sont les principales plantes hôtes de cet acarien.

La lutte :

La lutte préventive

La lutte contre ce redoutable acarien reste tributaire de l'entretien régulier de la palmeraie car les mauvaises herbes se trouvant à l'intérieur ou aux alentours de la parcelle constituent les premiers refuges et foyers de ce ravageur, car de tout temps les attaques ne peuvent provenir que des abords de la parcelle vers l'intérieur et qu'une vigilance accrue permet de réaliser un traitement chimique à temps aux abords des parcelles.

La lutte curative :

Elle consiste à l'application raisonnable des produits phytosanitaires homologués contre le Boufaroua (acaricides spécifiques). Durant la période de fortes infestations (juin-juillet), 03 applications chimiques sont nécessaires pour réduire les colonies de cet acarien. Aussi, il ne faut pas négliger le traitement acaricide des cultures sous-jacentes (cucurbitacées et solanacées) afin d'assurer une couverture optimale. Le stade réceptif de la datte aux attaques du Boufaroua (grossissement du fruit) dure de 06 à 07 semaines environ en fonction des conditions climatiques (la température).

Lutte biologique

La lutte biologique contre cet acarien peut être envisagée, par l'utilisation de la coccinelle *Stethorus punctillum* (WEISE) et de l'acarien *Neoseiulus californicus* du comme prédateur de cet acarien

2.7. L'*Apate monachus*

Systematique

L'*Apate monachus* est classée systématiquement selon BALACHOWSKY (1962) comme suite :

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Sous-Ordre : Polyphaga

Famille : Apatidae

Genre : *Apate*

Espèce : *Apate monachus* (Fabricius, 1775) Nom commun : Bostryche moine (fr), Bougassas (Ar), Black giant Bostrychid (An)

Description

C'est un coléoptère xylophage, ayant une longueur de 10 à 19 mm et une couleur noirâtre (Fig. 4). L'adulte est nocturne et vole le soir dès le crépuscule. Il creuse des galeries obliques à l'intérieur du rachis de la palme, qui peut atteindre 10 à 15 cm le long (LEPESME, 1947). Cette palme se casse et perd sa vitalité et provoque son dessèchement après coup (BALACHOWSKY, 1962).

Morphologie

L'*Apate monachus* comme tous les coléoptères, est caractérisée par un développement typiquement holométabole (métamorphose complète), c'est-à-dire jalonné par les stades: œuf, larve, nymphe et adulte, qui sont morphologiquement et physiologiquement différents (ZAHRADNIK, 1984).

Cycle biologique

Bien que l'*Apate monachus* a été signalé en Algérie depuis longtemps, sa biologie reste encore peu connue sur le territoire national (MATEAU, 1972). BENSALAH et SAOULI (1997) dans la région de Biskra, ont fait ressortir que l'*Apate monachus* développe deux générations par an. La première génération de fin janvier jusqu'à la fin juin, suivie par une seconde génération de fin juin jusqu'à la fin janvier, contrôlées par les conditions trophiques et climatiques. Par ailleurs, D'après BEN KHALIFA (1991), cette espèce présente une génération par an dans la région d'Ouargla (Fig. 5). La sortie des adultes dans la même région déjà citée est en fonction

des conditions climatiques et s'étale sur 21 jours du 5 juin jusqu'au 26 du même mois. Lorsque les conditions sont favorables, il peut y avoir deux générations par an (SAKHRI, 2000).

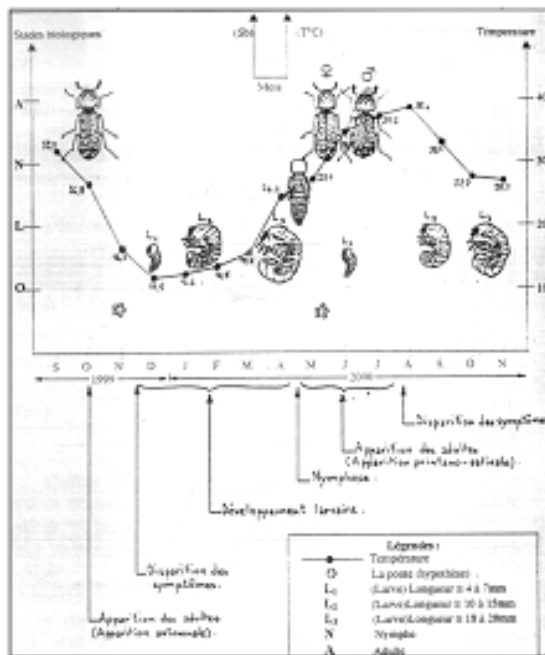


Fig. 6 - Chronologie des stades biologiques de l'*Apate monachus* (SAKHRI, 2000)

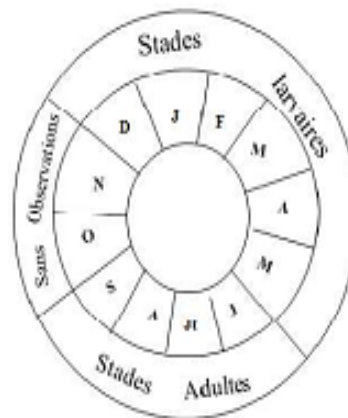


Fig. 5 - Cycle biologique de l'*Apate monachus* (BEN KHALIFA, 1991)

Dégâts

Les attaques d'*Apate monachus* sont caractérisées par des palmes à moitié sèches cassées et suspendues au palmier (Fig. 10). On peut trouver jusqu'à 17 palmes attaquées par palmier. En l'approchant, on constate que la casse s'est produite au niveau du trou creusé par l'insecte dont le diamètre varie de 3 à 7 mm et la casse se produit suite à des mouvements provoqués par le vent ou par le fellah.

3.8. La Pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*

2.1.1. Pyrale des dattes

Le fléau étudié dans ce travail est le déprédateur le plus redoutable de la datte *Ectomyelois ceratoniae*, il constitue une contrainte principale à l'exportation (Haddad, 2000). L'apparition de la pyrale des dattes à Biskra est liée à la plantation de la variété Deglet Nour et avec l'augmentation de nombre de palmiers de cette variété (Le Berre, 1978).

Description

1.4.2- Œuf L'œuf possède une forme oblongue, dont sa taille peut atteindre 0,6 à 0,8 mm. Il est de couleur blanche au début et il devient rose au bout de 24 heures. Sa surface présente un aspect réticulé (DOUMANDJI, 1981). Il est enfermé dans une coquille translucide, d'aspect chagriné, qui laisse apparaître la coloration orangée ou jaune des éléments internes (LE BERRE, 1978). Les œufs stériles sont rares. Ils se caractérisent par une coloration blanc-grisâtre permanente et un affaissement au bout de 2 à 3 jours (DOUMANDJI et DOUMANDJIMITICHE, 1976). Le zéro de développement embryonnaire se situe à 15°C. et le niveau thermométrique optimum pour l'embryogenèse est de 30°C. Sa durée moyenne est de 8,3 jours et elle n'est que de 3 jours à 30°C. (GOTHILF, 1969).

1.4.3- Larve De l'ordre de 1mm à l'émergence, la chenille de la pyrale des dattes peut être d'une taille d'environ 18mm au cours de son dernier stade larvaire (DHOUIBI, 1991). Sa durée de vie larvaire peut aller de 6 semaines à 6 mois suivant la température ambiante (LE BERRE, 1978).

1.4.4- Chrysalide La chrysalide mesure environ 8mm de longueur et possède un corps de forme cylindro-conique (DHOUIBI, 1991). Elle est caractérisée par la présence de 7 paires d'épines sur les sept premiers segments abdominaux et deux crochets à l'extrémité abdominale (DHOUIBI, 1991). Le prothorax est généralement rugueux, avec une carène médiodorsale irrégulière (DHOUIBI, 1991). Le même auteur a mentionné que son enveloppe chitineuse est de couleur brune et généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale. Dans la plupart des cas, la chrysalide se trouve dans la datte où la chenille a effectué son développement. Dans ce cas, elle est orientée de telle façon que sa partie céphalique se trouve en contact avec un orifice ménagé par la larve dans la paroi du fruit avant sa mue, et par lequel sortira l'imago (LE BERRE, 1978). D'après le même auteur, la nymphose peut se faire également dans les crevasses des murs, sur les caisses et même dans les fentes du stipe dur du palmier dattier.

1.4.1- Adulte La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* est un petit Lépidoptère de 6 à 12 mm de longueur et de 16 à 22 mm d'envergure (DHOUIBI, 1991). D'après les travaux de DOUMANDJI-MITICHE (1977) et DOUMANDJI (1981), le papillon présente deux formes différentes suivant l'origine géographique. Il prend une couleur grise dans les régions côtières et devient plus clair et d'un blanc plus ou moins crémeux dans les oasis. Les espèces appartenant au genre *Ectomyelois* se distinguent par leurs nervures médianes M2 et M3 des ailes antérieures et postérieures qui sont séparées sur les deux tiers de leur longueur au lieu d'être fusionnées comme chez *Ephestia* (DHOUIBI, 1991). Les ailes antérieures sont ornées

de dessins plus ou moins marqués. Les ailes postérieures sont bordées d'une frange soyeuse (DHOUIBI, 1991).

Cycle biologique

Le cycle biologique de l'*E. ceratoniae* (Figure 7) se déroule sur plusieurs plantes hôtes dont les principaux sont le caroubier, le néflier du japon, l'amandier, le figuier, le grenadier et le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) (Doumandji, 1981).

L'insecte passe l'hiver dans les fruits momifiés sous forme de larve âgée et l'adulte apparaît au printemps suivant pour se développer sur plusieurs plantes hôtes. Il commence par l'attaque des grenades de Mai à Août, puis il s'installe sur les premières dattes non nouées se trouvant sur les régimes et à partir de Septembre, l'insecte commence à attaquer les dattes mures et s'y développe jusqu'à la récolte (Dhouibi, 1991).

D'après Le Berre (1978), l'*E. ceratoniae* accomplit son cycle biologique annuel dans la palmeraie dont les larves peuvent s'alimenter grâce aux dattes sur pied depuis la nouaison jusqu'à la cueillette. L'*E. ceratoniae* est une espèce très polyphage pouvant atteindre dans des bonnes conditions quatre générations qui se succèdent au cours de l'année, en effet ce nombre de génération varie de 1 à 4 en fonction des conditions climatiques et des plantes hôtes disponibles (Doumandji, 1981). Wertheimer (1958), montre que trois générations importantes se succèdent au cours de l'année et une quatrième génération existe par fois.

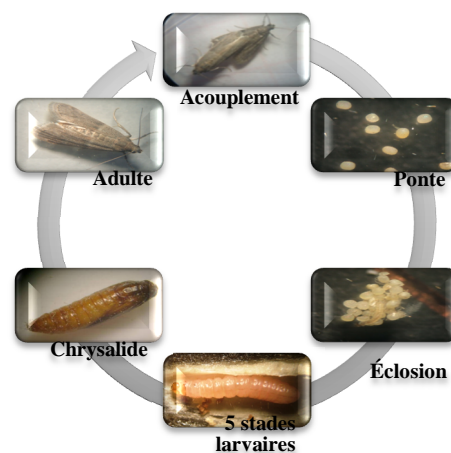


Figure 7 : Cycle biologique d'*E. ceratoniae* Zeller

Dégâts

La Pyrale de la datte (*Ectomyelois ceratoniae*) cause de graves préjudices aux dattes (Figure 8), tant sur le palmier dattier que dans les lieux de stockage (Jacques, 1990). L'infestation des fruits par la pyrale des dattes est le problème majeur pour les importateurs (Bernard, 2000).

Selon Wertheimer (1958) et Lepigre (1963), le pourcentage d'attaque le plus élevé est de 10 % et peut atteindre 30 % en Algérie. Le taux d'attaque peut aller de 4,4 à 23,8 % sur les dattes de la variété Deglet Nour (Ideer, 1984). En effet, Le Berre (1975), précise que les dattes molles comme Ghars sont plus infestées que les Demi-molle, elle-même plus attaquées que les sèches. Il note aussi un niveau d'infestation de 8 % pour la variété Ghars, 7 % pour la variété Deglet Nour et 1,2 % pour la variété Mech Degla ; tandis que Ben Adoune (1987), montre que la variété Deglet Nour est plus infestée (27 %) que la variété Ghars (8,5%).

D'après Haddad (2000), le taux d'infestation des dattes peut atteindre jusqu'à 22,5 % sur la variété Deglet Nour. De même Saggou (2001), montre que le taux d'infestation sur la même variété est de 23,33 %. Cependant, Munier (1973), estime que le pourcentage des fruits attaqués à la récolte est habituellement de 8 à 10 % mais cette proportion peut être plus élevée et peut atteindre les 80 %. Aussi, Ideer et *al.*, (2009), ont enregistré dans les palmeraies de la région de Ouargla, un niveau d'infestation pouvant atteindre 57 %. À Ouargla, Doumandji-Mitiche (1983), signale qu'au sol, le pourcentage de fruits attaqués est de 42,5% et augmente jusqu'à 64,7% au niveau des lieux de stockage.

En Tunisie l'*E.ceratoniae* reste le ravageur le plus abondant et le plus important sur le plan économique dans les zones phœnicicoles, on estime qu'environ 20 % des dattes de la variété Deglet Nour régulièrement attaquées (Khoualdia et Marro, 1996). Ainsi Dhouibi (1989), montre que les dégâts occasionnés sont de 15 à 18 % sur dattier. Dans les oasis Tunisiennes, la culture de grenadier est en voie de disparition à cause des attaques de la pyrale qui peuvent atteindre jusqu'à 80 % de la production (Khoualdia et *al.*, 1995). Alors qu'au Maroc ce ravageur cause jusqu'à 30 % de perte dans les récoltes de dattes (Bouka et *al.*, 2001). Aux Etats Unis, le taux d'infestation varie de 10 à 40 % sur la variété Deglet Nour (Warner, 1988 et Nay et Perring 2006).

Moyens de lutte

- Lutte chimique

En Algérie, la lutte chimique a été le premier moyen utilisé après les pratiques culturales (ramassages des dattes tombées, ensachage des régimes, couverture des tas des dattes dans les lieux de stockage...) avec l'usage du DDT (WERTHEIMER, 1958 cité par WARNER, 1988). Divers produits sont également appliqués en plein champ, notamment, le Malathion à 2%, le Parathion 1,25%, le Phosalone 4%. Dans les lieux d'entreposage, la datte est traitée par des fumigants comme le Bromure de Methyl. Cependant, en plus de la toxicité élevée, l'inefficacité, la rémanence prolongée de certaines matières actives, ont favorisé la disparition des ennemis naturels et l'apparition de souches résistantes. Par ailleurs, les pays importateurs des dattes ont imposé actuellement des normes très rigoureuses en matière de résidus de pesticides. A titre d'exemple, en 2007, la communauté européenne (CE) a refusé la datte algérienne traitée par le Bromure de Méthyle, proscrits par le protocole de Montréal, vu sa toxicité et son action sur la composition biochimique du fruit, en particulier, son taux en acides aminées (Lysine, Méthionine et la propaline) (HASSOUNA *et al.*, 1994). Ceci, a conduit à l'interdiction ou la restriction de l'usage de plusieurs produits. Cette situation à inciter les acteurs du domaine à développer des méthodes de lutte alternatives efficaces et respectueuses à l'égard de l'environnement. DHOUIBI (1992), a montré que dans un écosystème oasien la pulvérisation de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bt) (Bactospéine 1 %, à raison de 100 g / palmier mélangé avec 100 g de chaux viticole) a pu diminuer le niveau d'infestation de 60% à condition que l'intervention soit faite avant la pénétration des chenilles dans les dattes.

- Lutte génétique (Autocide)

Les pratiques culturales, les interventions phytosanitaires n'ont pas permis d'assurer une bonne protection de la production dattière. Ceci, a suscité les chercheurs à trouver d'autres méthodes de protection efficaces sans porter préjudice à l'écosystème oasien. En 1999, l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) a mis en œuvre un programme de lutte par le biais de la technique des insectes stérile (TIS). Cette méthode consiste à la production en masse des individus mâles de la pyrale des dattes dans des conditions contrôlées et leurs irradiations par les rayons gamma au niveau du centre de recherche nucléaire d'Alger. Ces individus irradiés ont été ensuite lâchés dans les zones phœnicicoles (Biskra, El-Oued et Ouargla) (DRIDI *et al.*, 2001). D'après ces auteurs les résultats préliminaires sont très encourageants et souhaitent de généraliser cette technique.

- Lutte biologique

Comme tout insecte dans son milieu naturel, *E. ceratoniae*, est entourée par un cortège très important d'ennemis naturels qui contrôle sa dynamique. Cette importance semble être due à sa répartition géographique et à sa large gamme de plantes hôtes. Elle est exposée au parasitisme et la prédation à tous ses stades de développement (NAY, 2006). Plusieurs espèces ont fait l'objet de programmes de lutte biologique. En Algérie DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI (1982) ont enregistré sur la variété Deglet Nour, un taux de parasitisme par *Phanerotoma flavitestacea* (Fischer) de l'ordre de 50,6% et 32% durant les années 1980 et 1981 respectivement. Les travaux menés par DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1982) en Algérie, sur l'ooparasite *Trichogramma embryophagum* ont révélé un taux de parasitisme de l'ordre de 19 %.

2.9. Les Thrips

Description

L'identification des thrips est une opération difficile (Palmer, 1990). En plus de leur petite taille, la coexistence au sein d'une même espèce, des formes, des modes de vie, des capacités de dispersion et d'utilisation de ressources alimentaires diverses, ont rendu encore la tâche plus compliquée (Lewis, 1973). A titre d'exemple, au sein d'une même espèce, les individus peuvent avoir des tailles et des couleurs différentes (Lewis, 1973). Les outils modernes, notamment, la biologie moléculaire a contribué énormément et elle a permis de résoudre les problèmes liés aux variations intra-spécifiques (Hebert et al., 2003). La morphologie générale des Thysanoptères a fait l'objet de certaines études. Les plus importantes sont celles de Peterson (1915); Bailey (1938) ; Priesner (1960) ; Mound (1997), Bournier (2002) ; Bournier (2003). Les études de Brunner et al. (2002); Moritz et al. (2002) ont exploité la technique de la biologie moléculaire pour établir une nouvelle classification des thrips, notamment, pour ceux qui présentent un intérêt agronomique. 1.3.1- Adulte D'une façon générale, les adultes des thrips sont de forme allongée (Figure 3) et légèrement aplatis dorso-ventralement. Leur taille est comprise entre 0,5 à 2mm. Certaines espèces de Tubulifera, d'origine tropicale et subtropicale, peuvent mesurer jusqu'à 15mm (Moritz, 1997). La tête est variable, mais le plus souvent elle est plus large que longue chez les Terebrantia et plus longue que large chez les Tubulifera (Bournier, 2003) (Figures 4). Elle porte deux yeux composés (Bournier, 2002 ;

Watson, 1918), formés de plusieurs ommatidies (Moritz, 1997), ainsi que de trois ocelles disposés en triangle sur le vertex.

Dans la zone ocellaire existe plusieurs paires de soies (soies ocellaires), dont la longueur, le nombre et la position sont autant de caractères taxonomiques de première importance (Bournier, 2003; Moritz, 1997).

Toujours sur la tête, les antennes sont formées de 4 à 9 articles (Bailey, 1938 ; Lewis, 1973). Généralement les espèces comptent de 7 à 9 articles, et rarement de 4 à 6 (Ananthakirshnan, 1984). Chaque article antennaire porte des organes sensoriels de différentes tailles, formes et positions. Le 3ème et le 4ème article portent généralement des cônes sensoriels fourchus ou simples (Moritz, 1997 ; Ananthakirshnan & Sen, 1980 ; Triplehorn & Johnson, 2005) (Figure 5). Chez les Tubulifera, les cônes sont toujours simples (Ananthakirshnan, 1984). Chez les Aeolothripidae (Terebrantia), ces cônes ont la forme d'une plage longitudinale creusée à la surface des articles (Figure 5). Sur les différents articles, il existe également des soies tactiles et des rangées de microtriches (Bournier, 2003).

1.3.2- Œuf : Chez les Terebrantia, l'œuf mesure de 200 à 300 µm de long sur 100 à 150 µm de large et de forme ovale ou réniforme (Bailey, 1938 ; Lewis, 1973 ; Bournier, 2003), alors que, chez les Tubulifera, il est plus grand (350 à 550 µm de long) et cylindrique (Lewis, 1973). Chez les Terebrantia, ces œufs sont insérés dans les tissus végétaux, contrairement aux Tubulifera, où ils sont déposés à la surface (Prienser, 1960).

1.3.3- Larves : Avec leurs antennes dirigées vers l'avant, les différents stades larvaires ont à peu près la même forme que l'adulte (Palmer, 1990). Cependant, ils sont plus petits et dépourvus d'ailes (Figure 10). Leurs téguments sont translucides et mous. Leur coloration varie du blanc au jaune-crème. Chez certaines espèces, les segments abdominaux peuvent être rouges (Bournier, 2002).

1.3.4- Nymphe : Chez les Terebrantia, les larves se développent d'abord en pré-nymphe et ensuite nymphe. Tandis que, chez les Tubulifera la pré-nymphe, se transforme d'abord en nymphe I avant de donner une nymphe du deuxième stade (Lewis, 1973 ; Ananthakirshnan, 1984 ; Bournier, 2003 ; Mound, 1997). La nymphe (Figure 10) a à peu près la même taille que la larve du stade II mais généralement de couleur jaune clair. Elle a des ébauches alaires, se déplace très peu ou reste immobile et ne se nourrit pas (Bailly, 1938).

1.4-Reproduction La multiplication sexuée est la plus dominante chez la plupart des Thysanoptères. En cas de reproduction par parthénogenèse, la descendance peut être composée uniquement de femelles ou de mâles. La parthénogenèse thélytoque est de loin la plus commune (**Bournier, 2003**). L'accouplement s'observe 2 ou 3 jours après l'émergence des adultes (**Lewis, 1973**). Chez les Terebrantia, l'ovipositeur est apparent à l'extrémité de l'abdomen et il est utilisé pour percer le tissu végétal et déposer les œufs à l'intérieur (**Lewis, 1973 ; Lewis, 1997 ; Bournier, 2002**). Les Tubulifera possèdent un ovipositeur tubulaire, qui sert à déposer les œufs à la surface du substrat (**Heming, 1995 ; Morse & Hoddle, 2006**). Le nombre total d'œufs pondus par les femelles de thrips varie de 30 à 300 en fonction de l'espèce (**Lewis, 1973**). L'incubation et le développement, varient en fonction des espèces et des conditions environnementales (**Watts, 1934 ; Bailey, 1938**). Ils sont de quelques jours à plusieurs semaines. Le développement post-embryonnaire est composé de 4 stades chez les Terebrantia et 5 pour les Tubulifera (**Tommasini & Maini, 1995**). Après l'éclosion, la larve du premier stade mène une vie active à la recherche de l'alimentation (**Peterson, 1915 ; Bournier, 1982**). Ce stade peut durer de 3 à 4 jours. La larve du 2ème stade, peut vivre de 5 à 12 jours. Ces deux premiers stades larvaires se nourrissent abondamment et peuvent être responsables d'importants dégâts (**Palmer, 1990 ; Mound & Kibby, 1998**). Lorsque, la larve du stade II atteint son plein développement, elle se prépare à se nymphoser (**Bournier, 1970 ; Bournier, 1982**). Cette nymphose peut s'effectuer sur place, où dans une anfractuosité sur le végétal. Dans la plupart des cas, la larve se laisse tomber sur le sol pour s'enfoncer plus ou moins profondément. La vie nymphale peut aller de 2 à 6 jours. L'adulte, après son apparition, peut vivre de 8 à 25 jours (**Bournier, 1982**) (**Figure 11**). En fonction de la température, du photopériodisme et de l'alimentation, le cycle de vie d'un thrips peut se réaliser en 10 à 30 jours (**Gaum et al. 1994; van Rijn et al. 1995; Tsai et al. 1995; Murai, 2000**). A titre d'exemple, *Frankliniella occidentalis* peut accomplir une génération en 21 jours si la température est 22°C (**Lambert, 1999**) (**Figure 11**). Sous un climat chaud ou sous une serre, les générations se succèdent à un rythme très accéléré et il peut avoir 12 à 15 générations chaque année. Sous un climat froid, le thrips ne peut développer que 1 ou 2 générations par an (**Lewis, 1973 ; Lewis, 1997**).

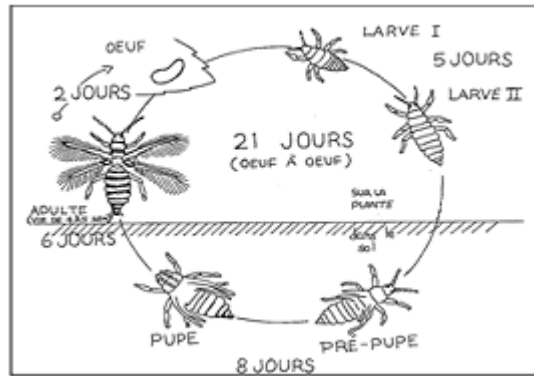


Figure 11: Cycle biologique de *Frankliniella occidentalis* à 22°C (Lambert, 1999).

1.6-Exigences écologiques

Certains facteurs climatiques peuvent avoir des effets néfastes sur le développement des populations des thrips. **Harris *et al.* (1936)** ont remarqué une réduction importante des effectifs de *Thrips tabaci* sur oignon après des pluies et de la grêle. Par ailleurs, beaucoup de nymphes de *Scirtothrips manihoti* peuvent être tuées également par les pluies (**Samways, 1979**). D'autres facteurs, tels que, la sécheresse et le stress hydrique peuvent agir directement ou indirectement sur les thrips. **Barnett & Naylor (1966)**, ont constaté que sous ces conditions, la plante s'expose à la protéolyse, ce qui offre aux thrips une alimentation très riche en acides aminés (**Fenneh, 1965**). La température et l'hygrométrie agissent en parallèle (**Bournier, 1983**) et déterminent fortement le comportement et le développement des Thysanoptères. Des températures élevées réduisent la durée du cycle et favorisent les pullulations (**Bournier, 1982**). En général, la température moyenne de développement de la plupart des espèces se situe autour de 25°C (**Bournier, 1982**). Certains Thysanoptères peuvent vivre plusieurs jours à des températures très basses, de l'ordre de 0 à -5°C, à condition que l'atmosphère soit relativement humide. Sous des températures élevées, certains thrips peuvent devenir plus actifs à condition que l'humidité relative soit comprise entre 70 et 90% (**Cederholm, 1963**). Un ciel nuageux, un climat humide et un feuillage humide, réduisent la prise alimentaire chez les thrips phytophages, mais les espèces mycophages sont moins affectées. Les thrips ne survolent pas lorsqu'il fait froid, la température seuil pour voler dans les régions tempérées pour la plupart des thrips est comprise entre 17 à 20°C (**Lewis, 1973**). Pour faire face aux températures extrêmes, certaines espèces de thrips pratiquent l'hibernation ou l'estivation (**Lewis & Navas, 1962**). Effectivement, sous un climat sec et chaud, quand la dessiccation présente un danger en été, quelques espèces entrent en estivation dans les galles (**Priesner, 1964**). Le phototropisme préféré est en général modérément positif, mais bien

souvent les Thysanoptères préfèrent des biotopes où l'intensité lumineuse est réduite (**Lewis, 1973 ; Bournier, 1983**). C'est en partie, pour cette raison qu'ils se trouvent souvent à la face inférieure des feuilles. Cette localisation leur permet aussi de se protéger des fortes précipitations responsables de la destruction d'une grande partie de leurs populations (**Kirk, 1997a, Bournier, 1983**). De même, l'irrigation contribue à la destruction des pronymphes et des nymphes qui se trouvent dans les interstices du sol (**Samways, 1979 ; Bournier, 1983 ; Kirk, 1997a**). Les thrips ne volent pas dans l'obscurité et la plupart des espèces ont besoin d'une intensité lumineuse minimale de 1080 lux (**Lewis, 1973**). Le vent est aussi un élément qui détermine le comportement des Thysanoptères, en particulier, lors de l'envol. Des vents de 3 à 4 m/s, inhibent le vol des adultes (**Bournier, 2002**). Cependant, le vent demeure le principal facteur de dispersion (**Bailey, 1938 ; Mound, 1983**). Les facteurs abiotiques ont également un impact sur le comportement des thrips et leur aspect. Ainsi, chez certaines espèces, les formes hivernales et estivales présentent des colorations différentes. Chez *Thrips tabaci*, les adultes des générations hivernales sont brun foncé, alors que, ceux des générations estivales sont jaune clair (**Bournier, 1983 ; Kirk, 1984a**). Le même phénomène est observé chez *Frankliniella occidentalis*, où les formes estivales ne présentent pratiquement plus de macules brunes sur les tergites abdominaux, alors que, chez les formes hivernales, ces mêmes macules couvrent la totalité des tergites (**Lewis, 1973 ; Bournier, 1983**).

1.7-Dégâts

Parmi les 7400 espèces de thrips décrites actuellement (**ThripsWiki, 2015**), rares (1%) sont celles qui présentent un sérieux problème pour les cultures (**Lewis, 1997**). Cependant, une espèce peut être nuisible sur une culture dans une région donnée et totalement inoffensive dans une autre (**Bournier, 1970 ; Bournier, 1983**).

1.7.1- Dégâts directs : D'une façon générale, les dégâts directs se manifestent de plusieurs manières. Sur **lestissus âgés**, en plus de la décoloration du feuillage, des égratignures ou des tâches argentées, peuvent apparaître (**Lambert, 1995**) (**Figure 12**). En cas d'infestation massive, les feuilles se dessèchent et tombent (**Tommasini & Maini, 1995**). Sur **les jeunes tissus**, une déformation, un rabougrissement, un nanisme et un enroulement des feuilles peuvent s'observer. Sur oignon, *Thrips tabaci* peut parfois détruire toutes les cellules épidermiques de la feuille qui se dessèche alors complètement (**Bournier, 1970**). Sur d'autres plantes, les feuilles attaquées se transforment en véritables galles. C'est l'exemple de *Ficus nitida* attaqué par *Gynaikothrips ficorum* (**Bournier, 1970**). Ces galles se forment suite aux

toxines injectées dans la plaie lors de la prise alimentaire. Cette salive provoque une inhibition de la différenciation de certaines cellules, une stimulation de la prolifération chez d'autres et enfin une hypertrophie du mésophyte (**Childers & Achor, 1995**).

Sur les tiges, les dégâts ne se produisent que lorsqu'elles sont encore jeunes et tendres. Elles subissent une subérisation. Les thrips peuvent également pénétrer dans le cœur du bourgeon et détruire les jeunes feuilles et les méristèmes (**Tommasini & Maini, 1995**). Sur les fleurs, les thrips peuvent intervenir comme de pollinisateurs potentiels (**Lewis, 1973**), cependant, **Kirk (1984b)** a recensé plus de 26 espèces qui se nourrissent à partir de grains de pollen et du nectar. Les fleurs se déforment alors et avortent (**Lambert, 1995**). En effet, les différents organes floraux peuvent être attaqués (les pétales, les étamines, le pistil et le pédoncule). Les piqûres de thrips sur les jeunes fruits à épiderme tendre provoquent des subérisations et des déformations (**Tommasini & Maini, 1995**) (**Figures 14 et 15**).

1.7.2- Dégâts indirects : En plus des dégâts directs, les thrips sont connus comme des vecteurs potentiels de certains virus phytopathogènes sur 300 plantes appartenant à 45 familles différentes (**Bournier, 1982**). Ils peuvent également transmettre des bactéries et des champignons (**Childers & Achor, 1995 ; Tommasini & Maini, 1995**). Parmi les bactéries transmises, il y a *Erwinia amylovora*, responsable la maladie du feu bactérien (**Bournier, 1983**). Le champignon du mildiou de la vigne (*Uncinula necator*) peut être transmis également par les thrips (**Bournier, 1983**). Les thrips sont l'unique vecteur d'une série de virus connus sous le nom des Tospovirus et qui font partie de la famille des **Bunyaviridae** (**German et al., 1992; Ullman et al., 1997**). Parmi ces virus, il y a le TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) et le INSV (Impatiens Necrotic Spot Virus). Le premier affecte surtout les cultures légumières (tomate et poivron) et le chrysanthème, alors que, le deuxième touche la plupart des cultures ornementales (**Bournier, 1982**). Les virus sont acquis par les larves du premier stade (**Moritz et al., 2004**) et ils sont inoculés dans la plante saine par les adultes (**Palmer et al., 1989**). Actuellement, 14 espèces de thrips appartenant à 4 genres sont identifiées comme vecteurs de tospovirus. Il s'agit de *Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei*, *F. intonsa*, *F. bispinosa*, *F. cephalica*, *F. zucchini*, *F. fusca*, *F. gemina*, *Thrips tabaci*, *T. palmi*, *T. setosus*, *Scirtothrips dorsalis*, *Ceratothripoides claratris* et *Dictyothrips betae* (**Turina et al., 2012**).

1.8-Méthodes de lutte

1.8.1- Techniques culturales Le labour, par son action mécanique, peut réduire les populations de thrips, notamment, par la destruction des individus hivernants (**Bournier, 1982**). Par ailleurs, l'emploi d'un matériel végétal sain peut éviter l'infestation précoce des cultures juste après la plantation (**Mound & Teulon, 1995**). La destruction des mauvaises herbes, l'utilisation des variétés résistantes, l'élimination des débris de la culture précédente, l'application de la rotation des cultures, le respect de l'itinéraire technique et l'utilisation des plantes pièges, sont d'autres moyens qui peuvent réduire le taux d'infestation par les thrips (**Lewis, 1973 ; Mound & Teulon, 1995**).

1.8.2- Lutte biologique

Parmi les prédateurs des thrips, il y a lieu de citer:

- Ordre des Heteroptera (Anthocoridae): *Orius albidipennis*, *O. insidiosus*, *O. laevigatus*, *O. majusculus*, *O. minutus*, *O. niger*, *O. tricolor* (**Loomans & van Lenteren, 1995**).
- Ordre des Thysanoptera: *Aeolothrips fasciatus*, *A. intermedius* (**Loomans & van Lenteren, 1995**), *Aeolothrips* sp., *Franklinothrips* sp. et *Scolothrips* sp. (**Bournier, 1982**).
- Ordre des Acari (Phytoseiidae) : *Neoseiulus cucumeris*, *Amblyseius barkeri* (**Loomans & van Lenteren, 1995**).

Les parasitoïdes des Thrips sont relativement peu nombreux et leur impact est très limité (**Bournier, 1982**). Quelques Hyménoptères des familles de Trichogrammatidae (*Megaphragma* sp.) et de Mymaridae (*Polynema* sp.) sont des parasitoïdes des œufs des thrips (**Loomans & van Lenteren, 1995 ; Mahr et al., 2001**). Les stades larvaires et les nymphes des thrips peuvent être également parasités par des Hyménoptères, notamment, ceux de la famille d'Eulophidae (*Ceraninus* sp., *Thripobius* sp., *Entedonastichus* sp., *Geotheana* sp., *Pediobius* sp. et *Thripastichus* sp.) (**Loomans & van Lenteren, 1995**).

1.8.3- Lutte chimique La gestion des thrips par les traitements phytosanitaires pose de sérieux problèmes aux producteurs. En plus de l'apparition des individus hautement résistants, l'emploi des molécules chimiques peut détruire les ennemis naturels (**Villeneuve et al., 1999**). En fonction de la précocité des attaques des thrips, la date de l'intervention chimique peut être déterminée. Si les dégâts sont très fréquents au moment de la germination et de la levée, il vaut traiter la semence ou pratiquer des apports de formulations granulées dans la ligne de semis (**Bournier, 1982**). Le même auteur, préconise des pulvérisations aériennes si les attaques sont très tardives.

2.10. Les Nématodes

Généralités

- Les nématodes phytoparasites: ou nématodes phytophages, sont de petits vers microscopiques qui vivent aux dépens des plantes, en **ectoparasites** ou **enendoparasites**, causant d'importants dégâts aux cultures.
- Un ectoparasite est un parasite externe, c'est-à-dire un parasite qui vit sur la surface corporelle d'un être vivant.
- Un endoparasite est un parasite habitant l'intérieur de son hôte, se nourrissant de son fluide intérieur et finissant parfois par le tuer.
- Ils représentent un grave problème phytosanitaire. Se nourrissent sur les bulbes, tubercules, feuilles ou racines.
- Ils peuvent directement affecter la croissance et la vigueur des plantes.
- Les plus dommageables pour les cultures sont les endoparasites sédentaires dont plusieurs stades vivent à l'intérieur des racines des plantes.
- Le principal genre de ce groupe est le nématode à galles (*Meloidogyne*).

Nématode à Galles

- C'est Le nématode le plus redoutable sous serre
- Dégâts causés sont entre 12 à 60 % selon les cultures *Meloidogyne sp* (les nématodes des racines noueuses).
- *Meloidogyne* = du grec « femelle à aspect de pomme ». Sont présents partout dans le monde. Ils constituent un groupe de ravageurs importants sur le plan économique.
- Ils doivent leur nom aux boursouflures typiques (galles) qu'ils induisent aux racines ou aux tubercules des plantes.
- Leurs plantes hôtes sont multiples.
- Ce sont des nématodes endoparasites sédentaires (seuls certains stades peuvent se déplacer librement dans le sol, mais pendant la plus grande partie de leur cycle, ils sont fixés dans la plante). La plus grande partie de leur cycle, ils sont fixés dans la plante).
- *Meloidogyne* sont probablement les plus graves ennemis des maraîchers.
- Ils s'attaquent à la plupart des légumes avec une certaine prédilection pour les cucurbitacées (melons, concombres ...), les solanacées (tomates, aubergines, certaines

prédilection pour les cucurbitacées(melons, concombres ...), les solanacées(tomates, aubergines, poivrons ...) et les composées(laitues, chicorées).

Classification



- Le genre *Meloidogyne* se subdivise en de nombreuses espèces, toutes phytophages, dont les plus répandues en Algérie sont: *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*

Morphologie

Les *Meloidogyne* sont morphologiquement très simples. Les males sont filiformes et mesurent 1 mm, les femelles sont piriformes et mesurent ~ 0.4 mm

NB:

« Les nématodes phytophages se caractérisent par un stylet piqueur qui permet de perforer les cellules des vaisseaux conducteurs de sève. »

Biologie et cycle de développement

Cycle

Les femelles adultes de *Meloidogyne* pondent des œufs réunis par une substance gélatineuse en une masse à l'intérieur de laquelle on peut trouver :

- des œufs à tous les stades de leur développement, depuis le stade unicellulaire jusqu'aux larves prêtes à éclore. Le développement d'un œuf entre ces deux stades, prend de sept à neuf jours à 28 °C.

- Pendant cette période, les nématodes subissent une première mue et les larves qui éclosent sont donc des larves de deuxième stade.

La forme de dissémination est la larve de stade L2 C'est la seule forme libre:

Elle se déplace dans le film d'eau recouvrant les particules de sol. Cette larve s'insinue dans la racine jusqu'aux faisceaux vasculaires qu'elle pique de son stylet. Elle se nourrit de la sève et perturbe la multiplication des cellules de la racine **Ceci aboutit à la formation d'une galle.**

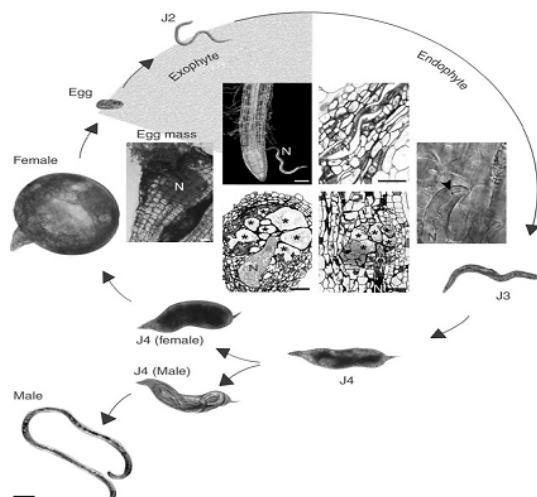
La durée du cycle dépend de la température:

Lorsqu'elle est maintenue **basse**, sous serre, en hivers, l'infestation se développe **lentement**.

Dès que la température **s'élève**, le cycle **s'accélère**: il est de 3 semaines à 28°C.

NB: Plusieurs générations peuvent se succéder dans des conditions favorables et l'infestation atteint alors des niveaux considérables.

La larve s'hypertrophie en évoluant par les stades **L3** et **L4** pour aboutir à la forme adulte sexuée. Le mâle reste filiforme et quitte la racine alors que la femelle, incapable de se mouvoir, reste incluse dans les tissus. Elle devient **piriforme** et continue à se nourrir aux dépens de la plante. Une fois fécondée, elle pond les œufs dans une sorte de sac de la taille d'une tête d'épingle à la **surface de la racine** (~ 300 œufs/masse).



Par ailleurs, tous les œufs n'éclosent pas en même temps, certains n'éclosent que plusieurs mois après la ponte et résistent au froid et à la sécheresse. Le sol conserve donc son potentiel infectieux pendant l'hiver ou pendant une mise en repos du sol. **(Les œufs sont la forme de résistance)**

Symptômes

Les symptômes d'une attaque de Meloidogyne sont caractéristiques et aisés à remarquer : le système racinaire est envahi de galles (jusqu'à 1 cm de diamètre) qui perturbent l'assimilation des nutriments. Ainsi, la première alerte est donnée par l'observation des symptômes classiques d'un dysfonctionnement racinaire. Le plus souvent, ces symptômes apparaissent par foyers ou en lignes (zones de dépérissement) dans la culture (**dans le sol les meloidogynes vivent d'une façon agrégative et hétérogènes**).

Ces altérations racinaires perturbent l'absorption de l'eau et des éléments minéraux, et donc le développement des plantes qui présentent une **croissance plus ou moins réduite**. Le **feuillage** peut être chlorotique, et des flétrissements surviennent parfois aux heures les plus chaudes de la journée. La taille des **fruits** et les rendements sont réduits.

Ecologie

Le cycle de développement des nématodes à galles est très lié aux conditions du milieu.

La température joue un rôle fondamental :

Une température assez élevée (~ 25 °C) accélère le cycle, mais au-delà de 40°C, il est freiné (effet létal, utilisé lors des désinfections à la vapeur).

L'eau:

De même, les excès d'eau ou les sécheresses sont néfastes aux nématodes, bien que dans ces cas, les masses d'œufs constituent une forme de résistance souvent efficace.

L'effet du sol :

Les nématodes préfèrent les sols légers et aérés (déplacements facilités) aux sols lourds riches en argiles ou en matière organique. Ce ravageur peut descendre profondément dans le sol (+ de 50cm) : c'est cela qui rend la lutte très difficile.

Modes de Disséminations des Nématodes

L'eau :

L'eau de ruissellement se révèle comme un important mode de transport passif des nématodes. L'eau d'irrigation est aussi un vecteur pour le transport des nématodes (Au cours de la saison des pluies, un nombre important de ces parasites est drainé à travers les champs suivant la pente des bassins versants. La conséquence directe de ce transport est une infestation massive des champs ou des jachères qui sont traversés par cette eau).

L'homme :

En effet, des études indiquent que l'homme est le principal vecteur, puisque la dissémination des nématodes résulte directement de ses activités. Les outils, les machines agricoles, le bétail et les animaux domestiques sont des vecteurs de propagation des nématodes.

Les plantes :

Le transfert intentionnel ou accidentel de matériel végétal et de sol infestés sont également des sources de dissémination, sur des distances plus ou moins importantes (Sadek, 1977).

La lutte contre les Nématodes**Lutte prophylactique*****Bien gérer les rotations culturales***

C'est un moyen de freiner une population mais rarement de l'éliminer. Elle consiste à éviter le retour de plantes hôtes.

Les rotations :

Essayer d'alterner cultures sensibles et cultures non hôtes : comme les plants greffés, Il vaut mieux éviter de répéter des cultures sensibles sur une zone déjà infestée.

 limiter au maximum l'inoculum:

En retirant le maximum de racines du sol en fin de culture ; en surveillant les plants de pépinières et du terreau ; et en nettoyant le matériel après un travail dans une serre contaminée.

La désinfection vapeur:

Elle est injectée sous une bâche étanche recouvrant le sol pendant 1h30 à 3h. La profondeur traitée est de dix à vingt centimètres lorsque le sol est finement préparé.

Avantages : Efficace à court terme.

Inconvénients: destruction de l'ensemble de la microfaune du sol ; à répéter chaque année (seules les couches superficielles du sol sont nettoyées) ; coût très cher; compter autour d'un mois pour traiter un hectare de tunnels.

La solarisation et son rôle dans la lutte contre les Meloidogyne

Technique de solarisation du sol :

La solarisation se fait pendant la période estivale:

- arrachage des plants
- un labour superficiel à la parcelle à plus de 25-30 cm
- arrosage du sol jusqu'à saturation
- Immédiatement recouvrir par un film plastique transparent
- enterré aux bordures jusqu'à une profondeur de plus de 50 cm pour éliminer les pertes d'énergie à ras du sol.
- Laisser la couverture plastique pendant 8 semaines (juillet- aout).

Le rayonnement solaire est transmis au sol et la couverture génère un effet de serre qui permet l'élévation de la température. L'eau agit alors comme un vecteur de chaleur. La solarisation permet de se protéger contre les adventices, certains agents pathogènes, ou des ravageurs (nématodes entre autres). La solarisation est aussi un procédé biophysique important qui permet de réduire la population initiale du sol parce qu'elle maintient l'humidité du sol et favorise l'éclosion des œufs de Meloidogyne Qui sont des parasites obligatoires en absence de plantes hôtes elles vivent sur leurs propres réserves et après elles dépérissent.

Utilisation de variétés résistantes en porte-greffe

Choix des variétés:

Dans le cas des solanacées (tomates, aubergines), utiliser obligatoirement des plants greffés sur porte-greffe résistant.

Dans le cas des concombres, éviter le concombre lisse, beaucoup plus sensible que l'épineux. Mais en règle générale, il faut éviter la culture de concombre (et de melon) sur une parcelle infestée.

Avantages:

conférer une résistance complète au porte greffe et assainir le sol : les nématodes sont attirés et meurent sans pouvoir évoluer en adulte : le cycle du ravageur est coupé.

NB: Les plantes résistantes sont des plantes pièges.

Cette technique est très intéressante pour protéger les Tomates et Aubergines.

Il n'existe pour l'instant pas de porte greffe résistant pour les cucurbitacées et autres familles. La culture continue de ces variétés résistantes est déconseillée à fin d'éviter la sélection des populations virulentes capables de se développer sur ce gène de résistance.

Les méthodes de lutte biologiques

Les bactéries antagonistes des nématodes:

- **Novibiotec 7996**

Les champignons qui parasitent les œufs de *Meloidogyne* :

- un agent de contrôle biologique efficace *Paecilomyes lilacinu*

Avantages:

- Il ne pollue pas l'environnement
- Non toxique pour les humains, les animaux et les plantes.
- Peut être utilisé dans l'agriculture biologique et conventionnelle.
- peut être appliqué avec des insecticides, engrais foliaires bactéricides. Certains fongicides systémiques et cuivre.

Utilisation de plantes nématicides

A l'heure actuelle, plus de deux cents espèces de plantes, appartenant à 80 familles différentes, sont étudiées pour leurs propriétés nématicides. Beaucoup de ces plantes sont introduites en précédent cultural utilisées sans enfouissement :

le **Cosmos**, le **Panicum**, *Eragrostis sp*, le **Tagetes** (*Tagetes sp*) sont autant de plantes ayant permis de réduire le nombre de galles sur les racines de tomates. Dans de nombreux cas, l'action nématicide est due au piégeage des nématodes dans les racines.

2.11. Les Vers Blancs

Description

Pour éviter toute redondance, le hanneton commun, *Phyllophaga anxia*, servira de base pour la description des œufs, de la larve et de la pupa. Il s'agit de l'espèce la plus fréquemment rencontrée au Québec. Une description spécifique du stade adulte de chaque espèce sera ensuite présentée. Les critères permettant la distinction des larves du hanneton commun, du hanneton européen et du scarabée japonais sont présentés au tableau 1 de la page suivante.

Œuf :

- Taille d'environ 2,4 mm de long et de 1,5 mm de large
- Forme allongée
- Rarement observé

Larve:

- Taille d'environ 40,0 mm à maturité
- Tête brun orangé avec de fortes mandibules de couleur foncée
- Corps généralement translucide ou blanchâtre, mais parfois plus foncé
- Corps charnu, recourbé en forme de 'C'
- Six longues pattes épineuses
- Écusson anal avec deux rangées parallèles de plus de 20 épines de même longueur

Pupe:

- Taille de 20,0 à 27,0 mm
- Corps brun clair avec les yeux brun foncé
- Les différentes parties du corps de l'adulte déjà visibles (pattes, ailes, segments abdominaux, etc.)

Adulte du hanneton commun:

- Taille de 17,0 à 21,0 mm
- Antennes lamellées
- Corps brun-rouge, robuste, glabre sur le dos et pubescent sur le ventre
- Tibias antérieurs dentelés
- Pattes avec de longs tarsi (voir Fig. 6)

Adulte du hanneton européen :

- Taille d'environ 13,0 mm
- Antennes lamellées
- Élytres (dos) beiges et recouverts de fins poils jaunâtres
- Dos avec une ligne médiane (jonction des élytres) foncée
- Pattes portant de larges épines

Adulte du scarabée japonais :

- Taille de 9,0 à 11,0 mm
- Antennes lamellées
- Tête, thorax et pattes vert métallique
- Élytres brun-rougeâtre
- Série de touffes de soies blanches au pourtour de l'abdomen

Biologie

Les vers blancs hibernent au stade larvaire dans le sol à une profondeur variant entre 30 et 100 cm. Au printemps, lorsque le sol se réchauffe, ils s'activent et remontent en surface pour se nourrir, à une profondeur de 5 à 15 cm. Cette profondeur varie en fonction du type de sol, de l'humidité ainsi que de l'âge de la larve. En effet, la survie des larves est optimale dans les sols légers avec une humidité modérée. À l'inverse, les fortes pluies saturant le sol en eau sont néfastes pour la survie des larves et pour l'oviposition des adultes. Le cycle vital du hanneton commun est généralement d'une durée de trois ans.

Les adultes émergent en mai ou juin, s'accouplent et pondent leurs œufs dans le sol en juillet. Ils sont principalement actifs durant la nuit. Après l'éclosion des œufs, les larves sont grégaires. Elles doivent traverser trois stades avant d'atteindre la maturité. L'hibernation se fait au deuxième stade larvaire (premier hiver), au troisième stade larvaire (deuxième hiver) et au stade d'adulte (troisième hiver). Pour ce qui est du hanneton européen et du scarabée japonais, ils produisent une génération par année. À la fin du printemps, les larves matures construisent une cellule dans le sol et se transforment en pupe. Les adultes émergent au courant de l'été, s'accouplent et pondent leurs œufs dans le sol. L'adulte du hanneton européen est nocturne, alors que celui du scarabée japonais est diurne.

Les œufs éclosent dans les deux à trois semaines suivantes. Les nouvelles larves s'alimentent jusqu'à l'automne, puis s'enfouissent profondément afin d'hiberner à l'abri du gel.

La figure 9 permet de visualiser et de comparer les cycles vitaux des trois espèces.

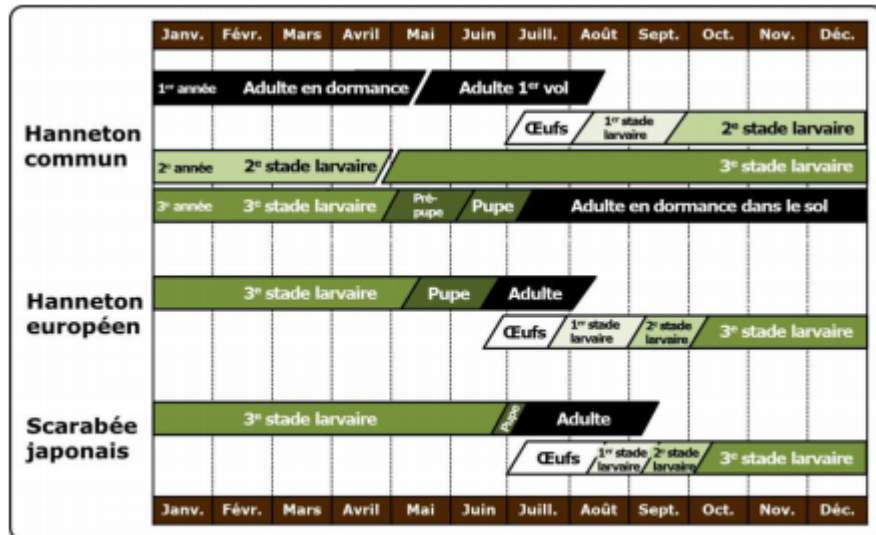


Fig. 9. Cycles vitaux du hanneton commun, du hanneton européen et du scarabée japonais. © Adaptation d'une figure de l'OMAFRA

Hôtes et Dommages

Les vers blancs sont extrêmement polyphages et leurs habitudes alimentaires diffèrent selon leur stade de développement. Les larves, qui ont une mobilité réduite, se nourrissent principalement de racines des pelouses. Cependant, elles peuvent aussi s'attaquer à un large éventail de cultures, dont le maïs, le soya, les céréales, les cultures fourragères, la pomme de terre, la betterave, le haricot, la tomate, les petits fruits, plusieurs cultures ornementales ainsi qu'à de nombreuses mauvaises herbes. Au fur et à mesure que les larves consomment le système racinaire, les plantes attaquées flétrissent et dépérissent. Il est à noter que les champs en retour de prairies ou infestés de mauvaises herbes sont plus à risque de subir des dommages. Lorsqu'elles sont attaquées, les pelouses brunissent en plaques et il est alors facile de les retourner pour observer les vers blancs. Par ailleurs, des dommages secondaires causés par les mouffettes, rats laveurs et autres prédateurs sont parfois observables. D'un point de vue agricole, les grandes cultures sont les plus susceptibles d'être endommagées par les vers blancs. De plus, les larves creusent parfois des galeries dans les légumes produisant des tubercules (ex. : pomme de terre, rutabaga, betterave, etc.).

Les adultes, qui sont beaucoup plus mobiles que les larves, se nourrissent sur les parties aériennes des plantes. Le hanneton commun se nourrit de feuilles, de fleurs et de bourgeons d'arbres feuillus et d'arbustes tels que les frênes, les trembles, les ormes, les érables, les chênes, les peupliers et les saules. Certains arbustes, notamment le framboisier et les rosiers, sont aussi à risque. Lorsque les populations sont élevées, les dommages peuvent être considérables. De plus, les adultes peuvent devenir une nuisance autour des bâtiments puisqu'ils sont attirés par la lumière.

Le hanneton européen cause peu de dommages au stade adulte, car ce dernier se nourrit très peu chez cette espèce. Quant au scarabée japonais, les adultes sont particulièrement voraces et c'est à ce stade que l'espèce cause le plus de dommages. En effet, ils s'attaquent au feuillage, aux fruits, aux bourgeons et aux fleurs de plus de 250 plantes hôtes, dont plusieurs cultures et plantes ornementales. Ses hôtes préférés sont le pommier, le cerisier, la vigne, le tilleul, l'érable et le rosier. Lorsqu'ils grignotent les feuilles, les scarabées japonais causent des trous de forme irrégulière. Lorsque les populations sont élevées, elles ne laissent que les nervures des feuilles intactes. On dit alors du feuillage qu'il est squelettisé.

Dépistage

Pour dépister les vers blancs, il est recommandé de creuser un minimum de cinq trous (environ de 30 cm x 30 cm, de 7 à 10 cm de profondeur) par champ. Il est recommandé d'intervenir si chaque trou comporte au moins cinq larves. Si certaines zones du champ sont très affectées, il est préférable de concentrer le dépistage en bordure de ces zones, là où les larves sont plus actives.

Les larves de hanneton commun et de hanneton européen se dépistent d'avril à mi-juin et de mi-août à fin octobre. Les larves de scarabée japonais se dépistent en mai et de fin août à mi-septembre. Le dépistage du hanneton commun adulte et du hanneton européen adulte se fait du mois de mai à juillet, par l'entremise de pièges lumineux qui sont installés une fois que le soleil est couché. Pour ce faire, l'une des techniques consiste à installer une lumière directement au-dessus d'un contenant d'eau savonneuse à environ 1,5 – 2,0 mètres du sol. Puisque les adultes du hanneton commun sont présents durant seulement une année de leur cycle vital, l'observation d'un grand nombre de ceux-ci lors du dépistage laisse présager qu'il y aura des dommages importants causés par les larves l'année suivante.

Le dépistage du scarabée japonais, un insecte diurne, s'effectue principalement par l'évaluation du pourcentage de défoliation et par l'observation visuelle d'adultes sur les feuilles, les fruits ou les fleurs. La période ciblée s'étend de la fin juin au milieu d'août.

Stratégies de Contrôle

Mesures préventives et culturales :

- Adopter des pratiques culturales qui permettent de diversifier l'environnement pour favoriser les prédateurs et les parasitoïdes (haie brise-vent, culture intercalaire, bande fleurie, etc.)
- Éviter les cultures sensibles (maïs, cultures fourragères, fraise et pomme de terre) pour lesquelles aucun pesticide n'est homologué contre les vers blancs dans les champs ayant un historique de dommages
- Éviter les semis hâtifs, surtout en conditions fraîches et humides qui retardent la levée semer un pâturage avec un bon mélange de légumineuses et de graminées et sursemmer pour compenser les dommages potentiels
- Éviter de faucher les prairies à moins de 7,5 cm de hauteur, puisque les hannetons préfèrent déposer leurs œufs dans les endroits où la végétation est rase.

Contrôle biologique :

- Parasitoïdes : mouches (ex. : Tachinidae), hyménoptères, staphylins
- Prédateurs : carabes, oiseaux, mammifères
- Pathogènes : nématodes, champignons, bactéries
- Quelques plantes telles que les géraniums et le pied d'alouette sont toxiques pour les vers blancs

Mesures curatives :

- Le travail du sol peut tuer ou exposer les larves aux prédateurs
- Les traitements de semences peuvent être utilisés dans les champs avec un historique de dommages
- Pour toute autre information sur les produits de protection des cultures homologués, leur toxicité, leurs effets potentiels sur les organismes non ciblés et l'environnement ainsi que leur mode d'action et leur compatibilité avec les programmes de lutte intégrée.