

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة  
قاصدي مرباح



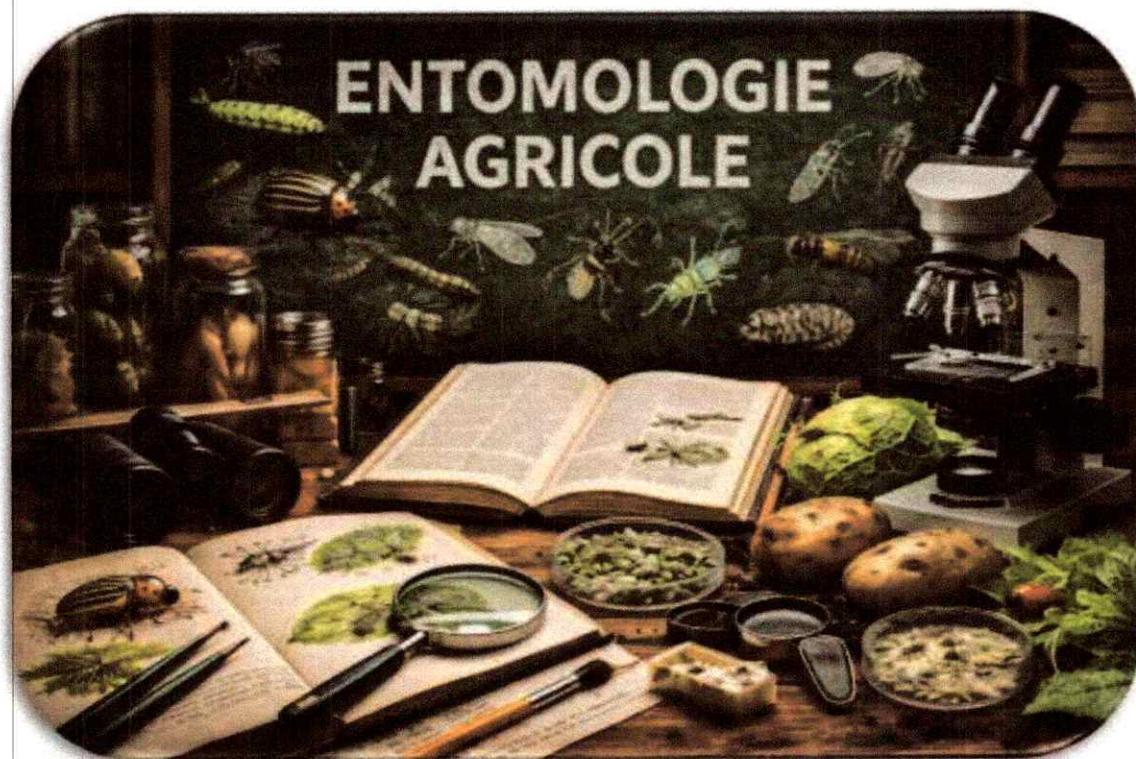
DÉPARTEMENT : ZOOLOGIE AGRICOLE ET FORESTIÈRE



POLYCOPIÉ DE COURS

# ENTOMOLOGIE AGRICOLE

*Insectes ravageurs, auxiliaires et enjeux de protection des cultures*



<b>Enseignant</b> Dr. CHEBLI Abderrahmane	<b>Niveau / Spécialité</b> 4 <sup>ème</sup> année Protection des végétaux-Zoophytatrie
<b>Année universitaire</b> 2025 - 2026	<b>VOLUME HORAIRE TOTAL :</b> 27 HEURES



## SOMMAIRE DU MODULE

Chapitre	Contenu synthétique
<b>CHAPITRE I INSECTES RAVAGEURS DES CULTURES MARAICHERES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• I.1 - Principaux insectes ravageurs</li><li>• I.2 - Exemple de deux ravageurs importants<ul style="list-style-type: none"><li>• I.2.1 - Systématique</li><li>• I.2.2 - Description et biologie</li><li>• I.2.3 - Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte</li></ul></li></ul>
<b>CHAPITRE II INSECTES RAVAGEURS DES CEREALES ET LEGUMINEUSES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• II.1 - Plein champ<ul style="list-style-type: none"><li>• II.1.1 - Principaux insectes ravageurs</li><li>• II.1.2 - Exemple de d'un ravageur important<ul style="list-style-type: none"><li>• II.1.2.1 - Systématique</li><li>• II.1.2.2 - Description et biologie</li><li>• II.1.2.3 - Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte</li></ul></li></ul></li><li>• II.2 - Céréales stockées et légumineuses<ul style="list-style-type: none"><li>• II.2.1 - Principaux insectes ravageurs</li><li>• II.2.2 - Exemple de d'un ravageur important<ul style="list-style-type: none"><li>• II.2.2.1 - Systématique</li><li>• II.2.2.2 - Description et biologie</li><li>• II.2.2.3 - Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte</li></ul></li></ul></li></ul>
<b>CHAPITRE III INSECTES RAVAGEURS DES ARBRES FRUITIERS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• III.1 - Principaux insectes ravageurs</li><li>• III.2 - Exemple de d'un ravageur important<ul style="list-style-type: none"><li>• III.2.1 - Systématique</li><li>• III.2.2 - Description et biologie</li><li>• III.2.3 - Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte</li></ul></li></ul>

---

# AVANT-PROPOS

---

*Polycopié de cours — Entomologie Agricole — 4ème Année protection des végétaux- Zoophytatrie-*

---

Le présent polycopié est destiné aux étudiants de quatrième année ingénieur inscrits en spécialité **Zoologie Agricole et Forestière** à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique. Il constitue le support pédagogique principal du module **Entomologie Agricole**, dispensé dans le cadre d'un volume horaire de 27 heures réparties entre cours magistraux et travaux pratiques.

L'entomologie agricole occupe une place centrale dans la formation de l'ingénieur agronome. La maîtrise des ravageurs des cultures constitue en effet un enjeu stratégique majeur pour la sécurité alimentaire de l'Algérie, dans un contexte où les pertes imputables aux insectes nuisibles représentent, selon les estimations de la FAO, entre 20 et 40 % de la production agricole mondiale. Dans notre pays, qui consacre plus de 8 millions d'hectares à la production agricole, la protection phytosanitaire représente un défi permanent, accentué par l'introduction d'espèces envahissantes, la résistance croissante aux insecticides et les mutations climatiques en cours.

Ce polycopié ambitionne d'offrir à l'étudiant une approche à la fois **systematique** (classification, position taxonomique, morphologie), **biologique** (cycles de vie, comportements, paramètres écophysologiques) et **appliquée** (plantes hôtes, symptômes, stratégies de lutte intégrée — IPM), pour les principaux insectes ravageurs des grandes filières agricoles algériennes. Trois grandes catégories de cultures sont abordées : les **cultures maraîchères**, les **céréales** (plein champ et stockées) et les **arbres fruitiers**.

Les données biologiques, les paramètres thermiques, les seuils économiques d'intervention et les pertes de rendement présentés dans ce document sont issus de la littérature scientifique internationale récente, dont les références sont regroupées en fin de document. Des illustrations originales — planches taxonomiques, cycles biologiques schématisés, tableaux récapitulatifs — ont été spécialement conçues pour accompagner chaque chapitre et faciliter la mémorisation des caractères diagnostiques essentiels.

L'auteur souhaite que ce polycopié soit non seulement un outil de préparation aux examens, mais aussi un guide de terrain que l'ingénieur agronome pourra consulter dans l'exercice quotidien de sa profession — lors de diagnostics phytosanitaires, de l'élaboration de programmes de protection ou de la sensibilisation des agriculteurs aux bonnes pratiques de lutte intégrée.

*Alger, 2025–2026  
Dr. CHEBLI Abderrahmane  
Maître de conférences A*

---

## Introduction

---

Parmi les disciplines qui fondent la formation de l'agronome, l'entomologie agricole occupe sans doute une position singulière : elle est à la fois science fondamentale et outil de terrain. Elle impose à celui qui s'y consacre de regarder différemment la plante cultivée — non plus comme un organisme isolé, mais comme un maillon d'un agroécosystème traversé par des flux d'énergie, des interactions multiples et des équilibres fragiles. Dans cet agroécosystème, l'insecte est partout : tantôt ennemi redoutable, tantôt auxiliaire précieux, tantôt simple acteur de la chaîne alimentaire. C'est précisément cette ambivalence qui rend l'entomologie agricole si exigeante, et si indispensable.

Les ravageurs insectes s'attaquent aux cultures à tous les stades de leur développement : dès la germination, ils peuvent compromettre la levée ; au cours de la végétation, ils affaiblissent, déforment ou détruisent les organes végétatifs ; à l'approche de la récolte, ils s'en prennent aux fruits, aux grains et aux tubercules ; et jusqu'en stockage, ils continuent leur œuvre destructrice. Leurs modes d'action sont variés — succion de sève, forage de tiges, minage foliaire, ponte dans les fruits, contamination des grains — mais leur point commun est de générer des pertes que l'on aurait tendance à sous-estimer jusqu'à ce qu'elles deviennent visibles et souvent irréversibles. Il n'est pas rare qu'un verger non protégé perde 50 à 80 % de sa production en une seule saison, ou qu'un stock de légumineuses soit entièrement détruit en quelques mois par une espèce de bruche dont la larve est invisible à l'œil nu.

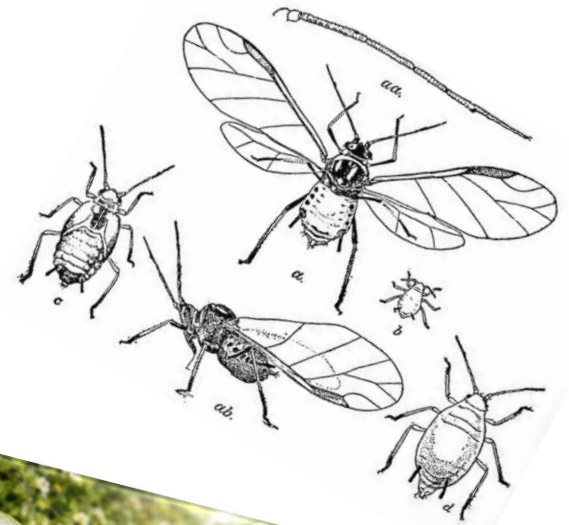
Face à ces réalités, la tentation a longtemps été celle du tout chimique. Les pesticides de synthèse ont certes rendu d'immenses services à l'agriculture, mais leur utilisation excessive et peu raisonnée a montré ses limites au fil des décennies : apparition de souches résistantes, destruction des populations d'auxiliaires, contamination des sols et des eaux, résidus dans les aliments, effets sur la santé des applicateurs. L'Algérie n'a pas échappé à cette dynamique, et c'est dans ce contexte que la notion de lutte intégrée — ou IPM, pour Integrated Pest Management — a progressivement trouvé sa place dans les programmes de formation et les politiques de protection phytosanitaire. Il ne s'agit pas de renoncer aux outils chimiques, mais de les intégrer dans une stratégie globale où la surveillance, le raisonnement, le respect des seuils d'intervention et la valorisation des régulations naturelles prennent la première place.

Ce n'est pas un hasard si les grands manuels d'entomologie appliquée insistent tous sur un même principe « *on ne combat bien que ce que l'on connaît bien* ». Identifier une espèce, comprendre son cycle biologique, savoir à quel moment et sur quel organe elle est vulnérable, connaître ses ennemis naturels et ses seuils de nuisibilité — autant d'étapes qui précèdent toute décision d'intervention et qui en conditionnent l'efficacité. C'est cette logique qui structure le présent polycopié, depuis les tableaux synoptiques des ravageurs jusqu'aux fiches détaillées des espèces choisies comme exemples représentatifs.

Les cultures étudiées dans ce module — maraîchères, céréalières, légumineuses et fruitières — ont été retenues pour leur importance économique dans le contexte agricole algérien, mais aussi pour la diversité des problèmes phytosanitaires qu'elles posent. D'un chapitre à l'autre, l'étudiant sera invité à adopter la même démarche : recenser les principaux ravageurs d'une filière, puis approfondir l'étude de deux espèces particulièrement importantes en suivant un plan rigoureux — systématique, morphologie, biologie, dégâts, lutte. Cette progressivité n'est pas arbitraire : elle vise à articuler la vue d'ensemble et le détail, le général et le particulier, la liste et le raisonnement.

# CHAPITRE I : INSECTES RAVAGEURS DES CULTURES MARAICHERES

- I.1 - Principaux insectes ravageurs
- I.2 - Exemple de deux ravageurs importants
  - I.2.1 - Systématique
  - I.2.2 - Description et biologie
  - I.2.3 - Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte



Les cultures maraîchères occupent une place stratégique dans la production agricole en raison de leur importance alimentaire, économique et nutritionnelle. Elles regroupent un ensemble diversifié d'espèces cultivées, notamment la pomme de terre, la tomate, le piment, l'oignon, le chou, le concombre, la carotte et d'autres légumes frais fortement valorisés sur les marchés. Cependant, cette diversité végétale s'accompagne d'une forte exposition aux bioagresseurs, en particulier aux insectes ravageurs, dont les infestations peuvent compromettre aussi bien le rendement que la qualité commerciale des produits récoltés. Les cultures maraîchères sont en effet souvent caractérisées par des cycles courts, une forte intensification culturale et une faible tolérance aux dégâts, ce qui les rend particulièrement vulnérables aux attaques d'insectes phytophages.

Les insectes ravageurs des cultures maraîchères appartiennent à plusieurs groupes d'importance agronomique, notamment les pucerons, les aleurodes, les thrips, les mouches mineuses, les noctuelles, les teignes, les altises et diverses chenilles défoliatrices ou foreuses. Leurs dégâts peuvent être directs, par consommation des feuilles, tiges, fleurs, fruits ou racines, ou indirects, lorsqu'ils favorisent l'installation d'agents pathogènes ou agissent comme vecteurs de maladies, en particulier virales. Cette diversité biologique rend indispensable une connaissance précise de leur systématique, de leur morphologie, de leur cycle évolutif, de leurs plantes hôtes et de la nature des dommages qu'ils provoquent. Une telle connaissance constitue la base scientifique du diagnostic phytosanitaire et de toute stratégie de lutte efficace.

L'étude des ravageurs maraîchers présente également un intérêt majeur du point de vue de la protection des végétaux. Pendant longtemps, la lutte chimique a constitué la réponse dominante face aux infestations, mais ses limites sont aujourd'hui largement reconnues : apparition de résistances, destruction des auxiliaires, résidus sur les denrées, risques sanitaires et perturbation des équilibres biologiques. Dans ce contexte, la lutte intégrée s'est imposée comme l'approche de référence. Selon la FAO, la gestion intégrée des ravageurs repose sur la combinaison raisonnée de techniques compatibles — observation, prévention, contrôle biologique, pratiques culturales et recours limité aux pesticides — afin de maintenir les populations nuisibles sous des seuils acceptables tout en réduisant les impacts sur l'environnement et la santé humaine.

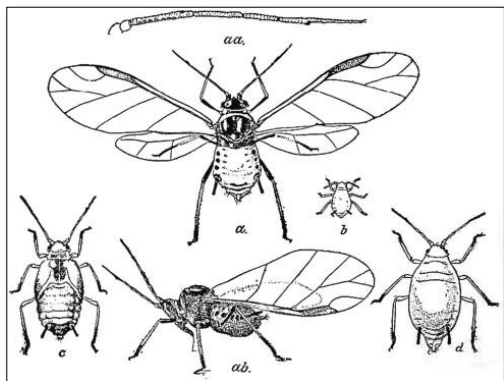
Le présent chapitre a pour objectif de présenter les principaux insectes ravageurs des cultures maraîchères, puis d'approfondir l'étude de deux espèces particulièrement importantes. L'accent sera mis sur leur systématique, leur description, leur biologie, leurs plantes hôtes, les dégâts occasionnés ainsi que les moyens de lutte appropriés. Cette démarche vise à fournir à l'étudiant une base solide pour reconnaître les principaux ravageurs maraîchers et comprendre les principes fondamentaux de leur gestion dans une perspective de protection durable des cultures

## I. Les principaux ravageurs des cultures maraichères

Les cultures maraichères regroupent des espèces à cycle court et à forte valeur économique, ce qui les rend particulièrement sensibles aux attaques d'insectes ravageurs. Les principaux bioagresseurs rencontrés appartiennent surtout aux groupes des insectes piqueurs-suceurs, mineurs, défoliateurs, foreurs et ravageurs des tubercules. Le tableau suivant représente une synthèse des principaux insectes ravageurs des cultures maraichères.

Ravageur	Nom scientifique	Plantes hôtes principales	Type de dégâts	Importance économique
Puceron du cotonnier	<i>Aphis gossypii</i>	Cucurbitacées, tomate, poivron, aubergine	Succion de sève, déformation des feuilles, transmission de virus	Élevée
Puceron vert du pêcher	<i>Myzus persicae</i>	Pomme de terre, tomate, laitue, chou, poivron	Jaunissement, enroulement, viroses	Très élevée
Aleurode du tabac	<i>Bemisia tabaci</i>	Tomate, poivron, aubergine, concombre, haricot	Miellat, fumagine, viroses	Très élevée
Thrips de l'oignon	<i>Thrips tabaci</i>	Oignon, ail, poireau, tomate, poivron	Degradation superficielle, argenture, virus	Élevée
Mouche mineuse	<i>Liriomyza trifolii</i>	Tomate, haricot, melon, concombre, aubergine	Galerie foliaires, baisse de photosynthèse	Moyenne à élevée
Mineuse de la tomate	<i>Tuta absoluta</i>	Tomate, pomme de terre, aubergine	Mines foliaires, perforation des fruits	Très élevée
Noctuelle de la tomate	<i>Helicoverpa armigera</i>	Tomate, poivron, haricot	Forage des fruits et des fleurs	Élevée
Ver gris	<i>Agrotis ipsilon</i>	Laitue, tomate, chou, poivron, oignon	Section des jeunes plants au collet	Élevée
Piéride du chou	<i>Pieris brassicae</i>	Chou, brocoli, chou-fleur, navet	Défoliation	Moyenne à élevée
Teigne des crucifères	<i>Plutella xylostella</i>	Chou, brocoli, navet, radis	Perforation et squelettisation des feuilles	Très élevée
Doryphore de la pomme de terre	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Pomme de terre, aubergine	Défoliation intense	Très élevée
Teigne de la pomme de terre	<i>Phthorimaea operculella</i>	Pomme de terre, tomate, aubergine, piment	Galerie dans les feuilles et les tubercules	Très élevée

➤ **Puceron du cotonnier** : *Aphis gossypii* (HEMIPTERA, APHIDIDAE- Glover, 1877)



Nom scientifique	<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)
Nom commun	Puceron du cotonnier
Ordre / Famille	Hemiptera / Aphididae
Plantes hôtes	Cucurbitacées (courgette, concombre, melon, pastèque), tomate, poivron, aubergine, coton, hibiscus
Type de dégâts	Succion de la sève entraînant déformation et enroulement des feuilles, excrétion de miellat favorisant la fumagine, transmission de virus (CMV, WMV, ZYMV, PVY)
Stade nuisible	Adultes ailés et aptères, larves (nymphe) – toute l'année en serre
Cycle biologique	Cycle anholocyclique en régions chaudes (pas de génération sexuée). 10–40 générations/an selon température. Parthénogenèse viviparité. Seuil thermique: 6°C
Répartition	Cosmopolite. Présent dans toutes les régions maraîchères d'Algérie, notamment sous serres
Surveillance	Inspection hebdomadaire face inférieure des feuilles ; pièges jaunes englués ; comptage de colonies

**Moyens de lutte recommandés**

- Lutte biologique : *Aphidius colemani* (parasitoïde), *Chrysoperla carnea* (prédateur), Coccinellidae
- Insecticides : pyméthrozine, flonicamide, spirotetramat (systémique)
- Extraits végétaux : huile de neem (azadirachtine)
- Mesures culturales : filets anti-insectes, élimination des foyers en début d'infestation
- Variétés résistantes disponibles pour certaines cucurbitacées

➤ **Puceron vert du pêcher** : *Myzus persicae* (HEMIPTERA, APHIDIDAE- Sulzer, 1776)



Nom scientifique	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)
Nom commun	Puceron vert du pêcher
Ordre / Famille	Hemiptera / Aphididae
Plantes hôtes	Pomme de terre, tomate, poivron, laitue, chou, épinard, pêcher (hôte primaire), bettrave
Type de dégâts	Jaunissement et enroulement foliaire, réduction de la vigueur ; vecteur de + de 150 virus (PVY, PLRV, CMV, LMV, BWYV) — dégâts indirects majeurs
Stade nuisible	Adultes aptères et ailés, nymphes – face inférieure des feuilles
Cycle biologique	Holocyclique sur pêcher (hivernation en oeuf), anholocyclique sur plantes herbacées. Nombreuses générations/an. Dimorphisme saisonnier marqué
Répartition	Cosmopolite. Un des aphides les plus importants au monde. Présent partout en Algérie
Surveillance	Pièges jaunes (migration), inspection plants, test ELISA pour virus. Seuil : 5-10 pucerons/feuille

**Moyens de lutte recommandés**

- Lutte biologique : *Aphidius matricariae*, *Praon volucre* (parasitoïdes) ; *Lysiphlebus testaceipes*
- Insecticides : flonicamide, pyméthrozine, spirotetramat ; éviter les pyréthriinoïdes (résistance)
- Minéral : argile kaolinite en répulsif, huile de paraffine
- Gestion des virus : élimination des plants malades, contrôle des adventices réservoirs
- Résistances génétiques : gène **Mi** chez la tomate confère une certaine résistance

➤ **Mouche blanche:** *Bemisia tabaci* (HEMIPTERA, ALEYRODIDAE - Gennadius, 1889)



Nom scientifique	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)
Nom commun	Aleurode du tabac (Mouche blanche du tabac)
Ordre / Famille	Hemiptera / Aleyrodidae
Plantes hôtes	Tomate, poivron, aubergine, concombre, courgette, haricot, tabac, coton — polyphage (> 900 espèces hôtes)
Type de dégâts	Miellat + fumagine (dégâts directs) ; vecteur majeur du TYLCV (Tomato yellow leaf curl virus) et de plus de 100 géminivirus — pertes totales possibles
Stade nuisible	Adultes (face inférieure feuilles) et nymphes (sessiles, face inférieure)
Cycle biologique	11–15 jours du stade œuf à adulte à 30°C. Nombreuses générations superposées. Dimorphisme biotype B (tabaci) = <i>B. argentifolii</i> — le plus invasif
Répartition	Régions tropicales et subtropicales. Très présente sous serres en Algérie. Biotype B dominant
Surveillance	Pièges jaunes englués (1/100 m <sup>2</sup> ) ; inspection face inférieure ; ELISA pour TYLCV

**Moyens de lutte recommandés**

- Variétés résistantes au TYLCV : gènes Ty-1, Ty-2, Ty-3 (obligatoires en zones à risque)
- Lutte biologique : *Eretmocerus eremicus*, *Encarsia formosa* (parasitoïdes) ; *Macrolophus pygmaeus* (prédateur)
- Insecticides : pyriproxyfen (régulateur croissance), spiromesifen, acétamipride, cyantraniliprole
- Filets insect-proof sur serres — mesure préventive la plus efficace
- Biopesticides: *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* (champignons entomopathogènes)

➤ **Thrips de l'oignon : *Thrips tabaci*** (THYSANOPTERA, THIRIPIDAE - Lindeman, 1888)



Nom scientifique	<i>Thrips tabaci</i> (Lindeman, 1888)
Nom commun	Thrips de l'oignon
Ordre / Famille	Thysanoptera / Thripidae
Plantes hôtes	Oignon, ail, poireau (cultures de prédilection), tomate, poivron, courgette, laitue, tabac
Type de dégâts	Raclage de l'épiderme foliaire → argenture et décoloration (symptôme caractéristique sur oignon) ; transmission du TSWV (Tomato spotted wilt virus)
Stade nuisible	Adultes et larves (L1, L2) — face supérieure et inférieure des feuilles, entre les gaines foliaires
Cycle biologique	13–15 jours à 25°C. Pré-nympe et nympe dans le sol. Parthénogenèse thélytokie fréquente. 8–12 générations/an
Répartition	Cosmopolite. Présent dans toutes les zones oléicoles et maraîchères d'Algérie
Surveillance	Comptage sur 10 feuilles/parcelle ; pièges bleus englués ; seuil d'intervention : 10 thrips/feuille

**Moyens de lutte recommandés**

- Lutte biologique : *Amblyseius cucumeris* (acarien prédateur des larves L1) ; *Orius laevigatus* (punaise prédatrice)
- Insecticides : spinosad, emamectin benzoate, cyantraniliprole ; applications en soirée (activité nocturne)
- Kaolin, terre de diatomées en répulsif/barrière
- Destruction des résidus de culture après récolte (élimination des pupes dans le sol)
- Irrigation par aspersion (réduit les populations en conditions sèches)

➤ **Mouche mineuse** : *Liriomyza trifolii* (DIPTERA, AGROMYZIDAE - Burgess, 1880)



Nom scientifique	<i>Liriomyza trifolii</i> (Burgess, 1880)
Nom commun	Mouche mineuse américaine
Ordre / Famille	Diptera / Agromyzidae
Plantes hôtes	Tomate, haricot, melon, concombre, céleri, aubergine, chrysanthème (> 400 espèces hôtes)
Type de dégâts	Galerie sinuées blanchâtres (mines) creusées par les larves dans le mésophylle foliaire ; réduction photosynthèse, défoliation en cas d'infestation sévère
Stade nuisible	Larves (asticots apodes) dans les mines foliaires ; adultes se nourrissent de piqûres de ponte
Cycle biologique	Œuf → larve (L1–L3) → puppe (sol ou feuille) → adulte. 21–28 jours à 25°C. Nombreuses générations. Espèce de quarantaine en Europe
Répartition	Originaires d'Amérique du Nord. Présente en Algérie et dans tout le bassin méditerranéen. Principalement sous serres
Surveillance	Inspection mines foliaires ; pièges jaunes englués ; comptage larves/feuille

**Moyens de lutte recommandés**

- Lutte biologique : *Diglyphus isaea*, *Dacnusa sibirica* (parasitoïdes des larves — très efficaces en serre)
- Insecticides : abamectine, cyromazine (régulateur croissance, spécifique Agromyzidae), spinosad
- Élimination des feuilles fortement minées avant nymphose
- Filets anti-insectes sur les entrées de serre
- Espèce de quarantaine A2 OEPP : signalement obligatoire

- **Noctuelle de la tomate** : *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE - Hübner, 1809)



Nom scientifique	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1809)
Nom commun	Noctuelle de la tomate (Ver de la capsule)
Ordre / Famille	Lepidoptera / Noctuidae
Plantes hôtes	Tomate, poivron, haricot, pois chiche, maïs doux, coton — polyphage (> 180 espèces hôtes)
Type de dégâts	Forage des fruits (entrée par le calice ou la paroi) ; une larve peut détruire 3–5 fruits ; défoliation, destruction des organes floraux
Stade nuisible	Larves L3 à L6 (les plus destructrices) — fruits, fleurs, capsules
Cycle biologique	Cycle complet : 35–50 jours à 25°C. 3–4 générations/an en Algérie. Diapause hivernale (chrysalide dans sol). Seuil: 10°C
Répartition	Afrique, Europe méridionale, Asie, Australie, Amérique du Sud (invasive). Très présente dans toutes les régions d'Algérie
Surveillance	Pièges à phéromone sexuelle ; inspection fleurs et fruits. Seuil: 5 % de fruits attaqués

### Moyens de lutte recommandés

- Surveillance phéromonale : seuil d'alerte 20–30 captures/piège/semaine
- *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* : efficace uniquement sur larves jeunes (L1–L2)
- *Trichogramma achaeae*, *T. evanescens* : lâchers inondatifs (200 000–500 000/ha/semaine)
- Insecticides: chlorantraniliprole, indoxacarbe, spinosad, emamectin benzoate; éviter pyréthrinoïdes
- Labour profond pour détruire chrysalides hivernantes ; destruction résidus de culture

➤ **Piérade du chou** : *Pieris brassicae* (LEPIDOPTERA, PIERIDAE - Linnaeus, 1758)



Nom scientifique	<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
Nom commun	Piérade du chou (Grand papillon blanc)
Ordre / Famille	Lepidoptera / Pieridae
Plantes hôtes	Chou (toutes variétés), brocoli, chou-fleur, navet, radis, cresson, raifort
Type de dégâts	Défoliation par les chenilles grégaires (L1–L2) puis solitaires (L3–L5) ; destruction des têtes florales de brocoli et chou-fleur ; contamination par les déjections
Stade nuisible	Chenilles L1 à L5 (principalement L3–L5) — face inférieure des feuilles puis toute la plante
Cycle biologique	Oeuf → chenille (5 stades) → chrysalide → adulte. 35–45 jours à 20°C. 2–3 générations/an. Hivernation en chrysalide
Répartition	Europe, Asie, Afrique du Nord. Très présente dans les régions de culture de crucifères en Algérie
Surveillance	Inspection visuelle pour masses d'œufs (jaune-orangé, face inférieure) ; comptage chenilles. Seuil: 1 masse d'œufs/m <sup>2</sup>

**Moyens de lutte recommandés**

- *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* : très efficace sur jeunes chenilles ; applications tous les 5–7 jours
- Parasitoïdes naturels : *Cotesia glomerata*, *Pteromalus puparum* (souvent suffisants en plein air)
- Filets à mailles fines (insect-proof) sur les cultures de chou : barrière physique très efficace
- Récolte et destruction manuelle des masses d'œufs et des jeunes colonies
- Pyrèthres naturels, spinosad en traitement biologique

➤ **Teigne des crucifères : *Plutella xylostella*** (LEPIDOPTERA, PLUTELLIDAE - Linnaeus, 1758)



Nom scientifique	<i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus, 1758)
Nom commun	Teigne des crucifères (Diamondback moth)
Ordre / Famille	Lepidoptera / Plutellidae
Plantes hôtes	Chou (toutes variétés), brocoli, navet, radis, chou-fleur, colza — strictement Brassicacées
Type de dégâts	Fenestration (perforation de l'épiderme inférieur) puis squelettisation complète des feuilles ; destruction des têtes florales et de la plante entière en infestation sévère
Stade nuisible	Chenilles L2 à L4 — face inférieure des feuilles
Cycle biologique	15–21 jours à 25°C. Jusqu'à 20 générations/an. Pas de diapause. Migrations transocéaniques documentées. Résistances aux insecticides: > 90 molécules
Répartition	Cosmopolite — ravageur le plus répandu au monde sur crucifères. Présent dans toutes les zones de culture en Algérie
Surveillance	Pièges à phéromone (agrégation + sexuelle) ; inspection larves sur face inférieure. Seuil: 2 larves/plante

**Moyens de lutte recommandés**

- *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* : matière active de référence ; applications répétées tous les 5 jours
- Spinosad, emamectin benzoate: insecticides biologiques efficaces
- Diallyl trisulfide (allyle) en répulsif naturel
- Rotation obligatoire des familles chimiques (résistances généralisées)
- Parasitoïds : *Diadegma semiclausum*, *Cotesia plutellae*, *Oomyzus sokolowskii*

➤ **Doryphore de la pomme de terre : *Leptinotarsa decemlineata* (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE - Say, 1824)**



Nom scientifique	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824)
Nom commun	Doryphore de la pomme de terre
Ordre / Famille	Coleoptera / Chrysomelidae
Plantes hôtes	Pomme de terre (hôte de prédilection), aubergine, tomate, tabac — principalement Solanacées
Type de dégâts	Défoliation intense par adultes et larves (jusqu'à 100 % du feuillage) entraînant un affaiblissement sévère et l'effondrement des rendements
Stade nuisible	Adultes et larves L1 à L4 — feuilles, tiges tendres
Cycle biologique	Cycle complet : 30–50 jours. 1–3 générations/an. Diapause hivernale des adultes dans le sol (30–60 cm). Voltinisme variable selon latitude
Répartition	Originaires d'Amérique du Nord. Espèce de quarantaine A2 OEPP. Signalée en Algérie et au Maghreb
Surveillance	Inspection visuelle (adultes, masses d'œufs orange, larves). Seuil : 1 adulte ou masse d'œufs/5 plants

**Moyens de lutte recommandés**

- Inspection rigoureuse du matériel végétal importé (espèce de quarantaine)
- *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* : spécifique des larves de Coléoptères
- Insecticides : imidaclopride (traitement semences), cyantraniliprole, azamethiphos ; rotation impérative (résistances nombreuses)
- Prédateurs naturels : *Perillus bioculatus*, *Edovum puttleri* (parasitoïde des œufs)
- Labour profond automnal pour détruire les adultes hivernants ; rotation triennale avec cultures non-hôtes

## II. Exemple de deux ravageurs importants :

---

Parmi les nombreux insectes nuisibles aux cultures maraîchères, deux espèces se distinguent par leur impact économique particulièrement sévère en Algérie et dans l'ensemble du bassin méditerranéen. Il s'agit de la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) et de la teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella* Zeller, 1873), deux Lépidoptères appartenant à la même famille des Gelechiidae.

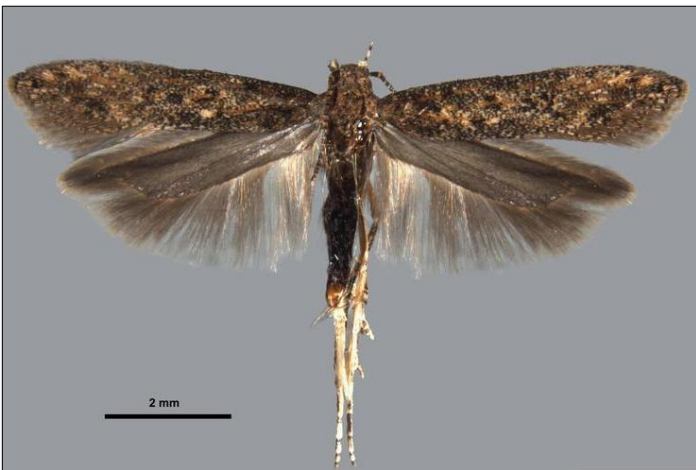
Ces deux ravageurs présentent des similitudes biologiques remarquables — cycle holométabole rapide, polyphagie marquée sur les Solanacées, comportement larvaire endophyte — tout en se distinguant par leurs stratégies d'infestation et leurs cultures cibles. *Tuta absoluta*, espèce envahissante introduite en Algérie en 2008, s'attaque principalement aux parties aériennes de la tomate (feuilles, tiges, fruits), tandis que *P. operculella*, présente depuis longtemps dans les Hauts Plateaux, cause des dégâts aussi bien au champ qu'en stockage sur les tubercules de pomme de terre.

L'étude approfondie de ces deux espèces vise à illustrer la démarche entomologique appliquée : identification systématique, connaissance du cycle biologique, analyse des dégâts et mise en œuvre d'une stratégie de lutte intégrée (IPM) adaptée au contexte agro-climatique algérien

---

### 1. La mineuse de la tomate : *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE- Meyrick, 1917)

---



## 1.1. Position systématique :

<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917)		
Rang taxonomique	Taxon	Caractéristique diagnostique
<b>Règne</b>	Animalia	Organismes eucaryotes pluricellulaires hétérotrophes
<b>Embranchement</b>	Arthropoda	Corps segmenté, exosquelette chitineux, pattes articulées
<b>Sous-embranchement</b>	Hexapoda	6 pattes locomotrices, 3 tagmes (tête, thorax, abdomen)
<b>Classe</b>	Insecta	Antennes, ailes (généralement), métamorphose
<b>Ordre</b>	Lepidoptera	Ailes recouvertes d'écaillés imbriquées ; trompe spiralée
<b>Super-famille</b>	Gelechioidea	Micro-lépidoptères ; palpes labiaux ascendants
<b>Famille</b>	Gelechiidae	Palpes labiaux recourbés vers le haut dépassant la tête
<b>Genre</b>	Tuta	Micro-lépidoptères mineuses, néotropicaux, sur Solanacées
<b>Espèce</b>	<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917)	<b>Mineuse de la tomate – espèce invasive majeure</b> Espèce de quarantaine OEPP (liste A2)   Introduite en Algérie en 2008
<b>Synonymes :</b> <i>Gnorimoschema absoluta</i> · <i>Scrobipalpula absoluta</i> · <i>Phthorimaea absoluta</i> <b>Noms communs :</b> Mineuse de la tomate (fr.) · Tomato leafminer (en.) · أوراق الطماطم حافرة (ar.)		

Le tableau présente la classification systématique complète de *Tuta absoluta*, du règne animal jusqu'au rang spécifique. L'espèce appartient à l'ordre des **Lépidoptères** et à la famille des **Gelechiidae**, une famille de micro-lépidoptères reconnaissable aux palpes labiaux fortement recourbés vers le haut — caractère diagnostique observable sur l'adulte. Le genre *Tuta*, d'origine néotropicale, regroupe des espèces mineuses spécialisées sur les Solanacées. L'espèce a été décrite par Meyrick en 1917 sous le nom de *Phthorimaea absoluta* avant d'être définitivement placée dans le genre *Tuta* par Povolný en 1994, ce qui explique l'existence de plusieurs synonymes. Son inscription sur la **liste A2 de l'OEPP** en fait une espèce de quarantaine à signalement obligatoire, soulignant son importance phytosanitaire majeure à l'échelle méditerranéenne.

## 1.2. Description et biologie :

### II.2.1. Morphologie des différents stades :

#### II.2.1.1. Adulte (imago) :

Adulte (imago)	
<b>Taille</b>	Petit papillon (micro-lépidoptère) de 6–7 mm de longueur corporelle
<b>Envergure</b>	8–10 mm
<b>Couleur générale</b>	Gris-brunâtre, avec un aspect argenté dû aux écailles réfléchissantes
<b>Ailes antérieures</b>	Gris-brunâtres avec des taches noires arrondies irrégulièrement réparties et des reflets argentés caractéristiques
<b>Ailes postérieures</b>	Gris pâle, plus claires, à bord frangé de cils fins
<b>Palpes labiaux</b>	Projetés vers l'avant et vers le haut — caractère diagnostique de la famille Gelechiidae
<b>Antennes</b>	Filiformes, de longueur proche de celle des ailes ; couvertes de fines écailles
<b>Dimorphisme sexuel</b>	♂ : abdomen effilé ; ♀ : abdomen plus volumineux et arrondi (pondeuse). La distinction à l'œil nu est difficile

#### II.2.1.2. Œuf :

Œuf	
<b>Forme</b>	Cylindrique à légèrement ovoïde, légèrement aplati aux pôles
<b>Dimensions</b>	0,35 mm × 0,25 mm (très petit, visible à la loupe ×10)
<b>Couleur</b>	Blanc nacré à la ponte, jaune pâle puis brunâtre à maturité (juste avant éclosion)
<b>Surface</b>	Lisse, légèrement brillante
<b>Dépôt</b>	Isolément (rarement en groupes de 2–3) sur la face inférieure des feuilles, les fleurs, les pédoncules ou la surface des jeunes fruits
<b>Fécondité</b>	250 à 300 œufs par femelle au cours de sa vie ; 5 à 20 œufs par nuit

### II.2.1.3. Larve (Chenille) :

La larve passe par 4 stades (L1 à L4) avec des caractéristiques morphologiques distinctes :

Stade	Longueur	Description morphologique
L1 (neonate)	1–2 mm	Corps crème-blanc translucide, tête noire brillante. Très agile. Pénètre immédiatement dans le tissu foliaire après l'éclosion.
L2	2–4 mm	Corps vert pâle, tête brun-jaunâtre. La bande dorsale rosée commence à apparaître. Mine active visible.
L3	4–6 mm	Corps vert jaunâtre, bande dorsale rose-rouge bien visible. Alimentation intense. Peut passer d'une mine à l'autre.
L4	7–9 mm	Corps vert jaunâtre à verdâtre, bande dorsale rosée marquée. Tête brun-orangée. Quitte la mine pour se nymphoser. Stade le plus mobile.

#### Caractères communs à tous les stades larvaires :

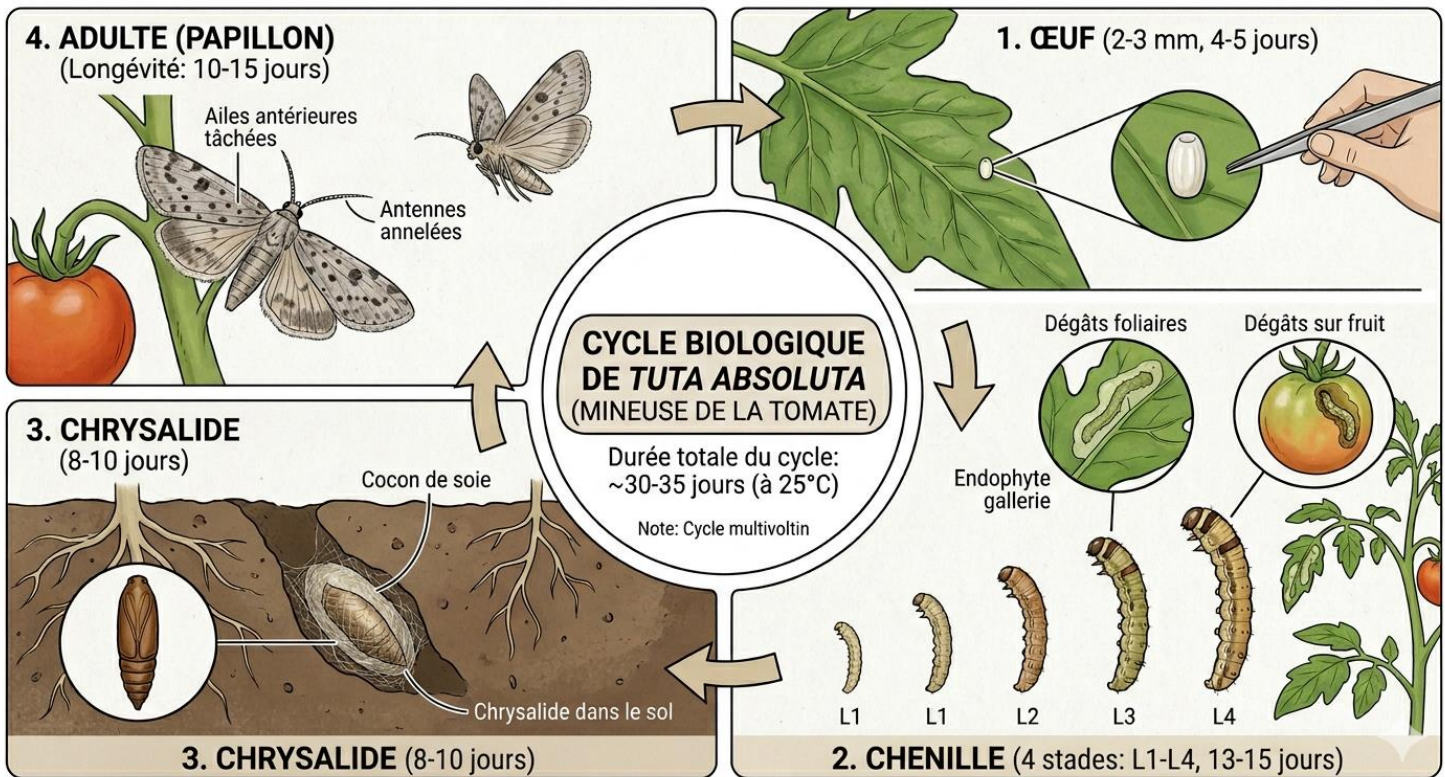
- Corps allongé, légèrement aplati, de type éruciforme.
- 6 pattes thoraciques vraies + 4 paires de fausses pattes abdominales + 1 paire anale.
- Présence de pinacula (plaques sclérifiées) portant des soies courtes sur chaque segment.
- Bande dorsale rosée à rouge : caractère distinctif le plus fiable sur le terrain dès le stade L2.

### II.2.1.4. Chrysalide (nymphe) :

Chrysalide (nymphe)	
Longueur	5–6 mm
Forme	Fuselée, typique des Lépidoptères, avec les fourreaux alaires bien visibles
Couleur	Verte à brun-dorée (s'assombrit avec la maturité)
Cocon	Enveloppée dans un cocon soyeux blanchâtre, lâche, de forme allongée (5–8 mm)
Lieu de nymphose	Sol (couche superficielle 1–3 cm), débris végétaux, face inférieure des feuilles, parois de serres, tuteurs
Durée	7–10 jours à 25 °C ; jusqu'à 20 jours à des températures plus basses

## II.2.2. Cycle biologique

*Tuta absoluta* est un insecte à métamorphose complète (holométabole). Son cycle biologique comprend quatre stades de développement : l'œuf, la larve (4 stades), la chrysalide et l'adulte. Ce cycle est particulièrement rapide dans les conditions méditerranéennes et peut s'accomplir en moins de 30 jours à température optimale, permettant à l'espèce de réaliser de nombreuses générations successives par an.



### Paramètres biologique clés

- Seuil thermique de développement : 8,2 °C (température minimale en dessous de laquelle le développement s'arrête).
- Température optimale : 26–28 °C (développement le plus rapide et fécondité maximale).
- Température létale : > 38 °C (mortalité des œufs et larves) et < 5 °C prolongé.
- Fécondité moyenne : 250–300 œufs/femelle ; jusqu'à 400 en conditions optimales.
- Nombre de générations : 10–12/an en serre chauffée ; 4–5/an en plein champ en Algérie.
- Type de reproduction : sexuée obligatoire (pas de parthénogenèse confirmée)

### II.2.3. Comportement et mode de vie :

#### II.2.3.1. Comportement des adultes :

- Les adultes sont crépusculaires et nocturnes : activité maximale de vol et de ponte entre le coucher du soleil et minuit.
- Pendant la journée, ils restent immobiles sous les feuilles ou dans la végétation dense.
- Les mâles localisent les femelles grâce aux phéromones sexuelles émises par ces dernières (Z4, E9-tétradécadiényl acétate — composant principal de la phéromone synthétique utilisée dans les pièges).
- Les adultes ont une durée de vie courte mais une dispersion active : capables de parcourir plusieurs kilomètres par nuit, facilitant la colonisation rapide de nouvelles parcelles.

#### II.2.3.2. Comportement des larves :

- À l'éclosion (L1), la larve pénètre immédiatement dans le tissu végétal le plus proche (épiderme foliaire, pétiole ou fleur) en creusant une galerie intra-tissulaire.
- Les larves des stades L1–L3 sont endophytes : elles restent à l'intérieur des tissus végétaux, protégées des traitements de contact.
- Au stade L4, la larve sort de la mine pour rechercher un site de nymphose (sol, débris, parois de serre).
- Une seule larve peut détruire plusieurs mines successives au cours de son développement, se déplaçant de feuille en feuille ou pénétrant dans les fruits.

### II.3. Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte :

#### II.3.1. Plantes hôtes :

*Tuta absoluta* est une espèce oligophage à tendance polyphage, dont le spectre d'hôtes est centré sur la famille des Solanacées. Bien que plus de 180 espèces hôtes aient été signalées dans la littérature, les cultures économiquement significatives restent peu nombreuses.

Plantes hôtes de <i>Tuta absoluta</i>	
<b>Hôte principale</b>	Tomate en plein champ comme sous serre.
<b>Hôtes secondaires</b>	Pomme de terre, Aubergine, Piment et Poivron, Tabac.
<b>Hôtes occasionnels</b>	<i>Physalis spp.</i> , <i>Datura stramonium</i> , <i>Nicandra physalodes</i> , <i>Petunia hybrida</i> · <i>Lycium barbarum</i>
<b>Spécificité</b>	Oligophage : les Solanacées représentent > 95 % des attaques signalées. Des signalements exceptionnels sur Convolvulaceae et Fabaceae restent à confirmer

### II.3.2. Symptômes et dégâts :

Les dégâts de *T. absoluta* sont causés exclusivement par les larves (L1 à L4). Ils touchent tous les organes aériens de la plante hôte et peuvent conduire à la perte totale de la récolte en quelques semaines en conditions de serre non protégée.

Organe attaqué	Stade responsable	Symptômes et nature des dégâts	Impact économique
<b>Feuilles</b>	L1 – L3	Mines intra-foliaires blanchâtres à brunâtres (galeries serpentine ou en plaques entre les deux épidermes). La mine blanchit puis nécrose. En infestation forte : destruction totale du feuillage et effondrement de la photosynthèse.	Très élevé
<b>Tiges</b>	L3 – L4	Galeria longitudinales dans les jeunes pousses et les pétioles, provoquant le dessèchement et la cassure des rameaux (symptôme de 'flag shoot').	Élevé
<b>Fleurs</b>	L1 – L2	Pénétration dans les boutons floraux et les calices ; destruction des organes reproducteurs ; chute des fleurs et réduction de la nouaison.	Moyen à élevé
<b>Fruits</b>	L3 – L4	Pénétration dans les fruits verts ou mûrs par le calice ou directement à travers la paroi. Galeries remplies de déjections noirâtres. Contamination fongique et bactérienne secondaire. Fruits commercialement déclassés.	Très élevé — perte totale
<b>Apex végétatif</b>	L1 – L2	Destruction des méristèmes apicaux entraînant un nanisme et une repousse buissonnante anormale (prolifération axillaire).	Moyen

#### Quantification des dégâts et seuils économiques

- Seuil d'action : 5 % de feuilles minées OU 1 fruit attaqué pour 10 plants inspectés.
- Seuil de surveillance phéromonale :  $\geq 30$  captures d'adultes mâles/piège/semaine → déclenchement immédiat de la lutte.
- Pertes en plein champ non traité : 30 à 60 % du rendement selon la saison et la région.
- Pertes en serre non protégée : jusqu'à 100 % de la production — cas documentés en Algérie (Annaba, Skikda) dès la première saison après introduction.
- Perte qualitative : même un faible taux d'attaque ( $< 5\%$ ) sur les fruits entraîne le déclassement total de la production destinée à l'exportation.

### II.3.3. Moyens de lutte :

La gestion de *Tuta absoluta* repose impérativement sur une approche de Lutte Intégrée (IPM — Integrated Pest Management), car aucune méthode prise isolément ne permet un contrôle durable et économiquement satisfaisant. Cette approche combine des méthodes préventives, culturales, physiques, biologiques et chimiques, dont l'application est modulée en fonction du niveau d'infestation et du stade phénologique de la culture.

#### II.3.3.1. Lutte culturale et préventive

<b>Vide sanitaire</b>	Interruption culturale obligatoire de 4 à 6 semaines minimum entre deux cycles de tomate. Permet de rompre la continuité du cycle biologique et de réduire les populations résiduelles dans la serre.
<b>Destruction des résidus</b>	Élimination immédiate et incinération des feuilles minées, des tiges infestées et des fruits attaqués. Enfouissement profond (> 30 cm) ou brûlage des résidus de culture en fin de saison.
<b>Plants certifiés</b>	Utilisation exclusivement de plants de tomate issus de pépinières agréées, inspectés et indemnes de <i>T. absoluta</i> . L'introduction via les plants est la principale voie de contamination des nouvelles serres.
<b>Rotation culturale</b>	Éviter la succession tomate-tomate. Intégrer des cultures non-hôtes (cucurbitacées, légumineuses) en alternance pour briser le cycle.
<b>Désherbage</b>	Élimination régulière des solanacées adventices ( <i>Solanum nigrum</i> , <i>Datura stramonium</i> ) dans et autour des parcelles — réservoirs d'inoculum inter-cultures.

#### II.3.3.2. Lutte physique et surveillance

<b>Filets insect-proof</b>	Installation de filets à mailles fines (50 mesh = maille de 0,4 mm) sur toutes les ouvertures des serres (portes, aérations, fenêtres). Méthode préventive la plus efficace — réduit les infestations de 80 à 95 % selon les études.
<b>Pièges à phéromone</b>	Pièges delta ou à eau avec phéromone sexuelle synthétique (Z4,E9-tétradécadiényl acétate). Densité : 1 piège / 1 000 m <sup>2</sup> sous serre ; 1 piège / ha en plein champ. Relevé hebdomadaire. Seuil d'alerte : ≥ 30 captures/piège/semaine.
<b>Pièges chromotrophiques</b>	Pièges jaunes et bleus englués — complément des pièges phéromonaux pour la surveillance des adultes.
<b>Thermothérapie</b>	Exposition des serres vides à des températures de 40–45 °C pendant 24–48 h entre deux cycles culturaux — détruit œufs, larves et chrysalides résiduelles sur les structures.

### II.3.3.3. Lutte biologique :

La lutte biologique est la composante la plus stratégique de la gestion de *T. absoluta* en serre, en raison de l'impossibilité d'atteindre les larves endophytes par des produits de contact.

Agent biologique	Groupe	Mode d'action et efficacité
<i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur, 1839)	Hémiptère prédateur (Miridae)	Prédateur généraliste des œufs et des jeunes larves L1–L2. Lâchers préventifs : 1–2 individus/m <sup>2</sup> avant l'apparition des premiers adultes. Très utilisé en LBI (Lutte Biologique Intégrée) en serre.
<i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter, 1884)	Hémiptère prédateur (Miridae)	Prédateur des œufs et larves. Attention : phytophage facultatif pouvant causer des dégâts sur fruits en l'absence de proies. À utiliser avec précaution.
<i>Trichogramma achaeae</i> (Nagaraja & Nagarkatti)	Hyménoptère parasitoïde (Trichogrammatidae)	Parasitoïde oophage : parasite les œufs de <i>T. absoluta</i> dans les 24–48 h après la ponte. Lâchers inondatifs recommandés : 50 000–100 000 individus/ha/semaine.
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Btk)	Bactérie entomo-pathogène	Biopesticide bactérien produisant des protéines Cry insecticides. Actif uniquement sur larves L1–L2 avant pénétration dans les tissus. Applications tous les 5–7 jours, de préférence en soirée. Respecter les températures > 15 °C.
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Nématode entomo-pathogène	Application sur le sol contre les larves L4 et les chrysalides. Efficace en conditions d'humidité élevée (serre). À intégrer comme complément des autres méthodes.
<i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo-Crivelli)	Champignon entomo-pathogène	Application foliaire en pulvérisation. Contact avec les adultes et les larves exposées. Conditions optimales : humidité > 70 %, température 20–28 °C. Commercialisé sous plusieurs appellations.

### II.3.3.4. Lutte chimique raisonnée :

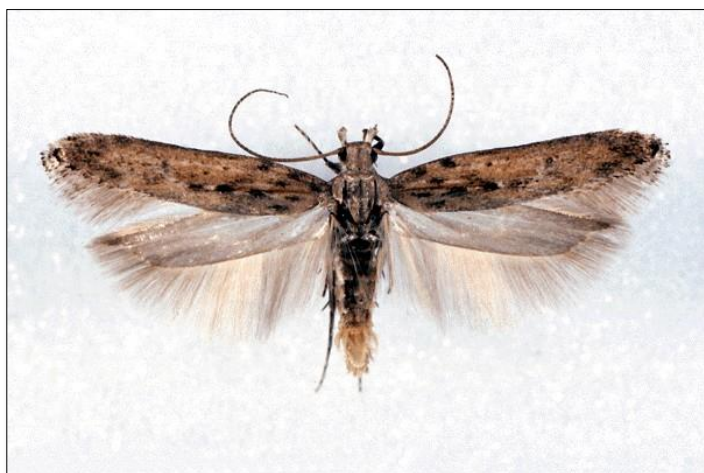
La lutte chimique ne doit être déclenchée qu'après franchissement des seuils économiques d'intervention. Elle doit impérativement être associée aux autres méthodes pour prévenir le développement de résistances.

Matière active	Famille chimique	Remarques
<i>Chlorantraniliprole</i>	Diamide	Très efficace ; peu de résistances signalées. Systémique.
<i>Emamectin benzoate</i>	Avermectine	Très actif sur larves L1–L3. Respecter les délais avant récolte.
<i>Spinosad</i>	Spinosynes	Biopesticide fermentatif. Actif par contact et ingestion.
<i>Indoxacarbe</i>	Oxadiazine	Efficace sur larves endophytes.
<i>Cyantraniliprole</i>	Diamide	Systémique ; actif sur larves et adultes. Bonne rémanence.
<i>Chlorpyrifos-éthyl</i>	Organophosphoré	Résistances élevées en Algérie. À éviter si possible.

### II.3.3.5. Stratégie de lutte intégrée (IPM) recommandée en Algérie

Phase	Actions recommandées
<b>Avant plantation</b>	Vide sanitaire (4–6 sem.) • Désinfection de la serre • Installation filets 50 mesh • Mise en place pièges phéromonaux
<b>Plantation</b>	Plants certifiés indemnes • Lâchers préventifs de <i>Macrolophus pygmaeus</i> (1–2/m <sup>2</sup> ) • Surveillance hebdomadaire des pièges
<b>Végétation active</b>	Si < seuil : maintien lutte biologique seule • Si ≥ seuil : Btk (soirée, tous les 5–7 j) + lâchers <i>Trichogramma achaea</i> • Élimination organes infestés
<b>Forte infestation</b>	Ajout lutte chimique (diamides ou spinosad) en rotation IRAC • Maintien agents biologiques compatibles • Inspection quotidienne
<b>Fin de culture</b>	Destruction totale des résidus • Labour/brûlage • Vide sanitaire avant nouveau cycle

### II.3.4. La teigne de la pomme de terre : *Phthorimaea operculella* (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE- Zeller, 1873)



#### II.3.4.1. Position systématique :

<i>Phthorimaea operculeella</i> (Zeller, 1873)		
Rang taxonomique	Taxon	Caractéristique diagnostique
Règne	<i>Animalia</i>	Organismes eucaryotes pluricellulaires hétérotrophes
Embranchement	<i>Arthropoda</i>	Corps segmenté, exosquelette chitineux, appendices articulés

Sous-embranchement	<i>Hexapoda</i>	6 pattes locomotrices, 3 tagmes : tête, thorax, abdomen
Classe	<i>Insecta</i>	Antennes, ailes (généralement), métamorphose complète ou incomplète
Ordre	<i>Lepidoptera</i>	Ailes recouvertes d'écailles imbriquées ; appareil buccal en trompe spiralée
Super-famille	<i>Gelechioidea</i>	Micro-lépidoptères à palpes labiaux ascendants caractéristiques
Famille	<i>Gelechiidae</i>	Palpes labiaux fortement recourbés vers le haut dépassant le vertex
Genre	<i>Phthorimaea</i>	Micro-lépidoptères mineuses-foreuses sur Solanacées, à répartition cosmopolite
Espèce	<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873)	Dégâts au champ et en stockage   Présente dans les Hauts Plateaux algériens
Synonymes : <i>Gnorimoschema operculella</i> , <i>Lita operculella</i> , <i>Bryotropha operculella</i> , Noms communs : Teigne de la pomme de terre (fr.) · Potato tuber moth (en.) · عثة درنات البطاطس (ar)		

### II.3.4.2. Description et biologie :

#### II.3.4.2.1. Morphologie des différents stades

##### II.3.4.2.1.1. Adulte (Imago) :

Adulte (imago)	
<b>Taille</b>	Papillon de 6–8 mm de longueur corporelle
<b>Envergure</b>	12–17 mm (plus grand que <i>Tuta absoluta</i> )
<b>Couleur générale</b>	Gris-brunâtre avec des stries longitudinales sombres et quelques petites taches noires irrégulières
<b>Palpes labiaux</b>	Fortement recourbés vers le haut, dépassant le vertex de la tête — caractère diagnostique majeur de la famille Gelechiidae
<b>Ailes antérieures</b>	Étroites, pointues, gris-brunâtres à ocre, avec des stries longitudinales sombres parallèles
<b>Ailes postérieures</b>	Gris clair, plus larges, à bord frangé de longs cils argentés
<b>Antennes</b>	Filiformes, finement annelées de clair et de sombre, repliées le long du corps au repos
<b>Dimorphisme sexuel</b>	Peu marqué : ♀ légèrement plus grande et plus corpulente ; ♂ avec des antennes légèrement plus longues

#### II.3.4.2.1.2. Œuf :

Œuf	
Forme	Elliptique-ovoïde, légèrement aplati sur la face ventrale
Dimensions	0,5 mm × 0,3 mm (légèrement plus grand que celui de <i>T. absoluta</i> )
Couleur	Blanc nacré à la ponte, progressivement jaune-orangé puis brun-rosé à maturité (juste avant l'éclosion)
Surface	Finement réticulée (réseau de petites facettes visibles à fort grossissement)
Dépôt	Isolément ou en petits groupes (2–5 œufs) ; sur la face inférieure des feuilles, les bourgeons, les tiges, les pédoncules des feuilles ou directement sur les tubercules de pomme de terre exposés
Fécondité	150 à 250 œufs par femelle ; ponte étalée sur 8–15 jours

#### II.3.4.2.1.3. Larve (Chenille) :

La larve passe par 4 stades larvaires (L1 à L4), avec des caractéristiques morphologiques progressives :

Stade	Longueur	Couleur / Description
L1 (néonate)	1–2 mm	Corps blanc-crème translucide, tête noire brillante. Très mobile. Pénètre rapidement dans les tissus foliaires ou tubéreux.
L2	2–5 mm	Corps crème-jaunâtre. La bande dorsale rose commence à apparaître sur les segments abdominaux.
L3	5–9 mm	Corps crème à rosé, bande dorsale rose distincte. Commence à creuser des galeries dans les tiges et tubercules.
L4	9–13 mm	<b>Corps crème-rosé, bande dorsale rose-rouge bien marquée. Tête brun-rougeâtre. Galeries profondes dans les tubercules. Stade le plus destructeur.</b>

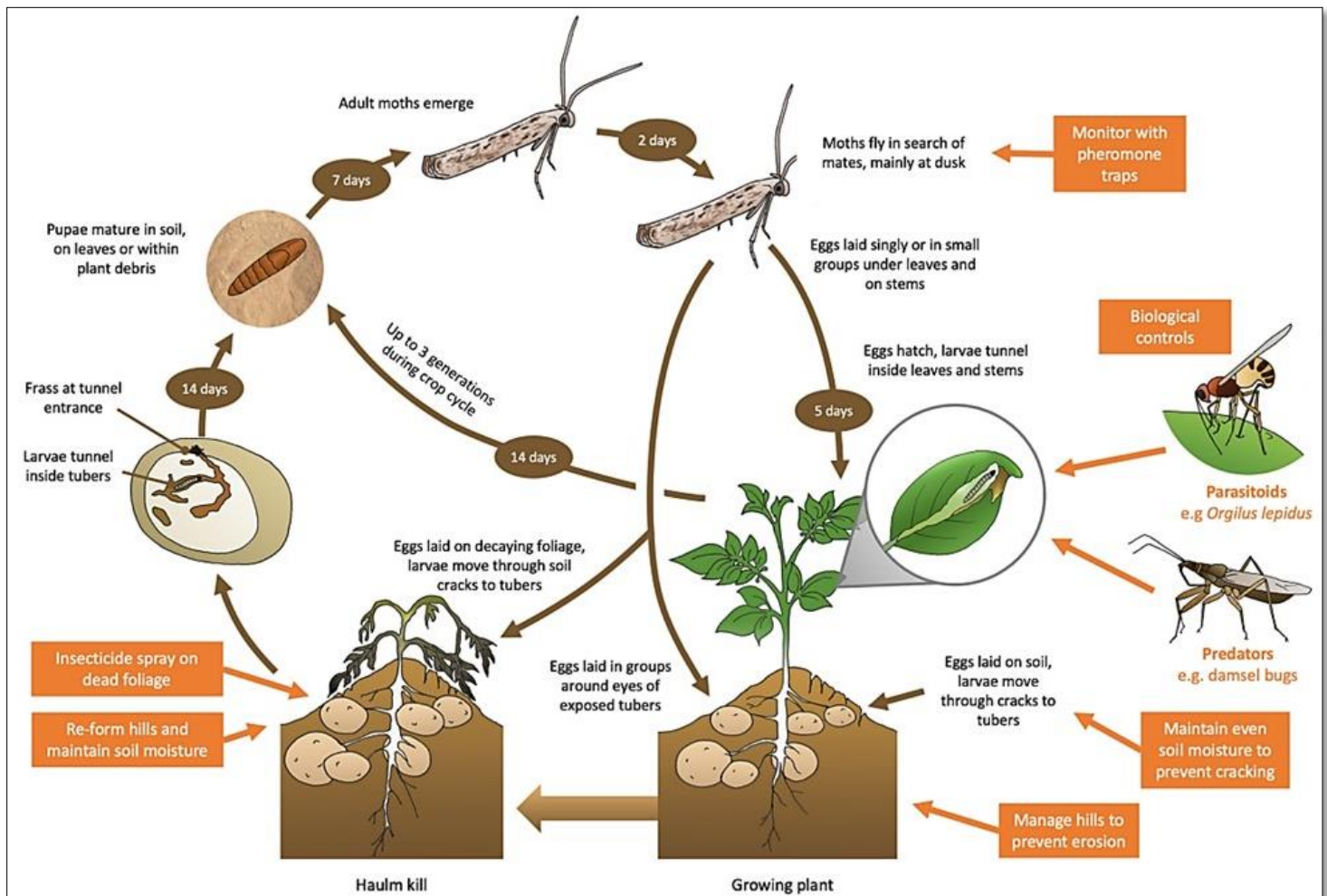
#### Caractères diagnostiques de la larve de *P. operculella* :

- Bande dorsale rose à rouge-brique sur tous les segments abdominaux : caractère distinctif le plus fiable, visible dès le stade L2.
- Tête brun-rougeâtre à brun-orangé (plus sombre que celle de *T. absoluta*).
- Corps légèrement aplati dorso-ventralement, donnant un aspect rubané aux stades avancés.
- Présence de soies (chaetotaxie) caractéristiques sur les pinacula de chaque segment.

### II.3.4.2.1.4. Chrysalide :

Chrysalide	
<b>Longueur</b>	6–8 mm
<b>Forme</b>	Fuselée, cylindro-conique, typique des Lépidoptères ; fourreaux alaires bien visibles
<b>Couleur</b>	Brun-doré à brun-rougeâtre, s'assombrissant avec la maturité
<b>Cocon</b>	Cocon robuste, caractéristique : constitué de grains de terre et de sable agglomérés par des fils de soie — aspect terreux facilement reconnaissable
<b>Lieu de nymphose</b>	Sol (couche 1–5 cm), galeries dans les tubercules, emballages de stockage, résidus végétaux
<b>Durée</b>	7–15 jours à 25 °C ; diapause possible à basse température (< 10 °C)

### II.3.5. Cycle biologique :



Le schéma ci-dessus illustre le cycle biologique complet de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873), la teigne de la pomme de terre, depuis l'émergence des adultes jusqu'aux dégâts causés sur les cultures et les tubercules stockés, en intégrant les méthodes de surveillance et de lutte disponibles. Le cycle se lit dans le sens horaire, en partant de l'émergence des adultes en haut à gauche.

### ① Émergence et vol des adultes — 2 jours

Les adultes émergent des chrysalides matures, principalement au crépuscule. Ce sont de petits papillons gris-brunâtres (12–17 mm d'envergure) aux palpes labiaux caractéristiquement recourbés vers le haut. Les mâles repèrent les femelles grâce aux phéromones sexuelles qu'elles émettent. L'accouplement a lieu dans les 2 premiers jours suivant l'émergence.

Surveillance recommandée : pièges à phéromone sexuelle synthétique placés au champ et dans les entrepôts pour détecter les premiers vols et estimer la pression parasitaire.

### ② Ponte — 5 jours d'incubation

Les femelles pondent isolément ou en petits groupes (2–5 œufs) dans plusieurs sites selon le stade de la culture :

- **Sur les feuilles et les tiges** : face inférieure des folioles, à proximité des nervures.
- **Sur les tubercules exposés** : autour des yeux (bourgeons) des pommes de terre affleurant en surface ou exposées par les craquelures du sol.
- **Sur le feuillage sénescant** : en fin de cycle, les œufs pondus sur les feuilles mortes permettent aux larves de migrer vers les tubercules via les fissures du sol.

### ③ Phase larvaire — 14 jours (feuilles) + 14 jours (tubercules)

La larve passe par 4 stades (L1 à L4) et constitue le seul stade véritablement nuisible. Son développement se déroule en deux phases distinctes :

- **Phase foliaire (L1–L2, ≈ 14 jours)** : les jeunes larves creusent des mines sinueuses entre les deux épidermes des feuilles et des tiges. À ce stade, les larves sont endophytes — protégées des insecticides de contact.
- **Phase tubéreuse (L3–L4, ≈ 14 jours)** : les larves migrent vers les tubercules (au champ par les fissures du sol, en stockage de tubercule en tubercule). Elles y creusent des galeries profondes remplies de déjections noirâtres caractéristiques, recouvertes d'un réseau de soieries. Les déjections à l'entrée de la galerie constituent le signe pathognomonique le plus fiable sur le terrain.
- **Lutte biologique à ce stade** : des parasitoïdes comme *Orgilus lepidus* (Hyménoptère, Braconidae) parasitent les larves ; des prédateurs généralistes comme les punaises demoiselles (*Nabis spp.*) prédatent les larves exposées lors de leurs déplacements.

### ④ Nymphose — 7 jours

La larve L4 quitte le tubercule ou la feuille pour se nymphoser dans un cocon caractéristique constitué de grains de terre et de sable agglomérés par des fils de soie — aspect terreux distinctif. La nymphose a lieu dans la couche superficielle du sol (1–5 cm), dans les débris végétaux, ou dans les emballages d'entrepôt.

La chrysalide est brun-dorée, fuselée, de 6–8 mm. La durée de ce stade est de 7–15 jours à 25 °C, et peut se prolonger considérablement à basse température (diapause facultative possible en dessous de 10 °C).

### ⑤ Dégâts agronomiques et recommandations culturales

Le schéma illustre deux situations de culture distinctes, avec les recommandations de lutte associées :

- **Plant en croissance** : la plante est attaquée simultanément sur les feuilles (mines), les tiges (galeries) et les tubercules superficiels (pontes directes par les fissures du sol). Actions recommandées : maintenir une humidité homogène du sol pour éviter les fissures ; butter régulièrement pour couvrir les tubercules et empêcher les pontes directes.
- **Destruction du feuillage (haulm kill)** : en fin de cycle, après dessiccation chimique ou naturelle du feuillage, les œufs pondus sur les feuilles mortes permettent aux larves de migrer massivement vers les tubercules. Actions recommandées : traitement insecticide sur le feuillage mort avant enfouissement ; butter immédiatement après pour protéger les tubercules résiduels.

### ⑥ Nombre de générations et importance économique

Le schéma indique que le ravageur accomplit jusqu'à 3 générations par cycle cultural (soit 4–6 générations/an en Algérie selon les régions). Chaque génération dure 31 à 64 jours selon la température. En l'absence de mesures de protection, les pertes peuvent atteindre 30–60 % au champ et dépasser 70 % en stockage non réfrigéré en seulement 3 mois.

La capacité de *P. operculella* à se développer aussi bien au champ qu'en entrepôt en fait l'un des rares ravageurs à double impact sur toute la filière pomme de terre — justifiant une stratégie de protection intégrée couvrant obligatoirement les deux phases.

## II.3.6. Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte :

### II.3.6.1. Plantes hôtes :

*Phthorimaea operculella* est une espèce oligophage strictement inféodée à la famille des Solanacées. Son spectre d'hôtes, bien que limité en termes de familles botaniques, englobe plusieurs cultures d'importance économique majeure en Algérie, auxquelles s'ajoutent de nombreuses solanacées sauvages qui servent de réservoirs permanents entre deux cycles culturaux.

Plantes hôtes de <i>Phthorimaea operculella</i>	
<b>Hôte principale</b>	Pomme de terre attaquée au champ et en stockage.
<b>Hôtes secondaires</b>	Tomate, Aubergine, Piment et poivron, Tabac
<b>Hôtes occasionnels</b>	<i>Physalis angulata</i> · <i>Nicandra physalodes</i> · <i>Datura stramonium</i> L.
<b>Solanacées sauvages</b>	<i>Solanum nigrum</i> , <i>Solanum elaeagnifolium</i> , <i>Solanum sisymbriifolium</i>
<b>Famille botanique</b>	Solanaceae (Juss., 1789). La spécificité envers cette famille est quasi-absolue : aucune attaque confirmée sur d'autres familles botaniques en conditions naturelles
<b>Spécificité</b>	Oligophage strict : > 98 % des signalements concernent les Solanacées cultivées ou spontanées. Cette spécificité facilite la gestion par rotation culturale avec des espèces non-hôtes

### II.3.6.2. Symptômes et dégâts :

*P. operculella* est exceptionnel parmi les ravageurs agricoles car il cause des dégâts significatifs à deux stades distincts de la filière : au champ (sur plante en végétation) et en stockage (sur tubercules récoltés). Cette double nuisibilité en fait l'un des ravageurs les plus redoutés de la filière pomme de terre algérienne.

Organe / Lieu	Stade responsable	Symptômes et nature des dégâts	Impact économique
<b>Feuilles (au champ)</b>	L1 – L2	Mines intra-foliaires sinueuses, blanchâtres à brunâtres, similaires à celles de <i>Tuta absoluta</i> mais généralement plus larges. Les feuilles minées jaunissent et se dessèchent. En infestation forte, défoliation partielle visible.	Moyen — les dégâts foliaires seuls affectent peu le rendement si les tubercules sont protégés
<b>Tiges (au champ)</b>	L2 – L3	Galeries longitudinales dans les jeunes tiges et pétioles (symptôme de 'flagging' : flétrissement et dessèchement des pousses apicales atteintes). Les galeries peuvent provoquer la cassure des tiges par le vent.	Moyen à élevé — compromet la photosynthèse et la vigueur générale de la plante
<b>Tubercules (au champ)</b>	L3 – L4	Pénétration par les lenticelles, les yeux ou les zones de craquelures. Galerées profondes et ramifiées, remplies de déjections noirâtres et recouvertes d'un réseau de soieries caractéristique. Les tubercules fortement attaqués dégagent une odeur nauséabonde.	Très élevé — tubercules non commercialisables et impropres à la semence
<b>Tubercules (en stockage)</b>	L2 – L4	Colonisation massive des lots de stockage : une larve peut passer de tubercule en tubercule, contaminant l'ensemble d'un lot en quelques semaines. Galerées + soieries + déjections = signe pathognomonique. Développement de champignons et bactéries secondaires accélérant la pourriture. Émission d'une odeur caractéristique de fermentation.	Très élevé — pertes pouvant dépasser 70 % du lot en 3 mois dans un entrepôt non réfrigéré
<b>Semences (tubercules-mères)</b>	L3 – L4	Les semences infestées transmettent le ravageur d'une saison à l'autre et d'une région à l'autre. Une seule larve ou chrysalide dans un lot de semences suffit à déclencher une infestation sévère en culture.	Très élevé — risque de diffusion à longue distance via le commerce des semences

### ***Identification des dégâts sur le terrain***

- Galeries + soieries + déjections noirâtres dans les tubercules : signe pathognomonique de *P. operculella*, permettant une identification sans équipement spécialisé.
- Orifice d'entrée circulaire (3–5 mm) entouré de soieries et de déjections à l'extérieur du tubercule.
- Mines foliaires plus larges et moins sinueuses que celles de *T. absoluta* ; larves à bande dorsale rose distinctive dès L2.
- Présence de cocons terreux (mélange de grains de sol + soie) sur le sol, sous les plants ou dans les emballages de stockage.

#### **II.3.6.3. Moyens de lutte :**

---

La gestion de *P. operculella* repose sur une approche IPM (Lutte Intégrée) couvrant obligatoirement deux phases : la protection de la culture au champ et la protection des tubercules en stockage. Aucune méthode isolée ne suffit à contrôler durablement ce ravageur à double impact.

---

##### **II.3.6.3.1. Lutte agronomique et culturale (au champ) :**

---

L'ensemble de ces mesures vise à réduire les opportunités de ponte et à limiter l'accès des larves aux tubercules :

- Buttage régulier et suffisant : couvrir les tubercules d'au moins 8–10 cm de terre tout au long du cycle cultural. C'est la mesure préventive la plus efficace contre les pontes directes sur tubercules exposés.
  - Irrigation maîtrisée : maintenir une humidité homogène du sol pour éviter les craquelures. Les fissures superficielles constituent les principales voies d'accès des larves aux tubercules.
  - Récolte précoce : dès la maturité physiologique des tubercules, pour limiter la durée d'exposition au ravageur. Ne pas laisser les tubercules en terre au-delà de la maturité.
  - Rotation culturale : alterner pomme de terre avec des cultures non-hôtes (céréales, légumineuses) sur 2–3 ans minimum pour rompre le cycle.
  - Plants-semences certifiés : utiliser exclusivement des plants indemnes de *P. operculella*, issus de zones de production contrôlées. L'introduction via les semences est la principale voie de dissémination à longue distance.
  - Destruction du feuillage sénescant : avant et après la récolte, éliminer ou enfouir les résidus végétaux pour détruire les larves et réduire la pression parasitaire résiduelle.
  - Désherbage des solanacées sauvages : éliminer *Solanum nigrum*, *Datura stramonium* et autres réservoirs sauvages dans et autour des parcelles.
-

#### II.3.6.3.2. Surveillance et pièges à phéromone :

- **Pièges à phéromone sexuelle (au champ) :** utiliser la phéromone synthétique de *P. operculella* [(Z)-7-dodécényl acétate + (E)-7-dodécényl acétate]. Densité : 1 piège/ha. Relevé hebdomadaire. Seuil d'alerte :  $\geq 20$  captures/piège/semaine.
- **Pièges à phéromone (en stockage) :** placer 1–2 pièges delta dans chaque entrepôt pour détecter les premiers adultes émergeant des lots infestés. Seuil d'intervention : dès les premières captures.
- **Inspection des tubercules à la récolte :** contrôler visuellement 10 % des tubercules récoltés pour estimer le taux d'infestation avant stockage. Tout lot présentant  $> 2$  % de tubercules attaqués doit être séparé et traité en priorité.
- **Sondages foliaires au champ :** inspecter 10 feuilles composées par parcelle, face inférieure. Seuil : 1 mine/feuille → déclenchement de la lutte.

---

#### II.3.6.3.3. Lutte biologique

- La lutte biologique contre *P. operculella* est particulièrement développée en raison des résistances croissantes aux insecticides chimiques :
- *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* (Btk) : biopesticide bactérien actif sur les larves L1–L2 exposées. Applications foliaires tous les 5–7 jours. Traitement des tubercules à la récolte par trempage ou poudrage (50–100 g Btk/tonne de tubercules).
- Virus de la polyédrose granuleuse (PhopGV) : biopesticide viral hautement spécifique de *P. operculella*. Traitement des tubercules par pulvérisation à la récolte (très efficace en stockage). Homologué dans plusieurs pays sous les noms Cryptex®, Phthorimaea GV®.
- *Trichogramma spp.* : parasitoïdes oophages ; lâchers inondatifs au champ pour parasiter les œufs. Efficacité variable selon les conditions.
- *Orgilus lepidus* (Braconidae) : parasitoïde larvaire présent naturellement dans plusieurs régions d'Algérie. Sa conservation est favorisée par la réduction des traitements chimiques.
- Nématodes entomopathogènes : *Steinernema carpocapsae* appliqué en irrigation contre les larves dans le sol et les chrysalides en surface.

#### II.3.6.3.4. Protection des tubercules en stockage

Cette phase est souvent négligée mais est déterminante pour les pertes totales de la filière :

- Réfrigération (4–6 °C) : méthode la plus efficace — bloque totalement le développement larvaire (seuil thermique de *P. operculella* : 10 °C). Recommandée pour toute conservation > 3 mois.
- Traitement Btk + PhopGV à la récolte : traiter tous les tubercules dès la récolte par trempage (solution aqueuse) ou poudrage avant mise en stockage. Efficace contre les larves néonates issues des œufs pondus sur le terrain.
- Pièges à phéromone dans les entrepôts : surveillance continue des vols d'adultes ; traitement insecticide des parois et sols des entrepôts si les captures dépassent le seuil.
- Couverture des tas : recouvrir les tas de pommes de terre avec du sable fin (5 cm) ou des feuilles fraîches d'Eucalyptus ou de Ricin — méthodes traditionnelles algériennes réduisant la ponte de 60–80 %.
- Tri rigoureux avant stockage : éliminer tous les tubercules blessés, verts, mal formés ou déjà infestés. Ne jamais stocker un lot douteux avec un lot sain.
- Hygiène de l'entrepôt : nettoyage et désinfection complets de l'entrepôt entre deux campagnes. Destruction des résidus de la campagne précédente (larves, chrysalides, adultes résiduels).

#### II.3.6.3.5. Lutte chimique raisonnée :

Matière active	Famille chimique	Remarques et usage
<i>Chlorpyrifos-éthyl</i>	Organophosphoré	Application foliaire et traitement sol. Résistances signalées. Usage en déclin — à éviter si alternatives disponibles.
<i>Lambda-cyhalothrine</i>	Pyréthriinoïde	Application foliaire en soirée (activité nocturne). Résistances présentes dans certaines populations algériennes.
<i>Spinosad</i>	Spinosynes	Biopesticide fermentatif — actif sur larves exposées. Compatible avec la lutte biologique. Respecter les abeilles.
<i>Emamectin benzoate</i>	Avermectine	Translaminar — actif sur larves endophytes. Efficace sur larves foliaires L1–L3.
<i>Chlorantraniliprole</i>	Diamide	Systemique. Très efficace. Peu de résistances. À privilégier en première intention.
<i>Cyantraniliprole</i>	Diamide	Systemique et translaminar. Actif sur adultes et larves. Bonne rémanence.

### II.3.6.3.6. Stratégie IPM recommandée : champ et stockage :

Phase	Lieu	Actions recommandées
<b>Avant plantation</b>	Champ	• Plants-semences certifiés • Rotation 2–3 ans • Pièges phéromone en place • Labour profond
<b>Plantation – levée</b>	Champ	• Buttage immédiat • Irrigation régulière • Surveillance hebdomadaire pièges
<b>Végétation active</b>	Champ	• < seuil : Btk tous les 7–10 j • ≥ seuil : Btk + insecticide (diamide en rotation) • Buttage renforcé
<b>Récolte</b>	Champ → Stockage	• Tri rigoureux des tubercules • Traitement Btk + PhopGV avant stockage • Séparation lots infestés
<b>Stockage court</b>	Entrepôt (< 3 mois)	• Pièges phéromone dans entrepôt • Couverture sable / feuilles Eucalyptus • Hygiène rigoureuse
<b>Stockage long</b>	Entrepôt (> 3 mois)	• Réfrigération 4–6 °C (méthode la plus efficace) • Surveillance continue • Élimination tubercules infestés

## CHAPITRE II : INSECTES RAVAGEURS DES CEREALES

- II.1 - Plein champ
  - II.1.1 - Principaux insectes ravageurs
  - II.1.2 - Exemple de deux ravageurs importants
    - II.1.2.1 - Systématique
    - II.1.2.2 - Description et biologie
    - II.1.2.3 - Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte
- II.2 - Céréales stockées
  - II.2.1 - Principaux insectes ravageurs
  - II.2.2 - Exemple de deux ravageurs importants
    - II.2.2.1 - Systématique
    - II.2.2.2 - Description et biologie
    - II.2.2.3 - Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte



Les céréales constituent le fondement de la sécurité alimentaire algérienne et représentent la principale culture en termes de superficie emblavée, avec plus de **3,5 millions d'hectares** consacrés annuellement au blé dur, au blé tendre et à l'orge. À cette production en plein champ s'ajoute un volume considérable de grains stockés, destinés à la consommation humaine, à l'alimentation animale et à la semence. Or, à chacune de ces deux phases — végétation au champ et conservation en stockage — les insectes ravageurs exercent une pression parasitaire permanente et souvent sous-estimée.

**En plein champ**, les céréales sont attaquées par une entomofaune diversifiée tout au long de leur cycle végétatif. Dès la levée, les larves souterraines (taupins, vers gris) s'en prennent aux jeunes racines et aux tiges. Au tallage et à la montaison, les pucerons des céréales s'installent en colonies denses sur les feuilles et les épis, provoquant des chloroses et transmettant des virus (jaunisse nanisante de l'orge — BYDV). À l'épiaison, les cécidomyies et les punaises des grains (hétéroptères) percent les glumelles pour ponctionner les grains en cours de remplissage, causant des pertes directes de rendement et une dépréciation qualitative (moucheture, échaudage artificiel).

**En stockage**, les insectes représentent la menace biologique la plus grave pour la conservation des grains. Dans les conditions climatiques algériennes — températures estivales élevées et humidité relative variable — les conditions sont particulièrement favorables au développement d'espèces comme *Sitophilus granarius* (charançon du blé), *Tribolium castaneum* (tribolion roux) ou *Rhyzopertha dominica* (capucin des grains). Ces ravageurs peuvent réduire de 20 à 40 % la masse des grains stockés en quelques mois, tout en provoquant une hausse de la température et de l'humidité du grain (due à leur activité métabolique et respiratoire), favorisant le développement de moisissures toxigènes (aflatoxines, ochratoxines).

Ce chapitre présente les principaux insectes nuisibles aux céréales dans ces deux contextes distincts, en développant pour chaque groupe les données systématiques, biologiques, les symptômes de dégâts et les stratégies de protection intégrée adaptées au contexte agro-climatique algérien.

## II.1. Principaux insectes ravageurs en plein champs :

Les céréales en plein champ sont exposées, tout au long de leur cycle végétatif, à une entomofaune nuisible diversifiée appartenant à plusieurs ordres d'insectes. Contrairement aux cultures maraîchères dont le cycle est court et intensif, les céréales offrent aux ravageurs une succession de stades phénologiques — de la levée à la maturité — constituant autant de fenêtres d'attaque spécifiques. Les dégâts qui en résultent sont à la fois directs (consommation des tissus, ponction de sève, forage des tiges et des grains) et indirects (transmission de virus, affaiblissement général, dépréciation qualitative des grains).

Ravageur	Nom scientifique	Ordre / Famille	Cultures / Stade	Type de dégât	Importance
<b>HÉMIPTÈRES — Piqueurs-suceurs (Aphididae · Scutelleridae · Pentatomidae)</b>					
Puceron des épis	<i>Sitobion avenae</i> (Fabricius, 1775)	Hémiptères Aphididae	Blé, orge Épiaison → maturité	Succion sève des épis ; jaunissement ; vecteur BYDV	Très élevée
Puceron du roseau	<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linné, 1758)	Hémiptères Aphididae	Blé, orge, avoine Tallage → épiaison	Succion ; jaunissement foliaire ; principal vecteur BYDV	Très élevée
Puceron des feuilles	<i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker, 1849)	Hémiptères Aphididae	Blé, orge Montaison → épiaison	Colonies face inférieure des feuilles ; vecteur BYDV ; fumagine	Élevée
Puceron vert	<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852)	Hémiptères Aphididae	Blé, orge Tallage → montaison	Toxicose foliaire (salive toxique) ; jaunissement en taches caractéristiques	Élevée
Puceron russe du blé	<i>Diuraphis noxia</i> (Kurdjumov, 1913)	Hémiptères Aphididae	Blé, orge Levée → montaison	Enroulement longitudinal des feuilles ; rayures blanches ; vecteur BYDV	Très élevée
Punaise des grains	<i>Eurygaster integriceps</i> (Puton, 1881)	Hémiptères Scutelleridae	Blé dur, blé tendre Montaison → maturité	Ponction grains en lait + enzymes protéolytiques → dégradation gluten	Très élevée
Punaise terne	<i>Aelia germari</i> (Küster, 1852)	Hémiptères Pentatomidae	Blé, orge Épiaison → maturité	Ponction des grains en remplissage ; dépréciation qualitative ; déformation des épis	Élevée
<b>DIPTÈRES — Mouches et cécidomyies phytophages</b>					
Mouche de Hesse	<i>Mayetiola destructor</i> (Say, 1817)	Diptères Cecidomyiidae	Blé, orge Levée → tallage	Larves sur tiges : nanisme, tallage excessif, verse ; pertes 10–80 % en cas d'infestation précoce	Très élevée

Cécidomyie orange	<i>Sitodiplosis mosellana</i> (Géhin, 1857)	Diptères Cecidomyiidae	Blé tendre, blé dur Épiaison (gonflement)	Larves entre glumelles → avortement des grains ; fenêtre d'attaque de 5–7 jours	Très élevée
Oscinie des céréales	<i>Oscinella frit</i> (Linné, 1758)	Diptères Chloropidae	Blé, orge, maïs Levée → tallage	Larves forent feuille centrale → cœur mort ; 3 générations/an	Élevée
Mouche des semis	<i>Delia coarctata</i> (Fallén, 1824)	Diptères Anthomyiidae	Blé, orge Semis → levée	Larves forent coléoptiles et jeunes plantules → manque à la levée	Moyenne
<b>LÉPIDOPTÈRES — Chenilles phytophages (Noctuidae · Crambidae)</b>					
Sésamie	<i>Sesamia nonagrioides</i> (Lefèbvre, 1827)	Lépidoptères Noctuidae	Blé, maïs, sorgho Montaison → épiaison	Larves creusent galeries dans les tiges → verse ; cœur mort ; fréquente en Algérie	Très élevée
Noctuelle des céréales	<i>Mythimna unipuncta</i> (Haworth, 1809)	Lépidoptères Noctuidae	Blé, orge, maïs Tallage → épiaison	Défoliation nocturne intense ; attaques en masse (espèce migratrice)	Élevée
Ver gris	<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)	Lépidoptères Noctuidae	Blé, orge Levée → tallage	Section des tiges au collet (nocturne) ; manque à la levée ; polyphage	Élevée
<b>COLÉOPTÈRES — Adultes et larves (Scarabaeidae · Elateridae · Chrysomelidae)</b>					
Hanneton du désert	<i>Geotrogus deserticola</i> (Blanchard, 1850)	Coléoptères Scarabaeidae	Blé, orge, graminées Semis → tallage	Larves (vers blancs) rongent racines et radicules ; dégâts souterrains graves ; endémique Maghreb	Très élevée
Hanneton velu	<i>Anoxia villosa</i> (Fabricius, 1781)	Coléoptères Scarabaeidae	Blé, orge, prairies Semis → tallage	Larves (vers blancs) s'attaquent aux racines ; cycle larvaire 2–3 ans ; zones sub-humides	Élevée
Hanneton commun	<i>Melolontha melolontha</i> (Linné, 1758)	Coléoptères Scarabaeidae	Blé, orge Semis → tallage	Larves (vers blancs) rongent racines profondes ; cycle 3 ans ; nord Algérie humide	Élevée
Taupin	<i>Agriotes spp.</i> (Eschscholtz, 1829)	Coléoptères Elateridae	Blé, orge Semis → tallage	Larves filiformes (vers fil-de-fer) forent semences et radicules ; dégâts souterrains	Élevée
Criocère des céréales	<i>Oulema melanopus</i> (Linné, 1758)	Coléoptères Chrysomélidae	Blé, orge Montaison → épiaison	Adultes et larves grattent les feuilles → bandes longitudinales blanches (fenestration)	Moyenne à élevée

### HYMÉNOPTÈRES — Céphides foreurs de tiges

Céphus du blé	<i>Cephus pygmaeus</i> (Linné, 1767)	Hyménoptères Cephidae	Blé, orge, seigle Montaison → épiaison	Larves creusent galeries descendantes dans les tiges → verse partielle, grains non remplis	Très élevée
Céphus oriental	<i>Trachelus tabidus</i> (Fabricius, 1781)	Hyménoptères Cephidae	Blé dur, blé tendre Montaison	Larves forent les tiges de blé dur ; très présent en Algérie et au Maghreb	Élevée

### ORTHOPTÈRES — Acridiens (criquets) — Fléaux potentiels

Criquet pèlerin	<i>Schistocerca gregaria</i> (Forsskål, 1775)	Orthoptères Acrididae	Toutes céréales Toute la saison	Défoliation totale en invasion grégaire ; fléau majeur historique en Algérie	Très élevée
Criquet marocain	<i>Dociostaurus maroccanus</i> (Thunberg, 1815)	Orthoptères Acrididae	Blé, orge, graminées Tallage → épiaison	Défoliation intense ; endémique Maghreb ; pullulations périodiques dans les steppes	Très élevée
Criquet migrateur	<i>Locusta migratoria</i> (Linné, 1758)	Orthoptères Acrididae	Toutes céréales Toute la saison	Défoliation totale en phase grégaire ; migrateur intercontinental	Élevée

### THYSANOPTÈRES — Thrips des céréales

Thrips des céréales	<i>Limothrips cerealium</i> (Haliday, 1836)	Thysanoptères Thripidae	Blé, orge Épiaison → maturité	Raclage des glumelles ; décoloration argentée des épis ; réduction poids des grains	Moyenne à élevée
Thrips du blé	<i>Haplothrips tritici</i> (Kurdjumov, 1912)	Thysanoptères Phlaeothripidae	Blé tendre, blé dur Épiaison	Larves et adultes dans les épillets ; avortement partiel des grains ; hiverne dans le sol	Élevée

*21 espèces · Classées par ordre systématique · Importance évaluée dans le contexte agro-climatique algérien et méditerranéen*

#### Note sur le BYDV (Barley Yellow Dwarf Virus) — Vecteurs et importance

Les pucerons des céréales — en particulier *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae* et *Diuraphis noxia* — sont les principaux vecteurs du BYDV, virus responsable de la jaunisse nanisante de l'orge. Cette maladie virale peut provoquer des pertes de rendement de 20 à 50 % dans les parcelles fortement infestées en automne. La surveillance dès les premiers semis (octobre) et le traitement des semences avec insecticide systémique (imidaclopride) constituent les mesures préventives prioritaires dans les régions à risque (Hauts Plateaux, Tell oriental).

## Note sur les vers blancs en Algérie — *Geotrogus deserticola*, espèce clé

Parmi les trois espèces de vers blancs présentes en Algérie, *Geotrogus deserticola* est la plus importante dans les zones semi-arides des Hauts Plateaux céréaliers. Contrairement à *Melolontha melolontha* (zones humides du nord) et *Anoxia villosa* (zones sub-humides du Tell), *G. deserticola* est parfaitement adaptée aux conditions arides algériennes. Ses larves (ver blanc jaunâtre, corps en forme de C) peuvent détruire jusqu'à 40 % des semis de céréales dans les zones très infestées. La lutte repose sur le labour profond automnal et les traitements insecticides du sol à la plantation.

## Note sur les Céphides — ravageurs sous-estimés des céréales algériennes

*Cephus pygmaeus* et *Trachelus tabidus* sont des ravageurs souvent négligés mais économiquement significatifs dans les régions céréalières algériennes. Les larves creusent des galeries descendantes dans les tiges de blé et d'orge, causant la verse partielle et le non-remplissage des grains. Les dégâts sont difficiles à distinguer des carences ou des stress hydriques. La lutte chimique est peu efficace (larves endophytes) ; les mesures culturales (labour, destruction des chaumes) restent les plus indiquées.

### II.1.1. Calendrier des attaques selon les stades phénologiques :

La connaissance du calendrier des attaques est indispensable pour planifier les interventions au moment optimal. Le tableau ci-dessous présente, pour chaque grande période du cycle cultural, les ravageurs actifs et le type de dégât associé.

Stade phénologique	Ravageurs principaux actifs	Dégâts et observations
<b>Semis – Levée (octobre–novembre)</b>	Taupins ( <i>Agriotes spp.</i> ) Mouche des semis ( <i>Delia coarctata</i> ) Ver gris ( <i>Agrotis ipsilon</i> )	Forage des semences et des coléoptiles. Manque à la levée pouvant nécessiter un ressemis. Dégâts souterrains difficiles à détecter.
<b>Tallage (novembre–janvier)</b>	Pucerons ( <i>R. padi</i> , <i>S. avenae</i> ) Noctuelles ( <i>Mythimna spp.</i> ) Oscinie ( <i>Oscinella frit</i> )	Installation des pucerons : transmission automnale du BYDV. Cœur mort. Défoliation nocturne. Stade clé pour la surveillance.
<b>Montaison (février–mars)</b>	Pucerons ( <i>S. avenae</i> , <i>M. dirhodum</i> ) Criocère ( <i>Oulema melanopus</i> ) Punaises ( <i>Eurygaster</i> , <i>Aelia spp.</i> )	Colonisation des feuilles et des tiges. Fenestration foliaire (criocère). Arrivée des punaises des grains en migration depuis les garrigues.
<b>Épiaison – Floraison (avril–mai)</b>	Punaise des grains ( <i>E. integriceps</i> ) Cécidomyie orange ( <i>S. mosellana</i> ) Cécidomyie jaune ( <i>C. tritici</i> ) Thrips ( <i>Limothrips cerealium</i> )	Phase critique : ponction des grains en lait (punaises), avortement des grains (cécidomyies). Fenêtre d'attaque courte (5–7 jours). Surveillance intensive obligatoire.
<b>Remplissage – Maturité (mai–juin)</b>	Punaises ( <i>Eurygaster spp.</i> ) Pucerons sur épis ( <i>S. avenae</i> ) Thrips ( <i>Limothrips cerealium</i> )	Dégradation du gluten par les punaises (bug damage). Poids de grains réduit. Dépréciation qualitative majeure pour la meunerie et la semoulerie.

### **II.1.2. Méthodes de surveillance et seuils d'intervention :**

---

La surveillance régulière des parcelles est indispensable pour détecter les infestations dès leur apparition et déclencher les interventions au moment opportun. Elle repose sur des méthodes simples accessibles à l'ingénieur agronome de terrain :

- Pièges jaunes englués (yellow pan traps) : capture des pucerons ailés migrants. Réseau de surveillance printanier permettant de prévoir les vagues d'infestation.
- Comptage de pucerons sur talles : inspecter 25 talles par parcelle, noter le nombre de pucerons/talle. Seuil d'intervention :  $\geq 10$  pucerons/talle en montaison ou  $\geq 50$  % de talles colonisées.
- Surveillance des punaises des grains : inspecter 10 m<sup>2</sup> par parcelle à l'épiaison. Seuil économique d'intervention : 1 punaise adulte pour 2 m<sup>2</sup> (soit 0,5 individu/m<sup>2</sup>).
- Filets fauchoirs : 25 coups de filet par parcelle pour estimer les populations de pucerons, thrips et cécidomyies en vol.
- Observation visuelle des épis à l'épiaison : recherche de larves de cécidomyies (orange ou jaunes) entre les glumelles. Seuil :  $\geq 1$  larve/épi sur 10 % des épis inspectés.

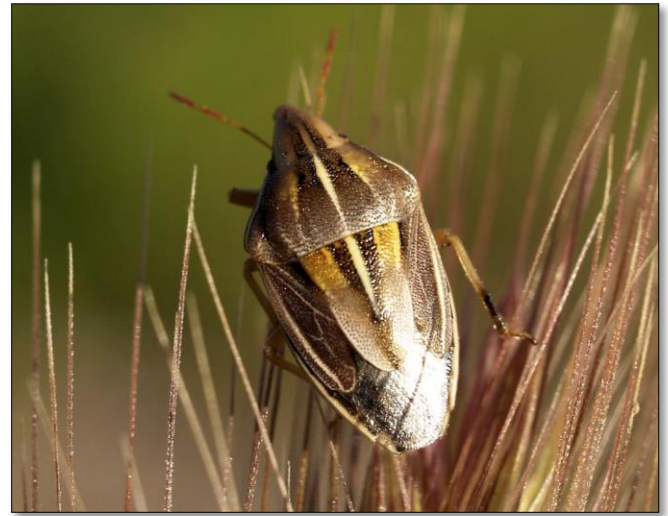
### **II.2. Exemple d'un ravageur important**

---

Parmi les 21 espèces de ravageurs recensées sur les céréales algériennes en plein champ, deux espèces ont été retenues comme exemples représentatifs en raison de leur importance économique avérée, de leur présence endémique dans les principales régions céréalières du pays et de la diversité des stratégies de nuisance qu'elles illustrent.

La première espèce, la punaise terne des céréales (*Aelia germari* Küster, 1852), appartient à l'ordre des Hémiptères et représente le groupe des ravageurs piqueurs-suceurs qui s'attaquent aux grains en cours de remplissage. Son mode d'action particulier — l'injection d'enzymes protéolytiques lors de la ponction des grains — en fait un ravageur à la fois quantitatif et qualitatif, dont même une faible densité de population peut entraîner une dépréciation irréversible de la qualité boulangère et semoulière du blé.

**II.2.1. La punaise de céréales : *Aelia germari* (HEMIPTERA, PENTATOMIDAE - Küster, 1852)**



**II.2.1.1. Position systématique :**

<i>Aelia germari</i> Küster, 1852		
Rang taxonomique	Taxon	Caractéristique diagnostique
Règne	<i>Animalia</i>	Organismes eucaryotes
Embranchement	<i>Arthropoda</i>	Corps segmenté, pattes articulées
Sous-embranchement	<i>Hexapoda</i>	6 pattes, tête, thorax, abdomen
Classe	<i>Insecta</i>	Antennes, ailes, métamorphose
Ordre	<i>Hemiptera</i>	Pièces buccales piqueuses-suceuses ;
Sous-ordre	<i>Heteroptera</i>	Ailes antérieures en hémélytre
Infra-ordre	<i>Pentatomomorpha</i>	scutellum développé
Super-famille	<i>Pentatomoidea</i>	Punaises à 5 articles tarsaux ; scutellum triangulaire proéminent
Famille	<i>Pentatomidae</i>	Punaises à antennes 5-articulées ;
Sous-famille	<i>Podopinae</i>	Scutellum recouvrant partiellement l'abdomen ; forme ovale aplatie
Genre	<i>Aelia</i>	rostre long dépassant les hanches
Espèce	<i>Aelia germari</i> Küster, 1852	Ravageur majeur du blé en Algérie
<p><b>Synonymes :</b> <i>Aelia acuminata</i> var. <i>germari</i> · <i>Aelia notata</i> (Fieber, 1861) · <i>Aelia cognata</i> (partim)  <b>Noms communs :</b> Punaise terne des céréales (fr.) · Sunn pest / Shield bug (en.) · بقعة الحبوب (ar.)</p>		

## II.2.1.2. Description et biologie :

### II.2.1.2.1. Morphologie des différents stades :

#### II.2.1.2.1.1. Adulte (imago):

Adulte (imago) — <i>Aelia germari</i>	
<b>Taille</b>	8–12 mm de long ; envergure 13–18 mm ; forme ovale-allongée, aplatie dorso-ventralement
<b>Couleur générale</b>	Brun-jaunâtre à ocre pâle, avec des stries longitudinales sombres alternant avec des bandes claires
<b>Tête</b>	Allongée, acuminée (pointue vers l'avant) — caractère diagnostique distinctif du genre <i>Aelia</i> par rapport à <i>Eurygaster</i>
<b>Pronotum</b>	Hexagonal, élargi en arrière ; lignes longitudinales claires et sombres parallèles bien marquées
<b>Scutellum</b>	Triangulaire, n'atteignant que la moitié de l'abdomen — plus court que chez <i>Eurygaster</i> (qui couvre tout l'abdomen)
<b>Hémélytre</b>	Aile antérieure en deux parties : base coriace (corium) + apex membraneux transparent ; nervation caractéristique
<b>Rostre</b>	Long, atteignant ou dépassant les hanches postérieures ; 4 articles ; organe de ponction-succion
<b>Antennes</b>	5 articles, de couleur brun-jaunâtre à sombre ; insérées sous les joues
<b>Glandes odoriférantes</b>	Situées sur les métathoraciques ; émettent une sécrétion à odeur caractéristique lors des perturbations (défense)
<b>Dimorphisme sexuel</b>	♀ légèrement plus grande que ♂ ; différenciation surtout visible sur la face ventrale de l'abdomen

#### II.2.1.2.1.2. Œuf

Œuf	
<b>Forme</b>	Cylindrique, légèrement aplati aux pôles ; bord supérieur muni d'un opercule
<b>Dimensions</b>	1,2–1,5 mm de long ; 0,9–1,1 mm de diamètre
<b>Couleur</b>	Vert-jaunâtre à la ponte, progressivement brun-rosé puis gris-brun à maturité
<b>Surface</b>	Finement sculptée ; bord supérieur cerclé de 14–20 petits tubercules visibles à la loupe
<b>Ponte</b>	En masse de 14 œufs disposés en 2 rangées parallèles de 7
<b>Support</b>	Face inférieure des feuilles de céréales ; parfois sur les tiges et les rachis floraux
<b>Incubation</b>	7–15 jours selon la température (optimum : 12–14 jours à 20–22 °C)
<b>Fécondité</b>	1 à 3 masses d'œufs par femelle ; soit 14 à 42 œufs/femelle au total

### II.2.1.2.1.3. Larve (5 stades) :

Stade	Durée	Longueur	Description morphologique
L1	5–7 j	1,5–2 mm	Corps ovalaire, brun-rougeâtre. Tête et thorax sombres. Abdomen rouge vif. Très mobile dès l'éclosion.
L2	5–7 j	2–3 mm	Coloration moins vive. Abdomen jaune-orangé. Début de sclérotisation du tergite dorsal.
L3	6–8 j	3–5 mm	Ébauches alaires visibles comme deux petits lobes sur le thorax. Stries dorsales visibles.
L4	6–8 j	5–7 mm	Lobes alaires plus développés, atteignant les premiers segments abdominaux. Coloration proche de l'adulte.
L5	7–9 j	7–9 mm	Ébauches alaires couvrant plusieurs segments abdominaux. Début de formation du scutellum. Difficile à distinguer de l'adulte sans examen attentif.

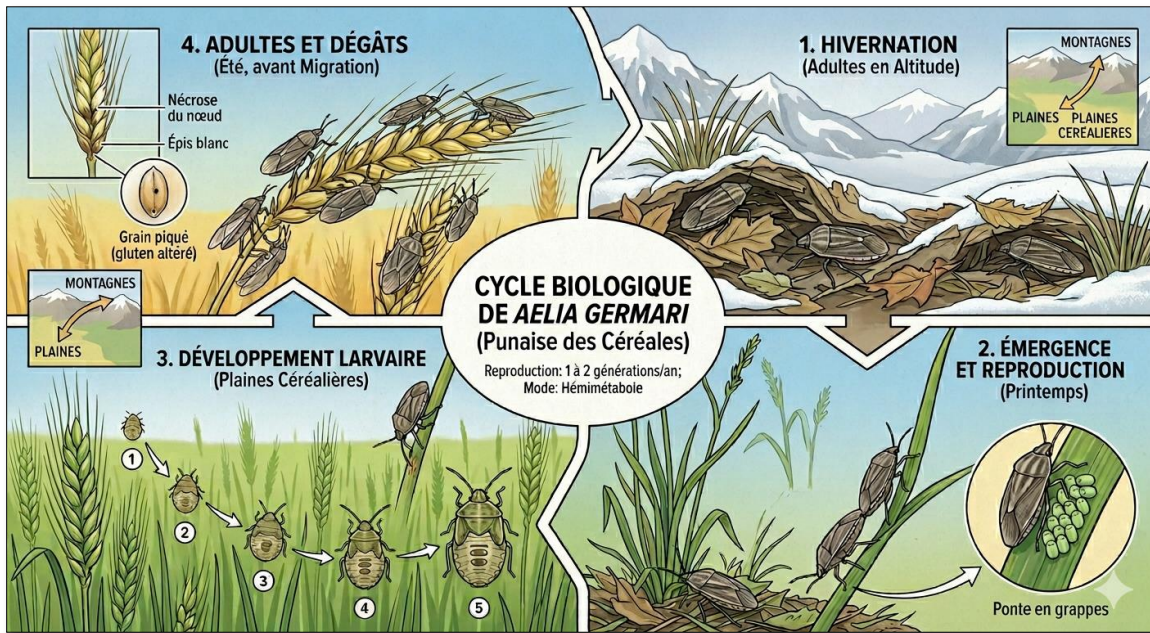
#### Caractères communs aux larves :

- Corps aplati dorso-ventralement, de forme ovalaire similaire à l'adulte.
  - Absence d'ailes fonctionnelles jusqu'au stade adulte (hémimétabole).
  - Rostre fonctionnel dès le stade L1 — les larves se nourrissent activement sur les mêmes organes que les adultes.
  - Glandes odoriférantes dorsales abdominales présentes et fonctionnelles dès L2.
- 

### II.2.1.2.2. Cycle biologique :

---

*Aelia germari* est un insecte à métamorphose incomplète (hémimétabole) dont le cycle biologique comprend trois stades : l'œuf, la larve (5 stades) et l'adulte. L'espèce accomplit une seule génération par an en Algérie. Son cycle est étroitement lié aux migrations saisonnières entre les zones d'hivernation (garrigues, maquis, lisières forestières) et les parcelles de céréales.



### HIVERNATION — Adultes en altitude

**Automne – Hiver (octobre → mars)** Montagnes, garrigues, maquis

À la fin de l'été, les adultes de la génération précédente quittent les plaines céréalières et migrent vers des sites d'hivernation en altitude : garrigues à *Pistacia lentiscus*, maquis à *Cistus spp.*, litières de forêts de Chêne-liège et de Pins.

Sous les feuilles mortes et dans la litière végétale, les adultes entrent en diapause reproductive. La torpeur complète s'installe dès que les températures nocturnes descendent en dessous de 5 °C. Les individus forment des agrégats denses pouvant atteindre plusieurs milliers par m<sup>2</sup>.

Cette phase dure 5 à 6 mois. La mortalité hivernale naturelle est de l'ordre de 10 à 20 %, principalement due aux pathogènes fongiques et aux prédateurs (araignées, carabes).

#### Points clés :

- ▶ Température critique de torpeur : < 5 °C
- ▶ Durée : 5–6 mois (oct. → mars)
- ▶ Densité dans les sites d'hivernation : qqes milliers/m<sup>2</sup>
- ▶ Mortalité hivernale : 10–20 %
- ▶ Réserves lipidiques accumulées en automne = clé de la survie

### ÉMERGENCE ET REPRODUCTION — Migration printanière et ponte

**Printemps (mars → mai)** Plaines céréalières (blé dur, blé tendre, orge)

Dès que les températures diurnes atteignent 10–12 °C (en général dès la mi-mars en Algérie), les adultes interrompent leur diapause et effectuent une migration aérienne active vers les parcelles de céréales en tallage–moutaison. Le vol a lieu principalement en milieu de journée (10h–16h) par temps calme et ensoleillé, et peut couvrir des distances supérieures à 10 km.

L'accouplement a lieu rapidement après l'arrivée dans les cultures. Les femelles pondent leurs œufs en masses très caractéristiques de 14 œufs disposés en 2 rangées parallèles de 7, sur la face inférieure des feuilles de céréales ('ponte en grappes'). Cette disposition est un caractère diagnostique facilement repérable sur le terrain.

L'incubation des œufs dure 7 à 15 jours selon la température ambiante. L'éclosion libère des nymphes N1 rouges vif qui restent grégaires autour de la masse d'œufs vide durant les premiers jours.

#### Points clés :

- ▶ Vol printanier : 10h–16h, temps calme > 12 °C
- ▶ Distance de migration : jusqu'à > 10 km
- ▶ Ponte : 14 œufs en 2 rangées (caractère diagnostique)
- ▶ Incubation : 7–15 jours selon T°
- ▶ Densité à l'arrivée : 1–5 individus/m<sup>2</sup> (normale), jusqu'à 15/m<sup>2</sup> en pullulation

### **DÉVELOPPEMENT LARVAIRE — 5 stades larvaires dans les plaines céréalières**

**Printemps – Été (mai → août)** *Plaines céréalières (sur tiges, feuilles et épis)*

Les nymphes passent par 5 stades (L1 à L5) en 29 à 39 jours à 20–25 °C. Les stades L1 et L2 sont rouge vif et grégaires ; ils se nourrissent d'abord de sève des tiges tendres, causant des dégâts modérés (nanisme, déformation foliaire).

À partir de L3, les nymphes se dispersent sur la plante et commencent à se nourrir sur les épis en gonflement et en lait. Les stades L3, L4 et L5 sont les plus nuisibles : lors de la ponction des grains, ils injectent des enzymes protéolytiques (protéases et amylases) qui dégradent irréversiblement le réseau gluténique du grain — c'est le phénomène de 'bug damage'.

Le stade L5 est difficilement distinguable de l'adulte sans examen minutieux : il présente des ébauches alaires bien développées couvrant plusieurs segments abdominaux. Les nymphes sont aptères jusqu'à L4.

#### **Points clés :**

- ▶ 5 stades larvaires : L1 (rouge vif) → L5
- ▶ Durée totale : 29–39 j à 20–25 °C
- ▶ L3–L5 : stades les plus dommageables
- ▶ Bug damage : irréversible dès la piqûre
- ▶ Densité des larves : 3–5× celle des adultes migrants

### **ADULTES ET DÉGÂTS — Été, avant la migration d'automne**

**Été (juillet → septembre)** *Plaines céréalières → puis retour vers les montagnes*

Les adultes issus des nymphes L5 émergent en juillet–août. Ils constituent la nouvelle génération de l'année. Ces adultes continuent à se nourrir activement sur les épis en cours de maturation : la ponction au rostre du grain en pâte molle injecte des enzymes qui altèrent le gluten, produisant des grains piqués reconnaissables à leur aspect plissé ou translucide, avec un point de ponction visible à l'œil nu.

Les dégâts observables à ce stade sont de deux types : (1) dégâts sur les tiges — nécrose du nœud provoquant la verse partielle et des épis blancs stériles ; (2) dégâts sur les grains — ponction et injection enzymatique produisant le bug damage, qui rend le blé impropre à la meunerie et à la semoulerie même pour un faible pourcentage de grains atteints.

En fin d'été (août–septembre), dès que la photopériode diminue et que les températures nocturnes baissent, les adultes s'alimentent brièvement sur les graminées et légumineuses sauvages pour reconstituer leurs réserves lipidiques, puis migrent en altitude vers les sites d'hivernation — bouclant ainsi le cycle annuel.

#### **Points clés :**

- ▶ Symptômes : nécrose du nœud, épis blancs
- ▶ Grain piqué : aspect plissé, point visible à l'œil nu
- ▶ Seuil déclassement : 1–3 % de grains piqués
- ▶ Migration d'automne : déclenchée par photopériode ↓ + T° ↓
- ▶ Seuil économique : 0,5 individu/m<sup>2</sup> à l'épiaison

### **Points essentiels à retenir**

*Aelia germari* accomplit 1 génération par an en Algérie (hémimétabole : œuf → 5 stades larvaires → adulte). Le cycle est structuré autour de deux migrations saisonnières : migration printanière des montagnes vers les plaines céréalières (mars–avril), et migration automnale inverse (août–septembre). Le danger économique majeur est le bug damage : les enzymes salivaires injectées lors de la ponction des grains en lait et en pâte dégradent irréversiblement le gluten. Le seuil d'intervention est très bas (0,5 individu/m<sup>2</sup> à l'épiaison) en raison de l'impact qualitatif irréversible sur la qualité meunière et semoulière du blé.

### II.2.1.3. Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte :

#### II.2.1.3.1. Plantes hôtes :

*Aelia germari* est un insecte phytophage spécialisé sur la famille des Poacées (Graminées). Contrairement à de nombreux ravageurs polyphages, son spectre d'hôtes est relativement limité aux graminées cultivées et sauvages, ce qui le classe parmi les espèces oligophages à tendance granivore stricte.

Plantes hôtes de <i>Aelia germari</i>	
<b>Hôte principale n°1</b>	Blé dur — culture de prédilection par excellence. Les grains en lait du blé dur sont les plus vulnérables au bug damage en raison de la richesse en protéines de gluten. Représente plus de 80 % des infestations signalées en Algérie.
<b>Hôte principale n°2</b>	Blé tendre — très fréquemment attaqué, notamment dans les régions du Tell et des Hauts Plateaux. Impact sur la qualité boulangère identique au blé dur.
<b>Hôte secondaire n°1</b>	Orge — attaquée au stade épiaison–remplissage. Légèrement moins sensible que le blé dur aux enzymes salivaires, mais dégâts économiquement significatifs en année de pullulation.
<b>Hôtes secondaires</b>	Seigle · Avoine · Triticale · Sorgho — hôtes occasionnels en l'absence des céréales principales.
<b>Graminées sauvages</b>	<i>Bromus spp.</i> · <i>Poa spp.</i> · <i>Hordeum murinum L.</i> · <i>Lolium perenne L.</i> · <i>Brachypodium spp.</i> — hôtes de survie entre deux cycles culturels et dans les sites d'hivernation. Réservoirs permanents maintenant les populations locales.
<b>Famille botanique</b>	Poaceae — famille des graminées comprenant environ 10 000 espèces. La spécificité d' <i>Aelia germari</i> pour cette famille est quasi-absolue : aucune attaque confirmée sur d'autres familles botaniques en conditions naturelles.
<b>Stades phénologiques préférentiels</b>	Épiaison (gonflement) · Floraison · Remplissage (lait) · Pâte molle — les stades post-épiaison constituent la fenêtre d'attaque principale. Les dégâts sont maximaux du stade laiteux au stade pâteux.

#### Importance en Algérie

Le blé dur représente environ 1,5 million d'ha en Algérie, principalement dans les Hauts Plateaux. Ces régions correspondent exactement aux zones d'hivernation et de reproduction d'*Aelia germari*, faisant de cette espèce le ravageur qualitatif le plus redouté de la filière blé dur algérienne. Les pertes qualitatives annuelles imputables au bug damage sont estimées à 10–25 % de la valeur commerciale des récoltes dans les zones à forte pression parasitaire.

### II.2.1.3.2. Symptômes et dégâts :

Les dégâts d'*Aelia germari* sont causés par les adultes et les larves (stades L3–L5 principalement). Ils se distinguent en deux catégories : les dégâts directs sur les organes végétaux, et les dégâts indirects sur la qualité du grain (bug damage). Ces derniers sont économiquement les plus importants car ils sont irréversibles et affectent toute la filière en aval (meunerie, semoulerie, boulangerie, commerce).

Organe / Stade de la culture	Stade responsable	Symptômes observés	Type de dégâts	Impact
<b>Tiges (tallage–montaison)</b>	Adultes migrants (printemps)	Ponction dans les entrenœuds → nanisme des tiges, déformation foliaire en crosse ou en vrille ('haycocks'). Taches chlorotiques au point de ponction.	Dégât direct (quantitatif)	Moyen
<b>Feuilles (montaison)</b>	Adultes et L1–L2	Piqûres foliaires isolées → petites taches décolorées à brunâtres. Pas de symptôme spécifique. Peu visibles sur le terrain.	Dégâts direct (quantitatif)	Faible
<b>Épis en gonflement (épiaison)</b>	Adultes et L2–L3	Ponction des glumelles avant l'anthesis → avortement des fleurs → épillets vides ou grain mal formé. Épi partiellement blanc prématurément.	Dégâts direct (quantitatif)	Élevé
<b>Grains en lait (stade laiteux)</b>	L3–L5 et adultes	Ponction du grain → injection d'enzymes protéolytiques (trypsine-like) et amylolytiques. Le grain piqué présente un point de ponction visible, une surface plissée ou translucide à maturité. La protéine de gluten est dégradée irréversiblement.	Qualitative $\Delta$ IRRÉVERSIBLE	Très élevé
<b>Grains en pâte (stade pâteux)</b>	L4–L5 et adultes	Même mécanisme que le stade laiteux mais enzymes moins efficaces (grain plus dur). Grain piqué brun-noirâtre à maturité. Germinabilité réduite.	Bug damage (qualitatif + quantitatif)	Élevé
<b>Grains à maturité (récolte)</b>	Adultes nouveaux	Dégâts résiduels des nouvelles générations sur grains quasi-mûrs. Impact qualitatif réduit (gluten déjà formé) mais dégâts visibles sur les semences.	Dégâts indirect (semences)	Moyen

### Le bug damage — mécanisme détaillé

Le bug damage est le dégât qualitatif caractéristique causé par *Aelia germari* (et par *Eurygaster integriceps*) lors de la ponction des grains en cours de remplissage. Son mécanisme est le suivant :

- **1. Pénétration du rostre** : l'insecte enfonce son rostre de 4 à 8 mm à travers les glumelles jusqu'au grain en développement.
- **2. Injection de salive enzymatique** : avant de ponctionner, l'insecte injecte une salive contenant des protéases de type trypsine et des amylases qui commencent à digérer le contenu du grain in situ.
- **3. Absorption du contenu** : le contenu partiellement digéré est absorbé. Le grain continue cependant à se développer en apparence normale jusqu'à la maturité.
- **4. Conséquences à maturité** : le grain piqué présente un réseau gluténique désorganisé et non fonctionnel. À la mouture, la farine produite a un pouvoir panifiable nul ou très réduit (gluten qui ne s'agglomère plus, pain qui n'est pas levé).

Indicateur	Lot sain	Lot avec 1 % grains piqués	Lot avec 3 % grains piqués	Lot avec 5 % grains piqués
Gluten humide (%)	28–32 %	22–26 %	15–20 %	< 10 %
Indice de chute (s)	300–400 s	200–280 s	120–180 s	< 100 s
Volume de pain (cm <sup>3</sup> /g)	4,0–5,0	2,5–3,5	< 2,0	Pain plat
Valeur commerciale	100 %	70–80 %	40–60 %	< 30 %

#### II.2.1.3.3. Moyens de lutte :

La lutte contre *Aelia germari* doit reposer sur une stratégie intégrée (IPM) combinant surveillance, méthodes agronomiques, lutte biologique et recours raisonné aux insecticides. L'objectif est de maintenir les populations en dessous du seuil économique d'intervention (0,5 individu/m<sup>2</sup>) avant et pendant l'épiaison, pour prévenir les dégâts qualitatifs irréversibles.

##### II.2.1.3.3.1. Surveillance et détection précoce

- **Suivi des migrations printanières** : installer des pièges chromotrophiques jaunes en bordure des parcelles dès le début mars pour détecter les premiers vols d'immigration. Le piégeage est couplé à des comptages visuels en bordure de parcelle (effet de lisière).
- **Comptage en parcelle** : inspecter 10 m<sup>2</sup> (ou 2 lignes de 5 m) par parcelle à l'épiaison, en comptant adultes + nymphes. Répéter tous les 5–7 jours durant la période critique (épiaison–remplissage).
- **Seuil économique d'intervention** : 1 individu (adulte ou nymphe) / m<sup>2</sup> à l'épiaison → déclencher le traitement dans les 48–72 heures. Ce seuil est l'un des plus bas parmi tous les ravageurs des céréales en raison de l'impact qualitatif irréversible.
- **Inspection des masses d'œufs** : lors des comptages, noter la présence de masses d'œufs (14 œufs en 2 rangées) sur la face inférieure des feuilles pour anticiper la prochaine génération de nymphes.
- **Réseau de surveillance INPV** : s'appuyer sur le réseau d'avertissements agricoles de l'INPV (Institut National de la Protection des Végétaux) qui émet des bulletins hebdomadaires sur les populations de punaises des céréales dans les principales wilayas céréalières.

#### II.2.1.3.3.2. Lutte agronomique et culturale :

---

- **Choix variétal** : privilégier les variétés de blé dur à épiaison précoce qui complètent leur remplissage avant le pic d'activité des larves L3–L5. Les variétés CIRTA, WAHA, CHEN'S (homologuées en Algérie) présentent un profil de résistance légèrement meilleur.
  - **Semis précoces** : décaler la date de semis pour avancer l'épiaison hors de la période de plus forte activité des nymphes (pic en mai–juin). Stratégie applicable dans les zones à risque élevé (Hauts Plateaux).
  - **Récolte précoce** : moissonner dès la maturité physiologique (humidité grain  $\approx 14\%$ ) pour limiter la durée d'exposition aux adultes et nymphes tardifs. Ne jamais laisser le grain sur pied au-delà de la maturité.
  - **Gestion des résidus** : le labour profond après récolte n'a qu'un impact limité sur les populations (l'hivernation a lieu en dehors des parcelles), mais contribue à détruire les graminées adventices réservoirs.
  - **Lutte contre les adventices graminées** : éliminer les graminées sauvages (*Bromus spp.*, *Hordeum murinum*) dans et autour des parcelles : elles constituent des hôtes de survie pour les populations locales entre deux cycles culturels.
- 

#### II.2.1.3.3.3. Lutte biologique :

---

- **Parasitoïdes oophages naturels** : *Trissolcus semistriatus* (Hyménoptère, Platygastriidae) et *Ooencyrtus telenomicida* (Hyménoptère, Encyrtidae) parasitent naturellement les masses d'œufs d'*Aelia germari*. Leur préservation passe par la réduction des traitements insecticides en début de végétation (avant la ponte).
  - **Parasitoïdes larvaires et de nymphes** : *Astata boops* (Hyménoptère, Crabronidae) et d'autres hyménoptères prédateurs contribuent à la régulation naturelle des nymphes en été.
  - **Entomopathogènes** : *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* montrent une efficacité potentielle contre les adultes en conditions d'humidité élevée. Produits commerciaux disponibles mais usage peu développé en grandes cultures céréalières en Algérie.
  - **Conservation des auxiliaires** : maintenir des bandes enherbées non traitées en bordure de parcelles pour favoriser les populations de parasitoïdes ; réduire les traitements insecticides printaniers aux seules situations dépassant le seuil.
- 

#### II.2.1.3.3.4. Lutte chimique raisonnée :

---

- **Principe** : intervenir uniquement si le seuil de 1 individu/m<sup>2</sup> est atteint ou dépassé à l'épiaison. Le traitement doit cibler les adultes migrants et les larves L1–L2 (avant que les stades L3–L5 ne commencent les piqûres sur grains).
- **Moment optimal d'intervention** : dès l'apparition de l'épi (début de la montée des épis) et avant le stade gonflement, pour intervenir avant les dégâts qualitatifs. Traiter en soirée ou tôt le matin (activité maximale des punaises).
- **Matières actives recommandées** :  $\lambda$ -cyhalothrine ·  $\delta$ -méthrine · chlorpyrifos-éthyl · diméthoate · thiaméthoxam. Respecter les doses homologuées et les DAR (délais avant récolte).
- **Insecticides à éviter** : les pyréthriinoïdes en début de végétation (tallage–montaison) car ils détruisent les parasitoïdes oophages naturels (*Trissolcus*, *Ooencyrtus*) et peuvent aggraver les infestations par suppression des ennemis naturels.

### II.2.1.3.3.5. Stratégie IPM recommandée pour les régions céréalières algériennes :

Phase / Stade	Actions recommandées
<b>Automne (semis)</b>	• Choix de variétés précoces dans les zones à risque élevé • Mise en place du réseau de surveillance INPV • Labour profond pour éliminer les graminées adventices réservoirs
<b>Hiver (tillage)</b>	• Suivi des bulletins INPV hebdomadaires • Éviter tout traitement insecticide (préservation des parasitoïdes oophages) • Observer la végétation spontanée en bordure (graminées réservoirs)
<b>Printemps (montaison)</b>	• Installer pièges jaunes chromotrophiques en bordure (dès mars) • Premier comptage : 10 m <sup>2</sup> par parcelle à l'apparition des premières punaises • Si < 1/m <sup>2</sup> → surveillance renforcée (tous les 5 jours)
<b>Épiaison (gonflement)</b>	• Comptage de référence : seuil d'alerte = 1 individu/m <sup>2</sup> • Si ≥ seuil : traitement insecticide en soirée (λ-cyhalothrine ou chlorpyrifos) • Préserver les masses d'œufs parasitées (ne pas traiter si <i>Trissolcus</i> présent > 30 %)
<b>Remplissage (lait-pâte)</b>	• Comptage final : si larves L3–L5 encore présentes > seuil → 2ème traitement • Respecter impérativement le DAR avant récolte • Ne plus traiter après le stade pâte dure (grains résistants aux enzymes)
<b>Récolte (après)</b>	• Évaluer le taux de grains piqués (échantillon 500 grains) pour quantifier les pertes • Taux > 0,5 % : signalement à l'INPV + déclassement éventuel du lot • Préparer le rapport de campagne pour ajuster la stratégie de l'an prochain

### II.2. Principaux insectes ravageurs des céréales stockées :

Après la récolte, les grains de céréales destinés à la consommation, à l'alimentation animale ou à la semence sont conservés pendant plusieurs mois, parfois plusieurs années, dans des structures de stockage diverses : silos métalliques, magasins traditionnels, sacs, ou stockage en vrac. Durant cette période, les denrées entreposées sont exposées à une entomofaune spécialisée — les insectes des denrées stockées — qui constitue la principale menace biologique pour la conservation des grains.

Les dégâts causés par ces insectes sont multiples : consommation directe de l'amande et du germe (réduction du poids et de la valeur nutritive), échauffement et humidification de la masse de grains (dû à leur activité métabolique), contamination par les déjections, mues et cadavres, et surtout développement secondaire de moisissures toxigènes (aflatoxines, ochratoxines) qui rendent les grains impropres à la consommation. Les insectes des denrées stockées se répartissent en deux catégories selon leur mode d'attaque : les ravageurs primaires, capables de s'attaquer au grain entier et sain, et les ravageurs secondaires, qui ne se développent que sur des grains déjà endommagés ou des brisures.

Le tableau ci-après recense les principaux insectes ravageurs des céréales stockées en Algérie, classés par ordre systématique, avec indication de leur mode d'attaque (primaire ou secondaire), des denrées affectées, du type de dégât et de leur importance économique.

Ravageur	Nom scientifique	Ordre / Famille	Mode	Dégâts / Denrées affectées	Import.
<b>COLÉOPTÈRES — Ravageurs PRIMAIRES (attaquent le grain entier sain)</b>					
<b>Charançon du blé</b>	<i>Sitophilus granarius</i> (Linné, 1758)	Coléoptères Curculionidae	<b>Primaire</b>	Larve endophage : se développe entièrement à l'intérieur du grain qu'elle vide. Blé, orge, maïs, riz.	<b>Très élevée</b>
<b>Charançon du riz</b>	<i>Sitophilus oryzae</i> (Linné, 1763)	Coléoptères Curculionidae	<b>Primaire</b>	Similaire à <i>S. granarius</i> mais ailé (vole). Plus thermophile. Blé, riz, maïs, sorgho. Taches rougeâtres sur les élytres.	<b>Très élevée</b>
<b>Charançon du maïs</b>	<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulsky, 1855)	Coléoptères Curculionidae	<b>Primaire</b>	Proche de <i>S. oryzae</i> , ailé. Préfère le maïs et le sorgho.	<b>Élevée</b>
<b>Capucin des grains</b>	<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius, 1792)	Coléoptères Bostrichidae	<b>Primaire</b>	Adultes et larves très voraces. Réduit le grain en poussière fine. Dégage une odeur sucrée caractéristique. Blé, orge.	<b>Très élevée</b>
<b>COLÉOPTÈRES — Ravageurs SECONDAIRES (grains endommagés, brisures, farines)</b>					
<b>Tribolion roux</b>	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797)	Coléoptères Tenebrionidae	<b>Secondaire</b>	Farines, semoules, brisures, son. Sécrète des quinones donnant une odeur et un goût désagréables. Très commun en minoterie et en stockage de farine.	<b>Très élevée</b>
<b>Tribolion brun</b>	<i>Tribolium confusum</i> (Jacquelin du Val, 1863)	Coléoptères Tenebrionidae	<b>Secondaire</b>	Préfère les climats plus frais. Farines et semoules. Massue antennaire à 3 articles	<b>Élevée</b>
<b>Cucujide dentelé</b>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linné, 1758)	Coléoptères Silvanidae	<b>Secondaire</b>	6 dents latérales sur le pronotum (caractère diagnostique). Brisures, farines, fruits secs, son. Très mobile.	<b>Élevée</b>
<b>Cucujide à grand thorax</b>	<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauvel, 1889)	Coléoptères Silvanidae	<b>Secondaire</b>	Préfère les produits oléagineux et fruits secs. Présent dans les entrepôts mixtes.	<b>Moyenne</b>

<b>Trogoderme (Khapra)</b>	<i>Trogoderma granarium</i> (Everts, 1898)	Coléoptères Dermestidae	<b>Secondaire</b>	Larves très résistantes à la sécheresse et au jeûne (diapause). Grains, farines, oléagineux.	<b>Très élevée</b>
<b>Dermeste du lard</b>	<i>Dermestes maculatus</i> (DeGeer, 1774)	Coléoptères Dermestidae	<b>Secondaire</b>	Surtout sur denrées riches en protéines, mais aussi grains à germe endommagé. Présent dans entrepôts mixtes.	<b>Moyenne</b>

### LÉPIDOPTÈRES — Teignes et pyrales (chenilles)

<b>Alucite des céréales</b>	<i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier, 1789)	Lépidoptères Gelechiidae	<b>Primaire</b>	Chenille se développe à l'intérieur du grain (1 chenille/grain). Attaque dès le champ puis poursuit en stockage. Blé, orge, maïs, riz.	<b>Très élevée</b>
<b>Pyrale de la farine</b>	<i>Ephestia kuehniella</i> (Zeller, 1879)	Lépidoptères Pyrilidae	<b>Secondaire</b>	Chenilles tissent des soies qui agglomèrent la farine en grumeaux et colmatent les machines de minoterie. Farines, semoules. Fléau majeur des minoteries algériennes.	<b>Très élevée</b>
<b>Pyrale du cacao</b>	<i>Ephestia cautella</i> (Walker, 1863)	Lépidoptères Pyrilidae	<b>Secondaire</b>	Grains, farines, fruits secs, dattes. Très présente dans le stockage des dattes du Sud algérien. Soies en surface des tas.	<b>Élevée</b>
<b>Pyrale indienne</b>	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813)	Lépidoptères Pyrilidae	<b>Secondaire</b>	Polyphage : farines, fruits secs, légumes secs, chocolat. Ailes bicolores caractéristiques. Soies abondantes en surface.	<b>Élevée</b>

### COLÉOPTÈRES — Bruches (légumineuses stockées, souvent associées)

<b>Bruche du niébé</b>	<i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius, 1775)	Coléoptères Chrysomelidae	<b>Primaire</b>	Larve se développe dans la graine de légumineuse. Pois chiche, lentille, haricot, fève, niébé. Plusieurs générations en stockage. Très destructrice.	<b>Très élevée</b>
<b>Bruche des fèves</b>	<i>Bruchus rufimanus</i> (Boheman, 1833)	Coléoptères Chrysomelidae	<b>Primaire</b>	Infestation débute au champ (1 génération/an). Fève, féverole. Larve dans la graine. Importante en zones de production de fèves.	<b>Élevée</b>

## Conséquences de l'infestation : l'échauffement du grain

---

L'activité des insectes dans la masse de grains a une conséquence physique majeure souvent sous-estimée : l'échauffement. La respiration et le métabolisme des insectes dégagent de la chaleur et de l'eau, créant des foyers chauds (« hot spots ») au sein du tas. Ce phénomène déclenche une cascade de dégradations:

- **Élévation de température** : les foyers d'infestation peuvent atteindre 35–42 °C, accélérant encore la multiplication des insectes (cercle vicieux).
- **Augmentation de l'humidité** : l'eau métabolique dégagée fait monter l'humidité locale du grain au-dessus de 15 %, seuil critique.
- **Développement de moisissures** : l'humidité et la chaleur favorisent les champignons toxigènes (*Aspergillus*, *Penicillium*) produisant des mycotoxines (aflatoxines, ochratoxine A) dangereuses pour la santé humaine et animale.
- **Perte de germinabilité** : pour les lots de semences, l'échauffement et l'attaque du germe réduisent fortement le pouvoir germinatif.
- **Dépréciation commerciale** : odeur de moisi, agglomération, présence d'insectes vivants ou morts → déclassement ou refus du lot.

---

### II.3. Exemple d'un ravageur important :

Parmi les nombreux insectes ravageurs des denrées stockées recensés en Algérie, la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* Fabricius, 1775) a été retenue comme exemple représentatif en raison de son importance économique majeure, de sa large répartition et de la richesse de sa biologie qui illustre parfaitement les mécanismes d'infestation des légumineuses entreposées.

Ce petit coléoptère de la famille des Chrysomelidae (sous-famille des Bruchinae) est le principal ravageur des légumineuses à graines sèches conservées : pois chiche, lentille, haricot, fève et niébé — des cultures qui occupent une place importante dans l'alimentation traditionnelle algérienne comme source de protéines végétales. La bruche présente la particularité de pouvoir débiter son infestation dès le champ, puis de poursuivre et d'amplifier considérablement ses dégâts en stockage, où plusieurs générations peuvent se succéder en quelques mois.

Les dégâts qu'elle occasionne sont particulièrement sévères : la larve se développe entièrement à l'intérieur de la graine, qu'elle vide de son contenu, réduisant à la fois le poids, la valeur nutritive, la germinabilité et la valeur marchande des légumineuses. Dans les conditions de stockage traditionnel algérien, les pertes peuvent atteindre 80 à 100 % d'un lot en quelques mois, rendant les graines impropres à la consommation comme à la semence.

**II.3.1. La bruche du niébé : *Callosobruchus maculatus* (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE - Fabricius, 1775)**



**II.3.1.1. Position systématique :**

*Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775)

Rang taxonomique	Taxon	Caractéristique diagnostique
Règne	<i>Animalia</i>	Organismes eucaryotes
Embranchement	<i>Arthropoda</i>	Corps segmenté, , appendices articulés
Sous-embranchement	<i>Hexapoda</i>	6 pattes, tête, thorax, abdomen
Classe	<i>Insecta</i>	Métamorphose complète/incomplète
Ordre	<i>Coleoptera</i>	Elytres durs protégeant les ailes membraneuses
Sous-ordre	<i>Polyphaga</i>	Pièces buccales variées
Super-famille	<i>Chrysomeloidea</i>	Coléoptères phytophages
Famille	<i>Chrysomelidae</i>	Antennes courtes ; corps souvent globuleux et coloré
Sous-famille	<i>Bruchinae</i>	Corps trapu, élytres ne couvrant pas le pygidium ;
Genre	<i>Callosobruchus</i>	Fémurs postérieurs dentés
Espèce	<b><i>Callosobruchus maculatus</i></b> (Fabricius, 1775)	<b>Ravageur primaire majeur des légumineuses stockées</b> Pertes jusqu'à 100 % en stockage

**Synonymes :** *Bruchus maculatus Fabricius, 1775* · *Callosobruchus ornatus* · *Bruchus sinuatus*  
**Noms communs :** Bruche du niébé / Bruche à quatre taches (fr.) · Cowpea weevil / Cowpea seed beetle (en.)  
 · سوسة اللوبيا (ar.)  
**Espèces voisines:** *Callosobruchus chinensis (bruche chinoise)* · *Acanthoscelides obtectus (bruche du haricot)*  
 · *Bruchus rufimanus (bruche des fèves)*  
**Origine et répartition:** Originaires des régions tropicales d'Afrique et d'Asie; aujourd'hui cosmopolite.  
 Présente dans toutes les zones de stockage de légumineuses en Algérie.

### II.3.1.2. Description et biologie :

#### II.3.1.2.1. Morphologie des différents stades :

##### II.3.1.2.1.1. Adulte (imago) :

Adulte (imago) — <i>Callosobruchus maculatus</i>	
<b>Taille</b>	2 à 4 mm de longueur ; corps trapu, ovale, légèrement bombé
<b>Couleur générale</b>	Brun-rougeâtre à brun foncé, avec des motifs variables
<b>Élytres</b>	Brun clair à brun-rouge, portant deux à quatre taches sombres caractéristiques (d'où l'épithète « maculatus » = tacheté)
<b>Pygidium</b>	Dernier segment abdominal non recouvert par les élytres — caractère diagnostique de la sous-famille des Bruchinae ; porte 2 taches noires
<b>Tête</b>	Petite, prolongée par un museau court (mais pas un rostre comme les charançons)
<b>Antennes</b>	11 articles, dentées (serrées) chez le mâle, plus filiformes chez la femelle — base du dimorphisme sexuel
<b>Fémurs postérieurs</b>	Renflés et munis de dents caractéristiques sur le bord interne — caractère du genre <i>Callosobruchus</i>
<b>Dimorphisme sexuel</b>	♀ : antennes moins dentées, pygidium avec 2 taches noires nettes ; ♂ : antennes fortement pectinées
<b>Polymorphisme</b>	Présence de deux formes adultes : une forme « voyageuse » (active, volante, à élytres clairs) et une forme « sédentaire » (peu active) selon la densité de population

### II.3.1.2.1.2. Œuf

Œuf	
<b>Forme</b>	Ovale, allongé, légèrement aplati ; aspect en goutte
<b>Dimensions</b>	0,5–0,7 mm de long ; 0,3 mm de large
<b>Couleur</b>	Translucide à blanc-jaunâtre, devenant opaque à maturité
<b>Fixation</b>	Collé individuellement à la surface de la graine par une sécrétion adhésive — caractère diagnostique : 1 œuf par site, bien espacé des autres
<b>Disposition</b>	La femelle répartit ses œufs uniformément sur les graines pour éviter la compétition larvaire (comportement de marquage)
<b>Fécondité</b>	60 à 100 œufs par femelle, parfois jusqu'à 115 en conditions optimales
<b>Incubation</b>	4 à 6 jours à 30 °C ; jusqu'à 10–12 jours à températures plus basses

### II.3.1.2.1.3. Larve (4 stades)

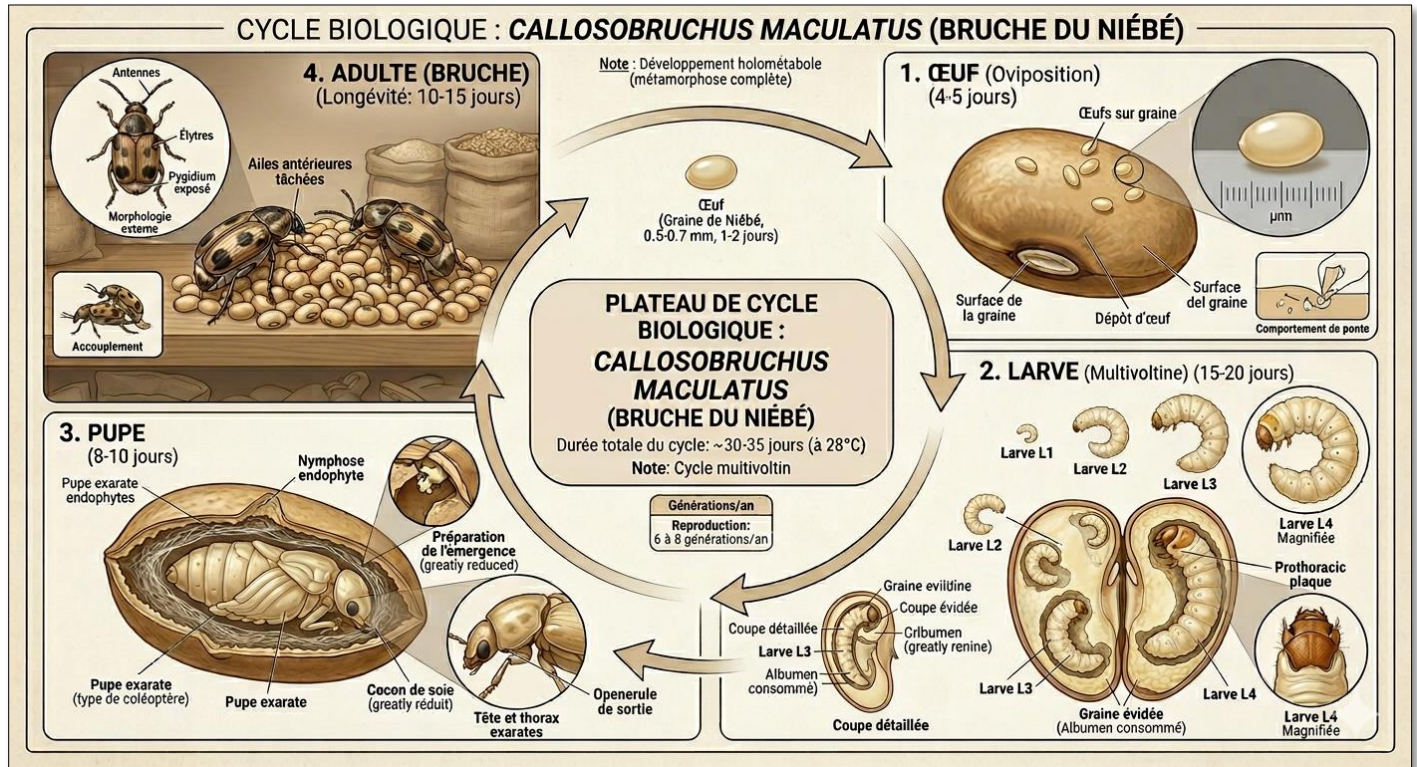
La larve de *Callosobruchus maculatus* est de type apode (sans pattes fonctionnelles) et endophage : elle se développe entièrement à l'intérieur d'une seule graine. Elle passe par 4 stades larvaires :

Stade	Description morphologique et comportement
<b>L1</b>	Larve mobile munie de pattes rudimentaires et de soies. Elle perce l'enveloppe de la graine sous l'œuf et pénètre à l'intérieur. C'est le seul stade actif à l'extérieur.
<b>L2</b>	Larve devenue apode (perte des pattes), blanche, recourbée en C. Creuse une galerie dans les cotylédons en se nourrissant des réserves de la graine.
<b>L3</b>	Croissance rapide ; corps charnu, blanc-crème, tête réduite et brune. Continue de creuser une loge dans la graine.
<b>L4</b>	Dernier stade larvaire. Prépare la chambre nymphale et découpe une « fenêtre » circulaire dans le tégument de la graine (zone amincie par laquelle l'adulte sortira). Cesse de s'alimenter avant la nymphose.

### II.3.1.2.1.4. Nympe

Nympe	
<b>Type</b>	Nympe avec des appendices libres — typique des coléoptères
<b>Couleur</b>	Blanc-jaunâtre à brun clair en fin de nymphose
<b>Localisation</b>	Dans une loge nymphale creusée à l'intérieur de la graine, juste sous la « fenêtre » découpée par la larve L4
<b>Fenêtre</b>	Zone circulaire amincie du tégument (clairement visible par transparence) par laquelle l'adulte émergera en la soulevant comme un opercule
<b>Durée</b>	6 à 9 jours à 30 °C

## II.3.1.2.2. Cycle biologique



### ŒUF — Oviposition 4–5 jours

- ① La femelle dépose ses œufs (0,5–0,7 mm) un par un, collés à la surface de la graine de niébé. Les œufs sont espacés régulièrement grâce à une phéromone de marquage, ce qui limite la compétition entre les futures larves se développant dans une même graine.

### LARVE — 4 stades 15–20 jours

- ② La jeune larve (L1), seule forme mobile, perce le tégument de la graine et y pénètre. Elle devient ensuite apode (sans pattes), recourbée en C, et creuse les cotylédons en consommant l'albumen. Les 4 stades larvaires (L1 → L4) se développent entièrement à l'abri, à l'intérieur de la graine qui est progressivement vidée de son contenu nutritif.

### PUPE / NYMPHE 8–10 jours

- ③ La larve L4 prépare son émergence en découpant une « fenêtre » circulaire dans le tégument de la graine, puis se transforme en puppe exarate (nymphose de type coléoptère, appendices libres) à l'intérieur d'une loge tapissée de soie. La nymphose est entièrement endophyte : elle se déroule à l'intérieur de la graine, à l'abri des prédateurs et des traitements de contact.

### ADULTE — Bruche Longévité : 10–15 jours

- ④ L'adulte émerge en soulevant la fenêtre découpée par la larve, laissant un trou de sortie rond caractéristique. Il se reconnaît à ses élytres tachés et à son pygidium exposé (dernier segment abdominal non couvert par les élytres — caractère diagnostique des Bruchinae). L'adulte ne se nourrit pratiquement pas : il consacre sa courte vie à l'accouplement et à la ponte, relançant immédiatement un nouveau cycle. C'est ce qui explique la succession rapide des générations.

### II.3.1.3. Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte :

#### II.3.1.3.1. Plantes hôtes :

*Callosobruchus maculatus* est un ravageur strictement spécialisé sur les graines de légumineuses (famille des Fabacées). Son spectre d'hôtes est centré sur les légumineuses à graines sèches consommées et stockées.

Plantes hôtes de <i>Callosobruchus maculatus</i>	
<b>Hôte de prédilection</b>	Niébé / Doliques — hôte d'origine et le plus favorable au développement. Cultivé dans le Sud algérien et les oasis.
<b>Hôtes principaux</b>	Pois chiche · Lentille · Haricot sec · Fève et féverole
<b>Hôtes secondaires</b>	Pois · Soja · Pois d'Angole · Lupin
<b>Famille botanique</b>	Fabaceae — légumineuses. La spécificité envers cette famille est stricte
<b>Forme attaquée</b>	Exclusivement les graines sèches mures. N'attaque pas les plantes en végétation ni les graines vertes.
<b>Spécificité</b>	Séminivore strict : la larve ne se nourrit que des réserves de la graine

#### II.3.1.3.2. Symptômes et dégâts :

Les dégâts de *Callosobruchus maculatus* sont causés exclusivement par les larves qui consomment l'intérieur de la graine. Ils sont à la fois quantitatifs (perte de matière) et qualitatifs (perte de valeur nutritive, marchande et germinative). L'infestation peut débuter discrètement au champ puis exploser en stockage.

Type de dégât	Description et conséquences
<b>Perte de poids</b>	La larve consomme les cotylédons (réserves de la graine). Une graine fortement attaquée peut perdre 40 à 60 % de sa masse. Pertes pondérales globales du lot : 10 à 100 % selon la durée de stockage.
<b>Trous de sortie</b>	Chaque adulte émergé laisse un trou de sortie rond et net (1–2 mm) après avoir soulevé la « fenêtre ». Les graines criblées de trous sont le symptôme le plus visible de l'infestation.
<b>Perte de valeur nutritive</b>	Consommation des protéines et glucides de réserve. Les graines attaquées perdent une grande partie de leur valeur alimentaire et présentent des galeries remplies de déjections et d'exuvies.
<b>Perte de germinabilité</b>	Lorsque la larve consomme l'embryon (germe), la graine perd définitivement son pouvoir germinatif. Conséquence grave pour les lots de semences paysannes.
<b>Contamination et qualité</b>	Présence d'insectes vivants ou morts, d'œufs collés, de déjections et de mues. Échauffement et humidification favorisant moisissures et acariens. Goût et odeur altérés.
<b>Dépréciation commerciale</b>	Lot déclassé ou invendable. Refus à l'exportation. Perte de confiance commerciale. Les graines trouées ne sont plus acceptées sur les marchés.

### II.3.1.3.3. Moyens de lutte :

---

La lutte contre *Callosobruchus maculatus* repose principalement sur des méthodes préventives et physiques, car le cycle intra-graine protège les stades immatures des insecticides de contact. Une approche intégrée combinant prophylaxie, méthodes physiques, traitements traditionnels et lutte chimique raisonnée est la plus efficace dans le contexte algérien.

---

#### II.3.1.3.3.1. Prophylaxie et hygiène du stockage :

---

- **Nettoyage des locaux** : désinfecter et nettoyer soigneusement les magasins, jarres et silos avant le stockage d'une nouvelle récolte ; éliminer les résidus de l'année précédente (foyers d'infestation).
  - **Tri des graines** : éliminer les graines déjà trouées, percées ou contenant des œufs avant le stockage.
  - **Récolte précoce** : récolter les légumineuses dès maturité des gousses pour limiter l'infestation au champ (la ponte débute sur les gousses sèches déhiscentes).
  - **Séparation des lots** : ne jamais stocker un lot neuf à proximité d'un ancien lot potentiellement infesté.
- 

#### II.3.1.3.3.2. Lutte physique (méthodes prioritaires) :

---

- **Froid** : conservation à basse température ( $< 12\text{ °C}$ ) : bloque totalement le développement. La congélation ( $-18\text{ °C}$  pendant 1 semaine) tue tous les stades, y compris dans la graine.
  - **Chaleur** : exposition des graines à  $55\text{--}60\text{ °C}$  pendant 1–2 heures (étuve, solarisation) : létale pour tous les stades. Méthode accessible et sans résidu.
  - **Atmosphère modifiée / hermétique** : stockage hermétique (sacs PICS triple-épaisseur, jarres scellées) : l'activité respiratoire des insectes épuise l'oxygène et les asphyxie. Méthode moderne très efficace et écologique.
  - **Réduction de l'humidité** : séchage des graines à  $< 10\%$  d'humidité ralentit fortement le développement.
- 

#### II.3.1.3.3.3. Méthodes traditionnelles et biologiques :

---

- **Huiles végétales** : enrobage des graines avec de l'huile (olive, neem, tournesol) à faible dose ( $5\text{--}10\text{ ml/kg}$ ) : bouche les micropyles des œufs et empêche la respiration larvaire. Méthode traditionnelle algérienne efficace.
- **Poudres inertes** : terre de diatomées, cendres, sable fin : abrasent la cuticule des adultes et les dessèchent. Mélangées aux graines stockées.
- **Plantes répulsives** : feuilles séchées de neem (*Azadirachta indica*), d'eucalyptus, de laurier ou de menthe placées dans les contenants : effet répulsif et insectifuge.
- **Parasitoïdes** : *Dinarmus basalis* et *Anisopteromalus calandrae* (Hyménoptères) parasitent les larves dans les graines ; utilisables en lutte biologique de conservation.

#### II.3.1.3.3.4. Lutte chimique :

---

- **Fumigation** : la phosphine ( $\text{PH}_3$ , phosphure d'aluminium) est le principal fumigant utilisé pour les stocks importants (silos, entrepôts OAIC). Très efficace car le gaz pénètre dans les graines et atteint tous les stades. Exige des conditions d'étanchéité et de sécurité strictes (produit hautement toxique).
- **Insecticides de contact** : poudres ou pulvérisations (pyréthrinoïdes : deltaméthrine, perméthrine) appliquées sur les graines ou les parois ; n'agissent que sur les adultes. À réserver aux situations justifiées.
- **Précautions** : respecter strictement les doses, délais avant consommation et règles de sécurité. Proscrire tout traitement chimique non homologué sur les denrées alimentaires.

---

## CHAPITRE III : INSECTES RAVAGEURS DES ARBRES FRUITIERS

---

- III.1 - Principaux insectes ravageurs
- III.2 - Exemple de deux ravageurs importants
  - III.2.1 - Systématique
  - III.2.2 - Description et biologie
  - III.2.3 - Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte



L'arboriculture fruitière occupe une place stratégique dans l'agriculture algérienne, tant sur le plan économique qu'alimentaire. Avec plus d'un **million d'hectares** consacrés aux espèces fruitières — agrumes, rosacées à noyau et à pépins, oliviers, palmier dattier, figuier et vigne — ce secteur constitue une source majeure de revenus pour les exploitations et un pilier de l'alimentation méditerranéenne traditionnelle. Cette diversité d'espèces, souvent cultivées en vergers pérennes, s'accompagne cependant d'une grande vulnérabilité aux attaques d'insectes ravageurs.

Contrairement aux cultures annuelles, les arbres fruitiers sont des plantes pérennes qui restent en place pendant des décennies. Cette longévité permet l'installation durable de populations de ravageurs et la constitution de réservoirs permanents au sein même du verger. Les insectes s'attaquent à tous les organes de l'arbre — racines, tronc, rameaux, feuilles, fleurs et fruits — et à tous les stades phénologiques, du débourrement à la récolte.

Les ravageurs des arbres fruitiers se répartissent en plusieurs catégories selon leur mode d'attaque : les **piqueurs-suceurs** (pucerons, cochenilles, aleurodes, psylles) qui ponctionnent la sève et transmettent des maladies ; les **carpophages** (carpocapses, mouches des fruits) dont les larves se développent dans les fruits, causant les pertes les plus directes ; les **défoliateurs** (chenilles, coléoptères) qui consomment le feuillage ; et les **xylophages** (scolytes, cossus) qui creusent des galeries dans le bois et compromettent la pérennité de l'arbre. Les dégâts qui en résultent affectent à la fois la quantité et la qualité de la production, ainsi que la longévité même des vergers.

### III.1. Principaux insectes ravageurs des arbres fruitiers :

Les arbres fruitiers hébergent une entomofaune nuisible particulièrement riche et diversifiée, en raison de leur caractère pérenne et de la multiplicité des organes qu'ils offrent aux insectes : bourgeons, feuilles, fleurs, fruits, rameaux, tronc et racines. Chaque espèce fruitière possède son propre cortège de ravageurs spécifiques, auxquels s'ajoutent des espèces polyphages communes à plusieurs cultures.

En Algérie, où l'arboriculture s'étend des zones côtières aux oasis sahariennes en passant par les zones de montagne, les conditions climatiques contrastées favorisent une grande variété de ravageurs. Parmi les plus redoutés figurent les carpophages (mouche méditerranéenne des fruits, carpocapse, mouche de l'olive) dont les larves se développent directement dans les fruits, et les piqueurs-suceurs (cochenilles, pucerons, psylles) qui affaiblissent durablement les arbres et favorisent le développement de la fumagine.

Ravageur	Nom scientifique	Ordre / Famille	Verger / Organe	Type de dégât	Import.
<b>DIPTÈRES — Mouches des fruits (carpophages)</b>					
<b>Cératite</b>	<i>Ceratitis capitata</i>	Diptères Tephritidae	Agrumes, pêche, figue Fruits	Larve dans la pulpe → pourriture, chute.	<b>Très élevée</b>
<b>Mouche de l'olive</b>	<i>Bactrocera oleae</i> (Rossi, 1790)	Diptères Tephritidae	Olivier Fruits (olives)	Larve creuse la pulpe → chute, acidité de l'huile	<b>Très élevée</b>
<b>Mouche de la pêche</b>	<i>Bactrocera zonata</i>	Diptères Tephritidae	Pêche, goyave, agrumes Fruits	Larve dans le fruit. Espèce de quarantaine	<b>Quarantaine</b>
<b>HÉMIPTÈRES — Cochenilles diaspines (à bouclier)</b>					
<b>Pou de Californie</b>	<i>Aonidiella aurantii</i>	Hémiptères Diaspididae	Agrumes Fruits, feuilles, rameaux	Bouclier rond rouge ; dépréciation des fruits ;	<b>Très élevée</b>
<b>Cochenille noire agrumes</b>	<i>Parlatoria ziziphi</i>	Hémiptères Diaspididae	Agrumes Feuilles, fruits	Bouclier noir rectangulaire ;	<b>Très élevée</b>
<b>Cochenille blanche</b>	<i>Parlatoria blanchardi</i>	Hémiptères Diaspididae	Palmier dattier Palmes, dattes	Encroûtement blanc des palmes; dattes dépréciées	<b>Très élevée</b>
<b>Cochenille violette olivier</b>	<i>Parlatoria oleae</i> (Colvée, 1880)	Hémiptères Diaspididae	Olivier, rosacées Rameaux, fruits	dessèchement des rameaux	<b>Élevée</b>
<b>Pou de San José</b>	<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>	Hémiptères Diaspididae	Rosacées	Auréole rouge sur fruits ;	<b>Très élevée</b>
<b>Cochenille virgule</b>	<i>Lepidosaphes beckii</i>	Hémiptères Diaspididae	Agrumes Écorce, fruits	Bouclier en virgule ; affaiblit l'arbre	<b>Élevée</b>
<b>HÉMIPTÈRES — Cochenilles lécanines et farineuses</b>					
<b>Cochenille noire</b>	<i>Saissetia oleae</i> (Olivier, 1791)	Hémiptères Coccidae	Olivier, agrumes Rameaux, feuilles	Forme en H sur le dos ; miellat → fumagine ; affaiblissement	<b>Très élevée</b>
<b>Cochenille du figuier</b>	<i>Ceroplastes rusci</i> (Linné, 1758)	Hémiptères Coccidae	Figuier, agrumes Rameaux	Cire blanche en plaques ; miellat ; fumagine	<b>Élevée</b>

Ravageur	Nom scientifique	Ordre / Famille	Verger / Organe	Type de dégât	Import.
<b>Cochenille de l'olivier</b>	<i>Pollinia pollini</i> (Costa, 1857)	Hémiptères Asterolecaniidae	Olivier Écorce des rameaux	Dépansions sur l'écorce ; affaiblissement	<b>Moyenne</b>
<b>Cochenille farineuse</b>	<i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813)	Hémiptères Pseudococcidae	Agrumes Fruits, pédoncules	Masses cireuses blanches ; miellat ; fumagine	<b>Élevée</b>
<b>Cochenille australienne</b>	<i>Icerya purchasi</i> (Maskell, 1879)	Hémiptères Monophlebidae	Agrumes Rameaux, feuilles	Ovisac cannelé blanc ; miellat ; contrôlée par Rodolia cardinalis	<b>Élevée</b>

### HÉMIPTÈRES — Psylles, aleurodes, pucerons, punaises

<b>Psylle de l'olivier</b>	<i>Euphyllura olivina</i> (Costa, 1839)	Hémiptères Psyllidae	Olivier Inflorescences, pousses	Sécrétions cireuses cotonneuses ; chute des fleurs	<b>Très élevée</b>
<b>Aleurode des agrumes</b>	<i>Dialeurodes citri</i> (Ashmead, 1885)	Hémiptères Aleyrodidae	Agrumes Face inf. feuilles	Miellat ; fumagine ; affaiblissement	<b>Élevée</b>
<b>Aleurode floconneux</b>	<i>Aleurothrixus floccosus</i> (Maskell, 1896)	Hémiptères Aleyrodidae	Agrumes Feuilles	Flocons cireux blancs ; miellat abondant	<b>Élevée</b>
<b>Puceron noir agrumes</b>	<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer, 1841)	Hémiptères Aphididae	Agrumes Pousses, feuilles	Enroulement ; miellat ; vecteur tristezza	<b>Élevée</b>
<b>Puceron farineux prunier</b>	<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)	Hémiptères Aphididae	Prunier, abricotier Feuilles	Pulvérulence cireuse ; miellat	<b>Moyenne</b>
<b>Punaise verte</b>	<i>Nezara viridula</i> (Linné, 1758)	Hémiptères Pentatomidae	Fruits divers Fruits	Piqûres sur fruits → taches, déformations	<b>Moyenne à élevée</b>

### LÉPIDOPTÈRES — Carpophages et tordeuses

<b>Carpocapse</b>	<i>Cydia pomonella</i> (Linné, 1758)	Lépidoptères Tortricidae	Pommier, poirier Fruits	Chenille creuse le fruit → véreux, chute	<b>Très élevée</b>
<b>Tordeuse orientale</b>	<i>Cydia molesta</i> (Busck, 1916)	Lépidoptères Tortricidae	Pêcher, pommier Pousses, fruits	Forage des pousses puis des fruits	<b>Très élevée</b>
<b>Pyrale des dattes</b>	<i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Zeller, 1839)	Lépidoptères Pyalidae	Palmier dattier, caroube Dattes	Chenille dans la datte → ver de la datte ; pertes majeures	<b>Très élevée</b>
<b>Lycène des grenades</b>	<i>Virachola livia</i> (Klug, 1834)	Lépidoptères Lycaenidae	Grenadier, datte Fruits	Chenille perfore le fruit ; pourriture	<b>Élevée</b>
<b>Tordeuse de la rosée</b>	<i>Archips rosana</i> (Linné, 1758)	Lépidoptères Tortricidae	Rosacées Bourgeons, feuilles, fruits	Enroulement des feuilles ; morsures sur fruits	<b>Moyenne</b>
<b>Pyrale (Euzophera)</b>	<i>Euzophera bigella</i> (Zeller, 1848)	Lépidoptères Pyalidae	Pommier, grenadier, noyer Fruits, écorce	Galerie sous l'écorce et dans les fruits	<b>Moyenne</b>

### LÉPIDOPTÈRES — Teignes, mineurs et foreurs du bois

Ravageur	Nom scientifique	Ordre / Famille	Verger / Organe	Type de dégât	Import.
<b>Teigne de l'olivier</b>	<i>Prays oleae</i> (Bernard, 1788)	Lépidoptères Praydidae	Olivier Feuilles, fleurs, fruits	3 générations: phyllophage, anthophage, carpophage	<b>Très élevée</b>
<b>Mineuse des agrumes</b>	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Lépidoptères Gracillariidae	Agrumes Jeunes feuilles	Mines serpentine argentées ; déformation	<b>Très élevée</b>
<b>COLÉOPTÈRES — Charançons, scarabées (palmier dattier surtout)</b>					
<b>Charançon rouge palmier</b>	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (Olivier, 1790)	Coléoptères Curculionidae	Palmier dattier Stipe (tronc)	Larves creusent le stipe → mort du palmier. Quarantaine majeure	<b>Quarantaine</b>
<b>Scarabée rhinocéros</b>	<i>Oryctes agamemnon</i>	Coléoptères Scarabaeidae	Palmier dattier Stipe, base des palmes	Galeries dans le stipe ; affaiblit le palmier	<b>Très élevée</b>
<b>Longicorne du palmier</b>	<i>Pseudophilus testaceus</i>	Coléoptères Cerambycidae	Palmier dattier Stipe	Larves xylophages dans le stipe (oasis algériennes)	<b>Élevée</b>
<b>Anthonyme du pommier</b>	<i>Anthonomus pomorum</i>	Coléoptères Curculionidae	Pommier, poirier Boutons floraux	Larve détruit le bouton floral → fleurs avortées	<b>Moyenne à élevée</b>
<b>Rhynchite</b>	<i>Rhynchites spp.</i>	Coléoptères Rhynchitidae	Rosacées Fruits, pousses	Piqûres sur fruits ; section des pousses	<b>Moyenne</b>
<b>COLÉOPTÈRES — Buprestes, scolytes et bostryches (foreurs)</b>					
<b>Bupreste du pêcher</b>	<i>Capnodis tenebrionis</i>	Coléoptères Buprestidae	Pêcher, abricotier Collet, racines	Larves dans le collet → dépérissement, mort du jeune arbre	<b>Très élevée</b>
<b>Scolyte de l'olivier</b>	<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	Coléoptères Curculionidae	Olivier Rameaux	Galeries sous l'écorce → dessèchement des rameaux	<b>Élevée</b>
<b>Scolytes des rosacées</b>	<i>Scolytus spp.</i> (Geoffroy, 1762)	Coléoptères Curculionidae (Scolytinae)	Rosacées Écorce, bois	Galeries en réseau → dépérissement des branches	<b>Moyenne</b>
<b>Bostryche foreur</b>	<i>Apate monachus</i> (Fabricius, 1775)	Coléoptères Bostrichidae	Figuier, olivier, vigne Rameaux	Galeries dans les rameaux → cassure	<b>Moyenne</b>
<b>HYMÉNOPTÈRES &amp; THYSANOPTÈRES</b>					
<b>Guêpe de l'amandier</b>	<i>Eurytoma amygdali</i>	Hyménoptères Eurytomidae	Amandier Fruits (amandes)	Larve dans l'amande → destruction du fruit	<b>Très élevée</b>
<b>Thrips californien</b>	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Thysanoptères Thripidae	Fruits divers Fleurs, fruits	Cicatrices liégeuses sur fruits ; vecteur de virus	<b>Élevée</b>
<b>Thrips des agrumes</b>	<i>Scirtothrips aurantii</i>	Thysanoptères Thripidae	Agrumes Jeunes fruits	Anneau cicatriciel autour du pédoncule	<b>Moyenne à élevée</b>

### III.2. Exemple d'un ravageur important :

#### III.2.1. La Mouche méditerranéenne des fruits : *Ceratitis capitata* (DIPTERA, TEPHRITIDAE - Wiedemann, 1824)



##### III.2.1.1. Position systématique :

<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1824)		
Rang taxonomique	Taxon	Caractéristique diagnostique
Règne	<i>Animalia</i>	Organismes eucaryotes
Embranchement	<i>Arthropoda</i>	Corps segmenté, exosquelette chitineux, appendices articulés
Sous-embranchement	<i>Hexapoda</i>	6 pattes, tête, thorax, abdomen
Classe	<i>Insecta</i>	Antennes, ailes, métamorphose
Ordre	<i>Diptera</i>	Une seule paire d'ailes membraneuses ;
Sous-ordre	<i>Brachycera</i>	Antennes courtes à 3 articles ; larves apodes acéphales (asticots)
Section	<i>Schizophora</i>	Adultes émergeant de la puppe par une fente frontale (ptiline)
Super-famille	<i>Tephritoidea</i>	Mouches à ailes souvent maculées ; tarière (ovipositeur) chez la femelle
Famille	<i>Tephritidae</i>	Mouches des fruits véritables, ponte dans les fruits
Sous-famille	<i>Dacinae</i>	Mouches frugivores
Genre	<i>Ceratitis</i>	Mouches des fruits africaines ; mâles à soies orbitales spatulées caractéristiques
Espèce	<i>Ceratitis capitata</i>	Ravageur polyphage majeur

Synonymes : *Ceratitis citriperda* · *Ceratitis hispanica* · *Tephritis capitata* · *Pardalaspis asparagi*  
 Noms communs : Mouche méditerranéenne des fruits, cératite (fr.) · Mediterranean fruit fly, medfly (en.)  
 · المتوسطة الفاكهة ذبابة (ar.)  
 Espèces voisines : *Ceratitis cosyra* (mouche de la mangue) · *Bactrocera oleae* (mouche de l'olive) ·  
*Bactrocera zonata* (mouche de la pêche)  
 Origine et répartition : Originaires d'Afrique subsaharienne ; aujourd'hui cosmopolite dans les régions  
 tropicales, subtropicales et méditerranéennes. Présente dans tout le Nord de l'Algérie.

### III.2.1.2. Description et biologie :

#### III.2.1.2.1. Morphologie des différents stades :

##### III.2.1.2.1.1. Adulte (imago)

##### Adulte (imago) — *Ceratitis capitata*

<b>Taille</b>	4–5 mm de long ; envergure 10–12 mm ; corps compact et trapu
<b>Couleur</b>	Jaune-orangé vif avec des motifs noirs sur le thorax et l'abdomen
<b>Thorax</b>	Noir brillant avec des rayures jaunes et grises caractéristiques ; 4 taches noires sétifères sur le scutellum
<b>Abdomen</b>	Jaune-orangé avec deux bandes transversales grises argentées alternées
<b>Ailes</b>	Transparentes à motifs de taches et de bandes jaunes, brunes et noires caractéristiques — motif diagnostique de l'espèce
<b>Yeux</b>	Grands yeux composés vert-doré à reflets métalliques
<b>Antennes</b>	Courtes, arista plumeux (à longues soies) chez les deux sexes
<b>Dimorphisme</b>	♂ : soies orbitales pédonculées et spatulées très caractéristiques (terminées en palette aplatie). ♀ : ovipositeur (tarière) long et pointu, rétractile
<b>Pattes</b>	Jaunes à bandes sombres ; tarsi à coussinets adhésifs

##### III.2.1.2.1.2. Œuf

##### Œuf

<b>Forme</b>	Allongé, légèrement incurvé, en fuseau ; extrémités légèrement effilées
<b>Dimensions</b>	1 × 0,2 mm — très petit, visible seulement à la loupe
<b>Couleur</b>	Blanc nacré, translucide
<b>Dépôt</b>	La femelle incise l'épiderme du fruit avec son ovipositeur et dépose les œufs dans la chambre sous-épidermique (1–10 œufs par site de ponte)
<b>Incubation</b>	2 à 4 jours à 25 °C ; 1–2 jours à 30 °C ; jusqu'à 8 jours à 18 °C
<b>Fécondité</b>	300 à 800 œufs par femelle (parfois plus de 1 000 en conditions optimales) sur toute sa vie
<b>Détection</b>	Marque de ponte visible à l'œil nu : légère dépression brunâtre de 1–2 mm sur le fruit

### III.2.1.2.1.3. Larve (asticot — 3 stades)

Stade	Longueur	Description morphologique et comportement
L1	1–2 mm	Larve très fine, translucide, blanche. Creuse immédiatement dans la pulpe à partir du site de ponte. Très mobile dans la chair du fruit.
L2	3–5 mm	Corps blanc, cylindrique, légèrement aplati ventralement. Crochets buccaux bruns visibles. Galeries de plus en plus larges dans la pulpe.
L3	7–9 mm	Larve mature, blanc crème. Corps turgescents. Termine son développement, cesse de s'alimenter. Saute activement du fruit pour rejoindre le sol et se nymphoser.

#### Caractères communs aux larves

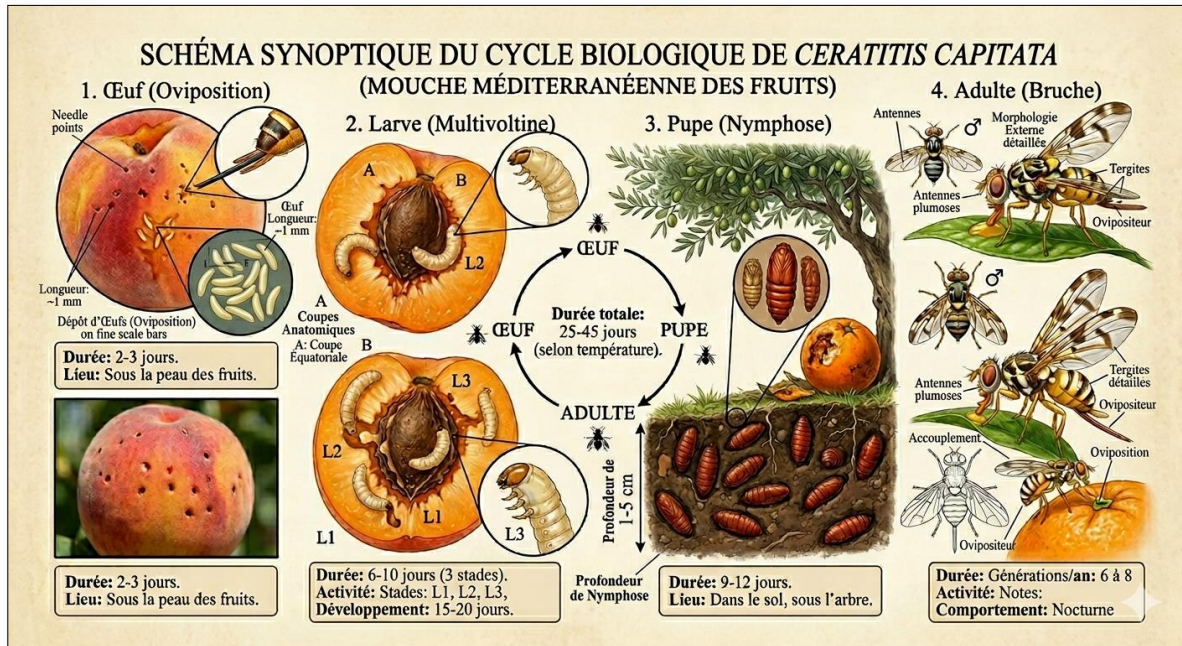
<b>Corps</b>	Apode (sans pattes), acéphale (tête réduite à une capsule céphalique rudimentaire avec crochets buccaux)
<b>Crochets buccaux</b>	Noirs, asymétriques — caractère diagnostique des Tephritidae
<b>Comportement</b>	Endophage : se développe entièrement dans le fruit jusqu'au stade L3 prénymphe
<b>Saut de L3</b>	La larve L3 gonflée saute activement du fruit tombé pour aller se nymphoser dans le sol à 2–10 cm de profondeur

### III.2.1.2.1.4. Puce (puparium)

#### Puce

<b>Type</b>	Puparium coarctate (formé à l'intérieur de la cuticule durcie de la larve L3 — caractéristique des Brachycères)
<b>Forme</b>	Barrique (ellipsoïde) : 4–5 mm de long
<b>Couleur</b>	Brun-rougeâtre à brun foncé
<b>Localisation</b>	Dans le sol à 2–10 cm de profondeur, sous le fruit hôte. Peut aussi se former dans un fruit tombé ou sous des débris.
<b>Durée</b>	10–14 jours à 25 °C ; jusqu'à 30 jours à 18 °C ; le développement est suspendu en dessous de 10 °C
<b>Organes</b>	Cornets respiratoires (ptilinum) et stigmates visibles sur le puparium

### III.2.1.2.2. Cycle biologique



#### 1. ŒUF — Oviposition (ponte)

**Durée : 2–3 jours** Sous la peau des fruits (pêche, agrumes, fige...)

La femelle adulte repère un fruit en cours de maturation et incise son épiderme à l'aide de son ovipositeur (tarière). Elle dépose un petit nombre d'œufs (1 à 10) dans la loge sous-épidermique ainsi créée. L'œuf est très petit ( $\approx 1$  mm de long), blanc nacré et allongé.

Comme le montre le schéma, les marques de ponte sont visibles à l'œil nu sur le fruit sous forme de petits points brunâtres en surface. En coupe équatoriale (A), on distingue clairement les œufs blancs disposés sous la peau du fruit.

L'incubation dure 2 à 3 jours à température optimale (24–26 °C). Les larves néonates (L1) émergent dans la pulpe et commencent immédiatement à s'alimenter.

#### Points clés :

- ▶ 1 mm : longueur de l'œuf
- ▶ 1 à 10 œufs par site de ponte
- ▶ 300 à 800 œufs par femelle au cours de sa vie
- ▶ Ponte maximale entre 10h et 12h

#### 2. LARVE — Asticot (3 stades : L1, L2, L3)

**Durée : 6–10 jours (3 stades) Développement total : 15–20 jours** Dans la pulpe du fruit

La larve de la cératite est un asticot typique des Diptères Brachycères : corps apode (sans pattes), acéphale (sans tête différenciée), blanc crème, effilé à l'avant et tronqué à l'arrière. Elle passe par 3 stades successifs (L1, L2, L3) en creusant des galeries de plus en plus larges dans la pulpe du fruit.

Le schéma montre très bien, en coupe transversale du fruit, les trois stades larvaires (L1, L2, L3) dans leurs galeries. En coupe équatoriale (A), on voit L2 près du noyau, et en coupe longitudinale (B), L1 et L3 dans différentes zones de la pulpe. La galerie de L3 est nettement plus large et la dégradation de la pulpe est avancée.

Au terme du 3<sup>e</sup> stade (L3), la larve gonflée interrompt son alimentation. Elle se contracte et effectue des bonds actifs (jusqu'à 15 cm) pour quitter le fruit tombé et rejoindre le sol où elle se nymphosera.

#### Points clés :

- ▶ Larve apode, acéphale — caractéristique des Brachycères
- ▶ Crochets buccaux asymétriques noirs — diagnostic Tephritidae
- ▶ L3 saute activement du fruit pour rejoindre le sol
- ▶ La pulpe attaquée se décompose → chute prématurée du fruit

③

**PUPE — Nymphose dans le sol****Durée : 9–12 jours** *Dans le sol, sous l'arbre, à 1–5 cm de profondeur*

La larve L3 s'enfonce dans le sol à 1 à 5 cm de profondeur (parfois jusqu'à 10 cm en sol meuble). Elle se transforme en puparium : la cuticule de L3 durcit et se pigmente en brun-rougeâtre pour former une enveloppe protectrice en forme de barrique — c'est le puparium coarctate, typique des Brachycères.

Le schéma montre clairement, dans la coupe de sol, de nombreux pupariums brun-rougeâtres alignés à différentes profondeurs, directement sous l'arbre hôte. L'adulte qui se forme à l'intérieur du puparium dégage une enzyme (ptilinine) qui lui permet de briser le couvercle et de remonter à la surface du sol.

La durée de la nymphose est très dépendante de la température : 9–12 jours à 25 °C, mais jusqu'à 30 jours à 18 °C. Le développement est suspendu en dessous de 10 °C, ce qui permet à l'espèce d'hiverner sous forme de pupes dans les régions à hiver frais.

**Points clés :**

- ▶ Puparium coarctate brun-rougeâtre en forme de barrique
- ▶ Profondeur : 1–5 cm (parfois 10 cm en sol meuble)
- ▶ 9–12 jours à 25 °C ; jusqu'à 30 jours à 18 °C
- ▶ L'adulte émerge en brisant l'opercule du puparium

④

**ADULTE — La mouche (Imago)****Durée de vie : 2–3 mois · 6 à 8 générations/an · Comportement : Nocturne** *Feuillage, fruits en maturation, fleurs (alimentation), sol (émergence)*

L'adulte émerge du sol en poussant l'opercule du puparium avec la ptilinine (organe frontal gonflable). La mouche adulte est facilement reconnaissable à ses ailes tachetées à motifs caractéristiques jaunes, bruns et noirs, et à son abdomen jaune-orangé à bandes grises argentées. Comme le schéma le montre en détail (colonne droite), les deux sexes présentent des antennes plumoses et des tergites abdominaux bien visibles. Le mâle (♂) porte des soies orbitales pédonculées spatulées, caractère diagnostique du genre *Ceratitis*. La femelle (♀) est reconnaissable à son long ovipositeur (tarière) pointu.

Les adultes s'accouplent sur le feuillage (comportement de lekking des mâles au crépuscule). Après 7 à 10 jours de maturation alimentaire, la femelle commence à pondre sur les fruits en maturation — relançant ainsi un nouveau cycle. Le comportement est partiellement nocturne, avec une activité maximale de ponte en milieu de matinée.

**Points clés :**

- ▶ Ailes à motifs jaunes/bruns/noirs — diagnostic de l'espèce
- ▶ ♂ : soies orbitales spatulées — diagnostic du genre *Ceratitis*
- ▶ ♀ : ovipositeur long et pointu pour inciser l'épiderme des fruits
- ▶ Maturation sexuelle : 7–10 jours après l'émergence (alimentation protéinée indispensable)
- ▶ Longévité : 2–3 mois en conditions favorables

### III.2.1.2.3. Plantes hôtes, dégâts et moyens de lutte :

#### III.2.1.2.3.1. Plantes hôtes :

*Ceratitis capitata* est l'une des espèces de mouches des fruits les plus polyphages au monde. Son spectre d'hôtes exceptionnel — plus de 250 espèces végétales appartenant à plus de 60 familles botaniques — en fait un ravageur universel des vergers fruitiers dans toutes les régions chaudes du globe. En Algérie, ce sont les agrumes, les rosacées à noyau et les figuiers qui sont les plus fréquemment et sévèrement attaqués.

#### Plantes hôtes de *Ceratitis capitata* en Algérie et dans le bassin méditerranéen

<b>Agrumes (hôtes majeurs)</b>	Orange, Clémentine, Mandarine, Pamplemousse, Citron. Les agrumes
<b>Rosacées à noyau (hôtes préférentiels)</b>	Pêche, Abricot, Prune, Cerise, Nectarine. Ces fruits à chair tendre sont parmi les plus appréciés de la cératite ; les pertes peuvent atteindre 80–100 % en l'absence de protection.
<b>Figuier</b>	<i>Ficus carica</i> . Les figues sauvages et non récoltées constituent des sites de reproduction permanents entre deux campagnes agrumicoles.
<b>Rosacées à pépins</b>	Pomme, Poire, Nèfle. Attaquées en fin de saison lorsque les autres fruits se font rares.
<b>Autres fruits cultivés</b>	Grenade, Kaki, Caroube, Raisin
<b>Hôtes sauvages</b>	Figuier de Barbarie, Jujubier, Arbousier, Mûrier, Grenadier sauvage — ces espèces maintiennent des populations permanentes entre les saisons.
<b>Spectre global</b>	Plus de 250 espèces végétales hôtes dans 60 familles botaniques (Kirkpatrick & Chambers, 1991 ; EPPO, 2023). Polyphage au sens strict : peu de fruits charnus lui résistent totalement.

#### III.2.1.2.3.2. Symptômes et dégâts

Stade / Organe	Symptômes observés	Conséquence	Impact
<b>Ponte de la femelle (ovipositeur)</b>	Minuscule trou de ponte visible à la loupe entouré d'un léger brunissement.	Voie d'entrée des larves	Moyen
<b>Larves L1–L3 dans la pulpe</b>	Galerie blanchâtres dans la pulpe ; zones ramollies et brunâtres entourant les galeries. Les larves consomment la chair	Décomposition interne ; fruit invendable	Très élevé
<b>Chute prématurée des fruits</b>	Les fruits infestés tombent avant maturité (10–20 jours avant la récolte). La chute est le symptôme le plus visible et le plus facile à surveiller sur le terrain.	Perte directe du rendement commercialisable	Très élevé
<b>Pourritures secondaires</b>	Les blessures des portes d'entrée pour les champignons et les bactéries.	Contamination	Élevé
<b>Dépréciation esthétique</b>	Les fruits récoltés présentant des cicatrices de ponte ou des déformations légères sont déclassés	Refus à l'exportation	Élevé
<b>Transmission de maladies</b>	La femelle peut inoculer des bactéries lors de la ponte, aggravant les dégâts primaires et causant des pourritures bactériennes localisées.	Dégâts indirects sur la qualité	Moyen

### **III.2.1.2.3.3. Moyens de lutte :**

---

#### **III.2.1.2.3.3.1. Surveillance et détection précoce :**

---

- **Pièges à phéromone** : attractif sexuel spécifique des mâles. Placer 1 piège/ha minimum ; surveiller hebdomadairement. Seuil d'alerte : 10 adultes/piège/semaine en agrumes.
  - **Pièges alimentaires** : attractifs alimentaires à base de protéines hydrolysées (Buminal, Biofly) + insecticide (spinosad) dans des pièges de type Mc Phail ou Dacpot. Capturent les deux sexes.
  - **Inspection des fruits** : couper 100 fruits tombés par parcelle et compter les larves. Taux > 5 % de fruits infestés = seuil d'intervention immédiate.
  - **Réseau INPV** : suivre les bulletins de surveillance phytosanitaire hebdomadaires de l'INPV (Institut National de la Protection des Végétaux) pour les données de vol régionales.
- 

#### **III.2.1.2.3.3.2. Lutte culturale et prophylaxie :**

---

- **Ramassage et destruction des fruits tombés** : collecte et enfouissement (> 30 cm) ou incinération des fruits tombés au moins 2 fois par semaine. Mesure la plus efficace et la plus accessible.
  - **Récolte précoce** : récolter les agrumes dès maturité commerciale, sans les laisser sur l'arbre. Chaque semaine de délai multiplie les dégâts.
  - **Élimination des hôtes sauvages** : couper ou traiter les figuiers sauvages, jujubiers et arbousiers en lisière de verger ; sources permanentes de recontamination.
  - **Barrière kaolin** : application de particules d'argile (Surround WP) sur les fruits : couche blanche répulsive qui perturbe la ponte. Utilisable en agriculture biologique.
  - **Filets anti-insectes** : protection physique des arbres ou des rangées entières avec des filets à mailles fines (1 mm). Très efficace mais coûteux pour les grandes surfaces.
- 

#### **III.2.1.2.3.3.3. Lutte biologique :**

---

- **Parasitoïdes (Hyménoptères)** : *Diachasmimorpha longicaudata* (Braconidae) et *Psytalia concolor* (Braconidae) — parasitoïdes larvaires lâchés dans les vergers. *Psytalia concolor* présent naturellement en Algérie sur oliviers.
  - **Technique de l'insecte stérile (TIS)** : lâchers massifs de mâles stériles (irradiés aux rayons  $\gamma$ ) qui s'accouplent avec les femelles sauvages sans fécondation. Programme FAO/AIEA. Très efficace à l'échelle d'une région mais nécessite une organisation territoriale.
  - **Champignons entomopathogènes** : *Beauveria bassiana* en formulation attractante (appâts mycologiques) — en cours de développement ; efficacité prometteuse sur adultes.
  - **Conservation des auxiliaires** : éviter les traitements insecticides à large spectre en période de vol des parasitoïdes ; maintenir des bandes enherbées fleuries autour des vergers.
- 

#### **III.2.1.2.3.3.4. Appâts protéinés insecticides (méthode de référence) :**

---

- **Principe** : mélange d'un attractif alimentaire (protéine hydrolysée de levure) + insecticide (spinosad, malathion ou lambda-cyhalothrine) appliqué en taches (spots) sur le feuillage. Attire et tue les adultes avant la ponte.
- **Spinosad (Success Appât / GF-120)** : matière active biologique (dérivé de *Saccharopolyspora spinosa*). Homologué en agriculture biologique. Application en taches de 100 ml/arbre tous les 7 jours en période de risque élevé.
- **Application** : traiter uniquement 1/3 de l'arbre en taches (pas de traitement total). Rotation avec d'autres matières actives pour éviter la résistance au spinosad.

- **Avantages** : hautement sélectif (peu d'impact sur les auxiliaires), pas de délai avant récolte problématique, réduit les quantités d'insecticide de 90 % par rapport aux traitements couvrants.

#### III.2.1.2.3.3.5. Lutte chimique (traitements couvrants — usage raisonné)

- **Indications** : uniquement si les populations explosent (> 30 captures/piège/semaine) ou si le taux de fruits infestés dépasse 10 %. Le traitement couvrant est un recours d'urgence, pas une pratique systématique.
- **Matières actives** : Spinosad, Lambda-cyhalothrine, Deltamethrine, Malathion, Fenthion.
- **Respect des DAR** : délai avant récolte impératif selon la matière active choisie (ex. spinosad : 1 jour ; lambda-cyhalothrine : 7 jours ; malathion : 1–7 jours selon formulation).
- **Résistance** : des résistances au malathion ont été documentées dans plusieurs populations méditerranéennes (Grèce, Espagne)— surveiller l'efficacité et alterner les familles.

#### III.2.1.2.3.4. Stratégie IPM recommandée pour les vergers algériens

Période / Stade	Actions recommandées
<b>Hiver (nov.–févr.)</b>	• Tailler et détruire les rameaux et fruits momifiés • Nettoyer les débris végétaux au sol • Aucun traitement insecticide (populations très faibles) • Préparer les pièges de surveillance
<b>Printemps (mars–mai)</b>	• Installer les pièges à phéromone (Trimedlure) et alimentaires (1/ha) • Relever hebdomadairement ; noter les captures • Ramassage des fruits tombés 2×/semaine • Si captures > 5 adultes/piège/sem. : appât spinosad préventif
<b>Été (juin–août)</b>	• Surveillance intensive : relevé 2×/sem. en période de risque • Appâts protéinés (spinosad) systématiques dès le début du changement de couleur des fruits • Ramassage et destruction des fruits tombés • Si nécessaire : traitement couvrant (lambda-cyhalothrine)
<b>Automne (sept.–nov.)</b>	• Période de risque maximum : populations au pic • Appâts toutes les semaines • Récolte précoce des lots à risque (agrumes, figues) • Ramassage quotidien des chutes • Contrôle phytosanitaire à l'exportation (traitement au froid $\geq 2$ sem. à 2 °C)
<b>Après récolte</b>	• Bilan des captures et des infestations pour adapter la stratégie de l'an prochain • Retrait et nettoyage des pièges • Traitement du sol (insecticide ou nématodes) si forte infestation nymphale

---

## Références bibliographiques

---

1. **Aja, S., Pérez, G., & Rosell, C. M. (2004).** Wheat damage by *Aelia* spp. and *Eurygaster* spp.: Effects on gluten and water-soluble compounds released by gluten hydrolysis. *Journal of Cereal Science*, 39(2), 187–193. [10.1016/j.jcs.2003.10.001](https://doi.org/10.1016/j.jcs.2003.10.001)
2. **Al-Dosary, N. M., Al-Dobai, S., & Faleiro, J. R. (2016).** Review on the management of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier in date palm *Phoenix dactylifera* L. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(1), 34–44. [10.9755/ejfa.2015-10-897](https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-10-897)
3. **Biondi, A., Guedes, R. N. C., Wan, F., & Desneux, N. (2018).** Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: Past, present, and future. *Annual Review of Entomology*, 63, 239–258. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-034933>
4. **Boxall, R. A. (2001).** Post-harvest losses to insects: A world overview. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 48(1–4), 137–152. [10.1016/S0964-8305\(01\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(01)00076-2)
5. **Campos, M. R., Béarez, P., Amiens-Desneux, E., Ponti, L., Gutierrez, A. P. (2021).** Thermal biology of *Tuta absoluta*: Demographic parameters and facultative diapause. *Journal of Pest Science*, 94(3), 829–842. DOI:[10.1007/s10340-020-01286-8](https://doi.org/10.1007/s10340-020-01286-8)
6. **Campos, M. R., Biondi, A., Adiga, A., Guedes, R. N. C., & Desneux, N. (2017).** From the Western Palaearctic region to beyond: *Tuta absoluta* 10 years after invading Europe. *Journal of Pest Science*, 90(3), 787–796. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0834-9>
7. **Daane, K. M., & Johnson, M. W. (2010).** Olive fruit fly: Managing an ancient pest in modern times. *Annual Review of Entomology*, 55, 155–169. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085442>
8. **Dedryver, C.-A., Le Ralec, A., & Fabre, F. (2010).** The conflicting relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies. *Comptes Rendus Biologies*, 333(6–7), 539–553. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.03.009>
9. **Dent, D. R., & Binks, R. H. (2020).** *Insect pest management* (3<sup>e</sup> éd.). CABI.
10. **Desneux, N., Han, P., Mansour, R., Arnó, J., Brévault, T., Campos, M. R., (2022).** Integrated pest management of *Tuta absoluta*: Practical implementations across different world regions. *Journal of Pest Science*, 95(1), 17–39. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01442-x>
11. **Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., Burgio, G., Arpaia, S., Narváez-Vasquez, C. A., (2010).** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83(3), 197–215. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0321-6>
12. **Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Tigchelaar, M., Battisti, D. S., Merrill, S. C., Huey, R. B., & Naylor, R. L. (2018).** Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361(6405), 916–919. [10.1126/science.aat3466](https://doi.org/10.1126/science.aat3466)

13. **Doumandji, S., & Doumandji-Mitiche, B. (1994).** *Entomologie appliquée*. Office des Publications Universitaires.
14. **Doumandji-Mitiche, B., & Doumandji, S. (2001).** *Insectes et acariens des cultures en Algérie*. Office des Publications Universitaires.
15. **EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). (2023).** *EPPO Global Database — datasheets on quarantine pests*. <https://gd.eppo.int>
16. **Faleiro, J. R. (2006).** A review of the issues and management of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Rhynchophoridae) in coconut and date palm during the last one hundred years. *International Journal of Tropical Insect Science*, 26(3), 135–154. <https://doi.org/10.1079/IJT2006113>
17. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (s.d.).** *Integrated pest management (IPM)*. FAO.
18. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021).** *Scientific review of the impact of climate change on plant pests*. FAO on behalf of the IPPC Secretariat. <https://doi.org/10.4060/cb4769en>
19. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025).** *Guidance on integrated pest management for the world's major crop pests and diseases*. FAO.
20. **Rodríguez-González, Á., Porteous-Álvarez, A. J., Guerra, M., González-López, Ó., Casquero, P. A., & Escriche, B. (2022).** Mating disruption of the olive moth *Prays oleae* (Bernard) in olive groves using aerosol dispensers. *Insects*, 13(1), Article 27. <https://doi.org/10.3390/insects13010027>
21. **Köksel, H., Atli, A., Dag, A., & Sivri, D. (2002).** Commercial milling of suni bug (*Eurygaster* spp.) damaged wheat. *Nahrung/Food*, 46(1), 25–27. [https://doi.org/10.1002/1521-3803\(20020101\)46:1](https://doi.org/10.1002/1521-3803(20020101)46:1)
22. **Kroschel, J., & Schaub, B. (2013).** Biology and ecology of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). Dans *Insect pests of potato* (p. 165–192). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386895-4.00005-3>
23. **Llácer, E., Juan-Blasco, M., & Jacas, J. A. (2009).** Biology and life table of *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Dryophthoridae) in *Phoenix canariensis*. *Bulletin of Entomological Research*, 99(5), 527–533. <https://doi.org/10.1017/S000748530900652X>
24. **Mohamed, S. A., Azrag, A. G. A., Obala, F., & Ndlela, S. (2022).** Estimating the demographic parameters of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using temperature-dependent development models and their validation under fluctuating temperature. *Biology*, 11(2), Article 181. <https://doi.org/10.3390/biology11020181>
25. **Naranjo, S. E., Ellsworth, P. C., & Frisvold, G. B. (2015).** Economic value of biological control in integrated pest management of managed plant systems. *Annual Review of Entomology*, 60, 621–645. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010814-021005>
26. **Oerke, E.-C. (2006).** Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31–43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>

27. **Ofuya, T. I., Okunlola, A. I., & Mbata, G. N. (2023).** A review of insect pest management in vegetable crop production in Nigeria. *Insects*, *14*(2), Article 111. <https://doi.org/10.3390/insects14020111>
28. **Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S. J., Esker, P., McRoberts, N., & Nelson, A. (2019).** The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution*, *3*(3), 430–439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>