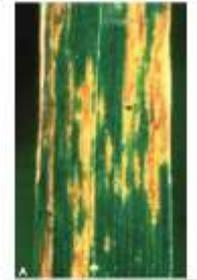


Protection des cultures

Partie I: Arthropodologie agricole



Pr. G. Barech
Université de M'sila
Faculté des Sciences-
Département des Sciences Agronomiques

Plan du cours

Introduction

- Généralités et quelques définitions
- Estimation des pertes de récoltes (quelques exemples)
- Conditions de la prolifération des ravageurs

1 Systématique et caractères généraux des invertébrés

- Arthropodologie agricole: (ravageurs des cultures)

- Rappel sur la classification des Arthropodes
- Rappel sur la biologie des Arthropodes
- Principaux ravageurs des plantes cultivées

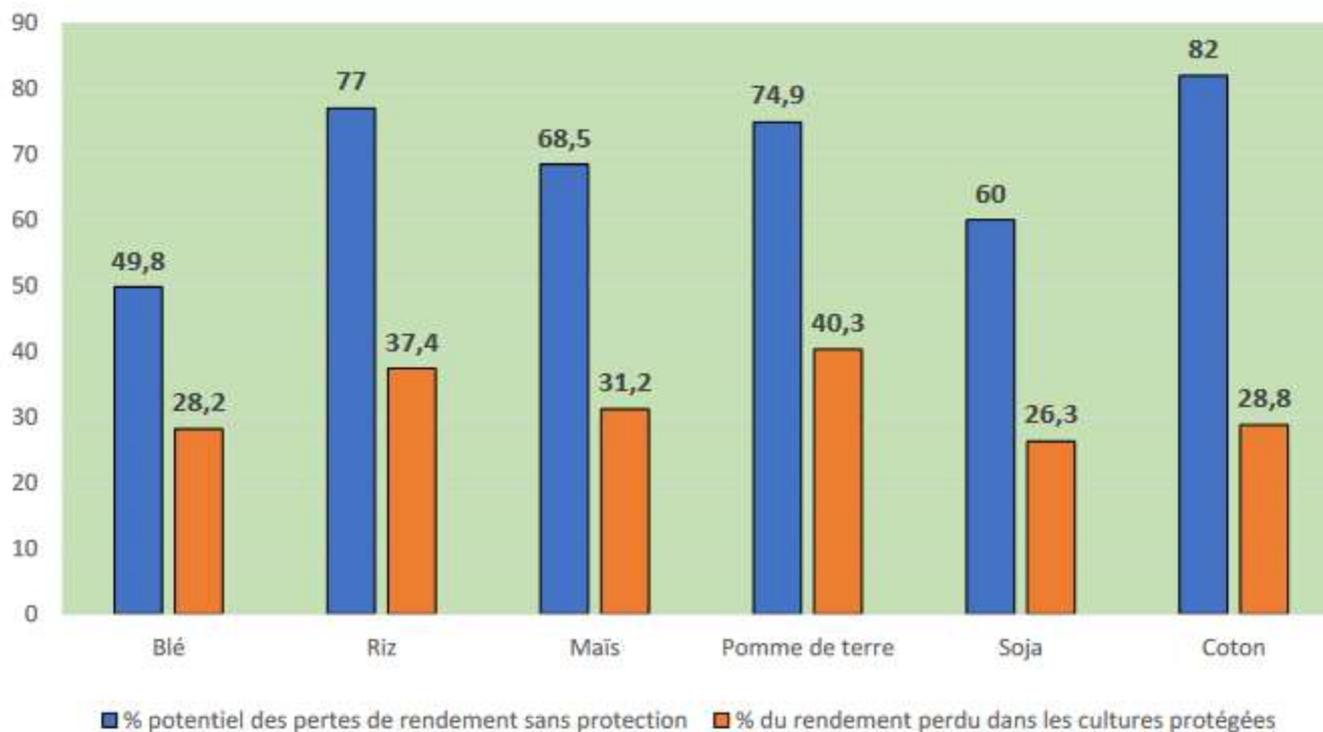
2 Méthodes de lutte

1. lutte chimique
2. lutte physique
3. lutte biologique

Introduction

- Accroissement de la démographie mondiale → Assurer une production alimentaire suffisante → Evolution du progrès technique en agriculture dont la protection des plantes tient une place primordiale
- **Plantes vivantes** : céréales (maïs, blé, riz, millet...) , oléagineux, plantes fourragères, légumineuses (haricot, pois, soja...), cultures sucrières et fruitières, ...
 - Attractivité pour les prédateurs
 - **En plein champ**
 - **En stockage (grains)**
- Pertes totales de production mondiale estimée à d'environ 50% (avant et après récolte)
- **Nécessité de protéger les cultures et les stocks**

Importance des pertes dues aux bioagresseurs pour 6 cultures mondiales majeures. Estimation des pertes dans l'état actuel de la protection des cultures.



Source: OERKE E.-C. (2006), Crop losses to pests.
Journal of Agricultural Science, 144, 31–43.

Exemple des pertes totales

Opinion répandue

« On ne connaît pas bien quelles sont les pertes de récolte au niveau mondial du fait des bioagresseurs. »

Notre analyse

« Les travaux de C.-E. OERKE, professeur à l'Université de Bonn (Allemagne) sont actuellement les plus complets réalisés au niveau mondial. Depuis sa première étude de 1990, les conditions de culture ont changé en particulier avec l'arrivée des PGM (soja, maïs, coton). D'où ces données actualisées publiées en 2006.

Elles prennent en compte l'ensemble des régions du monde et sont calculées en regard de la nuisibilité mesurée des adventices, des ravageurs, des maladies cryptogamiques ou bactériennes et des maladies virales.

Le % des pertes de récoltes a été calculé à partir d'une base 100 qui correspond au rendement maximum de la culture obtenu dans des conditions optimum dans chacune des régions où la culture est pratiquée.

Ainsi pour le blé par exemple:

- Rendement maximum = 100 (n'apparaît pas sur la figure)*
- Pertes potentielles sans protection = 49,8% des récoltes (mini = 44; maxi= 54)*
- Pertes constatées au champ dans l'état de la protection actuelle = 28,2% (mini = 14; maxi = 40). »*

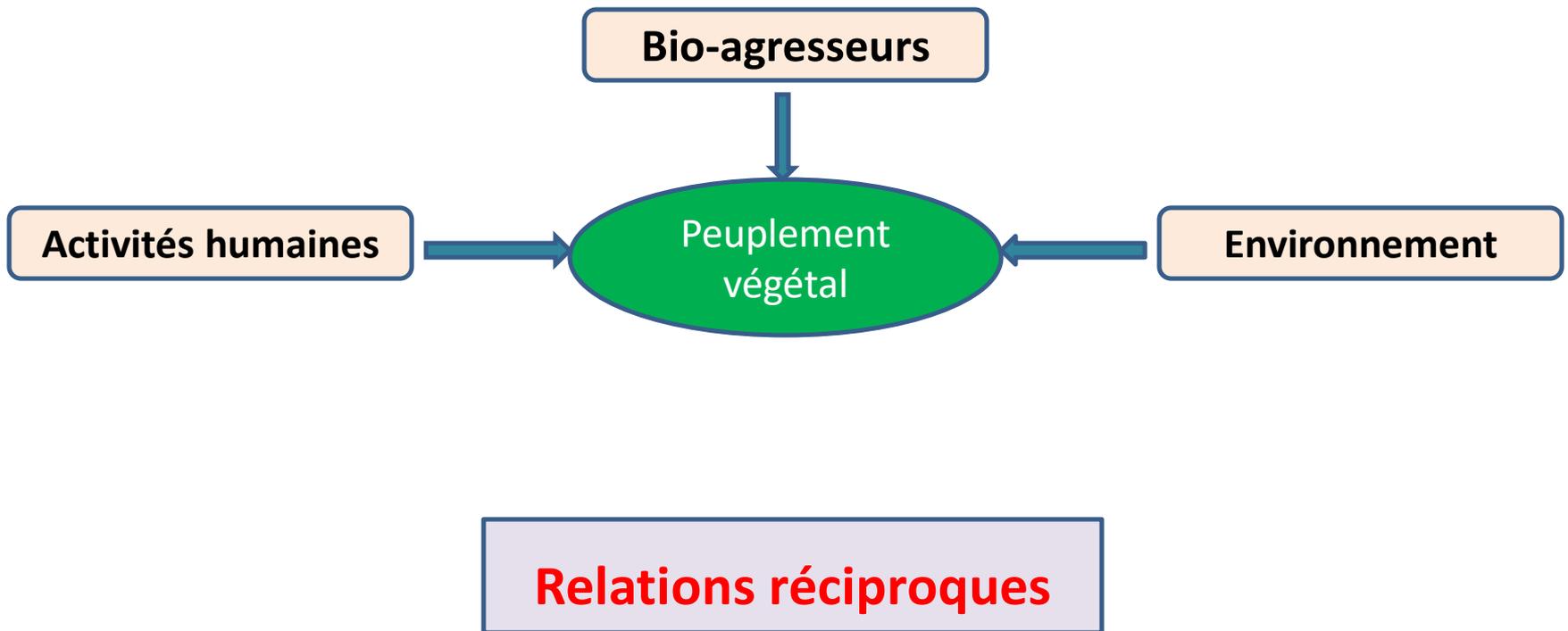
- Les pertes se produisent aux stades suivants:

- au cours de la culture (plein champ)
- au cours de la récolte
- au cours du transport
- au cours du séchage
- au cours de la transformation.
- au cours du stockage (silos, moulins)

Les pertes sont difficiles à estimer:

- variation géographique importante
- pas de modèles prédictifs
- manque de moyens et de compétences spécifiques
- manque de structures nationales de suivi

Cadre de réflexion actuelle de la protection des cultures:



Les différents types de ravageurs

■ **Micro-organismes**: bactéries et champignons (*Penicillium*, *Aspergillus*)

→ production de toxines, mycotoxines

■ **Arthropodes**: Insectes et Acariens : nombreux dommages dans les denrées stockées (taux de reproduction élevé et devt rapide)

→ destruction des cultures et des denrées stockées

→ pertes quantitatives et qualitatives

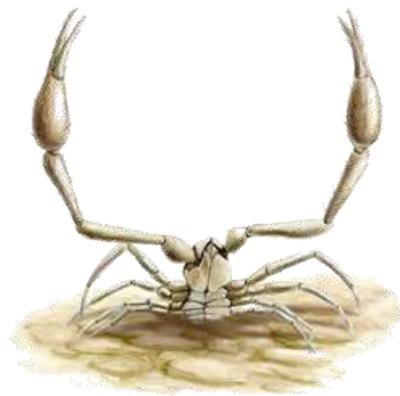
■ **Oiseaux et Rongeurs** :

→ destruction des stocks, souillures, introduction de pathogènes

Systematique et caractères généraux des invertébrés

Peuvent vivre sur
terre

- Spongiaires (porifères)
- Cnidaires (hydres, méduses)
- Plathelminthes (vers plats)
- Rotifères
- **Némathelminthes (vers ronds)**
- **Annélides**
- **Mollusques**
- **Arthropodes**
- Échinodermes



Les Némathelminthes (Nématodes ou Vers ronds)

Ne sont pas véritablement des animaux terrestres :

- Respiration cutanée: la peau doit rester humide
- Donc, on ne les retrouve que dans les endroits humides
- Abondants dans les sols humides



Les Annélides



Ne sont pas non plus de véritables organismes terrestres : respiration cutanée.

Les Mollusques

Cl. Gastéropodes



Escargot



Limaces

Herbivores : peuvent causer des ravages aux cultures.

Les Arthropodes

Arthro = Articulation; **Pode = pied, patte**

Corps segmenté Symétrie bilatérale

Appendices pairs segmentés

Exosquelette chitineux rigide



Classification des Arthropodes

Embranchement des Arthropodes

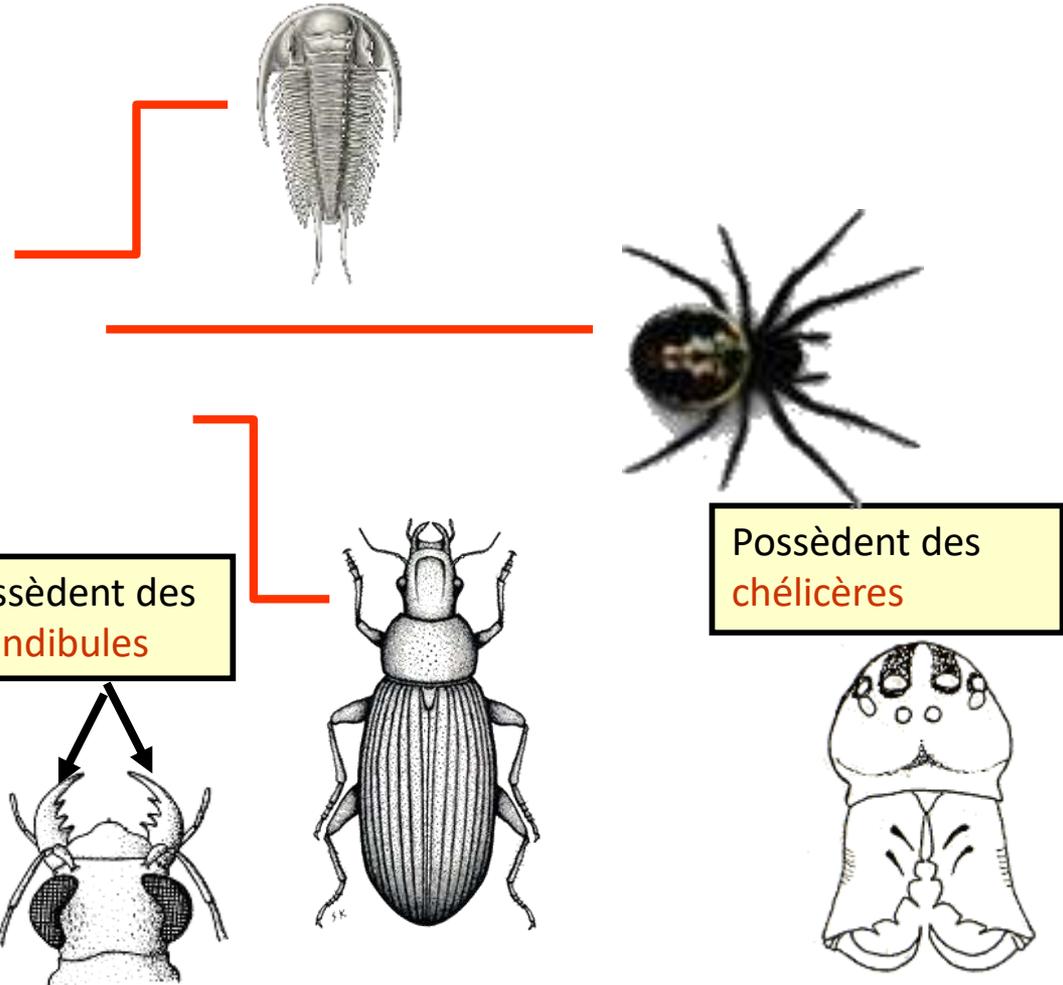
→ Sous-embranchement des Euarthropodes

Super-classe Trilobites

Super-classe Chélicérates

Super-Classe Mandibulates

- Classe des **Crustacés**
- Classe des **Myriapodes**
- Classe des **Insectes**



Possèdent des mandibules

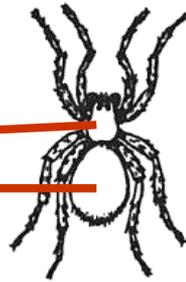
Possèdent des chélicères

Super-classe Chélicérates

- 1. Classe Mérostomates (Xiphosures)
- 2. Classe Pycnogonides (Araignées de mer)
- 3. Classe Arachnides

Corps divisé en 2 :

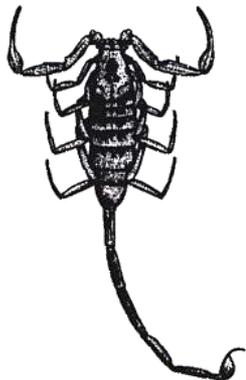
- Céphalothorax
- Abdomen



Pas d'antennes

Respiration aérienne : trachéenne ou pulmonaire

Pas de métamorphose sauf Acariens



Classe des Insectes

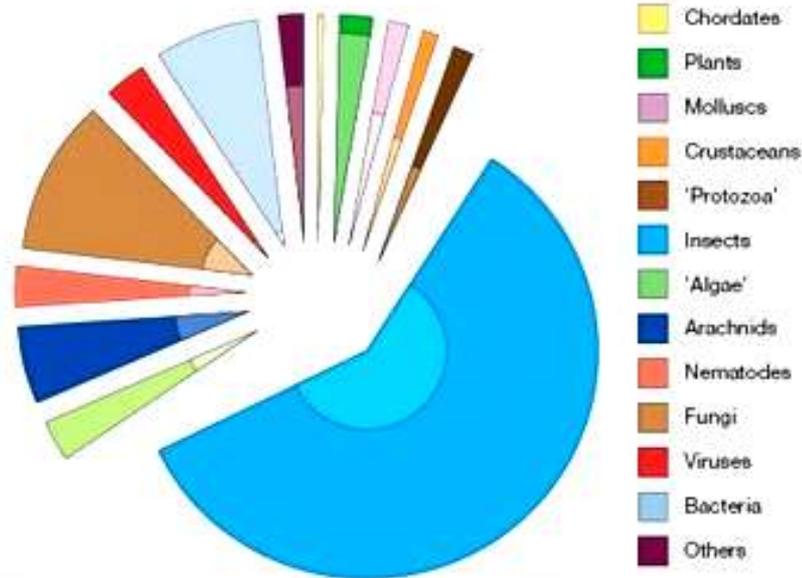


Figure 4 Species richness in major groups of organisms. The main 'pie' shows the species estimated to exist in each group; the hatched area within each slice shows the proportion that have been formally described. Data from ref. 7.

Getting the measure of biodiversity, Purvis & Hector (2000), *Nature*, 405: 212-219

Quelques ordres d'insectes



les scientifiques découvrent encore de nouvelles espèces. Certains pensent même que le nombre d'espèces d'insectes peut atteindre 4 000 000, 10 000 000 ou même 100 000 000 !!! (OPIE, 2020)

Quelques notions sur la biologie des Arthropodes

Développement post-embryonnaire:

Les arthropodes présentent **4** stases (ou **stades**) au cours de leur évolution:

Œuf,
Larve,
Nympe (si métamorphose complète),
Adulte ou imago.

Nympe

= **pupe** (*mouche*)

= **Chrysalide**

(*papillons*)

Ou libre

(*fourmilion +*

majorité des

Holométaboles)

Note: Il y a généralement **plusieurs stades larvaires** dont la morphologie et l'écologie diffèrent de celles du stade adulte (métamorphose).

Quelques notions sur la biologie des Arthropodes

Mue: la croissance est limitée par l'exosquelette rigide. L'animal, enfermé dans son squelette, ne peut pas accroître sa taille.

Solution : changer d'exosquelette au fur et à mesure de la croissance = mues successives

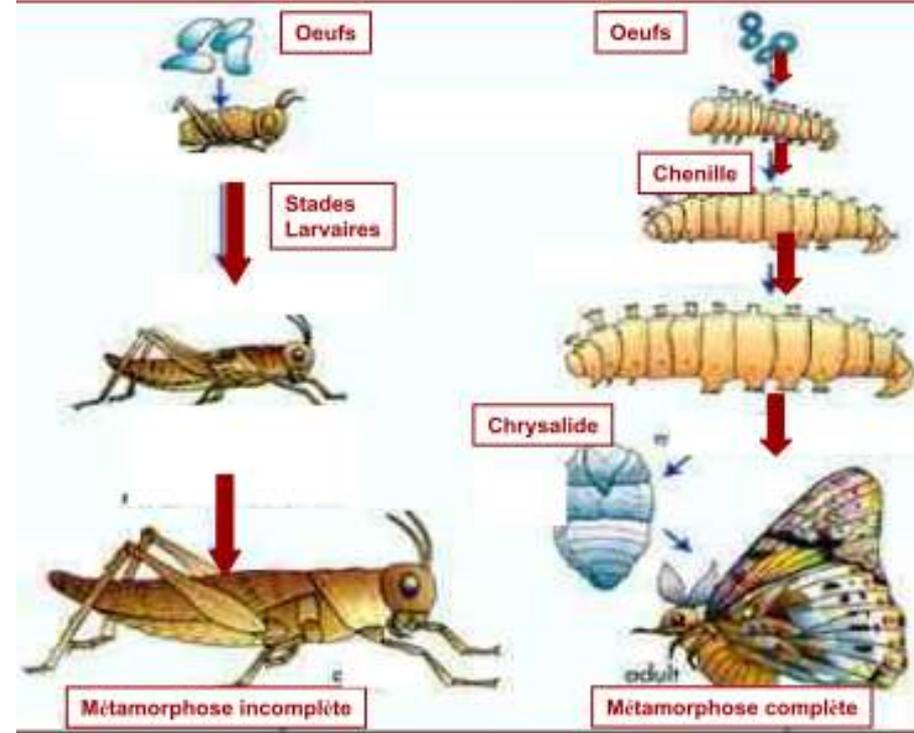
Métamorphose: Changement radical de forme entre les stades larvaires et les stades adultes

Holométabole = métamorphose complète
(La larve ressemble à l'adulte)

Hétérométabole = métamorphose incomplète
(La larve ne ressemble pas à l'adulte, différences Morphologiques et biologiques)



Mues



Métamorphoses

Diapause

forme de vie ralentie: correspondant à une **phase d'arrêt de développement** (*pendant des périodes défavorables*)

➡ s'adapter aux conditions externes

Permet de:

- ✦ Subsister dans des **biotopes périodiquement défavorables** (*hiver, sécheresse,...*)
- ✦ Assurer une **synchronisation** entre: **cycle de vie** + celui de sa proie ou de sa plante-hôte

Quelques définitions à retenir:

Nuisible :

Qui provoque des dégâts économiquement sensibles.

La nuisibilité dépend de:

➡ **l'effectif des ravageurs**

➡ **l'intérêt économique de la plante attaquée**

Pour chaque zone de culture on définit:

« seuils de nuisibilité » = Niveaux de populations critiques, qui servent à déclencher les interventions de lutte

Quelques définitions à retenir:

Dégât : (=déprédation)

Action préjudiciable (dommage) à une plante, exercée par un organisme ou un ravageur, généralement lors de sa prise de nourriture.

Dégâts directs

Spoliation : prélèvement d'une partie (ou de la totalité) d'un organe ou d'un tissu de la plante.

Action toxique : injection dans la plante de salive qui provoque la destruction, la déformation, la décoloration des tissus.

Soustraction de sève : par les piqueurs de phloèmes (insectes à pièces buccales piqueuses: **Homoptères** et **Hémiptères**).

Vidange des cellules: par les **Acariens** et les **Thrips**.

Dégâts indirects

Transmission de virus : surtout par les insectes Homoptères (Pucerons, Cochenilles)

Brulures : provoquées par le miellat rejeté par les insectes Homoptères.

Fumagine : ensemble de champignons noirs qui se développent sur le miellat.

Classification des principaux ravageurs des cultures

TABLE 3.1 Taxonomic classification of the major pests illustrated in chapter 3

Phylum and subphylum (SP)	Class	Order	Family	Common name	
Mollusca	Gastropoda	Pulmonata		Slugs and snails	
Arthropoda	Arachnida	Prostigmata	Tetranychidae	Spider mites	
			Trombidiformes	Tarsonemidae	Tarsonemid mites
			Eriophyidae	Big bud mite	
(SP) Crustacea	Malacostraca	Isopoda	Armadillidae	Woodlice	
			Porcellionidae	Woodlice	
			Oniscidae	Woodlice	
(SP) Myriapoda	Diplopoda	Julida	Julidae	Millipedes	
(SP) Hexapoda	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	Leaf hopper	
			Psyllidae	Psyllids	
			Aleyrodidae	Whitefly	
			Aphidoidea	Aphids	
			Coccidae	Scale insects	
			Pseudococcidae	Mealybugs	
			Thysanoptera	Thripidae	Thrips
			Lepidoptera		Caterpillars
				Tortricidae	Tortrix moth
			Diptera	Agromyzidae	Leaf miners
				Sciaridae	Sciarid flies/fungus flies
				Ephydriidae	Scatella flies/shore flies
				Hymenoptera	Tenthredinidae
Coleoptera	Scarabaeidae	Chafer beetles/grubs			
	Elateridae	Click beetle/wire worm			
	Chrysomelidae	Flea beetles			
		Asparagus beetle			
		Colorado potato beetle			
	Curculionidae	Weevils/vine weevil			

Principaux ravageurs des plantes cultivées

Acariens (Chélicérates , Arachnides)

Insectes (Mandibulates, Hexapodes)

- espèces à taux de reproduction élevé et développement rapide,
- nombreuses espèces phytophages (feuilles, tiges, racines, ou graines)
- à l'origine de la plupart des dommages occasionnés aux végétaux
- stades larvaires et/ou adultes

Pour plus d'informations sur les dégâts voir site:<http://ephytia.inra.fr>

Acariens (Arachnides)

Acariens des plantes légumières et fruitières (vigne)

Tétranyque tisserand:

Tetranychus urticae



Pique les feuilles et aspire le suc cellulaire



Tisse des toiles de soies à la face inférieure des feuilles

Acarien des bourgeons des agrumes:

Aceria sheldoni



- *gonflement anormal et une déformation des bourgeons
- *court-noué
- *Fruits déformés avec de nombreuses excroissances **digitées**

Acariens des grains humides (denrées stockées)

Ravageurs tertiaires, mangeurs de moisissures

Tyroglyphe de la farine



Acarus siro (LINNÉ) – *Tyroglyphus farinae* (LINNÉ)

Tyrophagus du colza



Les Insectes ravageurs

*Ravageurs des plantes
sur pied*

*Ravageurs des denrées
stockées*

Représentés par **5 ordres principaux** :

Coléoptères: charançons, hannetons, taupins,....

Lépidoptères: pyrales, tordeuses, noctuelles,....(larves = chenilles phytophages)

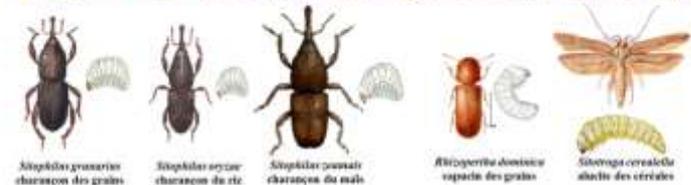
Homoptères: pucerons, cochenille, aleurodes,..

Diptères: mineuses (larves=asticots), mouches des fruits,

Orthoptères: criquets et sauterelles

Les insectes = 1^{er} facteur de risque de détérioration pendant le stockage à long terme

Ravageurs « primaires » se développant à l'intérieur du grain avant l'émergence au stade adulte



Espèces secondaires qui grignotent les grains à l'extérieur (au stade d'adulte et de larve)



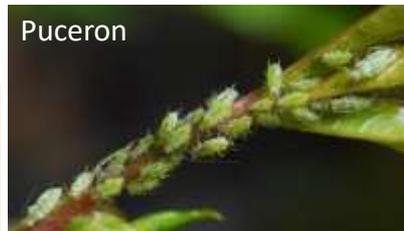
Coléoptères: charonçons, hannetons, taupins,....



Lépidoptères: pyrales, tordeuses, noctuelles,....(larves = chenilles phytophages)



Homoptères: pucerons, cochenille, aleurodes,..



Diptères: mineuses (larves=asticots), mouches des fruits,



Orthoptères: criquets et sauterelles



Méthodes de lutte

La lutte chimique

Utilisation de composés chimiques naturels ou de synthèse pour lutter contre les bio-agresseurs (mesure curative).

Pesticides = fongicides + herbicides + insecticides + molluscicides
+ rodenticides + nématicides...

Les traitements chimiques se font par: fumigation (gaz) ou pulvérisation (liquide)

-La toxicité de ces produits s'exerce par:

- * Contact
- * Ingestion
- * Inhalation

-Certains produits sont dits: **systémiques** = pénètrent dans la plante

(toxiques pour les ravageurs qui les **consomment** Ultérieurement
surtout: Hemiptères succeurs de sève (ex: punaise, cochenilles)

La lutte chimique

Efficace mais :

- Problèmes de résistance des bio-agresseurs vis à vis des produits
- Toxicité vis à vis des autres espèces dont l'homme (effets sanitaires: **Cancérogènes, Neurotoxiques, Reprotoxiques, Perturbateurs endocriniens (25 millions d'intoxications graves par an dont 220 000 morts)**)
- Accumulation dans les sols et pollution durable des écosystèmes
- Accumulation dans les organismes vivants: **phénomène de Bio-accumulation**

Le Monde

PLANÈTE · POLLUTIONS

Partage

Les chiffres noirs des ventes de pesticides « extrêmement dangereux »

Avec 4,8 milliards de dollars en 2018, les cinq géants de l'agrochimie ont réalisé plus du tiers de leur chiffre d'affaires mondial avec les substances les plus toxiques.

Par Stéphane Mandard · Publié le 20 février 2020 à 06h41 - Mis à jour le 20 février 2020 à 15h37

Malgré un important arsenal de molécules
d'origine biologique ou synthétiques
développé depuis + 200 ans...

...toujours des dégâts considérables dans
les cultures et les stocks et des pertes
~35% de denrées alimentaires ...

La lutte physique

Méthode de lutte non polluante,

1. Les filets paragrêles (protection contre la grêle.
Voir lien: <https://youtu.be/0HPO3U3EBps>)
2. Solarisation
3. Les particules abrasives (poudres inertes: terre, terre de diatomées, gels de silice, poudres inertes non siliceuses)
4. La température (choc thermique)
5. Les gaz
6. Les radiations électromagnétiques (radio-fréquence, infrarouge, micro-ondes)**
7. Chocs mécaniques
8. Lutte pneumatique (soufflage/aspiration)

I- Poudres Inertes et abrasives

STOCKAGE CEREALES

Lutte contre les insectes au stockage.

Ce qu'il faut savoir de la terre de diatomée.

26 janvier 2017

Lutte contre les insectes au stockage

Ce qu'il faut savoir sur la terre de diatomée

Nicolas BAREIL (ARVALIS.fr - Institut du végétal)
La terre de diatomée est une des solutions pour lutter contre les insectes au stockage, disponible en France depuis 2015. Quelle efficacité en attendre ? Comment l'utiliser ? Revue bibliographique des connaissances acquises sur ces micro-algues fossilisées.

La terre de diatomée est une substance active autorisée dans l'Union Européenne depuis 2009. Une formulation insecticide et acaricide à base de terre de diatomée s'est vue délivrer une autorisation de mise sur le marché par l'ANSES le 21 septembre 2015. Ce produit, dénommé Silicosec®, est fabriqué par la société Allemande BIOFA AG et distribué en France par Kreglinger. Il peut être appliqué en traitement des grains ou en traitements des locaux.

élevée - favorable aux déplacements des insectes -, plus le traitement sera efficace.

Un effet dépressif sur le PS

La limite majeure pour l'utilisation de la terre de diatomée pour un traitement sur grain est la réduction du PS engendrée. Des essais réalisés par ARVALIS – Institut du végétal ont démontré que des applications de Silicosec® à 0,5 ou 1 kg/t de blé tendre pouvaient engendrer une perte de PS allant de 3 à 5 kg/hl. Ces résultats sont extrapolables à la dose homologuée du produit (2 kg/t).

Ce désavantage limite fortement le potentiel d'utilisation de la terre de diatomée. En Australie, elle est bien plus utilisée en traitement des locaux et, plus récemment, en traitement de la partie superficielle du lot.

Un levier à combiner avec d'autres actions

Collection Brochures Agronomiques



Edition 2017

ALGERIE: usage de la terre de diatomée de Sig.

Utilisation de la diatomite contre les insectes des céréales stockées en silos. باستخدام دياتومي ضد الحشرات



ENOF de Sig



L'application de la poudre est indiquée sur les flèches

Société ENOF: exploitant de la diatomée algérienne

2- Les filets paragrêle

Protection physique associée ou non à d'autres stratégies

- Dégâts moyens : **0,07% - 0,13%**



3-Lutte

pneumatique

Aspirateur à insectes (utilisé en fraisières en Californie)



4- Solarisation

Indian Farmer 2010:783-788; October-2015

Suryawanshi and Shinde

Nematode Management Strategies for Organic Farming and Precision Farming

K. K. Suryawanshi¹ and V. B. Shinde²

C) Solarization:

A promising technique is the use of heat to decrease not only nematode densities, but also other harmful organisms and weed seeds. This can involve pasteurization, steaming, or solarization of the soil before planting. Of these, solarization is probably the most practical. It involves the covering of the soil with clear plastic. Transparent plastic sheets allow short-wave radiation from the sun to penetrate the plastic (Fig 2).



Figure 3. Application of transparent polyethylene film to solarize a field on an organic vegetable farm in the San Joaquin Valley, California. (Source: University of California)

5- La température

Facteur qui conditionne le développement des insectes

Froid:

- Arrêt développement si $T^{\circ}\text{C} < 10^{\circ}\text{C}$ Insectes, $< 8^{\circ}\text{C}$ Acariens
- Maintien du stock $< 8^{\circ}\text{C} \rightarrow$ pas de traitement insecticide
- Méthode répandue au Canada/ peu utilisée en France: coût ? (mais voir le rapport coût/efficacité de la lutte chimique...)

Chaleur

- Séchage: destruction efficace des Insectes et Acariens
- Traitement $55/60^{\circ}\text{C}$ pendant 15 minutes
- Lit fluidisé : suspension des grains dans un courant d'air chaud à 150°C 8 sec ou 60°C 1 min
- Micro-ondes : semences et épices (petites Q)
- Méthode très coûteuse

6- Les gaz inertes

Dioxyde de carbone (CO₂) et azote (N₂)

- Conservation des grains dans cellules étanches à l'air : \nearrow [CO₂] (respiration des grains)
 - Remplacement de l'atmosphère par un gaz inerte
- durée de traitement : qq jours à qq semaines en fonction de la T°C
→ Asphyxie des Insectes et Acariens

Avantages:

- Gaz non toxiques
- Pas de résidus , pas de nuisance a l'environnement

Alternative aux fumigènes toxiques comme le bromure de méthyle (CH₃Br)

Méthode utilisée dans les pays en voie de développement

7 - Les radiations ionisantes

Rayonnement à ondes courtes (gamma)

→ détruit efficacement les œufs et les larves

- Trop dangereux pour les manipulateurs
- Trop onéreux (équipements spécialisés)
- Altération des produits traités

La lutte biologique

Élimination des ravageurs par l'introduction d'autres organismes (prédateurs ou parasites) ou l'utilisation des molécules de communication chimique

1. **Lutte par entomophages** (insectes auxiliaires)
2. **Lutte microbiologique** (entomopathogènes)
3. **Lutte autocide** (par mâles stériles)
4. **Lutte par confusion** (molécules de la communication chimique)

Développement années 60 comme alternative aux traitements chimiques (polluants , coûteux)

Conditions de mise en œuvre de la lutte biologique :

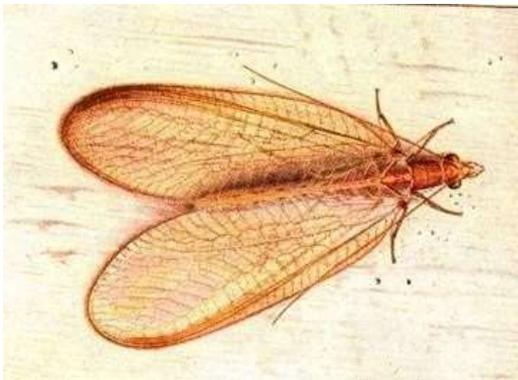
- **Connaissance de la biologie de la physiologie et du comportement des espèces de ravageurs**
- **Connaissance de la biologie de ses ennemis naturels (prédateurs , parasites)**

1. Lutte par entomophages

Utilise des **prédateurs d'insectes**, qui se nourrissent surtout des larves des espèces ravageuses

- Représentants parmi les Hyménoptères, les Coléoptères (**Coccinella**, Adalia, Harmonia "dévoreuses de Pucerons..."), les Hémiptères (Macrolophus prédatrices d'Acariens...) les Névroptères (**larves de Chrysope** prédatrices de pucerons...), les Diptères (larves de Syrphides prédatrices de pucerons)...
- Les plus intéressants sont les espèces prédatrices au stade larves et imagos (Coccinellidés)

■ Utilisation du Chrysope (Névroptère) pour la lutte contre les pucerons



Puceron

Stade adulte de Chrysope et larve prédatrice de pucerons

1. Lutte par entomophages

▪ Utilisation de la Coccinelle (Coléoptère) pour la lutte contre les pucerons

La "Coccinelle à sept points"
Coccinella septempunctata,
auxiliaire commun prédateur de
pucerons aux stades larve et imago:



Ce sont les auxiliaires les plus employés. D'autres insectes s'attaquent aux pucerons comme les larves de certaines espèces de Syrphes (mouches jaunes et noires)

▪ Utilisation du Trichogramme (Hyménoptère) pour lutter contre la Pyrale du maïs:

Très petits insectes <1mm
Parasites, pondent dans les œufs de Pyrale
lâchers inondatifs 300 000 Trichogrammes/ ha
Autre utilisations:
- contre la tordeuse de la vigne
- contre la noctuelle



Utilisation des prédateurs entomophages comme auxiliaires

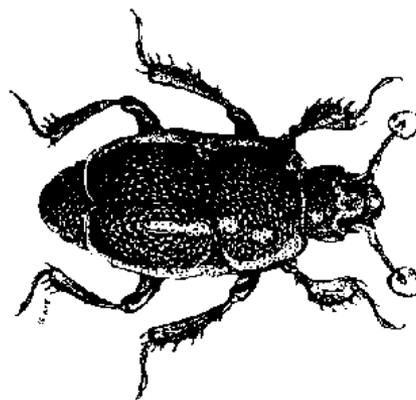
- Cadelle: *Tenebroides mauritanicus*



prédateur de
Tribolium castaneum



- Introduction de
Teretriosa nigrescens
(Coléoptère) , prédateur
naturel du **grand capucin**
du maïs
(Togo, Kenya 1991)



2. Les entomopathogènes

■ Bactéries

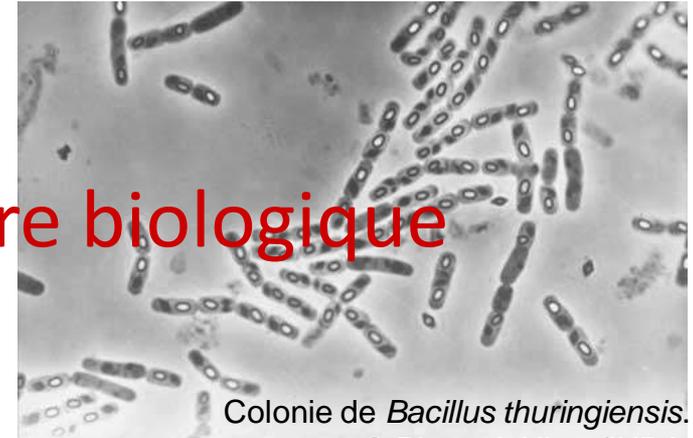
Ex: ***Bacillus thuringiensis*** bactérie Gram + du sol

- produit des toxines, pro-toxines commercialisées sous forme de cristaux

- - → **Le plus utilisé en agriculture biologique**
(détruit par la lumière)
- Actives dans l'intestin moyen de l'insecte elles lysent les cellules épithéliales du TD → mort
Efficacité plusieurs mois

- Traitement de surface suffisant pour les céréales

- → **Apparition de résistances**
→ Bio-pesticides spécifiques : lutte contre la pyrale du maïs



Colonie de *Bacillus thuringiensis*.
© Photo J. Niore/INRA.

■ Baculovirus: virus spécifiques des Arthropodes :

- infectent les larves de Lépidoptères, Coléoptères
- Ex: NPV Nuclear Polyhedrosis Virus: virus inclus dans des polyèdre protéiques de 1 à 5 µm) pathogène de Pyralidés (*Plodia interpunctella*)



Polyèdre du baculovirus d'*Autographa californica*

3. Lutte autocide (lâchers de mâles stériles)

Principe: introduction en grand nombre de mâles stériles , au comportement sexuel intact

- Compétition avec les mâles sauvages
- Pas de descendance
- Réduction de la population ciblée

Exemple: lutte contre la Cératite
(ver des fruits)
en Amérique centrale



Emploi restreint à quelques cas bien adaptés.

4. Lutte par confusion chimique

Utilise les propriétés des **molécules naturelles de la communication chimique** émises par les insectes pour perturber leurs signaux de communication intra-et/ou interspécifiques:

- **phéromones** (intraspécifiques):

- *Phéromones sexuelles*: émises par femelles, permettent l'attraction des mâles (Lépidoptères)

La phéromone de synthèse épanchée sur la culture entraîne une saturation de signaux sexuels, rendant les papillons mâles incapables de détecter les femelles → **Confusion sexuelle** donc pas d'accouplement

- *Phéromones d'agrégation*: effet attractif sur les 2 sexes

→ destruction d'une partie ou de la totalité d'une population

→ estimation de la taille de la population

- * **substances allélochimiques** (interspécifiques) capables d'affecter la physiologie, la biologie ou le comportement d'une autre espèce

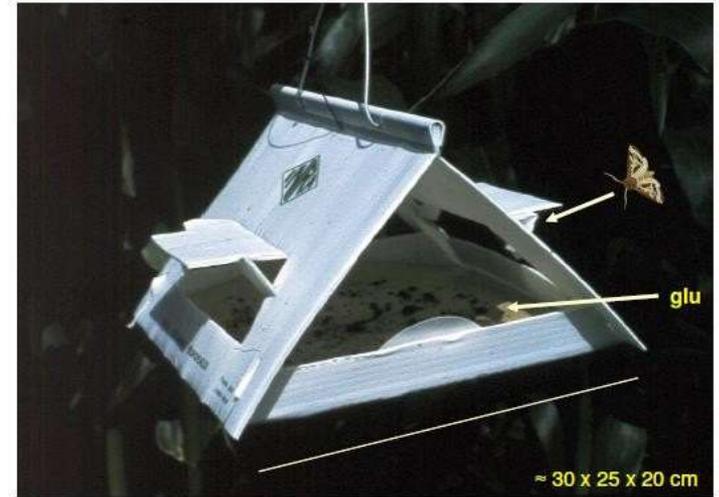
- allomones et kairomones

Utilisation des phéromones dans la lutte contre les ravageurs

- années 60 : commercialisation des premières molécules de synthèse (USA), utilisation en protection des cultures
- Emploi en association avec des pièges

Avantages / insecticides chimiques:

- ✓ Molécules spécifiques
- ✓ Non polluantes
- ✓ Biodégradables
- ✓ Non toxiques pour les autres espèces



Méthode peu répandue marché < 1% du marché des insecticides chimiques...

Au-delà de la lutte biologique: la lutte biotechnologique

- plantes transgéniques "Bt", modifiées par ajout d'un ou plusieurs gènes codant la toxine insecticide (Cry1Ab) de *Bacillus thuringiensis* dans le génome de la plante hôte.

Ex: Maïs Bt gène de résistance à la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis*.

Ex: Coton Bt

> Protection efficace et ciblée contre le ravageur

Inconvénients

- Risque de dissémination aux plantes non OGM/sauvages
- Présence dans tous les PGM d'un gène de résistance aux antibiotiques utilisé comme «gène marqueur»
- Persistance du transgène dans l'environnement
- Impacts collatéraux sur espèces non-cibles
- Risque d'apparition de résistances

Aménagement des pratiques culturales

1. Mesures prophylactiques

- Emploi de matériel végétal sain (certifié) ; choix variétal
- Elimination des résidus de récoltes

2. Moyens de désinfection physiques et chimiques

- Chaleur / eau bouillante / ultrasons / formol / eau de javel

3. Pratiques culturales

- Rotation des cultures : mise en place d'une culture non hôte ou défavorable à la vie d'un ravageur pendant une durée > celle de son cycle de développement ou ses capacités de survies
- Modification de dates / densité de semis
- Sélection de variété résistante/tolérante
- Emploi de plantes pièges (stratégie push-pull *P&P*)

La sélection culturelle

Principe: sélectionner les variétés résistantes aux ravageurs en exploitant les propriétés naturelles de résistance des plantes aux insectes phytophages

- Protection mécanique ou chimique de la plante (toxique)
- Développement de variétés génétiquement modifiées pour résister à un insecte → **lutte biotechnologique**

La lutte intégrée contre les ravageurs

Définition (directive communautaire 91/414/CEE du 15 juillet 1991)

« Combinaison de mesures biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques, culturales ou intéressant la sélection des végétaux dans laquelle l'emploi de produits chimiques phytopharmaceutiques est limité au **strict nécessaire** pour maintenir la présence des organismes nuisibles en dessous du seuil à partir duquel apparaissent des dommages ou une perte économiquement inacceptables. »

Lutte chimique 1950-70

Lutte raisonnée 1970-80

Lutte intégrée >1980 (Integrated Pest Management = IPM)

Etude de quelques ravageurs des cultures: Présentation, dégâts, moyens de lutte

Culture céréalières:

Le ver blanc des céréales:
Geotrogus deserticola

Ordre: Coleoptera
Famille: Scarabeidae
Genre: Geotrogus

- *Ravageur polyphage (s'attaque à toutes les cultures).*
- **Sur céréales:** les larves rongent et sectionnent les racines et les



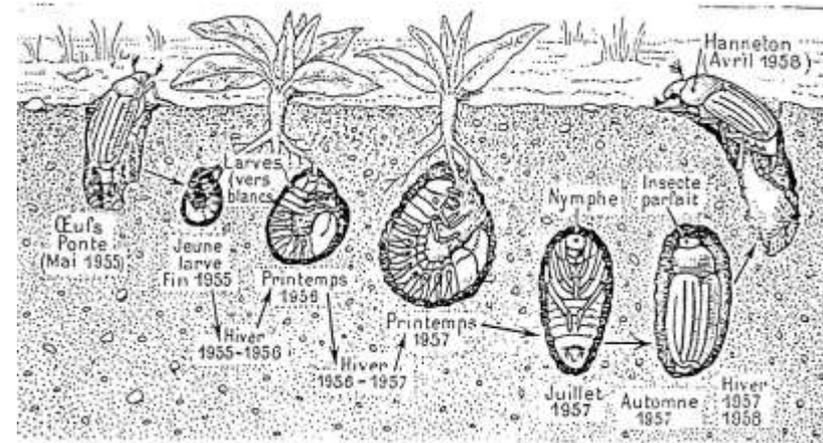
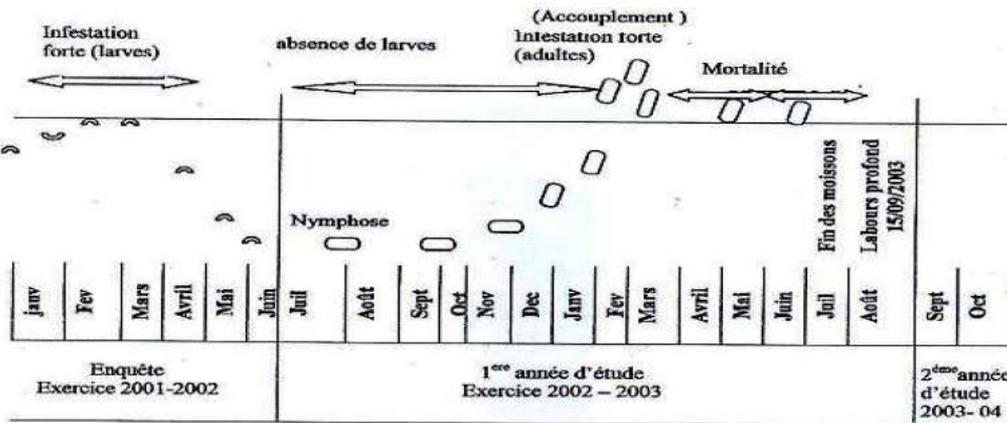
Cycle biologique

Cette espèce possède un cycle évolutif de 3ans.

Cette période se caractérise par 03 stades larvaires

- Stade L1-----+06 mois.
- StadeL2-----+12 à15mois.
- StadeL3-----+Pus de 03 mois.

Schéma représentatif du mouvement dans le sol et cycle de vie du hanneton des céréales durant la campagne agricole 2002/2003 dans la region d'Oran



Yahiaoui et Bekri (2014)

Moyens de lutte:

- * Traitement chimique en phase automnale des semences (enrobage) avant les semailles
- * Labours superficiels en phase estivale suivis de labours profonds en période automnale
- * Traitement complémentaire localisé en cours de végétation au printemps
- * Maintient des traitements durant au moins deux années successives dans les parcelles infestées (pour briser le cycle biologique du ver blanc)

Cultures maraîchères

Mineuse de la tomate:

- ***Tuta absoluta***

- Envahissant
hautement
destructeur

- - S'attaque aux



Les larves plus âgées
attaquent plutôt le fruit

La **pupa** a lieu à
l'intérieur ou à l'extérieur
du tunnel, ou dans le sol.



Ordre: Lepidoptera
Famille: Gelechiidae
Genre: *Tuta*

- Vit sur les surfaces et
à l'intérieur des
feuilles, des tiges et

Signes et symptômes

petites perforations
forme irrégulière,
trous de sortie

pourriture due à des infections secondaires
excréments (matière poudreuse fine)

également dans les
fruits de tomate.



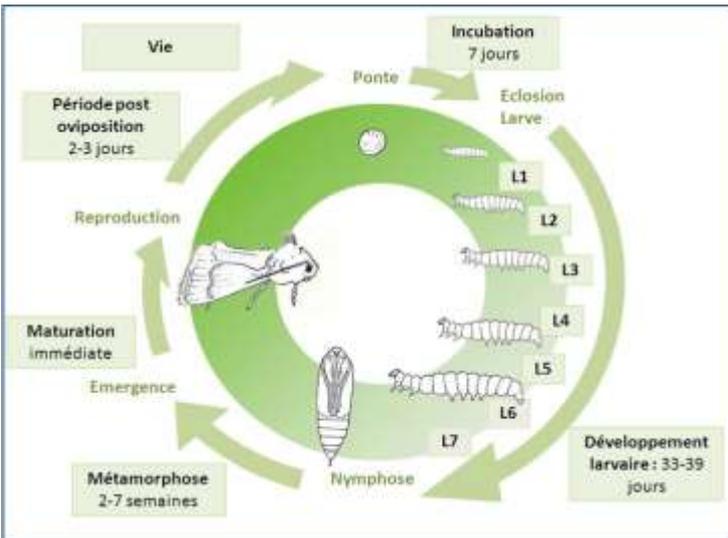
plantes de la
famille des

solanacées (pommes)

Moyens de lutte

Cycle biologique

- 10 à 12



METHODES DE LUTTE

Afin de protéger la culture de tomate contre ce ravageur, il est indispensable de combiner les différents moyens de lutte (lutte prophylactique, biologique et chimique).

LUTTE PROPHYLACTIQUE

- Utiliser des plants sains ;
- Eliminer les organes atteints en les mettant dans des sacs noirs et en les exposant au soleil ;
- Détruire les déchets de la récolte précédente ;
- Désherbage, binage et effeuillage ;
- Installer l'insect-proof aux portes des serres et aux ouvertures latérales ;
- Tuteurage avec des fils en plastique ou métallique.

LUTTE CHIMIQUE

- Appliquer des produits autorisés contre ce ravageur ;
- Respecter la dose de produit et le nombre d'applications ;
- Alternier les matières actives pour éviter le phénomène de résistance.

LUTTE BIOTECHNOLOGIQUE

- Mise en place de piégeage massif à raison d'un piège Delta ou à eau par serre et 20 à 25 pièges à eau en plein champ.
- L'entretien des pièges doit être assuré régulièrement par :
 - ❖ Le changement de la plaque engluée dès sa saturation dans le cas des pièges Delta ;
 - ❖ Le remplissage du bac à eau jusqu'à sa limite supérieure sans que l'eau n'atteigne la capsule à phéromone ;



Piège à eau



Piège Delta

Source: INPV (2020)

Arbres fruitiers (Rosaceae et Agrumes)

- **Mouche méditerranéenne des agrumes:**

Dégâts:

- * Tâche marron apparaît au point de ponte qui évolue en pourriture (voie de pénétration pour les champignons et les bactéries)

- * Pulpe devient molle, maturation accélérée → chute de fruit

- * Dégâts importants en été et en automne

- **Nombre de génération:** 3 à 5 génération/an (7 à 8 G/an dans d'autres régions)

Ordre: Diptera
Famille: Tephritidae
Genre: *Ceratitis*

Cycle biologique



Voir le lien pour plus d'informations

<https://www.filahia.com/fr/pro-vege/ceratite-des-agrumes/>

Moyens de lutte

Moyens biologiques

◆ Piégeage massif

- Pièges de type « gobe mouche » en très grande quantité sur le verger (30 à 400/ha). Mettre insecticide et des attractifs alimentaires)



- Piège Olipe: par de simples bouteilles d'eau minérale présentant des trous dans la partie haute, rempli par un mélange de sulfate diammonique + 1 L d'eau + 1 CS sucre sont suspendues sur les branches à hauteur d'homme.



- ◆ Piège à phéromone: utilisation de phéromones sexuelles pour la capture des mâles (type delta ou autre)



Moyens chimiques

- ◆ Utilisation d'un mélange d'insecticide sélectif et d'un hydrolysât de protéine pour la capture des jeunes femelles non mûres sexuellement (pulvérisation sur les feuilles basses de l'arbre)

Pratiques culturales

- ◆ Destruction et enfouissement des fruits attaqués ou mis dans des sacs en plastique fermés hermétiquement et exposés au soleil pendant deux mois au minimum.
- ◆ Elimination des plantes réservoirs présentes autour des parcelles
- ◆ Travail du sol régulier en hiver sur les 5 premiers centimètres sous les frondaisons (destruction des pupes hivernantes)