

Chapitre 2 - Facteurs influençant la bio- écologie des bio-agresseurs

Rôle de la richesse et de la diversité de la végétation

Les populations des bio-agresseurs sont sous a dépendance des végétaux et de leur répartition spatiale. Ces végétaux peuvent servir de nourriture, de refuge et de lieux d'hivernation pour les ravageurs.

La végétation herbacée et les zones boisées offrent un microclimat favorable que les champs cultivés, qui les protègent des variations de température trop importantes. Ces lieux créent un milieu favorable pour la ponte et au développement des larves.

Les paysages les plus complexes qui comportent plus d'habitats sont associés à une plus grande abondance et une plus grande diversité des ravageurs.

Une succession de milieux variés permet aux ravageurs une continuité de développement en assurant une meilleure coïncidence spatio-temporelle avec leurs hôtes. La recherche de plantes hôtes par les ravageurs est sous l'effet de stimuli complexes et olfactifs en provenance de la plante. Dans certains cas, les cultures mixtes peuvent influencer les populations des ravageurs. Par exemple, une association carotte-oignon réduit le nombre des ravageurs de la carotte, ceci est expliqué par le phénomène d'attraction-répulsion exercé par la plante sur le ravageur.

Les monocultures offrent des conditions insuffisantes pour l'installation des auxiliaires. Par contre, ce sont les habitats semi-naturels tels que les forêts, les haies, les bordures des champs, les terres en jachère qui leur offrent les conditions favorables parce qu'ils sont plus complexes et renferment une plus grande biodiversité. Les études ont montré que ces milieux contiennent plus d'organismes bénéfiques que d'organismes nuisibles.

Une végétation plus diversifiée correspond à une plus grande quantité de pollen et de nectar, ceci conduit à plus d'auxiliaires tels que les Scarabés (Coléoptères) dans les champs de blé, les syrphes dans les champs d'orge, les coccinelles dans les vergers.

Par exemple, chez les syrphidés (Diptères), les adultes se nourrissent de pollen et de nectar, les larves se nourrissent de chenilles, de pucerons et de petits insectes.



larves de syrphes consommant des pucerons



Syrphe adulte

Certains végétaux sont des hôtes primaires pour certains ravageurs :

-le fusain (*Eronymus sp*) est une plante hôte primaire pour le puceron noir de la fève (*Aphis faba*).



le fusain (*Eronymus sp*)



-les Rosacées sont des hôtes primaires pour le puceron des céréales (*Metopolopium dirhodum*).

-Quelques Graminées sont des réservoirs pour les virus.

Il y a aussi des plantes qui produisent des substances volatiles qui attirent les insectes en période de pollinisation.

Composition floristique et bio-agresseurs

La composition floristique d'un milieu influence aussi bien sur les bio-agresseurs que sur les auxiliaires. En effet, la végétation qui compose les bordures des champs peu avoir un effet sur les conditions de vie, l'abondance et les relations entre les bio-agresseurs et les auxiliaires.

Chez le blé, les végétaux des bordures des parcelles peut favoriser les parasitoïdes et les prédateurs des pucerons, ce qui permet de réguler les populations de ces ravageurs. En plus, l'augmentation e la diversité végétale des bordures conduit à plus de parasitoïdes dans les parcelles du blé.

Exemple : l'augmentation des plantes entomophiles (ce sont des plantes qui attirent les insectes) dans les bordures conduit à plus de Syrphes qui parasitent les pucerons du blé.

Les études ont montré que plus la surface en céréales est importante plus il y a présence de pucerons, et plus la surface en végétaux spontanés est importante autour des champs de blé moins on observe de pucerons. Donc les paysages homogènes tels que les monocultures favorisent le maintien des ravageurs dans la parcelle, et la végétation spontanée favorise la présence de prédateurs et de parasitoïdes grâce aux ressources qu'elle leur fournit tel que le nectar, pollen, refuge, lieu de ponte, lieu de reproduction.

Exemples :

Une expérience en France a été menée sur l'effet du frêne (*Fraxinus sp*) (الدردار) et du peuplier (*Populus sp*) (الصفصاف) sur les ravageurs du poirier (الاجاص). Les résultats ont montré que le frêne présent dans les bordures des vergers de poirier abrite plus de prédateurs et de parasitoïdes que le peuplier. Ces prédateurs permettent le contrôle biologique du psylle (*Cacopsylla pyri*) et limitent donc l'utilisation de pesticides.

Une étude en Australie a été conduite sur le coton, les résultats ont montré que les parcelles du coton en monoculture abritent plus de noctuelles (*Helicovespa sp*) qui est un Lépidoptère. Tandis que dans les parcelles de coton associé avec plusieurs espèces végétales tels que le la luzerne, le sorgho, la carthame, la tomate il y a moins de noctuelles.



La noctuelle du coton
(*Helicovespa sp*)



Une coccinelle s'attaquant aux pucerons

Une autre expérience a été faite aux USA, ils ont associé le melon avec le seigle, ils ont remarqué que le melon est moins attaqué par la punaise (*Geocoris sp*) qu'une culture de melon associée avec du trèfle.

Dans un verger d'oranger au Brésil, l'implantation de deux mauvaises herbes appartenant à la famille des Astéracées a permis l'installation de plus d'Acariens prédateurs de la famille des Phytosiidae contrairement à des vergers d'oranger nus.

En Italie, les vignobles où il y a des plantes herbacées entre les rangs abritent plus d'Acariens prédateurs contrairement aux vignobles désherbés.

Au Maroc, les mauvaises herbes suivantes : la mauve (*Malva sp*), le liseron (*Convolvulus sp*) et la cuscute (*Cuscuta sp*) sont des plantes hôtes de l'acarien du pommier (*Tetranychus urtica*), donc ces mauvaises herbes sont des foyers potentiels à partir desquelles se fait l'infestation du pommier.



L'acarien du pommier
(*Tetranychus urtica*)



La mauve (*Malva sp*)



le liseron (*Convolvulus sp*)

Nature et rôle des signaux chimiques émis par les plantes

Les relations entre les bio-agresseurs et les plantes hôtes sont conditionnées par différents caractères physiques des végétaux tels que la taille, la forme, la présence de cires épicuticulaires, le stade phénologique et la couleur de la plante mais aussi par des facteurs chimiques tels que la présence de métabolites secondaires.

Il existe chez les végétaux ce que l'on peut appeler communication végétale. Cette communication peut se faire entre les plantes mêmes ou avec d'autres organismes tels que les insectes par exemple. Il s'agit soit : d'une émission par l'intermédiaire de composé sémiochimique, de signal électrique, signal sonore, signal hydraulique ou bien signal lumineux. Ces signaux sont en relation avec des stimuli d'ordre environnemental et qui sont en relation avec les organismes qui reçoivent ces signaux. Dans le cas de signaux chimiques ce sont des composés chimiques appelés sémiochimiques qui sont des composés synthétisés par un organisme, émis, transmis et reçus par un autre organisme, et qui affectent la physiologie ou le comportement d'autres organismes au sein de la même espèce ou entre différentes espèces. Cette communication chimique est indispensable au cycle de la vie et la discipline qui s'occupe de ces signaux est nouvelle et elle est dite écologie chimique.

L'action de ces composés se fait au sein d'une même espèce ou bien entre différentes espèces. Au sein de la même espèce: il s'agit de phéromones qui sont des composés dont l'action provoque des modifications physiologiques. Ceci est observé surtout chez les insectes.

Entre espèces différentes: il s'agit de molécules allélochimiques qui interviennent dans la communication des plantes entre elles. Ce phénomène est appelé allélopathie.

Il existe deux types de molécules allélochimiques :

*les allomones :

Ils sont bénéfiques pour l'organisme émetteur. Par exemple certaines odeurs repoussent les insectes ravageurs et même les herbivores.

Un autre exemple est celui du tabac qui, lorsqu'il est attaqué par des chenilles, émet des substances chimiques qui attirent certaines espèces de guêpes qui sont des prédateurs de ces chenilles.

*les kairomones : ils sont bénéfiques pour l'organisme receveur. Par exemple, la couleur d'une fleur attire les insectes pollinisateurs.

Les différents modes de communication

Communication souterraine

Cette communication se fait au niveau du système racinaire. En effet Des signaux peuvent être échangés entre les systèmes racinaires au sein de la même plante ou au sein de plusieurs plantes.

Communication aérienne

Cette communication se fait au niveau de la partie aérienne de la plante, il s'agit de composés chimiques volatils sécrétés par des cellules spécifiques. Dans le cas ou ces cellules sécrétrices sont au niveau de l'ensemble de la plante, on parle de plante aromatique, et dans le cas ou ces cellules excrétrices sont situées au niveau des fleurs on parle alors de plantes à parfum.

Communication intra-plante

Ce type de communication se fait à l'intérieur de la même plante, elle se fait principalement par voie hormonale à travers les systèmes vasculaires. Cette communication se manifeste par exemple dans la défense contre le stress hydrique. Lorsque les racines commencent à se dessécher, il y a synthèse d'acide abscissique qui passe des racines vers les feuilles par l'intermédiaire du xylème pour la fermeture des stomates et lutter ainsi contre la sécheresse.

Communication inetr-plantes

Ce type de communication il s'agit de l'émission de des signaux sonores qui se traduisent par la perception de vibrations acoustiques émises par un prédateur par exemple.

Il y a aussi des signaux chimiques volatils émis par une plante et reçu par une autre plante

Mécanismes de défense des plantes contre les bio-agresseurs

La défense mécanique.

La défense par le mécanisme attraction-répulsion.

La défense chimique.

La défense mécanique :

Lorsqu'une plante est attaquée par un bio-agresseur, elle se défend en adoptant différentes stratégies. Parmi ces stratégies on cite les suivantes :

Certaines plantes développent des structures défensives externes telles que les épines sur les feuilles et sur les tiges pour empêcher les herbivores de les attaquer.

- Exemple : en Afrique, les Acacias possèdent de longues épines dans le bas et des épines courtes dans le haut pour empêcher les herbivores de les consommer.

Certaines plantes produisent des composés à la surface de la tige pour empêcher les attaques des bio-agresseurs. Parmi ces composés : la résine, la lignine et la cire.

Certaines plantes secrètent des gommes engluantes pour piéger les insectes.

Certaines plantes (surtout les arbres) protègent leurs fruits par de nombreuses couches.

La défense par le mécanisme attraction-répulsion :

Il existe des plantes attractives et des plantes répulsives.

Certaines plantes attirent les insectes ravageurs, quand ces plantes sont installées à une certaine distance des cultures, elles détournent les ravageurs.

Les capucines attirent les pucerons, ces derniers vont former des colonies qui seront repérées par les coccinelles et les syrphes. Ces derniers vont les attaquer et on aura ainsi un foyer d'insectes auxiliaires.

le tabac attire et engluie les petits insectes.

Le thym, la sauge et la sariette repoussent les altises (Lépidoptères).

Le souci déroute les noctuelles (Lépidoptères).

Les plantes mellifères (lavande, thym, bourrache) attirent les butineurs.

La camomille romaine attire les pucerons et leurs prédateurs en même temps.

La piéride du chou :

- A l'état adulte, elle évite l'armoise, le céleri, la capucine, l'oeillet d'inde, le romarin, la tomate.
- A l'état larvaire, elle évite le bourrache et le thym.

- Le carpocapse du pommier et poirier (Lépidoptères) fuit l'armoise et la capucine.

- L'altise s'attaque aux choux, navets, radis, et il évite la chataine (herbe de chat), l'oeillet d'inde et le romarin.

La défense chimique :

Les plantes attaquées par les bio-agresseurs peuvent se défendre en émettant des composés toxiques, des odeurs nocives ou des substances aromatiques qui attirent les auxiliaires.

Chez certaines plantes, il y a émission de composés chimiques qui attirent les individus mâles d'une espèce auxiliaire donnée, ces individus vont consommer ce composé et il va y avoir production de phéromones sexuelles qui attirent les individus femelles de cette espèce, et on aura ainsi un foyer d'auxiliaires.

Lorsque certaines plantes sont attaquées par des chenilles, elles vont produire des substances chimiques qui attirent les prédateurs de ces chenilles.

Colletotrichum circinaus est un champignon qui provoque une maladie appelée l'anthracnose des Liliacées (oignon, ail). La stratégie de lutte de l'oignon pour résister à ce champignon est que les bulbes à écailles externes sèches de couleur rouge ou jaune sont plus résistants que les bulbes à écailles incolores.

Les spores de ce champignon ne germent pas dans les gouttes d'eau placées sur écailles colorées, contrairement aux écailles incolores. Ces écailles colorées contiennent une substance chimique qui réduit la germination des spores.



Colletotrichum circinaus sur oignon

Certaines plantes dicotylédones (l'haricot par exemple) renferment dans leurs parois cellulaires des substances chimiques qui permettent de résister à certains champignons.

Chez certains Acacias d'Afrique, quand les herbivores commencent à consommer les feuilles de ces arbres, les arbres voisins commencent à concentrer des tanins dans leurs feuilles qui les rendent impropres à la consommation.

Certains pucerons secrètent une phéromone quand ils sont attaqués par des prédateurs. Cette phéromone est un signal d'alerte aux autres pucerons pour se disperser et s'en fuir.

Effet des facteurs abiotiques sur le comportement des bio-agresseurs

Les facteurs abiotiques sont :

Les facteurs climatiques, les facteurs édaphiques, et les facteurs topographiques.

La température

La température du milieu est un facteur universel. Elle a une importance capitale car elle contrôle la vitesse des réactions biochimiques, et par là il conditionne directement, en tout milieu, toute vie. Elle contrôle directement la respiration, la croissance, la photosynthèse, les activités locomotrices. Elle conditionne la répartition de la totalité des espèces.

Il faut considérer non seulement les températures moyennes mais également les valeurs extrêmes.

Dans les climats terrestres, les amplitudes maximales de température vont approximativement de -70°C aux pôles à $+60^{\circ}\text{C}$ au Sahara.

Types des espèces en fonction de leur tolérance aux amplitudes thermiques

-Les espèces sténothermes :

Ce sont des espèces qui tolèrent des variations de faible amplitude autour de températures moyennes durant leur vie active :

Quand la température est comprise entre 43°C et 18°C (**sténothermes "chauds"**). Moustique.

Quand la température est comprise entre 18°C et 14°C (**sténothermes "tempérés"**). Homme.

Quand la température est inférieure à 14°C (**sténothermes "froids "**). Ours polaire.

-Les espèces eurythermes :

Les espèces susceptibles de supporter des variations de grande amplitude entre une température inférieure à 13°C et une température supérieure à 43°C .

Exemple : Poisson du désert.

Température optimale :

C'est la température à laquelle le développement et les réactions métaboliques se déroulent de la meilleure manière possible avec le minimum de dépense énergétique.

Les vertébrés homéothermes sont parmi les organismes animaux les plus eurythermes.

Les insectes, animaux à température variable, dits poïkilothermes, sont généralement des sténothermes.

Les animaux poïkilothermes (à sang froid ou hétérothermes) sont des animaux n'ayant pas la capacité de réguler via leur organisme leur température interne et donc sont soumis à l'apport extérieur en chaleur. Par cette caractéristique, ils diffèrent des homéothermes qui contrôlent leur température interne.

Les espèces homodynames

Ce sont des espèces dont le nombre de générations par an varie selon les conditions climatiques locales (ex: mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata*).

Les espèces hétérodynames

Ce sont des espèces dont le nombre de générations par an est constant quelles que soient les conditions climatiques. Exemple : le carpocapse du pommier (*Cydia pomonella*) possède une génération par an dans la moitié nord de la France et deux dans la moitié sud.

Réactions aux conditions thermiques défavorables

Des animaux comme les chauves-souris, les rongeurs, les insectivores entrent en hibernation.

Leur température corporelle diminue, leur rythme respiratoire et cardiaque aussi.

Le bio-agresseur peut également entrer en diapause ou en quiescence, il peut le faire pendant sa vie embryonnaire, larvaire, nymphale ou imaginale.

La diapause

Le bio agresseur aborde la période difficile avec une préparation physiologique complexe :

- Déshydratation des tissus
- Ralentissement de la respiration
- Abaissement du métabolisme énergétique
- Augmentation de la teneur en lipide des tissus.

La diapause est donc une réponse aux stimuli de l'environnement qui annonce une détérioration du climat. Il y a donc de la part de l'insecte une prévision de l'arrivée de la période défavorable.

La diapause est en principe indispensable au bon déroulement du cycle vital de l'animal.

La quiescence

C'est un phénomène exogène par lequel le bio-agresseur s'engourdit dans une sorte de repos transitoire. Exemple : les bourdons en hiver.

Les nématodes

Les nématodes sont des vers ronds, métazoaires, triploblastiques (possédant 3 feuillets cellulaires), microscopiques, translucides et invisibles à l'œil.

cylindriques, non segmentés, ils possèdent des systèmes nerveux, digestif, excréteur et digestif mais ne possèdent pas de systèmes respiratoire et circulatoire. Ils sont présents dans tous les milieux (eaux douces, mers, sols), sous tous les climats et à toutes les latitudes. Ce sont les organismes les plus abondants sur terre.

Dans un sol ordinaire on peut trouver jusqu'à 1 million de nématodes / mètre carré. La plupart des nématodes mènent une vie libre, d'autres sont adaptés au parasitisme animal et ils sont appelés les zooparasites, d'autres sont adaptés au parasitisme végétal et ils sont appelés les phytoparasites.

Ils forment un groupe homogène par leurs caractères morphologiques et anatomiques, mais très diversifié par leurs modes de vie.

Ils ont une particularité qui s'appelle l'**eutélie** : c'est-à-dire ils ont un nombre fixe de cellules et leurs corps s'accroît par la croissance des cellules et non pas par la division cellulaire.

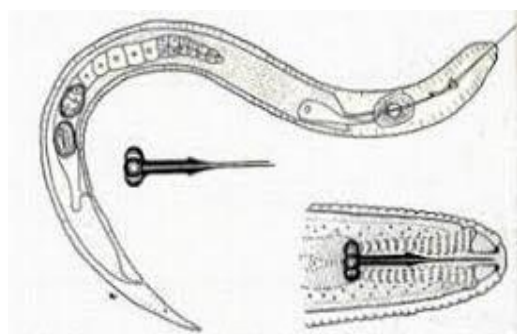
Ils ont un corps cylindrique, allongé, entouré d'une enveloppe rigide et élastique qui est la cuticule.

Le tube digestif comprend le stylet piqueur qui existe uniquement chez les nématodes phytoparasites, l'œsophage, l'intestin et l'anus.

Le stylet piqueur est situé dans la bouche, c'est une sorte d'aiguille fine utilisée pour perforer les cellules végétales qui seront ensuite vidées de leur contenu.

Le stylet est suivi d'un canal œsophagien aboutissant à un bulbe musculéux qui est une pompe aspirante et refoulante.

Après avoir perforé une plante par le stylet, des enzymes digestives produites par les glandes salivaires sont injectées par cette pompe qui aspire ensuite le contenu de la cellule et le déverse dans l'intestin.



Différents types de nématodes

-nématodes migrateurs ectoparasites

→ des racines (exemple : *Trichodorus sp*).

→ des feuilles et tiges (exemple : *Ditylenchus destructor*) qui attaque la pomme de terre.

-nématodes migrateurs endoparasites

→ des racines (exemple : *Ditylenchus dipsaci*) qui attaque les céréales.

-nématodes sédentaires endoparasites

→ à kystes (exemple : *Globodera pallida*) il attaque la pomme de terre.

→ à galles (exemple : *Meloidogyne incognita*) il attaque la tomate.

Reproduction et cycles de développement

Les différents types de reproduction sont : l'amphimixie, l'automixie et la parthénogenèse).

l'amphimixie

La plupart des nématodes sont bisexués. L'amphimixie est une reproduction sexuée au cours de laquelle il y a fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle.

l'automixie :

elle se rencontre chez les nématodes hermaphrodites, c'est-à-dire ceux qui produisent les deux types de gamètes.

la parthénogenèse :

dans ce type de reproduction, l'ovule se développe sans aucune intervention du gamète mâle.

Cas des nématodes phytoparasites

Chez les nématodes phytoparasites, lorsque les mâles sont à peu près aussi nombreux que les femelles, l'amphimixie est le mode de reproduction le plus fréquent. La parthénogenèse ne se rencontre que chez les espèces pour lesquelles les mâles sont rares ou absents.

Cycle de développement

Les cycles de développement chez les nématodes phytoparasites varient d'un genre à un autre, et même d'une espèce à une autre. Ces variations sont causées par la multiplicité des sols, des climats et des écosystèmes dans lesquels ils vivent. Il y a aussi les relations hôtes/parasites qui varient avec chaque espèce. Certaines espèces ne pénètrent jamais dans les plantes, d'autres se développent dans les racines, et d'autres parasitent les parties aériennes des plantes.

Si les cycles de développement des différentes espèces de nématodes phytoparasites varient par des détails, ils sont tous basés sur le même mode fondamental qui peut être résumé comme suit :

-l'œuf.

-Le juvénile du 1^{er} stade qui se développe dans l'œuf, 1^{er} mue qui a lieu dans l'œuf.

- Le juvénile du 2° stade qui émerge de l'œuf, 2° mue.
- Le juvénile du 3° stade, 3° mue.
- Le juvénile du 4° stade, 4° mue.
- L'adulte, mâle ou femelle.

Nématodes à galles (*Meloidogyne*) :

La femelle pond ses œufs dans une substance gélatineuse formant la masse des œufs. Le juvénile du 2° stade éclot de l'œuf et se déplace dans le sol et arrive jusqu'aux racines où il pénètre dans la région apicale où il se déplace intra et inter cellulièrement, et se nourrit du contenu des cellules. Ceci entraîne la formation de cellules géantes qui aboutissent à la formation de galles caractéristiques d'une attaque de *Meloidogyne*. Le juvénile du 2° stade devient immobile et subit 3 mues successives conduisant à l'adulte mâle ou femelle.

Les mâles quittent les racines et se déplacent librement dans le sol. Les femelles restent en place et se nourrissent du contenu des cellules géantes, elles grossissent rapidement et deviennent pyriformes (forme d'une poire) et commencent à pondre des œufs, environ 3 semaines après la pénétration dans les racines.

Classification

Embranchement : Némathelminthes.

Classe : Nématodes.

Ordre : Tylenchida.

Famille : Heteroderidae.

Genre : *Meloidogyne*.

Espèce : *Meloidogyne incognita*.

Symptômes

Les symptômes d'une attaque de *Meloidogyne* sont caractéristiques et faciles à remarquer : Le système racinaire est envahi de galles de diamètre pouvant aller jusqu'à 1 cm de diamètre. Ces galles perturbent l'assimilation des éléments nutritifs, ceci conduit à un dysfonctionnement du système racinaire qui se traduit par un dépérissement des parties aériennes, croissance réduite de la plante, petits fruits de mauvaise qualité.



Meloidogyne incognita



Galles causées par *Meloidogyne*

La lutte

La lutte préventive :

- La rotation culturale : elle freine les populations des nématodes et ne les élimine pas, cette technique consiste à éviter le retour des plantes hôtes durant plusieurs années.
- Le labour : le labour en période sèche permet d'exposer les nématodes à la dessiccation.
- Retirer le maximum des racines du sol à la fin de la culture.
- Nettoyer le matériel après un travail dans une parcelle contaminée.

La lutte curative :

- Utiliser des variétés résistantes en porte-greffe.
- Utiliser des plantes nématicides comme précédent cultural dans la rotation.
- Utiliser des bactéries et champignons nématicides en lutte biologique.

Nématodes à kystes de la pomme de terre (*Globodera rostochiensis* et *G. pallida*).

Les nématodes du genre *Globodera* (appelés aussi nématode doré de la pomme de terre) sont inscrits dans beaucoup de pays sur la liste des parasites de quarantaine dont la lutte est obligatoire.



Globodera sp



Kystes de *Globodera*

Classification

Embranchement : Némathelminthes.

Classe : Nématodes.

Ordre : Tylenchida.

Famille : Heteroderidae.

Genre : *Globodera*.

Espèce 1: *Globodera rostochiensis*.

Espèce 2: *Globodera pallida*.

Morphologie

Ce sont des endoparasites sédentaires des racines, caractérisés par un dimorphisme sexuel des adultes : les mâles sont filiformes, mobiles, atteignent 1 mm de longueur. Les femelles se transforment après fécondation en sacs sphériques, résistants, remplis jusqu'à 500 œufs. Ces sacs sont appelés les **kystes**.

Cycle de vie

Le stade de repos de ces parasites est le kyste qui contient les œufs. L'éclosion de ces œufs est stimulée par une substance sécrétée par les racines de la plante hôte. Après éclosion, les larves L2 qui est le stade infectieux pénètrent dans les racines et deviennent sédentaires. Elles subissent 2 mues successives et passent par les stades larvaires L3 et L4 qui sont les stades de maturation.

Les femelles se transforment en sacs et les mâles se déplacent dans le sol pour féconder les femelles fixées aux racines de la plante hôte. Quand les femelles meurent leurs corps durcit et il y a formation d'une membrane protectrice autour des œufs, c'est le Kyste. Ces kystes peuvent résister dans le sol jusqu'à 20 ans, et leur détachement des racines est échelonné sur plusieurs années. Le cycle complet dure de 4 à 8 semaines.

Symptômes

Les premiers symptômes sont des retards de croissance et une végétation faible qui se manifestent sous forme de taches au milieu d'une culture d'apparence normale.

En cas de forte attaque, les feuilles de la base se fanent et les feuilles supérieures s'enroulent et se décolorent. Si on arrache une plante, les racines sont brunes et se ramifient anormalement, les tubercules sont petits et peu nombreux.

Lutte

Avant toute lutte, il faut une analyse nématologique du sol pour rechercher les nématodes à l'état de kystes. Pratiquer la rotation des cultures avec des plantes qui n'abritent pas ces nématodes.