

PRINCIPAUX BIOAGRESSEURS VEGETAUX

- C'est un module d'unité fondamentale
- Crédits : 6
- Coefficient : 3
- 2 cours par semaine + 1 TP

Programme des cours

- **Chapitre I : Généralités sur les maladies des plantes**
 - 1 Introduction à la phytopathologie
 - 2 Définitions
 - 3 Symptômes des maladies des végétaux
- **Chapitre II : Champignons phytopathogènes**
 - 1 Définition de champignons
 - 2 Caractéristiques généraux des champignons
 - 3 Reproduction chez les champignons
 - 4 Classification des champignons
 - 5 Les processus infectieux des champignons phytopathogènes
 - 6 Interaction plante pathogène et spécificité de l'hôte

- **Chapitre III : Procaryotes phytopathogènes**
 - 1 Les bactéries phytopathogènes
 - 2 Les phytoplasmes
 - Processus infectieux
 - Interaction plantes-pathogènes et spécificité d'hôtes
- **Chapitre IV: Virus phytopathogènes**
 - 1 Structure de virus
 - 2 Mécanisme de l'infection et Symptômes
 - 3 Transmission des virus
 - 4 Classifications
 - 5 Les viroïdes phytopathogènes

- **ChapitreV : Principaux agents telluriques**

- 1 Effet des facteurs édaphiques sur la biologie des parasites telluriques
- 2 Dynamique et épidémiologie des agents microbiens telluriques
- 3 Stratégies de lutte contre les maladies d'origine tellurique

Chapitre I

Introduction

La phytopathologie est aux plantes ce que la **médecine** est à l'homme et la **médecine vétérinaire** au animaux.

1. Définition

C'est l'étude des **organismes** et les **facteurs** de l'environnement qui causent les maladies des plantes; les mécanismes par que ces **facteurs induisent** les maladies et les **méthodes de prévention** ou de contrôle de ces maladies.

Les agents causals des maladies des plantes sont semblables à ceux causants les maladies des êtres humains et des animaux.

1. Définition

Ils incluent des **microorganismes pathogènes**: virus; bactéries; champignons; protozoaires et nématodes et conditions de l'environnement défavorables.

Les plantes souffrent aussi de **compétition** avec d'autres plantes indésirables (mauvaises herbes)

L'absence de contrôle sur une maladie des plantes peut avoir de **lourdes conséquences** sur la **quantité** (production) et sur la **qualité** des produits.

Il en résulte:

- Une augmentation des prix
- Possible d'apparition de toxicité
- Bouleversement d'un écosystème

Pour résumer:

La pathologie végétale (phytopathologie) est la science qui étudie les maladies des plantes, surtout les maladies des plantes cultivées.

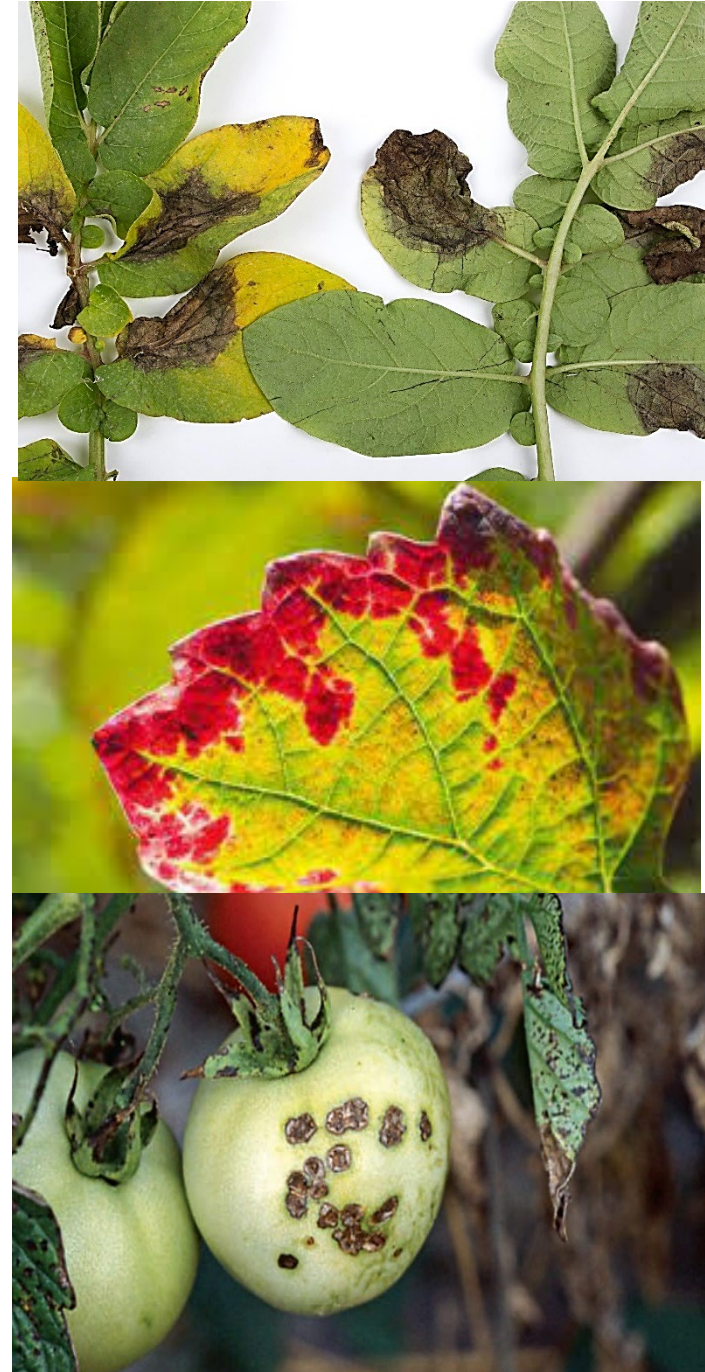
La phytopathologie **a pour objectifs** d'étudier :

- 1 les agents biotiques et abiotiques qui causent les maladies chez les plantes.
- 2 les mécanismes d'action par lesquels les agents développent les maladies.
- 3 les interactions entre agents causaux de maladie et plantes.
- 4 les méthodes de contrôle ou de lutte quelles soient préventive ou curative.

La pathologie végétale est une science qui **utilise** et **combine** la connaissance dans plusieurs disciplines: botanique; mycologie; bactériologie; virologie; nématologie; anatomie et physiologie végétale; génétique, biologie moléculaire, génie génétique, biochimie; agronomie, culture des tissus, pédologie, l'écologie, chimie, physique.... Etc.

2. Signification d'une maladie chez une plante

Une maladie est une série de processus physiologiques anormaux causés par un agent primaire biotique ou abiotique. Ces processus physiologiques anormaux s'expriment au niveau des tissus et des organes par des réponses caractéristiques appelées **Symptômes** qui changent l'aspect de la plante ou qui diminuent sa valeur monétaire.





Une plante est dite **saine** ou normale quand elle remplit toutes ses fonctions physiologiques dans ses meilleures potentialités génétiques.

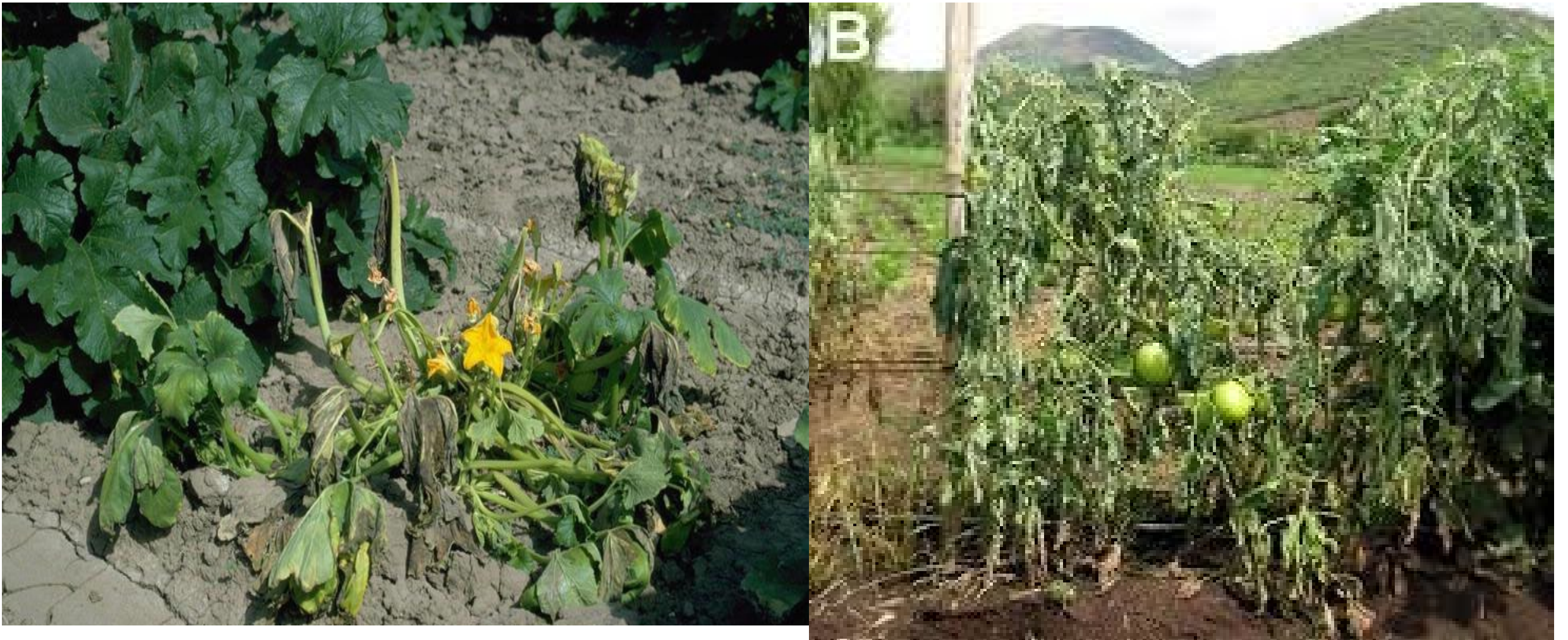
- 1) Absorption d'eau et sels minéraux par les racines.
- 2) Transport d'eau et sels minéraux dans la plante.
- 3) La photosynthèse.
- 4) Transport des produits de la photosynthèse (sucres) tout au long de la plante.
- 5) Métabolisme des produits synthétisés
- 6) Stockage des produits synthétisés.
- 7) Reproduction.
- 8) Division, différenciation et développement des cellules

- Quand l'une de ces fonctions physiologiques est déviée de sa normale par des agents biotiques ou abiotiques, la plante devient malade.
- Le type de cellules, de tissus ou d'organes affectés par ces agents va interférer avec les fonctions physiologiques de la plante.
- Exemple: un agent pathogène qui s'attaque aux feuilles réduira la capacité de la plante à mener la **photosynthèse**.
- Un champignon qui attaque les racines de la plante réduit l'absorption d'eau et éléments minéraux, et aussi leur transport.

- Les maladies des plantes peuvent être causées par deux type d`agents, dans ce cas on distingue ;
 - Les maladies physiologiques abiotiques: elles peuvent être dues à
 - Températures trop basses ou très hautes
 - Manque ou excès d'humidité
 - Manque ou excès de lumière
 - Manque d'oxygène
 - Déficiences nutritionnelles (ex: N, P,K)
 - Pollution atmosphérique
 - Toxicité minérale
 - Toxicité des pesticides

- Les maladies des plantes peuvent être causées par deux type d`agents, dans ce cas on distingue ;
 - Les maladies biotiques ; causé généralement par des microorganismes tels que :
 - les maladie causées par : les champignons = mycoses végétales
 - Les bactéries = bactérioses végétales
 - Les virus= virose végétales
 - Les Phytoplasmes= phytoplasmoses

Flétrissement bactérien



Mosaïques



Rouilles des tiges du blé et de l'orge



Mildiou de la vigne: attaque sur grain de raisin



3. Conséquence des maladies

- Les maladies entraînent en plein champs ou durant le stockage et le conditionnement des produits agricoles des pertes économiques, sociales ou agronomiques ont parfois jouées un rôle déterminant dans les cours de certain événement.
- Exemple : l'introduction en Irlande du *Phytophthora infestans* agent causal de mildiou de la pomme de terre en 1846 a provoquée l'émigration massive des irlandais vers l'Amérique de nord

3.1 Effet sur la production

Malgré les importants moyens de lutte actuellement utilisés, les maladies de plantes entraînent toujours des pertes considérables de production qui varient selon le type de culture. L'intensité et le type de lutte utilisés. On estime que **10%** de la production potentielle mondiale est perdue suite aux maladies de plantes.

3.2 Effets sur la valeur ajoutée

Les maladies des plantes peuvent affecter les produits après leur récolte ou encoure **diminuer** leur qualité et donc leur valeur ajoutée. On estime que dans certains cas les pertes après récolte s'élèvent jusqu'à **40%** de la production potentielle.

Transports, traitements, stockages, distribution, consommateurs autant d'étapes où la maladie peut survenir.

4. Quelques notions

a-Pathogène et parasite

Pathogène : (Gr. Pathos =souffrance ; genesis= création). C`est un organisme (être vivant) qui est capable de provoquer une maladie.

Parasite :(Gr. Para=a coté de ; sitos=nourriture).

C`est un organisme qui vit sur ou dans un hôte au dépens du quel il puise sa nourriture.

Tous les pathogènes obtiennent leurs éléments nutritifs a partir de leur hôte et sont de ce fait, aussi bien parasites que pathogènes.

B- Classification des parasites :

Les phytopathologistes classent les parasites en :

1.parasites obligatoires : ce sont des organismes capables de vivre et de se reproduire uniquement sur ou dans les tissus vivant de l'hôte.

Ex: virus, viroïdes, phytoplasmes, certains champignons.

2. parasites non obligatoires

2.1 Les saprophytes facultatifs: sont des organismes qui vivent comme parasites pendant une partie de leur cycle biologique et qui se comportent comme saprophytes pendant l'autre partie (ex cas des champignons qui causent la tavelure des arbres fruitiers).



2.2 Les parasites facultatifs ce sont des organismes qui vivent habituellement comme saprophytes et qui peuvent devenir parasites dans certaines circonstances (cas de certains champignons du sol comme *Pythium* sp qui provoque la fonte de semis)



B-Biotrophes et nécrotrophes

- Les **Biotrophes**: ne tuent pas la cellule végétale. Ils pénètrent à travers la paroi cellulaire et établissent une relation continue avec la cellule ou se déplacent d'une cellule à l'autre.

Un biotrophe peut croître et se reproduire dans un organisme vivant

Ex : Oïdiums ; Mildious ; Rouilles ; Rouilles blanches; Virus ; Viroïdes.

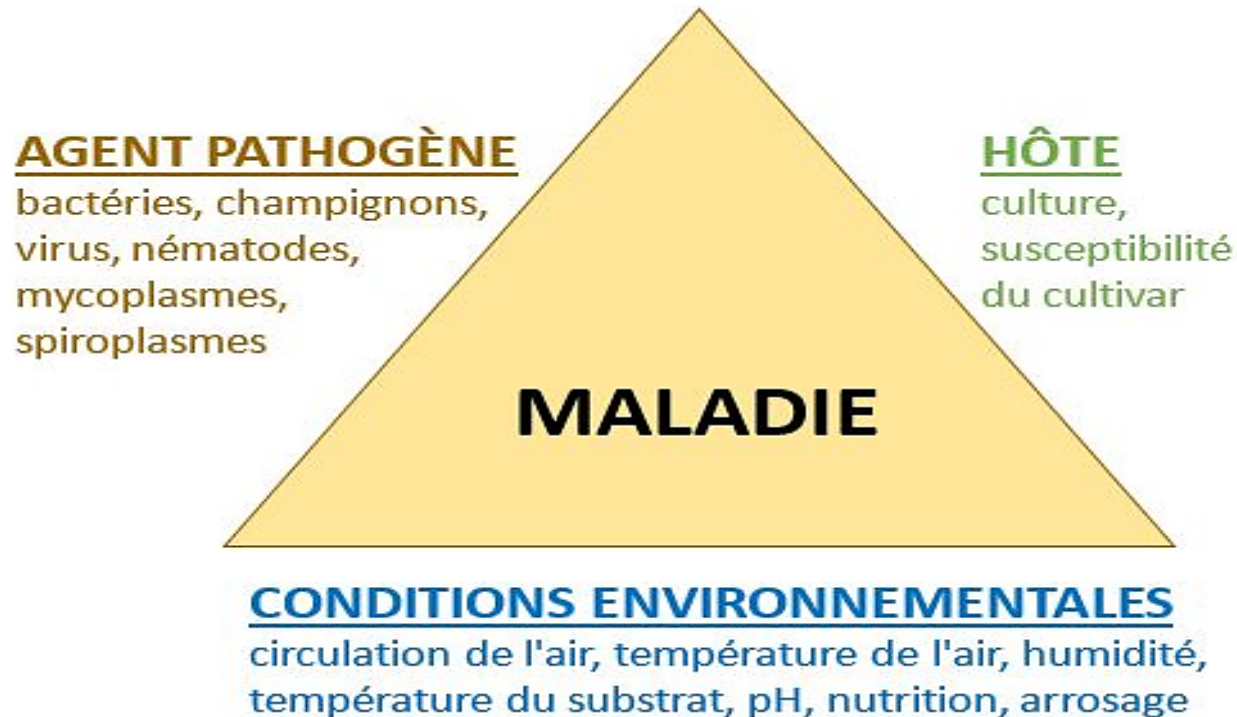
- Les **non biotrophes** ou **nécrotrophes**: peuvent sécréter des toxines ou des enzymes qui tuent les cellules ou dégradent sa paroi avant de se nourrir sur les cellules ; Les nécrotrophes vivent sur des tissus morts.

- *Parasitisme* = prélèvement de substances nutritives de l'hôte par le parasite.
- *Pathogénicité* = interactions du pathogène avec une ou plusieurs fonctions essentielles de la plante hôte (prélèvement de substances nutritives + sécrétion de substances par le pathogène + réaction de la plante hôte).

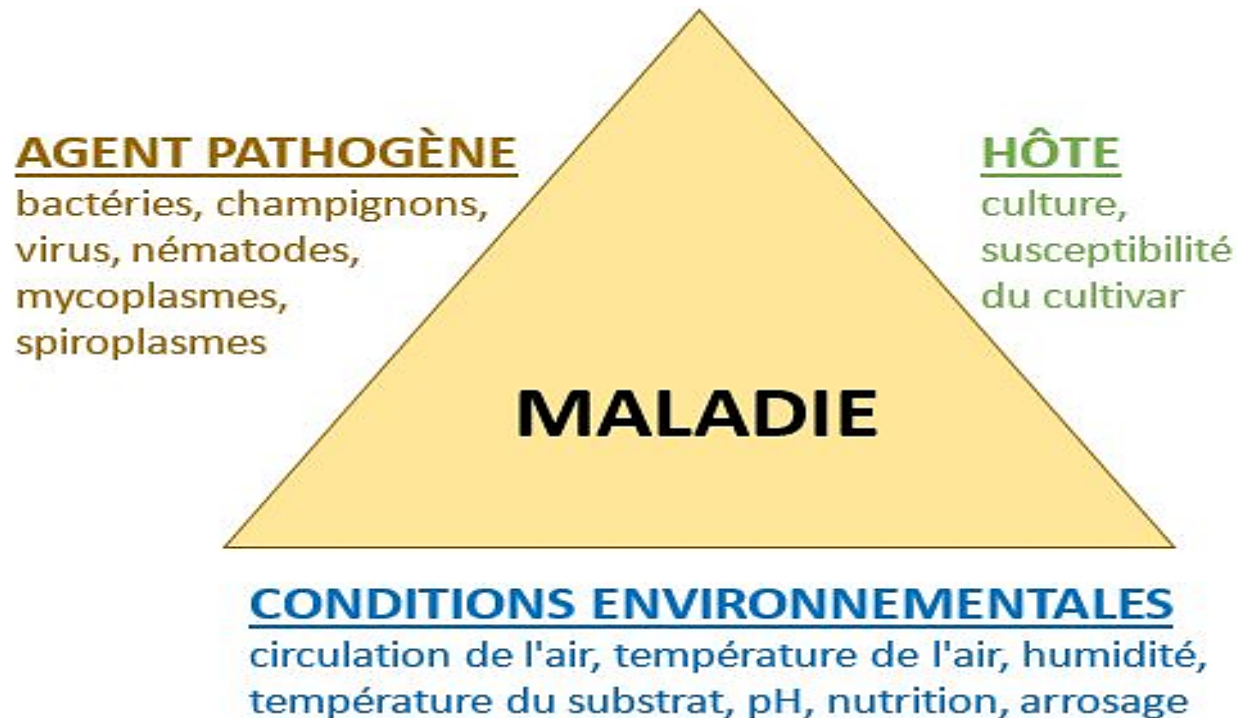
4. Principe d'une maladie

Le « triangle de la maladie »

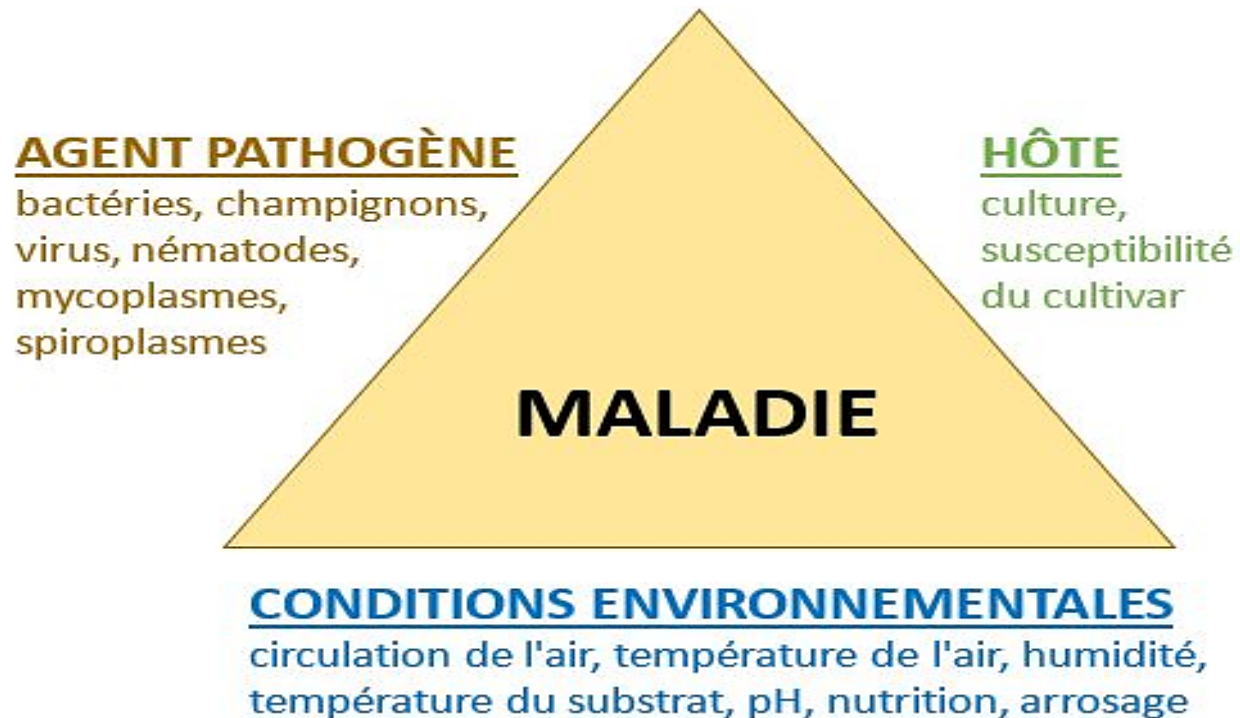
Il est important de se rappeler qu'une «**maladie**» n'est pas exactement la même chose qu'un «**agent pathogène**» ! Une façon d'envisager cela, est de penser à la maladie comme une interaction avec trois pièces nécessaires:



1) il doit y avoir **un hôte** qui est susceptible (prédisposé) à devenir malade. Par exemple, certains champignons pathogènes des plantes principalement attaquent les jeunes racines et plants, donc nous pouvons dire que les plantes plus âgées ne sont pas susceptibles à la maladie.

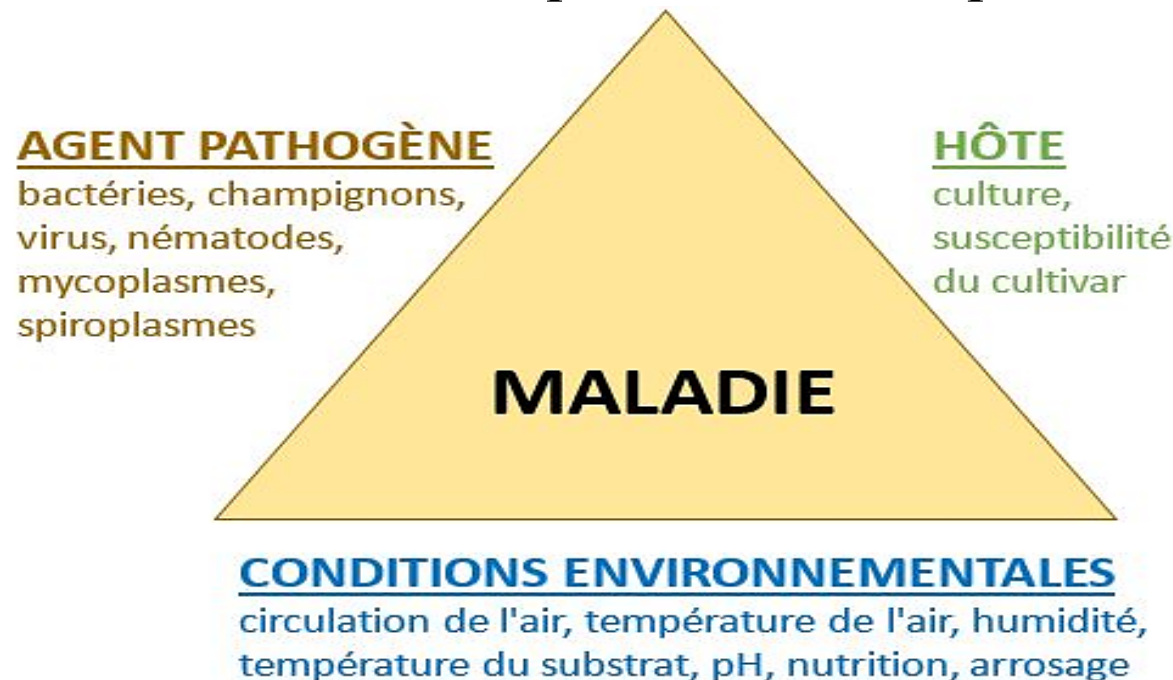


2) il doit y avoir **un agent pathogène**, que nous appelons parfois «l'agent causal", qui est capable d'attaquer la plante.

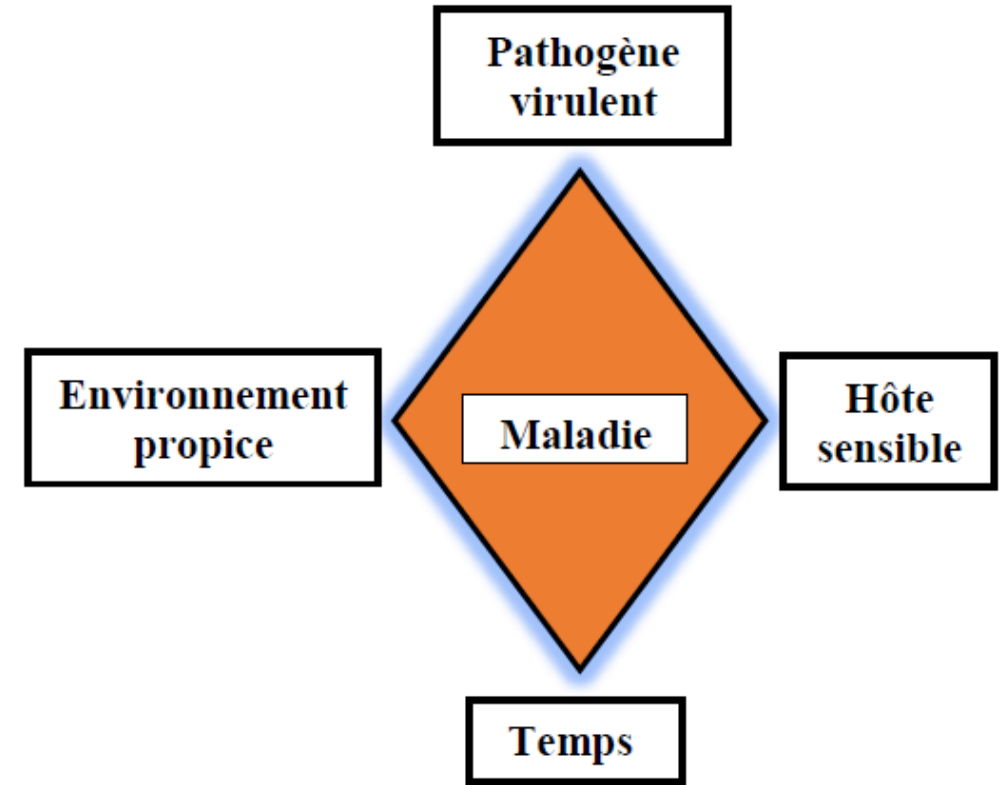
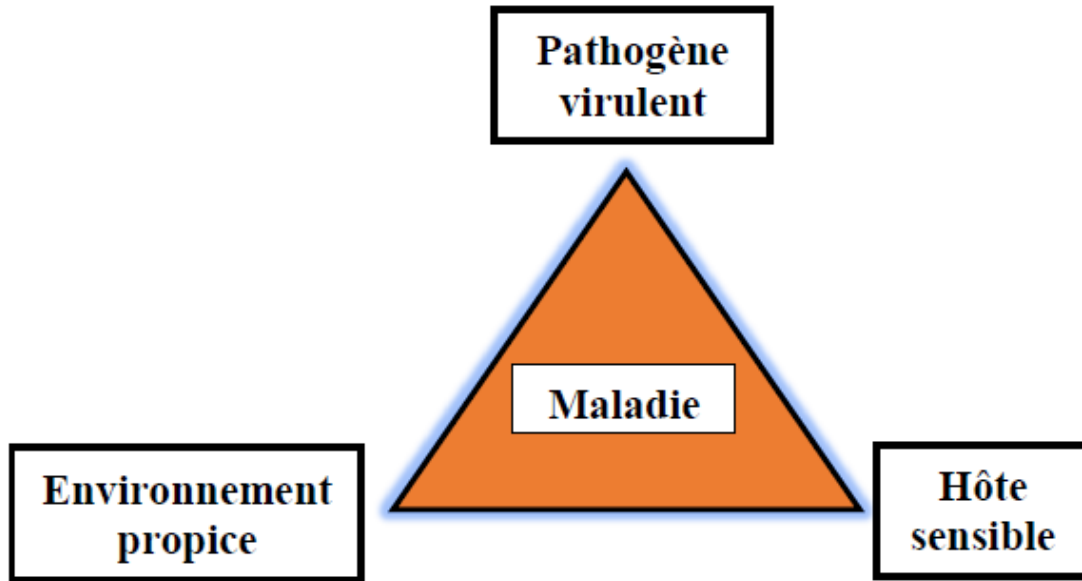


3) l'interaction entre l'agent causal et la plante doit se produire dans un **environnement** qui est favorable (propice).

Ex: certains agents pathogènes des plantes dans le sol **ne peut attaquer** quand il y a beaucoup d'eau dans le sol, tandis que d'autres sont plus actifs dans le sol sec. De nombreux champignons qu'attaque les feuilles des plantes nécessitent une pellicule d'eau sur la surface des feuilles en vue de pénétrer dans la plante.



- Certains phytopathologistes révèlent que le temps nécessaire à l'interaction de ces trois facteurs, et qui traduit le « *temps nécessaire à l'infection* »
- *temps nécessaire à l'infection* : est un paramètre qui doit être pris en considération dans certaines interactions plante-pathogène,
- Ex: des spores de *Puccinia triticina* agent de la rouille brune du blé, déposées sur les feuilles d'une variété hôte sensible, en conditions d'humidité et de température favorables à leurs croissance, exigent **une durée de quelques heures** pour germer et former les structures d'infection.
- Ce qui a permis d'ajouter un quatrième facteur et de proposer un autre schéma illustré selon la « *Pyramide de la maladie* »



Facteurs favorisant le développement d'une maladie parasitaire chez les végétaux :
A droite : « *Triangle de la maladie* », **A gauche** : « *Pyramide de la maladie* ».

3- Les évènements cycliques qui conduisent à une maladie

- Dans chaque maladie infectieuse une série d'événements plus ou moins distincts se produisent et entraînent le **développement** et la **perpétuation** de la maladie et de l'agent pathogène.
- Cette chaîne d'événements est appelée **un cycle de la maladie**.
- Un cycle de la maladie correspond parfois au **cycle de vie du pathogène**, mais il se réfère principalement à l'apparition, le développement et la prolongation de la maladie.
- Le cycle de la maladie implique des changements dans la plante et de ses symptômes ainsi que ceux de l'agent pathogène.

3- Les évènements cycliques qui conduisent à une maladie

Les événements primaires dans un cycle de la maladie sont

- l'inoculation,
- la pénétration,
- l'établissement de l'infection,
- la colonisation (l'invasion),
- la croissance et la reproduction de l'agent pathogène,
- la diffusion de l'agent pathogène, et
- la survie de l'agent pathogène en l'absence de l'hôte.

5- Les évènements cycliques qui conduisent à une maladie

- a- cycle biologique de pathogène :

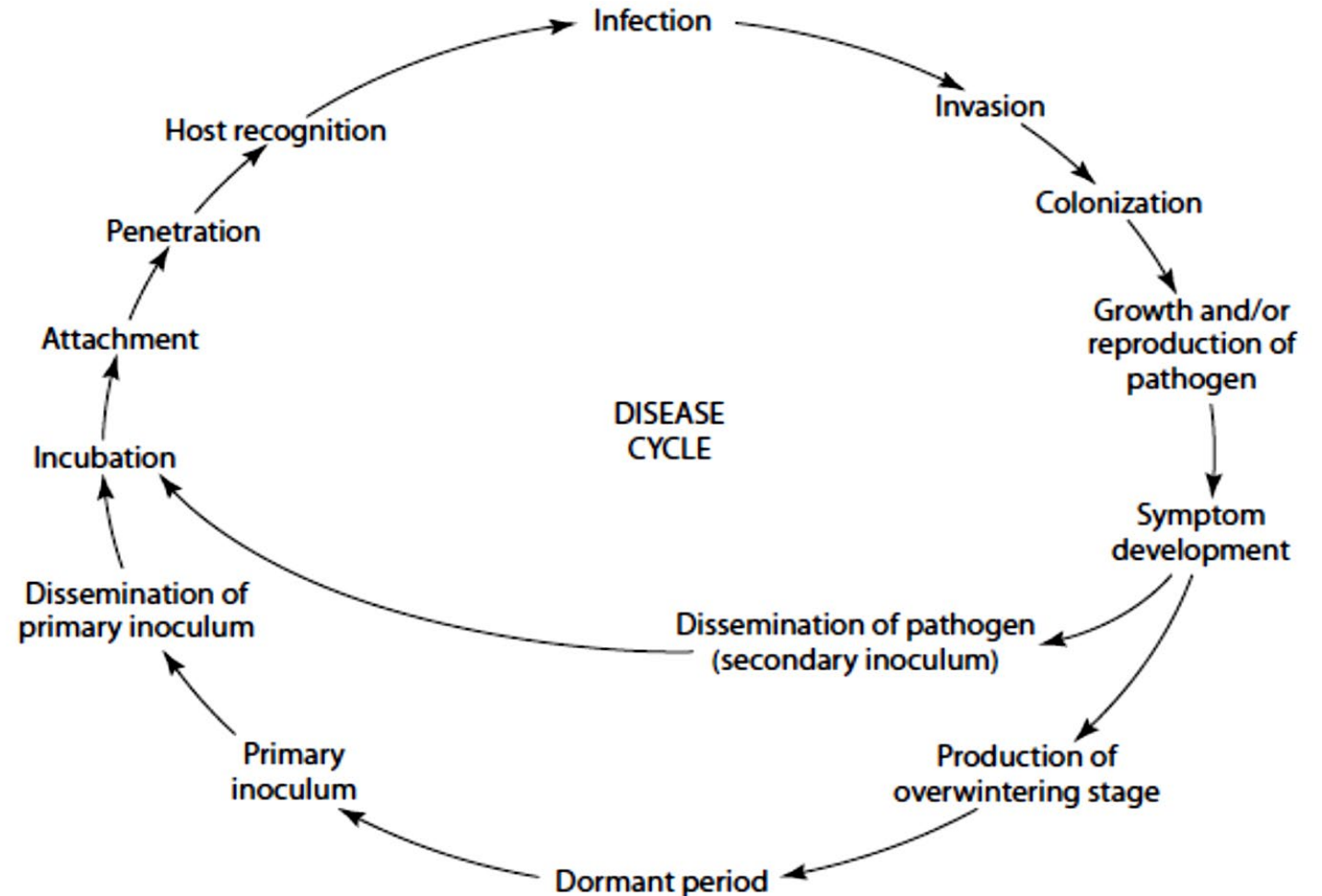
le cycle biologique d'un pathogène débute par le transfert de celui-ci vers une plante hôte et se termine par l'arrêt de certaines de ses activités.

Le pathogène passe par deux périodes :

- Une **période de pathogenèse** ou il adhère et /ou pénètre à l'intérieur des tissus de l'hôte sur lesquels il exerce ses capacités à causer la maladie.
- Une **période de survie** durant laquelle il doit survivre ou persister jusqu'à la prochaine saison. Cette phase du cycle biologique est également appelée **période d'hibernation**

les principaux événements successifs qui conduisent à une maladie comprennent les étapes suivantes :

- Inoculation
- Pénétration
- Infection
- Dissémination
- Hibernation



- **Inoculation :**

L'inoculum représente n'importe quelle structure capable d'initier la maladie (particules virales, cellules bactériennes, spores fongiques...).

L'inoculation est accomplie quand l'inoculum est transféré de sa source vers la plante.

« **L'inoculum** » qui correspond à « **l'agent pathogène en entier** » ou « **une partie du pathogène** ayant la capacité de provoquer l'infection », doit être **présent** et en **quantité suffisante**.

Selon la nature du pathogène, on peut distinguer différents types d'inoculum :

- ***Pour les champignons*** : l'inoculum peut être un fragment de mycélium, des spores ou des sclérotés (masses de mycélium).
- ***Pour les bactéries, les mycoplasmes*** : l'inoculum peut être généralement l'individu en entier.
- ***Pour les virus*** : l'inoculum peut être le virus en entier ou bien son acide nucléique.
- ***Pour les nématodes*** : l'inoculum peut être, un individu adulte, des larves ou des oeufs du nématode.
- ***Pour les phanérogames parasites*** : l'inoculum peut être formé de parties de la plante ou des graines.

L'inoculum est appelé **inoculum primaire** quand il se conserve en un stade dormant durant la saison défavorable et cause l'infection originale appelée **infection primaire**.

Les inoculums produits à partir de l'infection primaire sont connus sous le nom **d'inoculums secondaires** et causent les **infections secondaires**.

- **Pénétration:**

la zone sur laquelle se dépose l'inoculum constitue le **point de pénétration**, puis l'inoculum se développe, c'est la pré- pénétration.

La pénétration proprement dite peut s'effectuer d'une manière directe ou indirecte.

La pénétration des agents pathogènes à l'intérieur des cellules des plantes hôtes peut se faire par différentes manières :

- **Pénétration directe** : par voie physique, où l'agent pathogène dégrade « par force » les parois cellulaires de l'hôte et détruit la cuticule, ou bien par voie biochimique, qui s'opère par la libération d'enzymes de dégradation des tissus végétaux (pectinases, cutinases, cellulases, hemicellulases,).
- **Pénétration à travers les ouvertures naturelles** (stomates, lenticelles, hydathodes, nectarthodes, sites d'émergence de nouvelles racines).
- **Pénétration à travers les blessures.**

Un agent pathogène peut avoir différents modes de pénétration, les bactéries par exemple pénètrent à travers les ouvertures naturelles ou à travers les blessures. Les champignons peuvent pénétrer dans les cellules de leurs hôtes, directement, à travers les ouvertures naturelles ou par les blessures. Pour les nématodes la pénétration se fait directement ou à travers des ouvertures naturelles.