

COURS DE PHYTOPATHOLOGIE GENERALE. L2/SA.

INTRODUCTION

Depuis la découverte de l'agriculture par l'homme, une étroite cohabitation s'est développée entre lui et les végétaux mais aussi avec les agents pathogènes de ces végétaux. Dans la biosphère, les plantes supérieures parmi lesquelles les cultures sont les sièges de la photosynthèse. Les parasites et autres pathogène n'ayant pas de chlorophylle sont incapables de transformer l'énergie solaire et sont donc obligés de prendre l'énergie biologique provenant de la photosynthèse des plantes et prélèvent ainsi pour se nourrir, une partie de cette énergie stockée dans divers organes de la plante.

Qu'elle soit cultivée ou spontanée, une plante grandit et peut produire aussi longtemps si le sol lui fournit suffisamment d'humidité et de nutriment et qu'une lumière soit capté par ses feuilles et que la température reste dans ses limites de tolérance. Malheureusement, lorsqu'une plante est atteinte d'une maladie, sa croissance, sa fertilité et sa productivité sont affectées. L'absence de contrôle sur une maladie de plante peut avoir des conséquences considérables sur la production et la qualité des produits ; il en résulte souvent une augmentation des prix des produits et une possible apparition des toxicités de ces produits.

Le contrôle de maladie induit (entraîne) donc une qualité accrue des produits souvent accompagné d'un prix élevé dû au cout de recherche de développement.

Depuis plus d'un siècle, le contrôle des maladies des plantes s'est effectué par l'utilisation massive des pesticides qui s'avère souvent toxique non seulement pour les pathogènes des plante mais aussi pour les consommateurs.

Il y a des microorganismes qui provoquent des dégâts aux tissus végétaux sur pieds ou pendant le stockage, il y en a d'autres qui, sans altérer les matières végétales, leur confère des propriétés toxiques pour l'homme et les animaux.

La phytopathologie est aux plantes ce que la médecine est à l'homme et la médecine vétérinaire aux animaux. Chacune de ces disciplines étudie les causes, les mécanismes et le contrôle des maladies affectant les organismes auxquels elles se rapportent. La pathologie de la plante est une science et une profession qui utilise et combine les connaissances de base en botanique, en mycologie en bactériologie, en virologie, en Nématologie, en anatomie, etc.

Définition : La phytopathologie est l'étude des organismes et les facteurs de l'environnement qui causent des maladies des plantes, les mécanismes par lesquels ces facteurs induisent les maladies et les méthodes de prévention ou de contrôle de ces maladies. Les agents pathogènes qui causent les maladies des plantes sont les mêmes ou très semblables à ceux qui causent les maladies des êtres humains et des animaux. Ce sont les microorganismes pathogènes tels que les virus, les bactéries, les champignons, les protozoaires, les nématodes et les conditions environnementales défavorables.

Chapitre 1 : Notion sur les pathologies des cultures.

1.1 : La signification d'une maladie chez les plantes.

Une maladie de plante peut être observée à travers une succession de déformation de cellules et de tissus d'une plante suite à l'attaque d'un microorganisme ou la modification d'un facteur environnemental. Une maladie peut bouleverser la forme, la fonction ou l'intégrité de la plante.

Des cas sévères de la maladie peuvent induire une altération partielle, voire la mort de la plante ou de certaines de ses parties. Les maladies des plantes sont parfois groupées :

- Type de symptômes : Exemple : Maladie de flétrissement, maladie de pourriture, les taches foliaires, la rouille...
- Par type d'organe qu'elles affectent : maladie racinaires, maladie des tiges, des fleurs, etc.
- Par type de plantes affectées : plantes herbacées, maraichères etc.
Mais le critère le plus utile reste la classification par le pathogène responsable.
- Les maladies infectieuses (biotiques) causées par : les champignons, les pros caryotypes les virus, les protozoaires et les nématodes.
- Les maladies non infectieuses (abiotiques) causées par des températures trop élevées ou trop basse, les manques ou l'excès d'humidité, les manques ou l'excès de lumière, manque d'oxygène, déficit de nutrition et pollution hydrique ou atmosphérique, la toxicité minérale et des pesticides.

1.2 : Les conséquences des maladies des plantes.

- Les dégâts et pertes.

La question que l'on se pose le plus souvent est de savoir : quelle est l'importance des dégâts causés par les maladies mais également par ravageurs et les plantes adventices qui concurrencent les cultures ? Cette question est simple en apparence mais de telles données font souvent défaut. Pour mesurer l'importance de ces dégâts, des évaluations doivent prendre en compte des pertes directes au champs ainsi que des pertes indirectes de rendement qui se manifestent tout le long du processus de transport, de commercialisation et des chaînes de transformation.

- Les effets des maladies sur la production.

Malgré les importants moyens de lutte actuellement utilisés, les maladies des plantes entraînent toujours des pertes considérables de production qui varient

selon le type de culture, l'intensité et le type de lutte utilisé. On estime qu'environ 10% de la production potentielle mondiale est perdue suite aux maladies des plantes. A cela s'ajoute les pertes dues aux ravageurs et les pertes après récolte. Dans certains pays Africains, les conséquences des telles pertes se traduisent souvent par des famines lors des conditions climatiques défavorables. Ainsi, les maladies des plantes peuvent être à l'origine de graves problèmes économiques et sociaux.

- Les effets de la maladie sur la valeur ajoutée.

Les maladies des plantes peuvent affecter les produits après leurs récoltes ou diminuer leurs qualités et donc leurs valeurs ajoutées. On estime que dans certains cas, les pertes après récolte peuvent s'élever jusqu'à 40% de la production potentielle. Les transports, les traitements, le stockage, et la distribution sont autant d'étapes où la maladie peut survenir. De nombreux pathogènes comme les champignons et les moisissures sont présents dans les champs ou sur les lieux de stockage.

1.3 : Les pathologies et la notion de risque.

La mesure du risque que représentent les maladies des cultures est constituée par la perte de rendement qu'elles occasionnent. La notion de perte des récoltes est liée à celle de rendement potentiel, accessible et réel.

- Le rendement potentiel est déterminé par un ensemble de facteurs physiques (température et rayonnement) et physiologiques (photosynthèse et respiration) qui sont génétiquement fixés par une plante donnée.
- Le rendement accessible prend en compte un certain nombre de facteurs qui limitent l'expression d'un génotype dans une situation de production donnée : l'alimentation hydrique et minérale en particulier.
- Le rendement réel incorpore les réductions associées aux maladies et autres calamités climatiques. La définition utilisée par la FAO pour une perte de récolte est : l'écart qui sépare le rendement accessible du rendement réel.

1.4: Les principes de la phytopathologie.

1.4.1 : Les principes propres à une maladie

A°- Le triangle de la maladie.

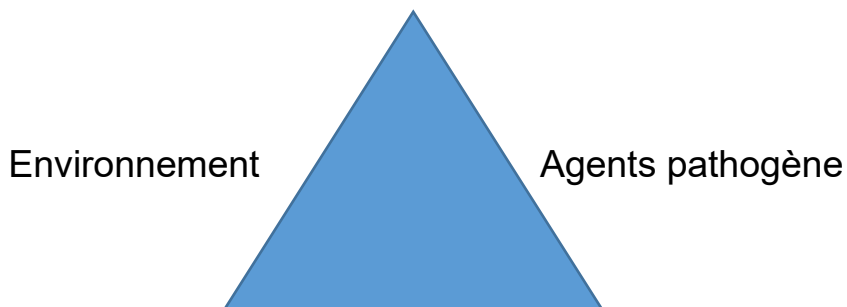
Il est important de se rappeler qu'une « maladie » n'est pas exactement la même chose qu'un « agent pathogène ». Pour cela, il faut penser à la maladie comme étant une interaction entre trois(3) situations fondamentales.

1°- Tout d'abord il doit y avoir un hôte qui est susceptible ou prédisposé à devenir malade. Par exemple certains champignons pathogènes des plantes attaquent principalement les jeunes racines et donc les plantes les plus âgées ne sont pas susceptibles d'être malade.

2°- Deuxièmement, il doit y avoir un agent pathogène qu'on appelle parfois agent causal capable d'attaquer la plante.

3°- Troisièmement, l'interaction entre l'agent causal et la plante doit se produire dans un environnement favorable (propice). Par exemple, certains agents pathogènes des plantes dans le sol ne peuvent attaquer que si le sol est bien humide tandis que d'autres sont plus actifs dans le sol sec. De nombreux champignons n'attaquent les feuilles des plantes que s'il y a une fine pellicule d'eau sur la surface de ces feuilles. L'illustration de ces trois facteurs est appelée « Triangle de la maladie ».

Le triangle de la maladie fournit également un moyen de lutte efficace car si l'on maîtrise l'un de ces trois côtés du triangle, on peut éliminer ou détruire la maladie. Par exemple, pour un champignon pathogène, l'application d'un fongicide peut tuer l'agent pathogène et éliminer le côté du triangle : agent pathogène ; or si on utilise les cultures avec une résistance génétique à un agent pathogène, on peut éliminer ou réduire le côté du triangle de la maladie appelé : hôte sensible. Et comme certains agents pathogènes des plantes ont besoins d'eau pour attaquer les racines par exemple, on peut éliminer l'environnement favorable en drainant l'eau ou planter lorsque le sol est sec.



Plante hôte

- Le triangle de la maladie des plantes

B°- Le développement de la maladie dans les plantes.

Une plante devient malade dans la plus part des cas quand elle est attaquée par un agent pathogène ou quand elle est touchée par un agent abiotique. Dans le 1^{er} cas pour que la maladie se produise, deux éléments sont nécessaires : la plante et l'agent pathogène doivent être en contact et interagir. Si au moment du contact les conditions sont trop froides, trop chaudes ou trop sèches, l'agent pathogène peut être incapable d'attaquer la plante, c'est la troisième composante à savoir un ensemble des conditions environnementales.

Chacune des trois composantes présente une variabilité considérable. Chaque composante peut affecter le degré de sévérité de la maladie au sein d'une plante individuellement ou au sein d'une population végétale.

C°- Les étapes du développement de la maladie : Le cycle de la maladie.

Dans chaque maladie infectieuse, une série d'évènement plus ou moins distinct se produit et entraîne le développement et la perpétuation de la maladie et de l'agent pathogène. Cette chaîne d'évènement est appelée : **UN CYCLE DE MALADIE.**

Un cycle de maladie correspond parfois à un cycle de vie du pathogène mais il se réfère principalement à l'apparition, le développement et la perpétuation de la maladie. Le cycle de la maladie implique des changements dans la plante et l'apparition des symptômes. Les évènements primaires dans le cycle de la maladie sont : l'inoculation, l'incubation, l'établissement de l'infection, la colonisation ou l'invasion, la croissance et la reproduction de l'agent pathogène, la diffusion de l'agent et sa survie en l'absence de l'hôte.

1.4.2 : Le principe de diagnostic.

A°- Le diagnostic en phytopathologie.

Le diagnostic en phytopathologie végétale ou phytogiagnostic constitue l'une des activités fondamentales liée au triangle de la maladie. Il consiste en la détection, l'identification et la caractérisation des agents

phytopathogènes des plantes (bactéries champignons et virus) et constitue un enjeu important pour la maîtrise et le contrôle des maladies des plantes.

Le phytodiagnostic recouvre deux aspects distincts : l'identification et la détection.

- L'identification : Dans ce cas, sur la base d'un individu ou d'une population d'individus présentant une symptomatologie précise, l'objectif est de mettre en évidence et d'identifier l'agent pathogène responsable des symptômes observés.
- La détection : Il s'agit de rechercher par l'intermédiaire d'une méthode appropriée les pathologies. Les techniques mises en œuvre pour le diagnostic sont variées. Il s'agit de l'observation et de la classification des symptômes, l'observation et la caractérisation des agents pathogènes par examen visuel, l'isolement et la culture des agents pathogènes dans un milieu artificiel.

B°- L'observation des symptômes et l'interprétation des circonstances de leurs développement.

Une observation précise des symptômes et leurs évolutions chez la plante hôte constituent la première étape de diagnostic. Les symptômes sont parfois suffisamment définis et spécifiques pour permettre d'identifier correctement la cause d'une maladie sans nécessiter d'autres analyses. Cependant, le plus souvent, les situations rencontrées sont parfois complexes. Différents agents peuvent induire des symptômes similaires tant dis qu'inversement, un même agent pathogène peut produire des symptômes variables selon les circonstances. De plus, les symptômes les plus visibles ne s'expriment pas nécessairement au site d'action primaire de l'agent causal ; ainsi certains agents pathogènes responsables de la nécrose du système racinaire provoquent d'abord des flétrissements ou des échaudures des parties aériennes de la plante.

C°- L'évaluation de la maladie.

L'estimation des maladies ou la phytopathométrie constitue une étape fondamentale qui implique la mesure et la quantification de la maladie mais aussi l'étude et l'analyse des épidémies (cooke, 2006). Cette estimation permettra de prévoir le développement de l'épidémie et de développer par la suite un système de support et de décision pour contrôler les maladies des plantes.

La quantification de la maladie doit satisfaire à un certain nombre d'exigences spécifiques. Il serait donc indispensable notamment de standardiser des méthodes objectives d'appréciation de l'intensité des symptômes, de transposer ces intensités en niveau de dégâts sur la base d'une expérimentation au champ et de traduire ultérieurement ces dégâts en termes de perte économiques. (Sémal : 1993).

La maladie des plantes peut être mesurée en utilisant des méthodes directes ou indirectes.

- La méthode directe consiste à évaluer la maladie directement sur le matériel végétal, et
- La méthode indirecte consiste à surveiller la reproduction des agents pathogènes.

Les méthodes directes de quantification sont susceptibles d'avoir une corrélation avec les pertes de rendement des cultures et doivent donc être privilégiées. Elles concernent à la fois des estimations qualitatives et quantitatives des maladies.

D°- L'évaluation quantitative directe.

L'appréciation directe des maladies est faite par l'évaluation des deux paramètres suivants : l'incidence ou la fréquence et la sévérité.

- La fréquence ou incidence de la maladie peut être définie comme le nombre d'unité des plantes qui sont visiblement malades relatif au nombre total estimé.

On peut par exemple déterminer la proportion des plantes malades par champ ou la proportion des tissus malades par plantes comme représentation de la fréquence. (Madden, 1990). La fréquence est le moyen le plus rapide de mesure de la maladie, elle nécessite seulement le comptage du nombre d'unité malade qui peut être exprimé par un pourcentage du nombre total d'unité.

$$\text{Incidence} = \frac{\text{Nombre de plantes malades}}{\text{Nombre total de plantes}} \times 100$$

- La sévérité de la maladie est définie comme la région ou le volume de tissus de la plante qui est visiblement malade relatif aux tissus de la plante totale. Le degré de la sévérité de la maladie peut être exprimé par la proportion des organes présentant des symptômes.

$$\text{Sévérité} = \frac{\text{Surface des tissus malades}}{\text{Surface totale des tissus}} \times 100$$

Contrairement à l'incidence, la sévérité de la maladie est une variable continue, généralement entre 0 et 1 et est une mesure de qualité des tissus végétaux plutôt que de nombre d'unité de plante touchées.

La sévérité est une mesure plus importante et utile, elle est parfois mesurée par le nombre de colonie ou de lésion pour une unité d'installation (densité de maladie).

Les relations entre l'incidence et la sévérité sont des exemples des données comprenant une hiérarchie spatiale et sont un concept épidémiologique important. Toute relation quantifiable entre ces deux paramètres peut permettre une évaluation plus précise.

Des systèmes de classification composés de 5 degrés ou de 9 degrés sont couramment utilisés.

- Exemple 1 :
classification de 5 degrés. (1, 2, 3, 4 et 5) ou (0, 1, 2, 3, 4). Horsfall et Barratt : 1945.

Classification de 9 degrés : (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) ou (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Application:

La maladie monosporosus du concombre a été évaluée en utilisant une échelle de 1 à 5 et classée comme suit (Bruton, 2000).

Echelle 1 : bonne santé avec aucune lésion ni décoloration ;

Echelle 2 : légère décoloration ;

Echelle 3 : décoloration modérée et/ou avec lésion ;

Echelle 4 : macération (taches imbibée d'eau) ;

Echelle 5 macérations grave.

Ou encore :

0= aucune maladie

1= 1 à 5 % d'infection

2= 6 à 10% d'infection

3= 11 à 15% d'infection

4= 16% et plus d'infection

Exemple 2 : La tache bactérienne du poivron (*xanthomonas compestris*) est évaluée en utilisant une échelle de 0 à 8 comme suit :

0 = pas de feuille malade ;

1 = surface foliaire < 1% malade

2 = 2 à 10% de surface foliaire malade

3 = 11 à 20% de surface foliaire malade

4 = 21 à 35% de surface foliaire malade

5 = 35 à 50%

6 = 51 à 65%

7 = 66 à 80%

8 = 81 à 99%. Une défoliation complète.

La sévérité de la maladie peut également être calculée en mesurant la hauteur à laquelle l'infection se propage dans une plante (progression verticale de la maladie).

Conclusion : Lorsque le diagnostic de la maladie ne peut être établi dans le champ, il y a lieu de prélever des échantillons en vue d'une analyse. Le prélèvement doit être effectué avec le plus grand soin car de sa qualité dépendra la réussite des étapes suivantes (observation microscopique, isolement etc...). Il est toujours préférable de prélever les plantes entières plutôt que de se limiter aux organes qui semblent altérés. En effet, si pour des raisons de commodité, la détermination des maladies se fait en fonction des organes atteints, un examen complet de la plante est souvent nécessaire. Des symptômes apparents peuvent être que la manifestation indirecte d'une maladie qui s'exprime sur une autre partie de la plante. Il est également judicieux de prélever des échantillons à plusieurs stades d'évolution de la maladie notamment des plantes présentant un début de symptôme ou montrant un stade avancé d'affection(présence des organes de conservation des parasites).

