

### **III. La phytoprotection**

#### **III.1. Les agresseurs des plantes**

##### **III.1.1. Notions générales sur la phytopathologie**

L'étude des différents accidents ou maladies atteignant les plantes en cours de croissance et, après récolte, les altérations de leurs produits, constitue la Pathologie Végétale. Le terme de **Phytopathologie** ou **phytiatrie** est la science qui traite les maladies des plantes, couramment employé, comprenait autrefois, outre les maladies proprement dites, les dégâts causés par les insectes, il est spécialement réservé aux troubles causés par l'action d'êtres vivants végétaux (maladies parasitaire), de virus (viroses), d'agents externes (maladies non parasitaires) ou ceux résultant d'un défaut de fonctionnement de la plante elle-même (désordres physiologiques).

La science qui étudie les causes des maladies porte le nom d'**étiologie**. Ces causes peuvent être d'origine externe (facteurs exogènes : facteurs de l'environnement ou agents pathogènes), ou interne (mutations génétiques).

##### **III.1.2. Différents types de maladies des plantes**

Les maladies des plantes peuvent être classées en fonction de plusieurs paramètres : de leur symptomatologie (maladies du flétrissement,...), du type d'organe atteint (maladies de conservation, qui affectent les organes de réserve, maladies de semis et de plantules, maladies des racines ou du collet, maladies des tiges, maladies foliaires, ...) ainsi que de leur origine.

En fonction de leur origine et des facteurs responsables, les maladies des plantes peuvent être classées en deux groupes :

**III.1.2.1 Maladies causées par des facteurs abiotiques :** Ce groupe rassemble les maladies causées par des agents non vivants : maladies non parasitaires = non infectieuses ; ce sont des maladies résultant d'une manière générale, d'une inadéquation des conditions écologiques, elles regroupent :

- **Les anomalies physiologiques et génétiques :** taches foliaires, ou stries chlorotiques d'origine génétique (nécrose des hybrides).
- **Les altérations liées aux facteurs édaphiques :** Les propriétés physicochimiques du sol, notamment, la texture et la structure, le pH, l'insuffisance quantitative de certains éléments nutritifs indispensables, ainsi que l'excès en certains éléments mineurs peuvent provoquer des altérations de la croissance et parfois des dégâts considérables chez les végétaux.

- **Les altérations liées aux facteurs climatiques** : le stress hydrique (carence en eau et inondation), le stress thermique (chaud et froid), la grêle, la neige, le vent ainsi que le stress photonique (déficit en lumière), peuvent être à l'origine d'anomalies diverses chez les végétaux.
- **Les altérations liées aux agents polluants et aux activités humaines** : la pollution atmosphérique (O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>,...), la pollution des sols et des eaux (nitrate,...), la pollution particulaire (poussières industrielles : particules de ciment), les pesticides (fongicides, herbicides..), la taille et la greffe non adéquates, .... sont tous des facteurs altérogènes de la croissance et développement, et qui peuvent engendrer des dégâts considérables chez les végétaux.

### **III.1.2.2. Maladies causées par des facteurs biotiques (Maladies infectieuses = maladies parasitaires)**

Les maladies causées par des pathogènes vivants (champignons, nématodes, virus, bactéries...) sont appelées maladies infectieuses (les pathogènes infectieux : envahissent les tissus de l'hôte et s'y multiplient). Ce groupe rassemble :

- **Les maladies cryptogamiques (fongiques)** : Ce sont les maladies les plus fréquentes. Elles sont causées par des champignons qui envahissent les plantes, infectent les tissus vivants, se nourrissent du contenu cellulaire et s'attaquent à divers organes de la plante. Les champignons phytopathogènes appartiennent à différentes classes :
  - **Classe des Ascomycètes** : dont font partie l'agent de l'oïdium des céréales et l'agent de l'ergot du seigle.
  - **Classe des Phycomycètes** : dont fait partie l'agent du mildiou de la pomme de terre et du tabac.
  - **Classe des basidiomycètes** : où l'on retrouve les agents des rouilles et des charbons.
  - **Classe des Deutéromycètes** : appelée aussi champignons imparfaits : dont font partie les agents des fusarioses.
- **Les maladies bactériennes** : Le nombre de maladies d'origine bactérienne est très limité par rapport aux maladies cryptogamiques. Les bactéries phytopathogènes appartiennent à différents genres : *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, ....

- **Les maladies à virus et à nématodes** : Chez les plantes, les maladies virales sont moins importantes que les maladies cryptogamiques et bactériennes, mais les nématodes phytophages constituent une véritable menace pour certaines cultures dans les sols infestés.
- **Les ravageurs** : Ce terme s'applique surtout aux ennemis animaux qui vivent directement aux dépens de plantes ou de denrées. Certains ne s'attaquent qu'à un seul type de plantes ; d'autres sont polyphages (ils peuvent utiliser plusieurs types de plantes pour se nourrir) et, par conséquent, font partie des ennemis communs à plusieurs cultures. On les appelle aussi des prédateurs lorsque les dégâts occasionnés par leurs attaques sont peu importants. Les insectes, les limaces, les oiseaux et même les mammifères (rats) peuvent être à l'origine de dégâts considérables chez les végétaux.

### **III.1.3. Symptômes et anomalies pouvant être observés chez les plantes malades**

Les symptômes comportent essentiellement des changements de couleurs, des altérations d'organes, des modifications anatomiques des productions anormales de substances et des altérations diverses du métabolisme ainsi que des anomalies internes.

Il est à signaler qu'un même symptôme peut être induit par des causes différentes : les jaunissements peuvent être dus à des causes non parasitaires (excès d'eau, carence en fer, absence de lumière, herbicide,...) ou parasitaires (virus, champignon...).

D'autre part, une même cause peut provoquer des symptômes très différents, selon la variété de l'hôte, le stade et le moment d'infection, les conditions biotiques et abiotiques du milieu, et l'époque d'observation.

## **III.2. Défense des cultures**

Dans leur lutte permanente pour la survie, les plantes, tout comme les animaux, ont développé une panoplie diversifiée de systèmes de protection et de défense, qui leur permettent de résister à des maladies infectieuses et aux parasites.

Parfois, les systèmes de protection préexistent avant tout contact de l'agent pathogène avec l'hôte mais le plus souvent, une résistance (résistance induite) se met en place après la rencontre de la plante avec son agresseur.

### **III.2.1. Les mécanismes de défense**

Il existe deux mécanismes de défense chez les plantes

### **III.2.1.1. Les mécanismes de défense passifs ou préformés**

Pour un certain nombre des plantes, il y a des moyens défensifs qui préexistent l'attaque par un agent pathogène ou un ravageur potentiel. Il peut s'agir de :

- **La présence d'une barrière morphologique**

- Cuticules épaisses couvertes de substances hydrophobes (cire + cutine) pour les feuilles+tiges et la subérine pour les tiges empêchant les agents pathogènes d'entrer ou se développer (les virus, bactéries et champignons).
- Poils durs sur les surfaces des feuilles et des tiges et /ou portant des substances toxiques inhibant la ponte des œufs par les insectes et rendront le déplacement des larves très difficile et ont un pouvoir répulsif contre les animaux.
- Epines sur les surfaces des feuilles et des tiges ont un pouvoir répulsif contre les animaux (en particulier les mammifères herbivores).
- Fermeture des stomates dans les feuilles et les lenticelles des tiges pour éviter la pénétration par les spores fongiques, les bactéries ou les nématodes.
- La lignine trouvée dans les parois des vaisseaux du xylème et des stomates joue un rôle important dans protection contre les herbivores en raison de sa dureté et de sa difficulté à digérer (associée à la cellulose et aux protéines).

- **Les métabolites secondaires biologiquement actifs ou précurseurs inactifs ou inertes**

Les plantes produisent différents substances chimiques pour se protéger des organismes nuisibles. Ces substances chimiques sont des «métabolites secondaires» parce qu'ils ne sont pas nécessaires à une activité biologique normale, comme la croissance et la reproduction, mais aident la plante à s'adapter à son environnement, qui se transforme en molécules actives pendant l'attaque par un ravageur, un agent pathogène ou après une blessure. Leur distribution est souvent spécifique à un certain tissu et leur localisation, généralement périphérique.

En général, les inhibiteurs sont séquestrés ou stockés dans des organites spécifiques des plantes saines (vacuoles, lysosomes). Souvent l'activation de ces précurseurs inactifs implique l'action d'enzymes libérées par la plante pendant la destruction des cellules.

### **III.2.1.2. Les mécanismes de défense inductibles**

Sous ce terme on désigne les modifications métaboliques induites dans la plante en réponse à l'agression par une défense tardive et discrète ou active et rapidement induite.

Les étapes de déclenchement de défense inductible sont :

- Reconnaissance de l'agent pathogène ou perception du signal éliciteur. La reconnaissance de l'attaque d'un pathogène et une réponse rapide de l'hôte peuvent également restreindre ou stopper l'invasion et permet aux étapes ultérieures de défense de se déclencher. La reconnaissance des composants étrangers chez les plantes est coordonnée par des Récepteurs spécialisés, qui déclenchent les réponses de défense de l'hôte après la détection de l'agent pathogène.

Dès l'intrusion de l'agent pathogène dans la plante, les molécules déclenchant le système de défense de la plante sont des protéines produites directement ou indirectement par le pathogène lui-même : ce sont les éliciteurs. On peut identifier deux types de reconnaissance, une spécifique et une générale.

- Déclenchement de la réaction immunitaire : La résistance basale est déclenchée par les récepteurs (protéines ou protéines sentinelles) capables de reconnaître des signaux moléculaires associés aux éliciteurs exogènes et/ou éliciteurs endogènes.

Cependant, si les défenses mises en place sont inappropriées, si la plante ne réagit pas assez rapidement ou si les voies de défense sont « désactivées », l'interaction entre la plante et le microorganisme sera compatible et suivie par une prolifération du pathogène.

### **III.3. Industrialisation de l'agriculture**

L'agriculture industrielle vise la concentration de la production et fait disparaître les paysannes de nos territoires. Insérés dans un système internationalisé, segmenté, déterritorialisé et productiviste, l'humain et le vivant y sont considérés comme des outils de production comme les autres, faisant fi des aspects sociaux, des droits humains, du bien-être animal et de la préservation de l'environnement. Les unités industrielles s'approvisionnent des commodités les moins chères, peu importe leur origine.

Même lorsque des normes de « bien-être animal » ou de labellisation type agriculture biologique sont instaurées dans ces unités de production industrielle, le vivant doit toujours s'adapter au système, peu importe le coût humain, social et écologique.

Cette agriculture industrielle s'affranchit des règles de base de l'agronomie, ignore les intérêts et la sensibilité des animaux. Elle suit exclusivement la logique marchande libérale en recherchant la maximisation de son profit à n'importe quel prix.

### **III.4. La pollution agricole**

#### **III.4.1. Les principales sources de pollution**

Les nitrates sont présents naturellement dans les sols et ils sont quasiment la seule source d'alimentation en azote des végétaux. Ils sont apportés par les épandages d'engrais de synthèse et de fumiers, et entraînés par le lessivage des sols vers les eaux superficielles et souterraines, où la concentration peut dépasser les limites de qualité fixées par la réglementation pour les eaux brutes servant à la production d'eau potable : 50 mg/L pour les eaux de surface (et même 10 mg/L pour la labellisation « eau pour nourrissons ») et 50 mg/L pour les eaux souterraines.

Le second enjeu majeur, et maintenant très impactant, est la contamination par les pesticides et leurs métabolites. Parmi eux, les herbicides, suivis par les fongicides, sont les molécules les plus fréquemment détectées dans les ressources en eau. La potabilité requiert des présences très faibles, inférieures à 0,1 µg/L (0,1 millionième de gramme par litre) par molécule, et 0,5 µg/L en additionnant tous les pesticides détectés. En résumé, ces concentrations très faibles indiquent que la loi vise leur absence dans les eaux.

Tous les acteurs de l'eau reconnaissent que l'agriculture est la source majeure de cette pollution diffuse des ressources et avancent deux raisons pour cela. Depuis les années 1970, elle disperse des nitrates d'origine organique (lisiers et fumiers) et d'origine minérale (engrais industriels) en quantités de plus en plus importantes, et l'usage des pesticides a accompagné cette intensification de l'agriculture, accélérée dans la décennie 1980-1990. Recherchant la sécurité et un rendement croissant, les agriculteurs ont augmenté leurs apports d'engrais, d'herbicides et de fongicides (pour contrôler les adventices\* et les champignons parasites\*), sans que ces doses puissent toutes être absorbées par les cultures. Une proportion non consommée de ces nitrates s'est donc diffusée dans les nappes, et les métabolites des pesticides migrent à travers les sols vers les ressources en eau (nappes souterraines, ruisseaux, rivières, lacs...).

De plus, depuis plus de trente ans, de nombreuses surfaces de prairies ont été remplacées par des cultures annuelles – plantes dont le cycle de vie est inférieur à un an (blé, chanvre, riz, maïs...) –

qui ont un impact beaucoup plus fort sur les aquifères suite à des excès de nitrate. En effet, comme les prairies permanentes absorbent des nitrates toute l'année, un excès azoté de même valeur crée moins de risque sur ces surfaces que sur des cultures annuelles à absorption azotée limitée à quelques mois dans l'année. D'autre part, les prairies permanentes, qui ne recevaient quasiment aucun pesticide, sont remplacées, dans la plupart des cas, par des cultures annuelles, qui, ensuite, en supportent des apports.

#### **III.4.2. Les solutions à mettre en œuvre**

Des solutions agronomiques sont possibles, mais leur généralisation n'est pas aisée. Ainsi, les légumineuses sont des cultures très « équilibrées », qui ne génèrent que les quantités de nitrates dont elles ont besoin, à partir de l'azote de l'air. C'est le cas des pois, sojas, haricots, luzernes, car elles abritent des bactéries vivant en symbiose dans leurs racines, qui fixent l'azote de l'atmosphère et l'acheminent dans la sève des plantes sans aucun apport d'engrais.

Une autre solution consiste à généraliser les systèmes de cultures à faible utilisation d'herbicides, fongicides et insecticides. Or, les seuls couverts végétaux qui n'émettent pas de pesticides, car ils n'en reçoivent pas, sont les prairies permanentes et les cultures conduites en agriculture biologique.

#### **III.5. Les pesticides et la santé humaine**

Les pesticides causent chez l'homme diverses nuisances à savoir:

- la perte de l'appétit
- la fatigue
- les maux de tête
- le vomissement
- les troubles digestifs
- des irritations cutanées fréquentes (40% des cas)
- des troubles respiratoires
- des problèmes neurologiques, d'allergie, d'asthme.
- des troubles de comportement de reproduction
- perturbation du système immunitaire et hormonale.

Plusieurs pesticides couramment utilisés ont été identifiés comme cancérigènes connus, probables ou possibles pour l'humain (EPA, IARC). Des études épidémiologiques ont proposé une relation entre l'exposition à certains pesticides et la survenue de différentes formes de cancers chez l'humain. Certaines études tentent à démontrer des risques accrus chez les enfants d'utilisateurs professionnels de pesticides (reins, cerveau et leucémie)

