#

#  Facteurs Limitatifs de la Production Végétale

#

#  Intitulé de la licence : Biotechnologie végétale et amélioration

#  Niveau : 3eme Année licence LMD

#  Semestre : 6

#  Unité d’enseignement : UEM (O/P)

#  Matière 1 : Facteurs limitatifs de la production végétale

#  Crédits : 6, Coefficient : 3

#  Contenu de la matière:

#  1- Facteurs de l'environnement

# 2- Attaques animales

# 3- Phanérogames parasites

# 4- Maladies virales

# 5- Maladies bactériennes

# 6- Maladies cryptogamiques

# Objectifs de l’enseignement:

#  Connaissances fondamentales des facteurs de l'environnement, Les attaques animales et les

#  différentes maladies.

#  Connaissances préalables recommandées

#  Physiologie et biochimie végétale ; Biologie végétale, Biologie animale, Ecologie.

#  Mode d’évaluation : Continu / Examen

# Références bibliographiques : (Livres et polycopiés, sites internet, etc.) :

# - Vilain (1997). La production végétale, 2ème édition. Ed Tec et Doc.

#  - De Carné-Carnavalet. (2011). Agriculture biologique. Ed. France agricole.

Introduction

La plante comme tout organisme vivant, est influencée durant sa vie par les conditions climatiques et édaphiques du milieu. Ces conditions, vont lui assurer soit un environnement favorable à la croissance et au développement, soit la soumettre à des facteurs de stress abiotiques ou biotiques qui vont perturber son métabolisme et provoquer des maladies.

Lorsqu’un agent pathogène entre en contact avec un hôte, un dialogue moléculaire se met en place entre les deux partenaires, le succès d’une infection dépend de la capacité de celui-ci à neutraliser ou contourner les défenses de son hôte. Ces défenses peuvent être de nature physique, comme par exemple, un dépôt de callose pour limiter la progression des parasites vasculaires ou un renforcement des parois extérieures pour rendre plus difficile la pénétration. Le parasite peut également être confronté aux défenses chimiques de la plante hôte.

La complexité de la plupart résulte de ses relations étroites avec une foule de facteurs ayant trait, soit à la plante elle-même (anatomie, physiologie, biologie), soit au milieu ou elle vit (climat, sol); la compréhension des phénomènes pathologiques ne peut être juste et totale que si elle repose sur des bases établie en pleine connaissance de ces éléments. Le diagnostic d'une maladie devient, dans ces conditions, très délicat, s'il est aisé de mettre en évidence des microorganismes vivant sur une plante malade, il est souvent plus difficile de prouver leur action pathogène et, même si elle existe réellement, d'affirmer qu'ils sont véritablement à l'origine de l'affection. On ne saurait donc, en cette matière, trop s'entourer d'une prudente circonspection dans les conclusions à formuler d'après les observations et dans l'interprétation des résultats expérimentaux.

**Chapitre 1 : INFLUENCE DES FACTEURS DE L’ENVIRONNEMENT SUR LA PRODUCTION VÉGÉTALE**

* **Définition du facteur limitant :**

Un facteur limitant est un facteur écologique dont l'absence ou la faible intensité empêche la bonne croissance d'un organisme ou d'une [population](https://www.aquaportail.com/definition-3815-population.html). **Exemple :** La sécheresse (déficit [hydrique](https://www.aquaportail.com/definition-2604-hydrique.html)) est l'un des principaux facteurs limitant. Comme les végétaux sont des [producteurs primaires](https://www.aquaportail.com/definition-1780-producteur-primaire.html), toute la [chaîne alimentaire](https://www.aquaportail.com/definition-6974-chaine-alimentaire.html) est affectée.

* **Définition de la productivité :**

 Accroissement total de la biomasse végétale par superficie et unité de temps.

* **Définition du** **rendement**:

 Biomasse récoltée par hectare pour une culture donnée.

**1. Facteurs du milieu limitant la productivité**

La production agricole (productivité ou rendement) est conditionnée par le programme génétique du végétal cultivé, mais aussi par certains facteurs du milieu dans lequel il se trouve. Ces facteurs sont multiples :

* **les facteurs qui entrent en jeu dans la photosynthèse :** éclairement, teneur en CO2 de l’air, approvisionnement en eau et en sels minéraux.
* **les conditions climatiques :** température, pluviométrie…
* **les facteurs qui déterminent la qualité du sol :** présence d’ions, circulation d’eau, oxygénation des racines…
* **les facteurs biotiques** (c'est à dire liés à la présence d'autres êtres vivants) : présence de parasites, d'insectes, de plantes entrant en compétition avec le végétal concerné, bactéries fixant l'azote atmosphérique…

 Il faut donc en priorité améliorer le facteur limitant, qui limite la productivité.

**2. Méthodes d’amélioration des facteurs limitant :**

**2.1. Cultures en plein champ**

Le contrôle des facteurs du milieu est limité, car on ne peut par exemple influer sur les facteurs climatiques, sauf à limiter l’impact de certains phénomènes :

* Limiter l’impact du gel ou le vent par **plantations** assurant la couverture du champ en amont.
* Améliorer physiquement le sol par **labourage** qui est l’action  [de](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/de-1/) [retourner](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/retourner/) [la](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/la-1/) [couche](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/couche-1/) [arable](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/arable/) [du](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/du-1/) [sol](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/sol/) [avant](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/avant/) [d](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/d/)'[ensemencer](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/ensemencer/) [la](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/la-1/) [terre](https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/terre/).
* Améliorer physiquement le sol par **sarclage** qui consiste à couper  les [herbes indésirables](https://fr.wikipedia.org/wiki/Adventice%22%20%5Co%20%22Adventice) présentes dans une culture ;
* Améliorer chimiquement le sol par l’apport d’engrais, notamment K, N , P et irrigation.
* Lutter contre les mauvaises herbes, les parasites, les maladies pouvant affecter le végétal et ce, par l’utilisation des **herbicides** et **insecticides**.

Ces techniques permettent une amélioration du rendement agricole, qui est cependant limitée par d’autres facteurs.

**2.2. Cultures sous abris**

Grâce à des serres, parfois équipées de matériel complexe, ou de simples tunnels, on améliore notre maîtrise de certains facteurs du milieu :

* **Augmentation de la température** grâce à l’effet de serre, produit par le piégeage dans l’abri de la chaleur due aux rayons du soleil mais aussi celle dégagée par le sol. En effet, les plantes en activité rejettent de la vapeur d’eau par le mécanisme de transpiration, vapeur qui se condense sur les parois de la serre, et qui retient une partie importante de la chaleur piégée dans la serre, notamment la chaleur stockée par le sol et rendue sous forme de rayonnement infrarouge terrestre même pendant la nuit. La température est ensuite réglable par l’utilisation de ventilateurs et de chauffages d’appoint, pour la maintenir à une valeur satisfaisante pour les plantes, plus élevée que dans l’atmosphère pour améliorer la productivité et pour avancer les récoltes dans le temps.
* **enrichir l’air en dioxyde de carbone,** car les plantes en consomment beaucoup pendant la journée, alors que l’approvisionnement en air est limité. On peut alors ventiler la serre, ou enrichir artificiellement l’air en dioxyde de carbone (fumure carbonique).
* Les facteurs que l’on peut améliorer en cultures plein champs sont toujours valables.

**L'effet de serre**


**2.3 Cultures hors sol**

On a deux possibilités pour réaliser une culture hors sol :

* utilisation de support ou de substrat imbibé d’une substance nutritive adaptée aux besoins particuliers du végétal.
* utilisation directe de la solution nutritive, dans laquelle sont plongées les racines de la plante.

**Avantage :**

* Dans ce type de culture, on n’apporte au végétal que les éléments du sol dont il a besoin, en les contrôlant comme autant de facteurs de productivité.
* On règle ainsi le problème de la fatigue du sol (mauvais drainage des sols après l’apport massif d’engrais),
* on a un contrôle sanitaire plus efficace et on obtient souvent des produits de meilleure qualité.

**Inconvénients :**

Ce type de culture nécessite des investissements lourds, et demande une haute technicité dans les diverses manipulations à mettre en œuvre, ceci augmentant le prix de revient des produits.

**CHAPITRE 2 : ATTAQUES ANIMALES**

**I. Comment les herbivores affectent-ils les plantes ?**

 Les mécanismes par lesquels les grands herbivores peuvent influencer les communautés végétales dans lesquelles ils évoluent sont multiples. Les herbivores peuvent directement modifier la morphologie et le métabolisme des plantes et ainsi altérer la production de biomasse et la qualité du fourrage disponible.

1. **Défoliation :**

Ce mécanisme conduit à

* **la perte de biomasse végétale**par :
* Le pâturage par les grands herbivores qui implique une perte de biomasse végétale aérienne liée à la défoliation.
* Selon le stade phénologique ou les organes consommés ils peuvent occasionnellement mener à la mort de la plante.
* **changement de composition floristique par sélection :**

 Le processus de sélection de la plate à consommer par les herbivores peut, à long terme, être à l’origine d’un changement de composition floristique des communautés végétales, favorisant l’augmentation de l’abondance des plantes non consommées par les herbivores ou de celles tolérant l’herbivorie.

1. **Dépôt de salive**

 La salive déposée par les herbivores sur les plantes lors de leur consommation peut induire des changements biochimiques au sein des feuilles et contribuer à des modifications de la vitesse de croissance.

1. **Dépôt d’excréments**

 Ce mécanisme présente des effets positifs et négatifs sur les plates.

* **Effets négatifs**
* provoquent des dommages physiques : le dépôt d’excréments solides (grande taille et d’un poids conséquent).
* limitent la croissance des plantes en étouffant la végétation et en bloquant l’accès à la lumière.
* présentent un caractère phytotoxique, *via* certains composés aromatiques (indole) ou azotés (cyanide), inhibant le processus de germination ou limitant la croissance racinaire.
* de même, l’urine des herbivores peut créer des « brûlures » des racines végétales, causées par la toxicité de l’azote ammoniacal et l’importante concentration en sel de ce type d’excrément.
* **Effets positifs**

 Les excréments augmentent les nutriments dans le sol, ceci, favorise l’augmentation de la croissance des plantes. En effet, les excréments sont riches en nutriments, principalement en azote (l’urine), potassium, calcium, phosphore et magnésium (fèces).

 Cet enrichissement du sol entraîne d’une part l’augmentation de la disponibilité des nutriments directement assimilables par les plantes, et d’autre part contribue à stimuler l’activité de la biomasse microbienne favorable à la minéralisation de l’azote.

**4. Piétinement**

* Le piétinement par les grands herbivores provoque la destruction de tissus végétaux, pouvant conduire à la mort d’une partie ou de la totalité de la plante. Il crée alors des surfaces de sol nu.
* Le piétinement conduit à la compaction du sol et peut diminuer sa porosité et limiter la disponibilité en eau pour les plantes.
* Il peut également affecter l’activité des communautés biotiques et ainsi modifier la disponibilité des nutriments utilisables par les plantes



**II. Comment les plantes développent-elles des stratégies face aux herbivores ?**

 En tant qu’organismes sessiles, les, plantes n’ont pas la possibilité de fuir leurs prédateurs. Pour maximiser leurs chances de survivre et de se reproduire malgré la présence d’herbivores, les plantes ont développé trois stratégies principales :

**1. Stratégie d’évitement**

Cette stratégie consiste à réduire la probabilité d’une plante à être trouvée et donc consommée par les herbivores. On distingue deux types :

* ***L’évitement interne* :**dans le cas où les propres caractéristiques d’une plante lui permettent de se protéger des herbivores. Exemple : les traits morphologiques de la plante compliquent leur prélèvement par les herbivores (ex. plantes en rosette) ou si la plante pousse dans un endroit inaccessible (grimpante).
* ***L’évitement externe* :** ne dépend pas des caractéristiques d’une plante, mais d’éléments biotiques ou abiotiques qui l’entourent. Exemple : une plante appréciée par des herbivores peut éviter ses prédateurs grâce à ses plantes voisines. L’évitement externe peut aussi être assuré par la présence de refuges, offrant une protection physique aux plantes qui en bénéficient (plantes poussant sous des buissons, rocher, îles dépourvues d’herbivores, falaise).

**2. Stratégie de tolérance**

La tolérance est évaluée par la mesure de certains mécanismes, permettant à la plante de tolérer l’herbivorie :

* ***l’augmentation de l’activité photosynthétique***: chez une plante ayant subit une défoliation partielle, l’augmentation de l’activité photosynthétique des tissus végétaux épargnés par l’attaque est l’un des mécanismes de tolérance. Il permet en effet d’accroître la production de carbohydrates, fournissant l’énergie nécessaire aux processus cellulaires de la plante qui pourraient permettre de compenser la perte de tissus engendrée par les herbivores.
* ***l’activation des méristèmes***: la stratégie de tolérance peut aussi se manifester par le remplacement de tissus prélevés par les herbivores, grâce à l’activation des méristèmes. Cette croissance dite compensatoire peut par exemple se traduire par une élongation des tiges ou encore du nombre de feuilles.
* ***l’augmentation des capacités reproductrices :*** l’augmentation des capacités reproductrices des plantes endommagées par les herbivores est aussi caractéristique de la stratégie de tolérance (augmentation du nombre de fruits par individus).
* ***La modification du développement phénologique des plantes :*** représente aussi un mécanisme par lequel les plantes peuvent tolérer l’herbivorie. Par exemple, les individus pâturés ont un nombre de jours de floraison supérieur à celui des individus protégés des herbivores.

**3. Stratégie de résistance**

La stratégie de résistance permet aux plantes de limiter la probabilité d’être consommées par les herbivores, grâce à l’expression de traits qui réduisent la préférence ou la performance des herbivores.

* ***Les composés de résistance physique :*** comme les épines ou les trichomes, d’autres sont microscopiques, comme la silice.
* ***Les composés de résistance*** ***chimique :*** assurée par les nombreux composés organiques appelés métabolites secondaires assurant entre autres un rôle répulsif ou toxiques vis-à-vis des herbivores. On distingue : les terpènes, les composés azotés comprenant les alcaloïdes et les composés phénoliques.



 TD n I :

 facteur limitatif

1. **LES FACTEURS ECOLOGIQUES :**

**Définition :**

Un **facteur écologique** est tout élément du milieu (température, lumière, pH du sol, prédateur…) susceptible d’agir directement ou indirectement sur les êtres vivants (individu, espèce, communauté) au moins durant une partie de leur développement. Ainsi, tout être vivant doit être considéré dans le contexte environnemental qui conditionne sa vie, et l'étude des écosystèmes nécessite de connaître comment ces facteurs écologiques opèrent.

1. **Facteur limitant :**

Un facteur écologique joue le rôle **d’un facteur limitant** lorsqu’il est absent ou réduit au-dessous d’un seuil critique ou bien s’il excède le niveau maximum tolérable. C’est le facteur limitant qui empêchera l’installation et la croissance d’un organisme dans un milieu.

Aussi, tous les facteurs écologiques, à un moment ou un autre, sans aucune exception, sont susceptibles de se comporter comme **des facteurs limitants**, quand leurs valeurs sont critiques : trop faibles et donc insuffisantes ou bien trop élevées et donc toxiques.

La valeur écologique d’un facteur est proportionnelle à son effet.

**II-1- Loi du minimum ou Loi de *Liebig* :**

Il arrive parfois qu’un facteur écologique atteigne un seuil critique et fatal incompatible avec la vie pour une espèce animale ou végétale donnée; on dit alors que le facteur écologique en question est un facteur limitant. Cette notion découle de la loi du minimum (**Liebig ; 1840**) qui dit que « **la croissance des végétaux n'est possible que si tous les éléments minéraux sont présents en quantités suffisantes dans le sol et ce sont les éléments déficitaires (dont la concentration est inférieure à une valeur minimum)qui conditionnent et limitent la croissance »**. La loi de Liebig fut généralisée à l’ensemble des facteurs écologiques sous forme d’une loi dite « **loi des facteurs limitant** ». Cela supposait au début que le facteur était limitant quand son intensité est au-dessous d’une valeur minimale incapable de satisfaire aux exigences de l’espèce et donc il est limitant par manque ou par défaut. Puis, cette notion s’étendit pour s’appliquer également aux cas où la valeur d’un facteur dépasse celle acceptable pour une espèce ; le facteur est alors limitant **par excès**.

**II-2- Loi de tolérance ou loi de Shelford :**

Toute unité biologique (individu, espèce, groupement…) présente pour la plupart des

maximale au-delà de laquelle, elle disparaît ; Ces deux valeurs, sont appelées, respectivement limite inférieure et supérieure de tolérance.

1. **La Valence écologique :**

La valence écologique se définit comme la possibilité pour une espèce végétale ou animale de coloniser des milieux différents.



* + Une espèce à forte valence écologique est capable de peupler des milieux très différents et donc peut supporter des variations importantes de l’intensité des facteurs écologiques. Elle est dite euryèce : espèce peu spécialiséepar exemple dans ses choix alimentaires, les territoires qu’elle occupe, ses exigences…
	+ Une espèce qui occupe tous les milieux est dite ubiquiste.
	+ Une espèce à faible valence écologique (sténoèce) est dite spécialisée et occupe un sinon très peu de milieux et aussi ne pourra supporter que des variations limitées des facteurs écologiques.

 **Chapitre 4: Maladies bactérienne**

**Introduction :**

Les bactéries sont des êtres vivants unicellulaires dont la taille est de l'ordre du micron, ce sont des procaryotes qui ne possèdent pas un noyau vrai pourvu d'une membrane mais un uniquechromosome nu.

Les bactéries sont responsables de l'apparition de symptômes (pourritures molles, flétrissements, lésions chancreuses, taches sur les feuilles, galles etc.) qui ne se distinguent en rien de ceux occasionnés par des champignons ou des insectes. Pour cette raison la seule observation des symptômes ne permet jamais de fixer un diagnostic sûr.

Les bactéries pathogènes pour les plantes sont classées en cinq genres seulement **: *Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas et Xanthomonas*.** Ces cinq genres sont répartis pour certains sous toutes les latitudes et causent des dégâts considérables aux cultures.

* + **Principaux taxons des bactéries phytopathogènes**

Au sein des bactéries à Gram-, les Proteobacteria renferment les genres***Rhizobium***et ***Agrobacterium*** dont l’espèce pathogène ***A. tumefaciens*** induit la prolifération des cellules de l’hôte. Les bactéries appartenant au genre***Burkhlderia***sont responsables des symptômes de pourritures, des flétrissements et des nécroses. Les genres

3

Pseudomonas, ***Erwinia*** et ***Xanthomonas*** sont responsables d’importantes maladies chez les plantes. Les ***Erwiniaspp***.occasionnent des pourritures molles.

Parmi les bactéries à Gram+ dont le GC est inférieur à 50 %, les bactéries pectinolytiques appartenant au genre Clostridium provoquent les symptômes des pourritures molles ethumides de la pomme de terre. Les bactéries à Gram+ dont le GC est supérieur à 50% renferment des espèces telles que Clavibactermichiganense provoquantla maladie de la nécrose de la pomme de terre et le flétrissement de la tomate. Ce groupe comprend aussi les Corynébactéries et les Streptomyces, entres autres l’espèce S. scabies l’agent de la gale commune de la pomme de terre (Lepoivre, 2003).

1. Les maladies bactériennes chez les végétaux 1- Principaux symptômes des bactérioses :

Les [symptômes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sympt%C3%B4me) des infections bactériennes chez les plantes ressemblentbeaucoup à ceux des [maladies fongiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Maladie_cryptogamique). Il s'agit notamment de taches foliaires, nécroses et brûlures, de tumeurs et galles, de [flétrissement](https://fr.wikipedia.org/wiki/Maladie_du_fl%C3%A9trissement) vasculaire (trachéobactériose), de chancres et exsudations gommeuses, de pourritures molles, de gales sur les organes de réserve souterrains[3](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bact%C3%A9rie_phytopathog%C3%A8ne%22%20%5Cl%20%22cite_note-3).

La même bactérie peut provoquer des [symptômes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sympt%C3%B4me) différents sur différents organes :

* Les nécroses et les brûlures : ce sont des attaques localisées qui aboutissent à la mort lente des cellules ; la feuille présente des petites plaques de cellules mortes et sèches.
* Les tâches huileuses ou pourriture molles : l’attaque des bactéries se matérialise par une prolifération rapide qui détruit les tissus sous-jacents, la prolifération des bactéries se réalise dans un amas visqueux.
* Les galles ou tumeurs : il s’agit d’une prolifération anarchique des cellules de la plante hôte provoqué par les bactéries.
* Les trachéobatérioses : il s’agit d'une prolifération à l’intérieur des tissus conducteurs de la plante hôte ; les feuilles se flétrissent du côté des tissus atteints.
1. La galle du collet ou « crown gall » :

Au début du 20ème siècle, plusieurs études ont porté sur cette maladie, la principale raison de cet intérêt étant que crown gall était considérée comme un problème majeur dans les pépinières d’amandiers, de pommiers, de pêchers, et de pruniers. Ce sont toutes des espèces ligneuses qui sont propagées par greffage de boutures. Ces greffes provoquent des blessures qui sont généralement recouvertes de terre et fournissent ainsi un excellent point d’entrée pourles agrobactéries. Les tumeurs de crown gall peuvent s’observer non seulement au niveau du collet (partie de la plante située à la jonction tige-racine) mais aussi sur des racines, des tiges et plus rarement des feuilles. Ces tumeurs apparaissent de couleur blanchâtre et de consistance molle sont plus ou moins de sphériques avec une surface irrégulière. Leur taille peut atteindre parfois 30 cm de diamètre. En vieillissant, les tumeurs prennent une teinte brun-noirâtre, et deviennent très dure (Nester et al., 1984). En revanche, il semble qu'il y a une possibilité d'apparition des tumeurs secondaires en différents points du système

4

racinaire perturbant profondément la circulation de la sève. Ces tumeurs dont l’extension peut-être parfois considérable, détournent les flux de métabolites de la plante, abaissant par-là même la croissance, la vigueur et le rendement. Sur des tissus jeunes, leur développement peut conduire à un « étranglement » des tiges ou des racines, et à un arrêt de la circulation de la sève. En 1907, Smith et Townsend identifient la nature bactérienne de la galle du collet en isolant l’agent responsable, Bacterium tumefaciens, devenu par la suite Agrobacterium tumefaciens. Avec les progrès de la culture in- vitro, ces observations conduisent les auteurs à conclure que les bactéries avaient modifié de façon permanente le potentiel de prolifération des cellules de l’hôte, et à émettre l’hypothèse de l’existence d’un « principe inducteur detumeur » pour Tumor d’origine bactérienne et capable d’induire une transformation tumorale permanente des cellules végétales (figure 16). Le pouvoir pathogène d’A. tumefaciens est lié à la présence d’un plasmide de grande taille désigné sous le nom de plasmide Ti (Tumorinducing). Cet ADN transféré ou « T-DNA » (Transferred DNA), est un fragment défini du plasmide Ti. Ce T-DNA porte deux types de gènes. Les premiers confèrent aux cellules végétales un phénotype tumoral, caractérisé par la prolifération cellulaire, et les seconds la capacité de synthétiser les opines.



***Figure 02 : Tumeurs de crown gall* sur une tige de pomme de terre, induite par *Agrobacterium tumefaciens***

1. Mode d'action des bactéries phytopathogènes :

La dynamique épidémique de maladies bactériennes se traduit par plusieurs événements qui constituent le cycle infectieux de base :

* Phase de conservation de l’inoculum.
* Phase d’infection.
* Phase de dispersion.
	1. Phase de conservation

5

Certaines bactéries sont capables pour résister de former des structures de protection : les [spores](https://fr.wikipedia.org/wiki/Spore). Les spores sont capables de résister à des températures de 70 à 80 °C, aux rayons UV et X, aux [antiseptiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Antiseptique), à la dessiccation. Placées en conditions favorables, elles « germent » pour redevenir des cellules actives.

Les bactéries parasites sont souvent naturellement présentes à la surface des organes aériens des plantes, on dit qu’elles vivent en [épiphyte](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89piphyte). Cette phase épiphyte est favorisée par un degré d’humidité important. À cet égard, la présence de la capsule et des exo-polysaccharides joue un rôle important dans leur capacité à résister à la dessiccation.

* 1. Phase d’infection :

L’infection se fait le plus souvent de façon aléatoire, par les ouvertures

naturelles, [stomates](https://fr.wikipedia.org/wiki/Stomate), [lenticelles](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lenticelle), ou des blessures. Les plaies peuvent être causées de plusieurs façons, notamment par des insectes phytophages. Le sol et

la [rhizosphère](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rhizosph%C3%A8re) (la zone proche des racines) constituent un milieu de survie de nombreuses bactéries phytopathogènes.

Les [phytoplasmes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytoplasme) et spiroplasmes qui sont des bactéries parasites obligatoires des tissus conducteurs des végétaux, ils ne peuvent pas vivre de façon [saprophyte](https://fr.wikipedia.org/wiki/Saprophyte). Entre deux cultures, ces agents se conservent dans les plantes pérennes, bisannuelles ou bien dans les insectes vecteurs. En effet, à l’image des [phytovirus](https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytovirus), certaines bactéries peuvent être transportées par des [insectes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Insecte) qui ingèrent les bactéries (plus précisément des phytolasmes), les bactéries se développent dans l’insecte avant de pouvoir être à nouveau transmises lors d’une nouvelle piqûre.

Une fois à l’intérieur de la plante, les bactéries croissent rapidement. Elles produisent plusieurs composés : des [enzymes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Enzyme) protéases (qui hydrolysent les protéines), pectinases (qui hydrolysent la pectine, un composant essentiel de la paroi végétale), les amylases et lipases (qui hydrolysent l’amidon et les lipides).

Le développement de certaines bactéries dans les tissus conducteurs, empêche la circulation normale des sèves provoquant des trachéobactérioses.

D’autres bactéries du genre Agrobacterium pratiquent la colonisation génétique provoquant des proliférations cellulaires et des tumeurs chez la plante.

* 1. Phase de dispersion

La pluie joue un rôle très efficace dans la dispersion de bactéries présente sur les feuilles ou sur le sol. Les exsudations bactériennes muqueuses peuvent sécher et se transmettre par le vent. Les insectes pollinisateur peuvent transmettre les bactéries quand celles–ci attaquent les fleurs (cas du [feu bactérien](https://fr.wikipedia.org/wiki/Feu_bact%C3%A9rien) chez les [poiriers communs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Poirier_commun)) Les insectes piqueurs jouent le rôle de vecteurs des bactéries qui vivent dans les tissus conducteurs. Les [machines agricoles](https://fr.wikipedia.org/wiki/Machinisme_agricole) peuvent également transmettre les bactéries en remuant le sol.

6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **Nom** |  |
|  | **Antagonistes** | **Espèces ciblées** | **commercial****a** | **le** |
| **V- Méthodes de lutte :****7**Bien que la culture des variétés résistantes aux maladies soit l’un des meilleursmoyens de combattre les phytopathogènes bactériens, elle n’est pas infaillible. Ces petites créatures dont la capacité d’adaptation est très élevée mutent pour attaquer même les variétés les plus résistantes. L'agent pathogène de la [moucheture](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Moucheture_bact%C3%A9rienne_de_la_tomate&action=edit&redlink=1) [bactérienne de la tomate](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Moucheture_bact%C3%A9rienne_de_la_tomate&action=edit&redlink=1), [Pseudomonas syringae pv. tomato](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_syringae), a déjà démontré cette propriété dans les champs de l['Ontario](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ontario). La race 1 de cette bactérie infecteles [variétés](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cultivar) portant le [gène](https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A8ne) Pto de la résistance à la moucheture[4](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bact%C3%A9rie_phytopathog%C3%A8ne%22%20%5Cl%20%22cite_note-4). Actuellement, nous n’avons pas de variétés de [tomate](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tomate) résistantes à la tache bactérienne et au chancre bactérien. Parmi les pulvérisations foliaires disponibles, les composés de [cuivre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cuivre) sont les plus efficaces pour lutter contre les maladies, surtout quand ils sont appliqués tôt dans la saison. Cependant, l’efficacité de la lutte dépend des conditions environnementales : plus il pleut, moins les pulvérisations sont efficaces. De plus, des pulvérisations cupriques excessives peuvent mener à la formation de populations de pathogènes résistantes au cuivre. Cette situation est déjà survenue dans les champs de tomates de la Californie et de la Floride.Une autre façon de diminuer la fréquence des maladies est d’empêcher les agents pathogènes d’entrer en contact avec les plants en bonne santé. Pour ce faire, il faut recourir à une [désinfection efficace des sols](https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9sinfection_chimique_du_sol), à une bonne [rotation des cultures](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rotation_des_cultures) et à du matériel végétal exempt de pathogène.**V-1- Lutte biologique :**L'organisation internationale de lutte biologique définit cette pratique comme étant l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les ravageurs et agents phytopathogènes. Cette définition est sujette à discussion, des divergences existant sur la place ou non de la résistance génétique dans cette catégorie.Les pesticides biologiques sont des dérivés de matériels naturels tels que les végétaux, animaux, microorganismes et certains minéraux. L'agence Américaine de la protection environnementale (EPA) classe les biopesticides dans trois catégories:* Les pesticides microbiens : dont l'ingrédient actif est un microorganisme (bactérie, virus, champignon, protozoaire...).
* Les pesticides d'origine végétale : molécules produites par les plantes, y compris celles produites par des OGM.
* Les pesticides biochimiques, qui interfèrent avec la croissance ou la reproduction du ravageur.

**V-2- Principaux agents de lutte biologique :** |

**Dr. KADI Zahia**

**Facteurs Limitatifs de la**

**Production Végét**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *AgrobactériumRadiobacter*souche 84 | *Agrobacterium tumefaciens* | Galltrol-A Norbac 84-C Nogall Diegall |
| *bacillus subtilis* | *Fusarium, Rhizoctonia, Aspergillus, Phytium, Alternaria*... | HiStick N/T Epic Compagnon Kodiak Rhizo-plus |
| *Burkholderiacepacia* | *Rhizoctonia* | Deny Blue circle Precept |
| *Pseudomonas cepacia* | *Fusarium, Phytium* | Intercept |
| *Ralstoniasolanacearum* | *Ralstoniasolanacearum* | PSSOL |
| *Streptomyces griseovirides* | *Fusarium* spp, *Alternaria, Brassicola, Phomopsis* spp, *Phytium* spp | Mycostop |

a. Les dix principales bactéries phytopathogènes :

Selon une enquête internationale menée en [2012](https://fr.wikipedia.org/wiki/2012) auprès de [bactériologistes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bact%C3%A9riologiste) par la revue *[Molecular Plant Pathology](https://fr.wikipedia.org/wiki/Molecular_Plant_Pathology)*, les dix espèces ou genres de bactéries phytopathogènes les plus importants, en tenant compte tant des aspects scientifiques qu'économiques seraient les suivants

1. pathovars de *[Pseudomonas syringae](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_syringae)*, les nombreux [pathovars](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pathovar) de cette espèce provoquent des maladies de grande importance économique et ont joué un grand rôle dans l'appréhension scientifique de la pathogénicité bactérienne.
2. *[Ralstoniasolanacearum](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ralstonia_solanacearum)*, agent de bactérioses vasculaires dans diverses cultures de grande importance économique (bananier, tabac, pomme de terre, etc.).
3. *[Agrobacterium tumefaciens](https://fr.wikipedia.org/wiki/Agrobacterium_tumefaciens)*, doit sa place dans ce classement principalement à son importance scientifique.
4. *[Xanthomonas oryzaepvoryzae](https://fr.wikipedia.org/wiki/Xanthomonas_oryzae_pv_oryzae)*, agent d'une des plus graves maladies du [riz](https://fr.wikipedia.org/wiki/Riz) ; 5- pathovars de *[Xanthomonas campestris](https://fr.wikipedia.org/wiki/Xanthomonas_campestris)*, responsables de nombreuses maladies

des plantes cultivées dans le monde.

1. *[Xanthomonas axonopodispvmanihotis](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Xanthomonas_axonopodis_pv_manihotis&action=edit&redlink=1)*, agent de la [bactériose vasculaire du](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bact%C3%A9riose_vasculaire_du_manioc) [manioc](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bact%C3%A9riose_vasculaire_du_manioc).
2. *[Erwiniaamylovora](https://fr.wikipedia.org/wiki/Erwinia_amylovora)*, agent du [feu bactérien](https://fr.wikipedia.org/wiki/Feu_bact%C3%A9rien) des arbres fruitiers.
3. *[Xylellafastidiosa](https://fr.wikipedia.org/wiki/Xylella_fastidiosa)*, responsable de nombreuses maladies de cultures de grande importance économique, notamnent la [maladie de Pierce](https://fr.wikipedia.org/wiki/Maladie_de_Pierce) de la [vigne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vigne) ; c'est aussi la première bactérie phytopathogène dont le [génome](https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9nome) a été séquencé.

8

1. *[Dickeya](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dickeya)* (*[D. dadantii](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dickeya_dadantii)* et *[D. solani](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dickeya_solani)*), agents de maladies de la [pomme de terre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pomme_de_terre). 10- *[Pectobacteriumcarotovorum](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pectobacterium_carotovorum)* (et *[P. atrosepticum](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pectobacterium_atrosepticum)*), agents de maladies

(pourritures molles).

9

Chapitre 5 :

Maladies cryptogamiques

Chapitre 5: Maladies cryptogamiques

Introduction :

Les champignons sont des organismes eucaryotes ne constituent pas une entité monophylétique mais forment au contraire un groupe très hétérogène dont la caractéristique essentielle commune est la nutrition hétérotrophe par absorption,

celle-ci pouvant prendre la forme du saprophytisme, du parasitisme ou de la symbiose (Nasraoui, 2006).

1. **Les champignons symbiotiques :** Il s’agit des champignons mycorhiziens, qui aboutissent des interactions à bénéfices avec les racines des plantes (Vander et al.,1998).
2. **Les champignons phytopathogènes :**Ils établissent des interactions antagonistes avec les plantes (Vander, 2003).
3. **Les champignons saprophytes (libres) :**Ils participent notamment aux processus de décomposition des matières organiques, d’immobilisation des éléments minéraux et établissent des interactions neutres avec la plante. (Klein et Paschke, 2004).
4. Définition des champignons phytopathogène :

Les **champignons phytopathogènes** sont des espèces de [champignons](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fungi) [parasites](https://fr.wikipedia.org/wiki/Parasitisme) qui provoquent **des [maladies cryptogamiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Maladie_cryptogamique)** chez les [plantes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante). Ces champignons appartiennent aux différents groupes du règne des [eumycocètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Eumycota) ou « champignons vrais » : **[ascomycètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ascomycota), [basidiomycètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Basidiomycota), [chytridiomycètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chytridiomycota), [zygomycètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Zygomycota) et [deutéro](https://fr.wikipedia.org/wiki/Deuteromycota) [mycètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Deuteromycota)** (champignons imparfaits). Les agents pathogènes responsables de maladies cryptogamiques comprennent aussi des [protistes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Protista) : **[plasmodiophoramycètes](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Plasmodiophoramycota&action=edit&redlink=1)**, dont les genres les plus importants sont ***[Plasmodiophora](https://fr.wikipedia.org/wiki/Plasmodiophora)* et *[Spongospora](https://fr.wikipedia.org/wiki/Spongospora)*, et [oomycètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Oomyc%C3%A8tes)**, qui comprennent notamment la famille des ***[Peronosporaceae](https://fr.wikipedia.org/wiki/Peronosporaceae)*** (agents des [mildious](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mildiou)).

Les champignons sont la principale cause de maladies chez les plantes et sont responsables d'environ 70 % des maladies des plantes cultivées. On estime entre dix mille et quinze mille espèces le nombre d'organismes du type champignons ou pseudo-champignons susceptibles d'infecter les plantes (contre une cinquantaine susceptibles d'infecter l'homme). Les pertes économiques annuelles dues aux maladies fongiques dans l'agriculture mondiale, avant et après la récolte, étaient estimées en 2003 à plus de 200 milliards d'euros, et le coût annuel des

traitements [fongicides](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fongicide) s'élève pour les seuls États-Unis à plus de 600 millions de dollars.

L'infection des plantes par un champignon phytopathogène se déroule selon un processus, appelé « cycle de la maladie », dont la complexité varie selon les espèces, mais qui comprend toujours un certain nombre d'étapes obligatoires (inoculation, adhérence, germination, pénétration et invasion).

Les champignons phytopathogènes sont capables d'infecter n'importe quel [tissu](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tissu_v%C3%A9g%C3%A9tal) à n'importe quel stade de croissance de la plante, en suivant un cycle biologique complexe qui peut comporter des stades de reproduction sexuée ou asexuée.

* 1. **Formes de parasitisme :**

10

La colonisation de l'hôte par les champignons phytopathogènes (ou par d'autres agents pathogènes) peut se faire selon deux modes principaux : [biotrophe](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mode_d%27alimentation), lorsque l'agent pathogène colonise des tissus vivants, ou [nécrotrophe](https://fr.wikipedia.org/wiki/N%C3%A9crotrophe) lorsqu'il tue les cellules végétales, à l'aide de [toxines](https://fr.wikipedia.org/wiki/Toxine), avant de les coloniser. Une catégorie intermédiaire est celle des hémibiotrophes qui commencent par une phase biotrophe avant de devenir nécrotrophes.

Les champignons nécrotrophes admettent généralement une vaste gamme de [plantes](https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%B4te_%28biologie%29) [hôtes](https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%B4te_%28biologie%29) tandis que les espèces biotrophes montrent une grande spécialisation souvent à l'égard d'une seule espèce végétale. La plupart des espèces biotrophes sont des parasites obligatoires, avec une phase de survie [saprophyte](https://fr.wikipedia.org/wiki/Saprophyte) limitée. Il est généralement impossible de les cultiver artificiellement, à quelques exceptions près comme *[Podosphaerafusca](https://fr.wikipedia.org/wiki/Podosphaera_fusca)* ou *[Blumeriagraminis](https://fr.wikipedia.org/wiki/Blumeria_graminis)*.

Les deux groupes les plus importants de champignons phytopathogènes biotrophes sont ceux qui provoquent les [rouilles](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rouille_%28maladie%29) ([Basidiomycètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Basidiomyc%C3%A8tes)) et les [oïdiums](https://fr.wikipedia.org/wiki/O%C3%AFdium) ([Ascomycètes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ascomyc%C3%A8tes)).

* 1. MODE D’ACTION DES CHAMPIGNONS PHYTOPATHOGENES

**3-1- Actions enzymatiques**

La sécrétion par un agent pathogène d’une enzyme qui attaque l’hôte est le mécanisme parasitaire le mieux connu. Pour pénétrer dans les plantes hôtes, les pathogènes fongiques doivent traverser la cuticule (couverte d’une couche de cire) puis les parois cellulaires des différents organes de la plante. Pour cela, les pathogènes doivent dégrader la cire, la cutine, les pectines, la cellulose, les hemicelluloses, la lignine et les protéines structurales. Pour prélever leurs éléments nutritifs à partir des cellules parenchymateuses, les pathogènes doivent dégrader les protéines, les lipides, ect...

3-2- Dégradation de la cellulose

La cellulose existe sous forme de microfibrilles qui sont les unités structurales de base de la paroi cellulaire de la plante. C’est un polysaccharide qui consiste en des chaînes de molécules de glucose liées l’une à l’autre par de nombreux ponts hydrogène. Pour dégrader la cellulose de la plante hôte aboutissant à la libération de molécules de glucose, les pathogènes produisent plusieurs enzymes connues sous le nom de cellulases ou enzymes cellulolytiques qui réalisent différentes réactions enzymatiques :

* C1 est une cellulase qui attaque la cellulose native en clivant les liaisons croisées entre les chaînes.
* C2 est une cellulase qui attaque la cellulose native et la coupe en chaînes plus courtes.
* C3 est un groupe de cellulases qui dégradent de courtes chaînes de cellulose en cellobiose (disaccharide).

11

* β-glycosidase est une enzyme qui dégrade finalement le cellobiose en glucose (Nasraoui, 2015).

3-3- Dégradation des protéines :

Les pathogènes dégradent plusieurs types de molécules de protéines qui sont formées par l’attachement ensemble de plusieurs molécules de 20 différents types d’amino- acides. Les enzymes impliquées dans la dégradation des protéines sont appelées protéases, protéinases ou enzymes protéolytiques. La dégradation des protéines de la plante hôte par les protéases du pathogène aboutit à la désorganisation et au dysfonctionnement des cellules de l’hôte.

Les amino-acides libérés après la dégradation des protéines sont directement absorbés par le pathogène (Corbaz, 1990).

* 1. La classification des champignons phytopathogènes :

Le principe de la classification des champignons phytopathogènes (critèresphysiologiques et moléculaires) et les maladies qu'ils induisent.

4-1- Classification basée sur des critères morphologiques :

La classification des champignons s'est d'abord fondée sur les caractéristiques morphologiques du thalle et les organes de reproduction sexuée. Des niveaux taxonomiques intraspécifiques, essentiels pour le phytopathologiste ne peuvent être identifiés sur base de critères morphologiques. Ces niveaux sont les formes spécialisées (forma specialis) qui montrent une spécificité parasitaire vis-à-vis d'une espèce hôte particulière tandis que les races (ou biotypes) s'attaquent spécialement à certains cultivars de l'espèce-hôte, à l'exclusion des autres. (Lepoivre, 2003).

4-2- Classifications moléculaires :

Les techniques moléculaires ciblant les séquences d'acides nucléiquesconnaissent un essor important au niveau intraspécifique. Elles permettent de résoudredes problèmes d'identification insolubles par des critères morphologiques. A cet égard,les gènes qui codent pour les ARN ribosomiques présentent un intérêt particulièrementimportant.

Ils sont réunis au sein d'un opéron contenant des régions très conservées(régions codantes correspondant aux molécules 5,8S, 17S et 25S), des régions à faiblevariabilité (les régions intercalaires ITS) et des régions très variables situées entre lesopérons entre les opérons (régions IGS). Les séquences ITS sont largement utiliséespour les comparaisons entre espèces fongiques. (Lepoivre, 2003).

* 1. Les maladies cryptogamiques : Définition

Une **maladie cryptogamique** est l'attaque d'un champignon sur une plante, attaque qui peut se révéler plus ou moins grave, à traiter biologiquement ou chimiquement pour sauver une récolte ou tout simplement profiter d'une végétation saine.

12

5-1- Les différentes maladies cryptogamiques :

La rouille, l'oïdium et le mildiou sont les trois principaux problèmes cryptogamiques rencontrés sur vos plantes. Mais ils ne sont malheureusement pas les seuls.

Voici une liste non exhaustive des problèmes potentiels, avec leurs particularités et les dégâts causés :

**La [rouille](https://jardinage.ooreka.fr/fiche/voir/269980/traiter-la-maladie-de-la-rouille) :** peut prendre différentes formes, brune ou blanche. Elle se remarque par des taches concentriques sur la face supérieure des feuilles. Au revers, les taches sont couvertes d'un duvet brun ou blanc qui semble s'envoler au moindre souffle d'air. Toutes les plantes du jardin peuvent être concernées. Les dégâts sur les parties aériennes peuvent être considérables et conduire à la mort de la plante si aucune mesure n'est envisagée.

**L'[oïdium](https://jardinage.ooreka.fr/fiche/voir/266413/traiter-l-oidium) :** forme un feutrage blanc irrégulier à la surface des feuilles. Il apparaît souvent après une légère déformation du feuillage, qui semble se distordre. Il attaque principalement les rosiers, la vigne, les plantes potagères, surtout les [Cucurbitacées](https://jardinage.ooreka.fr/astuce/voir/554557/cucurbitacees) et, dans une bien moindre mesure, les arbres fruitiers. Ce champignon rend les plantes peu productives, inesthétiques, mais ne les tue pas.

**Le [mildiou](https://jardinage.ooreka.fr/fiche/voir/550351/lutter-contre-le-mildiou) :** provoque un changement du feuillage qui devient gaufré et prend une coloration générale rougeâtre. Si rien n'est fait, les feuilles tombent et les bois verts sont atteints, conduisant à une mort à petit feu de la plante atteinte.

* 1. Les dix principaux champignons phytopathogènes :

Selon une enquête internationale menée en [2012](https://fr.wikipedia.org/wiki/2012) auprès de [mycologues](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mycologue) par la revue *[Molecular Plant Pathology](https://fr.wikipedia.org/wiki/Molecular_Plant_Pathology)*, les dix espèces ou genres de champignons

phytopathogènes les plus importants, en tenant compte tant des aspects scientifiques qu'économiques. Ces organismes pathogènes, dont six sur dix attaquent plus spécifiquement les cultures de [céréales](https://fr.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9r%C3%A9ale), seraient les suivants[11](https://fr.wikipedia.org/wiki/Champignon_phytopathog%C3%A8ne%22%20%5Cl%20%22cite_note-11):

1- *[Magnaportheoryzae](https://fr.wikipedia.org/wiki/Magnaporthe_oryzae)*, agent de la [pyriculariose du riz](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pyriculariose). 2- *[Botrytis cinerea](https://fr.wikipedia.org/wiki/Botrytis_cinerea)*, agent de la [pourriture grise](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pourriture_grise).

1. *[Puccinia](https://fr.wikipedia.org/wiki/Puccinia)* spp., agents de [rouilles](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rouille_%28maladie%29) affectant notamment les *[Poaceae](https://fr.wikipedia.org/wiki/Poaceae)* (dont les céréales et plus particulièrement le [blé](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bl%C3%A9)).
2. *[Fusarium graminearum](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fusarium_graminearum)*, agent de la [fusariose du maïs](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fusariose_du_ma%C3%AFs&action=edit&redlink=1) et de la [fusariose](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fusariose_du_bl%C3%A9&action=edit&redlink=1) ou [gale](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Gale_du_bl%C3%A9&action=edit&redlink=1) [du blé](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Gale_du_bl%C3%A9&action=edit&redlink=1).
3. *[Fusarium oxysporum](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fusarium_oxysporum)*, agent de la [fusariose vasculaire](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fusariose_vasculaire&action=edit&redlink=1) qui affecte de nombreuses plantes cultivées.
4. *[Blumeriagraminis](https://fr.wikipedia.org/wiki/Blumeria_graminis)*, agent de l['oïdium des céréales](https://fr.wikipedia.org/wiki/O%C3%AFdium_des_c%C3%A9r%C3%A9ales).
5. *[Mycosphaerellagraminicola](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mycosphaerella_graminicola)*, agent de la [septoriose du blé](https://fr.wikipedia.org/wiki/Septoriose_du_bl%C3%A9).
6. *[Colletotrichum](https://fr.wikipedia.org/wiki/Colletotrichum)* spp., agents des [anthracnoses](https://fr.wikipedia.org/wiki/Anthracnose) affectant de nombreuses plantes, notamment arbres fruitiers, plantes maraîchères et ornementales, et causant des pertes post-récolte importantes chez les fruits et légumes entreposés.
7. *[Ustilagomaydis](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ustilago_maydis)*, agent du [charbon du maïs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Charbon_du_ma%C3%AFs) et [organisme modèle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisme_mod%C3%A8le) pour la recherche en phytopathologie et en génétique des plantes.
8. *[Melampsoralini](https://fr.wikipedia.org/wiki/Melampsora_lini)*, agent de la [rouille du lin](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Rouille_du_lin&action=edit&redlink=1), qui doit sa place dans le classement à son rôle de « [système modèle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisme_mod%C3%A8le) » pour l'étude de l'immunité chez les plantes.

**Figure 03 : Fraise atteinte par la pourriture grise *(*due à un champignon *ascomycète,* Botrytis cinerea*).***



Figure 04 :Tomate atteinte par le mildiou (due à un pseudo-champignon *oomycète*,Phytophthora infestans).

13

Chapitre IV :

 6- Phytovirus :

 (les attaques virales)

1- Phytovirus :

Un **phytovirus** est un [virus](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus) s'attaquant aux organismes [végétaux](https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante). Ces virus ont la particularité de pénétrer la [cellule végétale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cellule_v%C3%A9g%C3%A9tale) de leur hôte afin de détourner à leur profit les mécanismes de la cellule et leur permettre de se reproduire.

Cette multiplication virale finit par provoquer une modification [métabolique](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9tabolisme) ou la destruction de la cellule. La prolifération des virus à l’intérieur des tissus végétaux peut dans certains cas n’entraîner aucun [symptôme](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sympt%C3%B4me) visible dans un premier temps (phénomène de masquage), mais très souvent les attaques virales se manifestent par des symptômes tels que des [mosaïques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mosa%C3%AFque_%28pathologie_v%C3%A9g%C3%A9tale%29), des marbrures ou des [fasciations](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fasciation).

Les lignées de virus végétaux ont [évolué](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89volution_%28biologie%29) indépendamment les unes des autres : comme la plupart des [endoparasites](https://fr.wikipedia.org/wiki/Endoparasite), les virus se multiplient en vase clos dans leurs [hôtes](https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%B4te_%28biologie%29). L’évolution en parallèle des souches virales et des hôtes résistants (coévolution) est à l’origine d’une grande spécialisation des virus vis-à-vis de leur hôte. Des virus sont ainsi capables de n’attaquer qu’une seule espèce ou une seule famille de végétaux. Le [virus de la mosaïque du tabac](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_mosa%C3%AFque_du_tabac) par exemple, est capable d’attaquer la plupart des plantes appartenant uniquement à la famille

des [Solanacées](https://fr.wikipedia.org/wiki/Solanaceae) ([tomate](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tomate), [tabac](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tabac), [aubergine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Aubergine), etc.).

2- Classement des phytovirus

La structure des phytovirus est bien définie. Elle se présente sous forme de particules virales (ou [virions](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virion)) qui ont des caractéristiques [isométriques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Isom%C3%A9trie), de bâtonnets rigides ou filamenteux, ainsi que des formes [bacilliformes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bacille_%28forme%29).

L’organisation des phytovirus en catégories, genre et famille est essentiellement basée sur trois critères :

2-1- **la nature du matériel génétique:** [ADN](https://fr.wikipedia.org/wiki/ADN) ou [ARN](https://fr.wikipedia.org/wiki/ARN), mono ou bicaténaire (un brin ou deux).

2-2- le niveau d’[homologie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Homologie_%28%C3%A9volution%29) (ressemblance issue d’un ancêtre commun)

des [gènes](https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A8ne). Pour ce faire, le [matériel génétique](https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9nome) de chaque virus est [séquencé](https://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9quen%C3%A7age_de_l%27ADN). Les successions des [bases azotées](https://fr.wikipedia.org/wiki/Base_azot%C3%A9e) des différents virus sont comparées, et les virus dont les séquences sont les plus proches sont regroupés dans un même [taxon](https://fr.wikipedia.org/wiki/Taxon). Les [genres](https://fr.wikipedia.org/wiki/Genre_%28biologie%29) (par exemple les *[Caulimovirus](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Caulimovirus&action=edit&redlink=1)*), puis

les [familles](https://fr.wikipedia.org/wiki/Famille_%28biologie%29) (par exemple les *[Caulimoviridea](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Caulimoviridea&action=edit&redlink=1)*), sont définis par leur degré d'[homologie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Homologie_%28%C3%A9volution%29).

Cependant il n'est pas toujours possible de regrouper tous les genres dans des familles; il existe donc des genres isolés, comme le

sontles *[Benyvirus](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Benyvirus&action=edit&redlink=1)* oules *[Pomovirus](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pomovirus)*.

Dans une moindre mesure, la forme des particules virales est utilisée comme critère, notamment pour le groupe des virus à [ARN monocaténaire messager](https://fr.wikipedia.org/wiki/ARN_messager). Cette famille

14

est subdivisée en virus isométriques, particules hélicoïdales, en bâtonnet ou flexueuses.

1. Les [viroïdes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Viro%C3%AFde) :

Les [viroïdes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Viro%C3%AFde) se distinguent des virus ; ils ont une structure bien plus simple et le principe de leur multiplication n’est pas tout à fait identique.

Les viroïdes sont constitués exclusivement d’un ARN monocaténaire circulaire qui possède une [structure spatiale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Structure_de_l%27ARN) très compacte et rigide. Il n’y a pas de [capside](https://fr.wikipedia.org/wiki/Capside) et encore moins d’enveloppe. Les [viroïdes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Viro%C3%AFde) ont été classés en deux familles :

les *[Pospiviroidae](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pospiviroidae)* et les *[Avsunviroidae](https://fr.wikipedia.org/wiki/Avsunviroidae)*.

L’[ARN polymérase](https://fr.wikipedia.org/wiki/ARN_polym%C3%A9rase) de la plante assure la synthèse de nouveaux viroïdes qui s’accumulent alors dans le nucléole, le reste du noyau ou de la membrane des [thylakoïdes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Thylako%C3%AFde) des chloroplastes.

Cette accumulation de viroïdes à l’intérieur de la cellule entraîne un dysfonctionnement métabolique empêchant par exemple la multiplication cellulaire. La multiplication des viroïdes est favorisée par une augmentation de la durée de jour et une augmentation de la température, c’est pour cette raison qu’ils sont impliqués dans des maladies tropicales, méditerranéennes ou de plantes d’ornement élevées sous serre. Une de ces attaques provoque le « [cadang-cadang](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cadang-cadang) » qui aboutit à un dépérissement lent mais létal des [cocotiers](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cocotier) et qui a déjà décimé des milliers d’arbres.

1. Transmission virale :

Déplacement des virus dans la plante

À courte distance, d’une cellule à l’autre, les virus s’associent à des [protéines de](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%A9ine_de_mouvement&action=edit&redlink=1) [mouvement](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Prot%C3%A9ine_de_mouvement&action=edit&redlink=1) avec lesquelles ils forment un complexe. Ce complexe aboutit parfois à la formation de tubules, assure le passage des virus par les [plasmodesmes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Plasmodesme).

À longue distance, les virus utilisent les tubes de transport de la sève élaborée que sont les cellules du [phloème](https://fr.wikipedia.org/wiki/Phlo%C3%A8me)

**Le mode de transmission:**

4-1- Transmission verticale :

La transmission verticale désigne la transmission d’une génération de plantes à la suivante.

Les virus sont peu fréquemment transmis par les [graines](https://fr.wikipedia.org/wiki/Graine) ou par le [pollen](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pollen). Néanmoins on considère que 18 % des phytovirus décrits sont transmis par les graines chez un ou plusieurs hôtes. En 2013, 231 virus et viroïdes transmis par les graines ont été recensés parmi les quelque 1500 phytovirus répertoriés sur différentes plantes cultivées[5](https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytovirus%22%20%5Cl%20%22cite_note-5)[,6](https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytovirus%22%20%5Cl%20%22cite_note-6). On a recensé (en 2007) 39 virus, appartenant majoritairement aux

genres Alphacryptovirus, Ilarvirus, Nepovirus et Potyvirus, susceptibles d'être transmis par le pollen, ainsi que cinq viroïdes. Cette transmission peut être horizontale (infection de la plante porteuse de la fleur fécondée par le pollen) ou verticale (infection de l'embryon et de la graine)[7](https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytovirus%22%20%5Cl%20%22cite_note-7).

15

Par contre la [multiplication végétative](https://fr.wikipedia.org/wiki/Multiplication_v%C3%A9g%C3%A9tative) des plantes entraîne l'infection de toute la descendance. L'élimination des tissus virosés se fait essentiellement par micro- bouturage et la culture de [méristèmes](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9rist%C3%A8me).

4-2- Transmission horizontale :

La transmission horizontale désigne la transmission des virus de plante à plante. Celle-ci peut se produire par inoculation mécanique lors d’une [greffe](https://fr.wikipedia.org/wiki/Greffe_%28botanique%29) ou sous l’effet du vent qui fait se frotter deux branches. Les pratiques culturales, [taille](https://fr.wikipedia.org/wiki/Taille_%28arboriculture%29), [labours](https://fr.wikipedia.org/wiki/Labour), peuvent assurer également la transmission horizontale.

Le mode de transmission le plus spécifique aux virus reste la transmission par des organismes vivants, appelés [vecteurs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vecteur_%28biologie%29) : [ravageurs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ravageur), champignons ou [cuscute](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cuscute) (végétal parasite). Parmi les ravageurs, on trouve tous les ravageurs piqueurs-

suceurs : [acariens](https://fr.wikipedia.org/wiki/Acarien), [nématodes](https://fr.wikipedia.org/wiki/N%C3%A9matode), et surtout

les [insectes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Insecte) comme [pucerons](https://fr.wikipedia.org/wiki/Puceron), [cochenilles](https://fr.wikipedia.org/wiki/Coccoidea), [cicadelles](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cicadelle), [aleurodes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Aleurode) et [thrips](https://fr.wikipedia.org/wiki/Thrips), ainsi que certains [coléoptères](https://fr.wikipedia.org/wiki/Col%C3%A9opt%C3%A8re).

Les phytovirus transmis par des vecteurs peuvent être classés en deux catégories, les virus non-circulants et les virus circulants.

Afin de mieux comprendre ces modes de transmissions il faut savoir sur quelles bases ils se définissent :

* Le temps nécessaire à l’acquisition du virus par l’insecte à partir d’une plante infectée,
* Le temps d’inoculation qui correspond au temps nécessaire au vecteur pour transmettre le virus à une plante saine,
* La période de latence définissant la période s’écoulant entre le moment où le vecteur a acquis un virus et le moment où il peut transmettre le virus à une plante,
* La période de rétention qui correspond au temps pendant lequel un vecteur ayant acquis un virus reste capable de le transmettre à une plante.

4-3- Virus non-circulants :

Ils sont transportés par les [pièces buccales](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pi%C3%A8ce_buccale) des insectes phytophages, par exemple un puceron. Le vecteur perd son infectivité lors d'une [mue](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mue_des_arthropodes). On distingue parmi ces types de virus :

* Les virus non-persistants : ils constituent une majorité de virus de végétaux causant beaucoup de pertes économiques. Ces virus ont une durée très brève de rétention dans le vecteur. Le repas d’acquisition est de très courte durée (quelques secondes) et le virus doit être inoculé très rapidement pour pouvoir se propager.

Les [pucerons](https://fr.wikipedia.org/wiki/Puceron) sont les vecteurs les plus importants pour cette voie de transmission. Lors de piqûres d’essais, afin de constater l’état favorable ou non de la plante (sondage), les virions se fixent, grâce à des interactions protéines–protéines, sur la couche cuticulaire des pièces buccales (stylet : d’où le nom de la transmission en

16

mode stylet) ou du tractus digestif antérieur par aspiration. Le temps de latence étant nul, on s’organise vers un temps d’acquisition (optimum 15/30 secondes) et d’inoculation (quelques minutes) très court, pour transmettre le virus à une plante saine sensible, car sinon les virus seront perdus par égestion ou salivation. Ce modèle de transmission doit s’avérer efficace. Pour cela (d’après des études sur le [virus de la mosaïque du concombre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_mosa%C3%AFque_du_concombre) -CMV) le virus induit chez la plante une

augmentation de la concentration en composés volatils, afin d’attirer les pucerons, mais une baisse de la qualité, surtout gustative, pour que la piqûre de sondage récupère des virions et repousse le puceron porteur. La transmission peut s’effectuer alors le plus rapidement possible vers une plante saine et sensible.

* Les virus semi-persistants : ces virus ont une durée de rétention plus longue (quelques heures). Pour que le virus se propage, le repas d’acquisition et le repas d’inoculation doivent être plus longs (quelques heures également).

Chez un groupe de [nématodes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Nematoda), du genre [Xiphinema](https://fr.wikipedia.org/wiki/Xiphinema), la transmission

d’un [Nepovirus](https://fr.wikipedia.org/wiki/Nepovirus) se fait selon le mode non-circulant, mais avec une persistance qui peut aller de quelques semaines à quelques mois. Si le nématode vit suffisamment longtemps, il peut assurer la transmission du virus entre deux cultures annuelles.

 Mode **persistant** ou circulant : le vecteur acquiert et inocule le virus lors de piqûres d’ingestion longues dans le phloème, ce que le vecteur n’effectue que sur ses plantes-hôtes. La latence est de quelques heures à jours, durée nécessaire aux particules ingérées pour traverser l’épithélium [intestinal](https://passion-entomologie.fr/tube-digestif-insecte-anatomie/%22%20%5Ct%20%22newwin)puis celui des glandes salivaires, d’où elles sont inoculées avec la salive ; c’est pourquoi l’infectivité est conservée lors de la mue (passage transstadial).  Dans ce mode, le virus ne se réplique généralement pas dans le vecteur ; néanmoins,t-m la réplication virale existe dans certaines associations virus–vecteur – on parle alors de mode persistant-multipliant.

1. La lutte contre les phytovirus :

Iln'existe pas de substance chimique, connue à ce jour, capable d’assurer une lutte curative : seule la lutte préventive peut être envisagée

5-1- Sélection génétique :

Les moyens de défense naturels des végétaux (synthèse de protéines de défenses, hypersensibilité) pour lutter contre les virus sont souvent de nature génétique. Cette aptitude définie la notion de résistance variétale. L’expérience prouve que plus une plante est sélectionnée dans un objectif de rendement, et plus on la

fragilise[réf. nécessaire]. Les généticiens ont donc été amenés à créer de nouvelles variétés en introduisant des gènes de résistance par le biais de croisements et de sélection, ou par le biais de la méthode de [transgénèse](https://fr.wikipedia.org/wiki/Transg%C3%A9n%C3%A8se).

Par exemple on croise des plants de tomates ([Lycopersicon esculentum](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lycopersicon_esculentum)) avec des espèces sauvages comme [Lycopersicon hirsutum](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Lycopersicon_hirsutum&action=edit&redlink=1) ou [Lycopersicon peruvianum](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lycopersicon_peruvianum) afin d’améliorer la résistance aux virus de la [mosaïque du tabac](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_mosa%C3%AFque_du_tabac), de la [marbrure du](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Virus_de_la_marbrure_du_tabac&action=edit&redlink=1) [tabac](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Virus_de_la_marbrure_du_tabac&action=edit&redlink=1) et du [virus Y de la pomme de terre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_Y_de_la_pomme_de_terre).

De même des croisements sont effectués entre l’[orge](https://fr.wikipedia.org/wiki/Orge_commune) et le [triticale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Triticale) afin d’obtenir des variétés résistantes au [virus de la mosaïque jaunissante de l'orge](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Virus_de_la_mosa%C3%AFque_jaunissante_de_l%27orge&action=edit&redlink=1).

5-2- Élimination des sources de vecteurs :

Pour les virus non-persistants, la propagation de l’[épidémie](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89pid%C3%A9mie) se fait dans un rayon d’une centaine de mètres autour du plant virosé.

17

La lutte consiste à éliminer les sources de virus comme les plantes pérennes ou bisannuelles [adventices](https://fr.wikipedia.org/wiki/Adventice) pendant l’interculture. On peut notamment protéger la culture par une haie dans les régions ventées. En effet le vent est un facteur de propagation de l’insecte notamment pour les cultures maraîchères basses. On peut aussi utiliser un [insecticide](https://fr.wikipedia.org/wiki/Insecticide) qui intercepte le vecteur en vol[réf. nécessaire]. On peut pulvériser de l’huile de synthèse sur les plants afin de limiter l’accrochage de virus à l’appareil buccal de l’insecte.

La propagation des virus persistants peut se faire sur des centaines de kilomètres. La maîtrise de la population de phytophage vecteur peut parfois s’imposer. Dans ces cas là, l’utilisation d’un insecticide sur le feuillage ou dans le sol peut être préconisé. Ce type de traitement intervient notamment pour le [virus de l'enroulement de la pomme](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_l%27enroulement_de_la_pomme_de_terre) [de terre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_l%27enroulement_de_la_pomme_de_terre) ou bien le [virus de la jaunisse nanisante de l'orge](https://fr.wikipedia.org/wiki/Jaunisse_nanisante_de_l%27orge).

1. Les dix principaux virus phytopathogènes :

Une enquête internationale menée en [2011](https://fr.wikipedia.org/wiki/2011) auprès de [virologues](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virologue) par la

revue *[Molecular Plant Pathology](https://fr.wikipedia.org/wiki/Molecular_Plant_Pathology)* a permis de désigner les dix espèces de virus phytopathogènes les plus importantes, en tenant compte à la fois des aspects scientifiques et économiques. Ces organismes pathogènes, dont la moitié affecte des plantes de la famille des *[Solanaceae](https://fr.wikipedia.org/wiki/Solanaceae)* (pomme de terre, tabac, tomate), seraient les suivants :

* 1. [Virus de la mosaïque du tabac](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_mosa%C3%AFque_du_tabac) (TMV, *Tobacco mosaic virus*) ; premier virus découvert et premier virus des plantes dont le génome a été séquencé, le TMV est un [organisme modèle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisme_mod%C3%A8le) qui a joué un rôle primordial dans le développement des connaissances en virologie.
	2. [Virus de la maladie bronzée de la tomate](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_maladie_bronz%C3%A9e_de_la_tomate) (TSWV, *Tomatospottedwilt virus*) ; ce virus à répartition mondiale est important par sa vaste gamme de plantes- hôtes (plus de 800), les pertes économiques qu'il provoque et les difficultés rencontrées pour maîtriser les thrips vecteurs.
	3. [Virus des feuilles jaunes en cuillère de la](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_des_feuilles_jaunes_en_cuill%C3%A8re_de_la_tomate)

[tomate](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_des_feuilles_jaunes_en_cuill%C3%A8re_de_la_tomate) (TYLCV, *Tomatoyellowleafcurl virus*) ; transmis par l'[aleurode du](https://fr.wikipedia.org/wiki/Aleurode_du_tabac) [tabac](https://fr.wikipedia.org/wiki/Aleurode_du_tabac), ce virus provoque une maladie dévastatrice dans les cultures de tomates.

* 1. [Virus de la mosaïque du concombre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_mosa%C3%AFque_du_concombre) (CMV, *Cucumbermosaic virus*), infectant plus de 1200 espèces de plantes et transmis par plus de 80 espèces de pucerons, ce virus a fait l'objet de nombreuses études au niveau moléculaire.
	2. [Virus Y de la pomme de terre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_Y_de_la_pomme_de_terre) (PVY, *Potato virus Y*).
	3. [Virus de la mosaïque du chou-fleur](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_mosa%C3%AFque_du_chou-fleur) (CaMV, *Cauliflowermosaic virus*).
	4. [Virus de la mosaïque africaine du manioc](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Virus_de_la_mosa%C3%AFque_africaine_du_manioc&action=edit&redlink=1) (ACMV, *Africancassavamosaic virus*).
	5. [Virus de la sharka](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sharka) (PPV, *Plumpox virus*).
	6. [Virus de la mosaïque du brome](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Virus_de_la_mosa%C3%AFque_du_brome&action=edit&redlink=1) (BMV, *Brome mosaic virus*). 10- [Virus X de la pomme de terre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_X_de_la_pomme_de_terre) (PVX, *Potato virus X*).

18

Les auteurs ont également mentionnés comme particulièrement importants, bien qu'ils ne figurent pas dans la liste des dix premiers, les virus suivants : le [virus de la](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_tristeza_des_agrumes) [tristeza des agrumes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la_tristeza_des_agrumes) (CTV, *Citrus tristeza virus*), le [virus de la jaunisse nanisante de](https://fr.wikipedia.org/wiki/Jaunisse_nanisante_de_l%27orge) [l'orge](https://fr.wikipedia.org/wiki/Jaunisse_nanisante_de_l%27orge) (BYDV, *Barleyyellowdwarf virus*), le [virus de l'enroulement de la pomme de](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_l%27enroulement_de_la_pomme_de_terre) [terre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus_de_l%27enroulement_de_la_pomme_de_terre), (PLRV, *Potato leafroll virus*) et le [virus du rabougrissement buissonneux de la](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Virus_du_rabougrissement_buissonneux_de_la_tomate&action=edit&redlink=1) [tomate](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Virus_du_rabougrissement_buissonneux_de_la_tomate&action=edit&redlink=1) (TBSV, *Tomatobushystunt virus*).

19

**Figure05 :** Mécanismes naturels de défense qui permettent à la plante des résister à des attaques d’agents pathogènes habituellement virulents (Lydie,2015).

20

Chapitre V :

 **Phanérogames parasites**

P.............**Chapitre ..7 : Phanénogames parasites**

Définition

Les phanérogames parasites sont des plantes à fleurs qui ont perdu leur autotrophie au cours de leur évolution et sont devenues parasites d'autres plantes supérieures appelées alors hôtes (Raynal-Roques et Paré, 1998). Ces plantes phytopathogènes constituent une entité biologique particulière par certains aspects de leurmorphologie, de leur biologie et de leur écologie. De simple curiosité comme la fleur d'un mètre de diamètre de *Rafflesia arnoldi*(Rafflesiaceae), elles peuvent devenir de redoutables parasites des cultures comme le *Striga,* la cuscute et l'orobanche. De véritables arbres comme *Nuytsiafloribunda*(Loranthaceae arborescente d'Australie atteignant 10 mètres de hauteur), elles peuvent n'avoir que l'aspect d'un champignon supérieur comme c'est le cas de *Cynomoriumcoccineum*(Cynomoriaceae) (Ba, 1983).

**1 - Répartition systématique et géographique des plantes parasites :** Les phanérogames parasites constituent un groupe hétérogène de plantes répartiesdans des ensembles et sous-ensembles d'importance très inégale, entièrement oupartiellement parasites. La systématique de ces plantes suscite toujours desdivergences tant dans leur classification que dans leur nombre. Kuijt (1969), Weber (1993) puis Musselman et Press (1995)évaluent leur effectif à 3000. Raynal-Roqueset Paré (1998) estiment qu'en tenant compte des synonymies, les Angiospermesparasites sont nettement plus nombreuses. Ces auteurs avancent le chiffre de 4700.comme effectif actuel des parasites végétaux connus. Dans tous les cas, les plantesparasites représentent moins de 2 % de l'ensemble des Spermaphytes

Les plantes parasites sont des Dicotylédones appartenant presque toutes à 20 familles réparties dans 8 ordres différents.Aucun cas de parasitisme n'est connu chez les Monocotylédones.

Les plantes parasites présentent toujours un déficit plus ou moins poussé del'équipement en pigments chlorophylliens dans leurs tissus, soit qu'ils fassent totalement défaut, soit qu'ils existent en quantité insuffisante pour assurer une photosynthèse normale**.** Cette caractéristique permet de répartir les parasites en deux groupes : les holoparasites et les hémiparasites.

21

* + 1. **Le *Striga* :**

Le genre *Striga* appartient à l'ordre des Tubifloreae, à la sous-famille desRhinanthoideae et à la tribu des Buchnereae (Gerardeae) **.** Il comprend 40 taxa (36 espèces et sous-espèces) dont 33 sont

représentés en Afrique parmi lesquels, 26 sont endémiques en raison de la pauvreté des sols, du manque d'intrants (fumure, herbicides, etc.) etde la monoculture des plantes sensibles **.** Cette diversité d'espècesassortie de la représentation de tous les types biologiques en Afrique font suspecter le continent africain comme étant le berceau origineldu genre *Striga.*

Sur la base du nombre de côtes ou de nervures du tube du calice, **Wettstein (1891)** distingue 2 sections taxonomiques dans le genre *Striga*:les pentapleurae dont le tube du calice comporte 5 côtes et les polypleurae qui

22

enont 6 à 10. Le genre Striga comporte des espèces allogames et des espècesautogames qui peuvent être annuelles ou vivaces**.**

Biologiquement, les espèces de Striga se révèlent incapables d'accomplir leur cycle complet de développement, notamment fleurir et donner des graines, sans le"secours" d'une autre angiosperme herbacée **(Raynal-Roques, 1993)** à l'exceptionde S. euphrasioides**(Ramaiah et al., 1983).** Une seule plante de Striga peut produireentre 2500 graines (StrigaforbesiJ) **(Parker et Riches, 1993)** et 500 000 graines(Strigaasiatica) **(Hosmani, 1778 cités par Pieterse et Pesch, 1983)** de formes variées.

Les espèces de *Striga* sont de petites plantes herbacées, dressées, à tiges arrondiesà la base, puis quadrangulaires vers le haut. Les feuilles sont vertes, linéaires,simples,opposées; elles sont réduites à des écailles à la base de la tige et alternesvers le haut **(Pieterse et Pesch, 1983)**.

Les fleurs sont sessiles et groupées en épi ouen glomérules; elles se composent d'un calice ayant 5 lobes au minimum et 15 aumaximum, d'une corolle en tube cylindrique abruptement coudé, d'étaminesdidynames incluses dans le coude du tube et d'un ovaire

Le fruit est une petite capsule cylindrique.

* + 1. **Le gui** (***Viscum album***) :

Le gui (Viscum album L.) est une plante parasite épiphyte. Elle se développe sur de nombreuxarbres parmi lesquels les peupliers et les pommiers sont les plus sensibles. Cependant, il ne faut pas perdre de vuequ'il peut également s'attaquer aux Conifères. Les baies de gui, comme celles de toutes les Loranthacées et Viscacées, ne contiennent qu'une seule grainechlorophyllienne entourée d'un tissu visqueux et collant, la viscine.

Les graines, disséminées par les oiseaux, restent collées sur le support grâce à la viscine qui durcit à l'airlibre.

23

Les graines de gui contiennent un à quatre embryons chlorophylliens (deux le plus souvent), possédant deuxcotylédons, un méristème caulinaire et un hypocotyle terminé par une région renflée, méristématique. Le tout estentouré par un albumen chlorophyllien, riche en amidon, permettant la survie de la plantule jusqu'au développementdu système d'absorption dans les tissus de l'hôte. Les graines mûres germent dès que les conditionsexternes sont favorables, sans aucun signal chimique provenant de l'hôte. De ce fait, elles sont capablesde germer sur n'importe quel substrat, y compris des substrats inertes comme une plaque de verre ou une branche morte.

**Figure 07** : Baies de gui. La partie translucide collante est formée de viscine.

1. Les facteurs qui influencent la distribution réalisée du Gui, figurent :
	* Les facteurs climatiques (disponibilité en eau, température, lumière). Le Gui nécessite chaleur et lumière pour se développer, c’est pourquoi on le rencontrera préférentiellement à la cime des arbres.
	* Les caractéristiques biologiques et génétiques des populations d’hôtes et de Gui. Il existe trois sous-espèces de Gui présentant chacune une spécificité d’hôtes plus ou moins large.
	* Le comportement des animaux vecteurs (oiseaux frugivores) disséminant ses graines. Le Gui est dispersé à plus ou moins longue distance par des oiseaux généralistes, Grive draine et Fauvette à tête noire essentiellement.
	* La fréquence des consommateurs. Quelques espèces d’oiseaux consomment et digèrent les graines de gui, ce qui va limiter sa propagation au sein d'une station.
2. La systématique du Gui :

Bonnier, Coste, Fournier et Guinochet placent le Gui (*Viscum album*) dans la famille des Loranthacées, une famille de plantes parasites dont le genre

type *Loranthus* n’existe cependant pas en France. Des arguments phylogénétiques

24

récents militent en faveur de la séparation de l'ancienne famille des Loranthacées en deux : la famille des Loranthacées, dont la nouvelle conception plus restreinte comprend le genre type *Loranthus,* et la famille des Viscacées, qui comprend les genres *Viscum* et *Arceuthobium*.

Dans le monde, environ 1100 espèces de plantes appartenant à de nombreux genres portent le nom de gui. Le genre *Viscum* comprend près de 70 espèces, la plupart d’entre elles vivant en Afrique et en Australie, dans des milieux arides ou semi- arides. En Europe, il existe seulement deux espèces de *Viscum* : *Viscum album*, à baies blanches translucides et seul présent en France, et *Viscumcruciatum* à baies rouges, croissant dans le sud-ouest de l’Espagne et le sud du Portugal.

Voisin des *Viscum*, le *Loranthus europaeus* est un parasite des Fagacées (Chênes, Hêtres, Châtaigniers) répandu dans tout le sud-est de l’Europe. C’est à lui que s’appliquent généralement les observations des anciens médecins concernant le « gui de Chêne ».

Bien plus rare et passant souvent inaperçue, la quatrième loranthacée européenne se nomme *Arceuthobiumoxycedri*. C’est est une très petite plante de 3-15 cm, vert- jaunâtre, à rameaux dichotomes et articulés et feuilles réduites à des écailles.

Dioïques, ses fleurs jaunâtres sont de type 3, et ressemblent aux fleurs de l’osiris, uneautre hémiparasite appartenant à la famille voisine des Santalacées. Elle parasite les genévriers, surtout le Cade (*Juniperusoxycedrus*) mais aussi le genévrier commun (*J. communis*) et plus rarement *J. phoenicea* et *J. sabina*. Ceci est traduit dans sa nomenclature : *arceuthobium* qui signifie genévrier en grec, et *oxycedri* qui indique qu’elle parasite surtout l’oxycèdre. Son nom commun est d’ailleurs Gui de l’oxycèdre ou petit Gui du Genévrier. Très rare, on la rencontre en France dans quelques stations des Alpes de Haute Provence et, plus rarement, dans le Vaucluse, le Var, les

Bouches-du-Rhône, les Alpes Maritimes et l’Ardèche.

1. Des espèces d'arbres plus parasitées que d'autres :

Dans la nature, le Gui est observé fréquemment sur une quarantaine d’espèces d’arbres, arbustes et arbrisseaux, aussi bien des conifères que des feuillus. Fournier et d'autres auteurs lui reconnaissent environ 120 espèces d'hôtes, ce qui témoigne d’une spécificité d’interaction hôte–parasite relativement faible. Cette spécificité hôte– parasite, dont les mécanismes sont largement inconnus, peut être attribuée aussi bien au gui qu’à l’arbre.

Côté gui, on a pu mettre en évidence trois sous-espèces, dont deux qui sont relativement spécifiques :

* Le **Gui des feuillus** (*Viscum album album*) possède la palette d’hôtes la plus large. Les pommiers et les peupliers sont les arbres les plus fréquemment parasités. Plusieurs espèces de feuillus, sur lesquelles il est fréquent, suivent : aubépines, sorbiers, tilleuls et, dans une moindre mesure, saules, amandiers, érables et Robinier. Viennent ensuite d’autres espèces sur lesquelles il est rare (frênes, Noisetier, poiriers, bouleaux, cerisiers, Charme et Châtaignier) et des espèces où il est très rare (ormes et chênes). Enfin, une espèce, le Hêtre, ne serait jamais parasitée ;

25

* Le **Gui du sapin** (*Viscum album abietis*) pousse sur le Sapin blanc (*Abies alba*) et autres espèces de sapin introduites ;
* Le **Gui du pin** (*Viscum album pini*) pousse fréquemment sur diverses espèces de pin, plus rarement sur l’Epicéa commun.

**Arbres et arbrisseaux parasités par chacune des 3 sous-espèces de Gui : Tableau 02 :**Les données de ce tableau traduisent la fréquence de colonisation du Gui sur diverses espèces hôtes à l'échelle de tout le territoire européen :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sous-espèces du Gui | Espèces fréquemment colonisées | Espècesrarement colonisées | Espèces très rarement colonisées |
| **Gui du sapin** (*Viscum**album abietis*) | **Sapin blanc** (*Abies alba*) | - | - |
| **Gui du pin** (*Viscum album austriacum*) | **Pin sylvestre** (*Pinus sylvestris*)**Pin noir** (*Pinus nigra*)**Pin à crochets** (*Pinus uncinata*) | - | **Epicéa commun** (*Picea abies*) |
| **Gui des feuillus** (*Viscum album album*) | **Pommiers** (*Malus* spp.) **Peupliers** (*Populus* spp.) **Aubépines** (*Crataegus* spp.) **Sorbiers** (*Sorbus* spp.) **Tilleuls** (*Tilia* spp.)**Erables** (*Acer* spp.) **Amandiers** (*Prunus* spp.) **Robinier** (*Robiniapseudacacia*) etc. | **Frênes** (*Fraxinus* ssp.) **Noisetier** (*Corylusavellana*) **Poirier** (*Pyrus communis*) **Bouleaux** (*Betula* spp.) **Cerisiers** (*Prunus* spp.) **Charme** (*Carpinusbetulus*) **Châtaignier** (C*astanea sativa*)etc. | **Chênes** (*Quescus* spp.) **Ormes** (*Ulmus* spp.) etc. |

1. Des graines disséminées par les oiseaux :

L'histoire d'un pied de gui commence par le transport de ses semences par les oiseaux frugivores, plus précisément baccivores (amateurs de baies). Curieusement, alors que les baies sont rares en hiver, peu d'oiseaux consomment celles du Gui. Les ornithologues qui ont étudié le rôle des oiseaux dans la dispersion du parasite en note deux : la Grive draine (*Turdus viscivorus*) et la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*). Ces deux espèces ne se nourrissent pas uniquement de baies de gui : elles présentent un régime alimentaire généraliste.

**7-1- La Grive** draine avale 7 à 8 baies entières. Lors du transit intestinal, la pulpe est digérée, puis les graines enrobées de viscine sont rejetées dans les fientes. Les déjections peuvent avoir lieu en vol ou à l'occasion d'un arrêt de la grive sur un nouvel arbre. Un tel mécanisme de dissémination est appelé endozoochorie. On observe dans la nature ces chapelets de graines blanc-verdâtres, accrochés aux branches par les fils gluants de viscine. Le nom latin de la grive, *viscivorus*, signifie d'ailleurs "mange gui", une appellation que l'on retrouve dans le binôme anglais *mistletrush*, *mistle* étant le nom du gui, *trush* celui de la grive. Cette dissémination par les fientes est connue depuis l'antiquité : un proverbe latin disait *malumsibiavemcacare*, ce qui signifie à peu près "l'oiseau chie son propre malheur", allusion à l'emploi des baies de gui pour confectionner la glu, utilisée justement pour capturer l'oiseau.

26

**7-2- La Fauvette** à tête noire, qui possède un bec fin et un gosier trop petit, ne peut avaler la baie. Elle la prélève dans une touffe de gui et va consommer la pulpe sucrée sur une autre branche ou un autre arbre. Elle pratique habilement le dépulpage : en 15 à 20 secondes, elle retire la graine, la colle sur la branche, et avale ce qui reste de pulpe. Cette fauvette est donc pour le gui une véritable providence. Grâce à elle, ce sont des centaines de "petits chewing-gum verts" qui se retrouvent collés chaque jour sur les branches des arbres, solidement fixés à l'écorce par la viscine, et prêts à germer dès le printemps). Et, contrairement à ce qui a été dit, il est utile de préciser ici que la germination des graines ne nécessite pas qu'elles transitent par le tube digestif d'un oiseau.

7- Effets sur les arbres :

Sa présence affaiblit l'arbre-hôte (diminution de la croissance en diamètre et en hauteur) et diminue certaines qualités du bois par les traces de ses suçoirs (on parle de bois guité). Chez le pommier, il diminue aussi la production fruitière. Au point de fixation du gui, il se produit souvent un renflement de la branche hôte, puis progressivement un affaiblissement mesurable de la partie située au-delà de ce point, partie qui finit parfois par se dessécher.

En région périméditerranéenne française, à partir de 400 m d'altitude, le gui touche plus particulièrement les amandiers abandonnés ou peu entretenus. Ici, le parasite tue son hôte, et continue de se propager par les jeunes pieds d'amandiers ensauvagés[38](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gui_%28plante%29%22%20%5Cl%20%22cite_note-38).

Là où il est surabondant, ce qui semble assez rare [4](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gui_%28plante%29%22%20%5Cl%20%22cite_note-Lepetit-4), le gui est donc considéré comme un fléau par

les [populiculteurs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Populiculture) et les [arboriculteurs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Arboriculture). Ainsi, en France, le gui peut figurer sur une liste d['organismes dits « nuisibles »](https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisme_nuisible) dont la destruction peut être rendue localement et temporairement obligatoire par [arrêté préfectoral](https://fr.wikipedia.org/wiki/Arr%C3%AAt%C3%A9_pr%C3%A9fectoral).

Il est parfois difficile de savoir si c'est l'affaiblissement de l'arbre qui a favorisé les attaques de champignons et d'insectes ou si le gui a au contraire profité d'arbres âgés ou immunitairement affaiblis. Les monocultures [équiennes](https://fr.wikipedia.org/wiki/For%C3%AAt_%C3%A9quienne) ou les alignements semblent aussi faciliter la diffusion des graines par les oiseaux. De même a-t-on constaté en Amérique du Nord que les infestations par les guis nains progressent plus vite dans les peuplements arborés peu denses.

1. Lutte contre le gui :

Le moyen de lutte le plus courant consiste à couper la touffe à sa base, mais cela ne donne qu'un répit à l'arboriculteur, car les cordons corticaux peuvent émettre des bourgeons adventifs capables de créer de nouvelles touffes. Il est possible de tailler les branches assez largement avant le point de fixation (au moins à la fourche principale antérieure), mais cela n'est pas faisable si le gui est implanté sur une branche importante.

Paradoxalement, il a été constaté que *« l'éclaircie ou la coupe de régénération éliminant en priorité les arbres infestés semble conduire à un résultat contraire. En supprimant les arbres les plus attractifs et en augmentant la pénétration dans le peuplement, ces interventions reportent l’infestation sur les arbres qui restent, accélérant ainsi la dynamique du parasite. Ce même phénomène a été également noté sur le sapin et dans les peuplements nord-américains infestés par les guis nains »*, par exemple dans le [Montana](https://fr.wikipedia.org/wiki/Montana), au [Canada](https://fr.wikipedia.org/wiki/Canada) et jusqu'en [Alaska](https://fr.wikipedia.org/wiki/Alaska).

Aucun produit chimique n'existant actuellement pour contrôler le gui sans nuire à la plante hôte, la destruction chimique, notamment par l'[injection dans le tronc](https://fr.wikipedia.org/wiki/Injection_dans_le_tronc) de l'hôte d'[herbicides](https://fr.wikipedia.org/wiki/Herbicide) systémiques, qui sont véhiculés par la [sève](https://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A8ve), fait l'objet de recherches. La [prévention](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A9vention), par la sélection de [cultivars](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cultivar) naturellement résistants, est une autre voie de recherche. Chez le peuplier on a par exemple identifié des souches et cultivars plus ou moins résistants, grâce à « des moyens de défense préexistants liés à des caractéristiques histologiques propres à chaque cultivar » ou via la mise en place en réponse à la tentative de pénétration du bois par le gui d'une « zone périhaustoriale riche en [polyphénols](https://fr.wikipedia.org/wiki/Polyph%C3%A9nol). Chez le cultivar résistant, ces polyphénols se caractérisent par une forte abondance en [flavonoïdes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Flavono%C3%AFde) avec [flavones](https://fr.wikipedia.org/wiki/Flavone), [flavanones](https://fr.wikipedia.org/wiki/Flavanone) et [flavonols](https://fr.wikipedia.org/wiki/Flavonol) », mais comme chez tous les parasites, il est probable que le gui puisse dans une certaine mesure co-évoluer avec son hôte dans le cadre de ce que Claude Combes nomme les

« [interactions durables](https://fr.wikipedia.org/wiki/Interactions_durables) ».

*Figure 08 : cycle de reproduction de Gui.*