

# Principaux dégâts en forêt non liés aux parasites

*Objectifs : Offrir les fiches des principales maladies des essences forestières les plus caractéristiques d'Espagne, de France et de Belgique, qu'elles soient causées par des champignons, des bactéries ou des virus ou d'origine non biotique, afin de faciliter leur identification et leur traitement. Contextualiser ces connaissances pour améliorer l'activité professionnelle du secteur forestier.*



## Sommaire

1	Introduction .....	2
2	Maladies .....	3
	2.1 Les champignons.....	3
	2.2 Bactéries.....	10
3	Plantes parasites .....	13
4.	Dommages non parasitaires ou abiotiques .....	14
5	Annexes .....	15
	A – Glossaire.....	15
	B – Bibliographie .....	17
	C – Index des illustrations et attribution des auteurs .....	18



Fig. 1 Effets de la pluie dans la forêt. (DP) Lovecz 2006

# 1 Introduction

- Ces fiches sont destinées aux propriétaires et aux gestionnaires de forêts.
- Il se veut un guide rapide et facile à consulter pour identifier, connaître et gérer les différentes maladies et autres dommages non parasitaires qui endommagent les masses forestières.
- Comment améliorer la santé des forêts grâce à la connaissance des différents agents qui les endommagent, respectant la flore, la faune et l'environnement en général, afin de les protéger contre les dommages potentiels biotiques ou abiotiques de ces agents ce qui peut causer.
- Pour atteindre ces objectifs, une connaissance de base de la biologie de différents agents nuisibles tels que champignons, bactéries, virus et autres agents non parasites tels que la phytotoxicité, des agents météorologiques ou des incendies de forêt, d'origine naturelle ou humaine, sera nécessaire.

## Maladies

- Champignons
- Bactéries
- Virus

## Plantes parasites

## Dommages non parasitaires

- Météorologique
- Feu
- Contaminants (Chlore, soufre, sel, ozone, etc)

Fig. 2 Maladies et dommages non biotiques. (CC) Segismundo Garcia 2018

## 2 Maladies

### 2.1 Les champignons

- Les champignons forment un royaume qui leur est propre, *Fungi*. Contrairement aux plantes, les champignons ne possèdent pas de chlorophylle. Ils ont un corps, appelé mycélium, formé de filaments, appelé hyphes. Ils se reproduisent par les spores. Lorsqu'un champignon parasite un autre être vivant, ses hyphes le pénètrent (endoparasites) ou restent au niveau de la surface (ectoparasites) ou pénètrent dans les vaisseaux de sève (vasculaires). Fondamentalement, pour que la plante subisse une attaque fongique, des conditions de température et d'humidité adéquates doivent être définies. Les mycoses ou maladies causées par des champignons sont les plus importantes de celles qui souffrent dans les massifs forestiers.
- Un grand nombre de champignons, capitalisant le moindre état de faiblesse qui accuse les arbres, produisant diverses altérations dans les tissus de différents organes de plantes.
- L'identification des premiers symptômes est fondamentale pour la détection précoce et la prise de mesures préventives des problèmes phytopathologiques.
- Certaines maladies sont facilement identifiables, en raison des réactions frappantes et spécifiques qu'elles provoquent chez les arbres, bien qu'il soit toujours conseillé, pour des raisons de rigueur, que le diagnostic soit étayé par d'autres moyens techniques tels que ceux utilisés dans les laboratoires phytosanitaires.



Fig. 3 Différents champignons. (CC)BorgQueen 2009

### 2.1.1 *Ceratocystis fimbriata* (*C.platani*) (Es: Chancro del plátano–Fr: Chancre coloré du plátane–En: Canker stain of plane)

- Les espèces de champignons ascomycètes qui touchent principalement le genre *Platanus*, viennent d'Amérique du Nord et ont été introduites par les ports de l'Europe du Sud en Italie, en France (1945), puis en Suisse et en Grèce. En Espagne, à Gérone, principalement.
- Les arbres atteints par ce champignon s'affaiblissent et présentent parfois des branches avec peu de feuilles et une apparence chlorotique. Ils apparaissent, le long du bois du tronc et des branches, de plaies rouge-grisâtre qui sèchent. Des fissures apparaissent dans la croûte. Il infecte le système vasculaire et provoque la nécrose des vaisseaux conducteurs, ce qui finit par entraîner la mort de la plante. C'est une évolution lente mais très dangereuse
- - Le champignon peut survivre en dessous de  $-10^{\circ}\text{C}$  ou  $-15^{\circ}\text{C}$ , mais ne se développe pas en dessous de  $10^{\circ}\text{C}$  ni au-dessus de  $45^{\circ}\text{C}$ . La température idéale serait autour de  $25^{\circ}\text{C}$ .
- - Il n'existe pas d'insectes connus servant de vecteurs, la propagation se fait principalement par des plaies causées par des bris de branches ou des émondages, par le contact entre les racines, par des outils et des machines contaminés, lors du transport de bois infecté.
- Il n'y a pas de méthode de combat directe. Il est nécessaire d'agir préventivement en utilisant des plantes saines dans de nouvelles plantations, avec le passeport phytosanitaire CE correspondant



Fig. 4 *Ceratocystis platani*. (CC) le mauvais oeil, 2011

### 2.1.2 *Ceratocystis ulmi* (Es: *Grafiosis del olmo*–Fr: *Graphiose de l'orme*–En: *Dutch elm disease*)

- Les espèces de champignons ascomycètes, qui touchent principalement le genre *Ulmus*, sont également appelées «*maladie hollandaise de l'orme*». Les souches de ce champignon ont provoqué une grande mortalité de spécimens. Il a été détecté en Hollande en 1920 et à partir de là il s'est répandu dans toute l'Europe. Au début, sa grande virulence a provoqué la mort des ormes, bien qu'à présent elle ait diminué son agressivité, affectant les branches supérieures et les arbres pouvant survivre, avec une certaine aisance. Vers 1930, il est arrivé en Amérique du Nord où il a muté et est apparu comme une souche virulente qui est revenue en Europe vers 1970. En Angleterre, il a causé une grande mort des ormes et s'est ensuite étendu au reste de l'Europe. Actuellement, elles coexistent, des souches peu agressives, avec des souches très virulentes.
- Le champignon attaque pratiquement tous les ormes européens et américains. *Ulmus pumila*, il est assez résistant.
- Le premier symptôme de la maladie est un jaunissement du feuillage, de la partie supérieure de l'arbre. Plus tard, les feuilles acquièrent une teinte rougeâtre, s'enroulent et tombent enfin. Lors de la coupe des branches touchées, des taches sombres apparaissent sous forme d'anneaux concentriques. Les souches agressives peuvent tuer l'arbre en peu de temps. Les dommages sont causés par le blocage des vaisseaux conducteurs et par la séparation des toxines.
- Il se propage par l'action des insectes (*Scolytus*, *Xanthogaleruca*), par la propagation des spores par le vent et la pluie, par les racines, par la contamination des machines et des outils infectés et par le commerce du bois
- Le contrôle se fait par le biais de la lutte contre les vecteurs et des mesures culturelles.
- Il n'y a pas de méthode de combat directe. Il est nécessaire d'agir préventivement, en utilisant des plantes saines dans de nouvelles plantations, avec le passeport phytosanitaire CE correspondant..



Fig. 5 *Ceratocystis ulmi*. (CC) L.Fernández, 2000

### 2.1.3 *Fusarium circinatum* (Es: *Chancro resinoso de los pinos*–Fr: *Chancre suintant du pin*–En: *Pitch canker of pine*)

- Des espèces de champignons ascomycètes qui touchent principalement le genre *Pinus*, en particulier *P. insignis*, ont également été détectées *Pseudotsuga menziesii* (sapin de Douglas). Il a été décrit en 1946 en Amérique du Nord et s'est répandu dans le monde entier, considéré comme l'une des principales pathologies des forêts de pins.
- *F. circinatum*, il infecte le pin par des blessures ou par l'affaiblissement de l'arbre. Des températures supérieures à 10 °C et une humidité élevée sont les conditions idéales pour sa propagation.
- Les principales voies de propagation sont le transport de grumes et d'autres matières végétales infectées, le repeuplement avec les plantes touchées et l'utilisation de semences contaminées. Aussi par voie aérienne, les insectes et l'eau, peuvent être des voies de transmission.
- Le symptôme le plus caractéristique est la formation de chancres sur les branches et les troncs avec une production de résine abondante, entraînant le séchage des branches de la partie supérieure et la mort finale de l'arbre.
- La détection précoce et la destruction immédiate des premiers foyers constitueraient un moyen de lutte contre cette maladie dans les zones où elle n'était pas encore apparue. Les légumes et produits végétaux de *Pinus* doivent être accompagnés du passeport phytosanitaire de la CE..
- Si la graine est la sienne, il faut l'analyser, au préalable pour vérifier qu'elle est exempte de *Fusarium circinatum* et la conserver dans des récipients hermétiques jusqu'à l'ensemencement. Désinfecter les outils, utiliser des conteneurs à usage unique ou les désinfecter pour les réutiliser. Le personnel de la pépinière, devra prendre des gants à usage unique, pour le manche des plantes.



Fig. 6 *Fusarium Circinatum*. (CC)Own work, 2016

#### 2.1.4 *Melampsora larici-populina* y *Melampsora allii-populina* (Es: *Roya del álamo*–Fr: *Rouille du peuplier*–En: *Poplars rust*)

- C'est l'un des champignons les plus répandus en France et en Belgique, peu présent en Espagne.
- Quelques semaines après l'infection des spores, de petites vésicules ovales jaunes d'environ 1 mm se forment. Ces spores ne peuvent développer leur action pathogène que si elles se déposent (sous l'action du vent) sur les feuilles du peuplier où elles germent, le mycélium pénètre ensuite dans les tissus de la feuille.
- De petites pustules orange apparaissent en été au bas des feuilles de peuplier contenant des spores. Ceux-ci peuvent rapidement contaminer l'arbre. Les feuilles qui tombent au sol en automne ont de nombreuses taches brun clair qui deviennent noires. Les spores hibernent à ce stade et une nouvelle infection débute au printemps.
- Symptômes : chute des feuilles en été, pustules jaune orange sur le dessous qui endommagent les tissus foliaires. En raison de la chute des feuilles, l'arbre pousse beaucoup moins, ce qui donne peu de vigueur aux nouveaux bourgeons plus sensibles aux attaques d'autres insectes nuisibles ou du gel.



Fig. 7 Feuille de peuplier avec rouille. (CC) Rasbak. 2009

### 2.1.5 *Mycosphaera pini* (*Dothistroma septosporum*) (Es: Enfermedad de la banda roja del pino–Fr: Maladie des bandes rouges–En: Red band needle blight )

- - Champignon de la classe des *ascomycètes*, largement répandu dans différents pays du monde. En Europe, il est présent en France et en Belgique. Peu important en Espagne.
- La maladie commence à se manifester par l'apparition de petites taches jaunes sur les aiguilles plus anciennes, qui se développent sous la forme de bandes qui deviennent ensuite rougeâtres. Un pigment rouge peut également apparaître autour des fructifications.
- Avec le développement de la maladie, la nécrose et la chute subséquente des aiguilles s'étendent à la base des branches, entre le feuillage plus jeune. Cette perte de masse foliaire entraîne la diminution de la vitesse de croissance et l'affaiblissement de l'arbre qui en résulte, et dans les cas graves, la mort du même.
- *M. pini* cause des pertes dans l'industrie du bois d'espèces sensibles, en raison de la réduction de la vitesse de croissance causée par la défoliation.
- **Lutte** : éviter les espèces sensibles dans les endroits très chauds et humides. Évitez les fortes densités de plantation. Élimination des aiguilles des pins affectés. Il n'y a pas de fongicides homologués pour contrôler cette maladie.



Fig. 8 *Mycosphaera pini* (CC) USDA Forest Service 2015

### 2.1.6 *Sphaeropsis sapinea* (*Diplodia pinea*) (Es: Muerte de los brotes- Chancro Enfermedad de la banda roja del pino-Fr: Maladie des bandes rouges- En: red band needle blight )

- Champignon de la classe des Deutéromycètes, largement répandu dans différents pays du monde. En Europe, il est présent en France. Peu important en Espagne, quelques incidences au Pays basque et en Navarre.
- Attaque le genre *Pinus*, en particulier *P. radiata*, et d'autres conifères des genres *Abies*, *Picea* et *Psudotsuga*.
- Le champignon forme les spores de mars à octobre. Le moment le plus risqué d'infection entre mai et juin.
- **Dommages:** Séchage complet des foyers de l'année, ils sont recouverts de résine et deviennent fragiles, entraînant la mort de la branche et les fortes attaques de l'arbre entier, bien qu'il se rétablisse généralement en 2 ou 3 ans, ce qui ralentit le développement.
- **Lutte:** Il n'y a pas de produits phytosanitaires. Utilisation de matériel végétal sain, élagage possible pour le réduire à l'hiver, avec des coupes nettes



## 2.2 Bactéries

- Les bactéries sont des organismes unicellulaires qui forment le règne bactérien. Ils sont regroupés, selon la structure et la composition de la paroi cellulaire, en gram positif ou monodermique et en gram négatif ou didermique, étant le gram positif ceux qui affectent les plantes. Les bactéries pénètrent dans les plaies et les stomates des plantes.
- Ils ont tendance à sécréter des substances toxiques qui favorisent le développement de la maladie. Ils peuvent maintenir leur capacité infectieuse dans les graines, dans le sol, dans des parties de plantes malades, dans la végétation adventice, dans la matière organique en décomposition, etc.
- Lors de la dispersion, ils peuvent le faire par la gestion du matériel végétal, la taille, la greffe, le vent, l'eau d'irrigation, la pluie et les insectes vecteurs.
- Les symptômes sont très divers. De manière générale, nous observerons des taches sur les feuilles, des taches sur les fruits, des chancre sur les plantes ligneuses, le flétrissement, les pourritures, les tumeurs, les croûtes, les zones rugueuses, etc.
- Il existe également des bactéries bénéfiques, telles que les bactéries entomopathogènes qui affectent de nombreux insectes, telles que le célèbre et largement utilisé *Bacillus thuringiensis* ou *Pasteuria penetrans*, qui affecte les nématodes.
- Parmi les différentes bactéries qui attaquent les arbres, nous citerons le feu bactérien (*Erwinia amylovora*), en raison de son intérêt économique et de sa large répartition, qui attaque de nombreuses rosacées, aussi bien des arbres fruitiers cultivés que des arbustes et arbres sauvages ; et *Xilella* dérangé par le fait qu'il s'agit d'une bactérie d'apparition récente en Europe, l'une des grandes préoccupations de l'Union Européenne, à l'heure actuelle

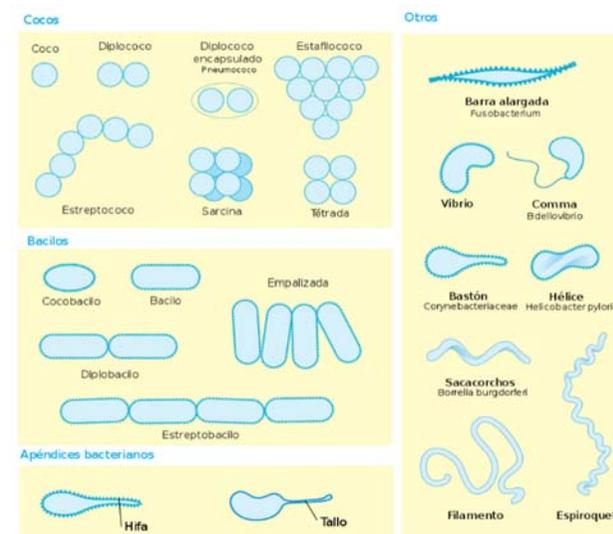


Fig. 10 Morphologie bactérienne. (PD)Ladyofhats, 2013

#### 4.2.1 *Erwinia amylovora* (Es: Fuego bacteriano–Fr: Feu bactérien–En: Fire blight)

- C'est une maladie bactérienne grave, d'origine nord-américaine, qui a été détectée en 1957 en Angleterre et qui, en 1966, était déjà répandue dans toute l'Europe.
- Les espèces touchées, principalement les arbres fruitiers de la famille des rosacées, sont les genres *Pyrus*, *Malus*, *Cydonia*, *Mespilus* et *Erobotrya* les plus atteints. Il affecte également les plantes ornementales et sauvages, telles que *Cotoneaster*, *Pyracanta*, *Sorbus*, *Photinia*, etc.
- Le symptôme le plus caractéristique est l'aspect brûlé des feuilles qui donne son nom à la bactériose. Les premiers symptômes apparaissent au printemps, avec la nécrose des fleurs et le noircissement rapide des pousses tendres. La maladie progresse par branches et par tronc où se forment les chancres causant la mort de l'arbre en très peu de temps. Dans certains cas, des exsudats contenant une grande quantité de bactéries sont produits, constituant un facteur de dispersion très important.
- En tant que mesures préventives, il est essentiel d'acquérir le matériel végétal avec un passeport phytosanitaire CE. Les traitements avec des produits à base de cuivre fabriqués contre certains champignons ont un certain pouvoir préventif, également pour cette bactérie.
- Il n'y a pas de traitement efficace, la seule arme actuelle est l'élimination des plantes touchées et l'adoption de certaines mesures culturelles telles que l'élimination des ruches, la non utilisation de l'irrigation par aspersion, le traitement préventif des produits cuivriques, la désinfection des outils. etc.



Fig. 11 *Erwinia amylovora* (CC)S.Stabinger, 2007

#### 4.2.2 *Xilella fastidiosa* (Es: *Xilella*–Fr: *Xilella*–En: *Xilella*)

- C'est une bactérie pouvant causer des dommages importants à une grande variété de plantes cultivées et sauvages.
- Il est présent sur le continent américain et en Asie. Récemment, des épidémies sont apparues dans le sud de l'Italie et en Espagne, craignant une dispersion rapide dans toute l'Europe.
- Les dégâts produits par *Xilella* se font à travers la sève, en arrivant à boucher le flux dans les vaisseaux de la sève brute qui monte vers les feuilles.
- Les symptômes varient d'une espèce à l'autre. Dans certains cas, il présente des symptômes similaires au stress hydrique, au flétrissement, à la pourriture généralisée et, dans les cas plus graves, au dessèchement des feuilles se terminant par la mort de la plante. Dans d'autres cas, les symptômes ressemblent à ceux provoqués par des carences en minéraux telles que la chlorose entre les nerfs de la feuille. En tout état de cause, on sait très peu de choses sur cette maladie et on ignore si ces symptômes sont exclusivement produits par la bactérie, car ils apparaissent généralement associés à différents champignons pathogènes.
- La transmission est produite par des insectes vecteurs (cicadellés et cercopidés) bien que la taille, ainsi que d'autres mesures culturelles génératrices de blessures, puissent faciliter l'infection.
- En tant que moyen de lutte, il suffit de prendre des précautions extrêmes, d'éliminer les plantes affectées, d'utiliser un matériel végétal sain, d'utiliser le passeport phytosanitaire CE..



Fig. 12 *Xilella* en *Nerium oleander* (CC)Pompilid,2007

### 3 Plantes parasites

- Les plantes parasites se nourrissent d'autres plantes, la plante parasite par excellence dans les forêts européennes est le **gui** (*Viscum album* et *Arceuthobium oxycedri*). Le gui peut remplir la fonction de chlorophylle, mais il lui faut obtenir de l'eau et des nutriments de son hôte
- Le gui a une grande importance dans la zone forestière, car il tue les arbres hôtes au cours des années de fort déficit en eau et de forte présence.
- Particulièrement dangereux pour *Pinus*, *Abies* et *Juniperus*.
- Le gui développe chaque année 2 branches de chaque jaune qui lui donnent un aspect hémisphérique.
- Le transport des graines est effectué par différents animaux, notamment des oiseaux (*Turdus viscivorus* ou *Silvia atricapilla*).



Fig. 13 Gui en pin. (CC) Lamiot. 2018

## 4. Dommages non parasitaires ou abiotiques

- Les masses forestières peuvent également être endommagées par d'autres agents non biologiques. Sur la figure 14, nous en voyons un schéma.
- **La météorologie** génère différents dommages dans les massifs forestiers, la chaleur, les températures élevées, associés à une faible humidité, provoquent le flétrissement de l'arbre, le gel, peuvent produire des fissures dans les troncs légume a ses températures minimales, au-dessous desquelles le légume meurt. La grêle peut détruire mécaniquement des parties de la plante. Si la taille et l'intensité sont élevées, vous pouvez même tuer l'arbre. La neige et les avalanches peuvent causer des dommages en raison de l'accumulation et des charges mécaniques excessives, des ruptures de troncs et de branches et des dommages à la plante. La foudre est très courante en haute montagne, les décharges électriques peuvent tuer l'arbre ou même déclencher un incendie de forêt. La sécheresse entraîne une perte de masse et de croissance des feuilles et s'il est trop long pour tuer la plante. Le vent, à grande vitesse peut venir abattre des arbres entiers ou casser des branches du verre.
- **Les incendies**, en particulier sous des latitudes telles que la péninsule ibérique, sont l'un des facteurs qui détruisent de manière récurrente des forêts entières, chaque été.
- **Les polluants**, tels que le chlore, le dioxyde de soufre, le fluor et ses dérivés, le sel, les oxydes d'azote ou l'ozone, constituent un domaine récent, en raison de la forte pollution générée par les sociétés industrialisées et provoquant une toxicité dans les peuplements forestiers, sa réduction de croissance, de vigueur et de valeur économique et esthétique

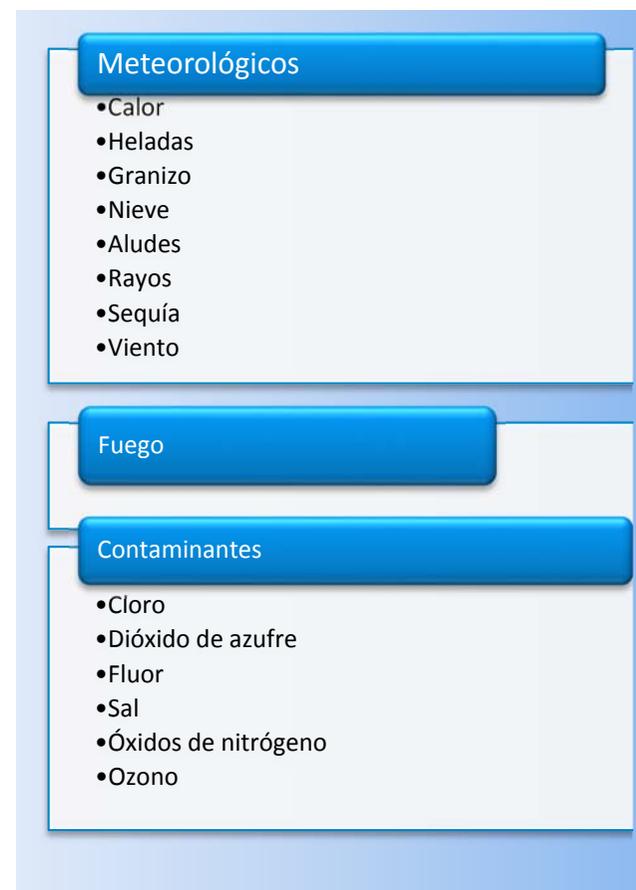


Fig. 14 Dommages non parasitaires ou abiotiques. (CC)S. García 2018

## 5 Annexes

### A – Glossaire

- **Abiotiques** : facteurs non biologiques, matière inerte, contrairement à la matière vivante (biotique). Exemple de facteurs abiotiques : lumière, température, eau, air, sol (facteurs physiques et chimiques), vent, feu.
- **Asques** : Cellule en forme de sac contenant des spores de certains champignons
- **Ascomycète** : Groupe de champignons avec des asques très importants dans les maladies forestières. Par exemple *Mycosphaera pini*
- **Soufre** : élément chimique non métallique, présent dans les combustibles fossiles et émis lors de la combustion sous forme d'oxyde, une cause majeure de dégradation des forêts.
- **Bactéricide** : substance ou préparation ayant la propriété de tuer les bactéries.
- **Baside** : Cellule spéciale où les spores sont générées dans les basidiomycètes.
- **Basidiomycètes** : Groupe important de champignons à basides, par exemple les rouilles.
- **Changement climatique** : Modification du climat habituel d'une région ou de l'ensemble de la Terre, par exemple, augmentation de la température ou diminution des précipitations, avec altérations notables de la forêt
- **Souche** : se rapportant à la même colonie de champignons ou de bactéries. Race.
- **Chancre** : Cancer, lésion nécrotique dans le tronc ou les branches générant une altération de l'écorce, désordre de croissance des tissus, des nodules, etc. Cela peut affecter le cambium et causer la mort.
- **Conidie** : Toute spore d'origine externe et asexuée de champignons. Les conidies sont les spores asexuées des ascomycètes et des basidiomycètes.
- **Déforestation** : Réduction des zones forestières.
- **Deutéromycètes** : champignons imparfaits sans reproduction sexuelle. (p.e *Diplodia pinea*)

- **Ectoparasite** : Parasite qui se développe à l'extérieur d'une plante.
- **Endoparasite** : Parasite qui se développe à l'intérieur des tissus d'une plante.
- **Dessous** : Dos d'une feuille.
- **Spore** : Cellules reproductrices ou germinatives chez les champignons.
- **Phytopathologie** : Science qui étudie les maladies chez les plantes.
- **Hémiparasite** : Plantes capables de parasiter d'autres plantes. Par exemple le gui
- **Hyphe** : Chacun des éléments filamenteux de taille microscopique qui forment l'appareil végétatif ou le mycélium d'un champignon.
- **Pluie acide** : Dépôts de polluants sur la forêt et d'autres environnements présentant un pH acide, causant des dommages importants à la végétation.
- **Maladie** : altération ou déséquilibre préjudiciable du fonctionnement normal d'une plante ou de ses processus physiologiques.
- **Mycélium** : Partie végétative d'un champignon, composée d'hyphes.
- **Mycose** : Nom donné aux affections de champignons.
- **Nécrose** : Dommage ou symptôme correspondant à une zone de la plante qui a perdu son activité physiologique sans pouvoir récupérer. Tissu mort.
- **Pathogène** : Organisme vivant, généralement microscopique, capable de causer des maladies à un autre être vivant.
- **Saprophyte** : Organisme qui ne peut pas synthétiser des nutriments à partir de matières inorganiques et doit se nourrir de matières organiques mortes.
- **Trachéomyose** : maladie provoquée directement ou indirectement par l'obstruction des vaisseaux vasculaires par un champignon ou un autre organisme.

## B – Bibliographie

- (a) ABGRALL, J.F., Y SOUTRENON, A. 1991 : *La forêt et ses ennemis*. CEMAGREF. Grenoble
- (b) ALVES, F. 1989 : *Patologia Florestal. Principais Doenças Florestais no Brasil*. Sociedade de Investigações Florestais. Visçosa
- (c) -ARBOIS, A. 2015. Les Maladies des plantes cultivées, des Arbres Fruitières et Forestiers. Ed. Hachette Livre-Bnf
- (d) ANDRES, J.L., 2015 : *Plantas leñosas Ornamentales : Control de Enfermedades Producidas por Hongos y Cromista*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
- (e) -AZCARATE, I. 1996 : *Plagas agrícolas y forestales en España*. Ministerio de Agricultura. Madrid
- (f) -BUTIN, H. 1995 : *Tree Diseases and disorders . Causes, Biology and Control in Forest and Amenity Trees*. Oxford University Press
- (g) -CARRERO, J.M. 1996 : *Lucha Integrada contra las plagas Agrícolas y forestales*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
- (h) -DAJOZ, R. 2000 : *Entomologia Forestal. Los Insectos y el bosque*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
- (i) -MARTIN, J.A. SAIZ DE OMEÑACA, J.A. 2014 : *Fitopatología*. Foresta&Security. Madrid
- (j) -MUÑOZ, C. et at. 2011. : *Sanidad Forestal* . Ed. Mundi-Prensa. Madrid
- (k) PALLAS, V., et at. 2015: *Herramientas Biotecnológicas en Fitopatología*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- (l) -PRILLIEUX, E., 2016. *Maladies Des Plantes Agricoles Et Des Arbres Fruitières & Forestiers Causees Par Des Parasites*. Ed. Hachette Livre-Bnf
- (m) REGNAULT, C. et at. 2004: *Biopesticidas de Origen Vegetal*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
- (n) - ROMANYK, N., CADAHIA, D. 2001
- (o) -THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. 2002: *Plagas y enfermedades de las Coníferas*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
- (p) -TORRES, J. TORRES, J.C. 1998: *Patologia forestal* .Ed. Mundi-Prensa. Madrid

## C – Index des illustrations et attribution des auteurs

SOURCES D'ILLUSTRATIONS	Sources	Droits
Fig. 1 Effets de la pluie dans la forêt. (DP) Lovecz 2006	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Lovecz#/media/File:Acid_rain_woods1.JPG">https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Lovecz#/media/File:Acid_rain_woods1.JPG</a>	Domaine public
Fig.2 Maladies et dommages non biotiques. (CC) Segismundo Garcia 2018	Segismundo Garcia	Creative Commons
Fig.3 Différents champignons. (CC)BorgQueen 2009	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fungi_collage.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fungi_collage.jpg</a>	Creative Commons
Fig.4 Ceratocystis platani. (CC) le mauvais oeil, 2011	<a href="https://www.flickr.com/photos/le-mauvais-oeil/6141651353">https://www.flickr.com/photos/le-mauvais-oeil/6141651353</a>	Creative Commons
Fig.5 Ceratocystis ulmi. (CC) L.Fernández, 2000	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grafiosis.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grafiosis.jpg</a>	Creative Commons
Fig.6 Fusarium Circinatum. (CC)Own work, 2016	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Da%C3%B1os_en_ac%C3%ADculas_por_Fusarium_circinatum..jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Da%C3%B1os_en_ac%C3%ADculas_por_Fusarium_circinatum..jpg</a>	Creative Commons
Fig. 7 Feuille de peuplier avec rouille. (CC) Rasbak. 2009	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Populus_Melampsora_larici-populina_uredosori_(3).jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Populus_Melampsora_larici-populina_uredosori_(3).jpg</a>	Creative Commons
Fig. 8 Mycosphaera pini (CC) USDA Forest Service 2015	<a href="https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=2251050">https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=2251050</a>	Creative Commons
Fig. 9 Sphaeropsis sapinea (CC) Susan K. Hagle USDA Forest Service 2004	<a href="https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1241526">https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1241526</a>	Creative Commons
Fig.10 Morphologie bactérienne. (PD)Ladyofhats, 2013	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bacterial_morphology_diagram-es.svg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bacterial_morphology_diagram-es.svg</a>	Domaine public
Fig. 11 Erwinia amylovora (CC)S.Stabinger, 2007	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apple_tree_with_fire_blight.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apple_tree_with_fire_blight.jpg</a>	Creative Commons
Fig. 12 Xilella en Nerium oleander (CC)Pompilid,2007	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OleanderLeafScorch.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OleanderLeafScorch.jpg</a>	Creative Commons
Fig.13 Gui en pin. (CC) Lamiot. 2018	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gui_sur_r%C3%A9sineux_alpes_maritimes_printemps_2018_02.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gui_sur_r%C3%A9sineux_alpes_maritimes_printemps_2018_02.jpg</a>	Creative Commons
Fig.14 Dommages non parasitaires ou abiotiques( CC) S Garcia 2018	Segismundo Garcia	Creative Commons