

4-Les symptômes de déficit foliaire

1-Facteurs explicatifs de déficit foliaire

La perte foliaire est considérée par beaucoup d'auteurs comme un facteur « *anormal* », qui se produit au cours de la vie d'un arbre à la suite de certains événements. Les observations sur l'aspect du houppier des essences permettent de relever plusieurs symptômes du déficit foliaire qui accompagnent l'éclaircissement de la cime.

- une élongation très faible des pousses, qui donnent généralement des ramules de l'année à feuilles chétives,
- des dessèchements et mortalités des rameaux et branchettes, conduisant à une réduction des ramifications fines et même des ramifications secondaires.
- des dessèchements et mortalités sur pied des branches principales et même secondaires ou latérales. Ces symptômes apparaissent toujours dans la moitié supérieure du houppier en commençant par le sommet puis en s'étendant vers la périphérie ou l'intérieur du houppier
- l'absence de branches secondaires notamment à l'intérieur de la cime, peut être due à des actions climatiques (chutes de neige, vent, etc.),
- l'absence de débourrement ou un débourrement très restreint au printemps sur des rameaux supposés physiologiquement non atteints conduit aussi au développement d'une cime clairsemée surtout si les feuilles anciennes tombent massivement sans que de nouvelles apparaissent.
- consommation partielle ou totale des feuilles produites dans l'année par des insectes défoliateurs,

La qualité et l'intensité de chacun de ces symptômes déterminent en fait les caractéristiques de chacune des 4 à 5 classes de déficit foliaire,

2- Caractérisation symptomatologique des classes de déficit foliaire ;

Elle repose sur :

- Transparence du houppier : appréciation de la transparence globale mais aussi la présence de fenêtré (trouée dans le houppier laissant voir une tache de ciel), ou d'échancrure dans le pourtour du houppier
- Mortalité des organes pérennes : distinction des rameaux ($\emptyset < 3\text{cm}$), des branches ($\emptyset > 3\text{m}$) et appréciation de l'importance de cette mortalité par rapport à l'ensemble du houppier observé
- Densité foliaire : estimation de la perte globale de ramification fine dans le houppier notable ainsi que la présence de rameaux en fouet ou des feuilles agglomérées en paquet dans la périphérie supérieure du houppier

- classe 0 : « *arbre sain non défolié* » ; caractérisée par une absence de symptômes, ramification secondaires abondantes, houppier opaque,

- classe 1 « *arbre faiblement défolié* » : se caractérise par une cime opaque, à ramification dense et aux pousses annuelles longues, Les rameaux fins desséchés localisés dans la périphérie du houppier, et/ou transparence légère à modérée liée à une perte de ramification fine légère à modérée et/ou présence de fenêtrés squelette de l'arbre invisible à l'état feuillé. Les brindilles mortes sont relativement peu nombreuses.

- classe 2 « *arbre moyennement défolié* » : se distingue par un plus grand nombre de rameaux et de brindilles dénudés (sur 20 à 30 cm) disséminés dans la cime. La mortalité des branches latérales est fréquente. Les ramifications sont moins denses et portent par endroits des pousses de l'année souvent de moindre longueur.

- classe 3 « *arbre fortement défolié* » : il se caractérise par transparence plus marquée du houppier résultant d'une mortalité partielle de l'arbre consécutive au dessèchement d'une ou plusieurs branches maîtresses. Un grand nombre de rameaux et de branchettes morts peuvent également présents par taches ou même disséminés dans la frondaison. Les ramifications secondaires manquent donc fréquemment et les pousses sont assez courtes (<10 cm) voire très courtes (<5cm) avec des feuilles de taille réduite à moyenne.

- classe 4 « *arbre mort ou sec* » : il présente un dessèchement généralisé de la cime. Les feuilles/aiguilles sèches tombent peu de temps après (avant le printemps suivant). La cime complètement dénudée correspond souvent à une absence de débourrement l'année précédente. Houppier mort, arbre mort, moribond

5.- Symptômes de décoloration

Les symptômes de l'altération de la couleur du feuillage des arbres sont caractérisées par :

- des dessèchements des pousses qui se manifestent soit dès le début de l'été, juste après la fin de la feuillaison ou avant la chute en automne. Les feuilles nouvellement formées portées par les organes atteints (ramules, rameaux ou branches) prennent une couleur inhabituelle (marron-rouge à brun-rouge, jaunâtre, etc) . Elles chutent au cours de l'hiver ou restent rattachées aux rameaux jusqu'au printemps suivant.

- des brûlures de jeunes feuilles situées à l'extrémité des rameaux, qui en se flétrissant prennent un aspect desséché et une couleur jaune-brun clair bien distincte sur le fond vert du houppier.

- des jaunissements de différente nature selon qu'ils sont signalés sur les feuilles âgées ou de l'année. Ce phénomène est qualifié d'« anormal » lorsqu'il touche cette dernière catégorie de feuilles. Il se manifeste sur l'arbre sous forme de plages disséminées dans les houppiers ou atteignant tout le feuillage. Ce symptôme, peut se manifester chaque année en milieu de saison de végétation, sur peu d'arbres à distribution aléatoire ou par tache plus ou moins étendue

-Certaines colorations anormales peuvent apparaître sur les feuilles de l'année entre le début et la fin de l'été. Il s'agit des brunissements brusques assez prononcés qui atteignent tout le feuillage. D'autres types de colorations anormales des feuilles peuvent être relevés ponctuellement ou par tache : colorations noirâtre sur fond vert, blanchâtre ou jaune-verdâtre, etc

Selon le type de coloration anormale et la proportion de feuillage atteint, on peut distinguer grossièrement les classes de décoloration suivantes :

- **classe 0** « *non décoloré* » : l'arbre a une cime de couleur verte avec, de façon très ponctuelle, quelques dessèchements, jaunissements ou brûlures des rameaux courts de l'année.

- **classe 1 et 2** « *faiblement à modérément décoloré* » : les arbres se distinguent des précédents par la présence plus fréquente de rameaux desséchés avec un jaunissement sous forme de tâches plus ou moins étendues dans le houppier.

- **classe 3** « *gravement décoloré* » : l'arbre présente un jaunissement ou un brunissement plus intense qui touche la majeure partie de son feuillage et est réparti de façon plus homogène dans sa cime.

- **classe 4** « *très gravement décoloré* » : l'arbre présente une décoloration généralisée de son feuillage, qui se manifeste le plus souvent par un dessèchement complet et brutal de la cime qui prend alors une couleur tabac uniforme. L'arbre est alors considéré comme mort. On observe également des jaunissements physiologiques des jeunes feuilles.

IV-Les facteurs de dépérissement

De nombreux auteurs reconnaissent aujourd'hui la complexité du processus de détérioration de l'état sanitaire des arbres, des essences forestières, et s'accordent sur l'existence non pas d'un facteur précis mais d'une séquence d'évènements défavorables répartis généralement en trois types de facteurs hiérarchisés : les facteurs prédisposants, déclenchants et aggravants.

4.1-Les facteurs prédisposants :

Ce sont des facteurs qui exercent leur action de façon permanente durant une bonne partie de la vie de l'arbre durant laquelle sa sensibilité envers l'action d'autres facteurs s'accroît. Parmi les principaux facteurs qui prédisposent les arbres au processus d'altération sanitaire, on cite citons les facteurs édaphiques, climatiques et sylvicoles. Le rôle de chacun de ces facteurs est apprécié à partir des tests statistiques multi-variés :

-stations à faible réserve en eau : sols superficiels à teneur en cailloux importante, barre rocheuse, texture superficielle fine, sols très limoneux et très pauvres chimiquement, des pertes souvent fortes accentuant la tendance au ruissellement, aridité du terrain (insuffisance de l'humidité du sol et de l'air),

- les facteurs géographiques et topographiques : proximité de la mer, bas-fonds, versants mal exposés, crêtes, (littoral, montagne, hauts plateaux, etc.), l'exposition : versant sud est moins favorable pour certaines essences
- vieillessement des peuplements,
- peuplements parcourus par le feu (parfois à plusieurs reprises)
- facteurs climatiques :
 - Absence de la sylviculture ou sylviculture déficiente (Facteurs sylvicoles) : parmi les principales contraintes sylvicoles avancées par de nombreux auteurs pour expliquer la prédisposition des arbres au phénomène de dépérissement, nous trouvons plus particulièrement l'âge (vieillessement des arbres), la densité et la concurrence avec d'autres essences, l'embroussaillage (forte concurrence pour l'eau et les substances minérales de la part de ces végétaux, etc.)
 - L'origine génétique des peuplements,
 - le système d'exploitation agro-sylvo-pastoral : développement de l'agriculture (céréaliculture et cultures fourragères) et élevage intensif sous les peuplements ;
 - les incendies fréquents

4.2- Les facteurs déclenchants

Ce sont des facteurs défavorables qui agissent en peu de temps sur la physiologie des arbres et interviennent indépendamment de leur état de santé apparent. Leur incidence plus ou moins grave s'observe le plus souvent sur les sujets prédisposés. Ils sont essentiellement de nature abiotique (la sécheresse) mais aussi sylvicoles, biotique et anthropique.

- les sécheresses fortes et à répétition, les gels de l'hiver, les vents,
- les défoliations brutales par les insectes défoliateurs surtout lorsqu'elles coïncident avec la sécheresse, les opophages,
- Les incendies : ils constituent le principal facteur de déclenchement du phénomène de dépérissement
- Les pathogènes primaires qui peuvent affecter gravement la santé des arbres. Ils sont représentés par les champignons s'attaquant aux racines ou Pourridiés (armillaires), les feuilles (oïdiums)

4.3-Les facteurs aggravants :

Ce sont des facteurs qui interviennent en phase terminale de dépérissement, c'est à dire sur les arbres profondément stressés dont l'action entraîne le plus souvent la mort des arbres. Ces facteurs sont essentiellement d'origine biotique :

- Les xylophages secondaires
- Les sous corticaux généralement du groupe des scolytes, ces insectes sont des ravageurs de faiblesse qui s'installent sous les écorces des branches, troncs, etc.
- Les défoliateurs qui interviennent d'une façon cyclique sur les peuplements,
- Les pathogènes de faiblesse qui s'installent les arbres affaiblis, intervenant généralement dans la phase ultime des dépérissements.
- Action anthropique intervient par la mauvaise qualité de l'exploitation du liège en causant des blessures au niveau du liber, pouvant affecter la vitalité de l'arbre (chêne liège).

5- Schéma général d'apparition des symptômes de dégradation

Les descriptions faites par nombreux auteurs sur les arbres forestiers ont permis de reconstituer le schéma général des symptômes d'affaiblissement et de dépérissement des essences forestières. Selon le milieu, le

facteur directement impliqué et les caractères individuels de l'arbre, ces symptômes varient globalement peu dans l'ensemble des forêts. Ils se manifestent extérieurement de la façon suivante :

5.1- Symptômes d'affaiblissement

- Au niveau de la cime : les arbres présentent un début de réduction de la masse foliaire suite à la mort de certaines ramifications. Ces arbres appartiennent, à la catégorie des arbres faiblement atteints.
- au niveau du tronc et des branches : quelques anomalies peuvent y exister (crevasses peu étendues, départs de gourmands, quelques écoulements noirâtres et trous d'insectes).

5.2- Symptômes de dépérissement

- Au niveau de la cime : un éclaircissement plus accentué de la frondaison apparaît suite à la progression de la mortalité vers les branches secondaires et même principales. Les arbres affectés par ces symptômes font partie des catégories 2 et 3 d'arbres atteints. Au stade ultime, on assiste parfois à un dessèchement complet de la cime. On peut noter sur ces cas de mortalités une absence de débourrement au printemps que d'un dessèchement perceptible au cours d'été.
- Au niveau du tronc et branches : quelques sujets présentent des crevasses étendues (>25%) avec toujours peu de gourmands. Les écoulements noirâtres sont moins rares à fréquents, Les trous d'insectes qualifiés de caractère de « faiblesse » sont plus abondants de même que les suintements noirâtres dus aux pathogènes secondaires.

La description des symptômes apparents des dépérissements des arbres forestiers se base essentiellement sur deux indicateurs pertinents de la vitalité de l'arbre et qui ne sont pas nécessairement liés : le *déficit foliaire* et la *décoloration du feuillage*. Selon le stade d'évolution du dépérissement, quatre catégories peuvent être distinguées :

- arbres en début de dépérissement : en phase d'« affaiblissement », ils appartiennent généralement à la classe de défoliation 2, et à l'une des trois premières classes de décoloration. Cette classe de défoliation est parfois associée à la classe de décolorations 4 ou même 5, mais il s'agit dans ce cas exclusivement d'une coloration de type « jaunissement », non liée au dessèchement. On a affaire dans ce cas à un « faux dépérissement » qui est l'expression temporaire de conditions écologiques exceptionnelles.
- les arbres dépérissants : ces arbres, en phase d'affaiblissement avancé ou de « dépérissement proprement dit », appartiennent à la classe de défoliation 3 associée souvent aux mêmes classes de décoloration que la catégorie précédente ainsi qu'à la classe 4 de type « dessèchement ».
- les arbres très dépérissants voire mourants : ces arbres presque morts appartiennent en réalité à une classe de défoliation intermédiaire, mais plus proche de la classe 4 (déficit foliaire >90%) que de la classe 3. Les arbres de cette classe sont rarement associés à une classe de décoloration particulière.
- les arbres morts : ce sont des arbres secs appartenant aux classes de défoliation 3 et plus rarement 2 et la classe de décoloration 5 (dessèchement exclusivement).

5.3.- Vitesse de dépérissement

On distingue :

- le dépérissement « brusque ou aigu » : qui se développe en quelques semaines et se traduit par le dessèchement des feuilles en végétation qui restent pendantes.
- le dépérissement « rapide » : qui se développe en 1 à 2 ans
- le dépérissement « lent ou chronique » : qui s'étale progressivement sur plusieurs saisons végétatives voire sur des décennies sur plusieurs années voire des décennies. Il se distingue par des déficits foliaires et des dessèchements progressifs qui atteint d'abord des rameaux clairsemés à la périphérie de la frondaison puis des branches plus grosses et enfin la plante entière.

5.4-Mécanisme général de dégradation de l'état de santé des arbres

Le dépérissement est considéré comme un enchaînement d'évènements défavorables parmi lesquels on peut distinguer deux principales phases :

1-Phase d'affaiblissement au cours de laquelle l'arbre subirait des affaiblissements plus ou moins prononcés. Parmi les évènements qui interviennent à ce niveau on distingue ceux qui agissent progressivement (*affaiblissement progressif* : sol pauvre, pâturage, etc.) et ceux qui agissent rapidement (*affaiblissement rapide*) (sécheresse, défoliateurs, champignons, etc.)

2-Phase de dépérissement proprement dit : au cours de laquelle l'arbre subirait des affaiblissements plus approfondis. Parmi les événements qui interviennent à ce niveau on distingue ceux qui agissent précocement (*dépérissement précoce* : certains xylophages qui s'installent précocement et champignons des organes aériens) et ceux qui agissent tardivement (*dépérissement tardive* : la plupart des xylophages de faiblesses et champignons racinaires).

5.6- Distribution des dépérissements

Selon l'effectif des arbres atteints par le phénomène et leur localisation dans le peuplement, on peut distinguer :

- le dépérissement « *ponctuel* ou *isolé* » : il concerne un nombre limité d'arbres qui se manifeste partout de façon ponctuelle ou dispersés isolément ou par groupes de 2 ou 3 et de façon plus ou moins aléatoire au sein du peuplement.
- le dépérissement « *par tâches* » : il se manifeste pour des groupes de 4 à 10 arbres ou plus.
- le dépérissement « *généralisé* » : il touche pratiquement tout le peuplement.

6- Processus de dégradation de l'état sanitaire des arbres

Le processus de dégradation sanitaire des arbres et des forêts se caractérise extérieurement par un certain nombre d'anomalies repérables à vue sur le terrain (déficit foliaire et décoloration notamment). Il a été avancé pour la première fois par FALCK (1924 in DELATOUR, 1983) puis repris plus tard par de nombreux autres auteurs. Il ressort de leurs hypothèses que ce processus se réalise généralement en deux phases

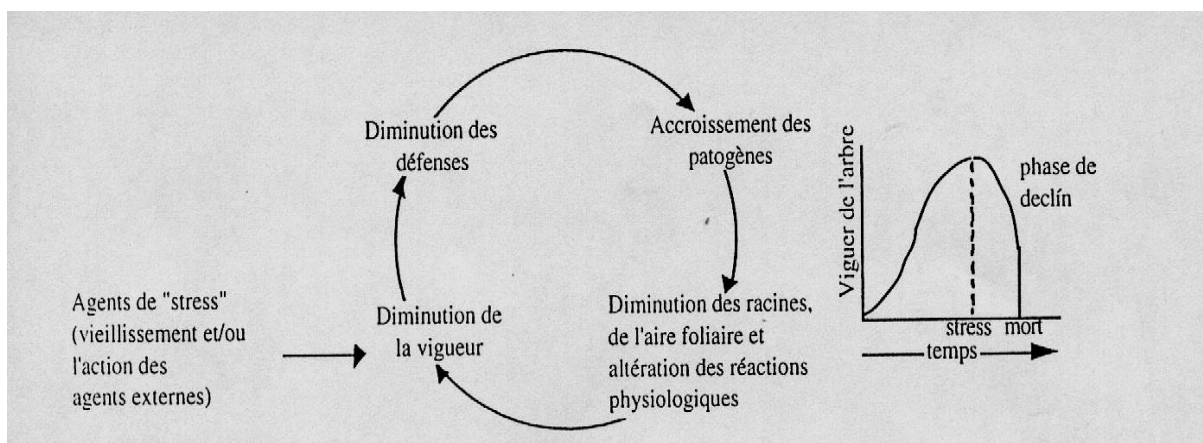


Figure : Schéma du cycle de déclin d'un arbre selon LOHELE (1988)

- une phase d'affaiblissement physiologique au cours de laquelle l'arbre subit un certain nombre de stress qui provoquent, progressivement ou rapidement selon la nature du ou des facteurs impliqués, des perturbations physiologiques plus ou moins marquées. L'arbre perd alors partiellement ses capacités de défense et sa vigueur s'en ressent. À ce stade, la pression osmotique augmente sous l'effet du déséquilibre hydrique et l'arbre devient vulnérable à toute une série d'autres facteurs défavorables, notamment les facteurs biotiques.

- une phase de dépérissement proprement dit ou d'« affaiblissement généralisé » au cours de laquelle l'arbre subit l'action de ces facteurs défavorables, qui agissent souvent ensemble et affectent profondément sa physiologie. L'arbre perd alors irréversiblement ses capacités de défense et la mort intervient au bout d'un temps variable selon l'intensité de chacun de ces facteurs.

