



联合国
粮食及
农业组织

FOOD AND
AGRICULTURE
ORGANIZATION
OF THE
UNITED NATIONS

ORGANISATION
DES NATIONS
UNIES POUR
L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE

ORGANIZACION
DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA
LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACION

منظمة
الأغذية
والزراعة
للأمم
المتحدة

PROJET : DP-FO-ALG/83/013

CELLULE DE DOCUMENTATION
Forêt, Maladies et Incendie
CLIMAT 2120
D.P. 31 LE MIGNONNET L
13012 AIX EN PROVENCE CEDEX 1

INTENSIFICATION DE LA PROTECTION PHYTOSANITAIRE DES FORÊTS

ALGERIE

2^{me} RAPPORT INTERIMAIRE

11 septembre - 10 novembre 1986

RECHERCHES DE PATHOLOGIE FORESTIERE

par

L. LANIER

Consultant

INSTITUT NATIONAL
DE GENIE RURAL, AGRICULTURE ET DES FORÊTS
UNIVERSITE DE NANCY



联合国
粮食及
农业组织

FOOD AND
AGRICULTURE
ORGANIZATION
OF THE
UNITED NATIONS

ORGANISATION
DES NATIONS
UNIES POUR
L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE

ORGANIZACION
DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA
LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACION

منظمة
الغذية
والزراعة
للأمم
المتحدة

PROJET : DP-FO-ALG/83/013

INTENSIFICATION DE LA PROTECTION PHYTOSANITAIRE
DES FORÊTS

ALGERIE

2ème RAPPORT INTERIMAIRE

11 septembre - 10 novembre 1986

RECHERCHES DE PATHOLOGIE FORESTIERE

par

L. LANIER

Consultant

2ème RAPPORT INTERIMAIRE
de la mission effectuée du 11 septembre au 10 novembre 1986
par M. LANIER
Consultant en phytopathologie forestière

INTRODUCTION

Ce document fait suite à celui de mai 1986, relatant les travaux et observations effectuées entre février et avril. Le premier rapport ayant bénéficié d'une large audience, nous souhaitons que celui-ci, faisant le point à fin 1986 sur les principaux résultats de notre mission, proposant des fiches techniques de vulgarisation et un manuel pratique de lutte phytosanitaire, avec des recommandations et des premières conclusions, reçoive également une vaste diffusion.

Rappelons brièvement, en les regroupant pour faciliter leur prise en compte, les principaux points concernant notre mission, visant à l'"*Intensification de la protection phytosanitaire en Algérie*" :

1. Poursuivre l'inventaire et l'identification des parasites phytopathogènes des principales essences forestières d'Algérie. Pour des raisons d'importance pratique et économique, les essences suivantes avaient été retenues : cèdres, pins, eucalyptus, auxquelles nous avons jugé utile d'adjoindre les chênes, liège en particulier, compte-tenu précisément de son intérêt économique.

2. Etudier la biologie des principaux agents relevés, de façon à mettre au point des moyens de lutte, économiquement supportables, c'est-à-dire le plus souvent fondés sur des règles sylvicoles à édicter.

Ce point a été tout particulièrement développé, pour les principaux parasites reconnus jusqu'à présent.

3. Ces études, complétées par des analyses de la littérature existante (rare pour l'Algérie) ont été mises à profit pour préparer :

- d'une part, un Manuel pratique à l'usage des services de la protection de la forêt,

- d'autre part, un premier lot de trois fiches concernant les parasites que nous avons considérés et retenus provisoirement comme les plus importants.

4. Chemin faisant, les collections du laboratoire de phytopathologie - que l'on peut considérer comme fonctionnel malgré les petites imperfections notées - se sont enrichies, en particulier des collectes importantes de l'automne*.

* (voir en annexe liste mise à jour des Mycètes relevés).

De même, la mission de formation a été poursuivie au profit de nos collaborateurs directs et des étudiants de l'I.N.E.S. de Tizi-Ouzou.

En annexe de cette mission, la question nous ayant été posée au siège de Rome, concernant l'organisation de l'enseignement supérieur forestier en Algérie*, on trouvera quelques éléments recueillis sur ce thème, qui mériterait d'être approfondi.

Enfin, nous avons cru bon d'ajouter en conclusion provisoire quelques réflexions personnelles et impressions concernant le futur de la forêt d'Algérie, réflexions et impressions suscitées par nos observations de terrain.

Le présent rapport, dans lequel ne seront pas repris les cadres (général et institutionnel) du déroulement de la mission, comportera donc quatre parties :

- Première partie Compte-rendu des observations complémentaires avec en annexe I la mise à jour des listes d'agents relevés sur les principales essences.
- Deuxième partie Etudes biologiques concernant le groupe des trois principales maladies retenues.
Annexes correspondantes : fiches concernant l'Hypoxylon du chêne-liège, les fontes de semis et les pourridiés à Armillaire.
- Troisième partie ... Le manuel pratique de pathologie forestière avec exemples concernant le mode d'emploi (fiches de récolte et de détermination).
- Quatrième partie ... Organisation de l'enseignement supérieur forestier et place de l'enseignement de la protection des forêts,
suivie d'une conclusion provisoire et de réflexions personnelles sur la suite pouvant être donnée à cette mission.

* en vue d'une éventuelle mission ayant pour objectif de l'optimiser, en assurant une bonne adéquation entre les besoins et les ressources.

PREMIERE PARTIE - OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES ET ACTIVITES DIVERSES

L'essentiel du travail, au cours de cette deuxième phase de notre mission aura consisté à profiter de sa coïncidence avec la poussée mycologique principale pour établir des inventaires et des déterminations de Mycètes (point 1 de notre mission générale), en privilégiant bien entendu ceux dont le rôle, parasitaire, mycorhizien ou décomposeur, semblait le plus important.

Chemin faisant, l'examen détaillé des échantillons, de plus en plus nombreux, que nous recevions au laboratoire* ou que nous rapportions de nos sorties, permettait d'enrichir nos collections et surtout assurait la formation mycologique de mes collaborateurs, aujourd'hui passionnés.

On trouvera en annexe I, la liste des champignons dont la présence est certaine en Algérie. Il est évident que parmi ceux-ci, nous avons marqué d'une façon particulière (majuscules et astérisque) ceux qui constituent de réels dangers pour leurs hôtes et pour la forêt.

Les activités complémentaires ont été très diverses et en ne retenant que les plus importantes, peuvent s'énumérer ainsi :

- Participation à la réunion des experts et consultants au cours de laquelle M. WHALEY, Représentant-résident du P.N.U.D., nous a fait part des grandes lignes du "PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT AGRO-ALIMENTAIRE" qui constitue pour l'économie algérienne la PRIORITE DES PRIORITES et sur lequel notre avis était sollicité.

Dans ses grandes lignes, ce grand programme se propose de prendre toutes les mesures visant à l'amélioration de la productivité en agriculture : développement et vulgarisation des techniques modernes de production végétale et animale.

En tant qu'agronome, on ne peut qu'être d'accord et encourager l'intensification de ces productions, en particulier par le développement de la recherche agronomique de terrain et par les échanges d'information intensifiés avec l'étranger ; rappelons que pour une part importante, le pays est encore tributaire de l'étranger pour la satisfaction de ses besoins alimentaires.

* Il est à noter une tendance très française à la mycophagie chez nos hôtes algériens. Les "consultations" avaient souvent pour objectif d'améliorer l'ordinaire de la casserole. D'ailleurs à Chréa, proche d'Alger et lieu de détente traditionnel des week-end algérois, les champignons sont abondants et plusieurs espèces récoltées par des adolescents sont vendues à la descente du massif. Il s'agit essentiellement de l'*Armillaria (Tricholoma) caligata*, du *Cortinarius cedretorum* (très recherché) de la Lépiote élevée et de Bolets (*luteus, badius...*); curieusement, aucune des Psalliotes, pourtant excellentes pour la plupart, n'est commercialisée, sans doute à cause de *Psalliota xanthoderma*, non toxique, mais terriblement amère.

En tant que forestier, j'ai dû exprimer des réserves sur l'un des objectifs immédiats clairement mentionnés, à savoir "l'extension à de nouvelles zones susceptibles de contribuer à l'augmentation de la surface agricole utile (S.A.U.)". Mais cette extension ne pouvant guère se faire qu'au détriment des "zones fragiles et menacées d'érosion", les autres étant depuis longtemps cultivées, le risque de dégradation est énorme. Un zonage préalable est donc indispensable, afin de minimiser ces risques.

● Analyse des travaux de M. GRIM

Nous avons été amené à nous intéresser et à nous livrer à un examen critique du projet de préaménagement établi par M. GRIM à Saïda.

Retrouvant avec bonheur les principes inculqués à l'Ecole Forestière de Nancy, le projet se propose de les adapter aux conditions particulières des forêts d'Algérie, ou plus exactement dans une zone particulière du centre sud-ouest de ce pays, homogène en pin d'Alep.

Le préaménagement se traduit essentiellement par une mise en place de l'équipement de base du massif, à savoir bornage, parcellaire et immédiatement cloisonnement et routes d'accès, permettant entre autres avantages de tirer des renseignements utilisables dans l'aménagement futur (estimation des volumes, tarifs de cubage, coûts...) et de former le personnel.

Dans le principe, l'intérêt du travail effectivement réalisé sur le terrain dans la région de Saïda est évident. Son extension à d'autres régions forestières d'Algérie, souvent à pentes fortes sera délicate et nécessitera une transposition et sans doute des modifications au caractère trop systématique des cloisonnements. Un essai en vraie grandeur dans une autre région (Cherchel ?) serait très riche d'enseignements nouveaux.

● Participation aux études (Ministère) sur problèmes de régénération

Nous avons été convié à participer à une séance de travail très enrichissante, réunissant de nombreux responsables du M.H.E.F., de la recherche, de bureaux d'études forestières... avec pour thème principal les problèmes que pose le renouvellement des peuplements forestiers, c'est-à-dire la régénération des différentes essences.

Un exposé très didactique de M. KADIK, dont les travaux sur le pin d'Alep sont bien connus, faisait part de résultats de recherches entreprises pour aboutir à la maîtrise de la régénération du pin d'Alep, dans les régions où elle est difficile, c'est-à-dire dans les parties les plus méridionales de l'aire. Partout ailleurs - et nous partageons entièrement cette opinion d'après les observations faites en forêt - le problème de la régénération ne se pose guère. C'est au contraire un autre problème sylvicole (grave) qui devient crucial, celui du dépressage des gaulis (souvent très denses et très combustibles) et des nettoisements de perchis, difficulté à laquelle il n'existe guère de palliatif peu coûteux.

Après un large tour de table, où ont été mesurés les avantages et inconvénients des diverses méthodes (semis, plantations) envisageables, et où ont été évoquées les difficultés comparées des travaux en pépinières, des récoltes de graines sélectionnées, des plantations elles-mêmes, la conclusion a été unanime pour souhaiter que les résultats des recherches, actuellement acquis soient diffusés aussi largement que possible, au niveau des utilisateurs. L'information, les notices techniques, les chantiers de démonstration, les ouvrages de vulgarisation sont indispensables.

• Réunion Chréa

Dans cet esprit de nécessaire diffusion de l'information scientifique et technique et à l'initiative du M.H.E.F. (M. EL KOLLI, Sous-Directeur Protection des forêts) a été organisé à Chréa (Parc national de l'Atlas blidéen, proche d'Alger) un colloque réunissant les principaux responsables des parcs nationaux comportant des cédraies (Tikjda, Ouarsenis, Theniet, Aurès...).

Le thème était : état actuel des connaissances sur les dépérissements qui affectent les cédraies d'Algérie.

Un premier exposé de M. KHEMICI, Directeur du département protection des forêts de l'I.N.R.F. et responsable pour l'Algérie du Projet ALG 83/013 faisait le point sur les dégâts parfois spectaculaires causés par les insectes et en particulier par les chenilles processionnaires et défoliatrices.

De notre côté, nous résumions les acquis relatifs aux parasites mycologiques

On trouvera en annexe*, afin en particulier d'en informer les responsables intéressés n'ayant pu se rendre à Chréa, le texte de l'exposé fait à cette occasion, qui résume, en complétant les informations du premier rapport intermédiaire, les connaissances relativement nouvelles sur ces difficultés préoccupantes relatives au dépérissement du cèdre. Des solutions sont proposées de nature à éviter l'extension des dégâts actuels.

* Annexe III

DEUXIEME PARTIE - ETUDES BIOLOGIQUES

Dans l'ensemble et ainsi qu'il avait été noté dans le premier rapport la végétation forestière de l'Algérie paraît remarquablement résistante à de nombreux parasites cryptogamiques. Ceci tient en partie au fait que la majorité des essences dont les surfaces sont importantes (pins d'Alep en particulier et chênes) sont des essences naturelles à la région.

Par ailleurs, les parasites foliaires ou de rameaux sont - en dehors de quelques zones très humides et limitées en surface, telles les bords d'oueds ou les régions marécageuses - peu favorisés durant les périodes estivales, avec plusieurs mois écologiquement secs.

En revanche, les très nombreuses blessures dont beaucoup d'arbres sont victimes et l'absence d'assainissements en forêt par la sylviculture qui, maintenant des foyers de dissémination de pathogènes, favorise leur prolifération, expliquent l'abondance et l'importance des agents de pourriture, toujours encouragés par les blessures et le mauvais état physiologique général.

Enfin, les pluies torrentielles qui caractérisent le climat méditerranéen entraînent des poussées très brutales et très brèves de champignons, qui se conservent durant les périodes sèches dans les parties fraîches des sols et des arbres, c'est-à-dire souvent à proximité ou dans leurs racines mêmes.

Il n'est dès lors pas surprenant que les parasites qui paraissent dès à présent les plus importants soient :

- les agents de pourridiés,
- l'Hypoxylon du chêne-liège,

auxquels il faut ajouter, pour l'incidence directe qu'elles ont sur les programmes de reboisement :

les fontes de semis en pépinière.

BIOLOGIE DES POURRIDIES

On entend sous ce vocable explicite des maladies causées par un certain nombre de champignons qui vivent et provoquent des pourritures au niveau du collet des plantes et s'étendent de part et d'autre dans les racines et parfois dans le tronc des arbres.

Ils sont considérés comme la famille de parasites parmi les plus graves à l'échelle mondiale, tant en arboriculture fruitière qu'au niveau forestier.

C'est pourquoi de nombreux travaux leur sont consacrés, et un numéro spécial du Journal Européen de Pathologie Forestière vient de rappeler les principaux résultats enregistrés lors d'un colloque de la Société Française de Phytopathologie (décembre 1984, Paris).

Pour ce qui concerne l'Armillaire et en particulier l'espèce *Armillaria mellea*, dont la présence est certaine en Algérie, on trouvera dans la fiche qui lui est consacrée en annexe des éléments sur sa biologie. A noter particulièrement son rôle de parasite de faiblesse et la probable augmentation de son activité sur cèdre liée à la disparition des espèces feuillues qui accompagnent normalement le résineux.

Il apparaît donc qu'une sylviculture "normale", qui s'attacherait à limiter les foyers de dissémination des rhizomorphes et des spores (élimination des vieilles souches et des arbres secs), à favoriser les feuillus en mélange et à régénérer les peuplements, devrait avoir rapidement des effets bénéfiques.

BIOLOGIE DE L'HYPOXYLON DU CHENE-LIEGE

La présence de ce parasite sérieux, type même du parasite de blessure et d'opportunité, est certaine dans toute l'aire du chêne-liège en Algérie. C'est dire que la mise en oeuvre de moyens de lutte adaptés revêt une particulière importance.

De même que pour les pourridiés, on trouvera en annexe une fiche dans laquelle sont figurés les aspects caractéristiques de ce curieux champignon, et les principaux points concernant sa biologie.

Sa forme même et sa localisation subcorticale, donc le protégeant et maintenant une certaine humidité favorisant sa maturation et sa dissémination, en font un parasite extrêmement répandu. Les branches mortes, tombées au sol, qui l'hébergent souvent et les arbres secs sur pied, servent de réservoirs de spores. Les nombreuses blessures subies par les arbres lui offrent de confortables portes d'entrée. Son aptitude à vivre une phase saprophyte longue et à profiter des pluies pour se disséminer activement est également favorable à sa prolifération.

Les moyens de lutte sont heureusement connus. Il est urgent de les appliquer effectivement sur le terrain.

BIOLOGIE DES FONTES DE SEMIS

L'importance des fontes de semis qui s'opposent au développement normal des programmes de repeuplements artificiels, est très grande.

Par chance, étant donné leur diffusion à l'échelle mondiale, ces maladies ont fait l'objet d'études fondamentales approfondies. Les agents qui les provoquent sont les mêmes (rapport PERRIN), les moyens de lutte commencent à être bien au point.

Pour l'Algérie même, une heureuse conjonction des efforts existe entre l'I.N.A. EL HARRACH (M. KEDAD, Mme TRAIKIA), l'I.N.R.A.-DIJON (M. PERRIN) et l'I.N.R.F. (M. KADIK, M. ABBAS). Une réunion de concertation a pu se tenir entre les principales personnes intéressées (13 octobre) au cours de laquelle le rôle de chacun a été défini. M. PERRIN se propose de faire l'étude du pouvoir phytopathogène (ou au contraire tampon) des divers substrats utilisés dans les pépinières d'Algérie. Mme TRAIKIA poursuit ses travaux sur l'identification des agents de fonte et l'étude de leur comportement pathogène. Du côté I.N.R.F. et dans le cadre de notre mission, nous avons pu bénéficier d'un contact avec une firme de produits phytosanitaires (B.A.S.F.*) qui a offert sa collaboration. Nous avons étudié plus particulièrement l'éventualité de l'emploi des granulés BASAMID, dont la matière active est le DAZOMET. L'intérêt d'un tel produit est considérable.

Il est homologué depuis 1980 à l'index des produits phytosanitaires, ce qui autorise son usage en Algérie.

A la fois efficace contre les fontes de semis, il est également insecticide et nématicide et surtout herbicide, ce qui peut permettre de résoudre également le problème toujours préoccupant et coûteux en main-d'oeuvre des mauvaises herbes en pépinière.

Il apparaît donc que cette préparation**, outre son excellente action polyvalente, a l'avantage d'être relativement aisée à mettre en oeuvre. Se présentant sous forme de granulés qui sont incorporés au sol préalablement au semis, il libère ses vapeurs actives en une dizaine de jours. Il peut donc être intégré dans les règles de préparation des composts à insérer dans les sachets plastiques le plus souvent utilisés pour l'éducation des plants.

* Dr. Carsten HESS - B.A.S.F. Aktiengesellschaft-Marketing Produits Phytosanitaires, Service Technique OM, D-6700 LUDWIGSCHAFEN, Mundenheimerstr. 600 et sur place : Malika KACI, Assistance technique, B.A.S.F. 176 Djenane Ben Omar, Lotissement Cada, KOUBA/ALGER - Tél. 58.06.90, 56.07.69 et 58.28.75.

** DAZOMET = tétrahydrodiméthyl - 3-5-2H - thiadiazine 1, 3, 5 thione 2

Un essai jugeant de l'efficacité du produit dans les conditions pratiques d'une pépinière pourrait être effectué de la façon simple suivante :

	Témoïn	Dosage standart Milieu agricole	Dosage moitié	Dosage double
BLOCS	1	2	3	4

avec autant de répétitions que, par exemple, le nombre des essences élevées en pépinière le rendra nécessaire.

Les résultats comparatifs des comptages entre ces quatre modalités devraient permettre le dosage optimum pour les années ultérieures.

Les recommandations d'emploi du granulé par le fournisseur - qui doit bien entendu être associé aux essais - concernant la préparation du sol, le maintien d'une humidité suffisante, la profondeur d'incorporation, l'étanchéisation et les détails d'attente après ameublissement avant de semer, ainsi que les précautions d'emploi pour les personnels, devront être suivis à la lettre.

Tout l'intérêt de ces essais réside, pour un résultat quasiment certain, dans la qualité de leur mise en oeuvre.

TROISIEME PARTIE - MANUEL PRATIQUE DE PATHOLOGIE FORESTIERE

L'un des objectifs les plus nettement exprimés dans notre lettre de mission était de participer à la formation des personnels et de rédiger des brochures de vulgarisation, localement adaptées, à diffuser aux échelons de mise en oeuvre.

C'est pourquoi, nous nous sommes efforcés, en restant dans des dimensions acceptables, de répondre aux préoccupations ci-dessus, par la proposition du texte joint.

Après discussion sur un projet avec les responsables du M.H.E.F., le texte original a été adressé avec les tirages de photos-couleurs (et les diapositives nécessaires pour la reproduction) à M. KHEMICI, responsable du Projet.

Un avant-propos, pour lequel une proposition est faite, sera rédigé par le Ministère chargé de la diffusion. Les exemplaires joints au présent rapport sont des photocopies, donnant seulement une idée de la maquette fournie.

QUATRIEME PARTIE - ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR FORESTIER

A la demande de M. LANLY, Chef de la Sous-Direction des ressources forestières de la F.A.O., nous avons pu mettre à profit les relations privilégiées, nouées à l'occasion de notre mission avec certains organismes d'enseignement forestier en Algérie, pour recueillir quelques renseignements sur la situation présente dans ce domaine et son évolution souhaitable.

Quatre organismes ont reçu mission de former, entre autres, les cadres forestiers au service de l'Algérie.

Deux dépendent du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

1. L'Institut National Agronomique (I.N.A.) d'El Harrach forme des ingénieurs agronomes et parmi eux, une quinzaine chaque année reçoit un enseignement forestier spécialisé. Cet enseignement qui a débuté en 1971 et s'est individualisé en un "Département des forêts" en 1975, s'étend sur deux ans, comporte les matières habituellement enseignées dans des établissements homologues : sylviculture, aménagement, écologie, reboisement, protection de la nature, technologie... La seconde année s'effectue pour une bonne part sous forme de stages de longue durée, avec rédaction d'un mémoire de fins d'études portant sur divers sujets forestiers.

Le principal problème, d'ordre matériel, rencontré provient, en dehors des difficultés habituelles concernant le transport des élèves, de l'absence d'une forêt d'exercice, permettant la mise en application, sous forme de travaux pratiques, des enseignements théoriques prodigués. D'ailleurs, les techniques de l'ingénieur (génie forestier, ouvrages de défense et restauration des sols, construction de routes, exploitation...) sont peu développées dans le cursus universitaire. Le risque est alors de former des intellectuels de la forêt, plus écologistes qu'ingénieurs, peu au courant des réelles difficultés qui les attendent au niveau du terrain.

2. Le même risque est sans doute encore plus grand pour les 18 étudiants (dont 17 filles) que comporte en 1986 la section forestière de l'I.N.E.S. d'Agronomie de Tizi-Ouzou.

De création récente (1985), le Département de foresterie de cet Institut n'a encore livré aucun élément à ses futurs employeurs. En effet, l'enseignement est organisé, après le baccalauréat en deux années de tronc commun au cours desquelles sont enseignées les matières fondamentales en biologie : biologie générale, géologie, génétique, chimie biologique... avec des notions complémentaires d'économie et de langue.

Les étudiants se déterminent en troisième année et choisissent entre la biologie animale, la biologie végétale agronomique ou la foresterie, section où viennent d'entrer en troisième année 40 étudiants. Les 18 entrés en 1985 sortiront en 1987 après une cinquième année d'études consacrée à des stages en entreprise ou dans divers services forestiers ou laboratoires. A noter qu'ils reçoivent un présalaire de l'ordre de 800 Dinars mensuels et - élément original

et intéressant - que les services pédagogiques et en particulier M. DEMBI, responsable de la recherche au sein de l'Institut, ont passé des conventions avec les organismes employeurs potentiels, en particulier pour faciliter l'organisation des études sur le plan pratique de terrain, le choix des stages et l'insertion professionnelle.

3. Le troisième établissement, l'Institut de Technologie agricole de Mostaganem dépend du Ministère de l'Agriculture et des Pêches, dont il forme en quatre ans les ingénieurs d'application.

Il a reçu mission, en accord avec le Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et des Forêts de sélectionner en fin de troisième année une trentaine (moyenne de ces dernières années) d'ingénieurs d'application forestiers, qui reçoivent en un an des compléments d'enseignement sur la forêt.

Les besoins, au niveau ingénieur, tant de conception que d'application sont tels que jusqu'à présent, chacun a pu trouver un emploi dans les différents services du Ministère, aux Office nationaux tels que l'O.N.T.F.* ou l'O.NA.PARC** pour ceux ayant reçu une formation spéciale en environnement et protection de la nature (I.N.A. El Harrach) ou dans les bureaux d'études spécialisés. La recherche est également très demanderesse de ces jeunes ingénieurs, souvent de bon niveau général, mais peu y font carrière, car les meilleurs éléments se voient offrir rapidement, les besoins étant considérables, des carrières plus attrayantes et plus rémunératrices dans l'Administration, dans les bureaux d'études ou dans les offices d'Etat.

4. Le quatrième établissement, dépendant directement du principal Ministère employeur, le M.H.E.F., est l'Institut Technologique Forestier de Batna, qui forme des techniciens supérieurs forestiers. Cet Institut a été créé en 1972 pour former en trois ans ces T.S. au profit des 38 wilayates du pays ; la 12ème promotion vient donc de sortir en juin 1986, 43 élèves formés aux techniques forestières (672 cadres ont été ainsi livrés depuis l'origine).

Le recrutement s'effectue sur un concours national organisé dans huit centres, après la quatrième année moyenne (équivalent du brevet en France). Les élèves reçoivent une bourse mensuelle de 250 Dinars et bénéficient d'une organisation ayant fait ses preuves : 17 salles de cours, une bibliothèque de 3 000 ouvrages, un internat de 240 places, ce dernier risquant d'être un peu exigü dans le futur, la nouvelle promotion (1986) étant de 104 élèves.

Il faut dire que l'aide du Ministère de tutelle est importante et que les 22 ingénieurs-professeurs, cinq d'entre eux actuellement en post-graduation, encadrent de nombreux exercices de terrain dans la région très forestière des alentours ; ceci conduit à reconnaître l'excellente qualité des cadres formés, au point qu'il est envisagé de donner à cet Institut un statut de niveau plus élevé (ingénieurs formés en six ans ?).

Bien entendu, des problèmes matériels classiques (véhicules, crédits...) subsistent, mais sont en voie de solution.

* O.N.T.F., Office National des Travaux Forestiers { voir premier rapport
 ** O.NA.PARC., Office National des Parcs Nationaux { intérimaire pour rôle
 { de ces organismes d'Etat

En dernière analyse et sans avoir pu obtenir de renseignements précis sur une section forestière, homologue de celle de Tizi-Ouzou, qui fonctionnerait à Batna depuis 1983, au sein d'un Institut National d'Enseignement Supérieur (Ministère de l'Enseignement Supérieur), on peut considérer que le nombre de cadres supérieurs formés en foresterie pour l'Algérie est suffisant. Les principaux problèmes tiennent aux difficultés matérielles (moyens de déplacements, documentation, salles...) que connaissent tous les organismes de création récente et, semble-t-il, au moins pour les établissements formant des ingénieurs, de sérieuses lacunes sur l'aspect pratique de la formation en ingénierie forestière. Des forêts d'exercice affectées aux instituts paraissent donc indispensables.

CONCLUSION : Place de l'enseignement de la protection des forêts en Algérie

Dans l'idéal, un cours de protection des forêts impliquant des aspects relatifs aux incendies, aux adversités climatiques, ainsi qu'aux insectes et aux champignons, devrait être proposé dans tous les établissements.

C'est certainement le manque de documentation et l'insuffisance des recherches sur les principaux agents dangereux qui limite encore cette nécessaire information.

L'un des objectifs du présent rapport et des annexes est de fournir des éléments pour cette information.

CONCLUSION GENERALE

En résumé et pour nous en tenir au cadre assigné à notre mission, quelles seraient les mesures à prendre pour aboutir, dans un délai raisonnable - et sûrement pas immédiatement compte-tenu de l'état de dégradation constaté - à une véritable PROTECTION DE LA FORET D'ALGERIE.

(1) d'abord et en première priorité, rétablir l'existence d'un véritable SERVICE FORESTIER, responsable de toutes les actions conduites en forêt.

Son organisation territoriale, telle qu'elle est actuellement réalisée, convient aussi bien qu'une autre. C'est beaucoup moins une réforme de structures qu'une réforme des mentalités qui est à entreprendre.

Ainsi, l'aide apportée par les bureaux d'études, dont la technicité doit être mise à profit, se traduira par une participation active du forestier aux études qu'il commandera - plans d'aménagement, plans de reboisement, plans de protection -. Leur mise en oeuvre lui en sera entièrement confiée, à charge pour lui d'établir périodiquement une correspondance, aussi exacte que possible, entre l'étude et les réalisations effectives.

(2) parallèlement et afin d'aboutir à cette responsabilisation indispensable, la formation, initiale et continue, des forestiers de tous niveaux devra être essentiellement tournée vers la pratique. La réalisation de projets en vraie grandeur, après passation des marchés correspondants, sera à la base de la formation des ingénieurs. Les techniciens et agents devront "coller" à la forêt dont ils ont la responsabilité et, de préférence, loger et vivre au coeur même de celle-ci*.

(3) chacun pourra ainsi donner toute sa mesure et participer avec fierté et efficacité à l'oeuvre sans doute la plus utile pour l'avenir du pays.

Cet avenir est en effet indissolublement lié à la conservation des sols, dont la forêt constitue la clé de voûte. Bien des civilisations dans le passé ont disparu, faute d'avoir tout mis en oeuvre pour conserver, puis améliorer cette mince couche de terre, dont les produits indispensables à la vie sont tirés.

(4) pour ce qui est de la forêt elle-même, une fois délimitée la zone où sa présence est impérative, la protection la plus efficace pouvant lui être offerte résultera de la nécessité économique qu'elle présentera. En l'absence du caractère prioritaire de sa production (qui peut être très diversifiée, bois, mais aussi liège, miel, racines de bruyère...), elle est inéluctablement condamnée à disparaître, un "meilleur" emploi (champ, pâturage, parc de loisir, lieu d'implantation de routes, d'hôpitaux, de terrains de sport, voire de lotissement...) pouvant toujours être trouvé pour elle.

* Une "prime" importante pourrait être attribuée à ceux dont les conditions de vie seraient les plus difficiles.

Afin donc de la rendre productive, une seule méthode existe :

- d'abord la connaître, en fixer les limites, affiner les études analysant sa composition floristique, son substrat géologique et pédologique, sa faune, les conditions écologiques où elle se trouve... et définir ainsi ses potentialités,

- ensuite l'équiper, construire les routes permettant d'accéder à toutes ses parties, délimiter des parcelles constituant l'unité de gestion, la doter de la garderie, des équipements complémentaires (pépinières, maisons forestières, plans-guides...) qui lui sont nécessaires,

- enfin la gérer, c'est-à-dire établir périodiquement des bilans des entrées et des sorties dont elle bénéficie et dont elle fait bénéficier la société.

Chemin faisant, les améliorations à apporter à ces trois volets, qui sont à la base des aménagements, s'imposeront et se réaliseront au fur et à mesure des besoins qui apparaîtront et des moyens qui pourront être dégagés pour les satisfaire.

La fonction de protection réciproque, de la forêt pour l'environnement des hommes et des hommes pour l'environnement forestier sera alors remplie par surcroît, par la nature même des nouveaux rapports à établir d'urgence entre la forêt et les hommes.

Mise à jour de la liste des champignons
 (les champignons importants en protection des forêts
 sont marqués d'un astérisque *)

LIES AU CEDRE

Genre	Espèces	Observations
<i>Botelus</i>	<i>chryserveron</i> <i>granulatus</i> <i>luridus</i> <i>erythropus</i>	} certainement mycorhiziens
<i>Russula</i>	<i>delica</i> <i>nigricans</i> <i>cyanoxantha</i> <i>turci</i>	
<i>Amanita</i>	<i>ovoidea</i> <i>vaginata</i>	
<i>Lepiota</i>	<i>procera</i> <i>exconata</i> <i>granulosa</i>	très abondante (vendue)
* <i>ARMILLARIA</i>	MELLEA	pathogène important
<i>Armillaria</i>	<i>caligata</i>	fait l'objet d'un commerce actif début novembre à Chréa
<i>Clitocybe</i>	<i>odora</i> <i>infundibuliformis</i>	
<i>Laccaria</i>	<i>laccata</i>	
<i>Cortinarius</i>	<i>tirimalis</i> <i>brunneus</i> <i>cedretorum</i>	très recherché par les mycophages
<i>Hygrophorus</i>	<i>eburneus</i> <i>pudorinus</i>	
<i>Lycoperdon</i>	<i>piriforme</i> <i>perlatum</i>	
<i>Geaster</i>	<i>asper</i> <i>finibriatus</i> <i>berkeleyi</i>	

<i>Sparassus</i>	<i>crispa</i>	éventuellement parasite de racines (Théniet)
<i>Stereum</i>	<i>hirsutum</i> <i>sanguinolentum</i>	agent d'altération
* CORIOLUS	ABIETINUS	agent grave et fréquent d'altération de l'aubier
* XANTHOCROUS (FOMES)	PINI	altération du bois de coeur
<i>Ungulina</i>	<i>officinalis</i>	agent d'altération (rare)
<i>Ganoderma</i>	<i>lucidum</i>	idem
<i>Psalliota</i>	<i>silvatica</i> <i>silvicola</i> <i>xanthoderma</i>	} comestibles recherchés
<i>Rhodopaxillus</i>	<i>nudus</i>	

LIES AUX CHÊNES (liège en particulier)

Genre	Espèces	Observations
<i>Amanita</i>	<i>citrina</i> <i>vaginata</i> <i>rubescens</i> <i>pantherina</i> <i>phalloides</i>	} <u>toxiques</u>
<i>Lepiota</i>	<i>procera</i> <i>mastoidea</i> <i>acutesquamosa</i>	abondante début novembre (excellent comestible)
<i>Psalliota</i>	<i>silvatica</i> <i>xanthoderma</i>	
<i>Lactarius</i>	<i>quietus</i> <i>camphoratus</i> <i>volemus</i> <i>subdulcis</i>	
<i>Russula</i>	<i>cyanoxantha</i> <i>xerampelina</i> <i>grisea</i> <i>amaena</i> <i>maculata</i>	
<i>Boletus</i>	<i>aereus</i> <i>subtomentosus</i> <i>castaneus</i> <i>chrysenteron</i>	

* HYPOXYLON

MEDITERRANEUM

grave et fréquent

Schizophyllum

commune

Leptoporus

adustus

Coriolus

versicolor
pergamenus

Ganoderma

lucidum

Stereum

hirsutum
gausapatum
rugosum

Hymenochaete

rubiginosa

Calocera

cornea

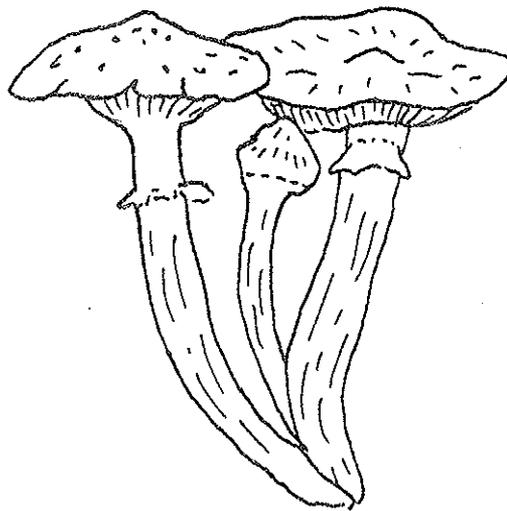
Ungulina

fomentaria

agents d'altération des bois *

Manuel et fiches

MANUEL PRATIQUE DE PATHOLOGIE FORESTIÈRE



par L. LANIER - F.A.O. Projet ALG 83/013
avec la collaboration de MM. ABBAS et OUALI (I.N.R.F.)
et de l'E.N.G.R.E.F. - Centre de Nancy

(Dessin de couverture : l' Armillaire du Cèdre)

AVERTISSEMENT

Le présent manuel est à l'intention et à l'usage des personnels forestiers, ingénieurs, techniciens, en particulier ceux qui sont spécialisés en protection des forêts, ainsi que des services de la protection des végétaux.

Il résulte d'une collaboration entre le Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et des Forêts, la F.A.O. et l'Institut National de Recherche Forestière de Baïnem.

Ont participé à son élaboration, au choix et à la réalisation des illustrations (photos, croquis) :

- MM. ABBAS (I.N.R.F.), LANIER (F.A.O.), OUALI (I.N.R.F.).

Son édition a été assurée par le Ministère

P L A N

INTRODUCTION - LES GRANDS TYPES DE MALADIES

ROLE DES CHAMPIGNONS EN FORET

LA RECONNAISSANCE DES CHAMPIGNONS

Caractères généraux

Clés des principaux groupes

LES MOYENS DE LUTTE

Exclusion ou éradication

Lutte sylvicole

Lutte chimique

Lutte génétique

Lutte biologique

ORGANISATION DE LA PROTECTION

INTRODUCTION

Objet de la Pathologie forestière (P.F.)

La P.F. a pour objet l'étude des maladies des arbres forestiers, de leurs causes et des moyens de lutte qui peuvent leur être opposés.

LÉS GRANDS TYPES DE MALADIES

(Cf. schéma n° 1 - Tableau du DOMAINE D'ETUDES)

Comme tous les êtres vivants, les arbres forestiers sont susceptibles d'être affectés par divers agents externes ou internes qui modifient leur biologie, perturbent leur physiologie, leur causent des maladies.

Celles-ci peuvent donc être définies comme des altérations de la physiologie normale de la plante.

Dès lors, il est nécessaire de rappeler le fonctionnement physiologique de l'arbre sain.

Rappel : Physiologie de l'arbre et constitution

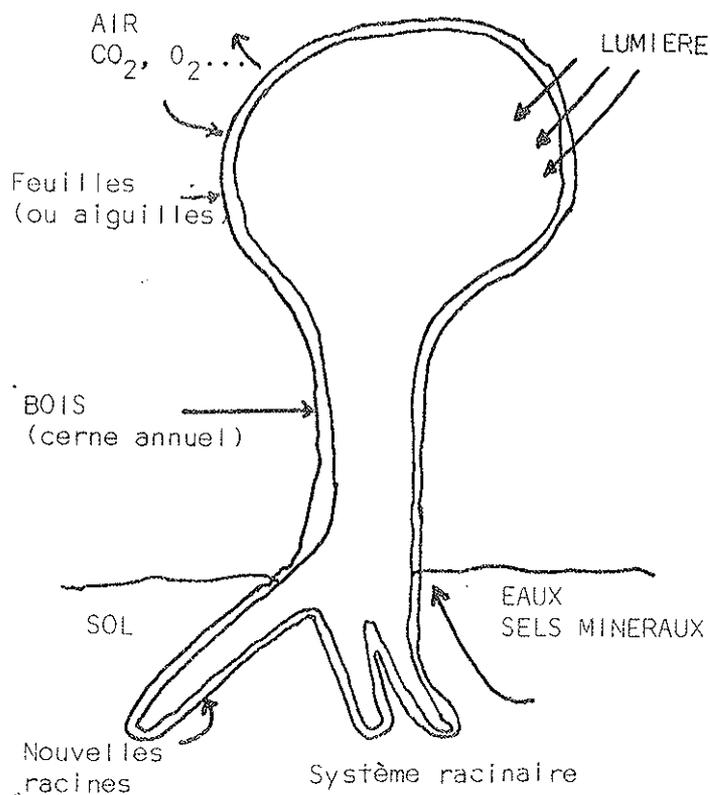


Schéma 1 - DOMAINE D'ETUDE EN PATHOLOGIE FORESTIERE

Causes de MALADIES		Causes d'ACCIDENTS	
Abiotiques	Biotiques	Abiotiques	Biotiques
<i>Carences minérales ou Déséquilibres</i>	INSECTES Nématodes	<i>Températures extrêmes Excès d'humidité ou sècheresse</i>	Oiseaux Mammifères INSECTES
<i>Pollutions diverses</i>	VIRUS BACTERIES MYCOPLASMES CHAMPIGNONS Plantes supérieures	<i>Vent, neige, givre, verglas Foudre Gel Pesticides INCENDIE</i>	

En italiques, le domaine d'étude

En MAJUSCULES, les causes PRINCIPALES

D'après LANIER et al. modifié

Les arbres, la plupart du temps **massifs***, sont des plantes vivaces, ligneuses, disposées en compartiment et se nourrissant essentiellement d'EAU, d'AIR (CO₂) et de LUMIERE (plus quelques sels minéraux).

Leur structure (schéma ci-dessus) est caractéristique ; chaque année un nouvel arbre naît sur l'ancien. La production des nouvelles cellules se réalise dans les **cambiums**, minces couches de cellules se différenciant en bois (ou xylème), liber (ou phloème), conducteurs des sèves et en d'autres cellules, en particulier des **parenchymes** qui assurent les fonctions de réserves.

Chaque partie de l'arbre, les **feuilles** qui sont le siège de la fonction chlorophyllienne, le **tronc** qui érige l'ensemble de la ramure (ou houppier), les **racines** qui fixent la plante et permettent l'absorption de l'eau et des sels minéraux est indispensable à l'ensemble.

On conçoit que toute **perturbation** de l'une quelconque des parties affectera le fonctionnement de l'ensemble.

La **fonction chlorophyllienne** est essentielle. Les arbres fixent à eux seuls la moitié du total de la biomasse constituée par les plantes (et homologues) dans le monde. Cette fonction se traduit par l'élaboration des différents constituants des arbres : le bois (mélange de lignine, de cellulose et d'hémicellulose) mais aussi les feuilles et les racines (plus de 80 % d'eau de constitution). L'arbre est donc un vaste "bain" dans lequel circulent des liquides nutritifs et qui élabore les éléments nécessaires à sa propre vie et à celle de nombreux autres êtres vivants.

Toute perturbation, par exemple dans le régime de conduction de l'eau (atteinte aux racines, aux conduits...) ou dans la cellule chlorophyllienne elle-même (feuilles ou aiguilles) se traduira par des troubles ou SYMPTÔMES plus ou moins caractéristiques.

Principaux agents perturbateurs (voir schéma 2)

On notera que les **CHAMPIGNONS**, parmi les causes biotiques (vivantes) de maladies des arbres, figurent avec une toute première importance.

Avant de les étudier plus en détail, voyons le **RÔLE** des champignons en forêt.

* *Les arbres possèdent de loin les records de longévité (plus de 5 000 ans), de volume (certains individus pèsent plusieurs centaines de tonnes) et de hauteur (les plus grands arbres du monde dépassent 100 mètres) parmi tous les êtres vivants.*

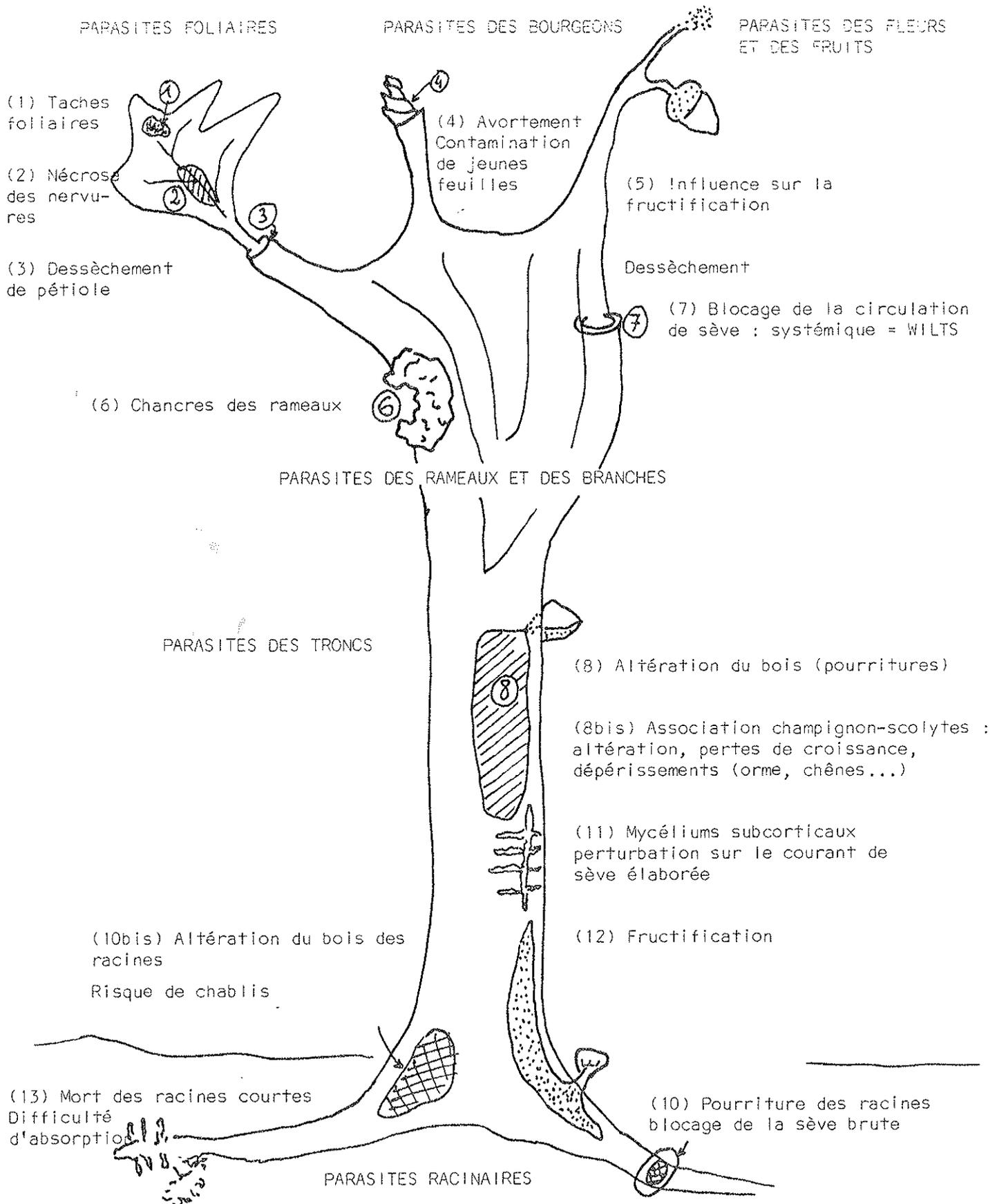


Schéma 2 - GRANDS TYPES DE PARASITES (selon localisation sur l'arbre)

ROLE DES CHAMPIGNONS EN FORET

Pour se faire une idée (heureusement purement hypothétique) de leur importance dans le fonctionnement de l'ECOSYSTEME* forestier, essayons d'imaginer ce que serait une forêt sans champignons.

L'absence de ces décomposeurs fondamentaux de la matière organique abandonnée par les arbres (feuilles, rameaux, branches mortes...) se ferait rapidement sentir et les nettoyeurs de forêt que constituent les champignons, participant à l'élaboration de l'HUMUS, matière première indispensable pour rendre les sols fertiles, jouent ici un rôle de tout premier plan.

Par ailleurs, beaucoup d'entre eux par les associations symbiotiques qu'ils forment avec les racines des arbres (MYCORHIZES) participent activement à la croissance de ces végétaux et à leur défense contre d'autres agents parasitaires.

Car il reste enfin le rôle destructeur et perturbateur du fonctionnement de l'arbre que jouent certains champignons, rôle parasite cette fois, qui peut se traduire par le schéma ci-contre (schéma 2) figurant les divers types de parasites que l'on peut rencontrer sur un arbre.

LA RECONNAISSANCE DES CHAMPIGNONS

L'une des principales difficultés rencontrées par le professionnel de terrain qui, en présence d'une attaque manifeste par un champignon (ou autre chose) veut savoir à quel ennemi il a affaire, est la prodigieuse diversité des espèces, qui rend délicate la découverte de leur identité.

On compte qu'il existe environ 300 000 espèces de champignons** et seul un spécialiste, systématicien, peut nommer exactement certaines espèces appartenant à des genres difficiles (*Russula*, *Cortinarius*, *Fusarium* par exemple).

Néanmoins, les principaux parasites sont de mieux en mieux connus, présentent souvent des symptômes caractéristiques et, en cas de doute, peuvent être confiés à des laboratoires spécialisés.

* Rappelons qu'on appelle ECOSYSTEME, forestier par exemple, l'ensemble des êtres vivants et des objets inanimés qui occupent l'espace à l'étude. Il comprendra, donc aussi bien les ARBRES eux-mêmes que les ARBUSTES et PLANTES HERBACEES, les ANIMAUX vivant en forêt, mais aussi le SOL avec tous les éléments vivants (microflore, microfaune) qu'il comporte et l'ATMOSPHERE baignant l'ensemble.

** Seuls les insectes, parmi les autres groupes bien caractérisés d'êtres vivants ont un nombre d'espèces différentes encore plus prodigieux (un million d'espèces).

L'objet de la suite de ce fascicule est de faire connaître :

- les grands traits de la **systematique** (caractères permettant de reconnaître les **groupes** les plus importants de CHAMPIGNONS, en particulier ceux renfermant les agents parasitaires les plus dangereux),
- les principales **méthodes** de lutte qui peuvent leur être opposées,
- la **methodologie** de récolte des échantillons, permettant, en s'adressant à un laboratoire spécialisé, d'être informé sur l'identité des parasites et sur les mesures à prendre pour les combattre.

Une liste et une description des champignons les plus communs sur les essences forestières les plus importantes d'ALGERIE sont données en annexe.

Avant d'aborder leur **systematique** (classification), voyons rapidement les caractères généraux des champignons.

CARACTERES GENERAUX

Les champignons sont des VEGETAUX puisqu'ils possèdent une paroi cellulaire semi-rigide et que leur cytoplasme contient des vacuoles turgescentes.

Ce sont, de plus, des EUCARYOTES, puisqu'ils sont pourvus d'un véritable NOYAU (avec chromosomes, nucléoles...), se divisant classiquement par mitose. Ils ont aussi des mitochondries (organites des échanges respiratoires).

Ils sont pourvus, comme les ALGUES, d'un THALLE, c'est-à-dire de filaments constituant leur appareil végétatif ou MYCELIUM, assurant nourriture et échanges, mais sont dépourvus de chlorophylle.

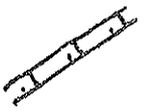
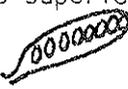
Ils devront donc, n'étant pas autotrophes comme les végétaux supérieurs ou les algues - c'est-à-dire se nourrissant grâce à l'assimilation chlorophyllienne - se comporter comme les animaux par exemple, en HETEROTROPHES - c'est-à-dire se nourrir aux dépens des autres êtres vivants.

Lorsque cette consommation se fera aux dépens des parties mortes (litière des feuilles, bois de coeur, bois mis en oeuvre dans les maisons, insectes morts...), ils seront dits SAPROPHYTES, c'est-à-dire consommateurs de déchets.

Lorsqu'au contraire, ils s'en prendront aux parties vivantes des autres êtres vivants (feuilles en place, rameaux, bois de l'aubier, animaux vivants...), ils seront qualifiés de PARASITES.

C'est surtout à ces derniers que nous nous intéresserons ultérieurement.

3 - TABLEAU GENERAL DES PRINCIPAUX GROUPES DE CHAMPIGNONS

	* Jamais de cellules flagellées		EUMYCETES
	+ Thalle septé (Septomycètes = champignons supérieurs)		
	◦ Spores sexuées internes (asque) → 		<u>ASCOMYCETES</u>
	◦ Spores sexuées externes		<u>BASIDIOMYCETES</u>
	◦◦ baside non cloisonnée		<u>HOLOBASIDIOMYCETES</u>
	Principaux ordres : Gastéromycétales, Agaricales, Bolétales, <u>Aphylophorales</u>		
	◦◦ baside cloisonnée 		<u>PHRAGMOBASIDIOMYCETES</u>
	Principaux ordres : Auriculariales, Tremellales, Ustilaginales, <u>Urédinales</u>		
	+ Thalle non septé		ZYGOMYCETES TRICHOMYCETES
	* Des cellules flagellées Thalle non septé <i>q</i>		
	+ Pas de plasmode		<u>PHYCOMYCETES</u>
	+ Un plasmode ou pseudoplasmode		MYXOMYCETES
	Reproduction sexuée inconnue :		<u>DEUTEROMYCETES</u> ou FUNGI IMPERFECTI

Soulignés, les groupes ou ordres importants en PATHOLOGIE

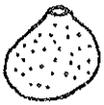
4 - CLE DES GRANDS GROUPES D'ASCOMYCETES

* Asques contenus dans une fructification (thèque)



+ Fructification s'ouvrant en disque ou en coupe apothécie. Asques généralement allongés
DISCOMYCETES

+ Fructification plus ou moins incluse dans le sol  Tubéroascomycètes (Truffes)



+ Fructification subglobuleuse, s'ouvrant à maturité par un ostiole ou par dilacération apicale (périthèce)

◦ Asques généralement allongés, disposés en une couche régulière ou en bouquet



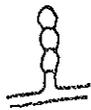
- des paraphyses vraies, asques unituniqués
EUPYRENOMYCETES



- pas de paraphyses, asques bituniqués
LOCULOASCOMYCETES

◦ Asques généralement subglobuleux

- Asques disposés en bouquet. Pas de paraphyses



. des oïdies parasites de végétaux
Erysiphoascomycètes

. pas d'oïdies parasites d'arthropodes
Laboulbénioascomycètes



- Asques dispersés dans la fructification
PLECTOASCOMYCETES

* Asques non contenus dans une fructification



ACARPOASCOMYCETES

5 - CLE DES PRINCIPAUX HOLO. BASIDIOMYCETES

- * Basides contenues dans une fructification le plus souvent 4 stérigmates
 - Fructification à développement endocarpique GASTEROMYCETES
 - Fructification à développement non endocarpique (gymno- ou angiocarpique) HYMENOMYCETES
 - Trame hétéromère, hyphes sans boucles, toujours un pied (stipe) spores ornées Astérosporales (Russules et Lactaires)
 - Trame homomère, fructifications diverses, avec ou sans pied...
 - . hyménium lamellé Agaricales (Groupe important, voir clé spéciale)
 - . hyménium en tubes séparables du chapeau, rarement lamellé Bolétales
 - . chair le plus souvent coriace à consistance ligneuse tubes, lamelles ou intermédiaires Aphyllophorales
- * Basides non contenues dans une fructification Souvent parasites internes. Peu importants économiquement EXOBASIDIALES

6 - CLE (SIMPLIFIEE) DES DEUTEROMYCETES
ou champignons imparfaits

- * Présence d'un conceptacle défini
 - COELOMYCETES
 - + Conceptacle arrondi pycnide
 - SPHAEROPSIDALES
 - 6 groupes différenciés selon la forme, le nombre de cellules et la couleur des conidies (C)
 - + Conceptacle mal défini, généralement ouvert acervule
 - MELANCONIALES
 - 4 groupes différenciés selon forme, nombre de cellules et couleur des conidies
- * Absence d'un conceptacle défini
 - HYPHOMYCETES
 - + Espèces à hyphes septés sans conidies
 - AGONOMYCETALES (ou MYCELIA STERILIA)
 - + Espèces à filaments conidifères libres
 - HYPHOMYCETALES
 - Hyphes et conidies hyalines
 - MONILIACEES
 - Hyphes ou conidies sombres
 - DEMATIACEES
 - + Espèces à filaments agrégés en corémies
 - STILBELLALES
 - + Espèces à filaments groupés en sporodocchie
 - TUBERCULARIALES

CLASSIFICATION DES CHAMPIGNONS

Comme toute classification, celle que nous proposons sous forme des schémas (3 à 6) se fonde sur les caractères morphologiques principaux, en particulier les différents types de fructification, les formes cloisonnées ou non du thalle et la présence ou l'absence de flagelles, c'est-à-dire de structures permettant la mobilité (et rapprochant les champignons du règne animal dans ce dernier cas).

On trouvera successivement :

- schéma 3 ... un tableau général des groupes de CHAMPIGNONS
- schéma 4 ... une clé des ASCOMYCETES
- schéma 5 ... une clé des principaux BASIOMYCETES
- schéma 6 ... une clé des DEUTEROMYCETES ou champignons IMPARFAITS

Bien entendu, ces clés sont simplifiées et permettent seulement de savoir, en présence d'un champignon et en observant ses caractéristiques fondamentales (thalle, fructification, spores...) à quel grand groupe il appartient.

Des exemples sont cités dans la dernière partie et une bibliographie d'ouvrages de systématique est fournie, pour ceux qui souhaiteraient approfondir leur étude. Dans de nombreux cas, il faudra recourir, pour les déterminations difficiles en particulier, à l'aide d'un systématicien.

LES MOYENS DE LUTTE

(Contre les champignons parasites des forêts)

Une fois l'agent parasitaire identifié, il s'agira le plus souvent de limiter son action à des dommages économiquement supportables. Il n'est en effet pas question en forêt - comme c'est le cas en agriculture intensive - de mettre en oeuvre, sauf cas exceptionnel, des moyens de lutte chimique par exemple, toujours coûteux et surtout sans rapport quant à leur prix, avec l'espoir de gain de productivité forestière.

On s'orientera donc, le plus souvent, vers des méthodes intégrées dans la sylviculture de l'essence et visant à placer celle-ci dans des conditions favorables, telles qu'elle résistera à la plupart de ses agresseurs.

Conjointement ou parallèlement, la sélection des peuplements et des individus au sein de ces peuplements visera à perpétuer les meilleurs d'entre eux, en particulier ceux qui se seront montrés les moins sensibles aux parasites.

De même, des études approfondies de la biologie des principaux parasites permettront d'adopter les règles phytosanitaires de nature à en limiter la prolifération. On peut donc classer les grands types de moyens de lutte en :

1. Moyens d'exclusion ou d'éradication

11. Il s'agira, par des règles phytosanitaires aux portes d'entrée d'un pays, d'éviter l'introduction de parasites dangereux, existant ailleurs et pas dans la zone à protéger (exclusion).

À titre d'exemple d'après nos prospections, il ne semble pas que la maladie de l'orme (*Ceratocystis ulmi*) qui a ravagé le genre *Ulmus* dans la plupart des pays du monde, existe en Algérie. Il est donc vivement recommandé d'exclure l'importation du bois d'orme de n'importe quelle partie du monde, la plupart des zones où poussent les ormes (Europe, Amérique) étant actuellement contaminées.

12. Lorsqu'une maladie se sera répandue, depuis une région où elle existait jusqu'à une zone nouvellement envahie, il sera parfois possible de l'éliminer en supprimant (abattage et incinération) tous les individus présentant les symptômes caractéristiques.

Ce travail d'éradication ne pourra le plus souvent être couronné de succès que si peu d'individus de l'espèce sensible sont atteints. D'où l'intérêt de reconnaître les maladies au stade précoce.

Une fois l'envahissement bien développé, il devient très difficile d'éliminer les parasites.

2. Moyens de lutte sylvicole

Ce sont, dans le cas général, les plus fréquemment employés. Ils viseront à renforcer les défenses naturelles de la plante, tout en plaçant le parasite dont la biologie est connue, dans les conditions les plus défavorables à son développement.

Ainsi, par exemple, s'il s'est avéré que le champignon parasite - c'est un cas assez fréquent - a besoin d'une grande humidité pour se développer activement (parfois même, cas des Pythiacées, des *Phytophthora*, a besoin d'une phase liquide dans le sol), on luttera utilement en limitant les arrosages au strict nécessaire et en drainant soigneusement les sols.

Autre précaution de nature sylvicole : la plupart des agents d'altération du bois, souvent des Polypores (Aphylliphorales), pénètrent par des blessures qui mettent à nu le bois des branches ou du tronc. Il y aura donc lieu d'éviter de blesser l'écorce protectrice des arbres, surtout à proximité du sol, où les litières entretiennent une humidité favorable à la prolifération des champignons.

Si l'on procède à des **élagages**, en particulier de branches vivantes ou à des tailles de formation (haies de cupressacées, peupliers), il faudra le faire en dehors de la période de dissémination des agents d'altération. La meilleure période est la fin de l'hiver, la reprise de végétation se traduisant par un recouvrement rapide des blessures nécessaires.

En règle générale, il faudra placer les arbres dans les **meilleures conditions de végétation possible**, en procédant par exemple à des drainages dans les zones mouilleuses, à des éclaircies importantes dans les peuplements souvent trop serrés, où les arbres se gênent entre eux, à des apports de fertilisants ou d'amendements organiques dans les sols pauvres ou présentant des carences en éléments minéraux. Dans ce dernier cas, les conseils d'un pédologue seront toujours pris utilement.

3. Moyens de lutte chimique

Comme il a été noté en préambule, on réservera l'emploi de produits chimiques (anticryptogamiques) aux rares cas où leur usage, **toujours coûteux**, se justifie impérativement par la valeur des plants forestiers. Il s'agira, en général, des cas où la production forestière se rapprochera des conditions de l'agriculture (pépinières, voir cas des fontes de semis dans les fiches, boutures, jeunes plants repiqués...).

Les produits les plus employés sont les suivants selon les cas.

31. Les produits protecteurs des semences, visant à éliminer la flore de surface (spermoflore) susceptible de causer la fonte de préémergence. Les organo-mercurés, l'oxychlorure de cuivre, certains produits de synthèse comme les dithiocarbamates, mélangés aux semences et y adhérant par enrobage, sont les plus employés.

32. Les dithiocarbamates, le benlate seront employés en protection de jeunes plants contre les parasites foliaires (rouge des pins).

33. Les fumigations, ayant pour objectif de stériliser au moins momentanément les substrats des pépinières (vapam par exemple) seront employées utilement pour éviter les fontes de postémergence.

34. Des produits spéciaux, à base de soufre (soufre micronisé, karatane) sont réservés à la lutte contre les oïdium, dont le mycélium superficiel est assez aisément détruit.

En règle générale, on utilisera assez rarement la lutte chimique directe.

4. Moyens de lutte génétique

En revanche, le pathologiste forestier s'attachera avec le plus grand soin, en collaboration avec le généticien à rechercher dans les populations de n'importe quelle essence forestière, les individus, les familles, les descendance, chez lesquels une résistance naturelle existe, vis-à-vis des parasites les plus communs à l'espèce.

En dehors de quelques cas exceptionnels, où des parasites particulièrement actifs (*Ceratocystis* de l'orme) semblent équipés pour franchir toutes les barrières génétiques de leurs hôtes, on rencontre toujours des individus, au sein des populations naturelles, qui présentent ces caractères de résistance.

Cette résistance peut être totale, due à la présence d'un ou plusieurs gènes, qui confère aux individus qui la présentent une véritable immunité vis-à-vis de tel ou tel parasite. Ce cas est relativement rare.

Le plus souvent, on observera une résistance partielle (résistance dite horizontale), plus intéressante en matière forestière, puisque les individus composant ces populations présenteront des symptômes et des dégâts généralement supportables au point de vue économique.

Les programmes de sélection, d'hybridation et d'études des descendance devront prendre en compte l'aspect phytopathologique (et entomologique) dans leurs critères de sélection, afin que les plantations qui en seront issues présentent, pendant toute la vie des peuplements, un bon état de santé globale.

Les attaques sporadiques des parasites les plus courants, seront limitées par l'emploi conjoint de la lutte sylvicole, complétée éventuellement par une lutte chimique, localisée et momentanée.

5. Moyens de lutte biologique

A la suite de résultats spectaculaires, mais encore très limités (lutte contre le pourridié à *Fomes annosus* par *Peniophora gigantea* ou *Trichoderma viride*, lutte contre le chancre du châtaignier par l'emploi des souches hypovirulentes d'*Endothia parasitica*...), on avait fondé de grands espoirs sur l'utilisation, en pathologie forestière, des antagonismes naturels entre différentes espèces de champignons ou sur l'emploi d'hyperparasites (virus) ou de nématodes ou d'insectes, capables de limiter les populations de champignons parasites.

Les exemples de succès confirmés sont très peu nombreux.

La plupart du temps, il s'agira, par une étude fine de la **biologie** des différents parasites et des causes de leur déclin (exigences bioclimatiques, destruction des foyers de parasites par des saprophytes actifs, émission de substances antibiotiques par certains champignons associés...) de favoriser cette limitation naturelle, en plaçant les arbres dans les meilleures conditions pour en bénéficier.

Le plus souvent, c'est au niveau du concept de **LUTTE INTEGREE**, c'est-à-dire d'une lutte qui met en oeuvre tous les moyens a priori utilisables (génétiques, sylvicoles, éventuellement chimiques et biologiques) qu'on parviendra à limiter la prolifération des parasites.

De simples règles d'**assainissement**, qui visent à détruire les foyers de dissémination des principaux parasites, de **limitation des blessures**, limitation qui, à elle seule, met pratiquement à l'abri des agents d'altération, de **bonne sylviculture**, qui se propose de mettre chaque arbre dans la meilleure situation possible pour son développement, seront le plus souvent suffisantes.

La nature forestière, généralement vigoureuse et active, offre au forestier, par une observation soigneuse de l'état de ses peuplements, une palette de moyens d'action déjà considérable, en sélectionnant (éclaircie) les individus les plus sains.

En cas d'attaque parasitaire anormale, il convient d'alerter les services spécialisés, afin qu'une étude fondée sur une **fiche d'observations** correctement établie puisse aboutir à des directives d'action particulière.

C'est l'objet du chapitre suivant.

ORGANISATION DE LA PROTECTION
PROPOSITION D'UNE FICHE D'OBSERVATIONS
PHYTOSANITAIRES

Au niveau de chaque Sous-Direction de l'Environnement et des Forêts est organisé un BUREAU DE PROTECTION DES FORETS (B.P.F.) qui est le correspondant désigné des services de terrain et des observateurs occasionnels (personnels de l'O.N.T.F., de l'O.N.A.P.A.R.C., de l'E.N.L., de l'E.M.I.F.O.R...) amenés à constater des dégâts d'origine inconnue.

Dans les cas les plus courants, le B.P.F. est en mesure de fournir des renseignements sur l'identité des parasites en cause et des directives pour entreprendre la lutte.

Les observations faites doivent toujours être résumées sur une fiche du modèle joint, permettant l'archivage des cas les plus fréquemment constatés dans une région et par exemple d'organiser des campagnes coordonnées de lutte phytosanitaire.

La même fiche doit être remplie en cas de constatation d'un phénomène parasitaire nouveau et envoyée :

- un exemplaire accompagné d'échantillons à l'I.N.R.F., Arboretum de Bainem, B.P. 37, CHERAGA-ALGER,

- et un exemplaire pour information au Vice-Ministre de l'Environnement et des Forêts, Direction du Fonds National Forestier, Sous-direction de la protection des forêts.

La réponse établie à partir de l'examen des échantillons parviendra aux demandeurs avec copie au Vice-Ministère pour l'archivage général pour l'Algérie.

La fiche proposée est du modèle ci-joint. Elle peut être aisément photocopiée recto-verso, de façon à ce qu'un exemplaire soit conservé au B.P.F. des sous-directions concernées et classé ultérieurement avec la réponse du laboratoire.

On pourra utilement, dans chaque sous-direction et après quelques années de fonctionnement du système, établir une cartographie des principaux cas rencontrés sur les différentes essences, afin de suivre l'évolution des phénomènes phytosanitaires.

Eléments que doit comporter une

FICHE D'IDENTIFICATION

Expéditeur :

Date prélèvement :

WILAYA :

Lieu :

FORET de :

Plante attaquée, Espèce :

Variété :

Age :

Type de culture : pépinière, plantation d'alignement, forêt

Peuplements : de à ans : naturel, artificiel ; pur, mélangé ;
régulier, irrégulier ; serré, clair

Nature du sol : profond, superficiel ; sableux, caillouteux, rocheux, calcaire,
siliceux, argileux...

Altitude :

Exposition :

Pente :

Evènements anormaux, climatiques, biologiques, des dernières années : sécheresse,
gelée, incendies, attaques...

Ravageurs ou maladie :

Localisation sur la plante : racines, tige, branches, feuilles, fleurs,
fruit

Description détaillée des dégâts :

Importance des dégâts : Intensité et étendue,

- dans l'exploitation
- dans la région

La région a-t-elle connu des dégâts semblables ?

Observations diverses :

Fiche à adresser en 2 exemplaires à : (par exemple)

*Laboratoire de Protection de la Forêt : I.N.R.F.
Arboretum de Baïnem, B.P. 37 - CHERAGA-ALGER*

L'HYPOXYLON MEDITERRANEUM

(DNtrs.) Ces. et DNtrs. sur CHENE-LIEGE (*Quercus suber* L.)

L'*Hypoxylon mediterraneum*, appelé parfois charbon ou maladie charbonneuse du chêne-liège (nous verrons pourquoi) est l'un des parasites les plus graves s'en prenant à cette essence.

L'HOTE

Le chêne-liège, arbre caractéristique du bassin méditerranéen occidental, est une espèce économiquement très importante pour l'Algérie. Occupant 463 000 hectares, soit environ le 1/5ème des surfaces forestières, il produit environ 150 000 quintaux de cette matière première particulièrement précieuse qu'est le liège.

Les principales régions de production se situent dans le quart nord-est de l'Algérie (Collo, Jijel...). Il est plus dispersé dans le centre et l'ouest du pays, où ses exigences en humidité et en qualité des sols sont insuffisamment satisfaites.

Depuis quelques années surtout, on constate d'importants dépérissements sur l'ensemble de la subéraie. Une partie des dégâts constatés au moins peut être attribuée à la prolifération active d'un champignon, l'*Hypoxylon mediterraneum*, décrit ci-dessous.



Photo 1 - Chêne-liège en bonne santé. Port naturel de l'espèce
Noter les cèdres en mélange (Theniet el Haad)

LES SIGNES DE DEPERISSEMENT

Les premiers symptômes sur un arbre atteint s'observent sur les branches fines, souvent suite à une défoliation due à des insectes (*Lymantria dispar*). Le dessèchement descend vers les branches plus grosses et finit pas atteindre le tronc.

A ce stade et selon les conditions plus ou moins difficiles que rencontre l'arbre (période de sécheresse, blessures nombreuses, tempêtes...), l'arbre peut voir la maladie évoluer très lentement (si les conditions sont favorables) ou mourir brutalement



Photo 2 - Chêne-liège déperissant

DESCRIPTION DU PARASITE

Le champignon apparaît sous forme de croûtes carbonacées d'un noir mat, puis brillantes et comme hérissées de petits mamelons au moment de l'émission des spores (cf. photo 3).

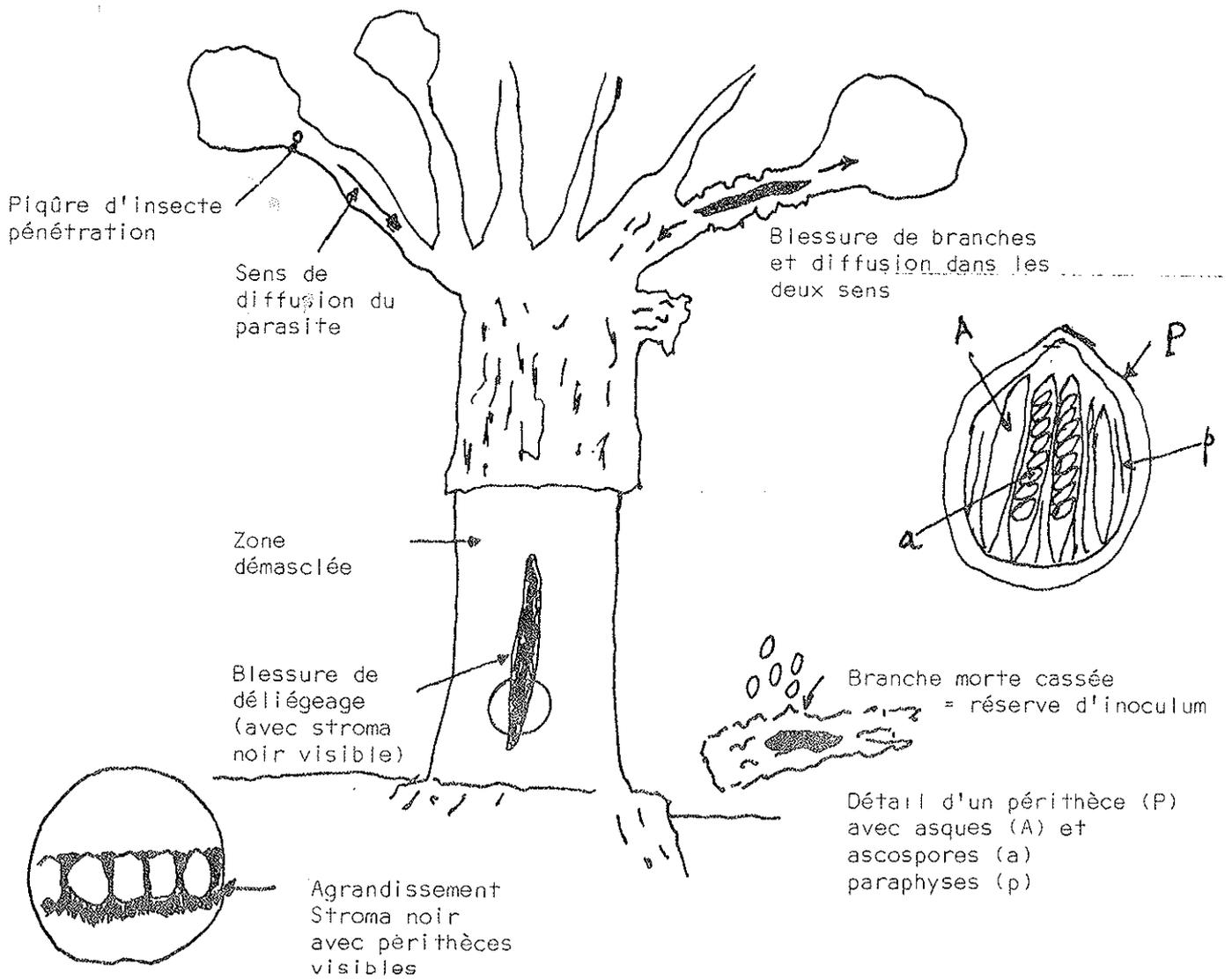
Ce stroma apparaît dans les fissures du liège et peut être dégagé pour une observation plus fine. Il s'agit de plaques plus ou moins ovales, de 5 à 8 mm d'épaisseur et pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres de longueur.

A l'examen microscopique, par des coupes situées au niveau des stromas, on peut mettre en évidence (voir en bas) des périthèces (0,8 à 1 mm) renfermant des asques (160 x 9-12 μ) avec 8 ascospores (12-15 x 6-8 μ) elliptiques-naviculaires, colorées d'olivâtre à brun à maturité.



Photo 3 - Plaques carbonacées typiques de l'Hypoxylon

CYCLE BIOLOGIQUE DU CHAMPIGNON



MOYENS DE LUTTE

Compte-tenu de la biologie du parasite, largement répandu dans la subéraie d'Algérie (nous l'avons observé près d'Oran, de Cherchell, de Jijel et il a été signalé par MALENCON à El Kala, ainsi qu'en Tunisie et il est très abondant au Maroc), les moyens de lutte, indispensables, seront assez difficiles à mettre en oeuvre.

Ils consisteront :

- à éviter soigneusement toutes les blessures qui pourraient mettre à nu les parties sensibles de l'arbre. Ainsi, au moment des démasclages et déliégeages, il faudra s'astreindre à limiter au strict minimum les atteintes à la "mère" du liège,

- à éliminer les branches mortes, tombées au sol et porteuses des fructifications contaminantes du champignon,

- de même, il faudra assainir les peuplements atteints, en abattant et en brûlant rapidement tous les arbres présentant des symptômes manifestes de la maladie (nombreuses branches mortes, stromas noirs visibles...),

- à placer les arbres sains ou encore peu atteints dans les meilleures conditions de végétation possible (le parasite étant un parasite de faiblesse et de blessure), en évitant le piétinement et le tassement du sol (pacage), en travaillant celui-ci pour améliorer l'infiltration des pluies, en apportant des engrais, en favorisant les plantes améliorantes (cytises)...

C'est à ce prix seulement que vous conserverez une subéraie saine et productive.

Autres champignons du chêne-liège

De nombreux autres champignons, qui ne peuvent pas être confondus avec l'*Hypoxylon*, peuvent être découverts sur le chêne-liège.

Beaucoup d'entre eux sont des agents d'altération du bois qui, comme l'*Hypoxylon*, sont favorisés par l'existence de blessures leur permettant de pénétrer dans le tronc grâce à leurs spores.

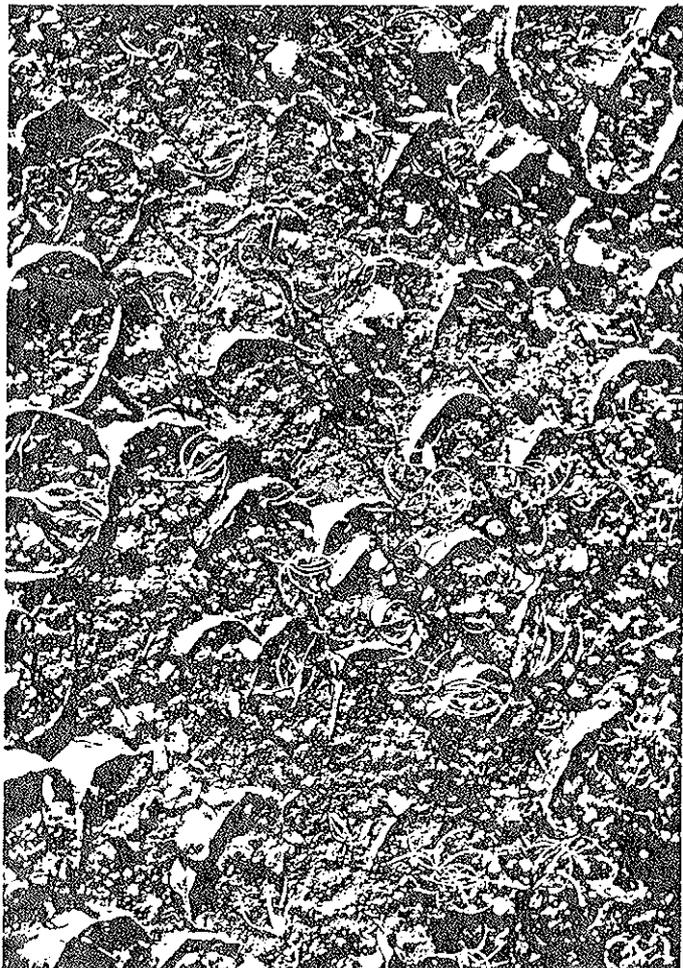
Parmi les plus fréquents, citons l'*Ungulina fomentaria*, gros polypore en forme de sabot de cheval et les *Stereum*, *Corticium* et *Hymenochaete*, petites lamelles de quelques centimètres, souvent très nombreuses, tapissant comme des écailles les bois pourrissants.

Là encore, le meilleur moyen de lutte consistera à limiter les moyens de pénétration en évitant toute blessure mettant le bois à nu et à diminuer le potentiel d'inoculum en détruisant les branches mortes et les troncs pourris servant de réservoirs.

OBSERVATIONS

(chacun pourra noter ici avec croquis à l'appui, les dégâts constatés sur chêne-liège. En cas de maladie non typique, adresser des échantillons selon le processus habituel).

LA FONTE DES SEMIS



La fonte des semis est une des plus sérieuses maladies en pépinière, où elle fait disparaître les jeunes plantules dans des proportions parfois très élevées (jusqu'à 70-80 %).

Elle s'en prend à la quasi-totalité des essences élevées en pépinière, mais est surtout active sur les pins, les Cupressacées et les eucalyptus. Les autres feuillus sont en général moins sensibles.

SYMPTÔMES

C'est peu de temps après la germination que les dégâts de fonte sont les plus visibles.

Il s'agira de taches, de vides qui s'élargiront dans les planches de semis (cf. photo) : fonte de postémersion.

L'examen des jeunes plantules fait apparaître, au niveau du collet, des taches brun-jaune qui noircissent ultérieurement. Quelquefois même, les graines ne réussissent pas à lever, par suite de l'envahissement par des microorganismes portés par les téguments (c'est la fonte de pré-émersion).

Photo 1 - indiquant les dégâts de fonte

AGENTS

Les microorganismes causant les dégâts de fonte varient selon les régions, les substrats et les essences cultivées.

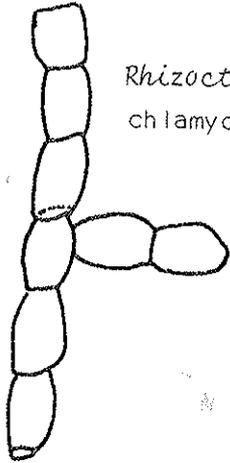
Ils appartiennent à plusieurs groupes de champignons microscopiques, parmi lesquels les Siphomycètes et les Deutéromycètes (champignons imparfaits) sont les plus fréquents.

Ces agents vivent normalement dans le sol (ou sur les téguments des graines) sous forme saprophyte* latente et deviennent parasites des tissus tendres des jeunes semis qu'ils envahissent activement s'ils ne sont pas combattus.

Les schémas suivants présentent des formes visibles au microscope des principaux agents de fonte connus parmi les plus actifs.

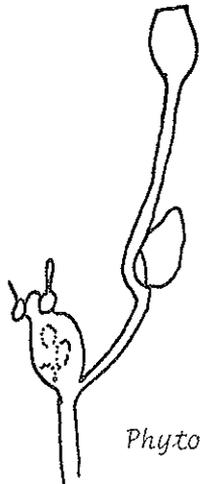
* *Saprophyte* : vivant aux dépens des déchets organiques des plantes ou de la faune.

Principaux agents de FONTE des SEMIS



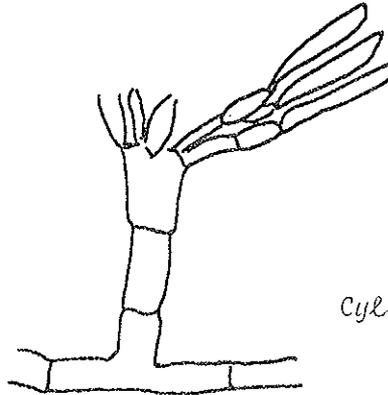
Rhizoctonia solani
chlamydospores

sporanges

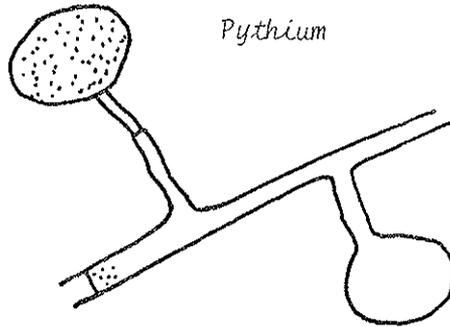


Phytophthora

♂
♀
zoospores



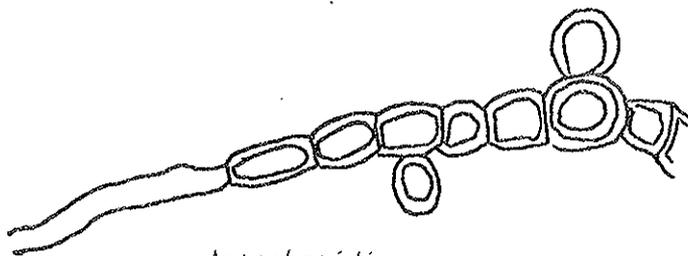
Cyindrocladium



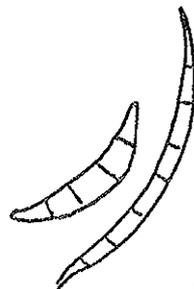
Pythium



zoospore



Aureobasidium
(= *Pullularia*) *pullulans*

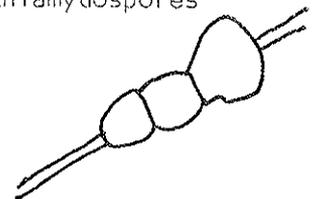


macroconidies



Fusarium

chlamydospores



microconidies

METHODES DE LUTTE

Etant donné la diversité des agents de fonte et des essences cultivées, les moyens de lutte devront être adaptés cas par cas et leur intensité sera fonction de l'importance des dégâts. Un rapport récent (PERRIN, 1985) fait état pour l'Algérie et selon les pépinières de pertes variant de 10 à plus de 50 % des semis.

Deux grands groupes de procédés seront employés, conjointement de préférence, les méthodes préventives visant à enrayer les attaques avant leur manifestation ; le recours aux méthodes curatives, après une attaque constatée est généralement plus aléatoire.

Parmi les méthodes préventives :

* Celles concernant le milieu - et en particulier le substrat - dans lequel sont élevés les semis sont les plus efficaces.

Elles font partie intégrante de la bonne technique culturale et peuvent se résumer ainsi :

** effectuer les semis dans des sols bien préparés, émiétés, de préférence acides, comportant tourbe, terre de bruyère, sciure de bois et litières forestières soigneusement recueillies dans de vieux peuplements de l'essence semée. Cette dernière pratique, outre la constitution d'un milieu très favorable à la levée, a l'intérêt d'apporter au jeune semis les mycorhizes (champignons symbiotiques) à la fois protectrices contre les agents de fonte et favorables à la croissance,

** protéger les jeunes semis contre les excès de chaleur (ombrières) et d'humidité (pas d'arrosage "baignant"),

** désinfecter soigneusement les outils de travail, surtout ceux utilisés dans les planches plus âgées, pour le désherbage par exemple.

* Celles concernant les graines et le sol (s'il est infecté) :

- les graines, surtout au stade de la conservation où les risques de contamination de graine à graine sont fréquents, seront utilement traitées par enrobage (PCNB, benomyl, dérivés organiques du mercure),

- la désinfection du sol, quelques jours avant le semis avec des arrosages aux dithiocarbamates, sera suffisante en cas de contamination faible ; la fumigation (bromure de méthyle, vapeur) sera réservée aux cas où se manifestent des risques importants : semis particulièrement précieux de graines rares, sols fortement contaminés les années précédentes...

Parmi les méthodes curatives, qui ne devraient pas normalement être employées dans une pépinière techniquement bien gérée, les différents fongicides de synthèse (dithiocarbamates, benomyl...) permettent de sauver une partie des semis, par des arrosages répétés, au besoin dans l'eau d'aspersion.

Une bonne précaution générale consiste à n'effectuer les semis d'une année sur l'autre que dans des endroits différents de la pépinière (rotation des planches de semis), dont la couche de surface devra, en toute hypothèse, être remplacée chaque année.

OBSERVATIONS

(Noter ici, avec croquis à l'appui, les phénomènes s'apparentant à des fontes auxquels vous avez été confrontés. Echantillons à adresser pour confirmation selon le processus habituel).

LES POURRIDIES A ARMILLAIRES

Armillaria mellea (Vahl.) Qué1. et espèces apparentées

Les pourridiés constituent à l'échelle mondiale les plus fréquents, les plus graves parmi les parasites cryptogamiques.

Ils sont caractérisés :

- par une très large gamme d'hôtes (plus d'une centaine d'espèces végétales ont été signalées comme supports possibles pour la seule espèce *Armillaria mellea*);
- par une assez grande diversité des champignons en cause, dont plusieurs espèces appartenant au genre *Armillaria* (ou *Armillariella* ou *Clitocybe*),
- par des difficultés dans la lutte pouvant leur être opposée, compte tenu de leur biologie et en particulier de leurs formes de résistance.



Photo 1 - Carpophores du plus courant des agents de pourridié en Algérie

LES HOTES

En Algérie et bien que la prospection des supports possibles soit certainement incomplète, des pourridiés ont été signalés sur pins, eucalyptus, cyprès, chênes, citrus et cèdre.

C'est probablement sur cette dernière essence que les dégâts sont actuellement les plus graves, compte-tenu des conditions habituellement difficiles de sa végétation (montagne, sécheresses estivales, intempéries, défoliations, âge souvent avancé des peuplements).

Ceci explique, l'Armillaire étant un parasite d'autant plus actif que l'hôte est affaibli, le caractère de gravité du dépérissement sur CEDRE.



Photo 2 - Aspect de cèdres dépérissants

LES SIGNES DE DEPERISSEMENT

(PHOTO 2)

Le champignon se développant activement au niveau du collet (base) de l'arbre et des racines, les symptômes sont ceux d'un parasite de racines, c'est-à-dire qu'il cause des perturbations dans l'alimentation en eau et en sels minéraux.

L'arbre atteint se dessèche progressivement, en commençant par les extrémités avec raréfaction des aiguilles et décoloration de celles-ci (signes de chlorose)

La prolifération du champignon (voir biologie) par voie souterraine provoque, au sein des peuplements, des zones de dessèchements circulaires par taches, ce qui avait conduit à nommer ce dépérissement MALADIE DU ROND.

Sur les arbres les plus anciennement atteints, l'écorce se détache facilement, les exsudations de résine apparaissent à proximité du collet. Le soulèvement de l'écorce à ce niveau fait apparaître le mycélium blanc jaunâtre, à consistance de "peau de chamois", caractéristique de la maladie.

DESCRIPTION ET BIOLOGIE DU CHAMPIGNON

Plusieurs espèces d'Armillaire, entre lesquelles la détermination exacte nécessite parfois des manipulations au laboratoire (tests de confrontation mycélienne, compatibilité, immunologie...) coexistent dans la nature.

En présence de fructifications, des différentes morphologiques, portant sur les principaux caractères, la détermination de l'espèce en cause est possible dans la plupart des cas. Le tableau joint résume les caractères morphologiques à observer.

La BIOLOGIE des différentes espèces est assez proche, même si elles diffèrent entre elles assez fortement quant à leur POUVOIR PATHOGENE.

Les chapeaux ou carpophores qui apparaissent en touffes à l'automne au pied des arbres attaqués portent les basidiospores qui participent à la dissémination de l'espèce.

Le mycélium, caractéristique, se présente sous deux formes distinctes : les plaques subcorticales blanc jaunâtre (cf. photos) et les rhizomorphes, à la fois forme de conservation et de dissémination du parasite dans le sol.

Les contacts inferracinaires entre arbre malade et arbre sain voisin, l'aptitude des rhizomorphes à contaminer, à partir d'une souche servant de réservoir les portions de sol environnantes, expliquent la propagation en cercles

CARACTERES COMPARES DES QUATRE ESPECES D'ARMILLARIA LES PLUS FREQUENTES
(soulignés, les caractères typiques des espèces)

Carpophore	Disposition des fructifications	Anneau	Peluches du chapeau	Forme et couleur du pied	ARMILLARIA
Brun-olivâtre à jaune couleur de miel	par <u>groupes importants</u> (jusqu'à 50)	membraneux presque blanc	non pelucheux	grêle très clair	MELLEA
à cuticule brun foncé, brun roux quelquefois plus sombre au centre, presque noir	par touffes d'une dizaine d'individus	épais, membraneux, laineux à cotonneuse bordé de bistre ou de brun	pelucheux, à mèches, squames bistrées à noires	assez épais, nu, bistre à brun clair	OBSCURA
Marron à fauve, convexe campanulé plus foncé au centre	par individus isolés ou par groupes de quelques individus	souvent cortiniforme ou aranéum	squames en mèches très épaisses, foncées	stipe épais, droit, renflé à la base	BULBOSA
variable, brun clair à marron	en touffes assez denses (10 à 20 individus)	pas d'anneau	chapeau le plus souvent lisse à faiblement squameux	droit, cylindrique	TABESCENS

Nota : D'autres espèces d'Armillaire, rares, sont signalées dans le monde.

MOYENS DE LUTTE

Les plus efficaces s'appuieront sur le caractère marqué de parasite de faiblesse de l'Armillaire.

Il s'agira dès lors de placer ses peuplements dans les meilleures conditions d'hygiène possibles et de leur apporter les soins culturaux adaptés : éviter les blessures surtout aux racines et dans la zone proche du collet, pratiquer des éclaircies permettant aux arbres de se développer activement, apporter des engrais, azotés en particulier seront les premières règles préventives à appliquer.

En zone contaminée, et devant la quasi-impossibilité sur de grandes étendues forestières de pratiquer des traitements chimiques du sol (fumigations) utilisables en arboriculture, on s'attachera à limiter le pouvoir de conservation du champignon en :

- traitant les souches à l'aide de produits herbicides accélérant leur décomposition. Leur arrachage et incinération, procédé recommandable, est le plus souvent trop coûteux,

- procédant à des annélations circulaires, l'année avant l'abattage, pour diminuer la vitalité du parasite et faciliter l'envahissement de la souche par les agents de décomposition de celle-ci (*Coriolus*, *Trametes*, *Ungulina...*)

Le maintien de feuillus (chênes) dans les peuplements de cèdres a apparemment pour effet de limiter la propagation de l'Armillaire.

BIBLIOGRAPHIE

- AINSWORTH G.C., 1971 - Ainsworth and Bisby's dictionary of the Fungi. 6ème édition. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- ALEXOPOULOS C.J., 1962 - Introductory mycology. 2ème édition. Wiley and Sons. New-York.
- Anonyme, 1978 - La fonte des semis. Document C.T.G.R.E.F., Grenoble, 4 p.
- von ARX J.A., 1967 - Pilzkunde Cramer, Lehre.
- BEN SALAH M., 1965 - Les maladies du chêne-liège. Thème personnel E.N.G.R.E.F., 7 p.
- BURNETT J.H., 1968 - Fundamentals of Mycology. Edward Arnold, London.
- CHADEFAUD M., 1960 - Les végétaux non vasculaires. Tome I du Traité de Botanique. Masson et Cie, Paris.
- CLEMENTS F.E., SHEAR C.L., 1957 - The genera of Fungi. Hafner, New-York.
- KALIDIS D.S., 1963 - Observations on damping off and its control in forest nurseries in Greece. Dasos 31, p. 47-67.
- LANIER L., 1973 - Cours de Pathologie forestière, Nancy.
- LANIER L. et al., 1976 - Pathologie forestière. Masson et Cie, Paris.
- LANIER L., 1986 - Rapport intérimaire, F.A.O. sur Mission ALG 083/13.
- MALENÇON G., 1937 - L'Hyphoxylon sertatum, parasite des chênes-liège marocains. Bull. Soc. Sci. Nat. du Maroc, 17, p. 127-131.
- MALENÇON G. et MARION J., 1952 - L'Hyphoxylon méditerranéum et son comportement épiphytique dans les subéraies nord-africaines. Revue de Mycologie, 17, Suppl. Col., p. 49-73.
- PERRIN R., 1985 - Compte-rendu de mission en Algérie.
- PERRIN R. et SAMPANGI R., 1986 - La fonte des semis en pépinière forestière. Eur. J. For. Path., 16, 10 p.
- TORRES JUAN J., 1968 - Maladies importantes sur le chêne-liège en Espagne. Boln. Serv. Plagas For., 11, 22, p. 87-90.
- VAARTAJA O., 1967 - Damping off pathogens in South Australian nurseries. Phytopath. 57, p. 265-268.
- VIERA NATIVIDADE J., 1950 - Subériculture. E.N.E.F. Nancy.
- WU Y.S., 1963 - The damping off of coniferous seedlings. I. Symptoms, causal organisms, and cultural practices in relation to disease development. II. Epidemiology of disease development. Acta Phytophylac. Sin. 4, p. 399-408.

Texte de la conférence prononcée à Chréa le 3 novembre 1986

EXPOSE CEDRE (ASPECTS PROTECTION)

INTRODUCTION

Je me suis pris de sympathie (dans tous les sens du terme) pour le CEDRE. Il y a au moins trois raisons à cela :

- en tant que pathologiste forestier, parce que le cèdre souffre,
- en tant que forestier international, parce que le cèdre est une essence de reboisement de grande valeur,
- en tant qu'ami de la forêt algérienne, parce qu'il s'agit parmi vos essences naturelles, d'une des plus intéressantes, économiquement, et aussi d'une des plus menacées.

CONDITIONS GENERALES DE LA CEDRAIE

Comment se présente en effet la situation actuelle.

Bien que les statistiques attendues de l'inventaire forestier en cours ne soient pas publiées, on peut estimer les surfaces actuelles occupées par le cèdre en Algérie à environ 23 000 hectares.

Il s'agit d'une aire très dispersée, éclatée pourrait-on dire, en cinq ou six noyaux d'inégale importance et d'inégales qualités. Il faut en effet distinguer nettement, sur le plan de l'écologie générale de la cédraie, les noyaux méridionaux, les plus importants en surface (Belezma, Chelia, Aïdel, Aïn Taga qui représentent environ 15 à 17 000 ha en diminution rapide, nous verrons pourquoi), prolongés vers l'ouest dans le Hodna par les vieilles futaies sans régénération de Bou Thaleb, Guethian..., des zones plus proches de la côte (Ojurdjura 1 500 ha, Babors 1 300 et Ouarsenis 100 ha, Theniet el Haad 1 000 ha) ou très proches (Chréa 1 000 ha en extension).

Ces trois groupes de stations montrent déjà qu'il y a très probablement, au sein de l'espèce *Cedrus atlantica* des variétés distinctes, phénomènes dont les conséquences sont importantes. Si l'on étudie les trois associations correspondantes du cèdre (faciès sec des confins sahariens à *Quercus ilex* et *faginea*, *Pinus halepensis*, *Juniperus thurifera* et *Ampelodesma mauritanica*, faciès intermédiaire à cytises, à *Taxus baccata*, à érables et à *Cerasus avium*, faciès le plus frais à *Crataegus*, à *Sambucus*, à *Abies numidina* et *Populus tremula* dans les Babors et même à chêne-liège à Theniet), on voit bien qu'ils n'y a pas qu'une cédraie en Algérie mais bien trois, chacune d'entre elles correspondant très exactement à trois races distinctes de cèdre, qu'il ne faudrait pas mélanger, ou alors avec la plus grande prudence.

Ainsi, on peut s'imaginer que l'introduction du cèdre des Aurès dans la partie septentrionale de l'Algérie réussirait probablement. D'ailleurs les cèdres du Ventoux en France sont, d'après BOUDY, d'origine aurésienne et réussissent fort bien. Il est beaucoup plus improbable que l'inverse soit vrai.

Au total, les associations du cèdre représentent en Algérie une surface de l'ordre de 100 à 150 000 hectares, que l'on pourrait considérer comme l'aire potentielle du cèdre.

Sur le plan de l'altitude, le cèdre est partout un montagnard c'est-à-dire qu'il trouve son optimum à partir de 1 300 à 1 400 m jusqu'à 2 000 et davantage. Le Déodar par exemple atteint 3 400 à 3 500 m dans l'Himalaya, il faut dire dans des conditions écologiques assez différentes. La raison de cette préférence pour l'altitude a été étudiée par le botaniste EMBERGER, qui y voit davantage l'aptitude à résister à ses compagnons habituels, plutôt qu'une préférence spécifique pour ces climats. Ce qui signifie qu'on pourrait introduire le cèdre beaucoup plus bas, mais à condition de lutter contre la concurrence active, du pin d'Alep par exemple ou des chênes.

Sur le plan climatique - et toujours en tenant compte des diverses races de cèdre - celui-ci trouve son optimum sous le climat méditerranéen humide et froid, même à continentalité accentuée (une des meilleures définitions de la continentalité est l'écart de températures entre le mois le plus chaud et le plus froid).

Le cèdre a beau, dans certaines conditions, supporter assez bien la sécheresse, les plus beaux peuplements se trouvent toujours, aussi bien au Maroc ou en Turquie qu'en Algérie sur les meilleures expositions ouest ou nord-ouest, les plus chargées d'humidité.

Même s'il résiste bien à la neige grâce à sa ramure horizontale et souple, la neige au moment de sa fonte progressive du printemps par l'eau qu'elle fournit en l'économisant, il est évident que par exemple au Sgag ou à Bou Thaleb avec des chiffres de pluviosité totale de l'ordre de 450 mm et des écarts de températures allant de 39° en été et de -12 à -15° l'hiver accompagnés de trois ou quatre mois écologiquement secs, les conditions climatiques sont très dures, même pour le cèdre.

Les conditions édaphiques, celles relatives aux sols des cédraies sont dès lors très intéressantes à considérer.

Or, la gamme des terrains sur lesquels peut prospérer le cèdre en Algérie est très variée : grès et schistes sont les plus fréquents mais grès calcaires ou même roches calcaires assez compactes sont également des substrats possibles, le système racinaire du cèdre étant remarquablement puissant. A la fois pivotant pour plonger profondément dans les moindres fissures et traçant pour intercepter les moindres pluies, il est remarquablement adapté à puiser l'eau, essentielle à l'énorme transpiration de l'arbre. Il lui faut en effet, durant les trois à quatre mois de sécheresse estivale compenser cette transpiration par une alimentation ininterrompue venant des réserves du sol. On comprend dès lors que, soit à la suite d'années particulièrement sèches, soit lorsque le système racinaire est lésé, les arbres réagissent en perdant une part plus ou moins importante de leurs frondaisons. On constatera d'ailleurs que ce sont précisément ceux qui, pour des raisons diverses, y compris les amputations délictueuses de branches, ont des racines puissantes et les houppiers aériens, qui résistent le mieux et le plus longtemps.

DEPERISSEMENTS DES CEDRES

Ceux-ci sont bien connus et depuis fort longtemps, puisque les premières mentions qui en sont faites en Algérie datent de la fin du siècle dernier. On trouve dans BOUDY et chez divers auteurs plus récents des observations rapportant que dans les cédraies des Aurès surtout, des dépérissements catastrophiques (plus de 500 000 m³ de bois sec sur pied vers 1900) se sont produits à la suite de séries d'années sèches (1850-1870) suivies d'incendies de grande étendue (1871-1888). On avait même pu songer à relier ce cycle de 17 ans avec un autre cycle de même durée, séparant les régénérations successives (17 années d'écart entre les bouquets de cèdres équiennes). Ceci semblait lié au fait que les régénérations naturelles de cèdres ne réussissent bien qu'à trois conditions : série d'années humides, sol propre (ce qui est le cas après incendie) et semenciers en âge de procréer.

Les dépérissements récents

Peut-être s'agit-il d'une coïncidence ou plus classiquement d'une meilleure correspondance entre des observations plus soigneuses et la constatation de dépérissements, toujours est-il qu'à la suite des nombreuses missions de professionnels qui se sont succédées dans la cédraie algérienne, on circonscrit mieux maintenant le phénomène.

* Il concerne essentiellement les cédraies les plus méridionales ainsi que les expositions sud des cédraies du nord : Djurdjura, quelques arbustes isolés à Theniet et même, dans une moindre mesure à Chréa.

Il est donc évident que les causes climatiques jouent un rôle important dans le dépérissement constaté.

* Les rapports successifs KEDAD-AKROUR (1982), KHEMICI-ANSELM I (1984), LANIER, ABBAS, GACHI, ZAMOUM (1986) observent tous le même phénomène, à savoir :

- des dessèchements d'arbres de tous âges, commençant par les extrémités (partie supérieure des arbres), progressant plus ou moins rapidement par taches,
- la présence d'insectes subcorticaux, semblant le plus souvent secondaires, mais faisant suite à des attaques primaires de défoliateurs en cours d'étude (Processionnaires). Il ne semble pas, sauf dans le cas récent de défoliations quasi-totales, que ces insectes puissent constituer, à eux seuls, la cause unique ou même principale des dépérissements,
- la présence, dans les zones subcorticales voisines du collet, du mycélium caractéristique d'un pourridié. Jusqu'à récemment et faute d'avoir eu l'opportunité d'être présent au moment de la fructification du champignon, les observateurs mycologues successifs (KEDAD en mars 82 signale des carpophores pourris indéterminables, ANSELM I début octobre 84 n'en observe pas et ses tentatives de mise en culture n'aboutissent pas - communication personnelle) ne peuvent déterminer l'espèce en cause. On soupçonne toutefois fortement une Armillaire (il en existe cinq espèces principales au monde) d'après l'allure des mycéliums subcorticaux et la présence de rhizomorphes.

C'est seulement tout récemment (24 octobre), à quelques centaines de mètres d'ici qu'après avoir avec M. KHEMICI au printemps repéré un groupe d'arbres présentant le même faciès dépérissant que nous avons pu, en revenant régulièrement tous les huit jours à la période favorable (de la mi-octobre à novembre) trouver les fructifications en place, les photographier, les récolter et préciser la détermination : *ARMILLARIA MELLEA* (Fr. ex Vahl/Quélet).

Il est certain que cette présence est importante, mais en aucun cas, ce pourridié ne peut causer à lui seul, un dépérissement en tant qu'agent primaire.

En revanche, il est toujours associé à l'aggravation de l'état de santé général d'arbres affaiblis.

SYNDROME

Quelle est donc en définitive la marche adoptée par ce dépérissement et surtout comment peut-on s'en défendre afin de retrouver, si c'est encore possible une cédraie saine et prospère.

Les causes principales sont de trois ordres :

- climatique, c'est certain ; il est connu depuis longtemps qu'à la suite d'années sèches les cédraies souffrent énormément et que les arbres affaiblis, surtout très âgés, finissent par en mourir. Ceci n'explique pas l'ensemble des faits observés.

- humain et corollairement animal. C'est probablement l'une des causes principales, ainsi que le notait notre rapport de mai 86. Quelles que soient les difficultés d'autre nature (climat, insectes...) il est clair que l'absence de sylviculture, ne serait-ce qu'en n'éliminant pas en éclaircies ou en coupes sanitaires les arbres déficients ou parasités, amène des troubles physiologiques (concurrence) et maintient des foyers de dispersion d'insectes et de champignons plus ou moins dangereux, dont bien entendu l'Armillaire.

Le parasitisme humain et animal agit en outre négativement de plusieurs manières : les coupes en délit, les blessures infligées aux arbres sont souvent consternantes. Ce sont autant de causes d'affaiblissement et de portes d'entrée pour les parasites. Quant aux animaux, outre les effets directs du parcours sur les jeunes semis et les gaulis, l'effet indirect sur les arbres adultes est dû au tassement du sol dont les signes sont spectaculaires. Le processus est alors le suivant : sur un sol tassé, la pluie ne s'infiltrant plus ruisselle et le sol superficiel est arraché et entraîné. Les racines de surface qui représentent environ 50 % du total du système racinaire du cèdre et qui sont les plus actives perdent leur faculté d'absorption. De plus, elles sont blessées et servent de porte d'entrée aux parasites, tels que l'Armillaire par exemple.

J'ai trouvé dans BOUDY cette phrase à méditer pour tous les forestiers ayant à se préoccuper du cèdre (à propos de la régénération). "En bref p. 552, les conditions de la régénération de la cédraie sont incompatibles avec leur parcours".

- parasite enfin. Il est bien certain que les défoliations massives et répétées (Bélezma 82-83), les proliférations d'insectes et de champignons lignivores (4 ou 5 espèces sont fréquemment relevées dans les principales cédraies), les pourridiés jouent un rôle très important dans les dégâts observés.

LUTTE

L'importance des moyens à mettre en oeuvre pour la lutte devra être à la mesure de l'état précaire dans lequel se trouvent les cédraies aurasiennes, ce qui ne veut pas dire qu'il ne faut rien faire dans le Nord.

Trois mesures sont à prendre d'urgence et les directives à exécuter dans les meilleurs délais :

(1) Assainissement : enlèvement des bois morts et dépérissants ; élimination et incinération des souches servant de réservoirs aux agents parasites.

(2) Régénération et reboisement.

Mise en défens du 1/5ème de la surface de chaque massif, où le parcours sera totalement et intégralement proscrit. Mise en place dans ces zones protégées en complément des semis de plants à élever sur place dans une pépinière, où seront semées exclusivement des graines locales (récoltées de préférence sur les beaux peuplements subsistants (Aïn Taga par exemple)).

(3) Poursuite des études entomologiques bien sûr.

Mais pour ce qui concerne *ARMILLARIA MELLEA*, étant donné (et c'est une chance) qu'il s'agit d'une espèce qui préfère les arbres feuillus*, installer en mélange (ou favoriser quand ils existent au moment des régénérations) les feuillus compagnons habituels du cèdre (chêne vert, érables...). C'est très probablement par suite des parcours et de la disparition fréquemment observée de ces feuillus, et bien entendu à cause des blessures aux racines, que l'Armillaire se développe aussi activement.

J'espère n'avoir pas été trop long.

J'espère surtout que ce programme, qui sera long et difficile à mettre en oeuvre, pourra être réalisé, le plus tôt étant le mieux. Il y a une belle fructification du cèdre cette année. Je considère cela non pas comme une heureuse coïncidence avec ma mission, mais comme un encouragement pour les rénovateurs de la cédraie, dont je connais l'enthousiasme et les qualités professionnelles. Il m'apparaît qu'il faut les aider considérablement - et cette réunion est un premier pas dans la bonne direction - si l'on veut que l'évolution actuelle de la cédraie n'aille pas irréversiblement vers sa disparition.

* alors que je craignais de trouver *Armillaria obscura* qui est bien connue pour préférer les résineux.

Pour conclure, je livre à votre méditation un texte que j'ai trouvé très adapté à la situation actuelle :

"Notre terre est demeurée, par rapport à celle d'autrefois, comme le squelette d'un corps décharné par la maladie. Les parties grasses et molles de la terre ont coulé tout autour et il ne reste plus que la carcasse nue de la région. Il y avait sur les montagnes de vastes forêts, dont il subsiste encore maintenant des traces visibles. Car parmi ces montagnes qui ne peuvent plus nourrir que les abeilles il y en a sur lesquelles on coupait encore, il n'y a pas très longtemps de grands arbres, propres à monter les plus vastes constructions. L'eau fécondante de Zeuss qui s'y écoulait chaque année ne ruisselait pas en vain, comme aujourd'hui, pour aller se perdre de la terre stérile vers la mer : la terre en avait dans ses entrailles, et elle en recevait du ciel une quantité qu'elle mettait en réserve dans celle de ses couches que l'argile rendait imperméables.

Eh bien ce texte qu'on aurait pu écrire en 1986 (M. KADIK par exemple n'y changerait qu'un mot, ALLAH remplaçant ZEUSS) date du IV^{ème} siècle avant notre ère, est dû à PLATON dans le Critias.

BIBLIOGRAPHIE sélectionnée sur le Cèdre

- CHOUCHANI B., KHOUZAMI M., QUEZEL P., 1975 - A propos de quelques groupements forestiers du Liban. *Ecologia mediterranea*, tome I, p. 63-77.
- CIANCIO O., MERCURIO R., NOCENTINI S. - Le specie forestali esotiche e le relazioni tra arboricoltura da legno e selvicoltura. *Ann. Ist. Sperim. per la Selvicoltura*, XII-XIII, 1981-82. Il Cedro dell'attante, p. 143-205.
- C.T.G.R.E.F., 1973 - Reboisement en cèdre : premiers résultats du chantier expérimental de Monclar (Lot). *R.F.F.* 2, p. 134-141.
- DEANKOVIĆ A., 1967 - Cedar on the Jugoslavia Coast. *Godz. vestn.*, 25 (5/6), p. 161-170.
- DESTREMAU D.X., 1974 - Précisions sur les aires naturelles des principaux conifères marocains en vue de l'individualisation des provenances. *Ann. Rech. For. Maroc*, p. 5-90.
- DE PHILIPPIS A., 1934 - I Cedri l'Alpe; 11-12, p. 425-430.
- DE PHILIPPIS A., 1961 - La culture des conifères dans l'étage du châtaignier en Italie. *Journal Forestier Suisse*, 1.
- EMBERGER L., 1938 - Contribution à la connaissance des cèdres et en particulier du déodar et du cèdre de l'Atlas. *Rev. Bot. appliquée et d'Agric. Trop.*, 198, p. 77-92.
- FABRE J.P., 1976 - Extension du cèdre et risques d'attaques d'insectes. *R.F.F.*, 4, p. 261-268.
- F.A.O., 1971 - Inventaire des massifs forestiers de l'Aurès (Algérie), tomes 1, 2, 3, Rome.
- FINLAYSON W., 1971 - Les forêts de Chypre et la sylviculture chypriote. *R.F.F.*, 3, p. 344-352.
- FONTNOIRE J., 1972 - Le cèdre. *La Forêt Privée*, 6, p. 38-49.
- GEORGE J., 1980 - La récolte des graines de cèdre. *R.F.F.*, 6, p. 544-546.
- HICKEL R., 1927 - Les cèdres méditerranéens. *Bulletin de la Sylva mediterranea*.
- LEPOUTRE B., PUJOS A., 1964 - Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de cèdre. *Ann. Rech. For. Maroc*, 7, Rabat.
- MARQUESTAUT J., 1976 - Production et utilisation de plants en godats. *Ann. Rech. Sylvic.*, A.FO.CEL.
- M'HIRIT O?, 1982 - Thèse.

- MILLISCHER H., 1972 - Le cèdre. Nature et Forêts 1, p. 29-46, Rabat.
- MORANDINI R., 1970 - Note sulla Foresta di Beni-Imloul. Ann. Ist. Sperim. Sylvicult. Arezzo, vol. I, p. 365-385.
- PUTOD R., 1974 - B.V.F. 6, p. 33-76.
- PUTOD R., 1974 - B.V.F. 8, p. 13-58.
- PUTOD R., 1979 - B.V.F. 8/9, p. 11-42.
- TOTH J., 1970 - R.F.F. 3, p. 355-364.
- TOTH J., 1980 - Le cèdre dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans deux autres pays à grande importance forestière. Forêt méditer., II, n° 1.
- YU B.G., 1976 - Croissance du cèdre de l'Atlas. Thèse Montpellier.