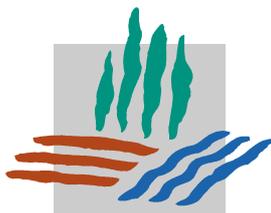




Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère de l'Agriculture, de
l'Alimentation, de la Pêche
et des Affaires Rurales
DRAF – SRPV Lorraine



Agence de l'eau
Rhin-Meuse



Dépérissement de l'Aulne glutineux dans le bassin Rhin-Meuse

Synthèse des connaissances et conseils de gestion



Dépérissement de l'Aulne glutineux dans le bassin Rhin-Meuse

Synthèse des connaissances et conseils de gestion

Jean-Claude STREITO

Laboratoire National de la Protection des Végétaux
Unité de Mycologie Agricole et Forestière
Domaine de Pixérécourt
54220 MALZEVILLE

Étude réalisée dans le cadre de la convention relative à la réalisation d'un programme de recherche sur le dépérissement de l'aulne, signée en septembre 1999 entre l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et la Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Ennemis des Cultures de Meurthe-et-Moselle (FDGDEC 54).

Septembre 2002

INTRODUCTION

Depuis le début du siècle, des dépérissements et des mortalités d'aulne ont été signalés de façon sporadique un peu partout en France et en Europe. Les causes n'ont jamais été clairement identifiées, et le plus souvent, des problèmes stationnels ou climatiques devaient être impliqués. Ces dépérissements étaient exceptionnels et l'aulne était considéré comme une essence sans problème sanitaire majeur.

En 1993, une nouvelle maladie létale de l'aulne provoquant des dépérissements massifs a été décrite dans le Sud de l'Angleterre. Cette maladie est associée à une espèce jusqu'alors inconnue de *Phytophthora*, nommée *Phytophthora* de l'aulne. Depuis sa découverte, le parasite a été recherché et trouvé dans de nombreux pays européens. Les dégâts sont très importants en France, au Royaume Uni, en Allemagne et en Belgique.

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse s'est inquiétée des dépérissements massifs d'aulnes dans le Nord-Est de la France dès 1995. Des études préliminaires menées par le LNPV, l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et le Département de la Santé des Forêts à partir de 1996 ont permis de confirmer la présence du *Phytophthora* de l'aulne en France et plus particulièrement dans le bassin Rhin-Meuse. A l'issue de ce travail préliminaire, la biologie du parasite demeurait toujours quasi inconnue.

En 1998, une convention a été signée entre l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et la FDGDEC 54, afin de mettre au point une technique de détection de la maladie, et d'étudier sa répartition dans la région. Cette convention fut reconduite en 1999 pour une période de trois ans, avec pour objectif l'évaluation des techniques de gestion des berges.

Cette synthèse expose les résultats obtenus durant ces 6 années d'études et plus particulièrement durant la période 1999-2001.

I – REPARTITION DU *PHYTOPHTHORA* DE L'AULNE.

1.- L'ensemble des écosystèmes humides du bassin Rhin-Meuse est touché.

Les recherches effectuées depuis 1996 ont montré que le *Phytophthora* de l'aulne était présent et bien établi dans tout le bassin Rhin-Meuse. Les principaux cours d'eau, lacs et zones humides sont touchés. Les autres biotopes (forêts, haies) ne sont pas épargnés, même si la maladie y semble moins fréquente. La maladie est donc présente et il faut s'attendre à des dégâts et des problèmes de gestion des berges importants dans les années à venir.

Le pourcentage d'arbres malades est globalement élevé. Nous ne disposons de données chiffrées que pour la Moselle, le long de laquelle 15% des aulnes sont malades ou morts. On observe cependant une grande hétérogénéité dans la distribution de la maladie. Certaines rivières sont plus affectées que d'autres. Le taux de mortalité peut atteindre 80% dans certains cas (exemple de la Sarre). Le long d'un même cours d'eau, on observe généralement une succession de zones malades et saines. Le *Phytophthora* de l'aulne ne cause donc pas des dégâts partout : il reste probablement localement des zones indemnes. En revanche, à long terme, toutes les rivières peuvent être potentiellement atteintes par la maladie et les risques de fortes mortalités sont importants. Il est par conséquent primordial de ne pas favoriser la dispersion du pathogène.

2.- Le *Phytophthora* de l'aulne est largement répandu en France.

Le *Phytophthora* de l'aulne affecte tout le quart Nord-Est du pays, provoquant des dégâts importants. Pour le reste de la France, les prospections ont été peu nombreuses et la situation demeure inconnue dans plusieurs régions. Toute la façade atlantique de la France est touchée par la maladie. Les premières observations de dépérissements d'aulnes dans les Landes datent de 1991. Les dégâts sont importants notamment sur les berges des étangs littoraux. Les données sont plus rares pour les régions du centre. Des dépérissements d'aulnes ont été signalés dans la Creuse et le Massif Central, mais le *Phytophthora* de l'aulne n'a jamais pu être isolé sur ces sites, en dépit de tentatives nombreuses. Enfin le *Phytophthora* de l'aulne a été détecté dans la vallée du Rhône, depuis Avignon jusqu'en Isère. Les dégâts sont jugés importants.

Le *Phytophthora* de l'aulne est donc présent sur une grande partie du territoire national ; la situation demeure cependant inconnue dans beaucoup de régions, mais il n'est pas exclu que certaines zones soient encore indemnes.

3.- 11 pays européens ont signalé la présence de la maladie sur leur territoire.

11 pays ont signalé la présence de la maladie dont la répartition est très vaste : depuis la Suède au Nord, à l'Italie au Sud, et de la France à la Lituanie d'Ouest en Est. La maladie cause d'importants dégâts en France, au Royaume Uni, en Allemagne et en Belgique. Elle n'est signalée que ponctuellement dans les autres pays, probablement par manque de prospection dans bien des cas.

Conséquences des attaques du *Phytophthora* de l'aulne : quels problèmes cela pose-t-il ?

La maladie peut être extrêmement préjudiciable pour de nombreux cours d'eau de moyenne montagne et de côtes calcaires. Les cours d'eau d'autres secteurs (cours d'eau méandriques sur sols calcaires) ne sont pas forcément épargnés. Les dépérissements de l'aulne glutineux suite aux attaques du *Phytophthora* ne sont pas sans conséquences sur l'équilibre et les fonctions de la ripisylve. En effet, l'aulne joue un rôle important dans la ripisylve à plusieurs niveaux :

- **la stabilisation des berges (limitation de l'érosion)**
- **l'auto épuration (fixation d'éléments polluants)**
- **la biodiversité du paysage**

Cette espèce qui fait tout l'intérêt de la ripisylve se doit d'être conservée. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre une gestion préventive des sites dès l'apparition de la maladie, notamment par diversification de la ripisylve.

II – BIOLOGIE DU *PHYTOPHTHORA* DE L'AULNE.

1.- Un agent pathogène spécifique de l'aulne.

Il a été montré sans ambiguïté que le *Phytophthora* de l'aulne était un taxon nouveau, issu de l'hybridation de deux espèces : *Phytophthora cambivora* dont il est très proche et une espèce voisine de *Phytophthora fragariae*. Cet **hybride** n'est pas fixé ; il continue à évoluer, d'où la description de nombreux variants. Le plus répandu, appelé "standard", correspond à l'hybride le plus stable, le seul découvert à ce jour en France. Les autres variants sont plus rares et plus instables. Ils se différencient par leur morphologie, leur stabilité en culture, mais aussi leur pouvoir pathogène.

Contrairement à ses parents, assez polyphages, **le nouvel hybride n'attaque que les arbres du genre *Alnus***. Toutes les espèces européennes se sont montrées sensibles et **aucune résistance n'a pu être mise en évidence** jusqu'à présent.

2.- Symptômes et propagation de la maladie

2.1.- Les symptômes

La maladie s'exprime par l'apparition des symptômes suivants : feuilles petites et jaunâtres, moins nombreuses, donnant un aspect clair mais homogène au houppier, apparition sur le tronc, entre 0 et 2 m de haut, de taches rouilles à noires accompagnées d'exsudats goudronneux, nécroses sous-corticales au niveau des taches. Ces symptômes ne sont pas spécifiques de la maladie et ne permettent donc pas un diagnostic sûr, qui nécessite un prélèvement et une analyse au laboratoire. Par ailleurs, leur gravité ne permet pas de savoir si l'arbre est proche ou non de la mort. Pour information, un protocole de prélèvement d'un échantillon d'écorce au niveau du tronc est joint en annexe.



Photo 1 : Symptômes sur houppier (à gauche arbre sain, à droite arbre malade)-LNPV Nancy-



Photo 2 : Symptômes sur feuilles plus petites, moins nombreuses et plus claires-LNPV Nancy-



Photo 3 : Taches sur tronc
-LNPV Nancy-



Photo 4 : Exsudats goudronneux frais
-LNPV Nancy-

Il existe une corrélation positive entre la présence de symptômes sur les houppiers et celle de taches sur le tronc. Cependant, cette corrélation est tempérée par le fait que 50 % des tiges portant des taches ne présentent pas de symptômes du houppier.

2.2.- La propagation de l'agent pathogène se fait à priori par voies aquatiques lors des crues. Le sol et les plants peuvent aussi être contaminants.

Le champignon a été isolé à partir de nécroses corticales sur les troncs, mais aussi à partir de grosses racines, de petites racines asymptomatiques (en Allemagne) et à partir du sol. Toutefois, on ignore toujours quelles sont les sources d'inoculum : tronc, système racinaire, sol, eau On ignore de même comment la maladie pénètre dans l'arbre, dans quelles circonstances, quelles sont les périodes de production de l'inoculum, etc La production de zoospores par des fragments d'écorce contaminés a cependant été démontrée. Le broyage des déchets d'abattage est donc à proscrire.

On ne connaît pas l'organe de conservation du *Phytophthora* de l'aulne. Les oospores, qui pourraient en faire office, sont semble-t-il stériles. Par ailleurs, des chlamydospores n'ont jamais été observées. Il est en revanche évident que le champignon se conserve, probablement sous forme de mycélium, dans les tissus de l'hôte. Les capacités de conservation dans le sol sont inconnues. Des morceaux d'écorce conservés un mois à 7+/-3°C ont montré que le *Phytophthora* continuait sa progression dans les tissus et restait encore actif après cette période. De même, des morceaux d'écorce enterrés à 20 cm de profondeur restent contaminants 3 mois après l'enfouissement. L'enfouissement des déchets d'abattage est donc à proscrire.

In vitro, les plantules d'aulne sont tuées très rapidement par le *Phytophthora*. Les jeunes aulnes et notamment les plants peuvent également être attaqués. Ils meurent alors assez rapidement, souvent en une saison de végétation. On observe cependant dans des sites contaminés des semis naturels et des plants de tous âges. Les premières étapes de la régénération naturelle sont donc possibles en zone contaminée. Nous n'avons cependant pas assez de recul pour savoir si la maladie épargnera suffisamment les plants pour permettre la reconstitution d'un rideau végétal. Il en est de même pour les plantations. Dans certains sites, les plants sont restés sains plusieurs années, malgré la présence proche d'aulnes malades. Une explication à ces observations pourrait être l'absence d'inoculum ou de conditions propices à la contamination pendant de longues périodes. Une vague de contamination aurait lieu, suivie de la mort d'un grand nombre de plants, puis de nouveau d'une période de répit.

Des études menées en Charente par le Département de la Santé des Forêts ont montré que plus l'arbre est proche de l'eau, plus il risque d'être malade. Cette conclusion a été confirmée par le LNPV, et cette relation est très significative. Des zoospores du *Phytophthora* de l'aulne ont été mises en évidence dans l'eau de la Moselle et de la Sarre. **La dissémination de la maladie par les zoospores via l'eau semble donc de plus en plus évidente.** L'existence de taches isolées sur troncs (sans contact avec le sol), bien que peu fréquente, illustre le **rôle que doivent avoir les crues.**

Le *Phytophthora* de l'aulne n'est pas présent dans les graines ; il peut en revanche infecter les boutures. Le bouturage est donc déconseillé au profit de la production de plants par semis.

III- EVOLUTION DES PEUPLEMENTS ATTEINTS

1. Des attaques sans déterminisme.

Toutes les ripisylves composées d'aulnes glutineux sont potentiellement susceptibles de subir des attaques du *Phytophthora*. Toutes les classes d'âge d'aulnes sont atteintes, et il n'existe aucune relation entre l'âge de l'arbre ou son diamètre et la maladie.

Par ailleurs, les attaques ne semblent pas être liées à la qualité de l'eau. Lors de l'étude, nous avons observé des dégâts, aussi bien sur les cours d'eau pollués que sur ceux dont la qualité de l'eau est satisfaisante

Sur certains sites anciennement et fortement atteints, il reste actuellement moins de 20% d'arbres sains.

2. Une évolution des peuplements très variable

L'évolution de la maladie tout comme le pourcentage d'arbres malades est très variable d'un site à l'autre. Sur notre réseau de placettes, nous avons observé deux cas de figures :

- des sites sur lesquels le *Phytophthora* de l'aulne est présent, mais le nombre d'arbres malades faible. Dans ce cas, la maladie n'a pas évolué durant les 4 années de suivi, ou n'a évolué que lentement. Sur les secteurs concernés :
 - ✓ soit les arbres restent parfaitement sains alors que l'on observe des peuplements malades à proximité immédiate
 - ✓ soit les quelques arbres malades restent moribonds mais vivants pendant plusieurs années.

- des sites sur lesquels le *Phytophthora* de l'aulne est présent, et les dégâts très importants. Le nombre d'aulnes malades ou morts est élevé. Dans ce cas, la maladie a progressé très rapidement durant le suivi. **La dégradation est importante et le taux de mortalité élevé.**

Le suivi individuel de quelques arbres a mis en évidence l'extrême variabilité des cas, quant à l'évolution des symptômes sur tronc, et à l'état sanitaire du houppier.

La probabilité qu'un arbre soit contaminé est d'autant plus élevée qu'il est entouré d'arbres malades. Cette probabilité est forte si les arbres malades sont très proches (0-2 m). Le même phénomène est observé au sein d'une cépée. La probabilité qu'une tige soit atteinte au sein d'une cépée augmente lorsque d'autres tiges sont malades. Le long de la Moselle, la maladie présente donc une répartition par taches.

3. Les rejets de souche après coupe restent sains

On observe, sans l'expliquer, que les rejets de souches sont toujours sains, même lorsque l'arbre abattu était gravement malade. Il ne semble donc pas y avoir transmission de la maladie par la souche. Le fait qu'une tige a d'autant plus de risques d'être affectée qu'elle est proche d'une tige malade, pourrait s'expliquer par une transmission de la maladie par l'eau. Dans ce cas, l'organe de propagation de la maladie est la zoospore, dont la durée de vie est limitée. Les tiges voisines d'un foyer de zoospores ont donc logiquement plus de risques d'être contaminées que les tiges éloignées. Quel que soit le mode de transmission, l'abattage des arbres malades ne permet pas de réduire la vitesse de progression de la maladie. Le choix des arbres malades à abattre est rendu difficile par la symptomatologie non spécifique ; par ailleurs, lors de l'abattage, la base du tronc et le système racinaire restent en place. Or il s'agit probablement des tissus les plus infectieux de l'arbre. Le dessouchage n'est pas envisageable, car trop préjudiciable au milieu. Son efficacité serait d'ailleurs toute relative si des zoospores étaient effectivement libérées par les racines.

IV – CONSEILS DE GESTION.

1.- la gestion des peuplements doit, dans la mesure du possible, être raisonnée

Les études menées sur l'évolution et la biologie de la maladie nous amènent aux observations suivantes :

- la maladie peut être extrêmement préjudiciable sur de nombreux cours d'eau. Il ne s'agit pas de mortalités ponctuelles dans l'espace et le temps mais d'une maladie bien établie sur l'ensemble du bassin et évoluant d'une année sur l'autre. Des problèmes de gestion importants sont à prévoir dans les années à venir.

- l'existence de plusieurs sites où la maladie ne progresse pas alors que le *Phytophthora* est bien établi vient tempérer un peu les observations précédentes. Elle montre surtout que la présence de quelques arbres présentant des symptômes sur un site ne signifie pas une évolution vers d'importantes mortalités quelques années plus tard. Dans certains cas, aucune évolution n'est observée. L'abattage des arbres malades s'avèrerait donc, dans bien des cas, une erreur.

- la caractérisation des symptômes est difficile et ne permet pas toujours de savoir si un arbre est contaminé ou pas. Même en cas de contamination, le suivi individuel d'arbres montre que

l'observation de symptômes (houppier et/ou taches sur tronc) ne signifie pas la mort rapide de l'arbre. La mort peut survenir rapidement, mais l'arbre peut aussi végéter plusieurs années avant de périr, voire retrouver un houppier normal. Que le *Phytophthora* de l'aulne soit ou non impliqué dans ces cas, en terme de gestion, la conclusion est la même : la présence de symptômes ne signifie pas la mort de l'arbre et ne justifie donc pas son abattage.

- sur quelques sites ayant subi de fortes coupes sanitaires, le traitement n'a pas permis d'arrêter l'évolution de la maladie, dont la progression fut comparable, les années suivantes, à celle mesurée sur des sites non traités.

Toutes ces observations vont dans le même sens, dans l'état actuel de nos connaissances : un abattage préventif des arbres malades ne se justifie pas. Le choix des arbres à abattre ne peut être réalisé objectivement, en raison d'une symptomatologie non spécifique et de l'impossibilité de prévoir l'évolution de la maladie. Par ailleurs, l'abattage des arbres malades n'empêche pas de nouvelles contaminations.

2.- Les techniques de gestion des vieux peuplements à bout de souffle préconisées par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse sont toujours d'actualité : n'abattez que les arbres dangereux.

Les techniques de gestion des vieux peuplements à bout de souffle, préconisées par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse dans son guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau, peuvent être appliquées avec profit aux peuplements touchés par le *Phytophthora* de l'aulne. La priorité sera de diversifier l'âge des arbres et des essences. Les coupes sanitaires sont inutiles. Seuls les arbres présentant un danger seront abattus. Les arbres malades ou morts non gênants seront laissés en place. L'abattage des arbres présentant des symptômes ne présente aucun intérêt : il ne permet pas de ralentir la maladie et si les rejets de souche sont sains, leur vigueur est en général limitée. Par ailleurs, les arbres morts ou creux constituent un biotope intéressant qui abrite une faune très diversifiée et menacée de disparition par plusieurs décennies de « nettoyage » abusif des écosystèmes forestiers et ripicoles.

2.1.- Diversifier l'âge des arbres.

Les rejets de souches sont toujours sains, que l'arbre soit ou non malade. Ils ne sont cependant pas à l'abri de contaminations ultérieures. Quoiqu'il en soit, ils maintiennent la berge et constituent un écran de végétation pendant au moins quelques années, le temps nécessaire à d'autres essences (saule, frêne...) pour s'implanter. Pour rajeunir la population d'arbres et apporter le maximum d'hétérogénéité, l'abattage de quelques arbres sains ou faiblement dépérissants peut être judicieux. Il permet de diversifier l'âge du peuplement et la reprise de quelques souches dans de bonnes conditions.

2.2. -Éviter de blesser les arbres.

Lors de l'abattage, on veillera à ne pas blesser les arbres qui doivent rester en place. Toute blessure avec des outils souillés peut transmettre la maladie ou favoriser sa pénétration. Pour les mêmes raisons, on évitera autant que possible l'élagage des aulnes. Les branches mortes ou dépérissantes ne doivent être coupées que si elles présentent un danger important. Par ailleurs, en plus du *Phytophthora*, un très grand nombre de champignons parasites est transmis par les blessures.

2.3.- Couper le plus près possible du sol.

Le conseil donné par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse de couper l'arbre le plus près possible du sol est pertinent dans le cas d'un arbre atteint par le *Phytophthora* de l'aulne. En effet, bien que l'on ignore encore d'où provient l'inoculum, les tissus susceptibles de produire des zoospores sont localisés pour l'essentiel à la base du tronc et peut être dans le système racinaire. Couper ras ne présente pas de contre indication majeure et permet d'éliminer au moins une partie des tissus infectés. Rappelons que le dessouchage n'est pas possible en raison de l'érosion qu'il entraînerait sur les berges.

Gestion des sites atteints par le *Phytophthora* de l'aulne

1^{er} cas : l'atteinte reste limitée et/ou l'aulne est une espèce anecdotique dans la ripisylve

Il est alors recommandé de maintenir une gestion traditionnelle de la ripisylve en l'extensifiant. Les coupes seront raisonnées.

2^{ème} cas : l'attaque est généralisée

Les dépérissements sont importants et les descentes de cimes sont rapides. Il faut alors intervenir de façon préventive. Si le diagnostic est établi assez tôt, les coupes seront échelonnées dans le temps. En effet, un abattage massif des sujets malades aurait des conséquences néfastes sur la ripisylve. Seuls les arbres dangereux devront être abattus. Il est proposé de faire 2 coupes dans l'année tout en gardant une bonne diversité d'âge des arbres et d'essences. S'il n'est possible d'effectuer qu'une seule coupe, elle sera de préférence réalisée à l'automne et non au printemps de façon à ne pas limiter la reprise de la végétation.

3. – Plantations : diversifier les essences.

Il est toujours possible de planter mais en diversifiant au maximum les essences.

Les jeunes arbres sont sensibles au *Phytophthora* de l'aulne : la plantation est donc risquée. Sur un site contaminé, il est probable que des contaminations aient lieu à moyen terme. Il n'est cependant pas exclu que des plants puissent échapper à la maladie pendant plusieurs années. Pour ces raisons, la plantation n'est pas déconseillée, mais le risque de perte étant important, il est primordial de diversifier au maximum les essences. En zone non contaminée, la plantation est toujours possible. Dans tous les cas, on veillera à ce que les plants soient indemnes de *Phytophthora* avant plantation.

4. – Éviter de disséminer l'agent pathogène.

Le *Phytophthora* de l'aulne est présent sur l'essentiel des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse. Nous avons vu cependant que certaines zones, portions de rivières, en sont indemnes ou du moins bénéficient d'une situation stable avec peu de dégâts. Il est indispensable de préserver ces zones de l'introduction de nouvelles souches de *Phytophthora*. En effet, il existe plusieurs variants du *Phytophthora* de l'aulne, qui se différencient, entre autre, par leur pathogénicité, mais aussi probablement leurs exigences écologiques. Il est indispensable que l'homme par ses activités ne contribue pas à la propagation de la maladie.

Plusieurs voies de dissémination existent. Les principales sont le transport de sol, d'eau et de végétaux, les déchets d'abattage, le matériel contaminé et les plants de pépinières.

4.1.- Brûler les déchets d'abattage sur place.

Le *Phytophthora* de l'aulne se conserve plusieurs mois dans les déchets d'abattage. La base de l'arbre est la zone qui présente le plus de risque. La dissémination de la maladie par les tissus contaminés est probablement beaucoup plus efficace que la dissémination naturelle par les zoospores. Les zoospores des *Phytophthora* ne vivent en général que quelques heures et s'enkystent souvent assez vite, dès qu'elles rencontrent un support solide, limitant les distances parcourues. A l'abri dans un fragment d'écorce, le *Phytophthora* peut se conserver plusieurs semaines et donc être transporté beaucoup plus loin.

Les déchets laissés sur la rive fournissent un inoculum important en cas de crue et ce pendant plusieurs semaines. Les arbres proches peuvent être alors contaminés, mais surtout, si ces déchets sont emportés par le courant, ils vont contaminer d'autres zones du cours d'eau. De même, l'enfouissement contamine le sol et l'eau. Les essais réalisés ont montré que 3 mois après enfouissement, le *Phytophthora* était encore vivant et capable de fournir un inoculum.

Les déchets d'abattage doivent donc être brûlés sur place. Ils peuvent éventuellement être transportés loin de tout cours d'eau, mais dans ce cas, on veillera à ne pas contaminer de nouveaux milieux.

4.2.- Ne pas transporter de sol, d'eau et de matériel végétal.

Si des travaux de terrassement sont effectués en bordure de cours d'eau, il est important de limiter au maximum les déplacements de sol qui est un milieu fortement contaminant. De même, il faut éviter de rempoissonner un cours d'eau avec du poisson et de l'eau provenant d'une zone contaminée. Enfin, il faut éviter l'utilisation du bois d'aulne pour l'aménagement des berges (tuteurs, treilles, ...). Lors du transport de bois, il faudra être particulièrement vigilant afin de ne pas disséminer la maladie.

4.3.- Nettoyer le matériel après un chantier.

Le risque de dissémination le plus important est cependant le transport de terre et de débris végétaux contaminés, d'un site à un autre, par le matériel de chantier. Un nettoyage à l'eau permet d'éliminer l'essentiel du sol et des débris végétaux qui souillent les véhicules, le petit matériel et les bottes, avant le démarrage d'un nouveau chantier. Ce nettoyage sera effectué autant que possible, sur place, dans la zone contaminée, ou à défaut, dans une zone éloignée de tout cours d'eau ou biotope susceptible d'héberger des aulnes.

4.4.- Précautions à prendre pour éviter la propagation de la maladie par les plants.

La contamination d'écosystèmes naturels par des *Phytophthora* à l'occasion de plantations est très courante. Elle a été mise en évidence à plusieurs reprises dans le cas de l'aulne en Allemagne mais concerne toutes les essences. Une fois le *Phytophthora* installé, il est impossible de l'éradiquer et les moyens de lutte sont inexistantes. Pour éviter la contamination du sol lors de la plantation, il est recommandé de respecter quelques règles lors de la production des plants et de la plantation des plants.

- Ne pas irriguer. Les eaux de rivière, de retenues collinaires, de lacs, d'étangs, ..., sont susceptibles de contenir des zoospores de *Phytophthora*. Seule l'irrigation avec de l'eau ayant subi au préalable un traitement garantissant l'absence de microorganismes et notamment de zoospores de *Phytophthora* peut être envisagée.

- Ne pas introduire de sol, d'eau, de bois ou de plants d'aulne dans la pépinière. Piquets, tuteurs, treilles, etc. en aulne sont à proscrire.

- Ne pas réaliser de traitements fongicides avec des matières actives spécifiques «anti-*Phytophthora*». Les produits commercialisés actuellement entraînent une disparition des symptômes mais pas la disparition de l'agent pathogène. Les plants ont un aspect sain mais dès l'arrêt des traitements (à la plantation par exemple), le *Phytophthora* reprend le dessus, tuant le plant et contaminant le milieu. L'absence de traitements est indispensable pour éviter la dissimulation des symptômes.

- Produire les plants par semis. Contrairement aux boutures, les graines prélevées en hauteur sur l'arbre n'hébergent pas la maladie.

- Pratiquer une rotation des essences. Le retour trop fréquent de la même essence sur la même parcelle favorise inévitablement de nombreux agents pathogènes et notamment les *Phytophthora*.

- Ne planter que des plants sans symptôme (feuilles, tiges, racines). On éliminera tout plant qui présente des nécroses sur les tiges ou les racines. Garder cependant à l'esprit que l'absence de symptôme ne signifie pas l'absence de *Phytophthora*.

- Utiliser des plants livrés racines nues. Le sol est un excellent moyen de propager les *Phytophthora* et empêche l'examen du système racinaire.

- Lors de la plantation, éviter l'utilisation de protections qui favorisent l'humidité et les blessures à la base du plant.

CONCLUSION

Après 6 années de suivis du *Phytophthora* de l'aulne sur le bassin Rhin Meuse, un certain nombre d'éléments concernant la maladie restent des hypothèses. Il nous a cependant semblé important de les faire connaître aux gestionnaires de ripisylves.

Cette étude a permis de mettre au point une technique de détection du *Phytophthora* de l'aulne, et ainsi de préciser la répartition des dépérissements dans le bassin Rhin-Meuse. L'évolution de la maladie ainsi que certains points de la biologie du parasite ont été également étudiés. Enfin, les conseils de gestion ont pu être affinés et justifiés. Les techniques de gestion légère préconisées par l'Agence de l'Eau ne sont pas remises en cause par les dépérissements d'aulnes. Au contraire, le mauvais état sanitaire des arbres doit inciter à être plus prudent et à intervenir le moins possible. Notre compréhension actuelle de la biologie du ravageur conforte cette position. Les moyens de lutte demeurent cependant dérisoires et plusieurs points de la biologie du parasite sont toujours inconnus et mériteraient d'être étudiés.

Si la technique de détection à partir des tissus du tronc est au point, la détection du *Phytophthora* de l'aulne dans le sol et l'eau est toujours problématique. Des techniques diverses et notamment moléculaires devraient être essayées prochainement par le LNPV. La mise au point préalable de ces techniques est indispensable pour résoudre les nombreuses énigmes que pose encore le cycle biologique du *Phytophthora* de l'aulne ; entre autres, d'où provient l'inoculum ? Quand est-il libéré ? Où ? A quelle fréquence ? L'hypothèse selon laquelle il existerait de longues périodes de répit sans production de zoospores mériterait également d'être vérifiée.

En terme d'évolution des ripisylves, la poursuite du suivi de quelques dépérissements permettrait d'avoir plus de recul et de mieux apprécier l'évolution à long terme. Compte tenu du fait qu'aucune mesure prophylactique n'existe réellement, on peut se demander si en dépit des mortalités, l'aulne arrivera à se maintenir ?

Beaucoup de questions restent encore sans réponse...

L'aulne sera-t-il complètement remplacé à terme par d'autres essences ?

La régénération naturelle permettra-t-elle la reconstitution ou le maintien d'un rideau d'arbres ?

Les rejets seront-ils suffisamment nombreux pour reconstituer des cépées ?

Assistera-t-on comme dans le cas de l'orme à la disparition des vieux arbres mais au maintien de peuplements juvéniles ?

Ce problème plaide pour maintenir deux axes majeurs d'intervention sur les ripisylves:

- **mettre en place une gestion la plus extensive possible sur les secteurs peu touchés par le *Phytophthora* ou sur les ripisylves comportant un peuplement d'aulnes peu important.**
- **diversifier les espèces de façon préventive face aux attaques potentielles de *Phytophthora* et au cas où d'autres problèmes identiques émergeraient.**

L'objectif est de maintenir les fonctions et l'équilibre de la ripisylve.

ANNEXE : PROTOCOLE DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS

Conseils pratiques pour le prélèvement des échantillons

Les recommandations pour un prélèvement en vue d'une analyse *Phytophthora* sont les suivantes :

- **repérer les arbres extériorisant les symptômes** d'une attaque de *Phytophthora* : les feuilles sont plus rares, plus petites et jaunâtres, mais il n'y a pas de descente de cime ; le houppier est homogène. A la base du tronc, présence de taches rouilles brunes ou noires associées ou non à des exsudats goudronneux noirs. Présence de nécroses sous-corticales au niveau des taches.

- **prélever un morceau d'écorce et de bois attenant, au niveau du tronc**. Le champignon est beaucoup plus difficile à prélever et à isoler sur les racines.

- sonder l'écorce à l'aide d'un couteau afin de mettre en évidence les nécroses des tissus sous-corticaux. **Trouver la limite de la nécrose : vérifier qu'elle est humide, que les tissus sont turgescents, que la partie nécrosée est bien adhérente à la partie saine**. Si c'est le cas, **prélever au ciseau à bois un morceau d'écorce de 10 cm de côté en limite de nécrose** (si possible en dehors de la zone endommagée par le sondage). Essayer de prélever une épaisseur de bois d'un centimètre adhérente à l'écorce (cependant les deux parties se détachent souvent lors du prélèvement).

- **la date du prélèvement importe peu** : il est possible d'isoler le *Phytophthora* de l'aulne tout au long de l'année. L'essentiel est d'observer des symptômes typiques et des nécroses actives. La fin de l'été et le début de l'automne semblent être des périodes propices à l'extériorisation des symptômes .

- le *Phytophthora* de l'aulne est assez résistant. **Les échantillons peuvent être conservés 48 à 72 h à température ambiante**. Il faut cependant **éviter leur déshydratation**. Les échantillons de grande taille y sont moins sensibles. Pour les maintenir au frais, il est possible de les envelopper dans du papier journal puis dans un sac plastique. Ils doivent être envoyés dès que possible au laboratoire. Si l'échantillon ne peut être acheminé rapidement (fin de semaine par exemple), il est préférable de retarder l'envoi : dans ce cas, **il est possible de le conserver quelques jours en bas du réfrigérateur**. Pour une conservation au réfrigérateur, il faut envelopper l'échantillon dans du papier absorbant humide puis dans un sac plastique. **Pour l'envoi immédiat, on enveloppera l'échantillon directement dans du papier journal puis dans un sac plastique**.

- **envoyer le colis à l'adresse suivante** : Laboratoire National de la Protection des Végétaux, Unité de Mycologie Agricole et Forestière, Domaine de Pixérécourt, 54220 MALZEVILLE.