

# Période d'élagage et traitement des plaies sur feuillus

Alain Soutrenon

**L**e développement de la sylviculture des feuillus va de pair avec la recherche d'une production de bois de qualité. Depuis quelques années, les forestiers français sont incités à pratiquer l'élagage artificiel chez les feuillus. Cette technique consiste à couper les branches de manière à produire un bois sans nœud, donc d'améliorer sa qualité et d'augmenter sa valeur unitaire. Elle est amenée à devenir une pratique déterminante de la sylviculture d'avenir, partout où les conditions permettent d'obtenir un bois de grande qualité. La maîtrise de cette technique prend dans ce contexte une importance toute particulière.

Quelques cas ponctuels d'altération du bois après élagage, notamment sur le hêtre, ont éveillé certaines inquiétudes parmi les gestionnaires forestiers qui craignent une perte économique.

Des travaux ont été entrepris en 1989 puis en 1991 à la demande du ministère de l'Agriculture et de la Pêche (direction de l'Espace rural et de la Forêt). Nous présenterons ici les résultats des expérimentations menées en 1991, dont l'objectif était triple :

- étudier l'influence de la période d'élagage sur le processus de cicatrisation des plaies sur le hêtre et le merisier (1991-1993),
- évaluer l'action de quatre produits de protection des plaies sur une plantation de merisiers élaguée par un suivi régulier de l'évolution extérieure de la cicatrisation (1991-1993),
- analyser les réactions internes du bois des sujets élagués après exploitation des arbres et procéder à des mises en culture pour rechercher d'éventuels pathogènes.

## Les informations disponibles en 1991

Une synthèse bibliographique fait le point sur les connaissances (Soutrenon, 1990, 1991), notamment à la suite des travaux de Shigo et Hillis (1973), Shigo et Marx (1977), Shigo (1985). Les résultats de nos observations effectuées sur six essences feuillues et des travaux de recherches en laboratoire ont été confirmés en 1991 sur cinq essences feuillues (Soutrenon, 1993).

Ainsi, l'élagage entraîne des défauts internes (altérations sous forme de coloration anormale et de pourriture du bois) qui ne sont pas aussi spectaculaires et systématiques qu'on pouvait le craindre. La coloration anormale du bois, généralement brune, est le plus souvent localisée à la partie de la branche interne au tronc, parfois même limitée au voisinage immédiat du plan de coupe. Son importance dépend essentiellement du diamètre de la branche élaguée. Cette coloration est sans influence *a priori* sur les qualités mécaniques du bois.

Les cas de pourriture sont peu fréquents et découlent le plus souvent d'élagages mal effectués et tardifs. Le risque de pourriture dépend de la coupe pratiquée, de la dimension de la plaie, de la vigueur de l'arbre (Neely, 1987) et de sa résistance à l'infection.

Parmi les agents isolés au niveau des zones de bois altéré, beaucoup ne sont pas lignivores. C'est le cas des bactéries et des champignons imparfaits. Le nombre de basidiomycètes-hyménomycètes, agents de pourriture, reste toujours très faible.

Les théories sur le compartimentage de Shigo ont d'une manière générale été vérifiées, notamment le caractère sain du bois formé après la période d'élagage.

**Alain Soutrenon**

Cemagref  
2, rue de la Papeterie  
BP 76  
38402 St-Martin-d'Hères

D'après ces résultats, l'élagage artificiel ne devrait pas entraîner de conséquences sérieuses chez les feuillus si la cicatrisation est rapide et complète.

## Encadré 1

**Les conditions d'un bon élagage**

(Soutrenon 1991)

- Une intervention précoce sur des branches d'un diamètre inférieur à 3 cm quelle que soit l'essence,
- Une bonne qualité du travail : pas de chicot, angle de coupe correct avec respect de la ride de l'écorce et du bourrelet, coupe franche, propre, nette, sans arrachement, ni écrasement de l'écorce, avec des outils adaptés.

**Influence de la période d'élagage sur la cicatrisation**

Il existe peu de recommandations, et encore sont-elles parfois contradictoires, sur la bonne époque d'élagage. Pour certains auteurs, quelle que soit l'essence, l'époque la plus favorable est la fin de l'hiver et le début du printemps, avant le développement de la feuille (fin février-mars-avril) ; Shigo (1986) indique que la meilleure période est la fin de l'hiver, quand les réactions de défense de l'arbre vont devenir actives. Mais la période d'élagage influe souvent sur la vitesse de cicatrisation et donc la fermeture de la plaie.

Il faudra éventuellement tenir compte, pour des sujets particulièrement vigoureux, de la tendance à produire des gourmands (merisier, noyer hybride, érable) : il semble alors préférable d'intervenir de fin juin à fin juillet.

**■ Des essais sur le hêtre et le merisier**

Il s'agit de comparer l'importance de la réaction du hêtre dans deux sites, et du merisier, à un élagage effectué à trois époques de l'année 1991 (encadré 2).

Tableau 1. - Caractéristiques des arbres étudiés (en cm) dans les trois tests périodes ▼

	Hauteur moyenne (02/91)	Circonférence moyenne (02/91)	Diamètre moyen des branches élaguées
Hêtre Compiègne	777	26,89	2,94
Hêtre Saint-Jean	963	39,89	3,65
Merisier Saint-Jean	747	30,44	2,90

## Encadré 2

**Description des trois parcelles**

Le premier test sur les périodes d'élagage est situé en forêt domaniale de Compiègne (60), dans une plantation de hêtres installée en automne 1973 (densité initiale : 2 m x 1 m). Le deuxième est localisé en forêt privée à Saint-Jean-les-Deux-Jumeaux (77) dans une plantation de hêtres (printemps 1977). Le troisième est implanté dans la même forêt privée dans une plantation de merisiers (printemps 1978, densité : 2 m x 2,5 m).

• *Le dispositif expérimental - Modalités étudiées*

L'ensemble de ces trois tests comporte au total 54 arbres. Chacun des trois dispositifs comprend pour chaque modalité (période) 6 arbres à raison de deux branches élaguées par arbre, soit ainsi 12 élagages étudiés pour chacune des trois périodes ; les deux élagages réalisés sur le même arbre correspondent à une même modalité. La désignation des trois modalités a été effectuée au hasard sur l'ensemble des 18 arbres de chaque dispositif.

Les trois périodes ont été définies.

Période 1 : repos végétatif - début février 1991 ;

Période 2 : pleine pousse - fin avril 1991 ;

Période 3 : fin de pousse - mi-juillet 1991.

• *Note et indice de cicatrisation*

Dans chaque site, chacun des 18 arbres comportant deux élagages est identifié par un numéro et caractérisé par sa hauteur, sa circonférence à 1,30 m, la hauteur et le diamètre des deux branches élaguées et sa période d'élagage. Pendant trois ans à la même époque (octobre 1991, 1992, 1993), la notation des plaies a été effectuée selon un barème basé sur l'estimation de l'importance en pourcentage de la surface de cicatrisation, en repérant la progression des lèvres cicatricielles :

note 1 : 0 à 25 % de la cicatrisation,

note 2 : 26 à 50 %,

note 3 : 51 à 75 %,

note 4 : 76 à 99 %,

note 5 : cicatrisation complète.

Le terme cicatrisation est défini comme étant le recouvrement d'une plaie par de nouveaux tissus élaborés par le cambium.

Il ne s'agit que d'observations « externes » de la cicatrisation ne présument en aucun cas de l'évolution interne d'une éventuelle altération qui pourrait se développer dans le bois.

L'indice de cicatrisation prend en compte la vigueur de l'arbre via la croissance du diamètre de l'arbre. Il complète la notation précédente.

$$IC = \frac{\text{diamètre cicatrisé}}{\text{accroissement}}$$

$$IC = \frac{\text{note de cicatrisation (1 à 5) x diamètre branche (mm)}}{\text{accroissement en diamètre de l'arbre (mm)}}$$

L'utilisation de cet indice, pour contestable qu'elle puisse être, est apparue d'autant plus nécessaire que, pour chaque dispositif, les effectifs des échantillons par modalité étaient faibles (12 élagages mais sur 6 arbres seulement) : il y avait donc un risque réel de biaiser les résultats par un choix malheureux de l'échantillon avantageant artificiellement telle ou telle modalité.

C'est finalement sur la confrontation des résultats obtenus par l'analyse des deux paramètres, note et indice, que l'on s'est en général appuyé pour conclure.

### ■ Pour le hêtre, élaguer fin hiver/début printemps

Un premier résultat se détache pour les trois tests : la localisation en hauteur de la branche élaguée n'a aucune incidence sur le processus de cicatrisation des plaies.

#### • Test hêtre Compiègne

L'analyse de la note moyenne de cicatrisation n'ayant fait apparaître aucune différence significative, on a recours à l'analyse de l'indice moyen de cicatrisation.

Tableau 2. – Hêtre Compiègne : indices moyens de cicatrisation ▼

	Oct. 1991	Oct. 1992	Oct. 1993
Période 1 (février 1991)	4,08 a	3,75 a	4,75 b
Période 2 (avril 1991)	5,33 a	5,83 b	6,17 c
Période 3 (juillet 1991)	3,67 a	2,75 a	3,00 a

(Les moyennes suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement entre elles).

En 1991, aucune différence significative n'est constatée ; en 1992, seule la période 2 se détache significativement. En 1993, les trois périodes sont significativement différentes avec à nouveau supériorité de la période 2, suivie de la période 1.

Pour ce test, seul l'indice de cicatrisation apporte une information et révèle la période 2 comme la plus favorable à l'élagage.

#### • Test hêtre Saint-Jean

Tableau 3. – Hêtre Saint-Jean : notes moyennes de cicatrisation ▼

	Oct. 1991	Oct. 1992	Oct. 1993
Période 1 (février 1991)	1,33 b	2,42 b	3,92 b
Période 2 (avril 1991)	1,17 ab	1,67 a	2,75 a
Période 3 (juillet 1991)	1,00 a	1,75 ab	3,00 ab

Les résultats des notes moyennes de cicatrisation font apparaître pour les trois années la supériorité significative de la période 1.

Tableau 4. – Hêtre Saint-Jean : indices moyens de cicatrisation ▼

	Oct. 1991	Oct. 1992	Oct. 1993
Période 1 (février 1991)	10,42 ab	7,00 a	6,17 b
Période 2 (avril 1991)	13,17 b	5,00 a	4,33 ab
Période 3 (juillet 1991)	7,50 a	4,33 a	3,92 a

Les résultats sont moins nets que ceux des notes : on relève la supériorité significative de la période 2 en 1991 et celle de la période 1 en 1993.

Dans ce deuxième test périodes, la période 1 est donc conseillée par la note durant les trois années mais seulement en 1993 par l'indice.

#### • Conclusions sur les deux tests périodes hêtre (Compiègne et Saint-Jean)

La période la plus favorable est la fin de l'hiver (en période hors gel) et le tout début du printemps (conseillée en France pour le hêtre, Soutrenon,

1990-91-93). Celle-ci reste valable puisque le test ne permet pas de départager les périodes 1 et 2.

### ■ Test merisier Saint-Jean

Les notes moyennes de cicatrisation ne diffèrent pas significativement entre les périodes au cours des trois années d'observations.

Tableau 5. – Merisier Saint-Jean : indices moyens de cicatrisation ▼

	Oct.1991	Oct.1992	Oct.1993
Période 1 (février 1991)	4,00 a	5,00 b	5,16 a
Période 2 (avril 1991)	5,25 a	4,83 b	5,08 a
Période 3 (juillet 1991)	3,33 a	2,50 a	5,25 a

D'après l'analyse des indices, seule l'année 1992 révèle la supériorité significative des périodes 1 et 2.

La période 3, habituellement conseillée par les gestionnaires pour l'élagage du merisier, n'est pas vérifiée comme supérieure aux autres. Le test ne permet pas de confirmer cette période.

### Effet des produits sur la cicatrisation du merisier

La désinfection et la protection des plaies de blessures et d'élagage ont soulevé de nombreux désaccords entre les spécialistes<sup>2</sup>. Néanmoins, la plupart des auteurs sont d'accord pour déconseiller certains désinfectants corrosifs qui brûlent le cambium, certains mastics à greffer et quelques substances goudronneuses (créosote, goudron de houille, goudron de Norvège) qui ne sont pas fongicides et qui, par leur toxicité, nécrosent les cellules vivantes de l'arbre.

Il faut souligner que l'application d'un produit ne peut compenser une coupe mal réalisée ; elle doit par ailleurs s'effectuer sur une plaie propre, nette et sèche immédiatement après la coupe.

Le but de cet essai sur merisier est d'apprécier l'effet de quatre produits appliqués à deux périodes différentes par rapport à un témoin et de les étudier comparativement.

### Encadré 3

#### Les qualités d'un bon produit

Quel que soit son mode de présentation, le produit idéal devrait posséder les qualités suivantes (Grosclaude et Attia -1989) :

- être polyvalent, efficace sur de nombreux champignons, en particulier les basidiomycètes-hyménomycètes agents de pourriture (association de fongicides complémentaires),
- ne pas être phytotoxique,
- activer la cicatrisation en favorisant la croissance des assises génératrices,
- posséder un bon pouvoir de pénétration,
- avoir une pérennité aussi longue que possible,
- être d'une application facile, par exemple au pinceau à la manière d'une peinture,
- être imperméable à l'eau mais perméable à l'air donc microporeux, afin que le bois continue à respirer et être non gélif,
- être suffisamment élastique pour résister aux effets de fendillement du bois, pour se dilater et se rétracter suivant les mouvements de l'écorce consécutifs au développement du bourrelet cicatriciel,
- enfin, posséder une couleur discrète, ce qui est un avantage non négligeable.

### ■ Quatre produits testés sur la même parcelle

Le test a été installé dans la même parcelle de merisiers. Le dispositif comporte cinq modalités dont un témoin et comprend 50 merisiers (25 pour la première période et 25 pour la seconde) à raison de deux élagages par arbre. Quatre produits commercialisés en France en 1991 ont été testés :

- lac balsam (résine synthétique),
- arbochancr (6 % d'oxyquinoléate de cuivre),
- bayleton pâte (22,3 g/l de triadiméfon),
- drawipas S (2 % de fenfuram + 0,5 % de thiabendazole).

2. En particulier Shigo, Mercer, Wilson, Winterfeld, Houston, Shortle.

Seules deux périodes ont été étudiées pour ce test onguents :

- période 1 : repos végétatif - début février 1991,
- période 2 : fin de pousse - mi-juillet 1991 (ex-période 3 des trois tests périodes).

Les deux élagages d'un même arbre correspondent à deux modalités différentes (produit ou témoin) ; la distribution des cinq modalités correspondant aux 100 élagages a été effectuée au hasard en prévoyant une répartition équitable de ces modalités entre les élagages du haut et ceux du bas.

La notation de la cicatrisation extérieure des plaies a été effectuée en octobre 1991, 1992 et 1993 selon le même barème employé pour les tests périodes. L'indice de cicatrisation a été également utilisé.

**■ Jouer sur la période et le produit**

Les applications ont montré, en 1991, que les quatre produits pouvaient se classer selon leur consistance du plus épais au plus fluide : lac balsam, drawipas, arbochancre, bayleton.

Après trois ans, le drawipas et le lac balsam paraissent être les deux produits les plus persistants et présenter une bonne élasticité, le lac balsam assurant néanmoins le meilleur recouvrement de la plaie.

La période 2 (juillet 1991) se différencie toujours significativement de la période 1, quelle que soit l'analyse faite (note et indice) durant les trois années d'observations.

**a/Période 1 (février 1991)**

Tableau 6. - Notes moyennes de cicatrisation de la 1<sup>re</sup> période ▼

	Oct. 1991	Oct. 1992	Oct. 1993
Témoin	1,5 a	3,2 a	4,0 a
Lac balsam	2,4 bc	4,5 bc	4,9 b
Arbochancre	2,0 ab	3,8 ab	4,8 b
Bayleton	1,4 a	3,4 a	4,6 b
Drawipas	2,7 c	4,8 c	5,0 b

Pour cette première période, il y a accélération de la cicatrisation de l'ensemble des quatre produits au bout de trois années : il semble que l'on gagne une année par rapport au témoin. Une mention spéciale est à attribuer au drawipas et au lac balsam qui entraînent une bonne cicatrisation en deux ans : on peut gagner ainsi deux années par rapport au témoin.

**b/Période 2 (juillet 1991)**

Tableau 7. - Notes moyennes de cicatrisation de la 2<sup>e</sup> période ▼

	Oct. 1991	Oct. 1992	Oct. 1993
Témoin	1,0 a	1,8 a	3,3 a
Lac balsam	1,0 a	2,8 b	4,3 b
Arbochancre	1,1 a	3,1 b	4,2 b
Bayleton	1,0 a	1,9 a	3,3 a
Drawipas	1,0 a	3,0 b	4,4 b

Le « désavantage » de la période 2 par rapport à la période 1 est la réduction d'environ trois mois de saison de cicatrisation en 1991. De ce fait, cette année-là, il n'y a aucune différence significative entre modalités. En 1992, on observe une supériorité significative de l'arbochancre, du drawipas et du lac balsam. En 1993, il y a la même constatation qu'en 1992, mais la cicatrisation maximum (drawipas) n'atteint que la note 4,4 ; le bayleton révèle une faible action (note 3,3 identique à celle du témoin).

L'élagage de la mi-juillet ne conduit pas exactement aux mêmes résultats que ceux de la période 1, ceci étant dû essentiellement à une première année de cicatrisation courte. Il y a néanmoins efficacité de trois produits, mais il semble qu'un an supplémentaire soit nécessaire pour arriver à une cicatrisation complète. Si le bayleton est efficace tardivement pour la période 1, il ne l'est pas pour la période 2. Bien entendu, la période 2 d'élagage, la plus souvent conseillée pour le merisier, n'est pas confirmée lorsqu'on applique un produit.

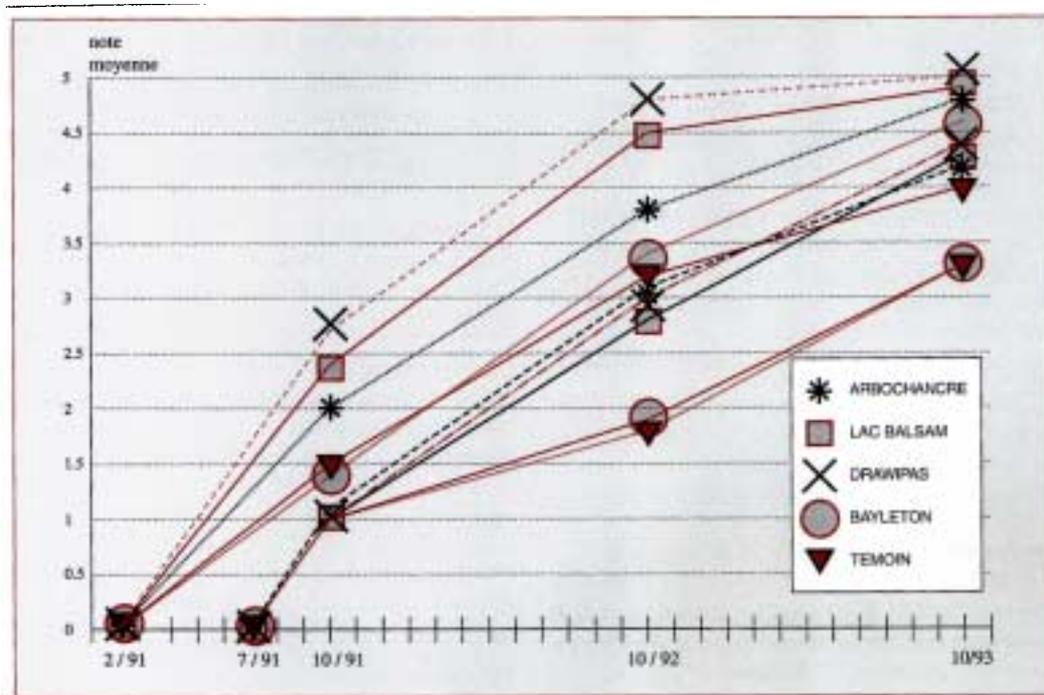
Contrairement aux trois tests périodes, où les indices apportent une meilleure évaluation de la cicatrisation, leur analyse dans ce test onguents entraîne peu d'informations quelle que soit l'année étudiée.

**Conclusions sur les tests onguents merisier**

En se basant sur les notes moyennes de cicatrisation, on constate qu'au bout de trois années de végétation, les quatre produits testés ont un effet sur la cicatrisation, excepté pour le bayleton appliqué lors de la deuxième période.

Pour obtenir une cicatrisation rapide, mieux vaut pratiquer l'élagage à la fin de l'hiver, en appliquant obligatoirement un produit, que de le repousser à la mi-juillet. Par rapport au témoin, on peut gagner une année de cicatrisation en mettant un produit en fin d'hiver (période hors gel) et peut-être deux en utilisant le drawipas et éventuellement le lac balsam.

Figure 1. –  
Résultats  
des notes  
moyennes  
de cicatrization  
pour les deux  
périodes  
d'élagage



Il semble justifié d'appliquer un onguent quand on élague le merisier à la fin de l'hiver, période normalement non conseillée. Ceci rejoint l'hypothèse de Lonsdale (1993) selon laquelle un produit (en l'occurrence le lac balsam) pourrait moduler dans certains cas les effets du choix d'une époque non favorable.

### Evolution du bois interne et caractérisation des champignons

En complément de l'analyse de la vitesse de cicatrization des plaies d'élagage, on a procédé à l'étude de l'évolution interne d'une éventuelle altération du bois à partir de ces plaies et à la vérification de la présence d'agents pathogènes ou non.

Dans le cas d'un élagage effectué à la première période, l'arbochancre et le bayleton permettent une cicatrization quasi complète seulement au bout de la troisième année de végétation. Le bayleton est le produit qui présente la moins bonne efficacité.

Les observations et la notation de la cicatrization sur le terrain pour les 4 tests en octobre 1991, 1992, 1993 ont été suivies, après exploitation des arbres, par des examens internes du bois, puis au laboratoire par la mise en culture de prélèvements ligneux, afin de caractériser les éventuels agents du bois présents.

Tableau 8. –  
Nombre  
et pourcentages  
de cas de coloration  
et de pourriture  
visibles

		Tests périodes			Tests onguents	
		Hêtre Compiègne	Hêtre St-Jean	Merisier St-Jean	Merisier 1 <sup>re</sup> période	Merisier 2 <sup>e</sup> période
Coloration visible	Très faible coloration (cas 1)	27 (75 %)	27 (75 %)	29 (81 %)	38 (76 %)	43 (86 %)
	Légère descente (<10 cm) (cas 2)	4 (11 %)	3 (8 %)	7 (19 %)	6 (12 %)	6 (12 %)
	Descente plus importante au-delà de 10 cm (cas 3)	5 (14 %)	4 (11 %)		5 (10 %)	
Pourriture et coloration visibles (cas 4)			2 (6 %)		1 (2 %)	1 (2 %)

### ■ *Peu de coloration importante et rareté des cas de pourriture*

Pour chacun des 104 arbres exploités, deux échantillons correspondant aux deux élagages sont prélevés, coupés longitudinalement en deux au niveau de la plaie et examinés.

Le tableau 8 fait état des résultats quantifiés du nombre de cas de coloration et de pourriture visibles (à l'œil nu) et permet d'évaluer l'incidence concrète de l'élagage au bout de trois saisons de végétation.

Ce tableau entraîne plusieurs remarques. Les colorations plus ou moins importantes (cas 2 et 3) relevées peuvent résulter de phénomènes physiologiques normaux ou de l'action de champignons agents de coloration mais non lignivores. Il y aurait parfois propagation de proche en proche de cette coloration dans les cas peu fréquents de longues traînées descendantes (cas 3).

Pour les quatre tests, et après trois saisons de végétation, la période d'élagage ne semble pas avoir d'incidence sur la présence d'éventuelles zones d'altérations visibles du bois.

Pour le test des quatre produits, s'ils accélèrent la cicatrisation des plaies, ils ne paraissent pas faire obstacle à la présence d'éventuelles zones d'altération (en particulier coloration anormale) comme Mercer (1979), Ossenbruggen (1985) et Shigo (1985, et al. 1987) ont pu le constater.

Sur les 208 échantillons des quatre tests, seulement quatre cas de pourriture ont été décelés visuellement, dont un consécutif à un mauvais élagage avec arrachement de l'écorce.

Sur le même arbre, entre l'élagage du haut et celui du bas, on peut parfois découvrir une analogie de symptômes internes au niveau des manifestations limitées (même avec des produits différents pour le test onguents) tendant à prouver que la constitution génétique de l'arbre semble jouer un rôle.

Les résultats des examens internes du bois des 208 élagages des quatre tests, hêtre et merisier confondus, vérifient et confirment, d'une manière générale, ceux obtenus sur ces deux essences lors des campagnes de 1989 et de 1991 ; on peut les résumer succinctement ainsi :

- les manifestations redoutées ne sont ni spectaculaires ni systématiques ;
- la coloration du bois est le plus souvent limitée

à la partie de la branche interne au tronc et parfois beaucoup moins (75 à 86 % des élagages) ;

- les cas de pourriture visible sont rares (4 sur 208, soit 2 % environ) ;

- il y a vérification et confirmation des théories de Shigo sur les mécanismes de défense de l'arbre.

L'élément nouveau réside dans le fait que l'application d'un produit sur la plaie n'empêche pas la présence de zones d'altération.

### ■ *Les champignons identifiés*

La méthode de laboratoire employée pour l'isolement des éventuels champignons est la même que celle utilisée lors des travaux de 1991 (Soutrenon, 1993).

Pour les 3 tests périodes, 45 élagages ont fait l'objet de prélèvements (moyenne de 2 par élagage) ; pour le test onguents, 53 élagages ont fait l'objet de prélèvements (moyenne de 1,53 par élagage). L'échantillonnage retenu balaye la totalité des modalités.

#### Les types d'isolement

Pour les tests périodes, on relève un nombre important (27) de fragments stériles (isolements négatifs), soit 30 % des 89 mises en culture effectuées sur les 45 élagages choisis, traduisant l'absence d'organismes dans le bois. Les 62 fragments restants non stériles (isolements positifs) (70 %) ont donné des champignons imparfaits (non lignivores) en très grand nombre et seulement trois basidiomycètes-hyménomycètes agents de pourriture.

Pour les tests onguents, les cas de fragments stériles (30) représentent 37 % des 81 mises en culture pratiquées sur les 53 élagages. Les 36 fragments non stériles correspondant aux élagages ayant subi une application montrent que le produit ne fait pas obstacle à l'entrée des champignons imparfaits et de seulement 4 basidiomycètes-hyménomycètes. Parmi les 15 fragments non stériles du témoin, un seul basidiomycète-hyménomycète a été relevé.

Sur les 208 élagages étudiés, le très faible nombre de basidiomycètes-hyménomycètes lignivores décelés (3 + 5) est peut-être la conséquence d'une coupe de branches effectuée correctement en respectant les règles traditionnelles d'un bon élagage.

Les agents de pourriture (basidiomycètes-hyménomycètes) ont été identifiés grâce à la clé de détermination des Aphyllophorales en culture (Stalpers, 1978).

Tableau 9. – Identification des champignons décelés ▼

Deuteromycètes (Champignons imparfaits)	Caractères	Tests périodes			Tests onguents					
		HC	HSJ	MSJ	TEM.	LAC B.	ARBO.	BAYL.	DRAWL.	
<i>Acremonium</i> sp.	NL		•							
<i>Alternaria</i> spp.	NL	•	•							
<i>Aureobasidium pullulans</i>	NL AC						•			
<i>Chalaropsis</i> sp.	NL AC	•								
<i>Cladosporium</i> spp.	NL AC	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Cryptosporiopsis</i> sp.	NL AN				•					
<i>Cytospora leucostoma</i>	NL							•		
Dematiacée	NL					•				
<i>Epicoccum purpurascens</i>	NL AC	•	•							
<i>Fusarium</i> spp.	NL AC AN		•							
<i>Geniculosporium</i> sp.	NL							•		
<i>Geotrichum</i> sp.	NL					•				
<i>Humicola</i> sp.	NL AC		•			•			•	
<i>Libertella blepharis</i>	NL AC			•	•			•		
<i>Libertella faginea</i>	NL AC	•								
<i>Microsphaeropsis</i> sp.	NL				•		•			
Mucédinées	NL		•		•					
Mucédinée botryoblastosporée	NL		•			•				
<i>Paecylomyces</i> sp.	NL AC	•								
<i>Penicillium</i> sp.1	NL AN	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Penicillium</i> sp.2	NL AN	•	•			•				
<i>Phomopsis</i> spp.	AL		•		•					
<i>Sporothrix</i> sp.	NL		•						•	
<i>Trichoderma</i> sp.	NL AN					•				
Non déterminé(s)	NL	•(1)	•(1)					•	•(1)	
<b>Basidiomycètes</b>										
<i>Peniophora rufa</i>	AL		•							
<i>Stereum</i> sp.	AL		•							
<i>Coniophora</i> sp.	AL		•							
B. à boucles indéterminé 1	AL				•(2)	•(2)				
<i>Spongipellis pachydon</i>	AL						•			
B. à boucles indéterminé 2	AL							•		
<i>Phlebia</i> sp.	AL								•	
<p>Tests périodes : HC (hêtre Compiègne), HSJ (hêtre St Jean), MSJ (merisier St Jean).</p> <p>Caractères : NL (non lignivore), AL (agent lignivore du bois), AC (possible agent de coloration du bois), AN (possible antagoniste d'agent de pourriture).</p> <p>(1), (2) : mêmes champignons.</p>										

### La nature des agents isolés (tableau 9)

Parmi les agents mis en évidence, beaucoup ne sont pas lignivores, en particulier les champignons imparfaits ; ces derniers peuvent néanmoins colorer le bois (coloration biologique) et, en tant qu'organismes pionniers, préparer le terrain pour l'installation d'éventuels agents de pourriture. *Cladosporium* et *Penicillium* sont les deux genres les plus fréquemment rencontrés.

– Pour les tests périodes, parmi les nombreux champignons imparfaits décelés notamment chez le hêtre du site Saint-Jean, seul *Phomopsis* peut avoir un caractère lignivore. Trois champignons imparfaits ont été trouvés chez le merisier. Seulement trois basidiomycètes-hyménomycètes différents ont été isolés sur hêtre à Saint-Jean.

– Pour les test onguents sur merisier, si le produit accélère le processus de cicatrisation, il ne supprime pas l'entrée des champignons pour la plupart non lignivores : en effet, le cortège des champignons imparfaits pour les quatre produits est sensiblement le même que celui trouvé pour le témoin. Chacune des cinq modalités comporte un seul basidiomycète-hyménomycète, agent de pourriture, encore que celui isolé de la modalité drawipas (*Phlebia sp.*) ne possède pas un caractère réellement lignivore.

Les essais ont été conduits sous conditions naturelles et toutes les opportunités d'infection n'ont peut-être pas été rencontrées. Il n'est pas exclu que des cas d'infection par des champignons lignivores plus actifs puissent se produire occasionnellement, entraînant des manifestations plus importantes.

### Les recommandations

L'objectif principal de cette expérimentation était de préciser les modalités optimales d'élagage (période d'élagage et produit appliqué) pour la bonne cicatrisation des plaies (rapide et sans infection). Les essais sur la période ont concerné hêtre et merisier, et les essais sur les onguents, le merisier.

Grâce aux analyses faites à partir de la note et de l'indice de cicatrisation, les deux tests périodes sur hêtre conduisent à confirmer la fin de l'hiver et le début du printemps comme périodes d'élagage les plus favorables pour une cicatrisation la plus rapide. Cette époque de l'année, toujours recommandée, est donc confirmée. Pour le merisier, la période d'élagage la plus souvent conseillée, mi-juillet,

n'est pas confirmée par l'essai et pourrait être remise en cause, d'autant plus qu'elle était motivée par un risque d'infection qui n'a pas été vérifié.

Il ne faut pas oublier de signaler que l'aspect sanitaire n'est qu'un des éléments du problème et qu'il peut y en avoir d'autres : gourmands, disponibilité et temps de travaux...

Pour le test onguents sur merisier, c'est surtout la vitesse de cicatrisation qui différencie les modalités. D'après les notes de cicatrisation, les quatre produits, lac balsam, arbochancre, bayleton et drawipas - ont un effet : ils entraînent une meilleure cicatrisation, le drawipas et le lac balsam se trouvent être les plus efficaces.

Le bénéfice résultant de la présence de produits est net quand on pratique l'élagage à la fin de l'hiver plutôt que de l'effectuer à la mi-juillet ; il est donc fortement conseillé de mettre un onguent quand on élague le merisier en fin d'hiver en période hors gel.

Lors d'un élagage pratiqué en fin d'hiver, on peut gagner une année de cicatrisation en protégeant la plaie, et peut-être deux en utilisant le drawipas et éventuellement le lac balsam. L'arbochancre et le bayleton n'autorisent une bonne cicatrisation qu'au cours de la troisième année pour un élagage effectué en fin d'hiver. Des quatre produits, le bayleton présente la moins bonne efficacité. La période d'élagage conseillée pour le merisier (mi-juillet) n'est pas confirmée dans notre essai, même après application d'un produit.

Si l'onguent accélère le processus de cicatrisation de la plaie, il n'empêche pas la pénétration d'agents fongiques à l'intérieur du bois dont la plupart, il est vrai, possèdent un pouvoir lignivore nul.

Sur les problèmes d'infection et pour l'ensemble des élagages des trois tests périodes et du test onguents, il importe de signaler que les altérations décelées sur hêtre et merisier au terme de trois saisons de végétation se manifestent de la même façon, quelle que soit la période d'élagage et quel que soit le produit appliqué. Les observations des manifestations internes du bois ont vérifié les résultats des deux campagnes d'observations et d'analyses de laboratoire réalisées en 1989 et 1991 sur différentes essences feuillues. On peut insister sur le fait que les travaux ont à nouveau souligné l'existence de nombreux champignons imparfaits, dont le rôle lignivore est négligeable sinon nul, et

le très faible nombre de basidiomycètes-hyménomycètes, agents de pourriture. La coloration anormale plus ou moins brune du bois, bien souvent limitée, est sans doute liée à la présence de certains champignons imparfaits mais résulte également de processus physiologiques normaux, consécutifs à la mise à nu des tissus vivants du bois (vérifié par le fort pourcentage d'isolements négatifs).

Ces conclusions positives sur les périodes d'élagage et les onguents ne doivent pas faire oublier les principes de base dont elles ne sont qu'un complément : la qualité et la rapidité de la cicatrisation sont d'abord liées à une coupe correcte et au diamètre des branches (encadré 1).

Cette étude a été menée avec la collaboration technique de Bernard Juvy.

### Résumé

Un suivi régulier sur trois années a été effectué sur le choix de la période des opérations d'élagage et sur le comportement et l'efficacité comparative de quatre produits de protection des plaies d'élagage disponibles sur le marché français. L'influence de la période d'élagage a été étudiée sur le hêtre (deux sites) et le merisier, celle des produits de traitement sur le merisier. A l'issue de la troisième et dernière année d'expérimentation et sur une grande partie des élagages des quatre sites, l'infection interne du bois et la caractérisation des éventuels agents pathogènes ou non présents ont été suivis après exploitation des arbres, prise de prélèvements dans les zones de bois altérées et analyses en laboratoire.

### Abstract

The pruning times, and the behaviour and comparative effectiveness of four pruning protection products available on the French market for broadleaved species, were monitored over a period of three years. The research on the influence of pruning times was carried out on beech and wild cherry, whilst the effect of product treatment was conducted on wild cherry alone. At the end of the third and final year of experimentation, internal infection of the wood and the characterisation of any present or absent pathogens was monitored in the majority of pruned specimens taken from all four sites after felling, with samples being taken for laboratory analysis from those regions where the wood exhibited any changes.

### Bibliographie

- GROSCLAUDE C., ATTIA C. 1989. Champignons lignicoles parasites de blessure » sur platane, *Phytoma*, n°404, 56-58.
- LONSDALE D. 1993. Choosing the time of year to prune trees. *Forestry Commission Arboriculture Research Note* 117/93, 6 p.
- MERCER P.C. 1979. Pruning wounds and decay. *Forestry Commission Arboriculture Research Note* 6/79, 2 p.
- NEELY D. 1987. Tree wound closure - *Journal of Arboriculture*, 14, (6), 148-152.
- OSSENBRUGGEN S. 1985. Tree wounds : to paint ou not paint ? *Grounds Maintenance*, June, 3 p.
- SHIGO A.L. 1985. Les défenses des arbres. *Pour la Science*, juin, 69-78.
- SHIGO A.L. 1986. *A new tree biology*. SHIGO and Tree Associated, Durham, New Hampshire, 595 p.
- SHIGO A.L., HILLIS W.E. 1973. Heartwood, discolored wood, and microorganisms in living trees. *Annual Review of Phytopathology*, vol.11, 197-222.
- SHIGO A.L., MARX H. 1977. Compartmentalization of decay in trees - *USDA Forest Service Agriculture Information Bulletin*, n° 405, 73 p.
- SHIGO A.L. VOLBRECHT K., HUASS N. 1987. *Biologie et soins de l'arbre*. Ed. Sitas, Danemark, 137 p.
- SOUTRENON A. 1990. Elagage artificiel et problèmes phytosanitaires chez les feuillus. *Annales 1989 du Département Forêt. « Etudes » du CEMAGREF, série Forêt n° 5*, 150-160. (Article repris dans : *La Forêt Privée*, 1990, n° 195, 23-33 et *Bulletin Technique de l'ONF* 1991, n° 19, 57-68).
- SOUTRENON A. 1991. *Elagage artificiel et risques phytosanitaires chez les feuillus*. Edition Cemagref Dicova, Antony, 103 p.
- SOUTRENON A. 1993. Eléments complémentaires sur les risques phytosanitaires après élagage artificiel des feuillus. *La Forêt Privée*, n° 211, 64-73.
- STALPERS J.A. 1978. Identification of wood - inhabiting Aphyllophorales in pure culture. *Studies in Mycology*, n°16. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, 248 p.