



HAL
open science

Vingt ans de traitements des souches à l'urée contre *Heterobasidion annosum* en France (base de données du CEMAGREF).

Alain Soutrenon, Claude Delatour

► To cite this version:

Alain Soutrenon, Claude Delatour. Vingt ans de traitements des souches à l'urée contre *Heterobasidion annosum* en France (base de données du CEMAGREF).. *Revue forestière française*, 1998, 50 (3), pp.217-229. 10.4267/2042/5534 . hal-03443469

HAL Id: hal-03443469

<https://hal.science/hal-03443469>

Submitted on 23 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

biologie et forêt

VINGT ANS DE TRAITEMENTS DE SOUCHES À L'URÉE CONTRE *HETEROBASIDION ANNOSUM* EN FRANCE (Base de données du Cemagref)

A. SOUTRENON - C. DELATOUR

La protection des peuplements de résineux contre *Heterobasidion annosum* (anciennement *Fomes annosus*)⁽¹⁾, par traitement des souches d'arbres d'éclaircie, est officiellement recommandée en France depuis 1975. Cette recommandation a été établie par le Service des Forêts du ministère de l'Agriculture sous la forme d'une circulaire à large diffusion (Service des Forêts, 1975a).

Cette démarche officielle était l'aboutissement et la concrétisation d'un certain nombre de constats.

Les progrès scientifiques dans la connaissance de la maladie, accomplis en particulier en Grande-Bretagne par Rishbeth (1950, 1951), avaient montré que les souches de résineux sont des sites privilégiés d'installation du champignon à la suite du dépôt des basidiospores à leur surface au moment des éclaircies. Les souches ainsi infectées constituaient les foyers primaires de la maladie,

(1) Le nom scientifique des champignons, comme de toutes les espèces vivantes, végétales et animales, est un binôme latin : nom du genre suivi du nom de l'espèce. C'est Carol von Linné (1707-1778), botaniste suédois, qui a établi ce type de nomenclature devenue universelle.

La distinction d'une espèce est basée classiquement sur ses caractères morphologiques, et les espèces considérées comme "voisines" sont regroupées en genres, les genres eux-mêmes étant regroupés en entités plus vastes (familles), etc. On obtient ainsi une certaine image du monde vivant, qui reflète sa structure biologique du point de vue des proximités génétiques telles qu'elles résultent de l'évolution.

Cette image n'est cependant pas nécessairement exacte, puisqu'elle dépend des critères que l'on utilise à un moment donné, en particulier pour distinguer les espèces entre elles et pour les regrouper en genres. De ce fait, toute classification est potentiellement provisoire et, lorsque des modifications s'avèrent nécessaires, elles peuvent évidemment conduire à modifier les binômes latins eux-mêmes.

C'est ce qui est arrivé à *Fomes annosus* qui, au gré de diverses conceptions antérieures, avait porté également d'autres noms. L'ancien genre *Fomes*, défini de façon relativement lâche, comportait de nombreuses espèces très dissemblables, ce qui avait conduit à penser que des regroupements plus plausibles refléteraient mieux la réalité biologique. À partir de l'ancien genre *Fomes*, plusieurs genres mieux délimités ont été redéfinis, parmi lesquels se trouve *Heterobasidion* qui comporte peu d'espèces. C'est vers 1974 que *Fomes annosus* a été reconnu internationalement sous le nom de *Heterobasidion annosum*.

Quoi qu'il en soit, notre "*annosum*" est bien la même espèce que celle que nous connaissons sous le nom de *Fomes annosus* et que Robert Hartig (1839-1901), le père de la pathologie forestière, appelait *Trametes radiciperda* ! Cependant, les progrès récents dans la connaissance de cette espèce, en particulier en ce qui concerne la structure génétique de ses populations, pourraient éventuellement conduire encore à d'autres modifications.

à partir desquels cette dernière se propageait à l'intérieur des peuplements ; il avait aussi pu être constaté que le nombre d'arbres attaqués dans un peuplement donné était en relation directe avec le nombre de souches d'éclaircie infectées plusieurs années auparavant (Rishbeth, 1957). À partir de ces connaissances, il avait été montré qu'il était possible d'empêcher l'infection des souches, par application de diverses substances à leur surface, au moment de l'abattage des arbres. Ceci avait ouvert la voie aux traitements de souches, comme moyen préventif de lutte contre *Heterobasidion annosum*. Pratiquée dans divers pays, cette méthode avait été particulièrement développée en Grande-Bretagne par la Forestry Commission à partir de 1960, pour y protéger les nombreuses plantations résineuses de première génération.

En France, *Heterobasidion annosum* avait été depuis longtemps reconnu présent sur l'ensemble du territoire ainsi que les diverses formes de la maladie qu'il provoque, en particulier la maladie du rond chez les Pins et le cœur rouge chez l'Épicéa. C'est la maladie du rond des Pins à *Heterobasidion annosum*, souvent confondue avec celles que provoquent l'Armillaire ou le *Rhizina undulata*, qui avait jusque-là le plus retenu l'attention. Ceci résultait en particulier des grandes périodes d'enrésinements passées qui avaient fait appel essentiellement au Pin sylvestre et au Pin maritime. Malgré des dégâts parfois spectaculaires sur ces essences, ceux-ci ne concernaient que des cas le plus souvent localisés et son impact général demeurait somme toute limité. Mais, à la suite de l'effort d'enrésinement à base d'Épicéa entrepris avec l'aide du Fonds forestier national (FFN) à partir de 1947, la situation en France était devenue très différente. En effet, les observations de terrain permettaient à Rol (1955) d'écrire que la maladie « est assez rare dans les forêts naturelles, sauf dans les sols convenant mal à l'Épicéa (ou trop humides ou superficiels et trop secs). Par contre, elle est extrêmement répandue dans les peuplements d'origine artificielle et on peut poser, en principe, que les Épicéas de première génération plantés dans un sol abandonné par l'agriculture, c'est-à-dire dans un sol qui n'est pas un sol forestier, sont toujours attaqués ». Cette affirmation, sans doute trop pessimiste, montre bien la grande sensibilité de l'Épicéa qui, s'il était nécessaire, est actuellement illustrée par la répartition des très nombreux cas de *Heterobasidion annosum* enregistrés par le Département de la Santé des Forêts (DSF) entre 1989 et 1994, dont 76 % sont sur Épicéa commun contre 13 % sur Pins. Ainsi, préserver contre la maladie les centaines de milliers d'hectares subventionnés par le FFN, composés majoritairement d'Épicéas, apparaissait être une priorité, à une période où bon nombre d'entre eux arrivaient à l'âge de la première éclaircie.

La focalisation de l'intérêt sur le cas des Épicéas, puis sur les possibilités de lutte qu'offraient les traitements de souche en France, résultait aussi de l'effort d'information réalisé à travers un certain nombre de publications : Jacamon et Lanier (1961), Lanier (1962), Moreau et Schaeffer (1962), Delatour (1972, 1975), Henry (1974), Perrin et Delatour (1975), Anonyme (1975), sans oublier l'information technique diffusée par le Cemagref⁽²⁾ à partir de 1973 (CTGREF, 1973).

ORGANISATION DE LA LUTTE

Dispositions administratives

La circulaire ministérielle de 1975, mentionnée précédemment (Service des Forêts, 1975a), soulignait que les opérations de première éclaircie « augmentent considérablement les risques d'installation d'un champignon pathogène redoutable dans les peuplements résineux de première génération : le *Fomes annosus* ». Elle préconisait donc de procéder au traitement des souches dans « tous les peuplements résineux de première génération non encore éclaircis et indemnes de la maladie ».

(2) Le Cemagref actuel a succédé à partir de 1981 au CTGREF (Centre technique du Génie rural, des Eaux et des Forêts). Nous utiliserons ici la dénomination Cemagref, indépendamment de l'année de référence.

Photo 1
Traitement manuel à l'urée d'une
souche d'Épicéa.

Photo L.-M. NAGELEISEN - DSF



Comme nous le verrons plus loin, c'est l'application d'urée qui était recommandée. En guise de conclusion, il était indiqué : « *l'intérêt de tels traitements est certain, et la présente circulaire appelle l'attention sur la nécessité de les prévoir lors de toute opération d'éclaircie* ».

Une deuxième circulaire ministérielle (Service des Forêts, 1975b) annonçait l'octroi d'une aide financière à la première éclaircie pour 17 départements ou parties de départements de la région naturelle du Massif Central. Parmi les conditions de cet octroi figurait l'obligation d'effectuer les traitements à l'urée chez l'Épicéa commun et l'Épicéa de Sitka.

De son côté en 1977, l'Office national des Forêts (ONF) recommandait ces traitements par une lettre circulaire à ses services (Office national des Forêts, 1977), conformément aux indications de la première circulaire ministérielle.

Ces documents officiels ont été largement diffusés à tous les organismes forestiers publics et privés. Par ailleurs, l'information sur l'intérêt de ces traitements et sur leurs modalités d'application a été diffusée dans différents journaux et revues de vulgarisation forestière (Anonyme, 1976 ; CTGREF-CNRF, 1978 ; CTGREF, 1978). À partir de 1989, la diffusion de l'information et des recommandations auprès des propriétaires et gestionnaires a surtout été le fait du Département de la Santé des Forêts (DSF), en particulier à travers son important réseau de correspondants-observateurs.

Dispositions techniques

Les recommandations officielles indiquaient que l'urée devait être utilisée comme substance standard quelle que soit l'essence à traiter. Elle était à appliquer sous forme d'une solution aqueuse constituée de 200 grammes d'urée (perlurée) dissoute dans un litre d'eau, additionnée d'un colorant de contrôle. Ces choix techniques avaient été effectués par référence aux normes adoptées dans la pratique courante par la Forestry Commission britannique.

Bien que l'efficacité de l'urée ait été reconnue chez les pins, ceux-ci faisaient l'objet, en Grande-Bretagne, du traitement biologique particulier à base de *Phlebiopsis gigantea* (anciennement *Peniophora gigantea*). Dans le cas français, cette option n'a pas été retenue car, pour réussir l'introduction d'une méthode nouvelle, la simplicité devait être la règle et, de plus, les Pins n'étaient pas les essences à protéger en priorité.

En 1975, la surveillance phytosanitaire de la forêt française était assurée par le Cemagref. C'est dans le cadre de cette mission que la Division Protection de la Nature du Cemagref de Grenoble a assuré auprès des propriétaires et des gestionnaires un important rôle de conseil dans le domaine des traitements de souches. De plus, le colorant de marquage de la solution d'urée, la Turquoise lissamine AN, n'étant pas facilement disponible dans le commerce, le Cemagref en a assuré la fourniture gratuite à la demande jusqu'en 1982. Par la suite, ce colorant a été remplacé par le Bleu sulfacide brillant 6J, également utilisé en Grande-Bretagne, mais le Cemagref n'en a plus assuré la fourniture. Les gestionnaires devaient l'acquérir dans le commerce, ce qui a pu occasionner parfois des difficultés, notamment à cause du conditionnement trop important qui était proposé.

Le Cemagref a aussi diffusé largement une "fiche de traitement de souches", adressée en particulier systématiquement à tout demandeur de colorant. Cette fiche, retournée ensuite au Cemagref, précisait essentiellement les points suivants : localisation et type de peuplement dans lequel l'éclaircie était traitée, nature et âge de l'essence concernée, présence/absence de *Heterobasidion annosum*, surface traitée et/ou nombre de souches traitées, type d'éclaircie effectuée, date du traitement.

BILAN DES TRAITEMENTS SIGNALÉS

L'information recueillie grâce aux "fiches de traitement de souches" reçues au Cemagref jusqu'en 1996 constitue la seule base de données existante qui permette de décrire les traitements de souches tels qu'ils ont été réalisés en France depuis leur entrée en pratique. La collecte d'informations étant largement basée sur le volontariat, de nombreux traitements ont pu avoir été faits sans avoir été signalés, notamment à partir du moment où les gestionnaires ont dû se procurer eux-mêmes le colorant. À l'inverse, comme toute opération de sensibilisation, celle qui a concerné les traitements de souches n'a pu qu'être imparfaite et de nombreux peuplements ont dû avoir été éclaircis sans avoir été traités.

Ainsi, les informations recueillies ne sauraient constituer un bilan exact des traitements de souches dans notre pays. Il nous a cependant semblé qu'elles constituaient un point de référence intéressant. Il était également important de restituer l'information aux responsables et gestionnaires qui ont accompli, parfois de façon opiniâtre, un remarquable effort dans la lutte préventive contre *Heterobasidion annosum* alors qu'ils ne pouvaient pas en percevoir les effets dans le court terme.

Évolution dans le temps

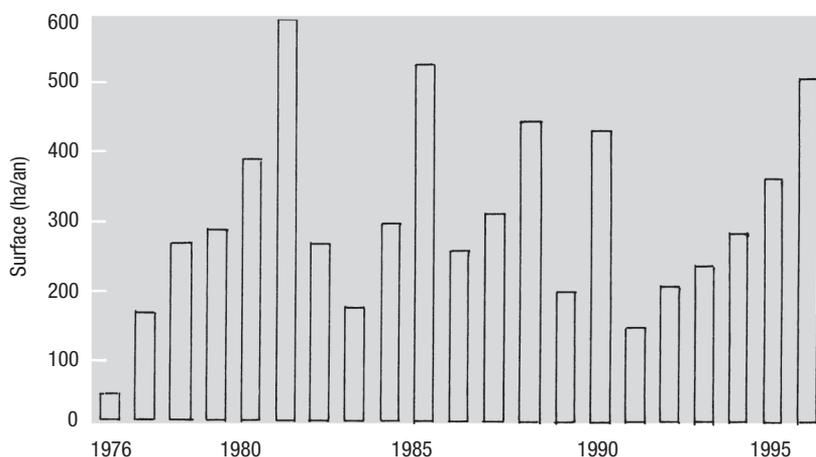
De 1976 à 1996, il a été signalé, au Cemagref, 802 cas de traitements (fiches reçues). Ces signalements correspondent à environ 6 200 ha de résineux. La surface moyenne traitée a été de 7,7 ha par opération, la surface de chaque opération variant de 0,5 ha à 30 ha. Les fiches de traitement ont émané aussi bien des services publics (SRFB, DDAF, ONF) que du secteur privé (propriétaires forestiers, CRPF, groupements forestiers, AFOCEL, CFPPA, experts et conseillers forestiers, coopératives agricoles et forestières). Les surfaces traitées se répartissaient de façon équivalente entre forêts domaniales, forêts des collectivités publiques et forêts privées (tableau I, p. 221). Les acquéreurs de coupes d'éclaircie se sont vu souvent imposer le traitement par une clause d'obligation intégrée dans les conditions de vente.

La surface moyenne traitée annuellement, environ 300 ha, a beaucoup varié d'une année à l'autre. Ces variations, illustrées par la figure 1 (p. 221), sont difficiles à expliquer. On peut cependant observer qu'au cours des six années qui ont suivi la recommandation des traitements, les surfaces traitées ont augmenté régulièrement pour atteindre près de 600 ha en 1981, année au cours de laquelle des traitements ont été signalés dans 15 régions différentes. On observe également une augmenta-

Tableau I Répartition par types de propriétés des surfaces traitées (6 200 ha)

Propriété forestière	Surfaces traitées (%)
Forêts domaniales	34,4
Forêts des collectivités publiques	34,2
dont : <i>forêts communales</i> <i>forêts sectionnales</i>	18,2 16,0
Forêts privées (propriétaires forestiers, plantations FFN, groupements forestiers)	31,4

Figure 1 SURFACES TRAITÉES DE 1976 À 1996



tion régulière des mentions de traitements depuis 1991 qui pourrait avoir résulté de l'activité du DSF ; cependant, les mentions les plus récentes n'ont plus émané que d'une seule région, le Limousin.

L'efficacité des dispositions de recueil d'information mises en place il y a 20 ans s'est à l'évidence réduite au fil des années, rendant la base de données moins pertinente. Le caractère aléatoire du signalement des traitements s'est probablement accentué dès lors que le colorant n'a plus été fourni par le Cemagref. La baisse d'efficacité du dispositif a pu être constatée auprès des gestionnaires lors d'une enquête dans le Nord-Ouest et l'Est de la France (DSF, 1997, communication personnelle). Le même constat a également été fait début 1997 par le Cemagref auprès d'une trentaine de forestiers représentant les services publics et privés de la Région Languedoc-Roussillon. Il est possible que cette tendance se soit encore accentuée du fait de la récente remise en question de l'efficacité de l'urée, conduisant certains gestionnaires à considérer qu'il n'était peut-être plus opportun de persister dans le traitement des souches.

Cependant, si les traitements de souches semblent être tombés en relative désuétude dans de nombreuses régions, leur application a été poursuivie dans d'autres. Nous avons signalé le cas du Limousin. Le cas du département des Ardennes est également à souligner. En effet, à partir de 1980, les équipes d'abattage ont été astreintes au traitement dans toutes les éclaircies réalisées par l'ONF dans ce département, mais aucun cas de traitement n'a plus été signalé au Cemagref après 1990 ;

cependant les surfaces traitées y ont largement dépassé celles signalées sur l'ensemble français depuis 1976 : 18 500 ha entre 1990 et 1997 ! (Y. Grandgirard, DDAF, 1997, communication personnelle).

Essences forestières concernées

Les cas de traitement ont été le plus souvent signalés dans des peuplements purs, impliquant alors essentiellement l'Épicéa commun ou le Douglas. Un certain nombre de peuplements comprenaient des résineux en mélange ; dans ces cas, nous avons considéré chaque essence séparément comme occupant la totalité de la surface signalée.

La figure 2 (p. 223) montre que, parmi les essences mentionnées, c'est l'Épicéa commun qui a été le principal bénéficiaire des traitements de souche (4 300 ha) et, dans une moindre mesure, le Douglas (1 000 ha). Ces deux essences représentent à elles seules près de 70 % des surfaces traitées signalées. Ceci résulte de leur place de premières essences résineuses plantées dans les reboisements, jusqu'en 1970 pour l'Épicéa commun, puis pour le Douglas. Les surfaces signalées traitées restent cependant très modestes comparées aux surfaces reboisées depuis 50 ans : environ 400 000 ha pour l'Épicéa commun (dont 260 000 ha financés par le FFN) et 310 000 ha pour le Douglas (dont une large majorité financée par le FFN) (G. Pignard, IFN, 1997, communication personnelle ; J. Mirault, DERF, 1997, communication personnelle). La prédominance de l'Épicéa commun parmi les essences qui ont bénéficié des traitements de souche résulte aussi probablement du fait que les gestionnaires perçoivent bien cette espèce comme particulièrement sensible à la maladie, donc à protéger tout spécialement.

Les traitements signalés ont concerné très majoritairement des peuplements de moins de 40 ans, comme le montre la figure 3 (p. 223). Ceci correspond nettement à la gamme d'âge des reboisements résineux établis depuis 1947 qui étaient visés par la recommandation ministérielle. Les traitements ont été appliqués surtout à la première éclaircie mais également à la seconde, bien que le numéro de l'éclaircie n'ait pas toujours été indiqué dans les fiches de traitement.



Photo 2
Éclaircie mécanisée en peuplement résineux.

Photo L.-M. NAGELEISEN - DSF

Figure 2
SURFACES TRAITÉES SELON
LES ESSENCES

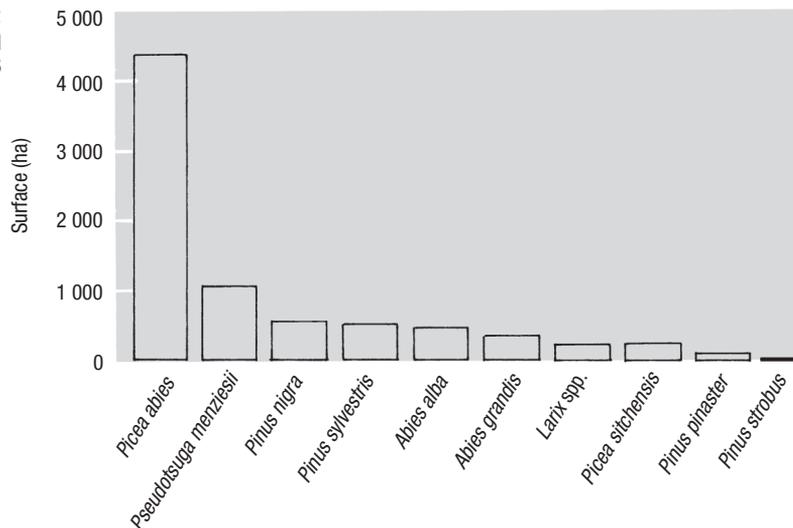
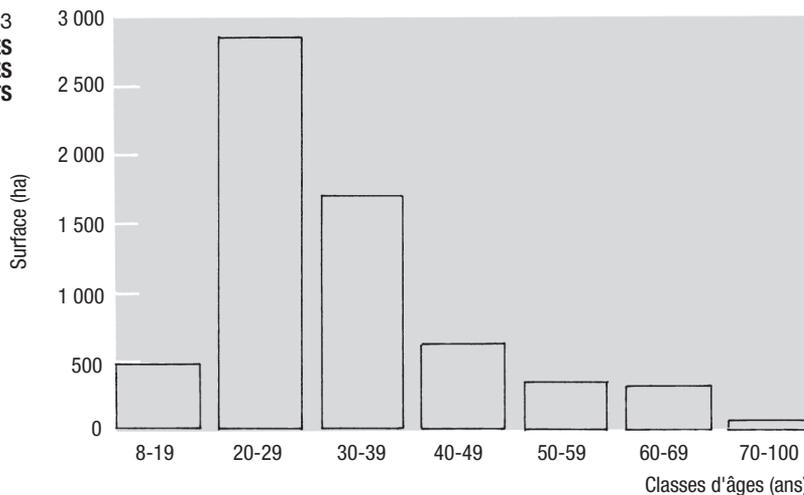


Figure 3
RÉPARTITION DES SURFACES
TRAITÉES SELON L'ÂGE DES
PEUPEMENTS



On peut noter par ailleurs que les traitements ont été réalisés indépendamment du type d'éclaircie effectué. À la première éclaircie, il s'agissait d'éclaircies sélective, systématique ou sélective après cloisonnement, la seconde éclaircie et les suivantes étaient généralement sélectives. Les traitements ont souvent été réalisés de façon manuelle au pinceau ou au pulvérisateur (Hoellinger, 1985). Ceci a été en particulier le cas dans les pessières des Ardennes. Dans le cadre des éclaircies mécanisées qui tendent à se généraliser, par exemple dans les enrésinements du Morvan, les machines utilisées disposent le plus souvent du dispositif de traitement des souches, comme le SIFOR 614 conçu par l'ARMEF ou les nombreuses machines scandinaves en service en France, dont le parc actuel est d'environ 150 (J.-P. Laurier, ARMEF, 1996, communication personnelle).

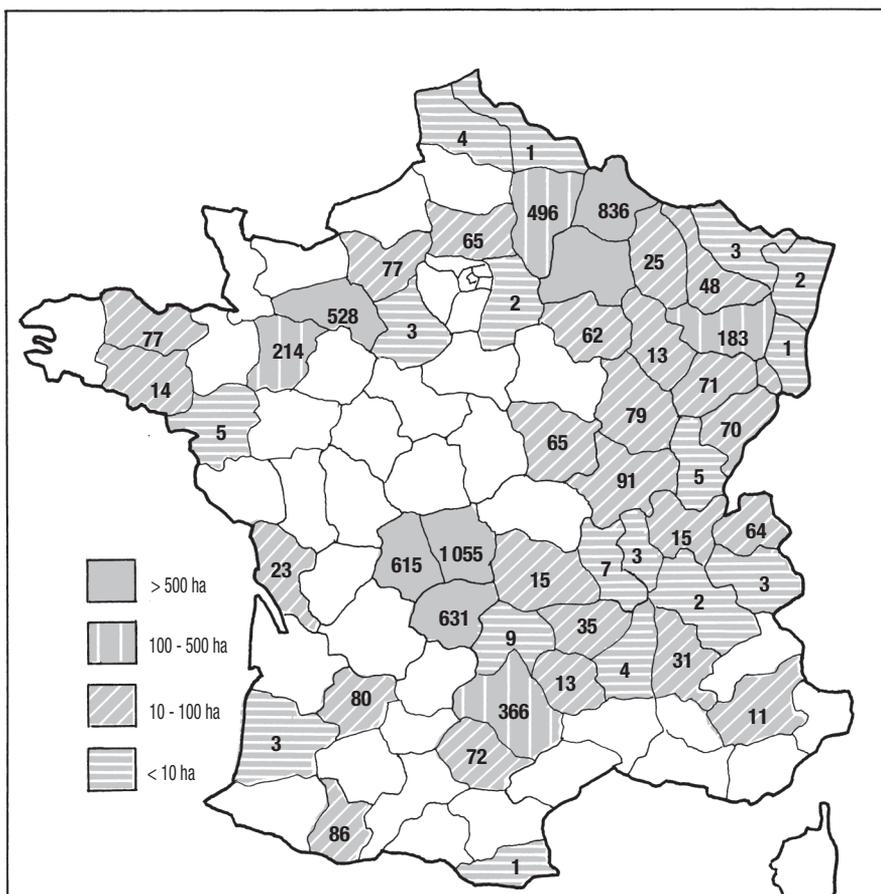
Bien que les peuplements âgés n'aient pas été visés par la recommandation ministérielle, on observe qu'un certain nombre d'entre eux ont aussi fait l'objet de traitements de souches. À très peu d'exceptions près, les peuplements avaient été déclarés indemnes de la maladie ; leur traitement a donc pu être logiquement considéré comme justifié par les gestionnaires.

Régions et départements concernés

La répartition territoriale des surfaces traitées reflète *grosso modo* celle des reboisements résineux, surtout en Épicéa (figure 4, ci-dessous). Des surfaces traitées particulièrement importantes ont été signalées dans l'Orne, l'Aisne, les Ardennes et dans les trois départements du Limousin (Corrèze, Creuse, Haute-Vienne). Ces six départements comprennent à eux seuls les deux tiers des surfaces traitées signalées.

Le cas de la région Limousin est intéressant à souligner. En effet, il s'agit de la seule région qui a signalé les traitements effectués, de façon ininterrompue depuis 20 ans. Dans cette région à fort taux d'enrésinement, la sensibilisation aux traitements de souches a manifestement reçu un accueil particulièrement attentif de la part des organismes concernés. La Direction régionale de l'ONF a fait un effort soutenu en matière d'information et a centralisé les fiches de traitement pour envoi au Cemagref.

Figure 4
DÉPARTEMENTS CONCERNÉS PAR LES TRAITEMENTS À L'URÉE
 (Surfaces en hectares, signalées au CEMAGREF, 1976-1996)



DISCUSSION

Comme nous venons de le voir, nous n'avons qu'une connaissance très partielle de l'ampleur des traitements de souches à l'urée réalisés en France depuis qu'ils y sont entrés dans la pratique il y a une vingtaine d'années. Les 6 200 ha signalés correspondent à l'évidence à une importante sous-estimation de la surface réellement traitée.

À partir de la base de données disponible, nous avons vu que les traitements réalisés ont bien eu pour objet la protection des jeunes enrésinements lors de leurs premières éclaircies et que ces traitements ont bénéficié essentiellement aux deux principaux résineux de reboisement que sont l'Épicéa commun et le Douglas. Ils ont été réalisés aussi bien dans le domaine public qu'en forêts privées, dans les régions où l'effort d'enrésinement a été important. Cette entrée dans les faits d'une méthode, qui était nouvelle pour la pratique forestière, représente un effort remarquable de la part des gestionnaires, faisant suite aux recommandations officielles ainsi qu'aux informations sur la connaissance de la maladie et en matière de vulgarisation technique, diffusées en particulier par le Cemagref et par le DSF.

En dépit de ces efforts, il apparaît cependant qu'un beaucoup plus grand nombre de peuplements aurait certainement pu bénéficier de cette protection au moment de leurs premières éclaircies. Ceci est particulièrement vrai pour l'Épicéa commun dont les reboisements de première génération couvrent à ce jour près d'un demi-million d'hectares dans notre pays et dont la grande sensibilité au cœur rouge provoqué par *Heterobasidion annosum* n'est plus à démontrer.

Les traitements de souches sont-ils toujours d'actualité ?

Il est depuis longtemps bien établi que les souches d'éclaircie constituent une voie privilégiée d'introduction de la maladie dans les peuplements. Dans la pratique courante, de nombreux gestionnaires en France ont cependant pu se questionner au sujet de l'effet réel des traitements sur le développement de la maladie et donc sur l'intérêt qu'il y a à continuer de les pratiquer. À partir des peuplements qui ont bénéficié des traitements de souches, il n'est malheureusement pas possible d'obtenir une réponse claire à cette question. En effet, une efficacité ne peut être évaluée que par comparaison avec des témoins identiques mais non traités, ce qui n'est pas réalisé dans la pratique. En outre, l'éventuelle apparition de *Heterobasidion annosum* dans des peuplements qui ont été traités peut résulter du fait que l'efficacité d'un traitement est rarement totale et/ou que le parasite a pu être préexistant ou s'être introduit par d'autres voies. Ceci crée une incertitude au sujet de l'effet réel du traitement, incertitude qui ne peut être levée que dans le cadre de dispositifs expérimentaux.

À la suite de nombreuses expérimentations, l'aptitude des traitements à empêcher ou à limiter l'installation du champignon dans les souches a été amplement démontrée (par exemple : Rishbeth, 1959 ; Johansson et Brandtberg, 1994 ; Korhonen *et al.*, 1994 ; Pratt, 1994 ; Pratt et Quill, 1996). Ceci ne concerne en fait que les stades de la première implantation du champignon qui se déroulent au cours des premiers mois qui suivent l'éclaircie. Le devenir des quelques infections qui peuvent échapper au traitement et leur signification en terme de risque pour le peuplement demeuré en place restent un sujet de débats. Par exemple, le champignon, selon qu'il s'est installé dans l'aubier périphérique ou dans le bois central, a-t-il les mêmes possibilités de persistance dans une souche en présence des autres colonisateurs du bois ? À partir de là, en particulier s'il n'est implanté que sous une forme discrète, a-t-il les mêmes possibilités d'atteindre les arbres voisins ? À cet égard, les conditions stationnelles peuvent avoir une influence déterminante et on sait que, selon les cas, l'importance du développement de la maladie n'est pas toujours directement liée à celle de l'invasion des souches par le champignon. Il a par exemple été établi que la transmission de la maladie de souche à arbre voisin est très limitée dans les peuplements situés sur les sols tourbeux très répandus en Grande-Bretagne ("peat soils"), alors même que les souches peuvent y être fortement infectées (Redfern *et al.*, 1994). Par comparaison, la transmission est beaucoup plus

facile dans les autres types de sols ("mineral soils") qui sont les plus répandus et qui nous concernent le plus en France. Il est probable que les risques de propagation de la maladie varient également dans ces types de sols. Par exemple, les observations réalisées par Soubieux (1993), dans le Massif Central, suggèrent que, dans les quelques années qui suivent la première éclaircie, la maladie semble se développer plus facilement dans les pessières installées sur des sols dont la réserve utile en eau est supérieure à 60 mm. Dans ce domaine cependant, la littérature reste très contradictoire.

En l'absence de certitude quant à la possibilité de prévoir de façon fiable la limitation des risques par les conditions stationnelles, on est conduit à considérer que la réduction de l'infection des souches au moment des éclaircies demeure un objectif essentiel à atteindre en toutes circonstances, chez les essences les plus sensibles. La sensibilité des résineux utilisés en reboisements est très variée et les risques de maladie dépendent aussi des conditions de milieu ; ainsi, il est très difficile de définir strictement leur ordre de classement pour la sensibilité. Compte tenu de cette réserve, on peut cependant souligner la grande sensibilité de l'Épicéa commun et du Sitka, celle du *Tsuga heterophylla* et de l'*Abies grandis* et, dans certains cas, de l'*Abies alba*. Les Pins sont particulièrement exposés sur substrat calcaire (Pins noirs), mais cela est vrai également pour les autres résineux. Le cas du Douglas est plus difficile à situer : s'il apparaît comme une essence réellement sensible au champignon, l'impact de la maladie semble à ce jour limité (des mortalités en jeunes plantations ; des altérations de l'aubier limitées en hauteur chez les sujets plus âgés, et n'atteignant pas le stade de la pourriture).

Cette analyse conforte les efforts entrepris depuis longtemps dans certains pays en matière de traitements de souches et en a conduit d'autres à s'engager dans la même voie. En Europe tout particulièrement, les traitements de souches sont largement pratiqués. Depuis 1960, en Grande-Bretagne, ils ont été appliqués à toutes les forêts gérées par la Forestry Commission et à de nombreuses plantations privées, portant les surfaces traitées à des centaines de milliers d'hectares. Dans la même période, ils ont été d'un usage courant au Danemark et en Irlande. D'introduction plus récente en Scandinavie, ils sont maintenant pratiqués de façon croissante, particulièrement dans les pessières artificielles sur les terres abandonnées par l'agriculture qui couvrent par exemple en Suède quelque 400 000 ha (Pratt, 1997, communication personnelle).

Les traitements à l'urée sont-ils efficaces ?

C'est dans ce contexte qu'au cours des années récentes s'est manifesté un regain d'intérêt pour les traitements de souches, tout particulièrement en Grande-Bretagne et dans les Pays scandinaves. Ces travaux visaient à s'assurer de la plus grande efficacité possible, essentiellement sur l'Épicéa de Sitka (Écosse) et l'Épicéa commun (Scandinavie). Ainsi ont été réanalysées expérimentalement les efficacités respectives de l'urée, du bore et du *Phlebiopsis gigantea*.

L'efficacité de l'urée a été largement confirmée en Finlande, Suède et Norvège par les travaux récents (Korhonen *et al.*, 1994), mais, comme cela était déjà connu, le taux de protection qu'elle procurait n'était pas toujours total ; à cet égard, il a été montré qu'une concentration de 30 % (1 litre de solution contenant 300 g d'urée dissoute) assurait une meilleure protection que celle de 20 % (Johansson et Brandtberg, 1994). L'intérêt du *Phlebiopsis gigantea* pour traiter les souches de l'Épicéa commun a par ailleurs été démontré et une formulation commerciale de ce champignon a été développée en Finlande ('Rotstop', Société Kemira, Finlande) (Korhonen *et al.*, 1994). Le bore a été plus particulièrement réétudié en Écosse (sous la forme de Disodium Octaborate Tetrahydrate, 'Tim-bor' ou 'Polybor' de la Société Borax) où il a été confirmé que son efficacité était supérieure à celle de l'urée (Pratt, 1994). Ce sont ces derniers résultats qui ont pu laisser penser que l'intérêt de l'urée pouvait être remis en doute. Compte tenu de ces informations nouvelles, une expérimentation comparative a été conduite en France en 1995-1996 par le Cemagref en collaboration avec le DSF, l'INRA et l'ONF, à l'initiative de la Direction de l'Espace rural et de la Forêt (DERF) du ministère de l'Agriculture. Sur Épicéa commun, Épicéa de Sitka et Pin noir d'Autriche, l'efficacité de l'urée a été

largement confirmée ainsi que celles du *Phlebiopsis gigantea* et du bore (Soutrenon, 1996a). Les résultats obtenus publiés dans les *Cahiers du DSF* (Soutrenon, 1996b, 1997) aboutissent, pour l'urée, à recommander d'augmenter sa concentration d'utilisation à 37 % ⁽³⁾.

CONCLUSIONS

L'effort entrepris depuis vingt ans dans notre pays en matière de traitements préventifs des souches de résineux a été très important, mais son ampleur est difficile à évaluer de façon certaine. La base de données du Cemagref, bien que limitée, permet cependant d'observer que les grandes régions de reboisements y ont eu largement recours lors des premières éclaircies.

Nous ne disposons pas d'information sur leur effet réel, mais les connaissances actuelles n'ont fait que confirmer l'intérêt du traitement des souches comme la méthode la mieux adaptée pour limiter l'introduction spontanée de *Heterobasidion annosum* dans les peuplements de résineux lors des éclaircies.

L'urée, utilisée jusqu'à présent, apparaît toujours comme une substance dont l'efficacité est élevée bien qu'elle ne soit pas toujours totale.

On ne saurait donc trop insister sur la nécessité de poursuivre l'effort entrepris depuis vingt ans dans notre pays, en matière de traitement préventif des souches, pour éviter que *Heterobasidion annosum* ne s'implante exagérément dans les jeunes reboisements de résineux.

A. SOUTRENON
Division Écosystèmes forestiers et Paysages
CEMAGREF
Groupement de Nogent-sur-Vernisson
Domaine des Barres
F-45290 NOGENT-SUR-VERNISSON

C. DELATOUR
Unité de Recherches sur les Écosystèmes forestiers
Laboratoire de Pathologie forestière
INRA - Centre de Nancy
F-54280 CHAMPENOUX

Remerciements

Le Cemagref adresse ses remerciements pour leur collaboration à toutes les personnes qui lui ont adressé les fiches de traitement, sans lesquelles la base de données n'aurait pas pu être constituée. Nous remercions aussi Louis-Michel Nageleisen du DSF pour ses remarques et suggestions, ainsi que toutes les personnes citées au titre des communications personnelles.

(3) Pour les recommandations pratiques, voir : A. Soutrenon *et al.* . — Évaluation de l'efficacité de trois traitements de souches contre le Fomes (*Heterobasidion annosum*). — *Revue forestière française*, n° 4, 1998, à paraître.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME. — Comment lutter contre le *Fomes annosus* dans les enrésinements de première génération. — *Forêts de France*, n° 195, 1975, pp. 34-36 (reprise du texte de : DELATOUR (C.)). — Comment lutter contre le *Fomes annosus* dans les enrésinements de première génération. — *Revue forestière française*, vol. XXVII, n° 1, 1975, pp. 32-36.
- ANONYME. — *Le Fomes annosus*, agent de la maladie du rond et de la pourriture de cœur. — *La Forêt privée française*, n° 112, 1976, pp. 35-41.
- CTGREF - CNRF. — La Lutte préventive contre le *Fomes annosus* par traitement des souches d'éclaircie. Le point actuel en France. — *Revue forestière française*, vol. XXX, n° 2, 1978, pp. 124-130.
- CTGREF. — Information technique pour la surveillance et la protection phytosanitaire de la forêt. 53 fiches illustrées. — CTGREF Grenoble. [Version complétée en 1991 : ABGRALL (J.-F.), SOUTRENON (A.). — La Forêt et ses ennemis. — CEMAGREF, Groupement de Grenoble, 1991. — 399 p.]
- CTGREF. — Lutte préventive dans les enrésinements en Épicéa contre un agent de la pourriture, le *Fomes annosus*. — *Informations techniques*, cahier 29, n° 2, 1978, 2 p.
- DELATOUR (C.). — Comment lutter contre le *Fomes annosus* dans les enrésinements de première génération. — *Revue forestière française*, vol. XXVII, n° 1, 1975, pp. 32-36.
- DELATOUR (C.). — *Le Fomes annosus*. — *Revue forestière française*, vol. XXIV, n° 1, 1972, pp. 21-38.
- HENRY (J.-Y.). — *Le Fomes annosus*. — *Bulletin de la Vulgarisation forestière*, vol. 74, n° 1-2, 1974, pp. 57-67.
- HOELLINGER (G.). — La Lutte préventive contre le *Fomes annosus*. Le traitement des souches de première éclaircie à l'urée, aspect économique. — *Informations-Forêt*, n° 3, 1985, pp. 225-231.
- JACAMON (M.), LANIER (L.). — La Maladie du Rond due à *Ungulina annosa* (Fr.) Pat. — Nancy : Station de Recherches et Expériences forestières, 1961. — 7 p. (Note technique forestière ; n° 3).
- JOHANSSON (M.), BRANDTBERG (P.O.). — Environmental conditions influencing infection of Norway spruce stumps by *Heterobasidion annosum* and effect of urea treatment. In : Proceedings of the 8th International Conference on Root and Butt Rots, Sweden-Finland, August 9-16, 1993 / M. Johansson et J. Stenlid Eds. — Uppsala (Sweden) : Swedish University of Agriculture Sciences, 1994. — pp. 668-674.
- KORHONEN (K.), LIPPONEN (K.), BENDZ (M.), JOHANSSON (M.), RYEN (I.), VENN (K.), SEISKARI (P.), NIEMI (M.). — Control of *Heterobasidion annosum* by stump treatment with 'Rotstop', a new commercial formulation of *Phlebiopsis gigantea*. In : Proceedings of the 8th International Conference on Root and Butt Rots, Sweden-Finland, August 9-16, 1993 / M. Johansson et J. Stenlid Eds. — Uppsala (Sweden) : Swedish University of Agriculture Sciences, 1994. — pp. 675-685.
- LANIER (L.). — Contribution à l'étude des "maladies du rond". — Nancy : Station de Recherches et Expériences forestières, 1962. — 7 p. (Note technique forestière ; n° 9).
- MOREAU (R.), SCHAEFFER (A.). — *Le Fomes annosus* et la forêt française ou les enseignements du symposium d'Inverness (mai-juin 1960). — *Revue forestière française*, vol. XIV, n° 2, 1962, pp. 105-118.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. — Dommages dus aux végétaux - *Fomes annosus* - Lutte par traitement chimique des souches. — Office national des Forêts ; Lettre-Circulaire 77-DR-30, 27 avril 1977. — 1 p.
- PERRIN (R.), DELATOUR (C.). — Pertes économiques dues au *Fomes annosus* chez l'Épicéa : cas d'une coupe à blanc. — *Revue forestière française*, vol. XXVII, n° 3, 1975, pp. 192-195.
- PRATT (J.E.). — Some experiments with borates and with urea to control stump infection by *H. annosum* in Britain. In : Proceedings of the 8th International Conference on Root and Butt Rots, Sweden-Finland, August 9-16, 1993 / M. Johansson et J. Stenlid Eds. — Uppsala (Sweden) : Swedish University of Agriculture Sciences, 1994. — pp. 662-667.
- PRATT (J.E.), QUILL (K.). — A trial of disodium octaborate tetrahydrate for the control of *Heterobasidion annosum*. — *European Journal of Forest Pathology*, 26, 1996, pp. 297-305.
- REDFERN (D.B.), PRATT (J.E.), WHITEMAN (A.). — Stump treatment against *Heterobasidion annosum* : a re-appraisal. In : Proceedings of the 8th International Conference on Root and Butt Rots, Sweden-Finland, Aug. 9-16, 1993 / M. Johansson et J. Stenlid Eds. — Uppsala (Sweden) : Swedish University of Agriculture Sciences, 1994. — pp. 656-661.
- RISHBETH (J.). — Observations on the biology of *Fomes annosus* with particular reference to East Anglian pine plantation. I - The outbreak of disease and ecological status of fungus. — *Annals of Botany*, vol. 14, 1950, pp. 365-383.
- RISHBETH (J.). — Observations on the biology of *Fomes annosus* with particular reference to East Anglian pine plantation. II - Spore production, stump infection and saprophytic activity in stumps. — *Annals of Botany*, vol. 15, 1951, pp. 1-22 ; III - Natural and experimental infection of pines and some factors affecting severity of the disease. — *Annals of Botany*, vol. 15, 1951, pp. 221-246.
- RISHBETH (J.). — Some further observations on *Fomes annosus*. — *Forestry*, 30, 1957, pp. 69-89.
- RISHBETH (J.). — Stump protection against *Fomes annosus*. II - Treatment with substances other than creosote. — *Annals of Applied Biology*, 47, 1959, pp. 529-541.
- ROL (R.). — Cours de Pathologie végétale appliquée aux arbres forestiers. — Nancy : École nationale des Eaux et Forêts, 1955. — 102 p.
- SERVICE DES FORÊTS. — Lutte contre le *Fomes annosus* par traitement chimique des souches. — Paris : Ministère de l'Agriculture - Service des Forêts, 1975a. — 3 p. (Circulaire SF n° 3018 du 3 juillet 1975).
- SERVICE DES FORÊTS. — Aide à la première éclaircie dans les peuplements résineux. — Paris : Ministère de l'Agriculture - Service des Forêts, 1975b. — 4 p. (Circulaire FL n° 002793 du 18 décembre 1975).

- SOUBIEUX (J.-M.). — La Sensibilité au Fomes des peuplements d'Épicéa du Massif-Central. *In* : La Santé des forêts (France) en 1992. — Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche - DERF - Département de la Santé des Forêts, 1993. — 45 p.
- SOUTRENON (A.). — Expérimentation de lutte contre *Heterobasidion annosum* par traitement des souches (1995-1996). — Rapport de fin de convention DERF-Cemagref, 1996a. — 21 p. + annexes (Document interne Cemagref).
- SOUTRENON (A.). — Expérimentation de lutte contre *Heterobasidion annosum* par traitement des souches. *In* : La Santé des forêts (France) en 1995. — *Les Cahiers du DSF*, n° 1, 1996b, pp. 57-58.
- SOUTRENON (A.). — Résultats complémentaires de l'expérimentation de lutte contre le Fomes par traitement de souches. *In* : La Santé des forêts (France) en 1996. — *Les Cahiers du DSF*, n° 1, 1997, pp. 81-82.

VINGT ANS DE TRAITEMENTS DE SOUCHES À L'URÉE CONTRE *HETEROBASIDION ANNOSUM* EN FRANCE (Base de données du CEMAGREF) (Résumé)

Le traitement des souches d'éclaircie contre *Heterobasidion annosum* en plantations de résineux est officiellement recommandé en France depuis 1975. Pendant vingt ans, le Cemagref a recueilli l'information sur la réalisation de ces traitements. Bien que non exhaustive, cette base de données permet d'observer que les traitements sont entrés dans la pratique courante dans de nombreuses régions, en particulier celles à fort enrésinement. La première essence bénéficiaire a été l'Épicéa commun. Les auteurs insistent sur la nécessité de poursuivre l'effort entrepris et rappellent qu'à cet égard, l'urée reste un produit à recommander.

TWENTY YEARS OF UREA TREATMENT ON STUMPS IN FRANCE TO CONTROL *HETEROBASIDION ANNOSUM* (Cemagref data base) (Abstract)

Stump treatment to control *Heterobasidion annosum* in conifer plantations has been recommended in France since 1975. For 20 years, Cemagref collected information on the treatment operations. Although the data base obtained in this way is not exhaustive, it shows that stump treatment is routinely used in many regions in France, especially in areas where conifer plantations are numerous. Treatments were applied primarily on Norway spruce. Authors emphasise that it is necessary to carry on with stump treatment efforts and that urea can still be recommended.

TABLES DÉCENNALES DES MATIÈRES

Pour retrouver un article paru dans d'anciens numéros de la *Revue forestière française*, utilisez les tables décennales des matières.

Sont disponibles : — table décennale 1949-1960
— table décennale 1961-1970
— table décennale 1971-1980

Chaque table comprend :

- une table alphabétique par noms d'auteurs,
- une table par sujet (classée selon la Classification décimale d'Oxford),
- un classement par lieu géographique (selon la Classification décimale d'Oxford).

Ces tables sont disponibles au prix unitaire de 48 F franco de port.

Commandes à adresser à :

REVUE FORESTIÈRE FRANÇAISE
ENGREF

14, rue Girardet — CS 4216 — F-54042 NANCY CEDEX
Tél. 03.83.39.68.00. Télécopie 03.83.32.73.81 ou 03.83.30.22.54

POUR GARDER EN BON ÉTAT LA COLLECTION DE LA
Revue forestière française

UTILISER LA

Reliure instantanée

QUI CONSERVE INTACTS TOUS LES NUMÉROS D'UNE ANNÉE

Très belle présentation, couleur verte, impression or sur le dos

sans millésime

prix : 65 F

(PORT ET EMBALLAGE COMPRIS)

60 F à partir de 3 unités

Les commandes sont à envoyer à l'adresse suivante :

Revue forestière française - 14, rue Girardet,
54042 NANCY CEDEX

Paiement au C.C.P. Nancy 5.400.64 D
au nom du Régisseur de l'École Nationale du Génie Rural,
des Eaux et des Forêts