



Utilisation des herbicides en forêt et gestion durable

Antoine Gama
avec la collaboration
de Yann Dumas et Henri Frochot

Ce guide a été réalisé avec le soutien financier
du ministère de l'Agriculture et de la Pêche : département de la santé
des forêts et de l'Office national des forêts (ONF)

Collection Guide pratique

La surveillance et l'entretien des petits barrages
<<http://www.quae.com/livre/?GCOI=27380100552820>>
Paul Royet, 2006, 84 p.

Plantes des rizières de Camargue
<<http://www.quae.com/livre/?GCOI=27380100939760>>
Pascal Marnotte, Alain Carrara, Estelle Dominati, Fanny Girardot, 2006,
260 p.

Les végétations d'alpage de la vanoise.
Description agro-écologique et gestion pastorale
André Bornard, Mauro Bassignana, Claude Bernard-Brunet, Sophie
Labonne, Philippe Cozic, 2006, 240 p.

Avant-propos

Le Cemagref et l'Inra ont publié en 1987 une note technique consacrée à l'utilisation des herbicides en forêt. Cet ouvrage très complet et de très grande qualité a longtemps constitué la référence pour les gestionnaires forestiers.

Mais près de vingt ans plus tard, les spécialités commercialisées et la réglementation ont beaucoup changé, en même temps qu'évoluaient la gestion forestière et les attentes environnementales de la société. Il devenait donc urgent de réviser le contexte et les techniques d'utilisation de ces produits en forêt.

Le Cemagref s'est chargé de cette mission, avec le soutien de la sous-direction de la forêt et du bois.

L'opération a été pilotée par Antoine Gama, ingénieur de recherche au Cemagref et rédacteur de la précédente note. Fort de l'expérience de toute une carrière dans ce domaine, et constamment à l'écoute des préoccupations des forestiers de terrain, Antoine Gama a su réunir et synthétiser dans ce manuel des connaissances scientifiques parfaitement à jour et les principes de base nécessaires à la détermination des spécialités utilisables et à la maîtrise de leur utilisation, en conciliant les exigences d'efficacité technique et d'innocuité écotoxicologique que requiert l'utilisation de telles techniques.

L'utilisation de produits herbicides en forêt reste très limitée. Environ 50 000 hectares de peuplements forestiers font l'objet de traitements herbicides chaque année, à rapporter aux 15 millions d'hectares de la forêt française.

Mais si cette utilisation est relativement restreinte, elle correspond à des situations très précises pour lesquelles les herbicides se révèlent indispensables, notamment en préparation ou en accompagnement de la régénération des peuplements. La phase de renouvellement constitue, en effet, une phase critique de la gestion des peuplements forestiers, pendant laquelle le gestionnaire doit limiter la concurrence des espèces herbacées et arbustives pour permettre l'installation des jeunes plants ou des jeunes semis. Dans le cadre d'une gestion durable des forêts et en respectant les conditions d'hygiène et de sécurité, les herbicides sont alors des outils précieux pour lever certaines situations de blocage technique ou écologique dans les itinéraires sylvicoles.

Il convient que cet outil soit mis en œuvre au terme d'une démarche raisonnée, économe et respectueuse des milieux qui assure à la fois efficacité technique et acceptabilité sociale. En effet, seule une sylviculture raisonnée, économe et respectueuse des milieux permettra de disposer encore demain de produits herbicides homologués pour des usages forestiers.

C'est toute l'ambition de cet ouvrage qui mérite une large diffusion et une lecture attentive de la part de tous les publics intéressés par la gestion forestière.

La sous-directrice de la forêt et du bois
à la direction générale de la forêt et des affaires rurales
du ministère de l'Agriculture et de la Pêche

Ségolène Halley des Fontaines

Mode d'emploi de ce guide

Dans un premier temps, il est important de parcourir la totalité du document et en particulier les chapitres suivants : *Gestion de la végétation accompagnatrice : quelle place pour les herbicides ?* p. 11 ; *Comportement des herbicides : effets directs et indirects dans le milieu forestier*, p. 31 ; *Spécialités commerciales : caractéristiques, mise sur le marché, conditions d'application*, p. 71 ; *Quelques exemples de stratégies d'emploi* p. 159.

À l'occasion de chaque problème concret, il conviendra de consulter successivement :

- la fiche concernant l'espèce interférente (onglet brun) pour ne pas se tromper de cible et bien estimer le niveau de concurrence ;
- les tableaux du chapitre « *Des solutions herbicides pour la gestion de la végétation d'accompagnement* » (onglet vert) qui constituent la clé qui sert à déterminer la(es) substance(s) active(s) utilisable(s) dans le cas envisagé ;
- la(es) fiche(s)-produit(s) des substances actives (onglet orange) ainsi déterminées pour arrêter son choix parmi les diverses spécialités proposées ; le chapitre *Mise en œuvre : réalisation de traitements herbicides* p. 91 pour la technique de mise en œuvre, surtout si la spécialité retenue amène à employer une méthode qui n'est pas familière.

Note de l'auteur-coordonateur

L'emploi des herbicides en forêt remonte bientôt à un demi-siècle. Le premier essai fut mis en place par Pierre Arbonnier, ingénieur en chef du GREF, en 1959. Depuis, la technique et l'esprit dans lequel ces produits sont employés ont énormément évolué et, à intervalles assez larges, le Cemagref ou les établissements qui l'ont précédé, ont eu pour objectif de fournir au forestier une documentation pratique et complète sur le sujet :

- en décembre 1987, la note technique n° 53 *Application des traitements par produits chimiques phytocides en sylviculture* coéditée avec l'Inra ;
- en mai 1974, la note technique n° 26 du CTGREF *Application des traitements par produits chimiques phytocides pour le reboisement* rédigée par George-André Morin, ingénieur en chef du Gref avec la collaboration de Pierre Delabrazé ;
- en 1965, une étude (dont le titre a été repris pour l'édition de 1974) publiée par le Comité consultatif des reboisements, qui fut rédigée par Daniel Aubertin, d'après des données fournies par Pierre Arbonnier.

Aujourd'hui, les effets des traitements surprennent moins qu'autrefois. Les forestiers n'utilisent cet outil qu'occasionnellement, quand ils risquent de se retrouver dans une impasse. Il est donc important sur le plan économique qu'ils puissent conserver l'accès à une telle technique. Une démarche raisonnée, et bien adaptée à la situation dans laquelle leur forêt se trouve, devrait permettre de garder l'accès à ces intrants qui sont admis dans le cadre des systèmes d'écocertification.

Pour faciliter cette démarche et pour tirer le meilleur profit de cet outil, comme pour n'importe quel autre dont le mécanisme est un peu complexe, une certaine connaissance du mode de fonctionnement, des enjeux et des aspects réglementaires qui encadrent son usage est nécessaire.

Le présent guide technique a donc pour ambition de permettre au lecteur d'acquiescer ou de consolider les connaissances sur l'emploi des herbicides en forêt mais aussi sur les mécanismes mis en jeu à travers des développements consacrés :

- à la démarche à suivre pour décider de l'intervention ;
- à l'action des herbicides sur la physiologie des plantes ;
- aux techniques et outils de mise en œuvre ;
- à la gamme de substances actives utilisables ;

En annexe, des fiches « espèces à contrôler » et des fiches « substance active » sont proposées.

Remerciements

Je tiens à remercier la direction générale de la Forêt et des Affaires rurales du ministère de l'Agriculture et de la Pêche et l'Office national des forêts, pour leur soutien financier, ainsi que tous ceux qui m'ont apporté leur aide efficace tout au long de la réalisation de ce guide.

En premier lieu, les co-auteurs de l'édition précédente, qui a servi de base au présent document :

- Pierre Delabrazé, le grand spécialiste qui, à la retraite de Conservateur des eaux et forêts accepta une mission à l'Inra, où il avait terminé sa carrière, pour être mon formateur et rédacteur en chef lors de l'édition précédente ;
- Henri Frochot du Lerfob, Unité mixte de recherche Inra-Engref de Nancy, qui a accepté de reprendre partiellement son activité pour cette édition en se chargeant notamment de la réécriture des aspects concurrence dans le premier chapitre.

Mon plus proche collaborateur, Yann Dumas, pour l'aide qu'il m'a apportée tant pour l'expérimentation de terrain que les recherches bibliographiques, notamment pour tout ce qui concerne l'impact des traitements sur la couverture végétale et les substitutions de flore (de fait, il est l'auteur de la seconde partie du chapitre 2 et des fiches « espèce à contrôler » établies sur une idée de Loïc Nicolas).

Mes principaux relecteurs qui ont fait preuve de patience et persuasion et qui ont beaucoup contribué à transformer les mémoires d'un expérimentateur de terrain en un vrai guide pratique accessible au plus grand nombre :

- Dominique de Villebonne, ingénieur à l'ONF à la DT centre-ouest, ancienne du DSF et un temps responsable des Rendez-Vous Techniques ; un grand merci pour avoir su fixer « le cahier des charges » ;
- Loïc Nicolas, technicien-formateur à l'ONF à la DT centre-ouest qui a su me faire profiter de son expérience dans la formation des personnels de terrain et qui a toujours été disponible et su faire des contre-propositions qui font qu'il mériterait comme Yann, de figurer au rang d'auteur.
- Valérie Belrose, ingénieur du GREF au Département de la santé des forêts qui fut une relectrice assidue et efficace notamment pour la partie ingrate concernant les aspects réglementaires (depuis elle a muté à l'ONF à Versailles) ;
- Fabien Carouille, ingénieur du GREF qui a succédé à Valérie au DSF en reprenant la tâche de relecteur et la représentation des forestiers au Comité d'homologation au ministère de l'Agriculture et de la Pêche (il a été remplacé, début 2006, dans ces fonctions par Claude-Michel Favre qui a terminé le travail de relecture au titre du DSF) ;
- Benoît Vennin, le gérant d'Arole, société spécialisée dans la vente de produits phytosanitaires pour les forêts, qui a lu toutes les versions et signalé de nombreuses erreurs en évitant tout parti pris ;
- Jean-Yves Gautry, ingénieur à l'Afocel centre-ouest qui a apporté une vision un peu différente : il ne travaille pas pour la forêt publique et n'est pas professionnellement intéressé par les mêmes essences.

Pour les illustrations

- Léon Wehrlen, assistant ingénieur au Lerfob, unité mixte de recherche Inra-Engref de Nancy, co-auteur de l'édition de 1987 et de la valise pédagogique, et qui a fourni des photos pour illustrer les fiches-espèces interférentes ;
- Gilles Bergevin, dessinateur au Cemagref à l'époque de l'édition précédente et auteur de dessins repris dans l'actuelle version ;
- Yves Maire, formateur exerçant les fonctions de dessinateur à l'ONF-CNFF à l'époque de la réalisation de la valise pédagogique sur les herbicides, certains dessins ayant également été réutilisés ;
- Michel Maurel de la société Tecnomatix et Audrey Courcelaud de l'ONF à Vierzon pour la fourniture de photos concernant le matériel de pulvérisation ;
- Catherine Cluzeau, ingénieur à l'Inventaire forestier national à Nancy qui a fourni des données et les cartes des fiches « espèce à contrôler » ;

Les responsables des homologations au service de la protection des végétaux au ministère de l'Agriculture et de la Pêche qui, par leur travail, ont permis la remise en ordre des autorisations de ventes pour les usages en forêt qui permet une présentation plus simple et beaucoup plus claire des herbicides utilisables.

Les membres du groupe Columa-ZNA Forêts en dehors de ceux déjà cités précédemment ; chacun représente une firme de l'industrie agro-pharmaceutique : par ordre alphabétique, Fabrice Blanc (Syngenta), Bernard Coudin (BASF), Philippe Detroux (Chimac-Agriphar), Yann Fichet (Monsanto), Jean-Louis Leca (DowAgrosciences), Lionel Orcel (Nufarm), Jean Richard (Du Pont de Nemours), Daniel Vernier (Bayer Cropscience).

Les collègues forestiers qui m'ont fourni des exemples précis de stratégies d'emploi :

Alain Berthelot (Afofel, sur le sujet peuplier), Loïc Cotten (Cafsa, itinéraire Pin maritime), Philippe Lautreau et Jérôme Piat (ONF, DT IDF – NO, sur châtaignier et hêtre), Isabelle Vinkler (Inra, ex-STIR NE de l'ONF, sur le contrôle de la Clématite), Alain Brondeau et Jean Hivert (ONF de La Réunion, contrôle de plantes exotiques envahissantes).

Les nombreux forestiers de terrain qui ont accueilli dans leurs forêts mes essais d'herbicides tout au long des deux décennies de ma carrière d'expérimentateur, qu'ils soient en poste à l'ONF (ceux de la forêt domaniale d'Orléans, en tant que voisins, ont beaucoup donné) ou gestionnaires de forêts privées ; sans cette aide, il n'aurait pu être question d'essai ni de guide pratique.

Enfin, les personnels techniques, avec une pensée plus particulière pour les anciens collègues de l'équipe pépinière de Nogent et pour ceux des pépinières administratives de Guéméné-Penfao et de Peyrat-le-Château, qui ont fourni les plants, ou participé aux essais testant la sensibilité d'essences forestières aux herbicides, et aux personnels administratifs du groupement de Nogent-sur-Vernisson du Cemagref qui, par leur travail, m'ont permis de poursuivre en m'épargnant souvent des tâches bien ingrates.

Sommaire

Avant-propos	3
Note de l'auteur	6
Remerciements	7
Gestion de la végétation accompagnatrice : quelle place pour les herbicides ?	11
Environnement, économie, demande sociale, gestion forestière durable et herbicides	11
Pourquoi gérer la végétation accompagnatrice ?	15
Principes de gestion de la végétation accompagnatrice dans le cadre d'une lutte raisonnée (H. Frochot)	20
Quelles interventions sont possibles pour contrôler l'accompagnement ?	23
Dynamique végétale et successions naturelles	28
La démarche du diagnostic, identification et évaluation du besoin d'intervention (A. Gama et L. Nicolas)	28
Comportement des herbicides : effets directs et indirects dans le milieu forestier (H. Frochot)	31
Comportement des herbicides : devenir dans la plante et dans le milieu	31
Applications d'herbicides : importance des stades phénologiques	42
Sensibilité des espèces aux herbicides	44
Conséquences des modes d'action des herbicides sur la mise en œuvre des traitements	48
Toxicité des herbicides	51
Effets directs des herbicides sur le milieu forestier (Y. Dumas)	56
Effets indirects des herbicides sur le milieu forestier (Y. Dumas)	64
Spécialités commerciales : caractéristiques, mise sur le marché, conditions d'application	71
Composition	71
Présentation	75
Associations, mélanges et emploi d'adjuvants	76
Procédures d'homologation dans le cadre européen	77
Agrément des distributeurs et des applicateurs	84
Stockage et transport sur route	85

Mise en œuvre : réalisation de traitements herbicides	91
Choix de la technique et du matériel d'application	92
Réalisation du traitement : aspects pratiques	123
Solutions herbicides pour la gestion de la végétation d'accompagnement	129
Préparation	130
Dévitalisation	137
Dégagement	139
Prix de revient d'un traitement herbicide	153
Ordres de grandeur de prix de revient de traitements, à titre indicatif	154
Observations sur certains éléments du prix de revient des traitements	156
Les économies possibles	157
Quelques exemples de stratégies d'emploi	159
Installation ou réinstallation de peuplements résineux	159
Régénération naturelle de chênes : cas de la chênaie atlantique	162
Régénération naturelle d'un taillis de châtaignier	164
Régénérations de hêtre	166
Installation de peupliers (boutures ou plançons) et leur entretien	168
Stratégie pour le contrôle de la clématite	171
Méthodes de lutte contre des plantes exotiques envahissantes	173
Aide à la gestion d'espaces naturels	176
Annexes	179
Fiches des espèces interférentes (Y. Dumas)	181
Tableau des herbicides homologués pour les usages en forêt	223
Fiches par substance active	225
Réglementation encadrant l'utilisation des produits phytosanitaire	285
Sites internet pour les produits phytopharmaceutiques	291
Constructeurs ou importateurs de matériels utilisables pour l'application d'herbicides en forêt	296
Méthode de calcul des prix de revient	298
Glossaire	301
Documents de référence	308
Bibliographie	309
Centres antipoison et de toxicovigilance	316
Fiche traitement type	318

Gestion de la végétation accompagnatrice : quelle place pour les herbicides ?

La maîtrise de la végétation accompagnatrice est une clé du succès de la conduite des peuplements forestiers, et pas seulement des performances de croissance dans des systèmes de production soutenue. Elle utilise différents outils parmi lesquels les herbicides qui posent des questions de différents ordres : technique, économique ou environnemental. Ce document cherche à donner les informations nécessaires pour permettre aux gestionnaires d'utiliser les herbicides à bon escient en respectant le milieu et les diverses fonctions de la forêt. Aussi, avant d'entrer dans les chapitres plus techniques, est-il nécessaire de fixer le cadre des interventions et de l'utilisation des herbicides dans un contexte forestier élargi.

Environnement, économie, demande sociale, gestion forestière durable et herbicides

Rappel de quelques définitions

LA GESTION FORESTIÈRE DURABLE

La gestion durable a été définie en 1992, lors de la conférence de Rio comme « une pratique qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ».

En ce qui concerne la gestion forestière, la notion a été précisée, continent par continent, lors de différentes conférences : Helsinki pour l'Europe, Montréal pour l'Amérique du Nord, Tarapoto pour l'Amérique du Sud.

En Europe, le processus, initié à Strasbourg dès 1990, a été institué lors de la conférence d'Helsinki en 1993 et précisé ensuite à Lisbonne.

La gestion forestière durable en Europe doit répondre aux six grands critères définis à Helsinki :

- maintien des capacités de production biologique,
- maintien du bon état sanitaire,
- satisfaction de la fonction de production de bois,
- respect de la biodiversité,
- protection du sol et des eaux,
- fourniture de diverses « aménités » (accueil, paysage...).

Si ces règles ont été récemment édictées, les forestiers sont sensibilisés à la plupart de ces critères depuis quelques siècles (le corps des Eaux et Forêts a été créé au XIII^e siècle, sous Philippe le Bel). Le métier même de forestier et le fondement de la sylviculture consistent, certes, à récolter le bois mais aussi à régénérer la forêt et à la réinstaller là où elle avait disparu (incendie, surexploitation, affectation du

sol à d'autres usages). En effet, en France, depuis 1850, la surface forestière est remontée de huit à quinze millions d'hectares.

Dans un pays comme la France, la sylviculture est une activité très encadrée par de nombreux organismes publics ou privés et par la réglementation. Celle-ci n'était pas sans prendre en compte un certain nombre de critères de gestion durable, mais ces aspects ont été recadrés et améliorés à l'occasion de discussions lors de la mise en place de la certification.

LA MISE EN PLACE DE SYSTÈMES DE CERTIFICATION

L'objectif de ces démarches est de garantir aux citoyens et aux usagers que la forêt est gérée selon les critères qui ont été définis dans le cadre des conférences internationales citées au paragraphe précédent et que les bois et services qui sont offerts ont été produits en respectant les règles et les normes fixées dans ce contexte.

À partir de ces définitions plusieurs procédures de certification de gestion durable des forêts ont été créées. Actuellement, deux systèmes internationaux prédominent : FSC (*Forest Stewardship Council*) et PEFC (à l'origine *Pan European Forest Council* devenu Programme européen des forêts certifiées). Ils recouvrent des réalités et des approches assez différentes.

FSC est l'organisation la plus ancienne, créée en 1993 par WWF (à l'origine *World Wildlife Fund*), *Greenpeace* et *Friends of the Earth*. Sa stratégie consiste à utiliser les mécanismes du marché afin de promouvoir la gestion durable des forêts. À l'origine la démarche visait essentiellement la protection des forêts tropicales mais elle a rapidement été étendue à d'autres régions du Monde. Cette organisation a été la première à mettre en place le concept de « bois certifié » qui apporte au consommateur des garanties sur la gestion des forêts et sur la traçabilité de produits à base de bois. Fin avril 2006, les surfaces forestières gérées selon les critères FSC représentaient 73,9 millions d'hectares dans 72 pays.

PEFC a été créé en Europe en 1999 par des forestiers qui considéraient que le schéma FSC n'était pas adapté à la structure des forêts européennes. Le système PEFC constitue, en fait, un cadre de reconnaissance mutuelle de systèmes de certification nationaux. La certification PEFC est basée sur un engagement individuel et volontaire des adhérents. Toutefois, c'est la communauté régionale des membres qui est certifiée dans son ensemble. En plus des procédures de contrôle prévues (audits), la méthode PEFC favorise des mécanismes d'auto-surveillance, les adhérents étant solidaires de la garantie collective apportée.

PEFC mise sur une transparence totale : tous les documents de référence, toutes les chartes d'engagement ainsi que la liste des propriétaires adhérents à cette certification sont librement accessibles au public. Fin mai 2006, la certification PEFC pour la gestion durable des forêts couvrait 190,8 millions d'hectares dans 21 pays.

LA MARQUE PEFC

La certification PEFC, la plus courante en Europe, s'inscrit dans une démarche de normalisation ISO (*International Standard Organisation*) :

- norme de qualité ISO 9 000 pour le fonctionnement des sites de production ;
- norme ISO 14 000 pour leur impact sur l'environnement.

En France, il s'agit d'une marque, d'un logo, mais pas d'un label (chez nous cette appellation a un sens bien défini sur le plan réglementaire dans le

domaine de l'agroalimentaire) ; ce n'est pas non plus une marque de qualité technique du bois.

La présence du logo PEFC (depuis début 2003) atteste que le bois des produits marqués a été récolté dans des forêts dont les propriétaires se sont engagés à respecter les règles de la gestion forestière durable. Elle garantit également que les industriels qui ont assuré la transformation ont satisfait aux obligations de la chaîne de contrôle PEFC.

Cette marque appartient collectivement à l'organisation PEFC, site Internet www.pefc.org et dont le siège est installé 17, rue des Girondins, L-1626 Luxembourg.

Les associations nationales PEFC en sont les dépositaires. Pour la France, il s'agit de PEFC France, 6, avenue de Saint-mandé, 75012 PARIS, tél.-fax : 01 43 46 57 15, courriel : pefc.France@wanadoo.fr

La certification PEFC est délivrée, en France, par des organismes certificateurs indépendants et dûment accrédités par le Comité français d'accréditation (COFRAC) qui vérifie en toute impartialité la compétence des organismes certificateurs.

Les règles de la gestion forestière durable PEFC ont été élaborées dans un large esprit de concertation associant l'ensemble des groupes d'intérêts concernés par le bois et la forêt. Elles ont été négociées région par région pour permettre une adaptation aux situations particulières en trouvant le plus juste équilibre entre les impératifs des fonctions écologique, économique, sociale et culturelle des forêts.

Le schéma de certification forestière est révisé tous les cinq ans et un audit vérifie sa conformité au cadre de PEFC (conseil PEFC).

Les partenaires : PEFC regroupe aux côtés des propriétaires (quelle que soit la taille de la propriété), des gestionnaires de forêts et des industriels de la transformation, les représentants des principales associations environnementales françaises : France Nature Environnement, Ligue pour la protection des oiseaux, Espaces naturels de France et Fédération nationale des parcs naturels régionaux. La diversité des membres permet, à chaque niveau des instances nationales ou régionales, de trouver un équilibre entre les différentes fonctions de la forêt.

Avantages et contraintes de l'adhésion à un système de certification

Il ne faut pas considérer que cette démarche est un étage de réglementation qui se rajoute à la réglementation déjà existante.

Le consensus, issu de la démarche PEFC, conduit les adhérents à s'engager à respecter la réglementation nationale existante dans leur domaine d'activité et plus particulièrement pour ce qui peut avoir un impact sur l'environnement.

Concernant l'emploi d'herbicides en forêt, l'engagement à PEFC conduit à respecter :

- la réglementation concernant la distribution et l'application des produits phytosanitaires, donc à n'utiliser que des produits ayant une autorisation de mise sur le marché pour l'usage envisagé en forêt, ne jamais dépasser la dose maximale autorisée ;
- les bonnes pratiques ou à ne faire appel qu'à des entreprises de traitement agréées disposant de personnels certifiés pour encadrer les applicateurs.

Dans le schéma français PEFC de certification forestière, l'annexe 5 s'appuie sur les recommandations de Lisbonne et, pour ce qui concerne les herbicides, il faut se reporter à la recommandation « J » qui précise que « lorsque des intrants sont nécessaires, on veille à ce qu'ils n'aient pas de répercussion néfaste pour l'environnement », ce qui passe par la maîtrise de leur qualité : composition, état physique, adaptation au travail à exécuter (tout ceci ayant été contrôlé à l'occasion des dossiers préalables à l'homologation), par le respect des doses homologuées, par la formation des opérateurs, le contrôle du matériel d'application, l'élimination et le recyclage des emballages, des déchets (cf. charte de qualité, point « M »).

Pour être plus précis, citons, par exemple, les points concernant l'emploi des herbicides que les adhérents à PEFC en région Aquitaine s'engagent à respecter. En fait deux codes co-existent, un pour les propriétaires, l'autre pour entrepreneurs de travaux sylvicoles ; concernant les traitements herbicides, ils sont très proches et voici ce qu'ils imposent :

- ne pas procéder à l'application de produits phytopharmaceutiques dans les ripisylves, les zones protégées pour le captage des eaux potables (périmètres immédiats et rapprochés) et les habitats remarquables définis par les lois et règlements dans la mesure où ils peuvent être identifiés par l'adhérent, leurs caractéristiques lui ayant été communiquées. Cette restriction sera levée en cas de traitement collectif consécutif à une infestation déclarée par les autorités ;
- limiter l'utilisation des herbicides aux peuplements forestiers de moins de quatre mètres de haut, à des fins de débroussaillage et pour éviter le tassement des sols fragiles par le passage répété d'engins (exception sera faite en cas d'expérimentation en liaison avec un suivi scientifique et sur des surfaces limitées pour des peuplements en cours de régénération en vue de favoriser la régénération naturelle) ;
- prendre des mesures de gestion visant à optimiser la production de bois et/ou à limiter les risques d'incendie et d'attaques parasitaires (les herbicides peuvent être utilisés dans ce cadre pour des interventions d'entretien) ;
- respecter l'état et la qualité des cours d'eau et fossés d'assainissement en évitant tout rejet ou comblement (respect des zones sensibles ou à protéger, notamment les zones humides, dont le propriétaire doit communiquer la localisation aux entreprises préalablement à tous travaux) ;
- lorsque le propriétaire n'effectue pas lui-même les travaux, il fait appel à des entreprises qui ont adhéré aux codes de pratiques de gestion durable qui les concernent ou s'assure qu'elles ont pris les dispositions nécessaires pour les respecter ;
- prendre toutes dispositions pour récupérer les emballages vides ainsi que les déchets non organiques et les évacuer en dehors du site des travaux en se soumettant aux dispositions applicables pour leur recyclage ou leur élimination, et en conservant les preuves documentaires afférentes ;
- d'une manière générale, à mettre en œuvre les dispositions précédentes et à conserver les documents afférents au chantier (achat de produits, de matériels, prestations de services...) pendant une durée minimum de cinq ans ; il s'engage à présenter ces documents à toute demande de l'entité régionale ou de l'organisme certificateur lors de ses contrôles par sondage sur le terrain ;
- à utiliser des équipements de sécurité homologués et, d'une manière plus générale, des matériels adaptés et conformes aux normes et règlements en vigueur ; à respecter l'entretien et la maintenance du matériel pour limiter les risques de pollution et éviter les départs de feu ; à veiller à la formation du personnel et au respect des consignes de sécurité nécessaires ;

– si le propriétaire exécute lui-même des travaux sur sa propriété, il tient à jour un carnet de bord qui récapitule les travaux effectués, les dates de réalisation et les parcelles concernées.

Une gestion forestière durable a nécessairement des incidences économiques, mais celles-ci n'ont pas entraîné un renchérissement des coûts tel qu'il soit perceptible par l'utilisateur final. D'un autre côté, les bois certifiés n'échappent pas à la logique commerciale de l'offre et de la demande. L'objectif des organismes certificateurs est cependant que les bois certifiés couvrent la majorité de la production.

Avec la mise en place d'une écocertification, la filière bois est la première filière professionnelle à généraliser, en France, une démarche de développement durable. Un intérêt du système est qu'il permet aux consommateurs de peser efficacement en prenant leur décision d'achat. De nombreux pays hors Europe regardent la démarche avec intérêt et souhaitent s'en inspirer. Si la démarche adoptée ne lutte pas contre la déforestation (le problème ne se pose pas en Europe), elle contribue à diffuser l'idée de la gestion forestière durable à toute la planète.

Pourquoi gérer la végétation accompagnatrice ?

La végétation accompagnatrice est constituée de l'ensemble des espèces végétales présentes à côté des essences forestières destinées à la production, encore appelées essences objectif (Frochet *et al.*, 2002a).

Dans les peuplements forestiers évolués, elle se présente en groupements phyto-sociologiques bien structurés, composés d'espèces d'ombre ou de demi-ombre, herbacées ou arbustives, qui caractérisent les stations. Dans les coupes forestières ou les parcelles perturbées, comme en zone post-tempête ou post-incendie, la végétation accompagnatrice est composée d'une profusion d'espèces forestières et de plantes ubiquistes dispersées par le vent ou les animaux. Dans ces zones, elle est souvent fortement dominée par des espèces héliophiles herbacées et arbustives plus ou moins envahissantes. Dans les plantations hors-forêt, comme des reconversions de terres abandonnées par l'agriculture ou des plantations d'alignement, elle est composée d'espèces herbacées de friches ou d'anciennes cultures, souvent dominées par les graminées pérennes.

Ces différents types de végétation interagissent avec les arbres forestiers, avec des effets très variables selon l'âge et les dimensions des arbres, la station, l'histoire du peuplement et de la parcelle. Les effets les plus redoutables se situent au moment de l'installation ou du renouvellement des peuplements. À ce stade, les jeunes arbres, semis ou plants, rentrent en concurrence avec une végétation spontanée, vigoureuse et bien installée. La justification et le type d'intervention sur la végétation sont dictés par l'analyse de l'ensemble des paramètres régissant les relations réciproques entre ces deux constituants du milieu végétal auxquels s'ajouteront des considérations économiques, environnementales ou sociales.

Aussi est-il nécessaire dans un premier temps de bien connaître les grandes lignes des interactions entre la végétation accompagnatrice et les essences objectif (Balandier *et al.*, 2006).

Compétition et autres effets inhibiteurs

Les plantes partageant le même milieu entrent en compétition pour les ressources ; quand celles-ci sont disponibles en quantité trop faible pour subvenir aux besoins de tous les végétaux présents, un risque de carence apparaît pour les plus faibles ou les moins bien placés. **La compétition se manifeste pour l'eau, les éléments nutritifs et la lumière.**

EAU ET ÉLÉMENTS NUTRITIFS

La compétition pour l'eau et pour les éléments nutritifs est la plus intense pour des plantes dont les systèmes racinaires sont situés dans les mêmes horizons. Ainsi, en milieu ouvert, la végétation herbacée représente une forte compétition potentielle pour les jeunes peuplements forestiers, du fait de sa capacité à établir rapidement un réseau racinaire superficiel dense, situé au même niveau que les racines des jeunes arbres. Cette situation défavorable pour les plants forestiers dure aussi longtemps que leurs racines n'ont pas plongé en dessous de celles des espèces herbacées et trouvé des ressources dans un horizon plus profond. Il faut noter que des racines de graminées peuvent atteindre 60 à 80 cm et plus en quelques semaines dans les bons sols. Les jeunes plants, ayant une vitesse de croissance racinaire généralement beaucoup plus faible, sont donc soumis à une concurrence âpre si aucune intervention n'est pratiquée.

À des stades plus avancés, les espèces arbustives ou celles du sous-étage qui prospectent des horizons plus profonds entrent également en compétition racinaire avec les jeunes arbres, eux-mêmes plus développés. Cependant, l'intensité de la compétition souterraine est alors généralement moindre qu'avec la strate herbacée.

Par sa situation en surface, la végétation herbacée a plus de facilité pour prélever les éléments nutritifs, plus abondants dans les horizons superficiels des sols forestiers, et surtout pour intercepter l'eau de pluie à son profit (Balandier *et al.*, 2005, Collet *et al.*, 1996 et 1999). Les graminées pérennes notamment peuvent représenter une véritable barrière à l'eau provenant des précipitations, ce qui, dans les sols à faible réserve hydrique, prive l'arbre de la majeure partie de sa ressource en eau pendant la période estivale. Certaines dicotylédones herbacées en tapis dense, comme le trèfle, en reprise de terres agricoles par exemple, peuvent entrer en compétition intense pour l'eau. De fait, en forêt, l'eau est très souvent le facteur limitant majeur. Si bien que la concurrence exercée par les graminées et par les autres espèces grandes consommatrices d'eau est une cause importante de mortalité et de stagnation de la croissance des jeunes arbres (Coll *et al.*, 1999, 2003 et 2004, Collet 1999). Pour des arbres de plus grandes dimensions, elle peut également provoquer des pertes de production conséquentes dans les stations mal alimentées en eau. Cependant, lorsqu'il existe une nappe souterraine permanente, les espèces accompagnatrices n'ont plus d'incidence négative sur les arbres objectif, dès lors que leurs racines ont atteint la nappe.

LUMIÈRE

La compétition pour la lumière se manifeste quand la végétation accompagnatrice intercepte les rayons lumineux au-delà du seuil de tolérance à l'ombrage des jeunes arbres. Cette situation existe pour des jeunes semis ou plants noyés dans une végétation de dicotylédones herbacées, et de manière plus drastique, lorsqu'ils sont recouverts par le feuillage des formations végétales basses comme la ronce, le genêt, la fougère aigle ou par le couvert d'une strate arbustive ou d'un peuplement haut. L'intensité de la compétition pour la lumière dépend de la densité du couvert, qui contrôle la quantité d'éclairage reçu par les semis, et des caractéristiques éco-physiologiques de l'essence forestière : sa capacité à survivre dans des conditions d'éclairage très faibles (tolérance à l'ombrage), et sa capacité à reprendre son développement après remise à la lumière (Messier *et al.*, 1999). Ainsi, le hêtre et l'érable sycomore qui sont capables de survivre à l'ombre et de reprendre leur développement à la lumière s'opposent au chêne sessile. Contrairement à la compétition souterraine, la compétition pour la lumière est limitée aux périodes, plus ou moins durables, où la végétation accompagnatrice domine les jeunes arbres. Elle est plus facile à appréhender, mais elle peut avoir un effet tout aussi réducteur sur les jeunes peuplements, en causant la mortalité de l'ensemble des semis ou en réduisant la diversité spécifique par suppression des semis des espèces les plus sensibles au manque d'éclairage.

ALLÉLOPATHIE

Un certain nombre d'espèces végétales ont des effets inhibiteurs sur les semis forestiers par allélopathie, effet d'un végétal sur d'autres par le biais de composés biochimiques libérés dans le milieu. L'allélopathie est souvent difficile à mettre en évidence et à démontrer sur le terrain. Les substances émises, souvent labiles, doivent pouvoir s'accumuler en quantité suffisante pour avoir un effet. Un certain nombre de cas d'allélopathie à effet négatif ont cependant été mis en évidence comme ceux de la grande féтуque sur la régénération du sapin, de la molinie et du crin végétal sur le chêne, de la fougère aigle, de la callune et de la myrtille sur l'épicéa (Gallet et Pélissier, 2002). Dans la plupart des cas, les effets négatifs de l'allélopathie et de la compétition pour les ressources se cumulent, et conduisent à la mortalité ou à un blocage de la croissance. Dans le cas des éricacées, en particulier de la callune, les composés émis, de nature phénolique, sont stables. Ils ralentissent la dégradation des litières et perturbent la nutrition azotée. Ils peuvent mettre en péril les plantations d'épicéas et d'autres résineux dans les stations les plus pauvres.

DOMMAGES

Les dommages physiques générés par la végétation accompagnatrice sont généralement bien estimés. Ils peuvent être spécifiques comme l'effet « étrangleur » du chèvrefeuille, dont les vrilles lignifiées empêchent la conduction de la sève, entraînent des déformations et peuvent conduire à la mortalité des jeunes arbres. Mais le cas le plus commun est l'écrasement des jeunes arbres sous la masse végétale. L'écrasement peut se produire avec des espèces accompagnatrices herbacées ou arbustives à structure molle, qui se développent en nappes au-dessus des plants (exemple : mélilot, morelle, ronce...) ou avec des plantes dont l'appareil aérien sénescence s'effondre sur les semis en hiver (exemple : fougère, certaines vesces...). Avec les plantes grimpantes, s'ajoute la capacité à s'agripper aux rameaux et à courber les jeunes tiges, à l'exemple de la clématite. Dans ce cas, le recouvrement des arbres peut

durer de très nombreuses années, et conduire à des situations de blocage de la régénération si rien n'est fait. La neige augmente les effets d'écrasement et conduit également à des déformations de tiges dans les régions où elle est abondante. Les effets de l'écrasement s'ajoutent généralement à d'autres effets négatifs comme la compétition pour la lumière (fougère, clématite, ronce...) ou l'augmentation de la sensibilité des jeunes arbres aux maladies.

EFFETS INDIRECTS

La végétation accompagnatrice peut être la cause d'effets inhibiteurs indirects des régénérations, parfois difficiles à déceler. Elle crée un habitat favorable à des organismes agresseurs. C'est en particulier le cas pour les micro-mammifères qui rongent les racines ou l'écorce des jeunes plants. Les espèces varient avec le milieu : le campagnol terrestre est fréquent dans les milieux ouverts du Nord-Est, en particulier en déprise agricole, où il provoque des dégâts importants. En forêt, le campagnol agreste est inféodé aux graminées et le campagnol rous-sâtre aux milieux arbustifs et aux rémanents. Les dégâts les plus importants sont observés lorsque les plants sont en mélange intime avec la végétation. L'éloignement de la végétation, par exemple par un désherbage autour des plants, se traduit par une réduction conséquente des dégâts de ces campagnols. La végétation peut servir d'hôte alternant à des agresseurs, comme certaines espèces de cicadelles qui endommagent des jeunes plants feuillus en pondant dans l'écorce de jeunes tiges. La végétation accompagnatrice peut aussi favoriser certains pathogènes par modification du microclimat.

Les plantes parasites prélèvent les éléments nutritifs directement dans l'hôte et l'affaiblissent. Le gui entraîne ainsi des pertes de croissance importantes et des mortalités directes (souvent à la suite d'un épisode climatique sec) ou indirectes par maladies. Le gui provoque en outre des dégâts importants dans le bois, et le rend impropre à une utilisation traditionnelle (Frochot, Sallé, 1980, Sallé *et al.*, 1993).

Effets auxiliaires

La végétation accompagnatrice est une source d'effets bénéfiques pour les jeunes arbres forestiers, effets qu'on regroupe sous le nom d'effets auxiliaires.

PROTECTION MICROCLIMATIQUE

En créant une protection latérale contre les vents desséchants ou un abri contre un ensoleillement excessif, la végétation d'accompagnement réduit l'évapotranspiration des jeunes arbres, permet une meilleure régulation stomatique et entraîne ainsi une réduction de leur consommation en eau, voire une réduction des risques de détérioration de leur appareil conducteur par embolie. L'effet bénéfique est cependant limité par la présence du système racinaire de la végétation servant d'abri qui prélève de l'eau aux dépens des essences objectif.

La végétation accompagnatrice qui couvre des jeunes arbres les protège également des gels tardifs de printemps, lors des nuits froides et claires à fort rayonnement. Son feuillage forme en effet un écran au rayonnement nocturne dont il réduit sensiblement l'effet refroidissant (sur le hêtre par exemple, Ningre, 2006).

Par ailleurs, un couvert végétal régulier et dense retient la couche d'air froid à son sommet et protège ainsi les jeunes arbres situés en dessous dans une

couche d'air plus chaude. En revanche, lorsque les semis arrivent au niveau du couvert, le risque de gel des jeunes pousses est maximum. À ce stade, un recépage de la végétation de bourrage, en ramenant la couche d'air froid au niveau du sol, réduit le risque de gel des pousses.

EFFET SUR LE PORT DES JEUNES ARBRES

Le rôle éducateur de l'accompagnement ligneux sur les feuillus est bien connu. La réduction de l'éclairement latéral, par une strate arbustive contrôlée (gainage), réduit le nombre et la dimension des rameaux et favorise la résorption des fourches (Collet et Frochot, 1992 ; Collet *et al.*, 1998). Une réduction modérée de l'éclairement peut augmenter l'allongement de la tige, mais il s'accompagne d'une diminution de l'accroissement radial de celle-ci et d'une réduction de croissance de la biomasse racinaire (sur le chêne par exemple, Collet *et al.*, 1998). Lors d'une diminution encore plus forte de l'éclairement, les plants dominés n'arrivent plus à assurer une photosynthèse suffisante. Les effets bénéfiques du gainage sont ainsi limités à un niveau d'éclairement qui doit rester suffisant pour le développement de l'essence objectif.

PROTECTION CONTRE LES DÉGÂTS DE GIBIER

La végétation arbustive protège physiquement les plants des dégâts des cervidés, abrutissement et frottis, en rendant difficile l'accès aux jeunes arbres par les animaux. Elle représente un apport important et varié de nourriture, et peut réduire ainsi la prédation sur les jeunes plants. La ronce et le lierre en particulier ont un rôle fondamental comme ressource alimentaire en période hivernale.

EFFETS AUXILIAIRES INDIRECTS

La végétation accompagnatrice peut avoir des effets auxiliaires indirects en limitant la concurrence par occupation du terrain. Des espèces qui occupent l'espace peuvent en effet empêcher l'installation d'autres espèces qui seraient plus concurrentes pour les jeunes arbres. Un couvert de dicotylédones variées ou arbustif, par exemple, est généralement mieux toléré par les jeunes plants feuillus qu'un tapis de graminées pérennes, parce qu'il exerce une moins forte concurrence pour l'eau. Un couvert arboré léger peut réduire le développement des espèces héliophiles envahissantes et permettre le développement des semis forestiers, plus tolérants à l'ombrage.

La végétation a également des effets auxiliaires, plus discrets ou moins décrits, comme réservoir de prédateurs des parasites ou comme milieu défavorable à certaines maladies. Par exemple, un accompagnement ligneux permet de réduire l'intensité des attaques d'oïdium sur le chêne, ce champignon préférant un milieu plus ouvert (Demolis et Jamey, 1988).

Bilan des effets inhibiteurs et auxiliaires sur les peuplements forestiers

AU STADE DE L'INSTALLATION

Généralement, dans le jeune âge, les effets inhibiteurs l'emportent sur les effets auxiliaires. C'est le stade le plus sensible. La végétation peut conduire à des blocages de régénération, avec stagnation de la croissance et mortalité des semis ou des plants. Elle entraîne un allongement de la période d'exposition

des jeunes arbres aux risques liés aux aléas climatiques, aux herbivores et à divers autres agresseurs. Un accompagnement végétal trop concurrent peut augmenter très sensiblement le coût des interventions jusqu'à l'établissement d'un peuplement de deux à trois mètres de haut. Les effets auxiliaires dus à une végétation plus favorable réduisent les effets inhibiteurs, mais sans les supprimer totalement. Ces situations de blocage sont plus marquées au départ dans les stations plus fertiles, mais sont moins durables que dans les stations plus pauvres, si les jeunes arbres ont réussi à s'installer. Dans tous les cas une avance donnée aux semis ou aux plants par rapport à la végétation est un atout essentiel pour leur avenir. Toutefois, un couvert peut contrôler suffisamment la végétation héliophile inhibitrice et permettre l'installation des semis si l'ombrage ou l'accompagnement idéal est trouvé.

CROISSANCE ET PRODUCTION

La réduction de croissance due à la végétation accompagnatrice est la plus marquée quand les peuplements sont jeunes. Elle diminue quand augmente la dimension relative des arbres objectif par rapport à la végétation. Les pertes de production peuvent être encore perceptibles au stade adulte dans des peuplements clairs ou à faible densité en absence de réserves hydriques conséquentes. Le cumul des pertes de croissance initiale, dues à la végétation d'accompagnement, peut être très important et se traduire par un allongement de la rotation d'un certain nombre d'années.

ÉDUCATION ET QUALITÉ

La végétation structurée en abri latéral bien dosé contrôle la branchaison et améliore la qualité des tiges des arbres objectif sans perte de croissance. Dans les stations à bonne réserve hydrique, elle peut être bénéfique dès le plus jeune âge du peuplement. Dans d'autres cas, elle entraîne une compétition hydrique qui limite l'intérêt de ses effets auxiliaires. Le dosage de l'abri est donc très délicat, on peut améliorer la forme, donc la qualité, mais en perdant en volume produit. L'art du forestier consiste à trouver le bon équilibre.

Principes de gestion de la végétation accompagnatrice dans le cadre d'une lutte raisonnée

La question du contrôle de la végétation se pose dans toutes les forêts et doit être étudiée de façon pragmatique, sans *a priori* sur telle ou telle technique, et en prenant en compte tous les facteurs sans oublier certains usages du massif qui peuvent imposer des contraintes particulières : fréquentation du public (en forêt péri-urbaine, par exemple), présence de périmètres de captage d'eau imposant une prudence encore accrue (interdiction des herbicides dans la zone même, et précautions supplémentaires en périphérie). Même si l'objectif n'est pas la production, une intervention de contrôle de la végétation accompagnatrice doit être envisagée, chaque fois que l'installation d'un jeune peuplement est menacée.

Le but recherché sera de contenir le végétal dominant quand il constitue une menace pour l'avenir du peuplement, sans chercher à l'éradiquer. En effet, l'éradication serait à tous points de vue une erreur :