

Préconisations pour limiter les impacts locaux sur la biodiversité et les ressources : chap. 12

E. Cacot, Marion Gosselin, C. Bouget

▶ **To cite this version:**

E. Cacot, Marion Gosselin, C. Bouget. Préconisations pour limiter les impacts locaux sur la biodiversité et les ressources : chap. 12. Bio2. Biomasse et Biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles, Landmann G., Gosselin, F., Bonhême, I. (eds), GIP Ecofor, p. 135 - p. 143, 2009, 978-2-914770-00-2. hal-00498688

HAL Id: hal-00498688
https://hal.science/hal-00498688

Submitted on 8 Jul 2010

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.

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable et de la Mer
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

Présent pour l'avenir

BIO 2
BIOMASSE ET BIODIVERSITÉ FORESTIÈRES

Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles

Coordination scientifique : Guy Landmann, Frédéric Gosselin et Ingrid Bonhême

ECOFOR
ECOSYSTEMES FORESTIERS

Rapport réalisé sous la coordination du GIP Ecofor

à la demande du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

Rapport de la subvention n° 000 1120

Juillet 2009

BIO 2
BIOMASSE ET BIODIVERSITÉ FORESTIÈRES

Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles

Coordination scientifique : Guy Landmann, Frédéric Gosselin et Ingrid Bonhême

Ministère de l'écologie du développement durable et de la mer
Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature
Direction de l'Eau et de la Biodiversité,
Sous-direction des Espaces Naturels,
Bureau de l'Intégration de la Biodiversité dans les Territoires
Grande Arche Paroi Sud
92055 LA DEFENSE cedex
Tél. 01 40 81 30 72

GIP Ecofor
42, rue Scheffer
75116 Paris
Tél. 01 53 70 21 41
secretariat@gip-ecofor.org

Juillet 2009

Citation conseillée :

Landmann G., Gosselin F., Bonhême I. (coord.), 2009. Bio2, Biomasse et biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles. Paris, MEEDDM-Ecofor, 210 p. (www.gip-ecofor.org)

Pour faciliter la lecture :

- les passages importants sont signalés en gras,
- les astérisques (*) signalent les termes définis dans le glossaire (annexe 3),
- les sigles sont explicités dans l'annexe 4.

Maquette : Hego communication

Mise en forme, relectures : Hego Communication, Guénaëlle Couderc

© GIP Ecofor, Paris, 2009
ISBN : 978-2-914770-00-2

CHAPITRE 12

PRÉCONISATIONS POUR LIMITER LES IMPACTS LOCAUX SUR LA BIODIVERSITE ET LES RESSOURCES

Emmanuel Cacot, FCBA,

Marion Gosselin et Christophe Bouget, Cemagref, Nogent-sur-Vernisson

1. Contexte et objectifs

Les chapitres précédents ont illustré le fait que l'intensification de la récolte de biomasse (augmentation du prélèvement en volume de biomasse par hectare lors de chaque coupe, réduction de la durée des révolutions*, etc., cf. chapitre 3) pouvait avoir des impacts biologiques, physiques et chimiques sur les écosystèmes forestiers.

Dans un souci de promouvoir une gestion durable des forêts, plusieurs acteurs importants de la filière forêt-bois ont souhaité que soient menées des réflexions et développés des « manuels » ou « guides » qui puissent aider le gestionnaire individuel ou l'acteur des aménagements en la matière. Des groupes d'experts ont établi d'une part un guide, édité par l'ADEME (Cacot *et al*., 2006) sur « *la récolte raisonnée des rémanents en forêt* » qui vise à répondre aux interrogations des sylviculteurs sur l'impact de la récolte des rémanents sur la richesse des sols des forêts et, d'autre part, des préconisations de gestion forestière favorables à la biodiversité, à la demande de l'Office national des forêts (Gosselin *et al*., 2006).

Ce chapitre s'appuie sur ces deux publications pour présenter une synthèse des préconisations qui permettraient de limiter les impacts d'une augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière. Ces préconisations sont applicables quelle que soit la gestion considérée mais s'avèreront d'autant plus primordiales que la pression de récolte augmente. Par ailleurs, un cas particulier est fait aux

préconisations pour les taillis à très courte rotation étant donné l'opportunité de développement qui pourrait leur être donnée.

2. Préconisations pour les opérations de récolte

Il existe des méthodes simples pour pallier ou au moins réduire les impacts sur le milieu des opérations de récolte de la biomasse. Ce sont des précautions à prendre par les propriétaires et gestionnaires, ainsi que par les professionnels de la mobilisation de biomasse (coopératives, exploitants, entrepreneurs de travaux forestiers…). La plupart de ces méthodes sont des mesures de bon sens, issues qualitativement – notamment pour tout ce qui traite de la biodiversité – de résultats publiés dans la littérature scientifique.

Il existe plusieurs guides pratiques cités en bibliographie d'où sont extraits les conseils donnés ci-dessous. Nous pouvons distinguer trois grands types de précautions locales :

- celles à appliquer de façon **systématique** quel que soit le chantier de récolte de biomasse concerné, il s'agit des précautions concernant la biodiversité et les mesures générales pour la prise en compte de l'environnement lors des travaux d'exploitation forestière (gestion des déchets, vidanges, franchissement des cours d'eau…) ;
- celles à adapter à chaque parcelle en fonction d'un **diagnostic préalable**, il s'agit des précautions concernant la fertilité, le tassement des sols ou les enjeux locaux de biodiversité (présence de populations ou espèces rares, par exemple) ;
- celles **à moduler selon les régions**, il s'agit des précautions à prendre sur les zones de pente (érosion) et en zone méditerranéenne (incendies).

2.1. Préconisations à caractère systématique

Mesures générales concernant l'environnement lors des travaux d'exploitation forestière

Il s'agit là de toutes les mesures de bon sens visant à réduire les impacts de l'exploitation forestière, qu'il y ait ou non intensification de la récolte :

- **réduire le risque de pollution** en stockant les hydrocarbures dans des cuves agréées et loin des zones humides ou cours d'eau, avoir à proximité des kits anti-pollution pour récupérer les hydrocarbures en cas de fuite, réaliser les vidanges des machines en atelier en récupérant les huiles usagées via des filières de recyclage, utiliser de l'huile biodégradable pour les chaînes de tronçonneuses et les huiles hydrauliques des engins… ;
- **ne pas laisser en forêt les déchets** liés à l'exploitation forestière, à l'utilisation d'engins et de tronçonneuses (chaînes et guides chaînes, bombes de peinture…), en particulier les déchets potentiellement polluants (batteries, matériels souillés par les hydrocarbures comme les flexibles ou les cartouches de graisse…), il existe des filières pour le recyclage de tous ces déchets ;
- **préserver les cours d'eau**, notamment (i) en évitant d'y circuler sans structures adaptées (tuyaux de polyéthylène haute densité, ponts mobiles…), en particulier lors du franchissement des cours d'eau (demande d'autorisation obligatoire), et (ii) en câblant les arbres de bordure des cours d'eau pour éviter de circuler à proximité avec des engins lourds… ;
- **préserver les milieux humides, comme les mares et les tourbières : les contourner et ne pas y déposer de rémanents ;**
- **réduire les nuisances sonores et les dérangements de la faune sauvage**, en particulier les espèces protégées en décalant par exemple l'exploitation en période de nidification et mise-bas, en respectant les zones protégées (réserves naturelles, sites classés…) ;
- **limiter la surface parcourue sur les parcelles,** en raisonnant les itinéraires de débardage (cloisonnements) et en adaptant aux conditions de terrain les modalités de débardage : dans les milieux les plus sensibles, on préfèrera le débardage par câble, petite mécanisation ou trait animal.

Mesures spécifiques concernant la biodiversité liée aux bois morts

Sans entrer dans les détails techniques, différents conseils peuvent être préconisés pour réduire l'impact de l'intensification de la récolte forestière sur la biodiversité :

- **laisser du bois mort en place**, sous différentes formes (gros bois / petits bois, bois dépérissants sur pieds / chandelles / arbres morts au sol…) et d'essences variées ; il existe à l'étranger des pratiques artificielles pour créer des bois morts dans une coupe rase de résineux (figure 1) ;
- **respecter l'intégrité des bois morts** en cours de décomposition sur place, notamment en évitant de rouler ou de faire passer des grumes sur les grosses pièces de bois se trouvant sur le sol ;
- **ne pas récolter la totalité des rémanents ou éviter de les brûler** ; en règle générale, éviter une récolte de 100 % de la biomasse aérienne d'un peuplement, en particulier : (i) ne pas éradiquer le sous-bois ; (ii) laisser les purges en forêt ; (iii) limiter la récolte de menus bois et branches aux peuplements sur sols les plus riches, hors coupes de régénération, et en priorité sur peuplements présentant des risques phytosanitaires avérés ;
- **conserver au moins un vieil arbre par hectare**, si possible par îlots de sénescence ;
- **conserver quelques houppiers non démembrés ;**
- éviter de conserver en forêt des piles de bois ou des arbres abattus pendant la période d'essaimage des insectes saproxyliques (d'avril à septembre, avec un pic vers mai-juin), car ces bois constitueront des pièges pour les larves que les femelles seront venues pondre, attirées par les kairomones émis par ces bois morts.



Figure 1. Exemple de bonne pratique mise en place aux États-Unis ou en Suède et à évaluer pour la France : couper volontairement à quelques mètres de hauteur des arbres pour laisser quelques chandelles « artificielles » par hectare.

2.2. Préconisations basées sur un diagnostic préalable

La fertilité chimique des sols

Certains sols présentent une bonne richesse minérale avec des processus biogéochimiques dynamiques, d'autres pas. Un des principes de base est de raisonner la récolte des rémanents, fortement concentrés en éléments minéraux, selon les potentialités des sols (chapitre 10). Le guide ADEME « La récolte raisonnée des rémanents en forêt » (Cacot *et al.*, 2006) propose ainsi une classification des sols en 3 niveaux de potentialité à supporter une intensification de la récolte forestière.

Deux critères d'identification sont essentiels pour la classification de ces sols : le type d'humus et la texture dominante à 20 cm de profondeur. Le pH de l'horizon A et la présence de calcaire actif viennent

renforcer le diagnostic humique (tableau 1). D'autres critères, comme les plantes indicatrices, permettent d'affiner la classification.

Tableau 1. Diagramme de potentialité des sols à supporter une intensification de la récolte forestière en fonction de la texture et du niveau trophique.

S Pôle sableux	**S1**		**S2**					
L Pôle limoneux	**L1**		**L2**		**L3**			
A Pôle argileux			**A1**		**A2**		**K**	
Calcaire actif	Pas d'effervescence de la terre fine à HCl dilué							Effervescence
pH hor. A	<4	]4-4,5]	]4,5-5[	[5-5,5[	[5,5-6[	[6-6,5[	[6,5-7[	>7
Humus	**Mor Dysmoder**	**Moder**	**Dysmull**	**Oligo-mull**	**Méso-mull**	**Eu-mull**	**Mull calcique**	**Mull carbo-naté**

Potentialité faible Potentialité moyenne Potentialité forte

Pour chacun des types de sol, des conseils spécifiques de récolte des rémanents sont établis (tableau 2).

Tableau 2. Conseils spécifiques à chaque type de sol pour la gestion des rémanents.

	Sols à faible potentiel	**Sols à potentiel moyen**	**Sols à fort potentiel**
Capacité du sol vis-à-vis de la production sylvicole	Diminution de la production forestière en cas de récolte de rémanents	Diminution de la production en cas de récolte répétée des rémanents (au-delà d'une récolte par révolution en général)	Sol pouvant supporter une sylviculture relativement intensive
Pratique de fertilisation conseillée	Fertiliser après récolte des rémanents avec une quantité égale à 1,5 fois les exportations	Au-delà d'une récolte des rémanents par révolution, fertiliser avec une quantité minérale égale aux exportations	Pas de fertilisation compensatoire nécessaire
Pratique de gestion des rémanents	Laisser sécher les rémanents sur coupe 4 à 6 mois avant leur récolte		

Ces recommandations de récolte et de compensation présentées dans le guide ADEME sont basées sur une analyse du bilan minéral, c'est-à-dire les quantités minérales entrantes dans l'écosystème (apports atmosphériques et altération de la roche mère) desquelles sont déduites les quantités sortantes (récolte de biomasse et pertes par drainage). Ces bilans sont établis sur la durée d'un cycle sylvicole pour tous les éléments minéraux (azote, phosphore, calcium…). S'ils sont négatifs (flux sortants > flux entrants), c'est à terme la croissance et la production du peuplement qui en pâtiront. Ils varient suivant les essences, le type de peuplement, les sols… Les pratiques de récolte des rémanents sont donc à affiner au cas par cas. Ainsi, en taillis ou taillis sous futaie, il faudra laisser au moins 30 ans entre deux récoltes des arbres entiers (troncs + branches) sur sols moyennement sensibles, alors que sur sols faiblement sensibles, la durée

entre deux récoltes de rémanents pourra être réduite à 15-20 ans (voir Cacot *et al.*, 2006 pour plus de détails).

Le tassement des sols

Contrairement au diagnostic précédent qui, une fois qu'il est fait, reste immuable pour le sol d'une parcelle donnée (au moins à l'échelle humaine), le diagnostic de la sensibilité des sols au tassement prend en compte un paramètre très important : l'humidité du sol qui, elle, est variable au cours des saisons et suivant les conditions climatiques précédant la période d'exploitation. Le diagnostic et la définition des mesures de précaution à prendre ne peuvent donc être réalisés que peu de temps avant les travaux d'exploitation.

Cependant, certaines caractéristiques permanentes des sols permettent de définir *a priori* une sensibilité potentielle des sols :

- sols peu sensibles toute l'année (cas des sols très sableux ou très caillouteux non hydromorphes) ;
- sols très sensibles toute l'année (cas des tourbières et autres sols avec traces d'hydromorphie permanente) ;
- sols sensibles une partie de l'année (autres cas).

Au sein de cette dernière classe, il est possible de distinguer des sols plus sensibles que d'autres et pour lesquels il conviendra d'être particulièrement vigilant : les sols à texture dominante limoneuse et/ou présentant des traces d'hydromorphie à moins de 50 cm de profondeur.

Pischedda *et al.* (2009) distinguent ainsi plusieurs classes de sensibilité des sols au tassement suivant l'état hydrique du sol, sa texture et sa charge en éléments grossiers (tableau 3).

Tableau 3. Classification des sols selon leur sensibilité au tassement.

EG : éléments grossiers

		Etat d'humidité			
		Sol sec sur 50 cm de profondeur	Sol frais	Sol humide	Nappe d'eau présente à moins de 50 cm de la surface
Texture	Sol très caillouteux (EG ≥ 50 %)				
	Sol très sableux (Sable ≥ 70 %)				
	Argile dominante				
	Limon dominant et sable limoneux				

Pour chaque classe sont formulés des conseils spécifiques (ici en bref) :

Pas de restriction pour la circulation des engins sur cloisonnements (à ouvrir si nécessaire)

Tous les systèmes d'exploitation forestière peuvent être mis en œuvre

Circulation sur cloisonnements possible avec précautions (utilisation d'accessoires type pneus larges et tracks) et/ou mettre les rémanents sur les cloisonnements

Aucun passage d'engins terrestres.

Utiliser les systèmes alternatifs (petite mécanisation, câble aérien)

Un des conseils avancés fréquemment pour limiter les tassements et l'orniérage du sol est de circuler sur les rémanents. Cependant, si ceux-ci servent à protéger les cloisonnements des contraintes des engins, ils ne peuvent plus être exploités par la suite. Selon la sensibilité du sol au tassement, il faudra donc choisir entre la protection physique des sols et la récolte des rémanents (figure 2).

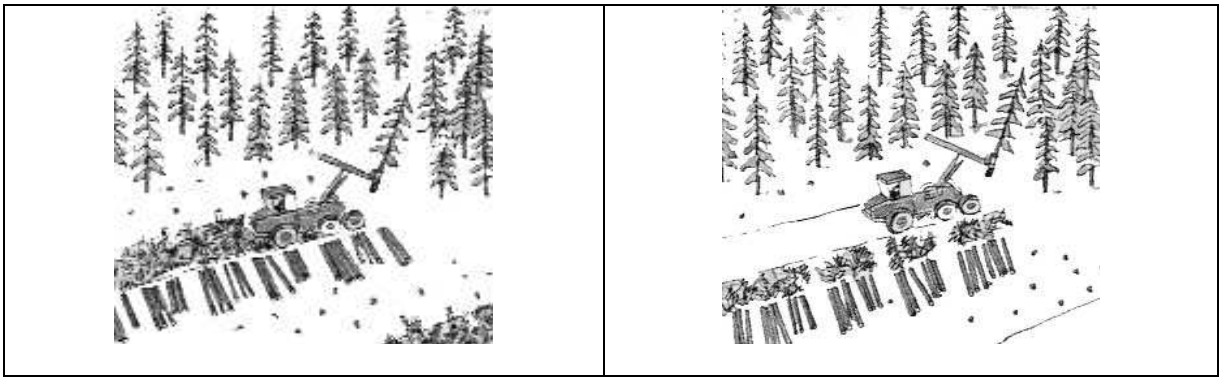


Figure 2. Organisation de chantier selon le mode d'utilisation des rémanents : protection des sols à gauche, énergie à droite (d'après Skogkorsk).

2.3. Préconisations spécifiques à certaines régions

Le risque incendie

Chaque année, des arrêtés préfectoraux sont pris par département pour préciser les droits et devoirs en termes de travaux forestiers, en particulier dans les départements du sud de la France (pourtour méditerranéen, bassin aquitain). Sont ainsi précisées les précautions à prendre pour éviter tout départ de feu lors de travaux forestiers : présence d'extincteurs avec une capacité minimale, présence d'une réserve d'eau… Des arrêtés précisent la réglementation départementale en matière d'emploi du feu et notamment les modalités d'incinération des rémanents de coupe, branchages et bois morts regroupés en tas ou en andains*. Les années de sécheresse, des arrêtés complémentaires sont pris pour limiter au cours de la journée les périodes de travail en forêt (par exemple, travaux autorisés de 6 h à midi) voire les interdire complètement pendant une période donnée.

Enfin des arrêtés préfectoraux réglementent l'ampleur et la nature du débroussaillement obligatoire autour des constructions et des installations, ainsi que le long des voies ouvertes à la circulation publique.

Concernant le cloisonnement des massifs forestiers par les coupures de combustible, l'assiette et la nature des débroussaillements sont généralement définies dans des Plans départementaux (ou régionaux) de protection des forêts contre les incendies et précisées dans les Plans Intercommunaux de Débroussaillement et d'Aménagement Forestiers (PIDAF). Des dispositions particulières propres à prendre en compte des objectifs environnementaux (maintien d'îlots arbustifs, lisières non linéaires), peuvent être envisagées, éventuellement accompagnées de mesures compensatoires (sur-largeurs locales).

L'érosion

Concernant l'érosion, l'exploitation devra veiller avant tout à ne pas laisser de sols nus. En particulier, sur pente supérieure à 15 %, il faut protéger les cloisonnements par une couche de rémanents. Sur des pentes supérieures à 15 %, si des cloisonnements sont ouverts, il faut en plus tracer quelques rigoles et barres d'eau en travers de ces cloisonnements pour réduire le risque d'érosion.

3. Préconisations pour la conduite des peuplements

3.1. Reboisement et entretien des jeunes peuplements

L'intensification des travaux sylvicoles porte en particulier sur le reboisement des parcelles et/ou lors des entretiens des jeunes peuplements issus de plantations ou de régénérations naturelles. Nous listons ici

quelques mesures sans entrer dans le détail des préconisations (en grande partie connues) à mettre en œuvre : andainage* ou broyage après coupe rase, parfois dessouchage, travaux du sol en plein type labour ou sous-solage*, travaux localisés du sol type potets, débroussaillage mécanique (au tracteur équipé de gyrobroyeur ou à la débroussailleuse à dos) ou chimique des jeunes peuplements. Pour ces derniers, l'usage des produits agro-pharmaceutiques devient de plus en plus restrictif en forêt mais l'ensemble de ces travaux engendre également des impacts sur l'écosystème forestier.

3.2. Choix des essences

Raisonner les mélanges et privilégier les essences locales !

À **l'échelle de la parcelle**, il faut **privilégier les essences locales en station**, en fonction de la faisabilité technique et du marché du bois. Les essences locales **rares** doivent être conservées dans *tous* les peuplements où elles se développent.

Lors des dégagements et dépressages, conserver les essences minoritaires dans tous les cas où elles ne menacent pas les semis d'essence objectif. On choisira également de les favoriser ponctuellement aux dépens de l'essence principale pour diversifier le peuplement. De premières éclaircies vigoureuses favoriseront le sous-étage.

À **l'échelle de la propriété**, et *a fortiori* aux échelles supérieures, éviter la **transformation massive de peuplements autochtones en peuplements exotiques monospécifiques**. À l'inverse, dans le cas de massifs dominés par des essences exotiques, on pourra reconvertir une partie du massif en essences locales avec une base génétique adaptée et suffisamment large.

Les peuplements mélangés seront favorisés mais pas systématiquement. Les essences en mélange devront être bien adaptées à la station et s'appuyer sur la dynamique naturelle (par ex. exploiter la capacité du sapin à bien régénérer sous hêtre en montagne). Dans les stations où le mélange est naturellement faible, il n'est pas nécessaire de forcer le mélange par plantation.

Au moment de la régénération, le mélange est assuré par le choix des semenciers en régénération naturelle ou par le choix de plusieurs essences en semis ou plantation. Par la suite, les coupes d'amélioration permettent d'adapter le mélange.

La prise en compte du changement climatique

En attendant des résultats scientifiques fortement étayés, le principe de précaution prévaut : dans le contexte de changement climatique, **le choix d'essences doit être réfléchi en fonction du degré d'incertitude sur le risque de dépérissement** ; en aucun cas, il ne doit aller à l'encontre du maintien de la diversité génétique. Le recours systématique à telles provenances ou essences supposées providentielles est donc à éviter. La Commission sur les Ressources Génétiques Forestières (2008) distingue trois cas de figure :

- en l'absence de signe notable d'épuisement de la ressource locale, favoriser la régénération naturelle car c'est elle qui permet le mieux l'émergence de nouvelles combinaisons génétiques et la sélection naturelle des combinaisons les plus adaptées dans un environnement changeant ;
- lors des premiers signes notables d'épuisement de la ressource locale (dépérissement, déficit de fructification), envisager des enrichissements génétiques par plantation de matériel de reproduction originaire de régions ou de provenances voisines mais de climat plus chaud ;
- si la disparition complète de la ressource locale est engagée, il faudra planter de nouvelles provenances ou essences en mélange.

En cas de plantation, il faut toujours s'assurer de la diversité génétique des plants utilisés.

3.3. Âge d'exploitabilité – trame de vieux arbres

En la matière, on peut conseiller de **ne pas réduire drastiquement et systématiquement l'âge d'exploitabilité, surtout en forêt ancienne et de prévoir une trame d'îlots de vieux bois (îlots de**

vieillissement ou sénescence) à l'échelle du massif. Dans toutes les parcelles, de manière généralisée, il est bon de maintenir quelques arbres-habitats : arbres vieux, gros ou à cavités, notamment des arbres de faible qualité économique, en complément de trames d'îlots de vieux bois prévues aux échelles supérieures. Il n'y a pas lieu d'exploiter ces arbres, dispersés à l'intérieur des peuplements ou en concentration plus forte dans les îlots de vieux bois. On veillera en particulier à conserver des vieux arbres d'essences pionnières et post-pionnières.

3.4. Cas particulier des taillis à très courte rotation (TTCR)

Choix des essences et variétés

Mélanger les variétés, clones ou provenances, pour diminuer la sensibilité des taillis à courte rotation (TCR) et des taillis à très courte rotation (TTCR) aux agents pathogènes et éviter au maximum le recours aux pesticides.

Ne pas planter de clones risquant de polluer génétiquement les peuplements naturels, a fortiori à proximité de sites classés pour la Conservation des Ressources Génétique : choisir des provenances adaptées ou des clones stériles.

Mélanger les matériels mâles et femelles en taillis à très courte rotation de Saules pour assurer la production de nectar et de pollen en faveur des Insectes butineurs (Reddersen, 2001).

Conduite des peuplements

Limiter au maximum l'emploi d'herbicides et de pesticides

Laisser sur place des tiges de bois mort, laisser se développer le plus tôt possible après la phase d'installation une couverture herbacée, planter plusieurs variétés de tailles de rejets différentes pour favoriser l'hétérogénéité structurale.

4. Conclusion

Ce chapitre a présenté une synthèse des préconisations actuellement les mieux établies. Il n'en reste pas moins que **le diagnostic de sensibilité des sols peut devenir très complexe lorsque l'on croise tous les facteurs à prendre en compte**, **et qu'il peut exister à l'occasion des contradictions entre les précautions à prendre suivant que l'on s'intéresse à la biodiversité ou au sol.**

La **sensibilisation des opérateurs de terrain** aux impacts potentiels de la gestion sur le milieu et leur formation sur des préconisations reconnues est primordiale. Elle doit toucher les propriétaires forestiers, les gestionnaires, les entrepreneurs de travaux forestiers, etc.. Il a été montré (Cacot et Peuch, 2006) que le facteur opérateur avait une incidence primordiale pour expliquer la qualité finale d'un chantier d'exploitation du point du vue environnemental.

De même, il faut encourager les entreprises à s'engager dans des **démarches de certification** (type ISO ou certification de gestion durable) dans le souci de respecter un ensemble de règles pour intégrer la biodiversité dans la gestion, de s'améliorer en continu et de former leurs personnels et sous-traitants.

5. Recommandations d'études

Actuellement, de nombreuses pratiques de gestion en faveur de la biodiversité et des sols sont proposées tant en France qu'à l'étranger (figure 1) ; il faudrait pouvoir évaluer leur impact et leur performance sur des écosystèmes donnés. Cette évaluation et les suivis afférents pourraient rentrer dans le cadre d'un observatoire de la biodiversité forestière.

A l'aune des nouvelles connaissances qui seront nécessairement faites dans les prochaines années sur les impacts et la sensibilité des écosystèmes forestiers à la gestion**, il sera important de réajuster les préconisations** à prendre par les acteurs de terrain. Il faudra veiller à ne pas préconiser le seul recours à

de la petite mécanisation ou au cheval par exemple, méthodes certes intéressantes ponctuellement mais difficilement compatibles avec les volumes à mobiliser et la disponibilité en main-d'œuvre.

Enfin, il est important de tester de nouvelles techniques ou méthodes de récolte, intégrant la dimension environnementale et pas uniquement technico-économique.

6. Références bibliographiques

Bouget C., 2008. Gestion forestière et bois mort : vade mecum. Document pédagogique, Nogent-sur-Vernisson, Cemagref, 2 p.

Cacot E., 2008. Organisation des chantiers d'exploitation forestière « traditionnels ». *Rendez-vous techniques de l'ONF*, (19) : 30-33.

Cacot E., Charnet F., Eisner N., Leon P., Ranger J., Rantien C., 2006. *La récolte raisonnée des rémanents en forêt*. Angers, Ademe (Collection « Connaître pour agir »), 36 p.

Cacot E., Peuch D., 2006. Observatoire des impacts de l'exploitation forestière. Nangis, Afocel (Fiche Informations-Forêt, n° 733), 6 p.

Cacot E., *et al.*, 2003. Laissez une bonne impression ! Guide de gestion environnementale des chantiers forestiers. Afocel, MAAPAR, CTBA, ONF, Entrepreneurs des Territoires, FNCOFOR, FNB.

Commission sur les Ressources Génétiques Forestières (CRGF) et DGPAAT, 2008. Préserver et utiliser la diversité des ressources génétiques forestières pour renforcer la capacité d'adaptation des forêts au changement climatique. Disponible à l'adresse : http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/foret-bois/conservation-ressources, ou dans *Forêt-Entreprise* n°182 (pp. 40-43) ou dans les *Rendez-Vous Techniques* de l'ONF, n°22, automne 2008, pp. 13-16.

Cuchet E., Roux P., Spinelli R., 2003. *Récolte de rémanents pour le bois-énergie avec le FIBERPAC*. Nangis, Afocel (Fiche Informations-Forêt, n° 669), 6 p.

Gosselin M., Valadon A., Bergès L, Dumas Y., Gosselin F., Baltzinger C., Archuax F., 2006. *Prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière : état des connaissances et recommandations*. Paris, Office national des forêts, 161 p.

Laurier J.-P., *Marien JN, Michaud D., Cacot E., Viéban S.*, 2001. Classeur pédagogique n° 4 : exploitation forestière et environnement. Nangis, AFOCEL.

Pischedda D., Bartoli M., Brêthes A., Cacot E., Chagnon J.-L., Gauquelin X., Nicolas M. 2009. Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt "PROSOL". Guide pratique, ONF, 110 p

Villette A., Nguyen-Thé N., Laurent A., 2006. *Guide de gestion des déchets d'exploitation forestière (GEDEON) – Outils pédagogiques*. Nangis, Afocel, 19 p.

Fafsea, 2001. Outils pédagogiques du Fafsea – Bûcherons, débardeurs : des professionnels respectueux de l'environnement – Amélioration des compétences des opérateurs d'exploitation forestière. Fafsea, Afocel, Fédération Française des Producteurs de Pâtes de Cellulose, 40 p.