



Ouverture de plantations résineuses au paturage : implantation et production d'herbe dans le sous-bois après éclaircie

Hélène Rapey, François-Xavier de Montard, Jean-Luc Guitton

► To cite this version:

Hélène Rapey, François-Xavier de Montard, Jean-Luc Guitton. Ouverture de plantations résineuses au paturage : implantation et production d'herbe dans le sous-bois après éclaircie. *Revue forestière française*, 1994, 46 (Spécial), pp.19-29. <10.4267/2042/26614>. <hal-03444444>

HAL Id: hal-03444444

<https://hal.science/hal-03444444v1>

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.



HAL Authorization

OUVERTURE DE PLANTATIONS RÉSINEUSES AU PÂTURAGE : IMPLANTATION ET PRODUCTION D'HERBE DANS LE SOUS-BOIS APRÈS ÉCLAIRCIE

Hélène RAPEY - F.-X. de MONTARD - J.-L. GUITTON

ANTÉCÉDENTS

Dans des contextes géographiques et économiques spécifiques, l'association de la culture intensive de Pin et du pâturage du sous-bois a été mise au point en Nouvelle-Zélande au cours des vingt dernières années (Dupraz *et al.*, 1992) ou aux États-Unis (Lewis, 1989). Cette méthode repose sur des techniques précises, notamment sur la sélection de graminées et de légumineuses fourragères adaptées à l'ombrage (Watson *et al.*, 1984 ; Armstrong, 1974). Knowles a même pu modéliser la production de matière sèche de fourrage sous *Pinus radiata* :

$$MS \text{ (en production relative)} = 100 / (1 + ax_1 + bx_2)^{x1} \text{ (} r = 0,96 \text{)}$$

où x_1 et x_2 désignent respectivement la somme des hauteurs de houppiers à l'hectare et leur hauteur moyenne.

Ce type d'aménagement connaît un succès croissant dans d'autres régions du monde, au Chili (Ovalle et Étienne dans ce numéro, p. 42), en Uruguay, et pourrait, en théorie, donner lieu à diverses applications en Europe à condition de disposer de matériels végétaux et de méthodes adaptés à nos climats, notamment en moyenne montagne humide (Guitton *et al.*, 1993).

En France, certaines régions ont conservé une tradition de pâturage des pelouses sous forêt. Les éleveurs valorisent ainsi une production spontanée modeste, disponible un peu plus tard en été, et peu coûteuse : le mélèze des Alpes sèches produit de 0,4 à 1,5 t/ha/an de matière sèche d'herbe (Lambertin, 1987) ; sous les Pins sylvestres de Margeride, la pelouse produit de 0,2 à 0,8 t/ha/an (De Montard, 1988) ; il s'agit là de pelouses extensives sous des forêts peu productives ou de protection.

Les interactions entre l'arbre et l'herbe sont complexes, liées principalement à des modifications microclimatiques (interception par les arbres d'une partie des pluies et son évaporation) (Aussenac, 1968 ; Rapp *et al.*, 1968, 1978), à la diminution du vent et de l'éclairement sous couvert (Berbigier *et al.*, 1991). Pourtant Lemoine *et al.* (1983) sur les sables des Landes de Gascogne, Quarro et De Montard (1992) dans le Moyen-Atlas, Msika (1993) sous Pin noir dans les Préalpes du Sud ont pu modéliser la production d'herbe sous des climats différents : ils obtiennent, d'une part, une courbe de réponse croissante, linéaire ou curviligne à plateau, de la production d'herbe (MS) avec l'éclairement en climat humide ; d'autre part, une courbe à maximum, vers 35 % de recouvrement arboré, en climat sec.

Un éclairement de 30 % apparaît comme un seuil en dessous duquel la production fourragère diminue fortement.

Depuis une quinzaine d'années, un effort important a été fait pour définir et promouvoir des formes de sylvopastoralisme moderne, c'est-à-dire satisfaisant d'une manière rationnelle et coordonnée des partenaires dont les intérêts très divers ne sont pas d'emblée convergents. Conçu notamment en région méditerranéenne pour limiter les risques d'incendie, le pâturage en forêt sèche n'est pas aisément compatible avec la régénération forestière ou l'entretien de pare-feux linéaires de plusieurs kilomètres. Un effort conceptuel important a permis de proposer une intégration sylvo-pastorale plus harmonieuse (Étienne, Msika et Hubert dans ce numéro, pp. 30-41).

Le contexte des régions de moyenne montagne humide

Au cours des cinquante dernières années, la diminution de la pression pastorale sur les parcours du Massif Central, le départ massif des paysans dont la tenure était trop exiguë (Livradois, Forez, Limousin...) ont ouvert un large mouvement de plantation résineuse sur de vastes parcours, ou, au contraire, en timbres-poste (Nougarède, 1983 ; Larrère *et al.*, 1980 ; De Montard *et al.*, 1992 ; Loiseau et Larrère, 1977), le plus souvent avec l'aide du Fonds forestier national (FFN).

Ces enrésinements par des espèces à houppier dense sont souvent perçus négativement du point de vue du cadre de vie et de la diversité biologique.

L'absence ou le retard d'éclaircies et une sylviculture conservatrice maintenant de fortes densités et un couvert fermé, leur position autour des villages et des terrains cultivés ont largement contribué à donner cette impression de fermeture des paysages et à sensibiliser négativement l'opinion publique.

Pourtant, la plupart de ces espèces et notamment l'Épicéa commun et le Douglas se prêtent à des sylvicultures dynamiques dans lesquelles on concentre très rapidement la production de bois sur les tiges d'avenir du peuplement final (au détriment des petits bois qui ne sont plus payés) (Riou-Nivert, 1989 ; De Champs, 1990).

Les nombreux essais installés par l'Association Forêt-Cellulose (AFOCEL), l'Institut pour le Développement forestier ou le CEMAGREF ont validé la possibilité de pratiquer des éclaircies fortes. Les peuplements doivent être encore jeunes pour ne pas avoir subi de phases de concurrence se traduisant par une perte de conicité des tiges et une baisse du coefficient d'élancement hauteur/diamètre. J. Becquey (1986) avait déduit de l'étude des chablis de la tempête de 1982 que les arbres étaient stables pour une première éclaircie si le coefficient d'élancement était inférieur à certaines valeurs (75 pour une hauteur dominante de 12 m ; 70 pour 16 m).

Les essais montrent en outre que le peuplement restant après éclaircie réagit fortement, fournit des accroissements élevés qui permettent d'atteindre le diamètre d'exploitabilité de 15 à 20 ans plus tôt qu'en sylviculture classique. Il produit (en surface terrière et en volume) autant que la plantation non ou peu éclaircie.

Cette augmentation de la croissance s'accompagne évidemment d'une diminution de densité du bois et de la résistance mécanique préjudiciable, notamment chez l'Épicéa. D'une part, il faut relativiser cette perte de densité si on se trouve dans des zones de fertilité moyenne : le gain de croissance ne fait pas sortir de la plage de densité admissible ; d'autre part, ces exigences de densité ne sont plus de mise pour des usages en ébénisterie-déroulage auxquels peuvent prétendre ces bois si les arbres ont été élagués.

Ces éclaircies fortes et la sylviculture dynamique qui les prolonge permettent un éclaircissement intense du sous-bois qui peut favoriser l'apparition et l'envahissement par du mort-bois. Ce fut le problème des forestiers de Nouvelle-Zélande quand ils ont réduit les densités de plantation et c'est pourquoi ils ont été conduits à utiliser le pâturage pour contrôler les plantes de sous-bois envahissantes.

Avant que la canopée ne se referme, il s'écoule une ou deux dizaines d'années pendant lesquelles le pâturage peut être utile pour éviter la formation d'un taillis et de coûteux dégagements. Mais le plus souvent, la formation spontanée d'un tapis herbacé est lente et accompagnée d'un envahissement par les espèces préforestières, malgré le pâturage. Le semis d'espèces fourragères permet d'installer d'emblée un système de pâturage suffisamment contraignant pour limiter le développement d'espèces indésirables quand la litière ne constitue pas un obstacle à la levée (Loiseau *et al.*, 1987).

Du point de vue de l'éleveur, ces pâturages sont d'une productivité modeste (surface enherbée limitée aux cloisonnements, soit 30 à 50 %), mais procurent de l'herbe de bonne qualité en période sèche et offrent un abri aux animaux, principalement en fin de saison.

Dans ces perspectives, l'expérimentation d'ouverture de plantations résineuses au pâturage conduite en Auvergne depuis quatre ans avait donc pour objectifs de :

- valider les seuils d'éclaircissement et les niveaux de production calculés par ailleurs ;
- vérifier l'intérêt d'un semis artificiel pour la constitution du tapis herbacé ;
- tester une méthode simple et bon marché de préparation du sol, de semis et de conduite de l'herbe ;
- mesurer l'intérêt pour l'éleveur dans des essais de grande taille capable de constituer un parc significatif pour son élevage ;
- évaluer la compétition arbre-herbe.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les principes

Ils résultent des considérations précédemment avancées et se résument ainsi :

- opérer sur des peuplements résineux stables au stade de la première éclaircie ;
- abaisser la densité à un niveau de 600 tiges/ha pour avoir, avec des arbres de 8-12 m, un éclaircissement au sol suffisant ;
- utiliser les cloisonnements d'exploitation (1 rang sur 5, ou mieux 2 rangs sur 6 en Épicéa planté à 2 500 tiges/ha) débarrassés des rémanents d'exploitation ;
- élaguer les 200-250 tiges d'avenir jusqu'à 6 m pour apporter un gain de lumière et miser sur du bois de grande qualité ;
- semer un mélange de graminées adaptées dès le début du printemps pour obtenir leur enracinement avant la sécheresse estivale ;
- pratiquer une conduite de l'herbe la plus rustique possible.

Les essais

Trois essais décrits ci-après ont permis d'aborder les différentes questions techniques, la préparation du lit de semence, la dose et la composition du semis, le niveau de fertilisation minimal :

- *Essai 1 : Essai préliminaire de la dose de semis d'espèces prairiales, de la fertilisation et du travail du sol dans les cloisonnements d'une plantation d'Épicéa âgée de 20 ans.*

Lieu : forêt sectionnale de Manson à Saint-Genès-Champanelle (Puy-de-Dôme) ; Monts Dômes ; altitude 950 m ; pluviométrie 950 mm ; sol brun acide sur basalte ; pH eau 5,3 ; terrain plat très homogène.

Peuplement d'Épicéa planté en 1970 à la densité 2 400 ; plateau éclairci à 600 tiges par hectare à l'automne 1988 (première éclaircie : systématique, 1 rang sur 5 ; puis sélective, 2 arbres sur 3) ; hauteur dominante 11 m au printemps 1990 ; H/D = 58.

Traitements :

— Un témoin non semé et deux modalités de mélanges semés : cinq graminées (*Dactyle Lutetia*, Fétuque élevée *Ondine*, Ray grass anglais *Elka*, Pâturin des prés *Parade*, Fétuque rouge *Ludivine*), avec ou sans Trèfle blanc *Huia*. Essai de la dose de semis du mélange de ces espèces : 100 kg/ha, 50 kg/ha et témoin sans semis.

— Split plot : fertilisation minérale nulle ou de type NPK (semis et témoin) ou PK (semis) ; la fertilisation est associée avec travail superficiel du sol ou non. Les apports N ont été d'environ 120 unités par hectare et par an (150/120/80/120 respectivement de 1990 à 1993).

Semis réalisé le 22 mai 1990.

— Essai annexe : semis tardif à 50 kg/ha, le 1^{er} juin, sous Épicéa, avec un gradient d'éclaircissement de la pénombre à la lisière.

● *Essai 2 : Essai en vraie grandeur des modalités de semis et de la fertilisation de prairie dans les cloisonnements d'une plantation d'Épicéa âgée de 20 ans.*

Lieu : forêt communale de Besse et Saint-Anastaise (Puy-de-Dôme). Monts Dore ; altitude 1 250 m ; pluviométrie 1 250 mm ; terrain plat légèrement mamelonné ; sol brun andique ; pH 5,8.

Peuplement d'Épicéa planté en 1971 à la densité 2 311 tiges par hectare ; en septembre 1991, éclaircie systématique de 2 rangs sur 6, puis sélective 6 rangs sur 11 ; hauteur dominante 11 m ; H/D = 71.

Traitements : deux variables : semis, fertilisation.

Semis les 6 et 7 mai 1992 selon trois modalités :

- témoin non semé ;
- semis à la volée, avec un épandeur d'engrais centrifuge porté, de 50 kg/ha du même mélange que dans l'essai 1 avec Trèfle blanc et sur une largeur de 4 m ;
- semis à la volée de Lotier Maku, manuellement, à la dose de 2,2 kg/ha sur une largeur de 4 m.

Fertilisation selon trois modalités :

- non fertilisé ;
- N/P₂O₅/K₂O à niveau faible (20-20-40 au 20 mai 1992 ; 40-30-50 en mai 1993) ;
- N/P₂O₅/K₂O à niveau moyen (20-50-85 en mai 1992 ; 40-60-100 en mai 1993) ; après implantation, Maku ne reçoit plus d'azote. L'ensemble est pâturé par des bovins ; toutefois, la moitié de la parcelle témoin non semée et non fertilisée est exclue du pâturage par une clôture fixe.

● *Essai 3 : Essai en vraie grandeur des modalités de semis et de fertilisation de prairie dans les cloisonnements d'une forêt de Douglas âgés de 26 ans.*

Lieu : Châteauneuf-la-Forêt (Haute-Vienne), en domaine privé. Plateau limousin ; altitude 600 m ; pluviométrie 1 125 mm. Sol brun lessivé sur micaschiste, limono-sableux ; pH 4,5 ; terrain plat.

Peuplement de Douglas planté en bandes de trois lignes espacées de 2 m et taillis en bandes intercalaires sur 6 m de largeur. Avant 1990 : peuplement non entretenu par l'ancien propriétaire, fortement concurrencé par le taillis de Chêne et de Châtaignier. La coupe du taillis, l'arrachage des souches et leur andainage en bordure de bande en 1990 ont laissé des bandes de sol nu dépourvu de litière et d'une grande partie de l'horizon organique A₁. Pour éviter le retour du taillis, une prairie a été installée, puis utilisée en pâture par des moutons.

Le sylvopastoralisme

Traitements : deux variables : semis et fertilisation. Les espèces semées et les doses sont les mêmes que dans l'essai 2.

Le semis est réalisé avec un semoir Rollosem qui répartit régulièrement la graine en surface du sol sur une largeur de 3 m ; il est suivi d'un passage de cultipacker.

La fertilisation est adaptée au type de semis, mais avec deux niveaux, bas et moyen : N1P1K1 et N2P2K2 pour faire dominer les graminées ; P1K1 et P2K2 pour le Trèfle blanc en mélange avec les graminées et pour le Lotier pédonculé en pur.

RÉSULTATS

Le peuplement de conifères reste stable mais se referme vite

Comme dans les autres interventions du même genre sur des peuplements jeunes, le niveau de chablis reste bas à Besse (15 % d'arbres de diamètre inférieur cassés lors d'un coup de givre l'hiver 1993-94) et insignifiant dans les deux autres essais.

L'éclaircie à des niveaux de densité de 600 tiges/ha sur des peuplements d'une douzaine de mètres de hauteur a permis d'atteindre à Manson un niveau d'éclaircissement de 55-60 % deux ans après l'éclaircie ; à Besse, avec une densité moyenne de 700 tiges/ha, il est de 40 % en moyenne dix-huit mois après l'éclaircie. À Châteauneuf, avec des Douglas plus hauts (14 m de hauteur dominante), il est de 34 % pour 610 tiges/ha, 42 % pour 350 tiges/ha et 63 % pour 181 tiges/ha.

Mais ce niveau d'éclaircissement diminue très rapidement.

Taux moyen d'éclaircissement dans les cloisonnements à Manson en % du témoin découvert

Temps	Octobre 1990		Juillet et août 1993		Juin 1994
	Beau	Couvert	Beau	Couvert	Beau
1. Sous Épicéa	35	45	14	18	
2. Lisière	50	60	14	16	
3. Cloisonnement	55	60	26	28	25

L'éclaircissement au sol est passé de 55-60 % à 25-20 % ; à ce rythme, la fermeture complète est prévisible dans cinq ans et déjà le niveau de production est affecté.

Une technique d'installation de l'herbe simple et peu coûteuse

L'essai de Besse, le plus récent, installé en intégrant l'expérience des deux précédents, fournit les meilleures indications sur la méthode la plus simple :

- Déblayer les cloisonnements des rémanents d'exploitation au râteau porté par un tracteur de débardage et les pousser sur le côté entre les arbres des rangées restantes. Ce travail remue aussi la litière et fait apparaître l'horizon A₁ plus minéral. La surface dégagée pour l'herbe correspondant aux deux rangs consécutifs coupés est de 4 m, soit un tiers de la surface totale.

- Semer avec un épandeur porté centrifuge (utilisé pour les engrais) au début du printemps (en mai compte tenu de l'altitude). La comparaison des levées à Manson pour des semis réalisés le 21 mai ou le 1^{er} juin avait été éloquentes puisque le second semis n'avait atteint en fin d'année qu'un taux de couverture de 30 à 50 %. Le mois de mai humide en Auvergne et le demi-ombrage permettent aux semences posées sur le sol de germer et de lever en masse ; les plantules bien protégées du vent et de l'ensoleillement direct ne se dessèchent pas et s'enracinent. La densité de 50 kg de

Manson : production annuelle moyenne en kg MS/ha dans les cloisonnements

	1990	1991	1992	1993
Éclaircissement (%)	57	(47)	(37)	27
Pas de semis				
Fertilisation :				
— nulle	0	0	40	62
— NPK sol intact	0	210	544	718
— NPK grattage	0	1 033	1 310	1 145
Coefficient de variation = 32 %				
Semis				
Fertilisation :				
— nulle	0	1 150	1 612	1 128
— PK sol intact	1 250	4 850	1 722	1 359
— NPK grattage	2 850	8 700	4 380	2 300
Coefficient de variation = 16 %				

Besse : production annuelle moyenne en kg MS/ha dans les cloisonnements

	1992	1993
Absence de semis et fertilisation		
— nulle	67	2 597
— niveau bas	204	2 351
— niveau haut	259	2 302
Coefficient de variation = 15 %		
Semis *		
Semis dans les cloisonnements :		
— pas de semis	55	2 015
— Maku	135	1 595
— semis mélange G + TB	264	2 807
Coefficient de variation = 14 %		

* Pelouse naturelle en pleine lumière : 4 000 à 6 000.

Châteauneuf : production et valeur alimentaire

	Production annuelle kg MS/ha			Matière digestible	Matière azotée totale	Phosphore	Calcium	Manganèse
	1991	1992	1993	1992	1992			
Pas de semis	0	644	1 785					
G + TB	32	1 426	2 240	746	219	0,15	0,17	0,11
G + TB et PK	1 272	2 174	3 200	1 124	272	0,31	0,45	0,11
G + TB et NPK	1 274	3 242	4 351	1 894	566	0,32	0,40	0,11
Maku et PK	649	2 259	3 127	1 501	591	0,37	0,84	0,21

G + TB : graminées + Trèfle blanc.

semence à l'hectare est suffisante sur sols organiques (Besse et Manson), la dose de 100 kg/ha n'apportant aucun gain de production. Le semis au semoir Rollosem à Châteauneuf à la densité de 25 kg/ha a été suffisant mais on constate une mauvaise colonisation sur quelques surfaces excessivement rabotées par les engins. Si le délai entre les travaux de dégagement et le semis est trop long, le lit de semence est dégradé par le battement des pluies et la levée médiocre.

- Apporter une fertilisation de fond P et K, de l'ordre de 30N-30P-30K, au semis pour démarrer rapidement l'installation de l'herbe et permettre aux espèces les plus productives (et les plus exigeantes) de s'implanter : dans les placettes les plus fertiles, le Dactyle domine fortement les autres espèces et représente l'essentiel de la matière sèche produite. La Fétuque rouge investit rapidement les sols les moins fertiles. La présence de Trèfle blanc reste discrète et ne compense pas un apport d'azote.

- À Besse, le coût de l'opération tourne autour de 2 700 F par hectare de plantation, dont un tiers pour le rangement des rémanents, un tiers pour les fournitures agricoles, semences, engrais et matériel de clôture, un tiers pour les travaux agricoles de clôture, semis et fertilisation.

Un niveau correct de production de fourrage

La comparaison des parcelles semées et des différents niveaux de fertilisation permet d'apprécier le niveau de production qui est assez variable d'un site à l'autre en fonction du niveau moyen de richesse du sol, du niveau d'éclairement et de la fertilisation. Les tableaux ci-contre (p. 24) rassemblent les principaux résultats et complètent les premières données déjà publiées (Guitton *et al.*, 1992).

Hormis le site de Besse, l'absence de semis même avec une fertilisation et un grattage du sol ne procure pas de production fourragère satisfaisante. À Besse, l'antécédent prairial s'est traduit par un envahissement par des graminées autochtones (*Agrostis*) et la production fourragère en quantité y est équivalente à celle du semis.

La fertilisation du semis est indispensable si l'éclairement est correct pour obtenir une production satisfaisante de l'ordre de la moitié de ce qui est récoltable en pleine lumière.

Le Lotier Maku sélectionné en Nouvelle-Zélande montre une implantation lente, des difficultés de résistance à la compétition des graminées naturelles à Besse ; cependant, à Châteauneuf, son niveau de production est satisfaisant et sa valeur nutritive en énergie, azote et minéraux nettement supérieure à celle du mélange de graminées.

Une plantation ouverte

La qualité paysagère de ces peuplements ouverts au pâturage n'a pas fait l'objet d'analyse systématique mais elle est reconnue par tous les visiteurs quelle que soit leur expérience : les perspectives offertes par ces cloisonnements enherbés, surtout quand ils sont un peu courbes, sont très appréciées. La faible densité de peuplement qui permet de voir entre les arbres élagués d'un cloisonnement à l'autre donnent une sensation de liberté et de bien-être unanimement partagée.

L'intégration nécessaire dans l'exploitation agricole

L'isolement par rapport au reste de l'exploitation, les difficultés de surveillance du troupeau et d'approvisionnement en eau sont des obstacles importants à la bonne utilisation de ces parcelles :

- à Besse, la parcelle jouxte une bande non boisée du fait du passage d'une ligne électrique à haute tension déjà utilisée par l'éleveur qui intervient dans la plantation ouverte au pâturage. Mais l'absence de point d'eau (le chemin d'accès a été défoncé par le débardage du bois empêchant temporairement de disposer une tonne à eau) le gêne.

- à Châteauneuf, l'absence de clôture a interdit le pâturage en première année ; des chiens errants ont causé des pertes sur les brebis.

**DE LA PREMIÈRE ÉCLAIRCIE AU PÂTURAGE, DANS UNE
PLANTATION RÉSINEUSE À BESSE-EN-CHANDESSE (63)...**



1



2



3



4

Photo 1 : Novembre 1991 : après la première éclaircie, dans les cloisonnements, rangement des rémanents par le râteau.

Photo A. MARQUIER - CEMAGREF

Photo 2 : Avril 1992 : sortie de l'hiver, le terrain est prêt pour le semis.

Photo A. MARQUIER - CEMAGREF

Photo 3 : Mai 1992 : un agriculteur, avec son matériel, réalise le semis à la volée dans les cloisonnements.

Photo A. MARQUIER - CEMAGREF

Photo 4 : Octobre 1992 : des bovins effectuent un premier pâturage dans la plantation.

Photo Hélène RAPEY - CEMAGREF

L'éleveur doit acquérir un certain nombre de nouvelles habitudes de surveillance et de conduite du troupeau avant de parvenir à bien gérer ces parcs.

Par contre, dans les deux cas, les éleveurs sont très satisfaits de la qualité du fourrage et de l'intérêt pour leurs bêtes qui ne perdent pas en production, supportent mieux les grosses chaleurs ou les premiers froids d'automne.

CONCLUSIONS

On constate la facilité d'implantation de l'herbe, même sans préparation particulière du sol : les travaux d'éclaircie et d'élagage, ou le dégagement du taillis, laissent un terrain suffisamment remué en surface, favorable à la réussite du semis, à condition d'opérer tôt au printemps, de début avril à fin mai selon l'altitude, de façon à bénéficier de pluies et de températures satisfaisantes ; l'ambiance forestière joue un rôle décisif en permettant le maintien prolongé de l'humidité de l'horizon supérieur du sol : dans ces conditions, un simple roulage ou même le seul battement des pluies suffisent à assurer le contact avec le sol et la germination des semences.

Les doses de semis appliquées ont été dans les normes agricoles (25 kg/ha) sur sol arasé (Châteauneuf), et multipliées par 1,5 à 2 sur sol organique (Manson, Besse) ; elles se sont révélées suffisantes. Des difficultés très localisées ont été observées :

- à Manson dans une zone plus exposée au soleil et ayant subi une période de sécheresse prolongée ;

- à Châteauneuf dans l'essai implanté en 1992, trop longtemps après les travaux de dessouchage : le sol, largement dégarni de son horizon organique, s'est retassé, et d'autant plus à l'occasion de l'éclaircie complémentaire.

En l'absence de semis, la colonisation des cloisonnements dépend de la perturbation de la litière et de la fertilité azotée ; le pâturage ovin (Châteauneuf) ou bovin (Besse) ont permis d'éviter l'envahissement par des ligneux, Genêt à balais et jeunes arbres principalement (cf. témoin non pâturé) ; la Fougère menace certaines zones du site de Châteauneuf : une fauche de nettoyage en juillet-août y est nécessaire.

La réponse à la fertilisation est assez variable selon l'année et le site ; par ailleurs, il est rarement possible d'envisager une fertilisation azotée fréquente ; avec un éclaircissement de 40 %, une fertilisation PK, respectivement 30-60 unités, annuelle paraît apte à assurer entre 2 000 et 3 000 kg de MS par hectare et par an ; l'utilisation du Lotier Maku devrait permettre d'assurer le même niveau de rendement avec une qualité fourragère très supérieure, à condition de ne pas le surpâturer et de veiller à son inoculation (par les bactéries fixatrices d'azote). Cependant, au fur et à mesure de la reconstitution du couvert arboré, l'efficacité de la fertilisation pour l'herbe diminue ; dans certaines situations, pH < 5, le chaulage est souhaitable.

Les voies de recherche pour améliorer cette méthode d'ouverture au pâturage portent donc maintenant sur :

- le niveau des éclaircies et la conduite des arbres de manière à conserver davantage de production d'herbe,
- les possibilités d'utiliser le retour naturel de l'herbe,
- l'intérêt de cette herbe pour le système fourrager global de l'exploitation,
- l'entretien de la prairie par le pâturage et la vérification du recyclage par les déjections animales (Loiseau *et al.*, 1984).

Ces éléments permettront de conseiller les agriculteurs dans leurs pratiques plus ou moins traditionnelles de pâturage sous forêt et d'initier de nouvelles pratiques sylvopastorales, notamment en zones d'accrus boisés de Pin sylvestre.

Toutefois, ce type d'implantation d'herbe ne constitue qu'un pis-aller pour démarrer une exploitation sylvopastorale d'un territoire, car le Douglas et l'Épicéa commun sont deux essences très sombres. Des plantations de Mélèzes seraient beaucoup plus accueillantes à de telles pratiques.

Il est intéressant dans les zones de boisement intensif d'après guerre où il faut diversifier les paysages et les gestions, parfois proposer des voies de réappropriation collective de ces espaces fermés à toute pénétration tant humaine qu'animale.

Par contre, ces expérimentations permettent de jeter les bases de nouveaux boisements où la phase sylvopastorale serait envisagée dès le départ :

- une densité de plantation faible compatible avec les besoins de sélection des 200 à 250 tiges d'avenir (de 400 à 500 avec le niveau génétique actuel) ;
- une disposition très rectangulaire des plantations avec espacements des lignes de plantation de 7 à 8 m et écarts sur la ligne de l'ordre de 3 m, de façon à pouvoir constituer de larges couloirs d'herbe et sélectionner facilement les tiges d'avenir ;
- une sélection des tiges d'avenir dès que les arbres atteignent 6 m avec une pratique d'élitage en deux à trois passages ;
- l'installation ou la relance du pâturage dès que les arbres sont défensables ;
- le pâturage se pratique ainsi pendant une trentaine d'années.

L'espèce d'arbre la plus favorable est le Mélèze qu'il soit d'Europe ou hybride selon les stations, du fait de son feuillage caduc et clair.

*
**

Avant d'appliquer un tel schéma, un travail d'expérimentation permettant l'analyse du fonctionnement à différentes échelles, écophysiologique, sanitaire [l'Épicéa est sensible au *Fomes annosus* (pourriture rouge) qui se transmet par les blessures aux racines (Gillet, 1994)], technico-économique, géographique (aménagement du territoire), puis la modélisation du fonctionnement de l'association est nécessaire. La construction de modèles de simulation à ces différentes échelles devrait permettre d'anticiper pour limiter au strict nécessaire le nombre des expérimentations en vraie grandeur pour l'application dans des milieux très divers.

Ce type d'aménagement sylvopastoral devrait permettre d'accélérer la rotation sylvicole, voire d'améliorer la qualité du bois (élitage), de diversifier la fonction des forêts résineuses de production, d'offrir une diversification de l'activité des agriculteurs en préservant leurs systèmes de production et en prenant en compte diverses hypothèses liées à la PAC : paiements pour l'entretien des forêts claires dans le cadre des mesures agri-environnementales ; subventions à la production de bois de qualité liées au contrôle des plantations sur moyen et long terme. Ce type d'aménagement pourrait également servir de lieu d'accueil pour la conservation des races domestiques à faible effectif.

Hélène RAPEY - J.-L. GUITTON
Division Techniques forestières
CEMAGREF
Domaine de Lualas
F-63200 RIOM

F.-X. de MONTARD
INRA - Agronomie
12, avenue du Brézat
F-63039 CLERMONT-FERRAND

Remerciements

Nos remerciements chaleureux vont à MM. Michel Gay et Jean-Pierre Gérondeau, DRAF Auvergne, Marc Ippolitto, propriétaire forestier, Jacques Bony, chef du domaine INRA de Theix-Orcival, Hervé Burtchell, directeur de l'ONF du Puy-de-Dôme, André Gay, maire de Besse-en-Chandesse, Philippe Dutheil, éleveur ovin et forestier, René Bel-lon, éleveur laitier, pour leur concours énergique dans la réalisation des projets d'ouverture des plantations au pâturage.

BIBLIOGRAPHIE

- AGRECH (G.), GUITTON (J.-L.). — Étude dendrométrique et morphologique de mélèzes isolés du plateau Limousin. — *Annales CEMAGREF, Études Forêt*, n° 10, 1992, pp. 99-116.
- AMSTRONG (C.S.). — Grasslands Maku tetraploid lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.). — *New Zealand Journal Experiment Agric.*, 2, 1974, pp. 333-336.
- AUSSENAC (G.). — Interception des précipitations par le couvert forestier. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 25, n° 3, 1968, pp. 135-156.
- BECQUEY (J.). — Adapter les éclaircies aux caractéristiques des peuplements. — *Forêt-Entreprise*, n° 34, 1986, pp. 22-27.
- BECQUEY (J.). — Hauteur et facteur d'élancement : un équilibre à respecter. — *Forêt-Entreprise*, n° 34, 1986, pp. 14-21.
- BERBIGIER (P.), DIAWARA (A.), LOUSTAU (D.). — Étude microclimatique de l'effet de la sécheresse sur l'évaporation d'une plantation de pins maritimes et du sous-bois. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 22, 1991, pp. 157-177.
- CHAMPS (J. de). — Quelle densité de plantation pour le Douglas. — *AFOCEL-ARMEF*, fasc. 385, n° 2, 1990, pp. 97-108.
- DUPRAZ (C.), AUCLAIR (D.), GUITTON (J.-L.). — Vingt ans de recherche agroforestière en Nouvelle-Zélande : Quels enseignements pour l'Europe ? 1^{re} partie : l'agroforesterie néo-zélandaise. — *Revue forestière française*, vol. XLIV, n° 6, 1992, pp. 523-528.
- GILLET (F.). — Gestion et conservation des écosystèmes sylvopastoraux : l'exemple du pâturage boisé des Franches Montagnes. — ECOFOC module 2 Université de Neuchâtel, 1994. — 16 p.
- GUITTON (J.-L.), DUPRAZ (C.), MONTARD (F.-X. de), RAPEY (H.). — Vingt ans de recherche agroforestière en Nouvelle-Zélande. 2^e partie : les pratiques agroforestières néo-zélandaises sont-elles transposables en France ? — *Revue forestière française*, vol. XLV, n° 1, 1993, pp. 43-58.
- KNOWLES (R.L.). — New Zealand experience with silvopastoral systems : a review (pp. 251-267). In : *Agroforestry : Principles and practice* / P.G. Jarvis Ed. . — Elsevier, 1991. — 356 p.
- LAMBERTIN (M.). — Les Écosystèmes d'altitude et le pâturage ovin : éléments pour la gestion d'un alpage. — Montpellier : Université du Languedoc, 1987. — 167 p. (Thèse).
- LARRÈRE (R.), BRUN (A.), KALAORA (B.), NOUGARÈDE (O.), POUPARDIN (D.). — Reboisement des montagnes et systèmes agriaires. — *Revue forestière française*, n° spécial "Société et forêt", 1980, pp. 20-36.
- LEMOINE (B.), BONHOMME (D.), CHINZI (D.), BERGERET (H.). — Élevage en forêt dans les Landes de Gascogne : le système végétal. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 40, n° 1, 1983, pp. 3-40.
- LEWIS (C.E.). — Herbage yield response to the maturation of a slash pine plantation. — *Journal of Range Management*, vol. 42, n° 3, 1989, pp. 191-195.
- LOISEAU (P.), JAUNEAU (A.), RICOU (G.). — Études sur le recyclage dans l'écosystème prairial. I - Influence de la conduite du pâturage sur l'activité biologique des pelouses montagnardes. — *Oecologia applicata*, vol. 5, n° 4, 1984, pp. 319-334.
- LOISEAU (P.), LARRÈRE (R.). — Effets à long terme des pratiques agro-pastorales sur la végétation d'un territoire communal. — *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 1977, pp. 404-410.
- LOISEAU (P.), MONTARD (F.-X. de). — Sursemis des prairies (pp. 127-134). In : *Forum Fourrages Auvergne 86* / D. Micol Ed. . — Clermont-Ferrand : ENITA, 1987. — 310 p.
- MONTARD (F.-X. de). — Étude des espaces pastoraux sous couvert forestier en moyenne montagne humide. Application à la Margeride. In : *De la touffe d'herbe au paysage*. Séminaire Viens (France), 13-14 janvier 1983 / B. Hubert, N. Girault Ed. . — Paris : INRA-SAD, 1988.
- MONTARD (F.-X. de), GUITTON (J.-L.), RAPEY (H.). — Demain l'association de l'Arboriculture (pour le bois précieux) avec l'Élevage : une nouvelle forme de mise en valeur ? (pp. 368-378). In : *Des régions paysannes aux espaces fragiles* / CERAMAC Ed. . — Clermont-Ferrand : Université Blaise-Pascal, 1992.
- MSIKA (B.). — Modélisation des relations herbe-arbre sous peuplements de *Quercus pubescens* et *Pinus austriaca* dans les Préalpes du Sud : un outil d'aide à la décision en aménagement sylvo-pastoral. — Université Aix-Marseille, 1993. — 111 p. (Thèse).
- NOUGARÈDE (O.). — L'Administration forestière face à une société montagnarde (pp. 177-225). In : *La Margeride, la montagne, les hommes* / INRA Ed. . — Paris : INRA, 1983. — 786 p.
- QUARRO (M.), MONTARD (F.-X. de). — Étude de la productivité des parcours d'Ain-Leuh (Moyen Atlas). II - Modélisation de la production d'herbe ; interactions "climat x sol x recouvrement arboré". — *Agronomie*, 12, 1992, pp. 489-501.
- RAPP (M.), IBRAHIM (M.). — Égouttement, écoulement et interception des précipitations par un peuplement de *Pinus pinea*. — *Oecologia Plantarum*, vol. 13, n° 4, 1978, pp. 321-330.
- RAPP (M.), ROMANE (F.). — Égouttement des précipitations sous des peuplements de *Quercus ilex* et *Pinus halepensis*. — *Oecologia Plantarum*, vol. 3, n° 2, 1968, pp. 271-284.
- RIOU-NIVERT (P.). — Douglas, qualité du bois, élagage et sylviculture. — *Revue forestière française*, vol. XLI, n° 5, 1989, pp. 423-431.
- WATSON (V.H.), HAGEDORN (C.), KNIGHT (W.E.), PEARSON (H.A.). — Shade tolerance of grass and legume germplasm for use in the southern forest range. — *Journal of Range Management*, vol. 37, n° 3, 1984, pp. 229-232.