



HAL
open science

Vingt ans de recherche agroforestière en Nouvelle-Zélande : quels enseignements pour l'Europe ? 2e partie : les pratiques agroforestières néo-zélandaises sont-elles transposables en France ?

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

► **To cite this version:**

Jean-Luc Guitton, Christian Dupraz, François-Xavier de Montard, Hélène Rapey. Vingt ans de recherche agroforestière en Nouvelle-Zélande : quels enseignements pour l'Europe ? 2e partie : les pratiques agroforestières néo-zélandaises sont-elles transposables en France ?. *Revue forestière française*, 1993, 45 (1), pp.43-58. <10.4267/2042/26393>. <hal-03443837>

HAL Id: hal-03443837

<https://hal.science/hal-03443837v1>

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

technique et forêt

VINGT ANS DE RECHERCHE AGROFORESTIÈRE EN NOUVELLE-ZÉLANDE : QUELS ENSEIGNEMENTS POUR L'EUROPE ?

2^e partie : les pratiques agroforestières néo-zélandaises sont-elles transposables en France ? *

J.-L. GUITTON - C. DUPRAZ
F.-X. DE MONTARD - H. RAPEY

TRANSPOSER L'AGROFORESTERIE NÉO-ZÉLANDAISE ?

Les spécificités du modèle agroforestier néo-zélandais

- *Un climat extrêmement favorable à la croissance des végétaux*

Dans certaines régions de l'Île du Nord, les arbres croissent douze mois sur douze. La pluviométrie est rarement inférieure à 100 mm/mois, tous les mois de l'année ! La nébulosité peut être forte, mais le rayonnement est plus intense que dans l'hémisphère Nord, à latitude égale (pureté de l'atmosphère liée à l'isolation dans l'océan).

- *Le *Pin radiata* a des performances exceptionnelles*

Pinus radiata D. Don est originaire de Californie, où son aire est très limitée à la baie de Monterey et à quelques îles du littoral. Il a trouvé en Nouvelle-Zélande sa terre de prédilection et écrase de ses performances toutes les autres espèces d'arbres indigènes ou exotiques. Les

(*) La première partie de cet article a été publiée dans le n° 6/1992 de la *Revue forestière française*, pp. 523-538.

forestiers n'ont pas d'explication rationnelle de ces performances. Seuls, certains Eucalyptus en zone tropicale peuvent rivaliser avec les 50 à 60 m³/ha/an parfois observés. Le Douglas, théoriquement bien adapté, produit à peine le tiers du Pin radiata.

Sa productivité moyenne s'établit ainsi à 25 m³/ha/an ; un jeune plant fait couramment des pousses annuelles de 1,5 m, ce qui permet de s'affranchir de travaux de protection contre le bétail.

De ce fait, la recherche forestière néo-zélandaise s'est focalisée sur cet arbre, pour améliorer encore ces performances. 98 % des plantations néo-zélandaises (1,2 million d'hectares souvent en blocs contigus de plusieurs dizaines de milliers d'hectares) sont en Pin radiata, ce qui n'est pas sans soucier les services de surveillance phytosanitaire extrêmement vigilants dans les ports et aéroports !

- *Les plantations de Pin radiata concourent à l'équilibre biologique*

Ce paradoxe apparent s'explique par l'interdiction absolue, à partir de 1990, de couper des arbres des rares forêts indigènes qui ont survécu à la fureur des déboisements du début du siècle. La culture intensive de radiata, en garantissant l'approvisionnement national en bois, permet la sauvegarde des forêts naturelles.

De plus, l'agroforesterie à base de radiata contribue à la fixation des sols, problème écologique crucial dans certains cantons de l'est de l'Île du Nord (Gisborne, Hawkes Bay) où on estime que 100 % du territoire a été affecté par des glissements de terrain en cinq ans.

- *Le bois concurrence les produits animaux*

Tout concourt à ce qu'en Nouvelle-Zélande la culture du bois soit beaucoup plus intensive qu'ailleurs. Inversement, l'élevage (y compris laitier) y est nettement plus extensif. On comprend pourquoi les revenus à l'hectare sont quasiment les mêmes avec le bois et avec l'élevage, même laitier. Si aujourd'hui les exportations de produits laitiers représentent en valeur le double des exportations de bois, les projections prévoient une situation inversée dans vingt ans. Le marché à l'exportation des bois est beaucoup plus prometteur que celui des produits animaux.

Les forces du modèle

- *Une sylviculture profondément originale*

Tout pour la qualité. Les forestiers néo-zélandais ont clairement montré que, pour la production de bois de qualité, 70 % de la valeur de l'arbre est dans la bille de pied élaguée. L'arbre agroforestier pousse beaucoup plus vite en diamètre que ses congénères forestiers. Et les produits de l'élevage intercalaire sont nettement plus rémunérateurs que les classiques produits d'éclaircie. D'où la nécessité de travailler dès le départ uniquement au profit des tiges d'avenir.

L'expérience néo-zélandaise montre que les craintes classiques sur la difficulté de former un arbre isolé (couronne mal équilibrée, arbre fragilisé, tige déformée, bois de tension) doivent être relativisées. L'intensification de la gestion de l'individu arbre (qualité génétique optimale, désherbages localisés, fertilisation, taille soignée, et suppression pendant une bonne partie de la révolution de la concurrence entre arbres) compense l'extensification que représente la diminution des effectifs. Soulignons aussi le pragmatisme des forestiers néo-zélandais, qui ont appris à relativiser l'impact des dégâts d'animaux sur les arbres. Les projets savent maintenant intégrer les pertes sur les arbres (abrouissement, frottis, piétinement).

D'importants apports méthodologiques doivent être également soulignés. Les critères forestiers classiques (surface terrière, densités...) sont peu performants pour modéliser l'emprise des arbres sur une parcelle agroforestière. D'autres critères ont été élaborés, dont le plus perfor-

mant, pour le radiata, est le cumul des longueurs d'axes des houppiers avec branches vivantes. C'est, en Nouvelle-Zélande, la meilleure variable explicative de la croissance pendant les quinze premières années.

- *Une réelle intégration des deux activités : élevage et production de bois*

Les acteurs économiques ne sont pas du tout les mêmes pour les trois types d'agroforesterie décrits dans l'article précédent. Le pâturage en forêt concerne surtout de grandes entreprises forestières, propriétaires de dizaines voire de centaines de milliers d'hectares, et des éleveurs de grande dimension économique. Il s'agit d'ailleurs parfois de sociétés d'élevage semi-publiques (Landcorp), bien que celles-ci soient en régression.

À l'inverse, les haies et les plantations en prairie concernent surtout de petits éleveurs privés, propriétaires de leurs terres.

Dans les deux cas, l'espace est réellement géré pour les deux productions, même si des positions tactiques dans les négociations entre sociétés forestières et éleveurs peuvent faire croire le contraire. Il n'y a pas de sous-produit. Il y a un équilibre qui est le résultat d'une négociation commerciale, ou d'un arbitrage personnel de l'exploitant.

- *Une argumentation en termes de revenus*

Les simulations sont affirmatives : dans la situation néo-zélandaise, les revenus d'un hectare d'agroforêt se décomposent approximativement en deux tiers bois et un tiers animaux. À l'échelle de l'exploitation agricole, toutes les situations sont possibles, selon la part du territoire de l'exploitation affectée aux agroforêts.

Le message vers les agriculteurs est volontairement très positif. Ce n'est pas parce qu'on ne peut pas faire autre chose que l'on fait de l'agroforesterie. C'est parce que cela rapporte beaucoup plus d'argent que le reste ! L'agroforesterie est présentée comme une combinaison astucieuse de la forte rentabilité de la forêt, et d'une agriculture stabilisée (« sustainable »). Aucun besoin social n'est nécessaire pour justifier l'agroforesterie, selon Leith Knowles. Nous verrons plus loin que cette position est largement contestée en Nouvelle-Zélande.

Les limites d'application du modèle néo-zélandais en France

- *Une essence peu adaptée à l'Europe*

Le Pin radiata ne supporte pas le froid et les fortes amplitudes thermiques. Son utilisation en Europe est limitée aux secteurs très océaniques du Nord-Ouest de la péninsule Ibérique. Il tolère cependant bien la sécheresse estivale, comme le montrent ses performances en Australie de l'Ouest (Moore, 1990). En outre, ce sont les productivités exceptionnelles du radiata qui sont inaccessibles sous nos climats. Sans sous-estimer des essences comme le Douglas et le Mélèze, dont les accroissements moyens peuvent dépasser 15 m³/ha/an, des rotations de 25 ans produisant des grumes de 1 m de diamètre restent un rêve exotique.

Par contre, en France, la recherche de la qualité nous oriente surtout vers les feuillus à bois précieux. Leur productivité est nettement inférieure, mais ils produisent des bois bien plus estimés quand ils ont la qualité déroulage-tranchage. On ne connaît pas vraiment leurs potentialités sur des terrains agricoles, mais les recherches génétiques ont déjà permis de faire de grands progrès pour la sélection d'espèces, de provenances, de descendances, voire de clones adaptés et elles progressent toujours.

- *Les difficultés de la coexistence arbre - jeune animal*

Croissances initiales plus lentes, espèces (feuillues) plus fragiles vis-à-vis des animaux... La protection contre le bétail est un problème plus préoccupant en Europe.

Des décennies de lutte des forestiers contre les dégâts des animaux en forêt nous ont convaincus de la difficulté d'obtenir une régénération satisfaisante en présence d'herbivores non contrôlés. Par contre, les expériences de pâturage sous forêt menées en région méditerranéenne montrent qu'au-delà d'un certain stade, les arbres sont défensables vis-à-vis des herbivores domestiques ou sauvages.

Pour les jeunes arbres de plantation qui risqueraient de souffrir de la présence de moutons ou de vaches, deux solutions se présentent :

— Soit éloigner les animaux et entretenir la prairie par la fauche en attendant que les arbres deviennent défensables. Cela suppose l'application d'itinéraires techniques précis (écartement des lignes de plantation, désherbage, fertilisation) pour obtenir une croissance très rapide et permettre l'entretien. Des durées de mise en défens de 4 à 5 ans pour les résineux, et de 5 à 10 ans pour les feuillus sont malheureusement à craindre.

— Soit protéger les plants individuellement ; dans ce cas, les manchons en plastique mis au point pour lutter contre les dégâts du gibier (lapins, chevreuils, cerfs) peuvent être allongés en hauteur et leurs tuteurs renforcés pour une adaptation au bétail (Imbach, 1986). Mais le nombre de tiges plantées par hectare doit alors être limité car le prix unitaire est élevé.

- *Un contexte économique radicalement différent aujourd'hui, mais potentiellement convergent demain*

En Nouvelle-Zélande, la foresterie reste un secteur très dynamique. Dans un contexte économique très morose, le cours des actions des sociétés forestières s'envole. Le produit de la vente des forêts domaniales au secteur privé a contribué à rentrouler les caisses de l'État !

La réduction à moyen terme des soutiens à l'agriculture en Europe pourrait conduire à resserrer l'écart de revenus entre agriculture et culture d'arbres à bois. Cependant, la productivité ligneuse néo-zélandaise restera incomparablement plus forte. La parité en termes de revenus agriculture/bois restera une spécificité néo-zélandaise.

Toutefois, même dans les conditions actuelles, on a pu montrer que, pour l'Europe, dans certaines conditions, l'association agroforestière peut être plus rentable que l'activité pastorale classique (Maxwell *et al.*, 1979).

On doit signaler ici un débat très important actuellement en Nouvelle-Zélande sur l'extension possible des plantations agroforestières. Pour les forestiers, promoteurs historiques de l'agroforesterie tels que Leith Knowles, les investissements agroforestiers sont à réaliser sur de bons terrains où la croissance est maximale. Pour les pastoralistes et de nombreux aménagistes « interventionnistes », l'agroforesterie doit aussi et surtout s'implanter sur les terrains marginaux qui n'auraient jamais dû être déboisés. La faible productivité de ces sites étant compensée par un soutien de la collectivité. Au-delà du débat (vif) sur les soutiens à l'agriculture, on retrouve là les termes d'un débat aujourd'hui majeur pour l'orientation de l'agriculture européenne.

- *En Europe, des considérations sociales et environnementales renforcent l'argumentaire favorable à l'agroforesterie*

Des traditions sylvicoles et agricoles pluri-séculaires ont séparé de plus en plus sévèrement agriculture et foresterie. La tendance à la spécialisation, très forte dans l'économie moderne, n'a fait que renforcer une perception négative, comme passéiste, exigeante en travail et peu rentable, des systèmes sylvo-pastoraux traditionnels qui ont perduré jusqu'à nos jours. Le souci écologique d'aménagement et d'entretien de l'espace de plus en plus prégnant face à la disparition des paysans, remet au goût du jour des méthodes de mise en valeur moins simplistes et plus diversifiées (De Montard et Loiseau, 1987 ; De Montard, 1991). Mais, le manque de main-d'œuvre et la faible densité de présence humaine obligent à concevoir une agroforesterie très éloignée des méthodes traditionnelles du bocage ou de la forêt paysanne

(Guitton et De Montard, 1988 ; Dupraz, 1989 ; Dupraz et Lagacherie, 1990 ; Guitton et De Montard, 1990). Les nouvelles associations arbre + herbe + animal devraient constituer une véritable arboriculture à bois, intégrée au système d'élevage, avec un réel aménagement agroforestier, soutenue dans la phase de création et pour le temps de la première révolution par des financements extérieurs importants.

L'agroforesterie européenne devrait donc répondre surtout à des objectifs sensiblement différents des objectifs néo-zélandais dans le contexte d'une diversification et d'une extensification des activités agricoles, du maintien de ressources et d'emplois en milieu rural, de la nécessité de rendre plus aisé avec peut-être moins d'animaux (ou des effectifs stabilisés en fonction des débouchés) l'entretien d'un espace rural qui s'ouvre de plus en plus à des activités autres que la production agricole et qu'occupent de moins en moins d'éleveurs. Une ouverture vers un marché du bois de qualité devrait améliorer à la fois les revenus des agriculteurs et la balance commerciale globale.

ESQUISSE D'UNE AGROFORESTERIE FRANÇAISE

Bien qu'avec seulement le recul de trois à quatre années d'expérimentation, on peut déjà confronter les recherches françaises à l'aboutissement récent de quelque vingt années de recherches diversifiées et très pragmatiques sur la culture de *Pinus radiata* en milieu agricole en Nouvelle-Zélande. La description des travaux en cours sur la culture d'arbres à bois précieux en terrains agricoles en Languedoc-Roussillon et Auvergne (photo 1, ci-dessous, et figure 1, p. 48) est faite en détail ailleurs (Dupraz, 1989 ; Dupraz et Lagacherie, 1990 ; Guitton *et al.*, 1990 ; Guitton, 1991).

Le point commun majeur entre les approches néo-zélandaises et françaises est l'objectif de production de bois de qualité par l'agroforesterie (il peut exister d'autres productions, champignons, fruits,... qui ont un caractère plus marginal). L'agroforesterie ne doit pas se contenter

Photo 1 Reboisement agroforestier sur terrain érodé. Woodstock Station, Hawkes Bay, sud-est de l'île Nord de la Nouvelle-Zélande.



Photo C. DUPRAZ

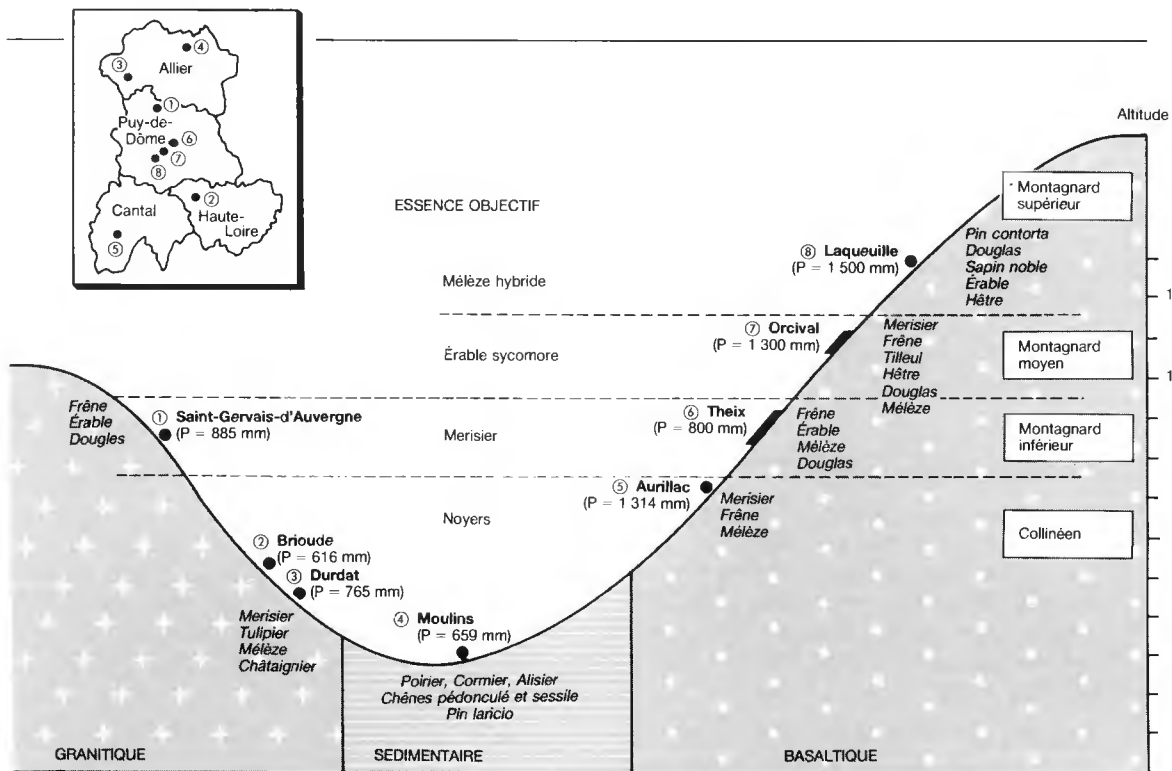


Figure 1 SITUATION DES DIFFÉRENTS SITES D'EXPÉRIMENTATIONS AGROFORESTIÈRES EN AUVERGNE : DIVERSITÉ DES MILIEUX ET DES ESSENCES FORESTIÈRES TESTÉES

d'un produit banal. Elle doit offrir sur le marché un bois spécifique, à haute valeur technologique. Pour la Nouvelle-Zélande, il s'agit essentiellement de bois sans nœuds de *Pinus radiata*. Pour la France, nous faisons porter nos efforts sur le bois de feuillus dits « précieux », sans exclure les grandes possibilités offertes par des résineux.

Il s'agit plus d'une culture d'arbres en milieu agricole que d'une sylviculture au sens habituel. Mais cela reste un investissement à long terme, même si nous prévoyons des révolutions de 35 à 70 ans. La valeur des produits permet d'envisager un meilleur taux de rentabilité. Cet objectif ambitieux nécessite un effort de recherche soutenu et prolongé en vue d'un objectif clair : la production de bois d'œuvre de qualité ébénisterie-déroulage-tranchage à une échelle significative pour l'alimentation d'un marché très ouvert.

Par comparaison avec l'exemple néo-zélandais, nous rappellerons les actions déjà largement avancées en France sur la reconstitution des haies et l'ouverture des forêts au pâturage. Nous insisterons plus sur la constitution de boisements lâches par plantations en prairie, en distinguant deux modèles techniques différents. Enfin, nous présenterons une autre piste agroforestière, non développée en Nouvelle-Zélande, mais potentiellement prometteuse en Europe : une agroforesterie sans élevage.

Nouvelles préoccupations pour la création et la gestion des haies

Dans le modèle néo-zélandais moderne, la haie est avant tout productrice de bois de haute qualité. En Europe, les nombreux travaux récents sur la reconstitution de haies insistent plus sur

les services apportés par les haies : protection contre le vent et les intempéries, diversification écologique et fonction de refuge cynégétique, lutte contre l'érosion et intérêt paysager. Certains travaux mettent maintenant l'accent sur la production de bois.

En insistant sur les fonctions de service des haies, on peut espérer convaincre financeurs et aménageurs d'investir dans leur reconstitution. L'exemple des contrats de rivière, qui prévoient la prise en charge de l'entretien des cours d'eau par la collectivité, peut servir d'exemple. En insistant sur la finalité de production de bois de valeur, on peut également mobiliser les propriétaires.

Les techniques de reconstitution existent (Guinaudeau, 1988) ; les techniques d'enrichissement sont moins bien définies mais certaines publications les envisagent (Conseil régional du Limousin, 1990). Il reste à mieux hiérarchiser et plus clairement définir les différentes fonctions qu'en attendent les agriculteurs et autres utilisateurs qui vivent en milieu rural ou viennent y séjourner occasionnellement.

L'ouverture de forêts au pâturage

● *Un référentiel essentiellement méditerranéen*

Un vaste mouvement est amorcé depuis une dizaine d'années en région méditerranéenne dans la lutte contre les incendies de forêts en réintroduisant un pacage des sous-bois pour limiter la biomasse et les possibilités de feu.

L'Association française de pastoralisme, dans sa dernière plaquette de mars 1991, résume parfaitement les interactions entre pastoralisme et forêt et les appuis extérieurs à trouver pour que le système soit viable.

Les rôles principaux de ce sylvopastoralisme sont le maintien d'une certaine ouverture du milieu par le pâturage, une meilleure répartition saisonnière des ressources pastorales, la production de bois de feu, la conservation de la diversité floristique par l'ouverture partielle, la production cynégétique...

● *Le sylvopastoralisme peut-il déborder du cadre méditerranéen ?*

Le sylvopastoralisme pourrait, dans les régions à pluviométrie plus favorable comme l'Auvergne, devenir le moyen d'une gestion améliorée des nombreuses plantations résineuses : il y a lieu de distinguer le cas des plantations résineuses existantes, et celui des futures plantations de régénération. Dans les deux cas, il s'agira de produire du bois d'œuvre de qualité pour des usages en déroulage en une révolution courte.

• Les boisements résineux existants âgés de plus de 10 ans

Des éclaircies très fortes et précoces permettent de concentrer la production de bois sur les tiges du peuplement final élaguë ; on ramène la densité à 600 tiges/ha dans une première intervention, puis à la densité finale d'environ 300 tiges/ha une dizaine d'années après.

Elles entraînent une mise en lumière favorable à l'embroussaillage et un encombrement réhibitoire du sous-bois par les rémanents. L'exemple néo-zélandais est éclairant. Désormais, c'est **avant** la plantation des pins que le semis fourrager y est effectué. Dans le cas inverse, l'utilisation de désherbants coûteux est nécessaire, et l'importance des rémanents particulièrement gênante. Il est donc difficile d'intervenir sur des peuplements denses non conçus pour devenir une agrotorêt dès le départ. La reconversion agroforestière des peuplements de résineux plantés à forte densité et âgés de plus de 10 ans n'est pas gagnée...

Cependant, l'avantage des boisements installés est que les arbres ne craignent plus les animaux. Si les frais de dégagement des rémanents d'exploitation ne sont pas excessifs, on

peut envisager une amélioration pastorale sur la surface dégagée après éclaircie. Cette opération, totalement inenvisageable en Nouvelle-Zélande pour des raisons économiques, le serait-elle en Europe ? L'abri apporté par les arbres (pour le soleil et le vent) doit permettre de conserver une production de fourrage pendant les étés secs, de retarder au printemps le pic de production. Les contraintes de la production fourragère sont beaucoup plus fortes en Europe qu'en Nouvelle-Zélande. Ce service doit être apprécié à sa juste valeur (photo 2).



Le risque d'une baisse de qualité du bois résultant de fortes éclaircies suivies de croissances individuelles excessives sur Épicéa ou sur Douglas s'atténue avec l'altitude : les interactions de l'intensité d'éclaircie avec la fertilité des terrains et les caractéristiques climatiques liées à l'altitude constituent une priorité de recherche pour une meilleure gestion des jeunes plantations résineuses, particulièrement dans le Massif Central.

Photo 2

Installation de plantes fourragères dans une plantation de 26 ans (techniques FFN de plantation par bandes). Lussac (Haute-Vienne).

Photo J.-L. GUITTON

• Les plantations de seconde génération

Par contre, pour les plantations de seconde génération, le semis de la prairie et le pâturage dès les premières années permettent de maintenir un accès facile pour la surveillance et l'entretien, voire pour la promenade. Ainsi, la création de la variété de Lotier pédonculé, Maku, a rendu beaucoup plus aisée et moins coûteuse l'installation de la prairie dans les nouveaux peuplements en Nouvelle-Zélande. Graines et engrais sont épanchés par avion sur les coupes forestières dès la sortie des bois terminée. Cette variété pourrait présenter un certain potentiel en France même : Maku installé par l'INRA depuis deux ans au Lycée de Montmorillon s'est montré productif et résistant aux deux derniers hivers ; son comportement en montagne est en cours d'observation sous Douglas et sous Épicéa. La demande sociale pour de telles opérations doit être précisée.

Les plantations sur prairies pâturées

Compte tenu des difficultés de l'élevage résultant du tassement de la demande et de l'évolution des prix, ou simplement liées au contexte de la moyenne montagne, l'agroforesterie pourrait être un moyen de rééquilibrage progressif de l'activité des éleveurs entre un volume plus ou moins stabilisé de produits de l'élevage et une production croissante de bois précieux et de bois résineux droit et sans nœud, étroitement intégrée à l'exploitation agricole. Cette méthode

permettrait de réorienter en douceur la production agricole vers la demande du marché pour le bois de qualité, tout en soutenant l'emploi rural et l'habitat permanent.

Du point de vue technique, l'articulation entre l'élevage et l'arboriculture pour le bois précieux ou de qualité doit présenter une bonne cohérence au sein de l'ensemble du système fourrager.

On privilégiera des espèces d'arbres compatibles avec la strate herbacée. Différentes espèces d'arbres au sein de la même exploitation agroforestière devraient permettre de disposer d'une ressource fourragère diversifiée, notamment dans ses périodes de disponibilité. Pour les différentes essences d'arbres, la phénologie de leur feuillage, l'intensité de leur ombre, leur type d'enracinement, la qualité fertilisante et la rapidité de dégradation de leur litière influenceront diversement le calendrier du disponible fourrager, surtout dans la seconde moitié de la révolution.

L'équilibre dynamique à établir entre le noyau de prairies de fauche qui permet l'hivernage et l'ensemble des pâturages plantés à faible densité et parvenus à différents stades de développement des arbres et d'éclaircissement du sous-bois devra être calculé en tenant compte des interactions entre l'essence plantée et la productivité de l'herbe sous son couvert particulier. L'éclaircissement, la compétition pour l'eau et les éléments nutritifs, le taux et le rythme des recyclages au niveau de la litière sont importants. Avec des feuillus, l'impact négatif de la litière devrait être diminué (feuilles caduques, litière active). L'éclaircissement hivernal ou printanier pourrait être très favorable aux herbacées, surtout en zone méditerranéenne où nous disposons de plantes fourragères actives en hiver.

L'insertion dans le système « arbre + herbe » de légumineuses fixatrices tolérant à la fois l'ombrage et le pâturage est un objectif de recherche prioritaire. En réalisant sur l'ensemble des pâturages des plantations échelonnées régulièrement sur un temps équivalent à la durée moyenne d'une révolution (35 à 60 ans selon l'essence), on obtiendrait, par exemple, une production d'herbe diminuée de 25 à 40 % environ sur l'ensemble des pâturages, soit 10 à 20 % pour l'ensemble de l'exploitation avec un taux de boisement-verger de 50 %.

Les pastoralistes ont montré qu'un ombrage modéré, entre 35 et 65 %, était favorable à une prolongation de la période de croissance de l'herbe et à son maintien prolongé à l'état vert en période de sécheresse ; par contre, la production d'herbe diminue rapidement lorsque le recouvrement dépasse 70 % (Qarro et De Montard, 1989). De ce fait, les systèmes agroforestiers présentent un intérêt tout particulier pour les éleveurs des zones sèches méditerranéennes.

Deux types principaux de plantations à faible densité sont envisageables sur les pâturages fertiles :

- *L'option feuillus à bois précieux*

Il s'agit de plantations à densité pratiquement définitive de feuillus précieux (100 à 200 tiges/ha) conduits de manière à ce que chaque arbre réussisse. Cela implique le choix d'un bon matériel génétique, la protection individuelle des arbres contre les ruminants, des tailles et élagages soigneux, une surveillance phytosanitaire rapprochée, une gestion optimale de la concurrence avec l'herbe. Le produit visé est, en 50 ans environ, un grume de 5 à 6 m de long, sans défauts de structure, cubant 1 m³, et valant au cours de 1990 au minimum 1 000 F pièce (Guitton *et al.*, 1990). On peut qualifier cette plantation de verger à bois (photo 3, p. 52).

L'indispensable protection contre le bétail est assurée par des manchons en plastique de 1,8 m ou 2,5 m de hauteur selon qu'il s'agit d'ovins ou de bovins. Avec les bovins, le double tuteurage avec des pieux de 8 à 10 cm de diamètre, de la hauteur des tubes et enfoncés de 50 cm dans le sol est indispensable pour prévenir la casse du fait des grattages des animaux. La durée de vie des protections étant de cinq à sept ans, on recherche la croissance initiale maximale pour qu'à cette échéance les arbres soient défensables (photo 4, p. 52).

Photo J.-L. GUITTON



Photo 3 Vue d'ensemble d'un verger à bois pâturé de 3 ans. Orcival (Puy-de-Dôme).

◀ Photo 4 Merisier 2 ans après plantation et sa protection. Valmanya (Pyrénées-Orientales).



Photo C. DUPRAZ



Photo C. DUPRAZ

▶ Photo 5 Comparaison de différentes essences d'arbres à usage multiple (Sophoras, Féviers d'Amérique) et bois précieux (Merisiers, Noyers, Paulownias, Érables), le deuxième été après la plantation sur une parcelle agroforestière en zone méditerranéenne (Pomy, Aude).

Les protections actuelles de forme ronde semblent donner pleine satisfaction dans les élevages ovins ; par contre l'adoption de ce système en élevage bovin nécessite d'effectuer des progrès importants dans deux domaines :

— La définition précise des méthodes de pâturage : la présence des animaux devra très probablement être strictement limitée à la période d'herbe abondante ; des brosses de grattage permettent-elles de minimiser les dégâts aux arbres ? Les vaches peuvent-elles séjourner 24 heures sur 24 ou seulement le temps nécessaire à la pâture (8 à 12 heures) ? Ces questions, et d'autres concernant le comportement et les performances animales, sont très importantes, compte tenu de l'extension des surfaces actuellement entretenues par des bovins si l'on veut réussir à y associer la production de bois.

— Bien qu'assurant déjà de très bons rythmes de croissance en hauteur pour de nombreuses essences, y compris sous climat chaud et sec de type méditerranéen (Imbach, 1986 ; Vaquer, 1987 ; Dupraz, 1989), les tubes-abris actuels doivent être améliorés pour permettre une meilleure croissance en diamètre et une puissance d'enracinement plus grande (Dupraz *et al.*, 1989) ; l'arbre deviendra ainsi plus résistant aux frottements des bovins à l'issue de la période de protection initiale.

La très faible densité de plantation est cohérente avec la densité finale (70-80 tiges/ha) et doit permettre le plus longtemps possible une production significative des pâturages. Certains feuillus très conviviaux avec l'herbe sont à privilégier, et on devrait pouvoir obtenir des rendements fourragers relatifs nettement supérieurs à ceux du modèle néo-zélandais. Cependant, pendant les 10 ou 15 dernières années de la révolution, l'herbe finira par disparaître. Cela aura peu d'impact sur l'élevage, à condition que l'aménagement agroforestier de l'exploitation ait prévu un échelonnement astucieux des plantations dans le temps, et le maintien de prairies non plantées en quantité suffisante. Comme d'éventuels produits d'éclaircies sont sans valeur, et que les coûts d'installation sont élevés (de l'ordre de 100 FF par tige en 1991), tout arbre planté non récolté est une perte sèche. Tout dépend de l'appréciation objective du risque de perte de l'arbre au cours de sa vie. Notons qu'il est toujours possible de remplacer à tout moment un sujet défectueux, puisque les arbres poussent en croissance libre.

Étant donné les novations d'un tel schéma, seule une expérimentation en grandeur réelle permet de définir et de tester l'efficacité de l'itinéraire technique proposé ; à cet effet, une soixantaine d'hectares sur une quinzaine de sites en Languedoc-Roussillon (Dupraz *et al.*, 1988) (photo 5, ci-contre), Auvergne (Guitton et De Montard, 1988) (figure 1, p. 48), et Pays Basque (Aureau, 1991) sont consacrés à une expérimentation depuis 2 à 3 ans ; s'y ajoute un ensemble de plantations un peu plus anciennes sur des terrains de parcours de Corse du Sud, réalisées avec succès dans des conditions de faible pression de pâturage, avec des Érables et des Merisiers.

Un projet de programme cohérent de recherche agroforestière sur les plantations en prairie pâturée a été élaboré récemment en six points :

— l'identification des essences, cultivars, clones, adaptés au contexte pédoclimatique et à cette conduite particulière ; de nouveaux critères de sélection pourraient en émerger ;

— la physiologie de l'arbre poussant dans une protection individuelle, et la conception de protections plus efficaces, notamment sur la croissance en diamètre des arbres ;

— la conduite des arbres : techniques de plantations, préparation du sol, densité de plantation, désherbage, traitements phytosanitaires éventuels, taille de formation, élagage ;

— l'efficacité de la protection contre différents types d'herbivores domestiques : ovins, caprins, génisses, vaches laitières, vaches allaitantes ; adaptation de la hauteur du tube et de la robustesse des tuteurs ; comportements des herbivores au cours du cycle nyctéméral, au cours d'un cycle de pâturage, au cours des saisons et selon le type de temps et le type d'arbre ;

— la modélisation de la production d’herbe en fonction de la densité et de la qualité du couvert arboré et des racines en relation avec lumière, eau, azote ; rôle des légumineuses fixatrices ; recyclage de l’azote ;

— le comportement alimentaire, la qualité de la ration et les performances des animaux.

Les moyens actuellement mobilisés ne permettent d’aborder partiellement que les trois premiers points et on peut espérer un ensemble de premières conclusions à l’échéance de 5 à 10 ans.

L’efficacité des protections individuelles paraît acquise avec les ovins. Par contre, la conduite des bovins au pâturage en présence des manchons nécessite d’être précisée. De plus, la résistance de l’arbre après désagrégation naturelle de la protection individuelle reste une hypothèse. Nous l’avons observée sur quelques arbres, mais en l’absence de l’effet d’échelle lié à la taille de la parcelle et du troupeau.

Nous devrions pouvoir proposer assez rapidement des modélisations réalistes de l’évolution de la disponibilité fourragère dans les peuplements agroforestiers au cours du temps. Il faudra pour cela intégrer les acquis des pastoralistes de la zone méditerranéenne, et les remarquables résultats obtenus en Nouvelle-Zélande. La nécessaire validation de ces modèles nécessite des suivis prolongés, mais légers, de dispositifs représentant différentes combinaisons d’espèces prometteuses. Il est inutile de répéter l’impressionnant et coûteux suivi de Tikitere (17 ans avec 12 coupes annuelles de fourrages sur 20 parcelles représentant 5 densités d’arbres) ! Des travaux plus approfondis sur le cycle des éléments nutritifs dans certaines associations performantes doivent être envisagés : rythme et intensité des recyclages des litières des arbres et de leurs effets sur l’herbe, efficacité de la fixation symbiotique par des légumineuses prairiales sous couvert peu dense, raisonnement des fertilisations de la prairie pour favoriser le recyclage de la litière, intérêt de travaux du sol pour limiter la compétition arbre-herbe (cernages racinaires).

L’évaluation des performances animales sous agroforêt nécessite de disposer de plantations « en vitesse de croisière » et de troupeaux expérimentaux à proximité des sites expérimentaux. Elle pourrait être développée dans le futur, soit en utilisant des plantations forestières adultes après réespacement, soit avec des plantations nouvelles. Ces recherches trouvent naturellement leur place dans la lignée des travaux sur l’extensification et la diversification des systèmes fourragers et sur la maîtrise de la dynamique de la couverture végétale.

● *L’option résineux à bois de qualité*

En l’état actuel de nos connaissances, la plantation de résineux à faible densité dans des prairies nécessite l’interdiction du pâturage pendant 4 à 5 ans au moins.

En effet, les résineux se développent mal dans les tubes-abris. Seul, le Mélèze semble faire exception. De plus, les croissances nettement plus lentes en Europe qu’en Nouvelle-Zélande ne permettent pas d’espérer que des arbres de 2 ou 3 ans soient non menacés par le bétail. Enfin, ils ne peuvent pas être implantés comme les feuillus précieux, d’autant qu’ils ont un impact plus fort sur la prairie, principalement par leur ombrage et leur litière. Par contre, leur conformation les rend beaucoup plus vite hors d’atteinte de la dent du bétail.

Si donc on imagine des agroforêts de résineux, on peut envisager, pour une plantation à 600 tiges/ha, soit 7 m entre lignes, 2,40 m entre plants sur la ligne, l’itinéraire technique suivant :

— Les lignes de plantation sont labourées sur 2 m de large, désherbées ensuite chimiquement, pour favoriser un démarrage optimal des plants.

— L’herbe est fauchée pendant les trois à cinq premières années, pâturée ensuite. La surface enherbée couvre 71 % de la superficie.

— Les élagages sont pratiqués sur les arbres d’avenir au fur et à mesure que la tige atteint

un diamètre de l'ordre de 10 cm, dans les conditions normales. Ils sont facilités par la pénétration aisée des engins mécaniques.

— Les éclaircies (une ou deux) ramènent le peuplement à la densité finale (200-250 tiges/ha), ce qui apporte un éclaircissement à l'herbe. Ensuite, la production d'herbe diminuera avec la diminution progressive de l'éclaircissement au sol, et l'abondance de la litière d'aiguilles.

Ce schéma n'a pas encore été testé, c'est pour l'instant une construction prenant en compte les données acquises sur les premiers essais d'éclaircie, les normes de plantation et d'élagage du Fonds forestier national. Le Mélèze doit tout à fait convenir du fait de son ombrage léger et de sa litière facilement décomposable ; il doit permettre une longue période de croissance optimale de fourrage. Le Douglas, au feuillage plus dense, sera plus compétitif et d'autres dispositions, telles que les plantations à doubles rangées utilisées aux États-Unis, devront être testées.

Les coûts d'installation de telles plantations sont réduits du fait de la diminution des densités et de la faible surface travaillée. Par contre, on n'utilisera que des plants d'excellente qualité de façon à être assuré de l'obtention à l'éclaircie des arbres de choix désirés. La croissance libre entraîne des cernes moyens compris entre 5 et 10 mm et la formation en 35 ans maximum d'une grume de 40 cm de diamètre qui fournira un bois de déroulage homogène.

Des agroforêts non pâturées ?

Des plantations à larges espacements d'arbres peuvent-elles être imaginées en l'absence d'élevage ? Une très forte demande sociale se manifeste pour de telles plantations, dans des zones où l'élevage n'est pas ou plus présent, comme en zone de plaine méditerranéenne (Dupraz et Lagacherie, 1990). L'exemple des noyeraies cultivées dans l'interligne (Isère, Dordogne) indique que la culture associée d'arbres et d'annuelles est possible. Deux stratégies agroforestières peuvent être imaginées :

— Interligne occupée par une culture récoltée : il s'agit alors d'une extension de cette culture, par réduction de la surface réellement occupée, et transition progressive vers un système partiellement producteur de bois. La culture intercalaire est une production relais, qui facilite l'amortissement de l'investissement agroforestier.

— Interligne sans objectif productif. De nombreuses possibilités seraient à explorer, afin de minimiser les coûts d'entretien d'une part, et d'optimiser la croissance des arbres. Des cultures de légumineuses persistantes, à cycles de croissance déphasés par rapport à ceux des arbres, seraient une excellente possibilité. Mais dispose-t-on de telles espèces ? L'exemple du lotier Maku reste séduisant : cette espèce prospère même en l'absence de pâturage. Des entretiens mécaniques ou chimiques sont peut-être envisageables, au moins les premières années.

L'exemple néo-zélandais ne nous aide pas à concevoir de tels systèmes. Le référentiel est cette fois-ci essentiellement européen (noyeraies cultivées, vignes, vergers et peupleraies enherbées, cultures maraîchères sous vergers). Sa valorisation est une priorité pour définir des axes de recherche pertinents dans des contextes économiques et sociaux différents (forte densité de population, pollution due à l'agriculture intensive, etc)...

Position sociale d'une agroforesterie européenne

La mise en place de parcelles agroforestières au sein d'unités de gestion non forestières, les exploitations agricoles, pose un problème de financement. L'effort financier de l'investissement ne peut pas être assumé par les agriculteurs. L'agroforesterie suppose un transfert financier net vers le secteur agricole, dans une perspective de meilleure gestion à long terme des ressources. Dans le modèle néo-zélandais, le financement du démarrage de l'agroforesterie a été essentiellement privé. En France et en Europe communautaire, le rôle de l'investissement privé sera

nécessairement moins fort. Le budget de la politique agricole commune sera à terme le principal bénéficiaire d'un rééquilibrage de la production agricole au profit du bois. Il serait donc logique qu'une politique ambitieuse de conversion agroforestière soit mise en place.

Cette conversion doit être l'occasion d'une amélioration des conditions de revenu et de travail des exploitants agricoles. L'agroforesterie doit conforter les exploitations, par une diversification des productions, une réduction des charges foncières, un accompagnement de l'irréversible agrandissement et l'amélioration des structures. Plusieurs mesures réglementaires et fiscales sont susceptibles d'agir en ce sens :

— La vocation de production de bois justifie l'exonération trentenaire et un régime fiscal et mutualiste de type forestier. L'élevage ou la culture dans l'interligne doivent être considérés comme des opérations culturales d'entretien.

— Si l'imposition sur le revenu de l'élevage ou de la culture intercalaire reste logique, l'inclusion de la parcelle dans l'assiette des cotisations sociales de l'agriculteur devrait être faite au *pro rata* de la productivité de la parcelle au cours d'une révolution en comparaison d'une parcelle sans arbre.

— Les procédures de transmission des peuplements jeunes sur pied doivent être facilitées, que ce soit par héritage ou par vente. La mise en place d'un véritable marché de peuplements agroforestiers jeunes permettrait de lever le frein majeur à l'investissement agroforestier, et tendrait à assimiler la culture d'arbre à une culture agricole. Un référentiel d'expertise de la valeur sur pied de peuplements agroforestiers est à constituer.

EN GUISE DE CONCLUSION : REPENSER L'AGROFORESTERIE

Basés sur l'existence d'un climat exceptionnellement doux et pluvieux, et sur la disponibilité d'une essence permettant d'obtenir très rapidement un peuplement défensable, les principes de l'agroforesterie néo-zélandaise ne sont pas directement transposables en France. Toutefois, il est possible d'en tirer des leçons d'une manière extrêmement fructueuse pour l'avenir des régions rurales menacées par la déprise, et en particulier les zones d'élevage de ruminants, ainsi que dans d'autres régions menacées par la pollution d'origine agricole.

Des associations feuillus précieux ou résineux de qualité - pâturages sur des sols agricoles fertiles semblent être la possibilité la plus attractive.

L'expérience néo-zélandaise nous renseigne d'abord sur les délais et les moyens d'une telle recherche. Moins de vingt ans ont été nécessaires pour aboutir à une spectaculaire conversion agroforestière d'importants territoires néo-zélandais.

Forts de cette expérience et compte tenu de l'existence d'une piste bien défrichée, nous devrions pouvoir aboutir à des résultats consolidés (transférables dans la pratique à une échelle compatible avec la dimension du marché à fournir) en une dizaine d'années pour certains résineux (Mélèze et Douglas) et en 10 à 20 ans pour divers feuillus (Noyers, Érables, Frêne, Merisier). Ceci suppose une décision politique d'encouragement à la recherche sur l'agroforesterie.

Mais les aspects techniques ne doivent pas masquer l'enjeu social du développement de pratiques agroforestières : il s'agit de proposer aux propriétaires, aux gestionnaires, aux exploitants, des utilisations du territoire plus diversifiées, pouvant créer des continuités entre les mondes agricoles et forestiers, maintenir des emplois à la campagne et un milieu rural ouvert accueillant.

Cinq conditions doivent être remplies pour assurer le développement de ces méthodes :

— La crédibilité des itinéraires techniques doit être démontrée. Il importe en tout premier lieu de vérifier la possibilité de produire du bois de qualité dans une ambiance ouverte non forestière. Un effort significatif en matière de recherche agroforestière pluridisciplinaire doit être programmé, à l'image de ce qui s'est fait en Nouvelle-Zélande.

— Les agriculteurs susceptibles de gérer ces plantations doivent être soutenus. La politique actuelle défavorable à l'élevage condamne donc également tout lignopastoralisme ; l'expérience de ces dernières années nous montre le risque de blocage des structures économiques, administratives et culturelles à l'égard de l'agroforesterie.

— L'investissement agroforestier doit être pris en charge par la collectivité, dans la longue phase pendant laquelle le système ne dégage pas de produit permettant l'autoreproduction. La conversion agroforestière doit prendre une ampleur certaine si on veut avoir un impact significatif sur la réduction des excédents de produits alimentaires et pour l'approvisionnement du marché de bois de qualité. Dès les premières récoltes, un autofinancement partiel sera possible, plus élevé que dans le cas de la forêt classique grâce aux productions de l'interligne. Nous plaiderons d'ailleurs plus pour un soutien important aux opérations d'entretien et de gestion des plantations, plutôt que pour une couverture trop élevée du coût direct de la plantation elle-même, afin d'éviter des plantations sans avenir.

— La sensibilisation et la formation des agriculteurs aux techniques de gestion agroforestières nécessiteront un effort de vulgarisation très important.

— Une réforme du statut du foncier apportant souplesse et sécurité aux investisseurs et aux exploitants est nécessaire.

Une agroforesterie française pourrait alors devenir la dernière-née des grandes politiques d'aménagement de l'espace rural qui caractérisent notre pays. Avec son patrimoine de sols et de climats favorables à la culture de l'arbre, la France et l'Europe pourraient alors compléter dès 2050 leur production forestière classique par du bois d'œuvre de haute qualité provenant de leurs vergers à bois.

J.-L. GUITTON
CEMAGREF
Groupement de Clermont-Ferrand
Laluas
63200 RIOM

C. DUPRAZ
Laboratoire d'Études comparées
des Systèmes agraires
INRA
Place Viala
34060 MONTPELLIER CEDEX

F.-X. DE MONTARD
Station d'Agronomie
INRA
12, avenue du Brézet
63039 CLERMONT-FERRAND CEDEX

H. RAPEY
CEMAGREF
Groupement de Clermont-Ferrand
Laluas
63200 RIOM

BIBLIOGRAPHIE

- AUREAU (F.). — Pour la renaissance d'une sylviculture associée au pastoralisme. — *Bulletin technique de l'Office national des Forêts*, n° 21, 1991, pp. 147-153.
- CONSEIL RÉGIONAL DU LIMOUSIN. — Les Haies : un patrimoine à valoriser. — Guéret : Office national des Forêts ; Ahun : Lycée agricole, 1990. — 4 p.
- DUPRAZ (C.). — Nouveaux itinéraires techniques de reboisement adaptés au multiusage parcellaire en zone de montagne sèche. Rapport final ATP Montagne du CEMAGREF. — Montpellier : INRA-LECSA, 1989. — 24 p. + annexes.
- DUPRAZ (C.), CABANNES (B.), LAGACHERIE (M.). — Des parcelles à vocation mixte (bois précieux + fourrage) pour valoriser les friches méditerranéennes. — *Le Paysan du Midi*, 1989.
- DUPRAZ (C.), DESPLOBINS (G.), MICLO (P.). — Le Réseau abri-serre : résultats de 112 essais de protections individuelles d'arbres à effet de serre dans des plantations forestières en zone méditerranéenne française. — Rapport interne INRA-LECSA, 1989. — 107 p.
- DUPRAZ (C.), LAGACHERIE (M.). — Culture de feuillus à bois précieux en vergers pâturés sur des terres agricoles du Languedoc-Roussillon : le réseau expérimental APPEL. — *Forêt méditerranéenne*, vol. 12, n° 4, 1990, pp. 447-457.
- DE MONTARD (F.-X.), LOISEAU (P.). — La Recherche agronomique face à la déprise agricole en Auvergne : en moyenne montagne du Massif Central humide, déprise agricole, abandon ou nouvelle gestion pastorale et sylvicole ? In : Conséquences écologiques de la déprise agricole et des changements d'affectation des terres. Séminaire de Florac, 9-10 mars 1987. — SRETIE-Ministère de l'Environnement, 1987, pp. 97-108.
- DE MONTARD (F.-X.). — Réflexions sur la dynamique de la végétation des prairies en moyenne montagne du Massif Central. — *Fourrages*, n° 125, 1991, pp. 85-103.
- GUINAUDEAU (C.). — La Réalisation pratique des haies brise-vent et bandes boisées. — Paris : Institut pour le Développement forestier, 1988. — 130 p.
- GUITTON (J.-L.). — Agroforesterie moderne en Auvergne : principes et premier bilan d'une expérimentation multilocale. — *Informations techniques du CEMAGREF*, vol. 81, n° 2, 1991, 7 p.
- GUITTON (J.-L.), DE MONTARD (F.-X.). — Principes d'une association de la sylviculture à l'élevage en montagne tempérée humide. — CEMAGREF, INRA, DRAF Auvergne, 1988. — 29 p.
- GUITTON (J.-L.), DE MONTARD (F.-X.). — Conception d'une agroforesterie en moyenne montagne. — In : Actes du Congrès mondial IUFRO, Montréal, vol. 2, 1990, pp. 312-325.
- GUITTON (J.-L.), BRETIÈRE (G.), SAAR (S.). — Culture d'arbres à bois précieux en prairies pâturées en moyenne montagne humide. — *CEMAGREF collection Études Forêt*, n° 4, 1990. — 119 p.
- IMBACH (C.). — Gestion mixte reboisement-pâturage en zone méditerranéenne : un nouvel outil, l'abri-serre. — Montpellier : CNEARC, INRA-LECSA, 1986. — 102 p. + annexes (Diplôme de DAT).
- MAXWELL (T.J.), SIBBALD (A.R.), EADIE (J.). — The integration of forestry and agriculture, a model. — *Agricultural systems*, n° 4, 1979, pp. 161-188.
- MOORE (R.). — Timber production from wide-spaced agroforests. — AFDI Biennial Conference Proceedings, Bunbury, Western Australia, 1990, pp. 79-85.
- QARRO (M.), DE MONTARD (F.-X.). — Étude de la productivité des parcours de la zone d'Ain Leuh (Moyen-Atlas, Plateau central). Effets de la fréquence d'exploitation et du taux de couvert arboré sur la productivité herbacée. — *Agronomie*, n° 9, 1989, pp. 477-487.
- VAQUER (C.). — Influence d'abris-serres sur la croissance d'arbres forestiers. Résultats de deux années de croissance. — Montpellier : INRA-LECSA, 1987. — 69 p. + annexes (Diplôme de DAA, option Agronomie méditerranéenne).