

Des moutons en forêt littorale varoise

Publications du Réseau Coupures de combustible disponibles aux éditions de la Cardère

MÉTHODES DE SUIVI DES COUPURES DE COMBUSTIBLE (RCC n°1)
Juillet 2001 (rééd.)

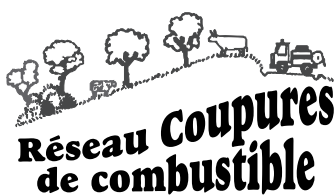
ANALYSE APRÈS INCENDIE DE SIX COUPURES DE COMBUSTIBLE (RCC n°2)
Octobre 1999

COUPURES DE COMBUSTIBLE. LE COÛT DES AMÉNAGEMENTS (RCC n°3)
Janvier 2000

CONCEPTION DES COUPURES DE COMBUSTIBLE (RCC n°4)
Décembre 2000

Des moutons en forêt littorale varoise

Michel ÉTIENNE, Didier ARMAND, Armand GRUDÉ, Nathalie GIRARD, Martine NAPOLEONE (INRA-SAD Avignon)



Réseau Coupures de combustible
août 2002 - n°5

Dessin de couverture : Bruno Teissier du Cros
Photos : Michel Étienne

Référence

Étienne M., Armand D., Grudé A., Girard N., Napoleone M.

Des moutons en forêt littorale varoise.

Réseau Coupures de combustible - Éd. de la Cardère Morières, 2002, 73 p.

Éditions de la Cardère

8 impasse du Tilleul

84310 Morières



© Éditions de la Cardère 2002

ISBN : 2-914053-08-8

© Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage, est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) 3 rue Hautefeuille, Paris 6^e.

Sommaire

	CONTEXTE ET HISTORIQUE DE L'AMÉNAGEMENT SYLVOPASTORAL
13	1. Le milieu
13	2. Les aléas climatiques
	a. Principaux facteurs climatiques
	b. Durée de l'hiver
	c. Durée de l'été
	d. Somme de températures
17	3. Historique de l'opération
	a. Origine du projet
	b. Principaux aménagements
	c. Principaux indicateurs
17	4. Les contrats
19	PROJET D'INSTALLATION
	UN SYSTÈME D'ÉLEVAGE INTÉGRÉ DANS UN AMÉNAGEMENT SYLVOPASTORAL
21	1. Le troupeau et sa conduite
	a. Reproduction
	b. Alimentation
	c. Production d'agneaux
23	2. L'adaptation du troupeau au mode de conduite
	a. Critères d'élevage
	b. Répartition des mises bas
	c. Carrières des brebis
	d. Pathologie
26	3. Utilisation du territoire
	a. Évolution du territoire pâturé
	b. Les années d'installation avant les sursemis : 1982-1985
	c. Un troupeau en augmentation sur un territoire diversifié en termes de quartiers et de ressources : 1987 et années autour
	d. Alimenter un gros troupeau sur un territoire variable : 1991 et années autour
	e. Un gros troupeau et une estive pour passer l'année sans encombre : 1997 et années autour
	f. Quinze ans d'utilisation d'un territoire : éléments de trajectoire
31	4. Production
	a. Croissance des agneaux
	b. Quelle alimentation d'été pour les agneaux ?
	c. Stratégie de vente
33	5. Trésorerie de l'exploitation
	a. Revenu
	b. Dépenses
	c. Recettes
	UN AMÉNAGEMENT SYLVOPASTORAL AU SEIN D'UN MASSIF FORESTIER
41	1. Améliorations pastorales
	a. Productions annuelles
	b. Productions saisonnières
	c. Pérennité
	d. Effet du couvert forestier
43	2. Impact du pâturage
	a. Taux d'abroutissement
	b. Pression de pâturage
45	3. Dynamique d'embroussaillage
	a. Effet de l'itinéraire technique
	b. Dynamique par faciès

- 48 **4. Sylviculture et aménagement sylvopastoral**
 - a. Reboisement de pin pignon
 - b. Régénération du chêne-liège
- 49 **5. Économie de l'aménagement sylvopastoral**
 - a. Partenaires et actions
 - b. Coûts et bénéfices
- 54 **6. Perception par les usagers**
 - a. Jugement sur les aménagements
 - b. Structures recherchées
 - c. Conflits potentiels

ÉLEVAGE ET AMÉNAGEMENT FORESTIER

- 61 **1. Impact de l'aménagement sylvopastoral sur l'environnement de la forêt**
 - a. Richesse floristique
 - b. Fertilité
 - c. Régénération de la forêt
 - d. Diversité paysagère
- 65 **2. Diagnostic global sur le massif forestier**
 - a. La nécessité d'une gestion pastorale adaptée
 - b. Une structuration originale du territoire forestier
 - c. Un aménagement repensé
 - d. Des dynamiques naturelles réorientées
- 66 **3. Des enjeux pour l'avenir**
 - a. Réduire la fragilité du système de pâturage
 - b. Respecter certaines règles de conduite du troupeau
 - c. Garantir la production d'agneaux vendables
 - d. Imaginer une autre sylviculture
 - e. Promouvoir une vision multi-objectifs de l'aménagement forestier
 - f. Valoriser l'intérêt économique des coupures sylvopastorales

71 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET SIGLES UTILISÉS

Liste des tableaux

- 14 Tableau 1. Évolution des facteurs climatiques limitant la production fourragère de 1985 à 1997
- 20 Tableau 2. Les moments-repères de l'éleveur
- 22 Tableau 3. Principaux critères zootechniques
- 26 Tableau 4. Journées-brebis garanties par le territoire pastoral
- 32 Tableau 5. Mode de conduite des lots d'agneaux
- 43 Tableau 6. Variation du taux de consommation moyen de cinq espèces arbustives en fonction de l'offre herbacée ou de l'âge de la touffe
- 48 Tableau 7. Comparaison des équations de croissance en hauteur et en diamètre du pin parasol avec ou sans fertilisation
- 48 Tableau 8. Équations de croissance en hauteur et en diamètre du chêne-liège avec fertilisation
- 48 Tableau 9. Comportement de rejets de chêne-liège protégés dans des manchons
- 50 Tableau 10a. Coût (milliers d'euros) de l'aménagement de la coupure de combustible de la Colle du Rouet : 1^{re} séquence de 1981 à 1985
- 51 Tableau 10b. Coût (milliers d'euros) de l'aménagement de la coupure de combustible de la Colle du Rouet : 2^e séquence de 1986 à 1990
- 52 Tableau 10c. Coût (milliers d'euros) de l'aménagement de la coupure de combustible de la Colle du Rouet : 3^e séquence de 1991 à 1996
- 53 Tableau 11. Coût (euros) de l'aménagement DFCI suivant différents critères économiques
- 53 Tableau 12. Évolution du coût par hectare sur le territoire sous contrat
- 55 Tableau 13. Perception par les usagers des différentes composantes de l'aménagement (DEB = débroussaillage, PAT = pâturage, CH = chiens, SS = sursemis, AG = appréciation globale)
- 58 Tableau 14. Appréciation par les usagers des différents types d'activités pratiquées en forêt de Palayson
- 62 Tableau 15. Formations végétales selon la modalité de gestion
- 62 Tableau 16. Importance des Légumineuses selon la modalité de gestion et l'espèce forestière dominante
- 65 Tableau 17. Qualification des parcelles selon leur intérêt paysager

Liste des figures

- 10 Figure 1. Trois niveaux d'organisation du pâturage dans le cadre d'aménagements sylvopastoraux sur coupures de combustible
- 12 Figure 2. Localisation de la forêt de la Colle du Rouet
- 14 Figure 3. Importance de l'hiver de 1985 à 1997
- 15 Figure 4. Importance de l'été de 1985 à 1997
- 16 Figure 5. Évolution de l'aménagement sylvopastoral de 1970 à 2000
- 18 Figure 6. Évaluation des surfaces, de la complémentation et de l'effectif de 1982 à 1999
- 20 Figure 7. Schéma de l'allotement réalisé en 1991 et en 1995
- 22 Figure 8. Chronique illustrée des principaux événements du troupeau
- 24 Figure 9. Répartition des mises bas de 1982 à 1998
- 25 Figure 10. Répartition des mises bas cumulées
- 25 Figure 11. Durée de vie productive des brebis
- 25 Figure 12. Nombre de mises bas sur la carrière et régularité de la reproduction
- 28 Figure 13. Quatre modalités d'utilisation du territoire pastoral
- 31 Figure 14. Gain moyen quotidien de poids des agneaux entre 1984 et 1986
- 32 Figure 15. Évolution du poids des agneaux selon trois modalités d'alimentation estivale
- 33 Figure 16. Évolution de la stratégie de vente des agneaux
- 34 Figure 17. Évolution du revenu annuel de l'éleveur au cours des quatre séquences
- 34 Figure 18. Dépenses d'investissement par l'éleveur de 1982 à 1999
- 35 Figure 19. Évolution des dépenses de fonctionnement liées à l'alimentation du troupeau de 1982 à 1999
- 36 Figure 20. Évolution des dépenses de fonctionnement liées au travail de l'éleveur de 1982 à 1999
- 36 Figure 21. Évolution des recettes de l'élevage en fonction de la taille du troupeau de 1982 à 1999
- 37 Figure 22. Part des primes dans le chiffre d'affaires de l'exploitation de 1982 à 1999
- 38 Figure 23. Répartition des primes versées à l'éleveur selon leur origine
- 38 Figure 24. Part des produits animaux dans les recettes de l'exploitation de 1982 à 1999
- 38 Figure 25. Évolution du prix moyen de vente des agneaux de 1982 à 1999
- 39 Figure 26. Prix moyen de vente de l'agneau selon la saison et la taille du lot
- 39 Figure 27. Évolution du nombre d'agneaux vendus dans l'année par rapport au nombre de brebis-mères
- 40 Figure 28. Production annuelle moyenne des sursemis de 1987 à 1998
- 40 Figure 29. Évolution du rendement moyen des sursemis de trèfle souterrain selon le cultivar, de 1987 à 1998
- 42 Figure 30. Production saisonnière moyenne des sursemis de 1987 à 1998
- 42 Figure 31. Évolution du taux de consommation des principales espèces arbustives de 1992 à 1998
- 44 Figure 32. Apports de trois quartiers de pâturage à l'alimentation du troupeau de 1986 à 1998
- 44 Figure 33. Dynamique d'embroussaillage selon différentes techniques de débroussaillage à Palayson
- 46 Figure 34. Modèle de dynamique d'embroussaillage du cytise triflore
- 46 Figure 35. Modèle de dynamique d'embroussaillage du myrte
- 46 Figure 36. Modèle de dynamique d'embroussaillage de la callune
- 47 Figure 37. Modèle de dynamique d'embroussaillage du ciste de Montpellier
- 47 Figure 38. Modèle de dynamique d'embroussaillage du ciste à feuilles de sauge
- 47 Figure 39. Modèle de dynamique d'embroussaillage de la bruyère arborescente
- 54 Figure 40. Zonage de la forêt de Palayson selon les principaux usages en 1990
- 60 Figure 41. Richesse floristique moyenne selon la modalité de gestion et l'espèce forestière dominante
- 60 Figure 42. Évolution du poids d'éléments fins de litière entre mars et juin 1999
- 62 Figure 43. Teneur en azote du sol et de la bruyère arborescente selon la modalité de gestion et l'espèce forestière dominante
- 63 Figure 44. Régénération du pin d'Alep selon la modalité de gestion
- 63 Figure 45. Régénération du chêne vert selon la modalité de gestion
- 63 Figure 46. Régénération du chêne blanc et du chêne-liège selon la modalité de gestion
- 63 Figure 47. Hauteur moyenne de la régénération dans les dix placettes dominées par le chêne-liège
- 64 Figure 48. Un aménagement forestier à objectifs multiples
- 68 Figure 49. Dynamique probable de la forêt de Palayson suite à l'aménagement sylvopastoral



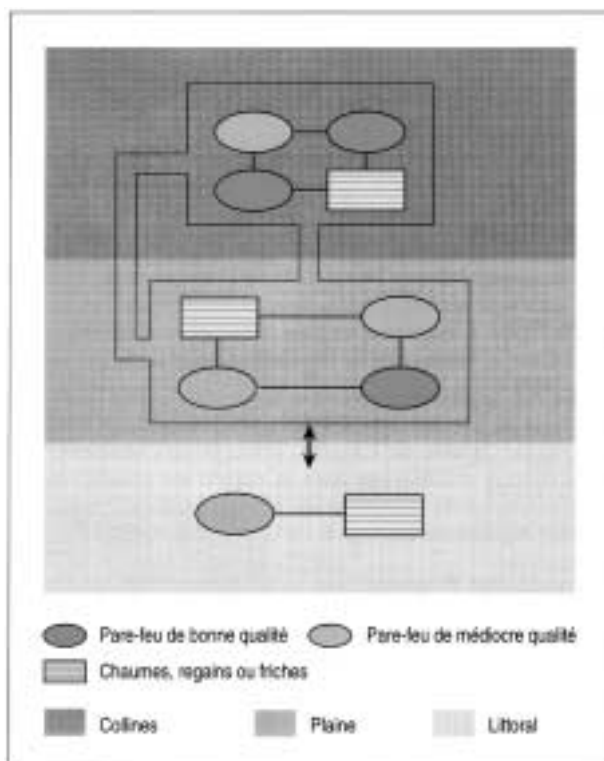
GESTION RAISONNÉE D'UNE GRANDE COUPURE DE COMBUSTIBLE PAR LE PÂTURAGE OVIN

L'entretien des réseaux de coupures de combustible des forêts de la Colle du Rouet et des collines de St-Paul-en-Forêt par un troupeau ovin, est l'une des plus anciennes opérations d'aménagement sylvopastoral associant élevage et PFCI mises en place en France méditerranéenne. Débutée en 1981, elle a bénéficié d'un suivi scientifique et technique par l'Unité d'Écodéveloppement de l'INRA d'Avignon depuis 1983. Deux bilans d'étape [34, 37] avaient permis d'analyser les dysfonctionnements du système agro-sylvopastoral et de proposer des restructurations du territoire, des améliorations des ressources fourragères, des ajustements dans la conduite de l'élevage et de nouvelles modalités de contractualisation.

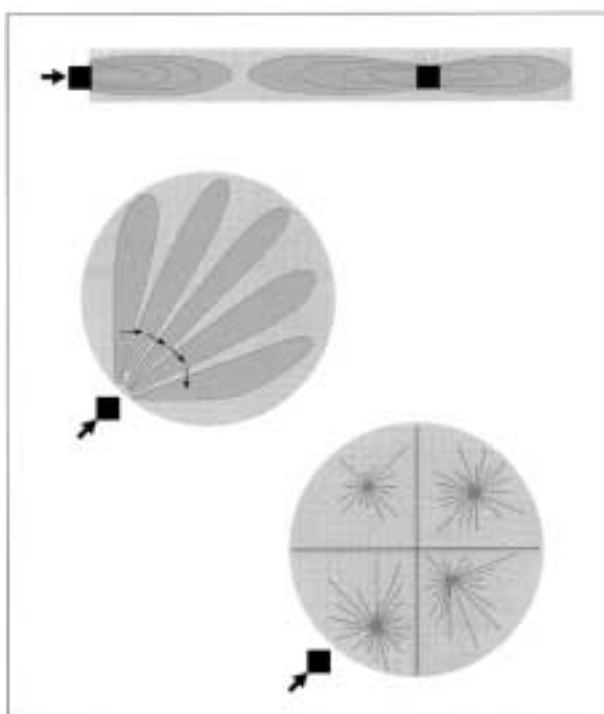
Étant donné l'annonce du départ de l'éleveur à la fin de l'année 1999 (fin du contrat le liant à l'ONF), nous avons souhaité faire un bilan complet de l'opération depuis sa mise en place en 1981. Ce document reprend l'ensemble des données disponibles sur l'aménagement sylvopastoral de la Colle du Rouet depuis l'arrivée de l'éleveur et de son troupeau en 1982. Le document débute par une brève présentation historique des principaux événements qui ont jalonné le déroulement de l'aménagement et une caractérisation des conditions écologiques et climatiques dans lesquelles il s'est développé. Ensuite, les grandes tendances observées sur le plan de la production, de l'économie et de l'environnement sont analysées à niveaux d'organisation successifs : le système d'élevage, l'aménagement sylvopastoral, le massif forestier. Ces analyses mettent à jour des stratégies d'aménagement et d'utilisation de l'espace selon différentes échelles de temps et sur des entités spatiales emboîtées.

Ainsi l'utilisation de l'espace forestier par le troupeau sera abordée à la fois par la stratégie globale de conduite du pâturage, par la compréhension de l'utilisation saisonnière des zones pâturées, voire par les modalités d'organisation journalière des déplacements des lots d'animaux (fig.1).

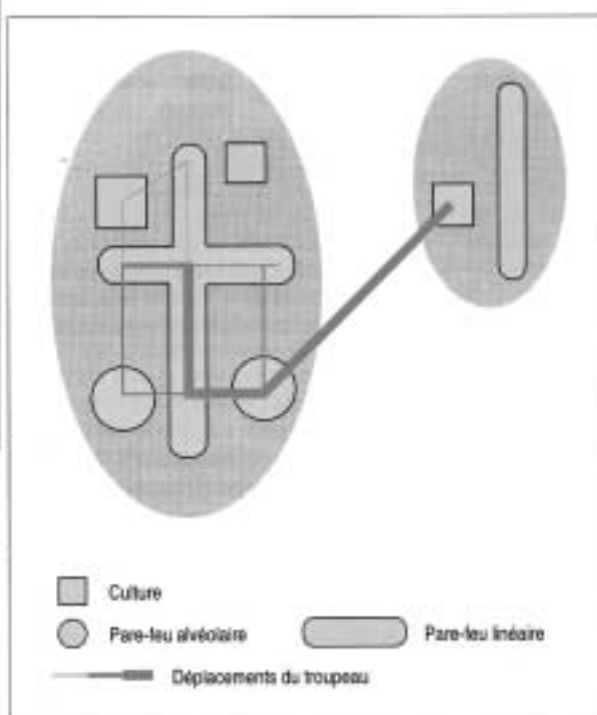
FIGURE 1. TROIS NIVEAUX D'ORGANISATION DU PÂTURAGE DANS LE CADRE D'AMÉNAGEMENTS SYLVOPASTORAUX SUR COUPURES DE COMBUSTIBLE



a. Modèle de la stratégie globale de conduite du troupeau



c. Modèles de l'utilisation de l'espace à l'échelle d'une décade



b. Modèle de l'organisation d'un secteur écologique à l'échelle de la saison

FIGURE 1, COMMENTAIRE [7]

a. Sur l'ensemble de l'espace pâturé à l'échelle de l'année, trois chorèmes permettent de synthétiser les éléments structuraux moteurs dans la stratégie globale de conduite du troupeau :

- une structure en bande isolant une zone d'hivernage en bordure de mer, un massif forestier côtier à utilisation printanière et automnale, et un massif forestier de colline pour l'été ;
- pour chaque secteur, une structure en archipel liée aux ressources fourragères (friches, chaumes ou regains), couplée avec un réseau de coupures de combustible (pare-feu). C'est l'espace contractuel à pâturer obligatoirement ;
- des points de passage obligés permettant de franchir ou de contourner les obstacles naturels ou artificiels (col, route extérieure, pont sur autoroute) lors des grands déplacements qui rythment le calendrier de pâturage.

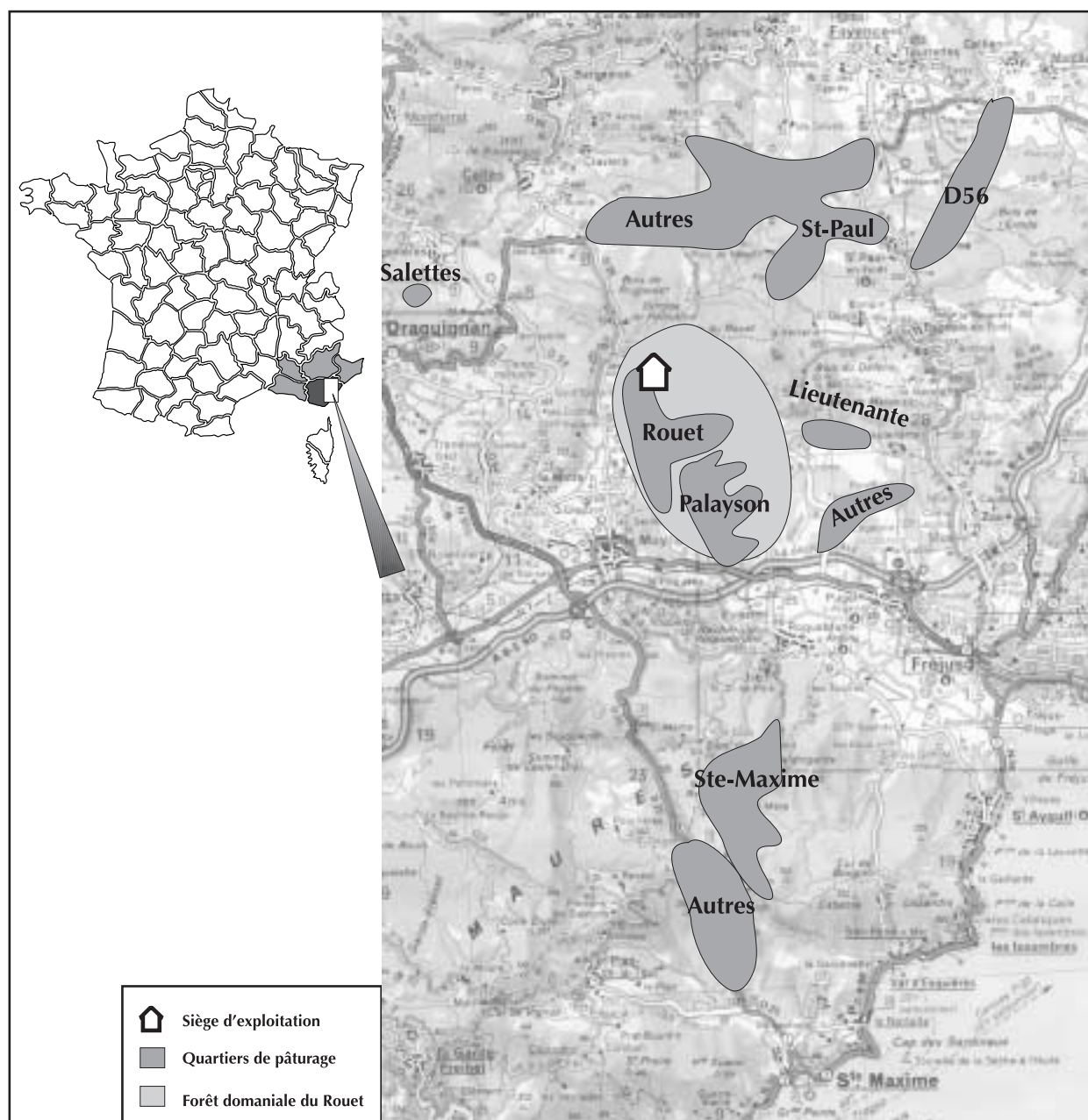
b. Sur l'ensemble d'un secteur écologique, à l'échelle de la saison, le modèle fait appel à de nouveaux chorèmes tout en restant basé sur une structure en archipel :

- le modèle en archipel provient, d'une part, de la dispersion des aires d'attraction pour le troupeau, c'est-à-dire des portions d'espace sur lesquels une quantité d'herbe suffisante est disponible (pâturage autorisé) ; et d'autre part, de leur forme et de leur origine (pare-feu linéaire ou alvéolaire, terrain cultivé) ;
- le quadrillage de l'archipel, en un réseau s'appuyant sur un certain nombre de têtes de ponts ou de carrefours, est le reflet des circuits mis en place par l'éleveur. Ces carrefours peuvent d'ailleurs être considérés comme les lieux névralgiques où l'éleveur fait des choix décisifs sur l'organisation de son espace pâturé.

c. Au niveau d'un même quartier, à l'échelle de la décade, la combinaison de trois chorèmes permet de modéliser l'utilisation de l'espace par le troupeau. Mais le modèle sera différent selon la forme de l'espace pâturé et la période d'utilisation :

- sur un modèle de type pare-feu linéaire, il y a extension progressive de l'aire de pâturage à partir d'une tête de pont (carré noir), selon un axe parallèle à la ligne du pare-feu ;
- sur un modèle de type pare-feu alvéolaire, la progression se fait soit (si l'herbe n'est pas très abondante) à partir d'une tête de pont (parc de nuit), selon un balayage de l'espace en éventail, soit (ressource abondante) à partir d'un réseau maillé déterminé par l'éleveur, que le troupeau utilise successivement, la tête de pont n'étant plus qu'un relais ne servant que les jours d'arrivée et de départ.

FIGURE 2. LOCALISATION DE LA FORÊT DE LA COLLE DU ROUET



Contexte et historique de l'aménagement sylvopastoral

1. Le milieu

La forêt domaniale de la Colle du Rouet (fig.2) couvre 3023 ha, sur les communes du Muy, de Roquebrune-sur-Argens et de St-Paul-en-Forêt, au sud-est du département du Var, à une vingtaine de kilomètres de la mer, à la charnière entre les massifs des Maures et de l'Esterel. Son altitude moyenne est de 70 m, et son relief a été façonné par de multiples ruisseaux transitoires. Les roches sur lesquelles elle est implantée (grès rouge, rhyolites et granites), ont généré des sols siliceux, légers, superficiels et pauvres.

Les essences forestières les plus fréquentes sont le pin d'Alep (580 ha), le chêne-liège (560 ha) et le pin pignon (230 ha). Le chêne vert est souvent présent en sous étage, le chêne pubescent est bien représenté dans les endroits frais alors que le pin maritime, décimé par la cochenille (il couvrirait encore 375 ha en 1970), n'est plus présent que sous la forme de jeunes gaulis. Le dernier aménagement forestier date de 1990, mais le traitement prévu en futaie irrégulière n'a pas encore été appliqué pour l'instant. Les seules interventions sylvicoles effectuées avant l'aménagement sylvopastoral ont été le recépage de chênes-lièges, la récolte ponctuelle de liège, l'exploitation de pins maritimes dépérissants, et 110 ha de plantations réalisées en 1970 avec du pin pignon, du cyprès et des eucalyptus. L'histoire de la Colle du Rouet est, comme celle de toutes les forêts méditerranéennes, rythmée par les incendies. Les épisodes les plus récents se sont déroulés en 1973 et 1985 sur le canton de St-Paul, en 1965 et 1985 sur le canton du Rouet, en 1949 et 1987 sur le canton de Palayson et en 1983 sur le canton de Terres Gastes. Ce passage récurrent du feu s'est accompagné depuis une quinzaine d'années par une forte urbanisation à la périphérie de la forêt (lotissement de l'Eden Vert pour St-Paul, village de La Bouverie pour Palayson) et donc par une augmentation brutale de la fréquentation régulière des bois tout au long de l'année et par une diversification des attentes de la part du public sur cet espace forestier.

2. Les aléas climatiques

L'effet des importants aléas climatiques sur la dynamique des ressources fourragères, la conduite de l'élevage et la croissance et la survie des essences forestières, impose de décrire avec précision les principales contraintes du climat local. Pour cela nous avons choisi de calculer des indicateurs appropriés, à partir des données météorologiques fournies par les stations du Luc et de Fréjus (ETP Penmann, températures minimale et maximale, précipitations). Les indicateurs choisis, établis à partir de la moyenne des données des deux stations, sont :

- la moyenne des températures minimales par période de cinq jours successifs (pentade) ;
- le bilan hydrique simplifié calculé à partir de la réserve utile du sol, des précipitations et de l'ETP ;
- la somme des températures moyennes à partir du 1^{er} mars ;
- la somme des températures minimales par période de cinq jours successifs (pentade).

Ils ont permis de déterminer (tabl.1) :

- la durée de l'hiver, définie comme la période comprise entre la première et la dernière pentade au cours de laquelle la moyenne des températures minimales est négative ;
- la date de démarrage de l'automne, définie comme le premier jour, à partir de septembre, où le bilan hydrique est supérieur à 10% de la réserve utile ;
- la date de fin de printemps, définie comme le premier jour à partir de mai où le bilan hydrique est inférieur à 1 mm ;
- les sommes de températures au printemps ;
- les sommes de températures en automne ;
- les sommes de températures en hiver ;
- les années à froid exceptionnel, définies par le nombre de fois où la somme des températures journalières minimales par pentade est inférieure à - 20 °C.

FIGURE 3. IMPORTANCE DE L'HIVER DE 1985 A 1997

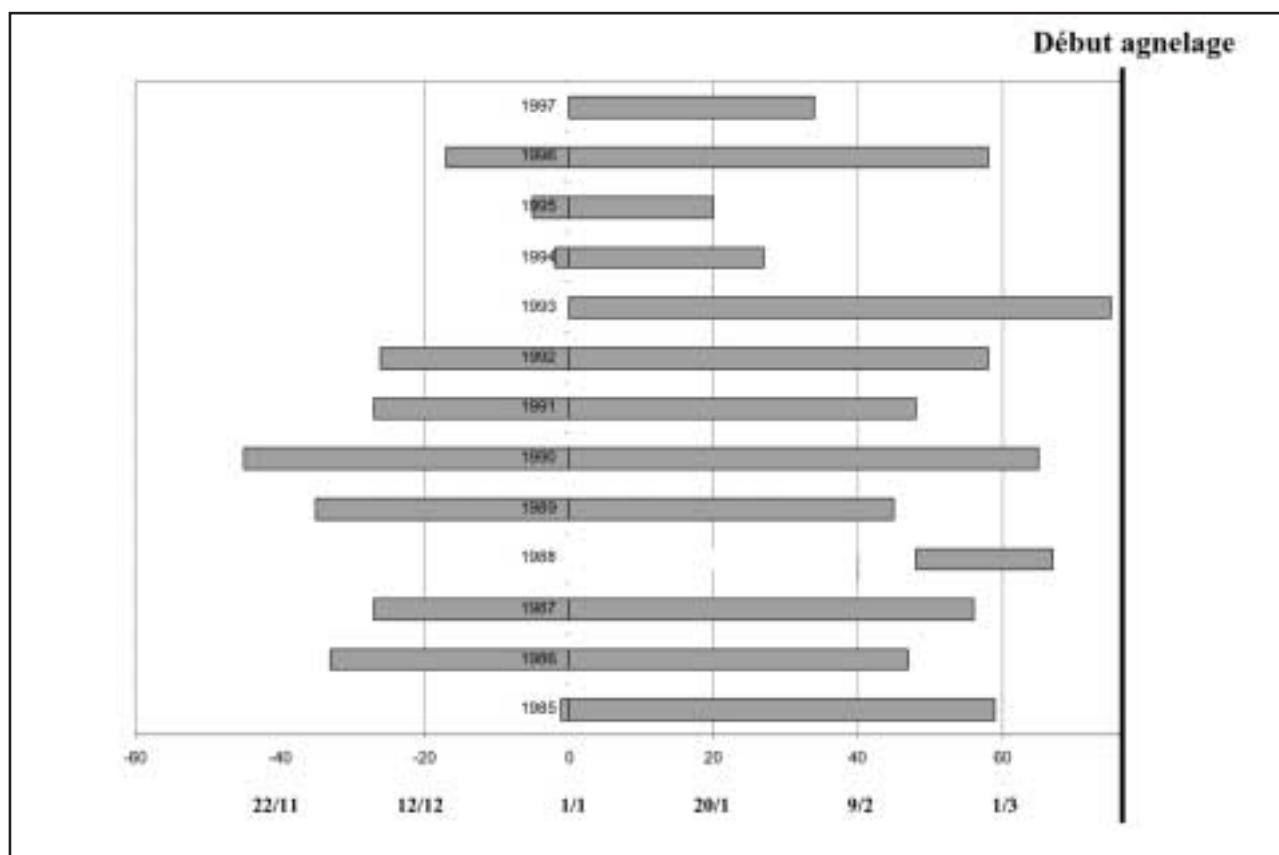


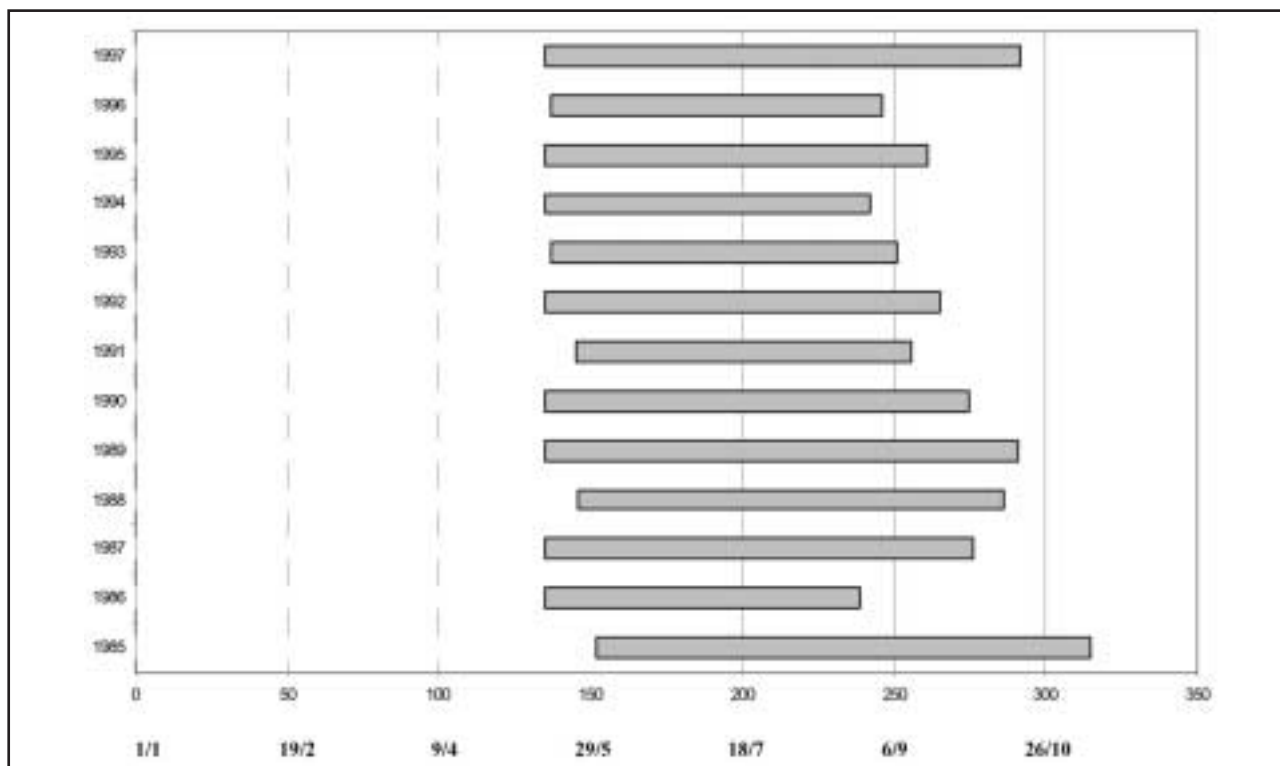
TABLEAU 1. ÉVOLUTION DES FACTEURS CLIMATIQUES LIMITANT LA PRODUCTION FOURRAGÈRE DE 1985 A 1997

Années	Hiver j de gelées extrêmes	Hiver Durée	Hiver Somme des températures	Automne Somme des températures	Printemps Somme des températures	au 1 ^{er} mars Somme des températures
1985	10	-	-	--	-	--
1986	2	-	0	0	0	-
1987	0	-	0	0	-	-
1988	0	0	0	-	-	0
1989	0	-	-	--	-	-
1990	0	--	0	-	-	0
1991	3	-	0	+	0	-
1992	0	-	-	0	--	-
1993	0	-	0	+	0	-
1994	0	0	0	+	--	0
1995	2	0	+	0	-	0
1996	0	-	0	0	0	0
1997	0	0	+		0	0

Légende :

Classes	note	Hiver Durée	Hiver Somme des températures	Automne Somme des températures	Printemps Somme des températures	au 1 ^{er} mars Somme des températures
Très favorable	+		+ de 10000	+ de 9000		
Favorable	o	- de 50	5 à 10000	6 à 9000	+ de 4000	+ de 5000
Peu favorable	-	de 50 à 100	- de 5000	3 à 6000	3 à 4000	4 à 5000
Défavorable	--	+ de 100		- de 3000	- de 3000	- de 4000

FIGURE 4. IMPORTANCE DE L'ÉTÉ DE 1985 A 1997



a. Principaux facteurs climatiques

Les contraintes climatiques ont été analysées en découpant le temps en années « agricoles » (du début de l'automne à la fin de l'été) afin de mieux faire correspondre la pousse de l'herbe avec le climat. Les moments qui affectent particulièrement la production fourragère et par conséquent l'élevage sont : la date d'arrivée des pluies d'automne, la durée de l'hiver et la date d'arrivée de la sécheresse estivale. Il est donc essentiel d'analyser le climat saison par saison et d'éviter de discuter sur des moyennes annuelles (tabl.1). Les années 1993, 1996 et 1997 présentent trois saisons favorables alors que 1985 et 1989 n'ont aucune saison favorable. Dans le groupe des années alternant deux saisons successives favorables pour une mauvaise, 1987, 1988, 1994 et 1995 présentent un printemps défavorable alors que 1986 et 1991 ont un automne défavorable. Les deux années restantes n'ont qu'une saison favorable, l'automne pour 1992, l'hiver pour 1990.

b. Durée de l'hiver

Sur les treize années considérées, un tiers présente une durée d'hiver inférieure à 35 jours, les deux tiers se situant entre 60 et 85 jours (fig.3). L'année 1990 constitue un cas particulier avec un hiver de 110 jours qui commence dès la mi-novembre et qui finit très tard après le premier mars. L'étude de la position de la période hivernale dans le calendrier permet d'affiner cette première analyse. Les années à hiver court connaissent leurs premières gelées fin décembre sauf l'année 1988 où la première période gélive n'est apparue qu'à la mi-février. Pour la plupart des autres années, l'hiver débute avant la mi-décembre, mais la date de fin des gelées est très variable. Seulement trois

hivers se terminent plus d'un mois avant le début de l'agnelage alors que l'année 1993 est particulièrement critique avec un arrêt des fortes gelées seulement le 15 mars. Enfin l'année 1985 se distingue par des températures fortement négatives sur une période de dix jours, qui ont eu des conséquences fatales sur certains arbres et ont détruit une grande partie des stocks de fourrage sur pied.

c. Durée de l'été

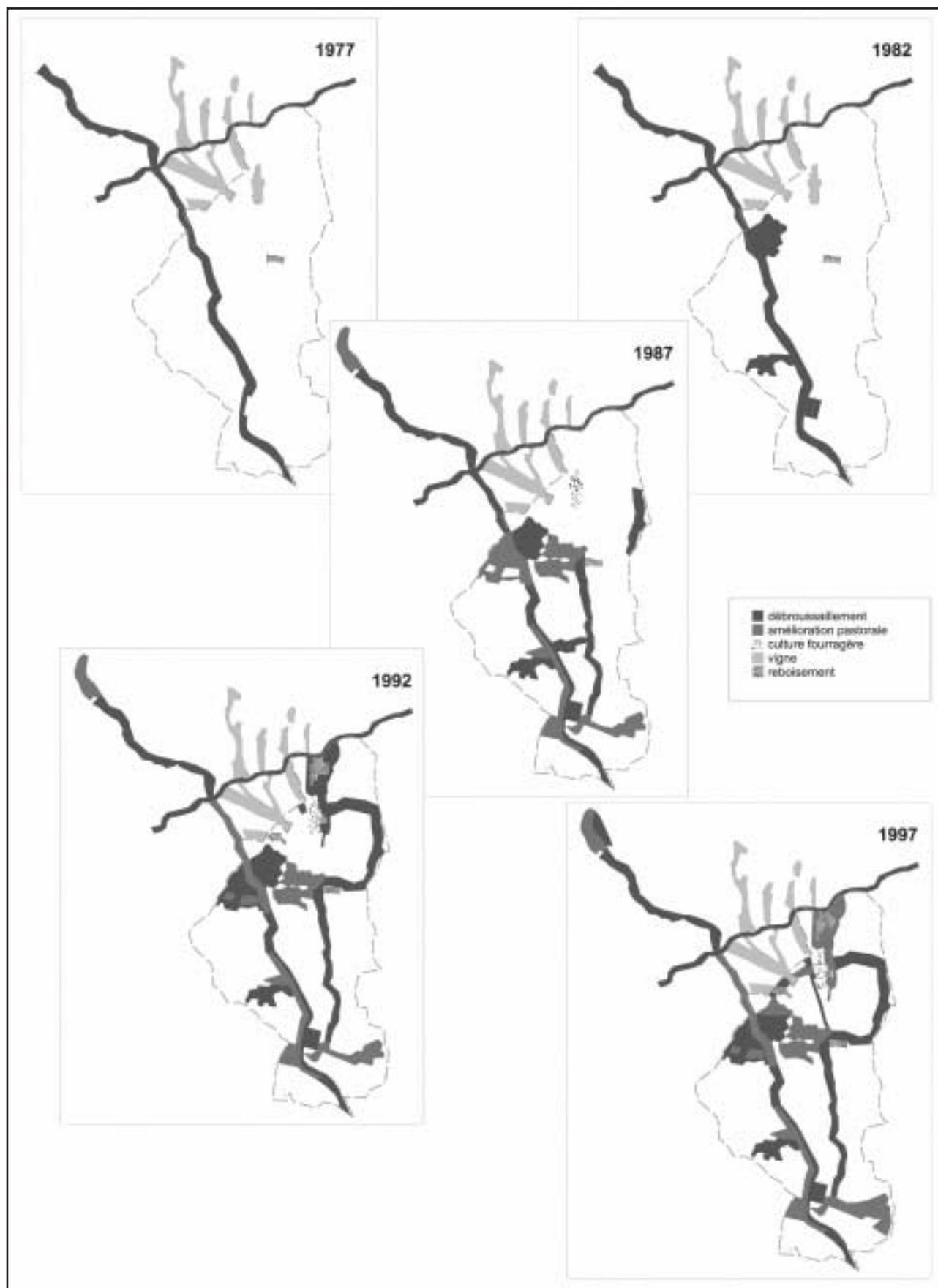
Le démarrage de la saison sèche se produit à une date relativement constante, autour de la mi-mai. Par contre, l'apparition des premières pluies efficaces d'automne est beaucoup plus aléatoire, elle fluctue en effet du 1^{er} septembre à la mi-octobre. Pendant cinq années, l'été dure moins de 100 jours ou de 100 à 130 jours, et les trois années exceptionnellement arides (1985, 1989, 1997) présentent une saison sèche qui dure plus de cinq mois (fig.4).

d. Somme de températures

La somme de températures est généralement considérée comme un bon indicateur des potentialités climatiques de production d'herbe. Si l'on analyse ses variations saisonnières (tabl.1), on observe que deux tiers des années ont un automne satisfaisant, trois quarts des hivers permettent une pousse correcte de l'herbe mais seulement un tiers des printemps sont favorables à la production fourragère.

Les valeurs prises par ces quelques indicateurs montrent bien l'importance de la variabilité climatique qui peut porter sur différentes saisons et présenter différentes magnitudes. Ils montrent également la difficulté d'anticiper les conditions d'une production fourragère, étant donné le caractère fortement aléatoire des suc-

FIGURE 5. ÉVOLUTION DE L'AMÉNAGEMENT SYLVOPASTORAL DE 1970 A 2000



cessions d'événements climatiques. L'aménagement sylvopastoral devra en permanence tenir compte de ces facteurs et prévoir des solutions de rechange en cas d'accident climatique marqué.

3. Historique de l'opération

a. Origine du projet

Dans le but de protéger des forêts littorales regroupant des terrains domaniaux, communaux et privés, un aménagement DFCI classique avait été mis en place dans les années 1970, sur la base de pistes et de bandes de sécurité entretenues par des harkis. En 1981, le problème du vieillissement et du non-remplacement des harkis (français de souche islamique rapatriés d'Afrique du Nord) amène la DDAF à proposer la participation d'un troupeau à l'entretien du réseau de coupures de combustible. Un élevage ovin est installé sur le site, à titre expérimental, grâce à l'appui de la DDAF et sous le contrôle scientifique de l'INRA.

b. Principaux aménagements

L'opération s'est déroulée en quatre phases qui correspondent à une modification substantielle de la surface aménagée, à une importante réorientation des objectifs assignés à l'aménagement et à un ajustement notable des modalités de contractualisation du travail de l'éleveur (fig.5).

Phase 1, 1981-1985 (200 ha de coupures). L'ONF et la DDAF cherchent un moyen efficace et peu coûteux de remplacement des harkis, affectés dans les années soixante à l'entretien des périmètres DFCI. En réponse à une annonce passée par l'ONF dans un journal d'élevage, un éleveur ovin originaire d'Alsace s'installe avec 250 brebis sur le dispositif de coupures de combustible préexistant qui continue à être entretenu par les harkis sous la gestion de l'ONF. L'éleveur doit respecter une liste de règles strictes et reçoit en échange une indemnité forfaitaire de 6100 €/an.

Phase 2, 1986-1990 (280 ha de coupures). Au remplacement des harkis s'ajoute la volonté de l'ONF de mieux compartimenter le massif. Suite à une tendance marquée de l'éleveur à faire pâturer son troupeau en dehors de la forêt, et à un bilan technico-économique de l'élevage préoccupant, 60 ha d'améliorations pastorales sont mis en place sur les coupures de combustible existantes et sur des coupures alvéolaires créées pour l'occasion. En complément, une maison forestière est restaurée sur financement public et mise à disposition de l'éleveur. Le troupeau passe à 450 têtes et un contrat de type prestation de service est établi entre l'ONF, l'INRA et l'éleveur (cf. ci-dessous § 4).

Phase 3, 1991-1995 (350 ha de coupures). Dans la dynamique de la réorganisation de l'ONF du Var, l'aménagement forestier de la Colle du Rouet est totalement revu en mettant l'accent sur le bouclage du compartimentage DFCI, la protection des sites remarquables, le démarrage d'une sylviculture adaptée du chêne-liège et la recherche d'un entretien maximum des coupures par le troupeau. De nouvelles améliorations

pastorales sont localisées dans les sites remarquables pour leurs peuplements forestiers et des cultures fourragères sont installées au sein de la forêt. Le couvert de chêne-liège est favorisé sur les coupures par des protections individuelles de rejets. Le troupeau passe à 650 brebis et un contrat à risques partagés est directement établi entre l'ONF et l'éleveur.

Phase 4, 1996-1999 (350 ha de coupures). Le système fonctionne en routine sans modification majeure au niveau ni de la conduite du troupeau où la montée en estive est devenue systématique, ni au niveau de l'aménagement forestier, mis à part la réalisation d'une plantation agroforestière de feuillus en association avec des cultures fourragères. L'éleveur décide, pour des raisons personnelles, de ne pas renouveler son contrat à son expiration.

c. Principaux indicateurs

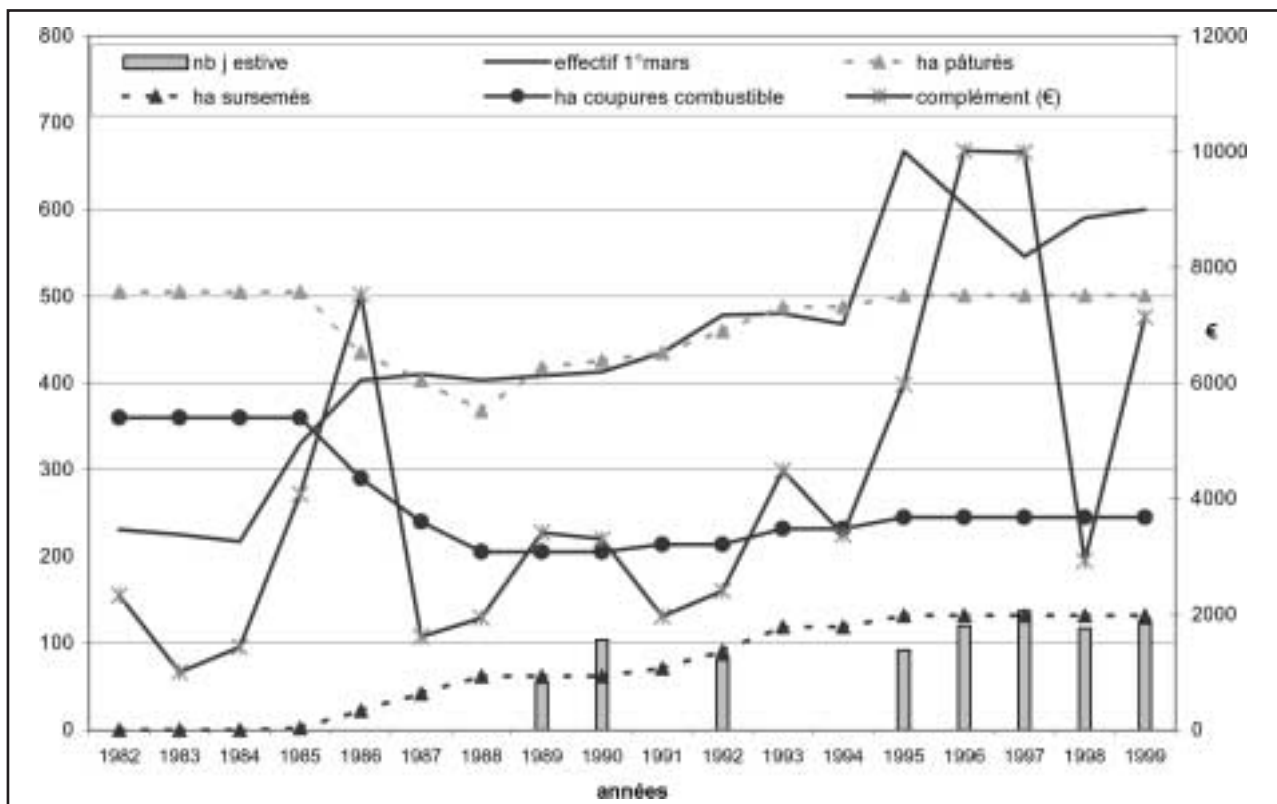
La figure 6 montre l'évolution de 1982 à 1998 de quelques indicateurs clefs : trois sur le troupeau (effectif de brebis mères au 1^{er} mars, nombre de jours passés en estive, somme dépensée à l'achat de complément), deux sur le territoire pâturé (surface pâturée, surface semée) et un sur l'aménagement DFCI (surface en coupures de combustible). Elle fait apparaître les évolutions suivantes :

- l'effectif du troupeau passe par trois paliers de 230 à 430, puis à 650 brebis-mères, avec une forte mortalité sur les brebis introduites en 1996 ramenant le nombre final de brebis à 600 ;
- l'utilisation de l'estive comme dernier recours les années de forte sécheresse dans les années quatre-vingt-dix, devient systématique à partir de 1995 à la suite d'une augmentation brusque de l'effectif et couvre chaque année plus de 100 jours de pâturage du troupeau ;
- les achats de complément sont relativement modestes et ne deviennent significativement importants que lors de printemps catastrophiques (1985, 1995, 1996) ;
- la mise en place des premiers sursemis permet de réduire l'espace pâturé hors estive de 500 à 400 ha mais l'augmentation graduelle de l'effectif nécessite une augmentation parallèle de la surface sursemée et de l'espace pâturé qui atteint à nouveau 500 ha au cours de la dernière phase ;
- l'aménagement DFCI initialement étalé sur plus de 350 ha, est d'abord recentré sur les 200 ha de coupures les plus stratégiques, progressivement complétés par 50 ha de coupures à vocation particulière (protection de peuplements classés ou de reboisements).

4. Les contrats

Il est très instructif de comparer les changements enregistrés dans les modalités de contractualisation de la présence de l'éleveur et de son troupeau en forêt de Palayson. Rappelons en effet qu'au démarrage de l'opération, le pâturage en forêt est tout juste toléré et que la dérogation préfectorale dont il doit faire l'objet n'est

FIGURE 6. ÉVALUATION DES SURFACES, DE LA COMPLÉMENTATION ET DE L'EFFECTIF DE 1982 A 1999



donnée que si l'opération est menée à titre expérimental et si elle bénéficie d'un suivi scientifique par l'INRA.

Le premier contrat passé est de type normatif même si aucune donnée scientifique digne de ce nom n'est disponible en 1981 pour définir la moindre règle de gestion raisonnée ou évaluer les contraintes propres à l'élevage sur coupures de combustible. Le contrat impose donc le respect de règles strictes et simples (la végétation ne doit pas dépasser 15 cm) en échange de quoi l'éleveur reçoit une indemnité forfaitaire de 6100 €/an.

Le deuxième contrat, basé sur un constat d'échec relatif du système mis en place, considère l'éleveur comme un prestataire de service. En échange d'une vente d'herbe quasi gratuite (0,66 €/brebis) sur l'ensemble du territoire forestier « défensable » (zones où la forêt est capable de se défendre seule de la dent de l'animal), il règle les modalités d'utilisation pastorale des zones semées, fixe l'itinéraire technique à respecter pour l'entretien de ces zones et définit un protocole de contrôle du respect d'un seuil d'embroussaillage inférieur à 2000 m³/ha. Si ce seuil est dépassé, l'éleveur doit prendre en charge le débroussaillage du tronçon de coupe de combustible correspondant. L'indemnité est maintenue de façon forfaitaire à 6100 €/an. L'INRA contribue à mettre au point des itinéraires techniques tant sur le troupeau que sur les ressources fourragères et sert de garant pour le contrôle de l'efficacité du travail du berger et de son troupeau. Le troisième contrat est de loin le plus original. Il s'agit d'un engagement mutuel entre le propriétaire et l'éleveur sur un cahier des charges basé sur un zonage du territoire pâturé en trois catégories selon le degré d'en-

jeu DFCI. Le contrat définit les itinéraires techniques à engager sur chacune de ces zones, fixe un coût d'objectif à ne pas dépasser sur l'ensemble de la surface sous contrat (213 ha) et garantit un intéressement au résultat en fixant les modalités de répartition de toute économie faite sur le coût d'objectif. Celui-ci est fixé à 137 €/ha pour la première année de contrat et doit atteindre 114 €/ha en fin de contrat, soit une réduction progressive du coût d'entretien de 4,6 €/ha/an. Un bilan annuel entre dépenses d'entretien et coût d'objectif permet d'évaluer le montant du résidu éventuel. Si le résidu est positif, les 4,6 premiers K€ sont reversés à l'éleveur et le surplus restant est reversé à l'ONF. Toute la contractualisation est basée sur une simulation des revenus de l'éleveur, de la fréquence probable des travaux d'entretien et de la dynamique des ressources fourragères. Elle est le fruit de l'évaluation des contrats précédents et d'une longue réflexion associant l'ONF, l'INRA et l'éleveur.

L'aménagement sylvopastoral de la Colle du Rouet s'est donc mis en place et développé par des réajustements successifs imposés soit par la conjoncture économique et son effet sur la taille minimum viable d'un troupeau ovin, soit par la prise en compte dans l'aménagement forestier d'aspects plus environnementaux. Ces ajustements se sont traduits par une amélioration constante des modalités de contractualisation entre les deux principaux partenaires de l'aménagement, sous la forme de propositions toujours novatrices par rapport à la prise en compte des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (mise en œuvre des mesures agri-environnementales, cahier des charges des CTE...).

Projet d'installation

par Henri Firn, éleveur de moutons, 12 septembre 1980

Extraits de « L'élevage ovin dans les garrigues »

Quelques principes

- Par un gardiennage bien mené, on profite au maximum des disponibilités fourragères et l'achat de complément (foin et fourrage) peut être limité au maximum (période d'agnelage).
- L'agneau qui naît dehors, par des conditions moins clémentes sera beaucoup plus vigoureux, rustique et débrouillard qu'un autre.
- Le gardiennage est le meilleur moyen de faire connaissance avec ses brebis, de voir leur réaction au climat, aux restrictions fourragères, aux maladies. Plus un troupeau est bien gardé, plus on en fera ce que l'on voudra.
- Du mouton, oui... mais à moindre frais ! Avec des investissements minimums, limités au seul troupeau.

Une journée type

EN AUTOMNE - HIVER - PRINTEMPS

- Gardiennage en une seule fois, (la méthode restant à trouver), 7 à 11 heures par jour, suivant les disponibilités fourragères.
- Le soir, coucher du troupeau rassemblé par 2 ou 3 fils électrifiés, sur un petit carré relativement abrité des intempéries et des voleurs. De préférence, choisir des coins embroussaillés. Les brebis se coucheront dessus et piétineront. Le travail peut être fini à la main, le lendemain matin à la sortie du troupeau. Le matériel (fil, batterie, piquet) est facilement véhiculable par le berger ou par un petit ânon.

EN ÉTÉ

Gardiennage bi-quotidien :

- 5h - 9h, puis faire chômer les brebis dans un parc électrifié ombragé
- 18h - 22h, puis monter à nouveau le parc de nuit.

Les faire boire tous les jours.

Pourquoi la wurt ?

AVANTAGES

- Race aux grandes capacités d'adaptation.
- Très bonne marcheuse.
- Très rustique et très résistante, aussi bien au froid, qu'à la chaleur, qu'à l'humidité ou la sécheresse.
- Race grégaire, et donc très maniable et docile, habituée au gardiennage quotidien et à dormir à la belle étoile.
- Race relativement prolifique et extrêmement maternelle et bonne laitière même dans les conditions les plus pénibles.
- Race totalement dessaisonnée ; à la chair excellente

INCONVÉNIENTS

- Il faut trouver le mode de conduite adéquat, malgré sa grégarité, pour en faire une machine à débroussailler : le type de gardiennage, d'avance quotidienne, de rotation des pâtures qui lui permette de « profiter » tout en débroussaillant. J'ai des idées précises la-dessus. Je les appliquerai avant, on en discutera après.
- Grand format, produisant des agneaux lourds, ce qui risque de poser des problèmes de commercialisation.

Commercialisation

Écouler au maximum en vente directe, pour valoriser correctement ce type d'agneaux lourds et coureurs... Mais il est presque impossible d'écouler tous ses agneaux de cette façon. Il faudra bien envoyer l'un ou l'autre lot à l'abattoir. Pourquoi ne pas envisager la création d'un label « agneau coupe-feu », ou « agneau entretien de l'espace » qui serait rémunéré en se basant sur la qualité ?

FIGURE 7. SCHÉMAS DES ALLOTEMENTS RÉALISÉS EN 1991 ET EN 1995

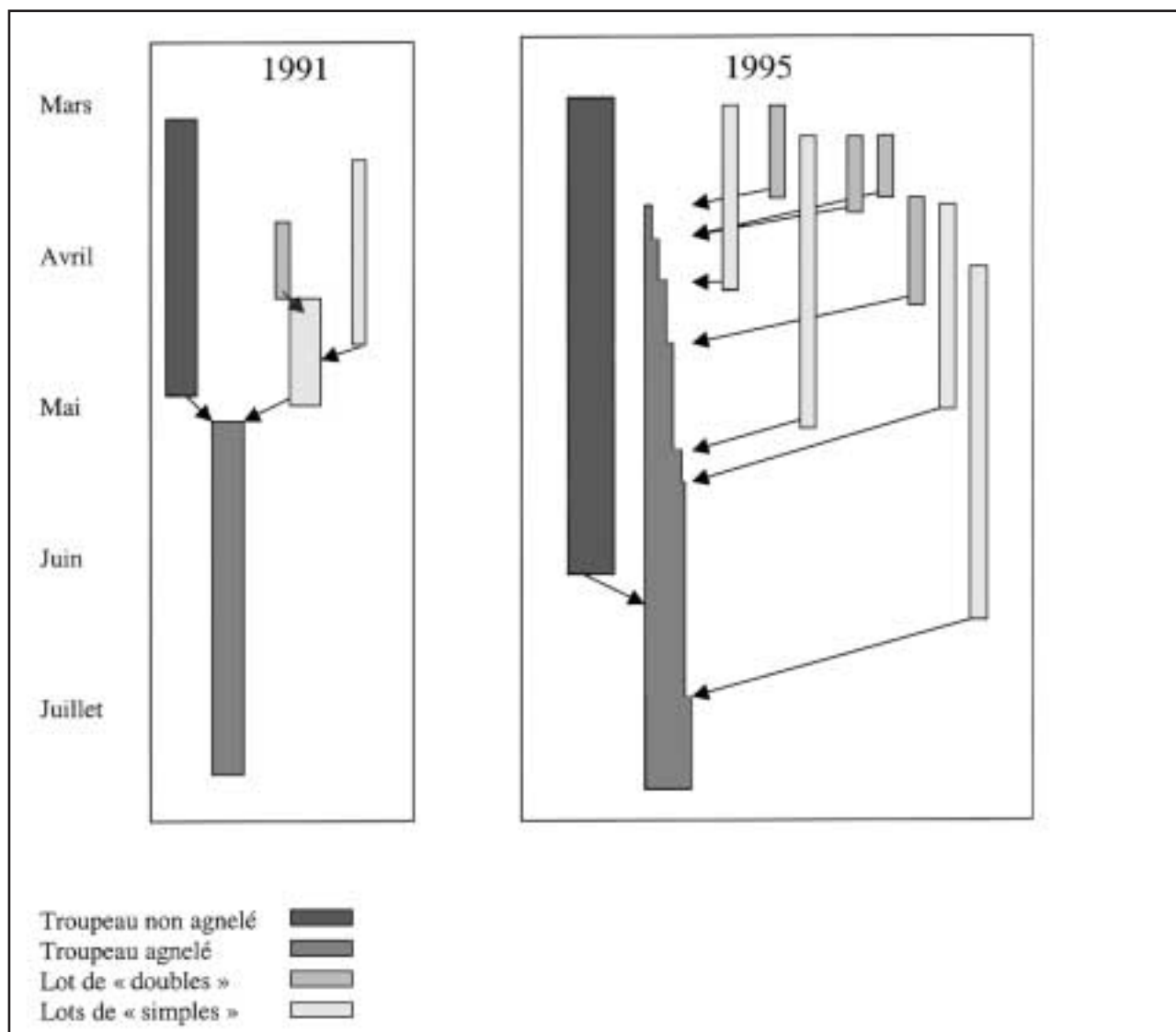


TABLEAU 2. LES MOMENTS-REPÈRES DE L'ÉLEVEUR

Moments-repères de l'éleveur	Enjeux, difficultés ou avantages du point de vue de l'éleveur
Mars : Période de mise bas	Enjeux : alloter pour mieux réussir le « démarrage » de l'agneau Contraintes : avoir assez de bonne herbe pour faire des lots ; trouver du personnel pour aider à gérer les divers lots
Avril - mai : Peu de contraintes	Il y a de l'herbe. La croissance des agneaux est bonne
Mi-juin : Début de sécheresse	Enjeux : finir le plus d'agneaux possibles avant la sécheresse Contrainte : organiser le pâturage pour avoir encore des ressources de qualité jusque fin juin.
Été, Sécheresse : attendre et laisser passer	Il fait sec. La croissance des agneaux s'arrête. Il faut trouver des zones fraîches d'ubac pour attendre des temps meilleurs.
Fin octobre : Y aura-t-il des pluies ?	S'il a plu : tout va bien. Il y a des repousses. La croissance des agneaux reprend. Ils pourront être « finis » et peut-être vendus avant le plein hiver. S'il n'a pas plu : Il n'y a pas de repousses d'herbe pour finir les agneaux et pour passer l'hiver.
Janvier - février : Le troupeau vit sur les stocks d'herbe sur pied	S'il n'y a pas eu de repousses d'automne et qu'il fait froid, il n'y a pas d'herbe pour le troupeau. C'est une période très dure.

Un système d'élevage intégré dans un aménagement sylvopastoral

1. Le troupeau et sa conduite

Le troupeau est conduit en plein air intégral. Quelques principes orientent l'organisation de la conduite du troupeau. Ils ont été annoncés par l'éleveur en 1980, dans son projet d'installation dont quelques extraits sont présentés ci contre.

a. Reproduction

Pour ne pas avoir d'agneaux trop jeunes en période hivernale, et pour ne pas épuiser les brebis, l'éleveur effectue une seule mise bas par an, au printemps. La période de mise bas débute après l'hiver ; elle correspond au début de la période de croissance végétative de printemps, vers la mi-mars. Pour avoir des mises bas les plus groupées possibles, l'éleveur réalise un effet bélier en jouant sur plusieurs paramètres :

- les mâles sont séparés du troupeau de juin à octobre ;
- l'introduction simultanée de mâles jeunes et de mâles âgés dans le troupeau permet de stimuler la reproduction en jouant sur les hiérarchies et compétitions entre les mâles ;
- les brebis « profitent » d'une sorte de flusching naturel : après la période de sécheresse estivale, la lutte intervient au moment où le troupeau peut pâturer des repousses d'automne, riches en azote. L'alternance entre une alimentation restrictive et une alimentation de meilleure qualité, recommandée dans la réalisation d'un flusching, se réalise ici naturellement.

b. Alimentation

Adoptant le principe d'une alimentation quasi exclusive par le pâturage, l'éleveur utilise le gardiennage comme un outil lui permettant de combiner très précisément les diverses ressources dont il dispose en fonction des exigences qu'il estime de son troupeau. Des moments particuliers segmentent l'année pastorale en périodes bien marquées : la mise bas, l'arrivée de la sécheresse, les pluies d'automne, les froids d'hiver. Au cours de chacune de ces périodes, des contraintes diverses, perçues plus ou moins intensément par l'éle-

veur, ont conditionné la plupart de ses décisions de conduite, comme celles concernant l'organisation du pâturage ou la stratégie de vente des agneaux. Le tableau 2 présente ces principaux repères et leur signification pour l'éleveur.

Le troupeau est gardé toute l'année huit à dix heures par jour. Une seule sortie est effectuée de l'automne à la fin du printemps. Avec les chaleurs, l'éleveur fractionne le gardiennage en deux sorties. Il ne distribue jamais de foin pour contribuer à la ration de base. La complémentation est limitée à 150 à 200 g par jour et par brebis durant une quinzaine de jours autour de la mise bas. Quelques hivers très rigoureux, et une augmentation du troupeau rendant plus difficile l'alimentation en hiver, ont conduit l'éleveur à acheter, en 1996 et 1997, des bouchons de luzerne pour compenser le manque de ressource sur pied pâturables par le troupeau.

La période d'allotement : un moment bien particulier

L'alimentation autour de la période de mise bas et d'allaitement des agneaux est considérée par l'éleveur comme un des points les plus importants de réussite de la production. En effet, la ressource végétale est généralement abondante de mi-mars à fin mai. La conduite du troupeau a donc été organisée afin que les agneaux profitent au maximum de cette période et atteignent le poids le plus élevé possible avant mi-juin. Pour cela, les brebis nouvellement agnelées sont menées sur les meilleures surfaces, dans un petit groupe d'animaux isolé du « gros du troupeau », et on veille à ne pas leur imposer de déplacements.

Elles sont donc parquées un certain temps au filet jusqu'à ce que la relation mère/jeune se soit consolidée. C'est un élément important pour qu'ensuite l'agneau suive correctement le troupeau dans ses déplacements au pâturage. Les premières années, seuls deux ou trois lots étaient réalisés (un ou deux lots de brebis n'ayant eu qu'un agneau et un lot de brebis ayant donné jour à deux agneaux). Avec l'accroissement important de son effectif, l'éleveur a augmenté le nombre de lots de manière à conserver les principes énoncés ci-avant, et

FIGURE 8. CHRONIQUE ILLUSTRÉE DES PRINCIPAUX ÉVÉNEMENTS DU TROUPEAU

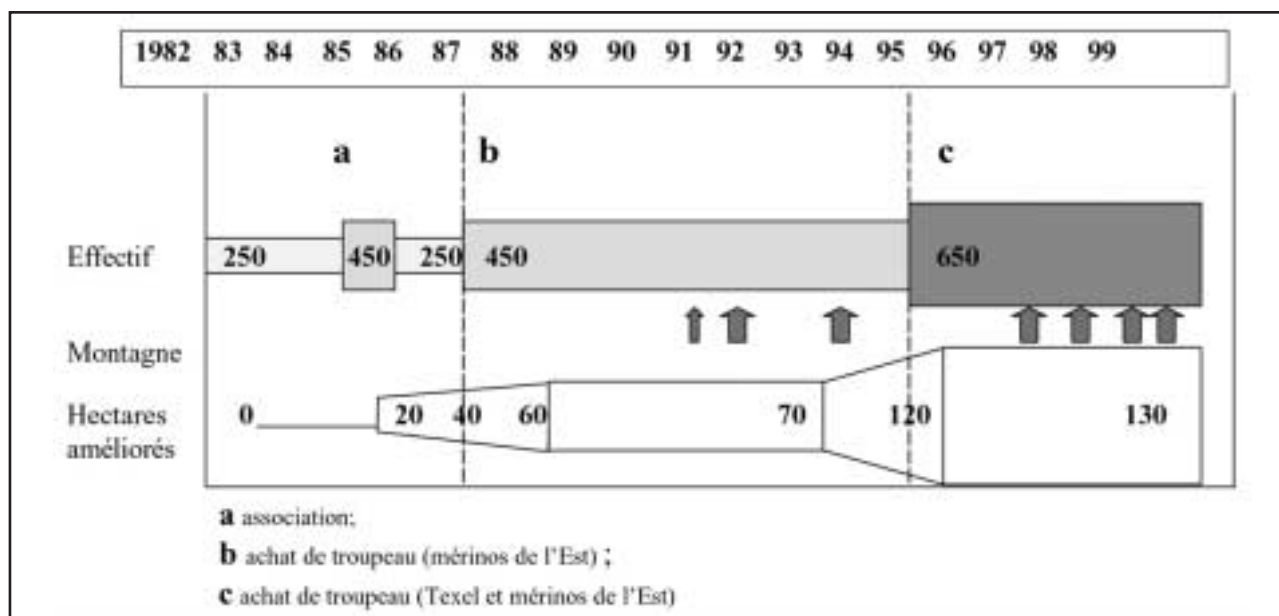


TABLEAU 3. PRINCIPAUX CRITÈRES ZOOTECHNIQUES

Trois périodes	À la recherche d'un équilibre					Une certaine stabilité a été trouvée									S'adapter après l'augmentation d'effectif			
Années	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Agneaux nés	319	269	271	256	234	278	455	512	508	533	555	583	559	741	572	594	601	601
Nb mises bas	248	207	202	215	210	230	380	415	405	446	468	461	455	590	471	506	506	506
Nb brebis présentes à la lutte	241	260	233	368	441	392	420	410	454	495	523	478	618	650	641	629	629	629
Nb brebis présentes à la mise bas	277	256	276	306	288	288	402	407	411	436	471	475	468	664	599	543	543	543
Prolificité	1,3	1,3	1,34	1,19	1,11	1,21	1,19	1,23	1,25	1,2	1,19	1,27	1,22	1,26	1,21	1,17	1,17	1,17
Tx mises bas	0,9	0,81	0,73	0,7	0,73	0,8	0,95	1,01	0,98	1,02	1,01	0,97	0,97	0,89	0,79	0,93	0,93	0,93
Tx. mortalité			7,4	12,5	15,7	9,7	5	4,7	5,8	8,3	5,3	7,8	5,4	5,7	7,1	3,4	4,4	4,4

à maintenir une conduite en plein air intégral (fig.7). L'augmentation du nombre de lots a bien évidemment rendu plus complexe l'organisation du travail ; elle a progressivement imposé de faire appel à de la main-d'œuvre extérieure à l'exploitation.

c. Production d'agneaux

Les agneaux sont élevés exclusivement à l'herbe. Ils ne sont jamais complémentés, ni en céréales, ni en foin. De la naissance à leur vente, ils suivent le troupeau au pâturage, sans être séparés des mères. L'âge à la vente est très variable. Il peut aller de trois mois à un an et demi. La stratégie de vente a en effet évolué au fil des

ans en fonction de la taille du troupeau et du pâturage disponible.

- de 1982 à 1986 : vente progressive entre trois et douze mois, en privilégiant des ventes directes ;
- de 1987 à 1994 (excepté les années de transhumance) : vente d'un lot important avant l'été à un maquignon, puis ventes directes progressives du reste des agneaux entre cinq et douze mois ;
- de 1995 à 1998 : vente d'un lot important en retour de transhumance, puis vente à l'unité jusqu'au printemps suivant, puis vente du solde des agneaux de plus d'un an en fin de printemps.

2. L'adaptation du troupeau au mode de conduite

L'adaptation du troupeau peut se traduire par sa capacité à produire d'année en année compte tenu des contraintes du système de conduite. Pour porter un diagnostic, l'analyse zootechnique s'est basée sur l'évolution des résultats techniques depuis l'installation. Plusieurs aspects ont été étudiés : les critères d'élevage, le déroulement de la période de mise bas et la carrière des brebis, la production d'agneaux et la stratégie de vente.

Rappelons quelques événements importants dans l'histoire de l'élevage, qui ont influencé les résultats zootechniques : les augmentations d'effectif en 1984, 1986 et 1994 (avec l'essai d'introduction d'animaux de race Texel en 1994), la mise en place de surfaces fourragères par sursemis pâturables dès la fin de l'hiver et l'utilisation d'une estive éloignée.

a. Critères d'élevage

Nous avons retenu trois critères zootechniques. Le taux de mise bas (*nombre de brebis mettant bas/nombre de brebis présentes à la lutte*) est un indicateur de la réussite de la lutte et permet d'estimer la fertilité des brebis. La prolificité (*nombre d'agneaux nés/nombre de brebis mettant bas*) donne une idée de l'état des mères au moment de la mise bas. La mortalité des agneaux (*nombre d'agneaux morts avant 2 mois/nombre d'agneaux nés*) mesure la capacité des mères à allaiter leurs petits. En analysant l'évolution de ces critères depuis l'installation, nous avons identifié trois périodes (tabl.3 et fig.8).

Première période, 1983-1986 : la mise en place du système. C'est une période marquée par de forts mouvements d'effectif : ajout puis retrait du troupeau d'un associé, achat important d'animaux. Ces mouvements se sont traduits par un accroissement des besoins en ressources fourragères, alors que les améliorations pastorales n'étaient pas encore disponibles. C'est une époque de stress durant laquelle les résultats zootechniques se sont détériorés (baisse du taux de mise bas et de la prolificité, augmentation de la mortalité des agneaux).

Seconde période, 1987-1994 : stabilisation du système. Les résultats zootechniques ont atteint une certaine régularité qui se maintient sur toute la période. Le taux de prolificité se stabilise autour de 1,2 ; le taux de mise bas, autour de 1,0 ; le taux de mortalité, entre 6 et 7%. Ces résultats traduisent un certain équilibre du système d'élevage. Les 60 hectares d'amélioration pastorale permettent à l'éleveur d'effectuer la lutte des brebis et les trois premiers mois d'allaitement sur un pâturage de qualité en limitant les déplacements. Dans ces conditions, toutes les brebis mettent bas régulièrement, une fois par an, et la mortalité est assez faible.

Troisième période, 1996-1998 : l'augmentation d'effectif de 1996 marque le début d'une nouvelle période « perturbée » durant laquelle les résultats de reproduction se détériorent. Cela est particulièrement

important sur les brebis de race Texel nouvellement introduites. La situation semble redevenir normale trois ans après cette dernière augmentation.

b. Répartition des mises bas

La répartition calendaire des mises bas au cours de chaque période d'agnelage est un élément qui donne une image de l'état des brebis à la lutte et de la réussite de celle-ci. C'est un indicateur important pour juger de l'état du système de production. Il est disponible dans la plupart des élevages, puisque les éleveurs enregistrent en général les mises bas sur un carnet d'agnelage. Cet indicateur a l'immense avantage de ne nécessiter que quelques informations de base : le début et la fin de la mise bas et le nombre de brebis mettant bas par jour. En utilisant ces informations, nous avons, d'une part, calculé – et représenté sur un calendrier – les périodes de cycles théoriques des brebis, et d'autre part, situé les résultats réels de mise bas (fig.9).

La date de début théorique des mises bas se situe entre 143 et 150 jours après la date d'introduction des béliers. Considérant qu'un cycle sexuel est en moyenne de 17 jours, nous avons déterminé les périodes correspondant au premier cycle de reproduction, puis au second, puis au troisième, et ainsi de suite.

Pour représenter le déroulement réel des mises bas, nous avons figuré les dates de début et de fin de mise bas, la période de pic de mise bas, et la date à laquelle 90% des mises bas sont réalisées.

La figure 9 montre que les mises bas commencent en général le 13 mars, exactement à la date de début théorique. Le pic de naissance (période durant laquelle le nombre de mises bas est supérieur à la moyenne) démarre, sauf exception, dès le début de la mise bas, et s'étend sur le premier cycle théorique. L'agnelage est réalisé à 90% avant 1,5 cycles théoriques. Quelques années font exception, comme 1994 et 1996, où quelques brebis ont mis bas dès décembre-janvier suite à une mauvaise castration de jeunes agneaux.

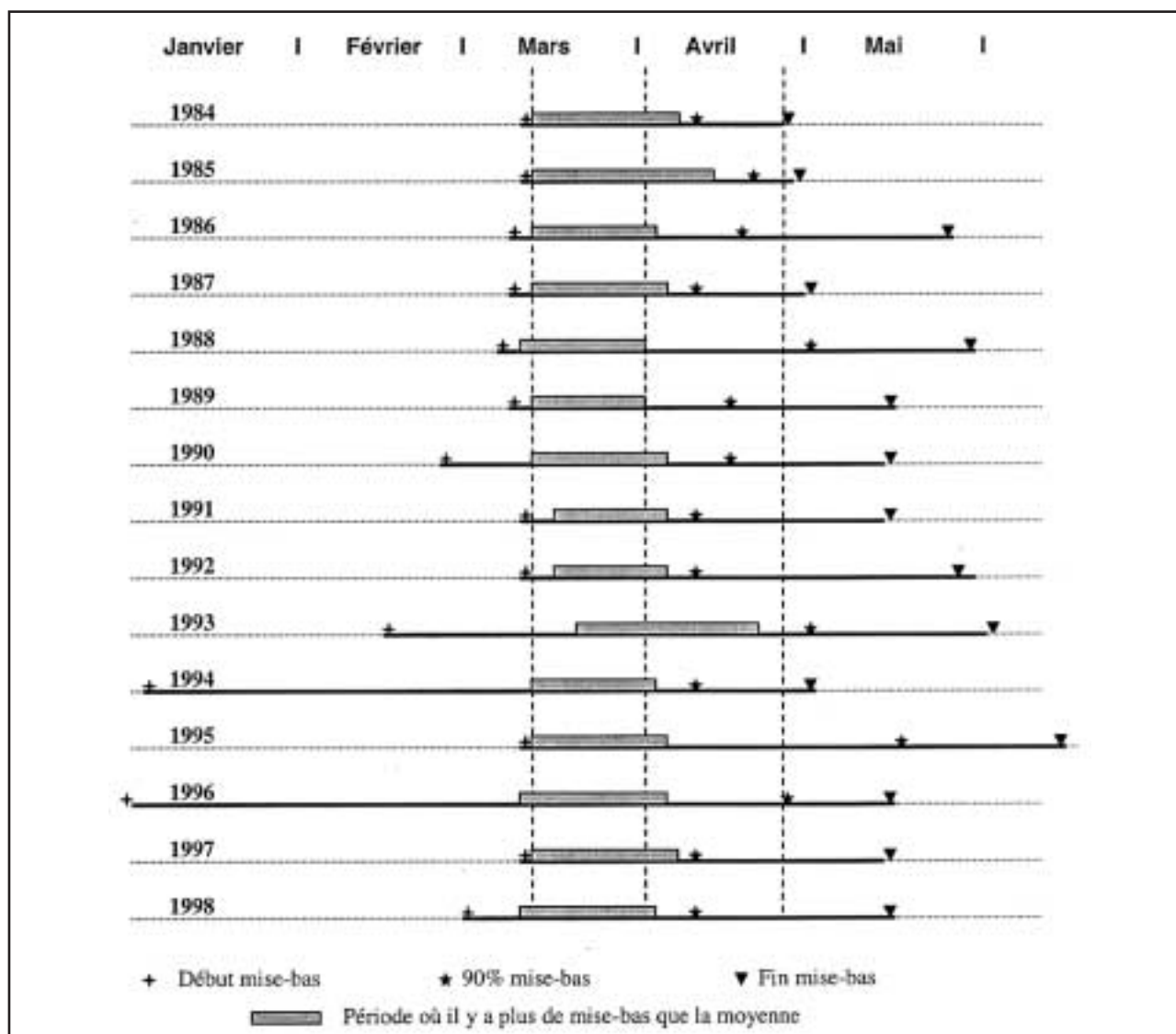
Ainsi la fertilité des brebis est restée excellente, compte tenu des conditions difficiles de conduite d'un élevage ovin, propres à la forêt de la Colle du Rouet. La quasi totalité des brebis vient en chaleur dès l'introduction des béliers, et sont gestantes dès leur premier cycle. Cela est confirmé par l'analyse des profils de déroulement cumulé de mises bas (fig.10). Depuis l'installation, le pic de mise bas démarre dès le début de la période d'agnelage et dure une quinzaine de jours [52].

c. Carrières des brebis

L'analyse des critères annuels de reproduction du troupeau peut être complétée par l'étude des carrières¹ des reproductrices. Celle-ci permet de voir si toutes les femelles du troupeau ont le même comportement reproductif au cours de leur vie, ou au contraire si cer-

¹ La carrière est l'ensemble des événements de reproduction qui se déroulent au cours de la vie d'une brebis

FIGURE 9. RÉPARTITION DES MISES BAS DE 1982 A 1998



tains groupes compensent les résultats d'autres groupes. Cette analyse est réalisée à partir des informations contenues dans les carnets d'agnelage. De manière à avoir des carrières complètes, de la naissance à la disparition de la brebis (réforme ou décès), seules les informations concernant les brebis nées entre 1982 et 1985 ont été retenues, soit un échantillon de 210 brebis. Deux indicateurs ont été utilisés : la durée de vie productive et la qualité de la reproduction.

La durée de vie productive a été calculée à partir de la différence entre l'âge à la première mise bas enregistrée et l'âge à la dernière. La figure 11 montre que 15% des femelles disparaissent après leur première mise bas, entre deux et trois ans. 21,4% d'entre elles réalisent une carrière moyenne (deux à cinq ans). 63,3% des brebis ont une vie productive longue (6 à 9 ans). C'est un excellent résultat, compte tenu des conditions d'élevage. À titre de comparaison, une étude sur un

troupeau préalpin, conduit lui aussi en mise bas principale de printemps, mais dans des conditions nettement plus favorables, a révélé un taux de 55% des brebis effectuant des carrières de 6 ans et plus.

La qualité de la reproduction est basée sur le nombre de mises bas pendant la carrière, et sur la régularité de la reproduction. Sur leur carrière, 29,5% des brebis mettent bas 1 à 3 fois ; 37,1%, 4 à 6 fois ; 33,3%, 7 à 9 fois. Si l'on rapproche ce critère de la durée de vie productive on peut supposer que certaines brebis, sur certaines années, restent infertiles. Nous parlerons de « sauts » de reproduction (fig.12). On constate ainsi que 55% des brebis mettent bas systématiquement tous les ans ; que 37% des brebis réalisent 1 ou 2 « sauts » au cours de leur carrière, et que 8% des brebis font 3 à 4 sauts de reproduction. Les infertilités sont donc, dans une grande majorité de cas, des accidents non répétitifs qui ne justifient pas, dans ce système

d'élevage, la réforme des brebis en cause.

Le choix de n'effectuer qu'une seule mise bas par an, en saison sexuelle favorable, est particulièrement judicieux compte tenu des conditions d'élevage. Les résultats techniques montrent que l'état des brebis à la lutte est satisfaisant, et qu'il n'y a pas de problèmes majeurs de reproduction. L'âge de pleine production de la brebis se situe entre 4 et 9 ans. Dans ce système, l'éleveur a intérêt à accepter des sauts de reproduction de la part de certaines brebis, et à ne réformer les femelles qu'à un âge avancé de plus de 10 ans.

d. Pathologie

Grâce à une bonne maîtrise de son troupeau, l'éleveur contrôle relativement bien les pathologies courantes dans un élevage ovin. Il effectue des traitements contre les parasites externes (gales, ixodes, piétin) et contre les parasitoses pulmonaires et gastro-intestinales. Malgré tout, deux problèmes importants marquent les premières années d'installation :

PATHOLOGIE PULMONAIRE DES AGNEAUX

En 1984, des troubles pulmonaires graves sont apparus en début d'été. Ils ont entraîné une mortalité d'agneaux par pneumonies à *Pasteurella*. Cette pathologie pourrait être banale quand l'état général est bon. Mais à cette époque, les améliorations pastorales n'étaient pas encore installées, et le troupeau était affaibli par son arrivée récente suivie d'une augmentation d'effectif. Les problèmes sont survenus en début de sécheresse estivale quand l'offre fourragère était de mauvaise qualité et lorsque les déplacements journaliers sur des chemins poussiéreux étaient fréquents.

PATHOLOGIE NUTRITIONNELLE DES MÈRES

De 1982 à 1986, environ 10% des mères et quelques agneaux ont présenté les symptômes suivants :

- boiterie assez prononcée (indépendante du piétin) ;
- dermites sur l'arrière-train, suivies de myases à la fin du printemps ;
- asthénies brutales au cours de la journée ;
- signes cliniques analogues à la fièvre vitulaire.

Des prélèvements réguliers de sang et leur analyse effectuée en 1985 et 1986 par l'École Nationale Vétérinaire de Lyon et l'INRA de Theix, ont montré que cette symptomatologie correspond à des déséquilibres minéraux concernant le calcium, le phosphore, le zinc et le cuivre. Notamment, la zincémie était l'expression d'une sub-carence générale des animaux échantillonnés tant malades que « biens portants », surtout en hiver. Toutefois, les analyses de plantes réalisées en avril 1985 avaient révélé un équilibre relatif des divers éléments dosés, ce qui éliminait l'hypothèse d'une carence primaire. L'hypothèse d'une carence secondaire liée à une mauvaise fixation des oligo-éléments, due aux caractéristiques protéino-énergétiques de la ration, a été confirmée par le contrôle de la zincémie suite à une injection de zinc sous forme assimilable. Ainsi un faible niveau nutritionnel azoté de la ration, en particulier en fin d'hiver, réduit la digestibilité et

FIGURE 10. RÉPARTITION DES MISES BAS CUMULÉES

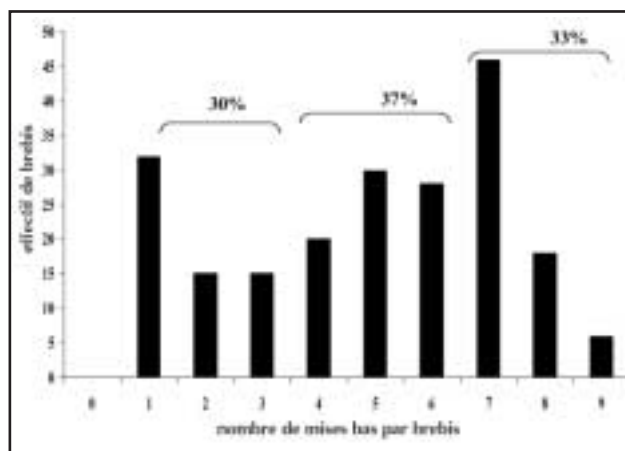


FIGURE 11. DURÉE DE VIE PRODUCTIVE DES BREBIS

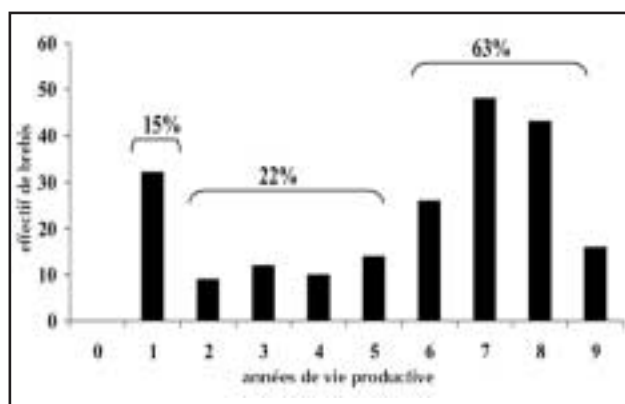


FIGURE 12. NOMBRE DE MISES BAS SUR LA CARRIÈRE ET RÉGULARITÉ DE LA REPRODUCTION

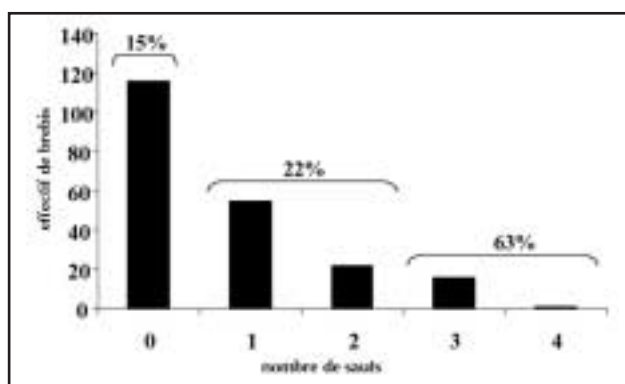


TABLEAU 4. POTENTIEL DU TERRITOIRE PASTORAL EN JOURNÉES-BREBIS

Sites	1982-85	1986-90	1991-95	1996-99
D56	30 000	25 000	45 000	65 000
D55 et St Paul	40 000	55 000	65 000	35 000
Maisonneuve		5 000	15 000	20 000
Mitan+Lieutenante	40 000	35 000	45 000	25 000
Rouet	25 000	20 000	20 000	20 000
Palayson	30 000	65 000	85 000	60 000
Salettes ou Ste-Maxime	5 000	15 000	40 000	30 000
Estive		30 000	45 000	155 000
Autres	15 000	15 000		5 000
Total	185 000	265 000	360 000	415 000

l'assimilation de certains oligo-éléments, notamment du zinc. Pour renforcer l'alimentation hivernale azotée du troupeau, diverses techniques d'amélioration pastorales (sursemis de Légumineuses, fertilisation azotée), ont été mises en place à partir de 1985. Elles ont contribué à résoudre ce problème.

3. Utilisation du territoire

a. Évolution du territoire pâturé

L'utilisation du territoire par le berger et son troupeau a subi de profondes modifications [9] au cours des différentes phases de l'aménagement (tabl.4). Certaines sont liées aux recommandations de recentrage du troupeau sur les espaces boisés et de réduction des distances à parcourir (abandon des zones de pâturage situées au nord de la D562, abandon de la forêt de Terres Gastes). D'autres sont liées à des conjonctures foncières ou à des modifications d'affectation de terrains privés (arrêt d'utilisation du Domaine des Salettes ou du Château du Rouet). D'autres enfin sont strictement liées à un changement radical dans la stratégie d'alimentation du troupeau (montée en estive dans les Alpes).

De même, les ressources pastorales et fourragères mises à disposition de l'éleveur dans le cadre du contrat le liant à l'aménagement sylvopastoral ont été progressivement augmentées sur deux quartiers particuliers : la forêt de Palayson avec plus de 120 ha de sursemis et 5 ha de luzerne, le quartier de colline de St-Paul avec 10 ha de luzerne à Maisonneuve et 10 ha de sursemis sur le communal de St-Paul. Ces aménagements ont permis de couvrir les besoins supplémentaires engendrés par l'augmentation de la taille du troupeau. En effet, l'augmentation progressive de l'effectif et la garde d'une importante troupe d'agneaux jusqu'en fin d'année a fait passer en 18 ans de 185 000 à 250 000 puis à 415 000 le nombre de journées-brebis¹ à prélever sur le parcours (tabl.4). L'espace forestier aménagé ne permettant de récolter de façon sûre

que l'équivalent de 150 à 200 000 journées-brebis, de nombreux espaces tampons sont restés indispensables pour assurer un fonctionnement correct du système pastoral. Ces espaces tampons ont été essentiellement constitués par les résidus de cultures et les vieilles luzernes disponibles autour de la D56, les friches de la Lieutenante ou les vignes du Mitan. Ils ont toutefois un poids de moins en moins important dans la couverture des besoins du troupeau avec un taux qui est passé de 50% à 25% depuis 1991. Par contre, l'estive est devenue un territoire majeur dans le système depuis 1995 en couvrant en moyenne 35% des besoins annuels du troupeau.

Afin d'analyser l'utilisation du territoire de l'élevage au fil de ces quinze années, nous avons d'abord identifié des grandes périodes, correspondant à des critères structurels stables en termes de taille du troupeau et de surface du territoire de l'exploitation. Quatre grandes périodes ont été identifiées dans la chronique de l'aménagement (fig.13). Elles ont été analysées en s'appuyant à la fois sur des « années repères » jugées caractéristiques du mode d'utilisation du territoire au cours de chaque période et sur les adaptations réalisées lors d'années particulières. Dans un deuxième temps, quelques éléments transversaux sur la trajectoire suivie par l'élevage ont été dégagés quant à l'utilisation du territoire pendant ces quinze années.

b. Les années d'installation avant les sursemis : 1982-1985

Dans le déroulement de l'année 1983, choisie comme année repère de cette période, on distingue trois grandes séquences dans le calendrier de pâturage, au regard des finalités d'alimentation du troupeau qui guident les pratiques d'utilisation du territoire :

1. Pour assurer la mise bas et l'allaitement au printemps (fin mars-fin mai), l'éleveur divise son troupeau en trois lots. Les brebis-mères de simples pâturent des surfaces en herbe, les brebis-mères de doubles restent sur prairie irriguée, et le reste du troupeau utilise les landes sur coupures de combustible. Dès que la mise bas est suffisamment avancée, et l'allaitement suffisamment engagé, l'éleveur constitue un lot de brebis allaitantes (mères d'agneaux de quinze jours à un mois) qui repasse sur toutes les zones déjà pâturées, et utilise de nouvelles zones de landes. Fin mai, tous les animaux sont regroupés en un seul troupeau.
2. Pour assurer l'alimentation du troupeau et la croissance des agneaux de fin mai à décembre, l'éleveur alterne quartier de plaine et quartier de colline en essayant de résoudre au mieux la contradiction entre les objectifs DFCI qui imposent de rester le plus longtemps possible en plaine pour faire pâturer la totalité de la pousse de printemps, et les objectifs d'alimentation de brebis en fin d'allaitement et de finition d'agneaux en croissance, qui imposent de pâturer des ressources de qualité.
3. Pour alimenter le troupeau en hiver, l'éleveur est obligé, après le raclage de l'herbe sur toutes les par-

¹ Une journée-brebis correspond aux besoins théoriques d'une brebis de 60 kg à l'entretien et ne se déplaçant pas. Les besoins énergétiques sont donc sous-estimés car les compensations liées aux déplacements ou à la chaleur ne sont pas pris en compte.

celles cultivées, de mener son troupeau dans un domaine privé où il fait pâturer le stock des regains d'automne. Ensuite il alterne très vite plaine et colline où il maintient son troupeau en fin d'hiver sur des coupures de combustible boisées de manière à réserver la nouvelle pousse de la plaine pour l'allaitement qui démarre mi-mars.

Les principaux enjeux et/ou tensions concernant l'alimentation du troupeau au pâturage au cours de cette période sont donc :

- réserver la plaine pour la mise bas et l'allaitement en allant « ailleurs » en fin d'hiver ;
- faire les lots au printemps afin d'assurer un bon déroulement des mises bas ;
- maintenir les coupures de combustible propres et tenir au maximum en plaine pour ne pas monter trop précocement en colline en juillet ;
- alterner colline et plaine en fin d'été ;
- retarder la descente en plaine en fin d'automne.

Cette analyse donne l'image d'un système dimensionné au plus juste quant au rapport territoire/troupeau en fonction des options techniques choisies (pas de complémentation du troupeau). Ainsi, l'éleveur doit souvent « faire tirer » pour ne pas entamer trop tôt les zones réservées pour la saison suivante (en hiver pour l'allaitement de mars, au printemps pour la montée en colline en juillet, en automne pour la redescente en plaine en fin d'automne). Cette gestion permet alors de bien maîtriser l'herbe sur l'ensemble du territoire, notamment à certaines fins de saison importantes en matière de DFCI. Elle impose toutefois d'y consacrer un temps important lorsque le climat de l'année favorise une production herbagère importante, tout en impliquant une contradiction avec des enjeux sur la finition des agneaux à ces saisons. Un tel système fonctionne bien les années favorables, c'est-à-dire les années pluvieuses ; les années moyennes, il fonctionne au plus juste, en anticipant et en « faisant tirer ». Il fonctionne par contre difficilement les années plus sèches, avec des répercussions importantes sur les performances animales.

c. Un troupeau en augmentation sur un territoire diversifié en termes de quartiers et de ressources : 1987 et années autour

Le système précédent ayant été jugé trop juste en termes de revenu tiré d'un troupeau de faible taille, et trop lourd en travail, l'éleveur a essayé différentes associations avec d'autres éleveurs, tentatives qui n'ont pas abouti. La surface importante de sursemis mise en place dans les zones de sous-bois, et le remplacement de la zone d'hivernage par un quartier de bord de mer, ont amené l'éleveur à établir un système un peu différent mais toujours basé sur trois séquences :

1. Pour alimenter le troupeau en fin d'automne et en hiver (mi-décembre-début mars), l'éleveur ajoute à l'alternance entre plaine et colline, un nouveau quartier situé en bord de mer, à l'abri de la plupart des gelées. Cela lui permet de soulager la tension

hivernale et d'alimenter correctement son troupeau tout en réservant le quartier de la plaine pour l'allaitement.

2. Pour assurer la mise bas et l'allaitement au printemps (mars-fin mai), le troupeau est séparé en deux lots : les brebis agnelées pâturent uniquement des sursemis et des friches ; les brebis non agnelées sont conduites sur les landes, puis finissent de pâturer les zones sursemées.
3. Pour assurer l'alimentation du troupeau et la croissance des agneaux en fin de printemps, en été et en automne (fin mai-décembre), après le regroupement du troupeau, le « nettoyage » du quartier de plaine est étendu à des parcelles non encore utilisées, ou plus lointaines. L'essentiel de l'été se déroule en colline, avec un pâturage tournant lent, puis à l'automne l'alternance reprend entre les quartiers de plaine pour la lutte et ceux de colline (fin octobre à début décembre).

Globalement, on ne ressent pas de tension, dans l'utilisation du territoire, comme dans la période précédente : les sursemis jouent leur rôle et apportent de la sécurité au système. Néanmoins, les adaptations réalisées sont essentiellement liées à la disponibilité du nouveau quartier de bord de mer, marquant une certaine dépendance du système à des opportunités d'accès à d'autres territoires.

d. Alimenter un gros troupeau sur un territoire variable : 1991 et années autour

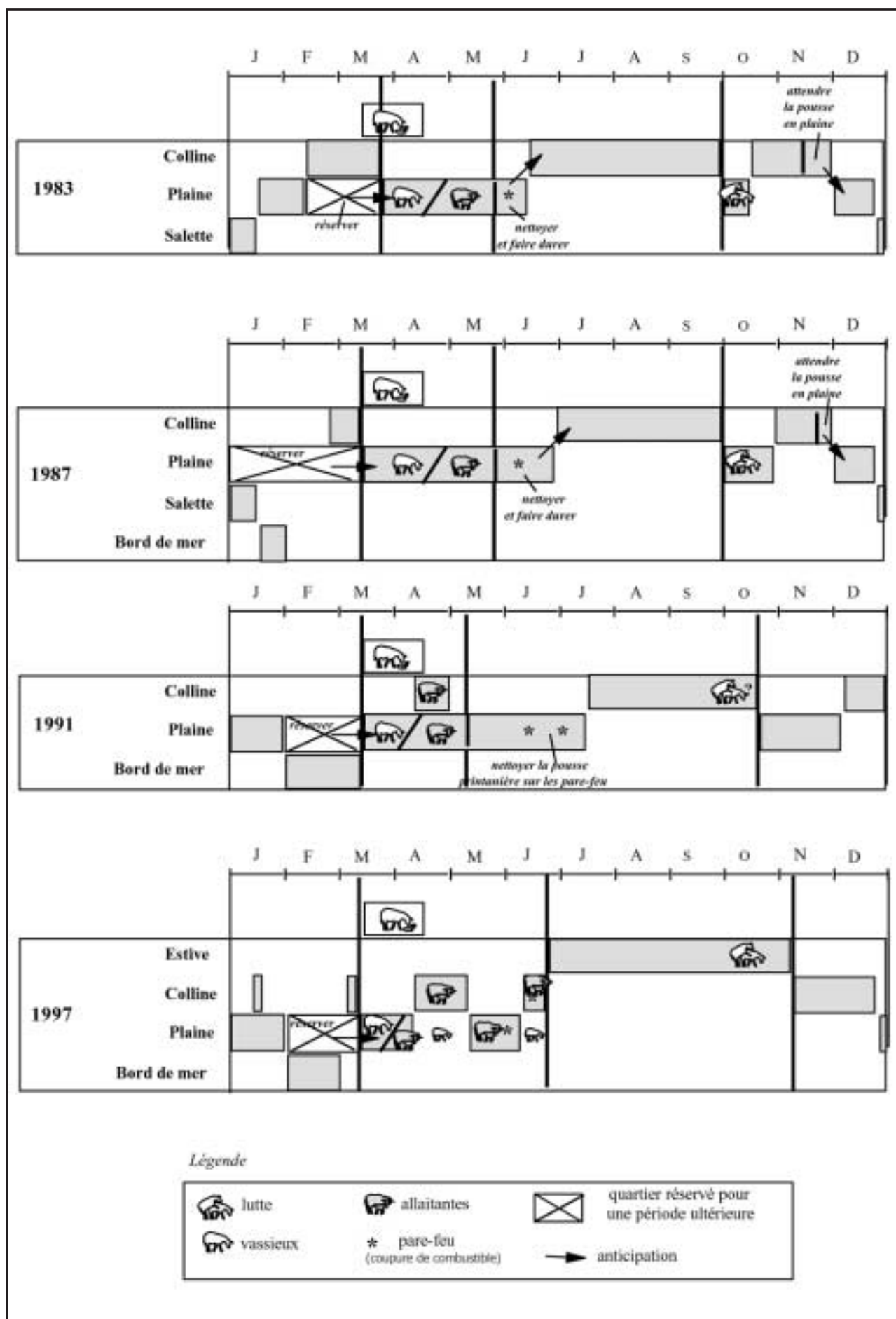
Cette période est caractérisée par un territoire variable avec une montée en estive en 1990 et 1992, et des quartiers d'hiver changeants. C'est le résultat de plusieurs adaptations au système pratiqué lors de la précédente période :

1. En fin d'automne et en hiver, l'éleveur retarde l'utilisation des quartiers de plaine avant de partir hiverner en bord de mer. Il ne laisse alors qu'un mois et demi de repos hivernal aux sursemis pour repousser avant la période principale d'utilisation pendant la mise bas de mars.
2. Au printemps, le troupeau est toujours séparé en deux lots et seule la gestion de la fin d'allaitement est modifiée ; les mères de simples, puis toutes les brebis allaitantes, étant emmenées dans le quartier de colline pour pâturer des luzernières, alors que le lot de gestantes reste en plaine où il repasse sur les sursemis.
3. La montée en colline du troupeau s'effectue à la mi-juillet et se déroule sur les luzernières puis sur les coupures de combustible boisées. Ces quartiers sont utilisés deux fois, ce qui permet de retarder la descente en plaine à la fin octobre.

Les principales tensions concernant l'alimentation du troupeau au pâturage au cours de cette période sont donc :

- réserver les sursemis de plaine en hiver afin de disposer de ressources de qualité au moment de la mise bas ;

FIGURE 13. QUATRE MODALITÉS D'UTILISATION DU TERRITOIRE PASTORAL



- assurer une ressource fourragère correcte en fin de printemps, soit par des luzernes, soit par une montée en colline anticipée, soit par une « fuite » en estive ;
- réaliser la lutte en colline ou en estive afin d'éviter les aléas du début d'automne en plaine.

Cette période montre que la sécurité relative acquise précédemment se trouve mise en défaut par la rupture de l'équilibre ressources/besoins lié à un accroissement excessif de l'effectif du troupeau, et à l'occurrence de deux grosses sécheresses successives. Les années favorables se passent sans encombre, mais le moindre écart par rapport à cette situation oblige l'éleveur à rechercher en catastrophe de nouveaux territoires.

e. Un gros troupeau et une estive pour passer l'année sans encombre : 1997 et années autour

Cette dernière période se caractérise par la pérennisation de la montée du troupeau en estive, stratégie qui induit un nouveau mode d'utilisation du territoire :

1. La descente tardive d'estive (par rapport à d'autres élevages) entraîne une réorganisation totale du territoire pâturé en automne et en hiver. L'essentiel de l'alimentation de l'automne provient du quartier de colline, préservé depuis fin juin du fait de l'estive. Ensuite, l'éleveur fait passer son troupeau sur la plupart des unités des quartiers de plaine pour « nettoyer » (voir § 2 chapitre suivant) toutes les zones de parcours et certaines zones sursemées, une partie des sursemis étant mis en réserve pour la mise bas. En février, le troupeau est transféré vers le quartier de bord de mer.
2. Pour assurer la mise bas et l'allaitement au printemps, de nombreux lots de brebis agnelées sont affectés aux parcelles en Légumineuses (luzerne et/ou sursemis de trèfle) pendant que le troupeau non agnelé pâture des landes ou finit les parcelles de Légumineuses déjà pâturées par les agnelées. Dès que l'allaitement est suffisamment engagé pour constituer un lot de brebis allaitantes, ce lot est déplacé sur les coupures de combustible du quartier de colline, avec des « soupades » de Légumineuses ou, à défaut, de pelouses. Les brebis ayant mis bas récemment, et les mères d'agneaux doubles, restent, en deux lots séparés, sur le quartier de plaine, à pâture des Légumineuses. Ensuite le troupeau est regroupé en plaine à la mi-mai, de manière à pâture les ressources disponibles avant qu'elles ne sèchent sur pied, puis remonte en colline pour consommer les ressources qui restent sur ce quartier en associant landes et soupade de Légumineuses ou de pelouses.
3. La croissance des agneaux est totalement couverte par la zone d'estive.

Le système mis en place dans cette période repose sur une utilisation spécialisée de multiples quartiers (cer-

tains n'étant utilisés que lors d'une seule saison). La combinaison de ces quartiers crée une logique d'ensemble, notamment en permettant à l'éleveur de réserver des ressources (lors de leur phase de croissance ou sous forme de stocks sur pied) pour les périodes où l'alimentation au pâturage revêt un enjeu particulier pour le troupeau. L'estive y tient une place primordiale car le troupeau a désormais une taille telle qu'il est impossible d'assurer à la fois l'alimentation des brebis allaitantes pendant tout le printemps et leur entretien en été sur les deux quartiers centraux de l'exploitation.

f. Quinze ans d'utilisation d'un territoire : éléments de trajectoire

La figure 13 représente de manière schématique les années repères que nous venons de décrire en détail. Au-delà de cette analyse année par année, se dégagent ainsi les éléments transversaux suivants :

RÉALISER LA MISE BAS ET ASSURER LE DÉBUT D'ALLAITEMENT AU SIÈGE D'EXPLOITATION : UNE PRATIQUE STABLE DEPUIS QUINZE ANS
Réaliser la mise bas dans le quartier de plaine, c'est-à-dire près du siège de l'exploitation, de manière à surveiller les mises bas et assurer le début d'allaitement, est une pratique stable depuis l'installation de l'éleveur. Elle recouvre néanmoins certaines nuances :

- le troupeau n'était pas ramené tout de suite en plaine dans les premières années, les premières agnelées suivant le troupeau en colline. Ce n'est qu'à partir de 1985 que la descente des agnelées en plaine coïncide vraiment avec la date de début des mises bas ;
- cette règle a subi une légère évolution dans la mesure où, dans les dernières années, le quartier de colline participe à l'alimentation des brebis allaitantes, du moins une fois l'allaitement mis en route (à partir de mi-avril environ, ce qui veut dire à peu près à un mois d'allaitement), soit en alternance complète avec le quartier de plaine (en 1997), soit en complément temporaire pour un lot (en 1991). Cette adaptation est liée à la mise en œuvre d'un déprimage des luzernières mises en place en 1991 ;
- les ressources pâturées lors de cette période ont varié. Dans les premières années, l'éleveur faisait pâture toutes les ressources disponibles, en réservant le meilleur (une parcelle de dactyle par exemple) aux allaitantes. Depuis 1986 environ, le début d'allaitement se passe uniquement sur des sursemis pour les lots d'allaitantes, puis sur un deuxième passage sur les sursemis associées à des landes.

En corollaire à cette pratique de mise bas à Palayson, l'éleveur a dû chaque hiver réserver les ressources disponibles dans ce quartier, et donc quitter la zone pour une bonne partie de l'hiver.

Réaliser la lutte en plaine était également une règle jusqu'à 1989 environ. Mais l'utilisation d'une estive, ou celle du quartier de bord de mer, ont reculé la date de descente en plaine en automne, rendant cette règle inadaptée à l'évolution du système d'élevage. Ce

changement n'a toutefois pas impliqué de modifications majeures au niveau des performances de reproduction, notamment de l'étalement des mises bas (voir fig.9).

ALLER AILLEURS EN HIVER : UN RÔLE REMPLI PAR DIFFÉRENTS QUARTIERS SELON L'ÉVOLUTION DU TERRITOIRE DE L'EXPLOITATION

Ce rôle de déchargement d'une zone réservée pour la mise bas (classique dans de nombreux élevages) s'est maintenu tout au long des quinze années, mais les quartiers ayant rempli ce rôle ont considérablement changé, qu'ils aient été officiels ou que ce soit des solutions de secours trouvées au dernier moment. Du Domaine des Salettes (jusqu'en 1988) au quartier de bord de mer (de 1986 à 1998), les quartiers les plus lointains sont néanmoins utilisés à chaque fois pour cette période où le troupeau a encore une mobilité suffisante et des besoins de surveillance réduits. De cette manière, l'éleveur garde aussi la souplesse de pouvoir alterner, pour la suite de la campagne, les quartiers proches de la plaine et ceux de la colline. Aller ailleurs en hiver, c'est d'abord réserver les ressources du quartier de plaine, près du siège d'exploitation, pour la mise bas, c'est aussi aller loin pour implicitement se réserver la possibilité ultérieurement de jouer sur la complémentarité possible entre plaine et colline.

DES ZONES AUX RÔLES CHANGEANTS

Le quartier de colline « St-Paul » : des rôles extrêmement changeants en quinze ans

Le rôle joué par le quartier de colline semble être extrêmement changeant depuis quinze ans :

- dans les premières années, c'est un quartier permettant de réserver les ressources de plaine pour la mise bas, de passer tout l'été (rôle d'estive locale) avec des ressources se maintenant mieux qu'en plaine, d'alterner en automne avec le quartier de plaine dont les ressources redémarrent plus précocement qu'en plaine à cette saison. Il paraît alors très complémentaire, en termes de saisonnalité de la production, du quartier de plaine ;
- dans les années 1989-1994, c'est un quartier d'été et d'automne essentiellement. Il ne sert plus l'hiver, car le troupeau part au bord de mer, et n'est pâturé que par un lot d'allaitantes en fin d'allaitement en avril car l'essentiel des ressources pour l'allaitement est trouvé sur les sursemis à Palayson ;
- dans les dernières années, avec l'estive qui permet de passer tout l'été ailleurs que sur l'exploitation, c'est un quartier utilisé en complémentarité pour l'allaitement, zone intermédiaire également entre siège d'exploitation en plaine et départ en estive, puis délaissé le restant de l'année. Globalement, ces rôles multiples laissent l'impression d'un quartier dont les caractéristiques (couvert boisé, variété des ressources pastorales, distance au siège d'exploitation) permettent une grande souplesse d'utilisation.

Le quartier de bord de mer ou l'estive : des solutions de secours officialisées par la suite ou comment gérer les évolutions du territoire de l'exploitation

Au cours de ces quinze années, l'éleveur a rencontré des années difficiles (1985, 1989...) en termes climatiques, montrant clairement les limites de son système d'élevage dans le rapport, souvent juste, entre troupeau et territoire. Il a alors mis en place des solutions de secours lui permettant de faire face à une pénurie de ressources sur son territoire, en recherchant à l'extérieur des zones disponibles. C'est le cas du bord de mer l'hiver 1986 (après l'automne difficile de 1985), et de l'estive en 1989.

Ces solutions de secours ont ensuite été pérennisées, soit parce qu'un autre quartier devenait inaccessible (cas du domaine des Salettes dont le propriétaire a changé de spéculation), soit parce que l'augmentation du troupeau rendait le territoire actuel trop juste (cas de l'estive, testée en 1989, 1990 et 1992, puis reconduite de manière pérenne à partir de 1995). Ainsi, les années difficiles, tout en mettant momentanément le système en danger, ont permis à l'éleveur de faire évoluer son territoire en l'obligeant à rechercher d'autres zones.

4. Production

a. Croissance des agneaux

Au cours de la période 1984-1987, des pesées ont été réalisées sur l'ensemble des agneaux à des moments considérés par l'éleveur comme charnières : la naissance, le début d'été (mi-juin), la fin de l'été et l'automne. Elles ont mis en évidence trois phases de croissance très contrastées (fig.14) :

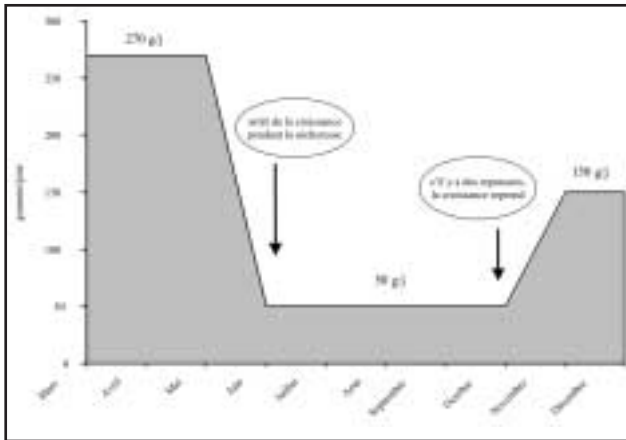
phase 1 : de la naissance à la sécheresse, le gain de poids (GMQ) est important : 270 à 300 g/j. Ces bons résultats de croissance sont liés aux soins apportés par l'éleveur à la réalisation de l'allotement pour la surveillance du démarrage de ces agneaux de plein air ainsi qu'au pâturage printanier de qualité sur ces milieux cristallins (diversité floristique de Légumineuses et de Graminées) ;

phase 2 : à partir de mi-juin, et durant toute la période de sécheresse, la croissance des agneaux est quasiment stoppée (40 à 50 g/jour) ;

phase 3 : s'il y a une repousse d'automne, la croissance des agneaux reprend. Le gain de poids est de 150 g/j en moyenne.

Ces périodes de croissance ont été observées sur tous les animaux du troupeau, quelle que soit leur date de naissance. Cela montre bien que lorsque la sécheresse arrive, la croissance des agneaux s'arrête au poids qu'ils avaient atteint en juin, que ce soit des agneaux de 15, 25 ou 30 kg. De fait, seul les agneaux premiers nés disposent d'assez de temps entre leur naissance et l'été pour parvenir à un état de finition satisfaisant (35 kg). Les agneaux qui ne sont pas vendables avant mi-juin ne

FIGURE 14. GAIN MOYEN QUOTIDIEN DE POIDS DES AGNEAUX ENTRE 1984 ET 1986



le seront qu'en hiver, lorsqu'ils seront âgés de 10 mois environ. Or ces agneaux non vendus avant l'été restent au troupeau. Ils rendent plus difficile la gestion du pâturage en été, et posent la question des créneaux de commercialisation permettant d'écouler des agneaux âgés et lourds. Un agneau de race mérinos de l'Est n'atteint en effet un état d'engraissement suffisant pour être vendu que vers 30 à 35 kg.

Un des objectifs de l'éleveur étant de vendre le plus possible d'agneaux avant l'été, une réflexion a été menée pour trouver les moyens d'allonger la durée de la période entre la naissance et la date d'impact de la sécheresse d'été. Une première solution aurait consisté à avancer la date de mise bas. Elle n'a pas été retenue afin de ne pas exposer les jeunes agneaux au risque de mortalité dû au froid. Une seconde solution consistait à retarder autant que faire se peut l'impact de la sécheresse sur l'alimentation des agneaux. Plusieurs essais d'alimentation ont donc été réalisés pour tenter de maintenir au mieux la qualité de l'alimentation et retarder ainsi l'arrêt de croissance observé sur les agneaux.

b. Quelle alimentation d'été pour les agneaux ?

Deux hypothèses furent à la base des expérimentations mises en place en 1988 :

- la rupture brusque observée dans la courbe de croissance est liée à la chute brutale en mi-juin de la qualité de la ressource pâturée ;
- des agneaux, presque finis, séparés du troupeau juste avant la période de rupture de croissance, pourraient maintenir leur GMQ et être vendus dans l'été.

Nous avons donc constitué quatre lots d'agneaux mâles de 25 à 26 kg, ayant suivi leur mère au pâturage depuis leur naissance. Le 15 juin, avant la date d'impact de la sécheresse, chaque lot a été placé dans des conditions d'alimentation différentes (tabl.5) et l'évolution de la croissance des agneaux a été suivie par des pesées régulières (fig.15).

Le lot témoin confirme les séquences observées sur le

troupeau, avec un GMQ de 220 g/j environ de la naissance à mi-juin, puis un ralentissement autour de 130 g/j de mi-juin à mi-juillet, et une prise de poids quasiment nulle de mi-juillet à mi-octobre, avec une phase négative fin août. Cette évolution de la croissance a été observée sur tous les agneaux du troupeau, quelle que soit leur date exacte de naissance. L'utilisation préférentielle des améliorations pastorales a reculé d'un mois la date à partir de laquelle il n'y a plus de pâturage de qualité disponible. Cela a permis de porter à un poids commercialisable les agneaux qui pesaient 27 kg et plus à la mi-juin. Cependant, ce gain de temps d'un mois ne résout pas le problème de l'alimentation estivale pour les agneaux plus jeunes ou/et moins lourds, qui restent au troupeau. La croissance de ceux-ci ne reprendra qu'en fin d'automne, ou au printemps suivant s'il n'y a pas de repousse automnale.

La croissance des agneaux des trois autres lots s'est poursuivie à un niveau tout à fait correct (220 g/j), jusqu'en mi-juillet. Ces agneaux ont donc gagné six kilos en un mois, et atteint un poids de 33 kg. Ensuite, la croissance du lot « montagne » et du lot « herbe + concentré » s'est infléchi autour de 100 g/j, alors que le lot « bergerie » a maintenu sa croissance autour de 200 g/j. Il aura donc fallu 45 jours aux agneaux du lot bergerie pour atteindre le poids-objectif de 35 kg et 60 jours pour les deux autres lots. Avec un sevrage mi-juin et une alimentation suivie pendant la période de finition, les agneaux peuvent être vendables fin août. Cependant, l'éleveur a gardé comme principe de « finir » ses agneaux au pâturage, pour produire des agneaux d'herbe et ne pas augmenter ses charges variables (conformément à son projet d'installation). Il a donc accepté de prendre le risque de les vendre plus vieux en refusant de les alimenter avec des fourrages secs en été. Au bout de quelques années, l'augmentation de la taille du troupeau a imposé la montée systématique en estive, les agneaux étant alors finis à la montagne, ce qui a complètement modifié la stratégie de vente.

c. Stratégie de vente

Lors de son installation, l'éleveur envisageait de produire des agneaux lourds, commercialisés en vente directe. La situation de son siège d'exploitation et la taille de son troupeau lui ont permis de tenir cette stratégie de vente de 1982 à 1986. Les agneaux sont écoulés petit à petit en fin de printemps/été, puis le solde de l'effectif est vendu avant la nouvelle mise bas. Cependant, la principale clientèle de ce circuit commercial particulier demande des agneaux lourds (35-40 kg), un peu gras, bien adaptés aux méchouis et aux festivités autour de l'Aïd. Pour finir le maximum d'agneaux avant l'été, l'éleveur doit rechercher la bonne herbe tout le printemps, quitte à parcourir de longues distances avec son troupeau. S'ils ne parviennent pas au poids désiré, ils « traîneront » au troupeau, rendant assez difficile la conduite durant l'été. La sécheresse précoce de 1986, et l'augmentation progressive de la taille du troupeau ont remis en cause cette stratégie de

FIGURE 15. ÉVOLUTION DU POIDS DES AGNEAUX SELON TROIS MODALITÉS D'ALIMENTATION ESTIVALE

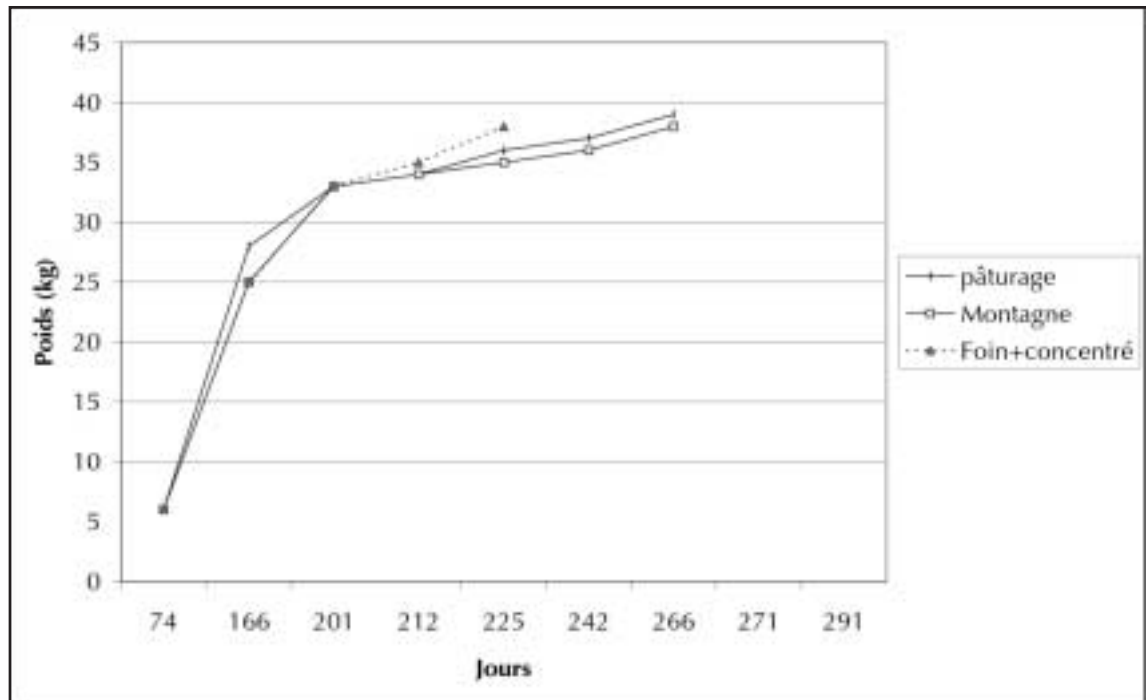
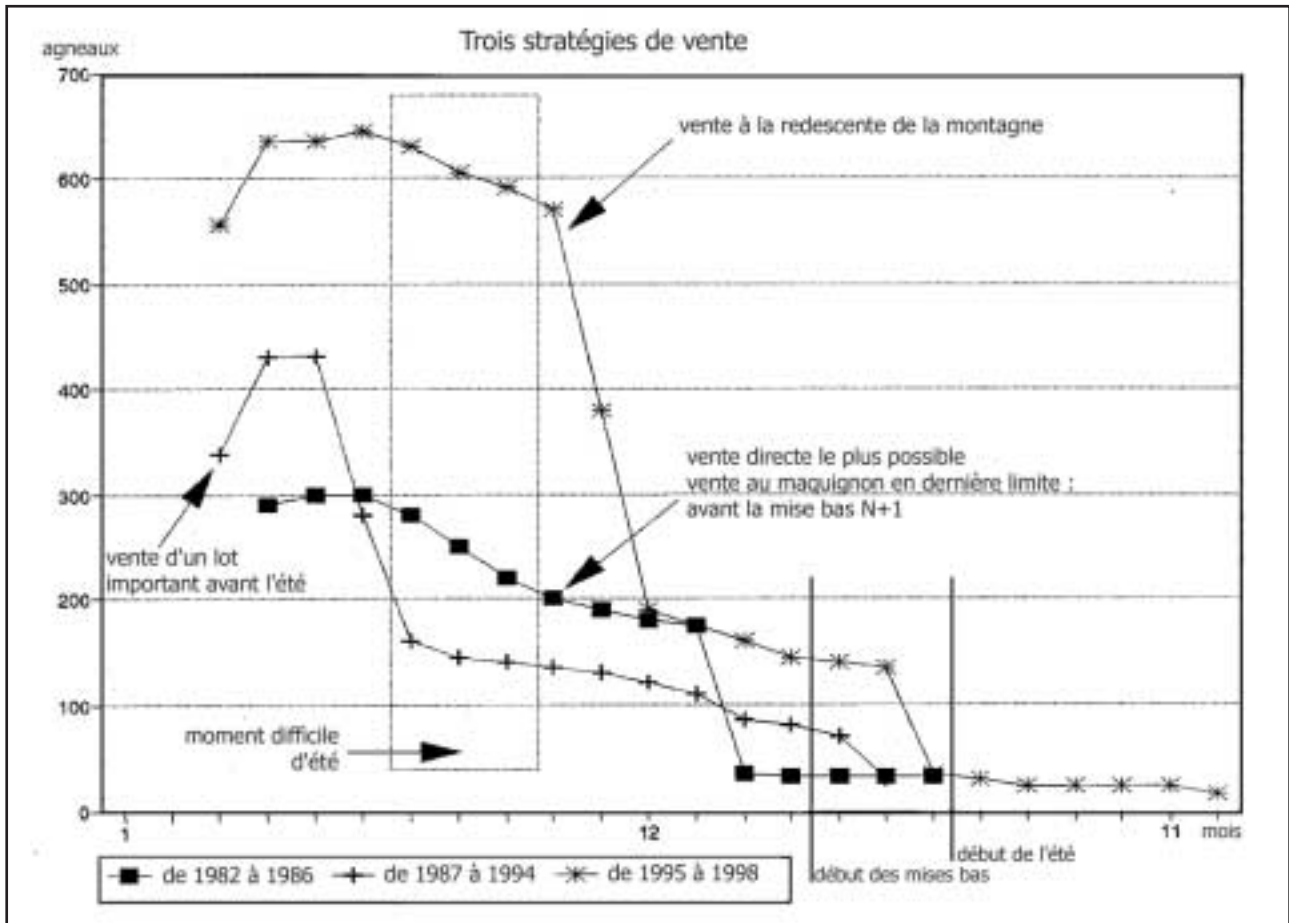


TABLEAU 5. MODE DE CONDUITE DES LOTS D'AGNEAUX

Nom du lot	Conduite alimentaire de chaque lot	Effectif des lots suivis
témoin	Agneaux mâles suivant le troupeau au pâturage	120 agneaux mâles du troupeau, nés en mars
montagne	Sevrage le 15 juin puis départ en transhumance en Savoie le jour même	10 agneaux
herbe et concentré	<ul style="list-style-type: none"> * sevrage le 15 juin * lot parqué dans une zone de bord de rivière, fraîche, ombragée, enherbée * lot complémentés avec un concentré finition (500 g/j en début d'allotement, 700 g/j en fin de finition) 	15 agneaux
type bergerie	<ul style="list-style-type: none"> * sevrage le 15 juin * lot parqués dans un parc de contention ombragé * foin à volonté et concentré finition (500 puis 700 g/j) 	15 agneaux

FIGURE 16. ÉVOLUTION DE LA STRATÉGIE DE VENTE DES AGNEAUX



vente, en obligeant à vendre un lot d'agneaux non finis à un maquignon dans le courant de l'été de manière à ne pas hypothéquer toute la production, compte tenu du manque d'herbe (fig.16).

De 1987 à 1994, quand la sécheresse ne l'a pas obligé à partir en montagne pendant l'été, l'éleveur a choisi de vendre avant l'été tous les premiers agneaux à un maquignon, afin de ramener l'effectif d'agneaux à un niveau « supportable » en fonction de l'herbe disponible. Avec une soixantaine d'hectares d'améliorations pastorales utilisables, près de 200 agneaux sont conservés en été, et vendus progressivement en vente directe, en automne et en hiver (fig.16).

Mais à partir de 1995, une nouvelle augmentation d'effectif a rompu cet équilibre en imposant la montée systématique en estive. La plupart des agneaux sont alors vendus au retour de montagne, excepté un lot d'agneaux d'environ 100 à 140 têtes, qui est resté avec le troupeau et a constitué une réserve pour d'éventuelles ventes directes (fig.16).

5. Trésorerie de l'exploitation

À partir des relevés mensuels de trésorerie fournis par l'éleveur, un bilan précis de l'évolution des dépenses et des recettes engagées a pu être réalisé. Le bilan que nous présentons inclut les recettes liées aux primes perçues par la compagnie de l'éleveur (50% de la PCO et de la prime à l'herbe) mais n'intègre ni les charges

sociales correspondantes, ni le revenu tiré de l'élevage de chiens des Pyrénées.

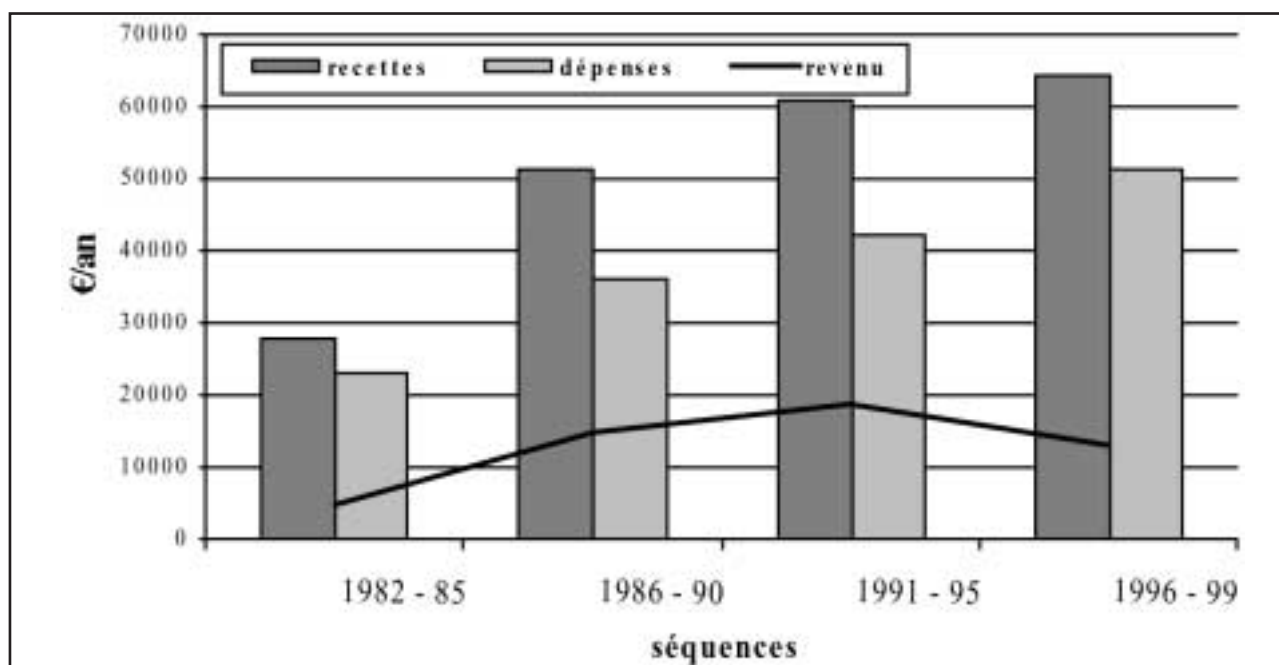
a. Revenu

Un premier bilan global sur les quatre phases de l'aménagement (fig.17) montre que le revenu moyen annuel est en constante progression jusqu'en 1995 puis présente une chute importante sur la dernière période. Néanmoins ce revenu maximal dépasse à peine les 18,3 K€, auxquels il convient d'ajouter la capitalisation d'un troupeau d'environ 600 têtes dont les annuités d'emprunt ont grevé les dépenses de l'exploitation jusqu'en 1989. De même, le paiement au comptant du lot de brebis ayant permis la grosse augmentation d'effectif en 1994 a représenté une somme supérieure de 3 K€ à ce revenu maximal (fig.18). La chute du revenu moyen autour de 13 K€/an au cours de la dernière période est lié à une augmentation prononcée de certaines dépenses pour faire face à des aléas climatiques répétés et à l'échec de l'intégration d'un lot de race Texel lors de la dernière augmentation d'effectif.

b. Dépenses

Afin de bien repérer l'origine des dépenses, la comptabilité de l'exploitation a été séparée en dépenses d'investissement et dépenses de fonctionnement. Les premières sont seulement constituées par l'achat d'animaux pour augmenter fortement l'effectif du trou-

FIGURE 17. ÉVOLUTION DU REVENU ANNUEL DE L'ÉLEVEUR AU COURS DES QUATRE SÉQUENCES



peau, et l'achat de véhicules pour le renouvellement du parc automobile. Les secondes ont été regroupées en dépenses liées à l'alimentation et au suivi sanitaire du troupeau (coût de l'estive, achat de complément et de produits vétérinaires, entretien des cultures fourragères) et en dépenses liées au travail de berger (déplacements, nourriture et soin des chiens, assurances, main-d'œuvre temporaire, renouvellement des béliers).

Le gros des investissements (fig.18) a porté sur l'achat

d'animaux pour atteindre en trois fois une taille de troupeau permettant d'assurer à la fois un revenu décent par rapport au prix de la viande d'agneau et une pression de pâturage suffisante sur les espaces contractualisés. On peut considérer que ces investissements ont été amortis au bout de quinze ans (dernier achat effectué en 1994) et que le seul investissement périodique à prévoir serait le renouvellement du parc automobile à hauteur de 6 à 7,6 K€ tous les cinq ans. Les déplacements (essence et réparations de véhicules)

FIGURE 18. DÉPENSES D'INVESTISSEMENT PAR L'ÉLEVEUR DE 1982 A 1999

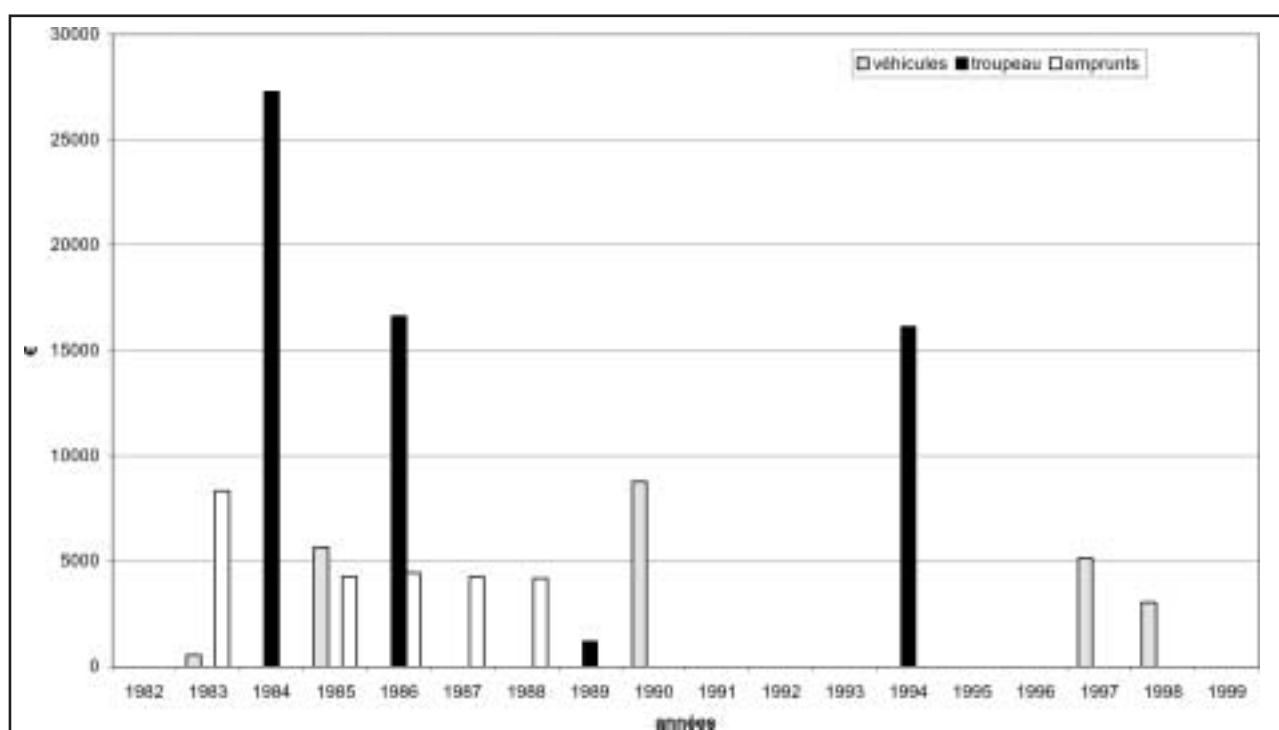
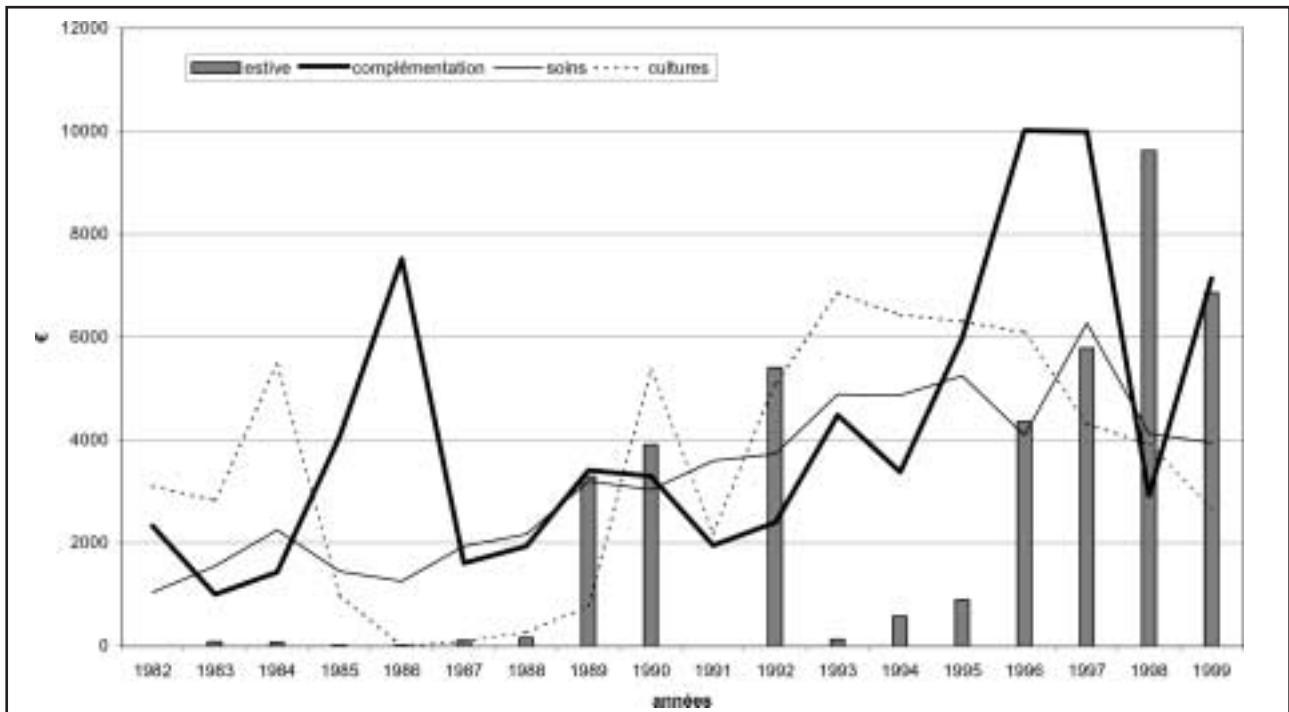


FIGURE 19. ÉVOLUTION DES DÉPENSES DE FONCTIONNEMENT LIÉES À L'ALIMENTATION DU TROUPEAU DE 1982 À 1999



constituent presque toujours la principale source de dépenses de fonctionnement, à hauteur de 6,9 à 9,1 K€. Il s'y ajoute de façon épisodique des achats de complément lors d'années climatiques particulièrement difficiles où l'éleveur a été obligé de déboursier plus de 9,1 K€ en bouchon de luzerne et autre foin alors qu'en gestion courante ses achats d'orge ont rarement dépassé les 3 K€ (fig.19). Depuis 1990, un appel accru à de la main-d'œuvre occasionnelle, lié à la complexité de la conduite de l'agnelage (multiplication des lots), ainsi que le financement (frais de location d'estive, transport et assurance) des séjours à la montagne devenus systématiques à partir de 1996 ont engendré deux nouvelles lignes de dépenses importantes dépassant chacune les 5,3 K€ (fig.20). Les autres lignes budgétaires (chiens, soins du troupeau, achats de béliers) présentent une légère augmentation progressive strictement structurelle et exclusivement liée à l'accroissement de la taille du troupeau.

Si l'on ne retient que les dépenses incontournables, on obtient un budget annuel de fonctionnement qui tourne autour de 38 K€. En comparaison avec d'autres élevages similaires utilisant le même type de parcours, ces dépenses apparaissent comme particulièrement élevées sur trois postes :

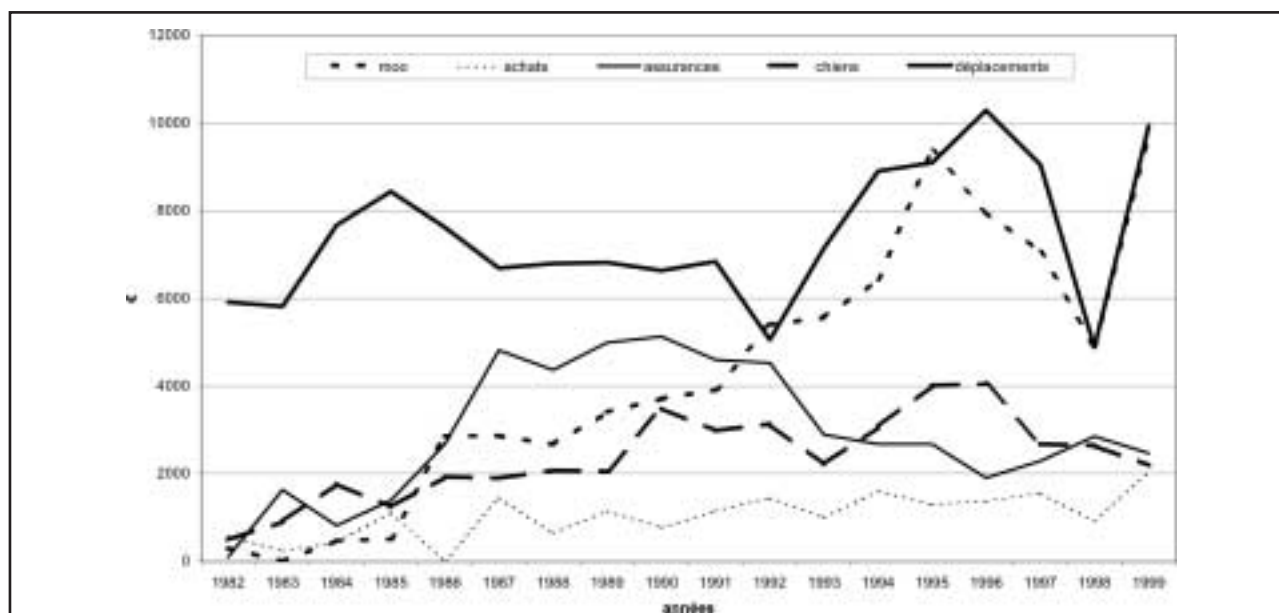
Les chiens : l'éleveur utilise un nombre important de chiens pour conduire le troupeau en forêt et pour protéger les animaux dans leur parc de nuit. Comme il conserve les animaux âgés ou malades et prévoit leur renouvellement, il faut nourrir et soigner tous les jours plus de 25 chiens, ce qui occasionne des dépenses de 3 à 3,8 K€/an. Une réduction du nombre de chiens permettrait de réaliser une certaine économie.

Les véhicules : l'entretien des véhicules coûte entre 3 et 4,6 K€/an. Il est dû à l'importance des déplacements sur des pistes accidentées, et au fait que Henri Firn achète des véhicules d'occasion et a recours à un garagiste pour toute intervention mécanique, qu'elle soit d'entretien ou de réparation. Ce poste serait réduit si l'éleveur réalisait lui-même une partie de l'entretien et des réparations simples.

La main-d'œuvre : les dépenses de main-d'œuvre initialement strictement réservées à la période d'agnelage ont pris de l'importance pour deux raisons. Pendant l'agnelage, deux personnes sont maintenant indispensables pour aider l'éleveur à s'occuper des nombreux lots d'animaux parqués ici et là dans les meilleures zones de pâturage. Le reste du temps, il est fait de plus en plus fréquemment appel à des stagiaires pour la garde en estive ou pour le gardiennage courant. L'embauche d'une seule personne serait peut-être suffisante pour mener à bien la conduite de l'élevage. La prise en compte de ces trois mesures d'économie permettrait de réduire au mieux de 7,6 K€/an le budget de fonctionnement annuel du système d'élevage, sans préjuger des effets connexes de tels réaménagements sur la productivité du troupeau ou sur d'éventuels besoins supplémentaires en alimentation complémentaire. Par exemple, réduire le temps de travail sur les lots impliquerait :

- soit de diminuer les temps de déplacements entre les divers lots ; ce qui imposerait de disposer de surfaces améliorées suffisamment importantes pour n'avoir que des subdivisions au filet à réaliser pour parquer les brebis agnelées ;

FIGURE 20. ÉVOLUTION DES DÉPENSES DE FONCTIONNEMENT LIÉES AU TRAVAIL DE L'ÉLEVEUR DE 1982 À 1999



- soit de réduire le nombre de lots ; ce qui reviendrait à remettre au troupeau les couples mère-agneau une quinzaine de jours après la mise bas, augmentant ainsi le risque de mortalité. Cette solution augmenterait en outre les difficultés de conduite au pâturage et amènerait probablement l'éleveur à réorganiser son calendrier de manière à choisir dès mars les meilleures zones de pâturage.

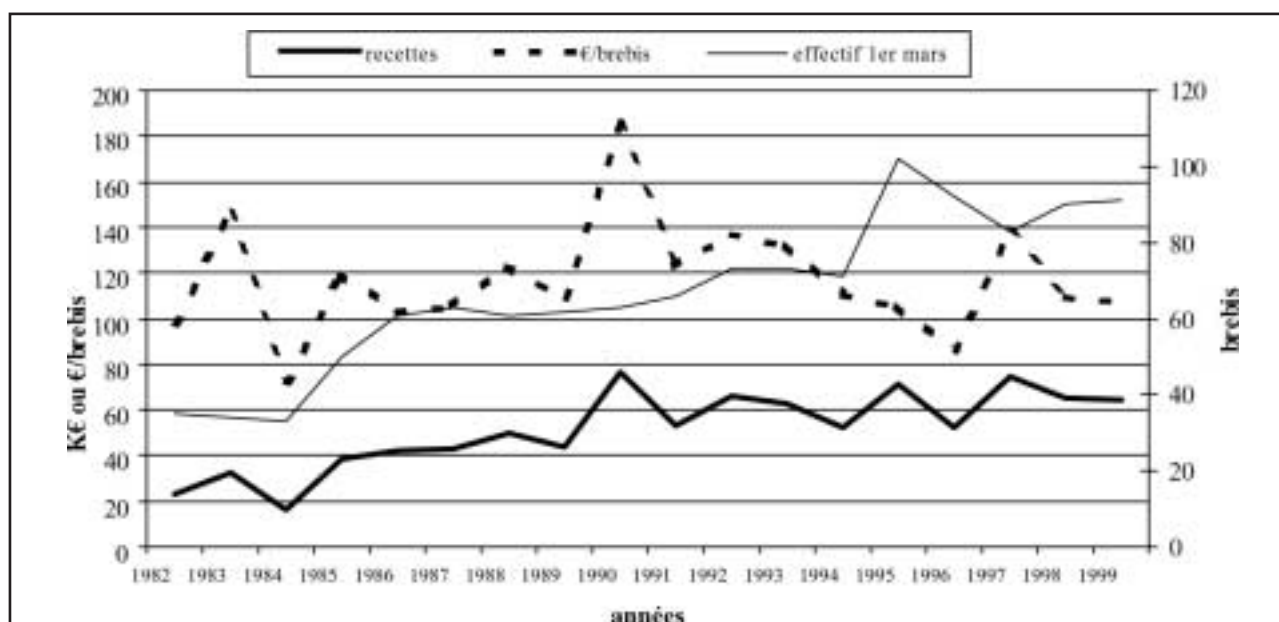
c. Recettes

La progression des recettes n'est pas toujours proportionnelle à l'évolution de l'effectif (fig.21), en particulier en 1995 et 1996 où un pourcentage élevé des animaux introduits en 1994 est resté improductif. Les

valeurs moyennes se situent entre 107 et 122 €/brebis/an. La part des primes dans le chiffre d'affaire (fig.22) reste relativement stable (50 à 60%), même si l'origine des aides a évolué au cours du temps avec l'institutionnalisation de la prime compensatrice ovine (PCO), puis la mise en place de la prime à l'herbe¹ et des mesures agri-environnementales (fig.23). Il faut d'ailleurs noter que le poids de la subvention supplémentaire versée à l'éleveur par la collectivité (DDAF puis DRAF puis CFM) est en constante régression aussi bien en valeur brute (elle passe en moyenne de 14,5 à 8,4 puis à 6,4 K€/an) qu'en proportion (elle ne consti-

¹ Prime au maintien des systèmes d'élevage extensif (PMSEE)

FIGURE 21. ÉVOLUTION DES RECETTES DE L'ÉLEVAGE EN FONCTION DE LA TAILLE DU TROUPEAU DE 1982 À 1999



tue plus que 10% des aides contre 100% au début de l'opération). La prise en charge de ce type d'opération s'est donc progressivement reportée sur les mesures nationales favorisant l'extensification et la participation de l'agriculture à la protection de l'environnement. Celles-ci représentent actuellement respectivement 30 et 25% des aides perçues par l'éleveur, les 35% restants étant couverts par la régulation du prix de vente de la viande ovine (PCO).

La vente des agneaux constitue l'essentiel de la part des produits animaux dans les recettes de l'exploitation (fig.24). Toutefois la recette moyenne liée à cette production, progressant de 12,2 à 29 K€/an entre la phase 1 et la phase 3, stagne et régresse en dernière phase (24,4 K€/an). Cette évolution est à mettre en parallèle avec les modifications apportées à la stratégie de vente des agneaux (voir § 4) et aux fluctuations du cours de la viande d'agneau sur la période étudiée. Ainsi l'on constate que le prix moyen de vente des agneaux a suivi des variations multiples, certes liées à la conjoncture internationale, mais fortement infléchies par les choix de l'éleveur en termes de période de vente et de taille des lots vendus. Si l'on fait abstraction du chiffre de 1984, on n'observe aucun lien direct entre le prix moyen obtenu et la quantité totale d'agneaux vendus (fig.25). La tendance générale a été une amélioration du prix moyen annuel de vente de 1986 à 1990, puis une perte régulière jusqu'en 1995 suivie d'une remontée sensible en liaison avec la crise de la vache folle. La comparaison du prix de vente moyen mois par mois de lots de moins de 25 agneaux et de lots de plus de 100 agneaux (fig.26) montre que la vente directe de petites quantités permet de maintenir le prix autour de 84 € par agneau, quelle que soit la saison, sauf en juin où le marché est saturé. La vente de lots importants au maquignon ou au grossiste

engendre toujours une différence de prix, mais celle-ci peut aller du simple au double en janvier et juillet-août pour n'atteindre que 10 à 20% en novembre, décembre ou juin. Quant aux lots vendus en mars, ils se vendent bien quelle que soit leur taille.

L'effet de la stratégie de vente peut être synthétisé en calculant un taux de vente par brebis qui représente la quantité d'agneaux vendus du mois de juin au mois de juin de l'année suivante, par rapport au nombre de brebis-mères présentes au troupeau au 1^{er} mars de l'année en cours. En général ce taux se maintient autour de 0,75 sauf en 1985, 1986 et 1996 où il tombe en-dessous de 0,6 (fig.27). Les deux premières années correspondent à des années climatiques particulièrement difficiles, et la dernière, aux perturbations occasionnées par l'achat de brebis de race Texel.

En résumé, le système d'élevage installé en forêt de la Colle du Rouet a réussi à maintenir une productivité et un état sanitaire exemplaires au vu des difficultés de conduite imposées par l'extension du territoire à pâturer, de la pauvreté et de la variabilité de certaines ressources pastorales. Il a permis de dégager des revenus modestes et de capitaliser sur la taille du troupeau, en faisant appel à des niveaux d'aides publiques inférieurs à ceux observés dans des élevages similaires (zones difficiles). L'ensemble de ces contraintes a amené l'éleveur à étendre son territoire d'exploitation bien au-delà du réseau de coupures de combustible à l'origine de sa contractualisation. Divers ajustements ont imposé de réorganiser plusieurs fois les périodes et la pression de pâturage appliquées sur les zones modifiées dans le cadre de l'aménagement sylvopastoral. Il est important maintenant de voir si ces ajustements ont garanti ou non une meilleure efficacité dans la prévention des incendies de forêt au sein du massif forestier.

FIGURE 22. PART DES PRIMES DANS LE CHIFFRE D'AFFAIRES DE L'EXPLOITATION DE 1982 À 1999

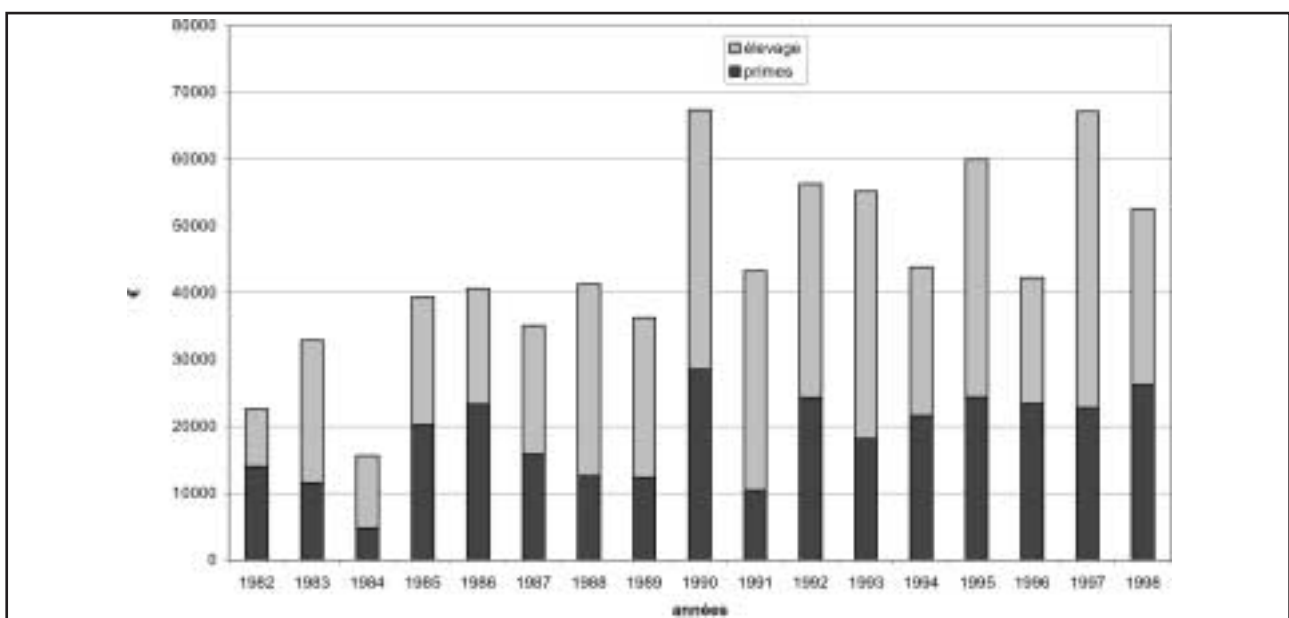


FIGURE 23. RÉPARTITION DES PRIMES VERSÉES À L'ÉLEVEUR SELON LEUR ORIGINE

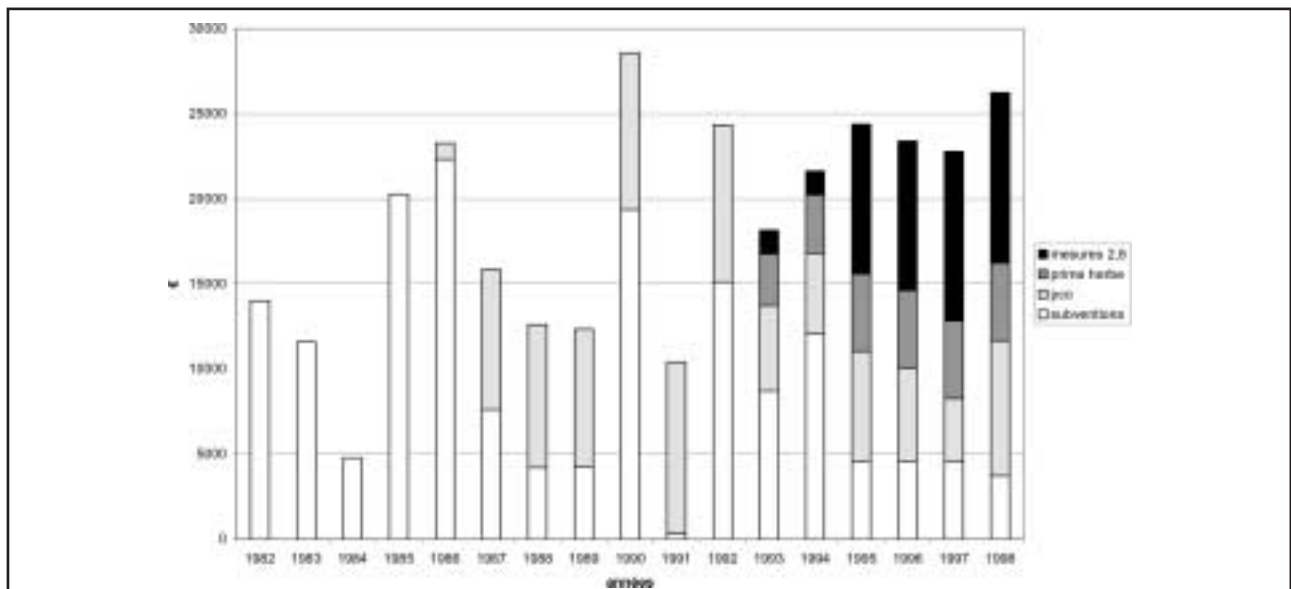


FIGURE 24. PART DES PRODUITS ANIMAUX DANS LES RECETTES DE L'EXPLOITATION DE 1982 À 1999

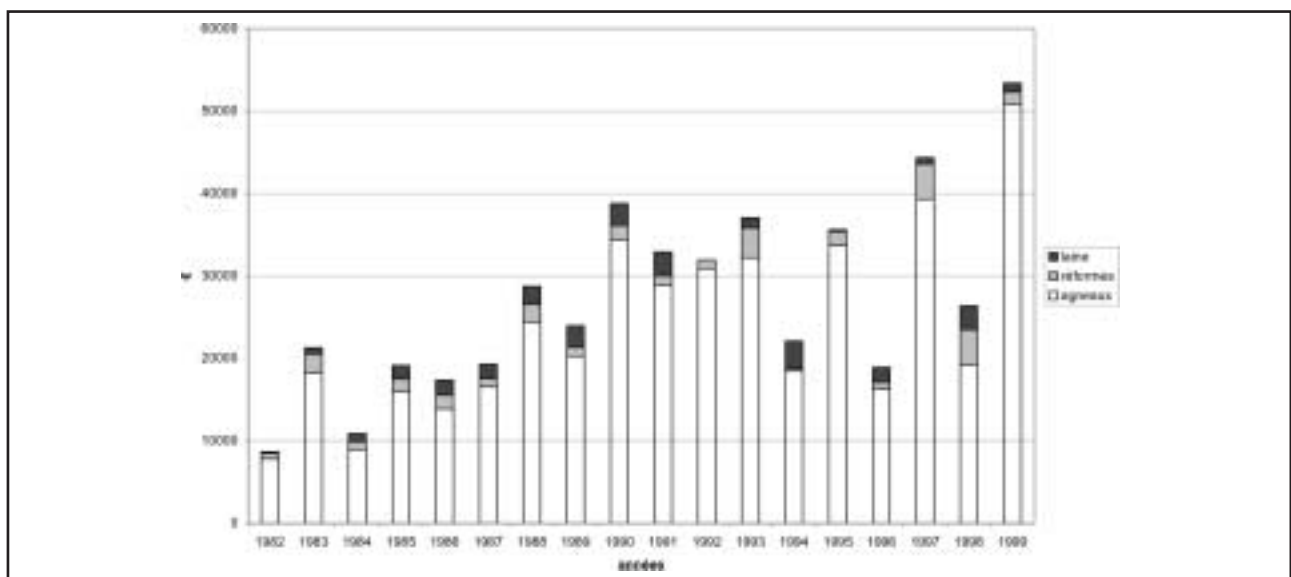


FIGURE 25. ÉVOLUTION DU PRIX MOYEN DE VENTE DES AGNEAUX DE 1982 À 1999

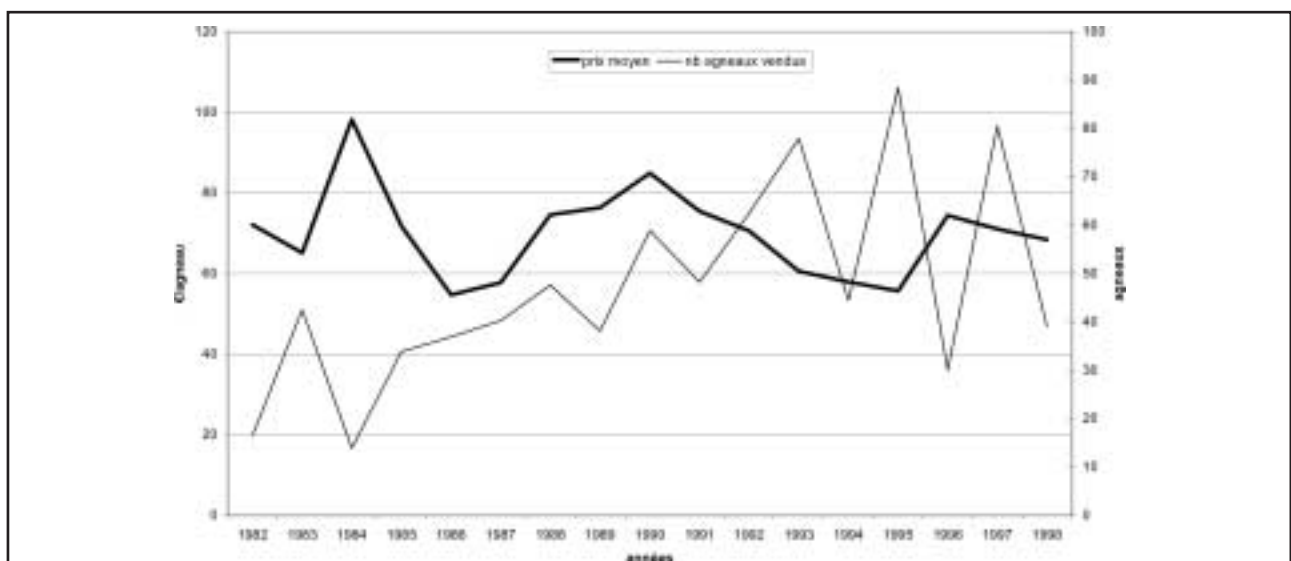


FIGURE 26. PRIX MOYEN DE VENTE DE L'AGNEAU SELON LA SAISON ET LA TAILLE DU LOT

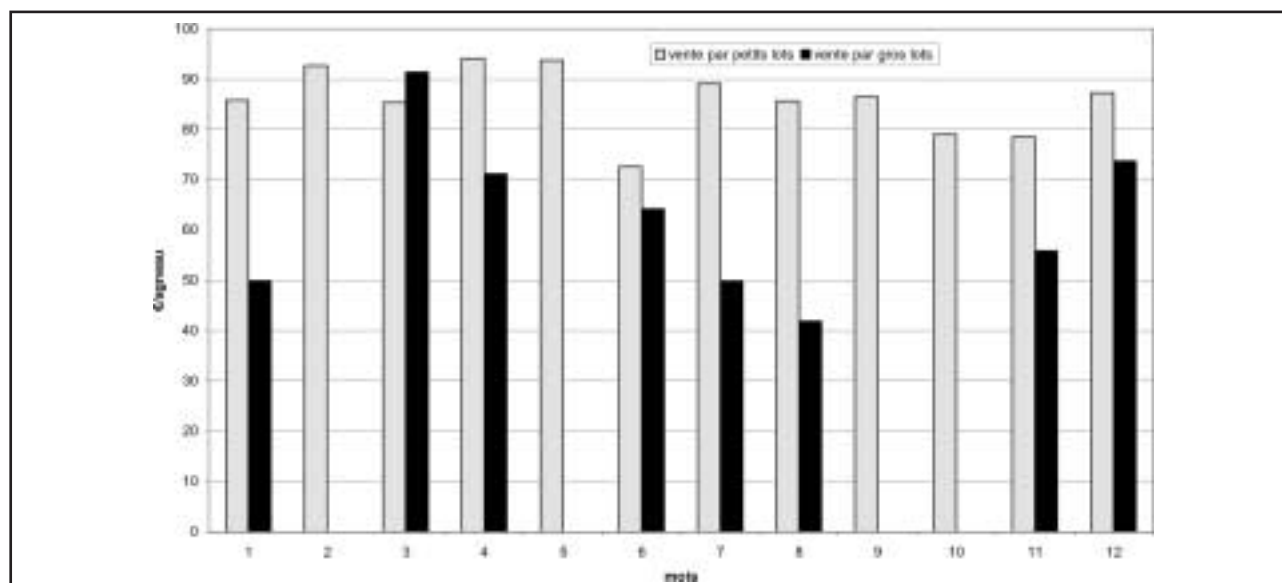


FIGURE 27. ÉVOLUTION DU NOMBRE D'AGNEAUX VENDUS DANS L'ANNÉE PAR RAPPORT AU NOMBRE DE BREBIS-MÈRES

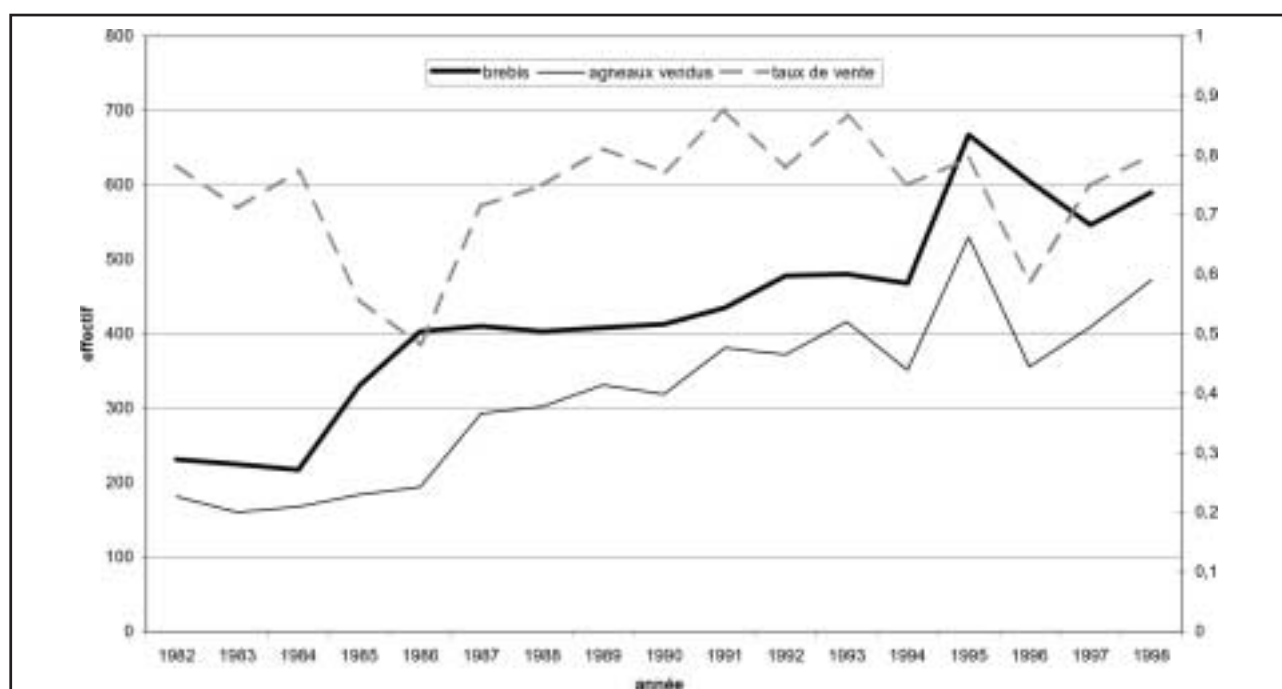


FIGURE 28. PRODUCTION ANNUELLE MOYENNE DES SURSEMIS DE 1987 A 1998

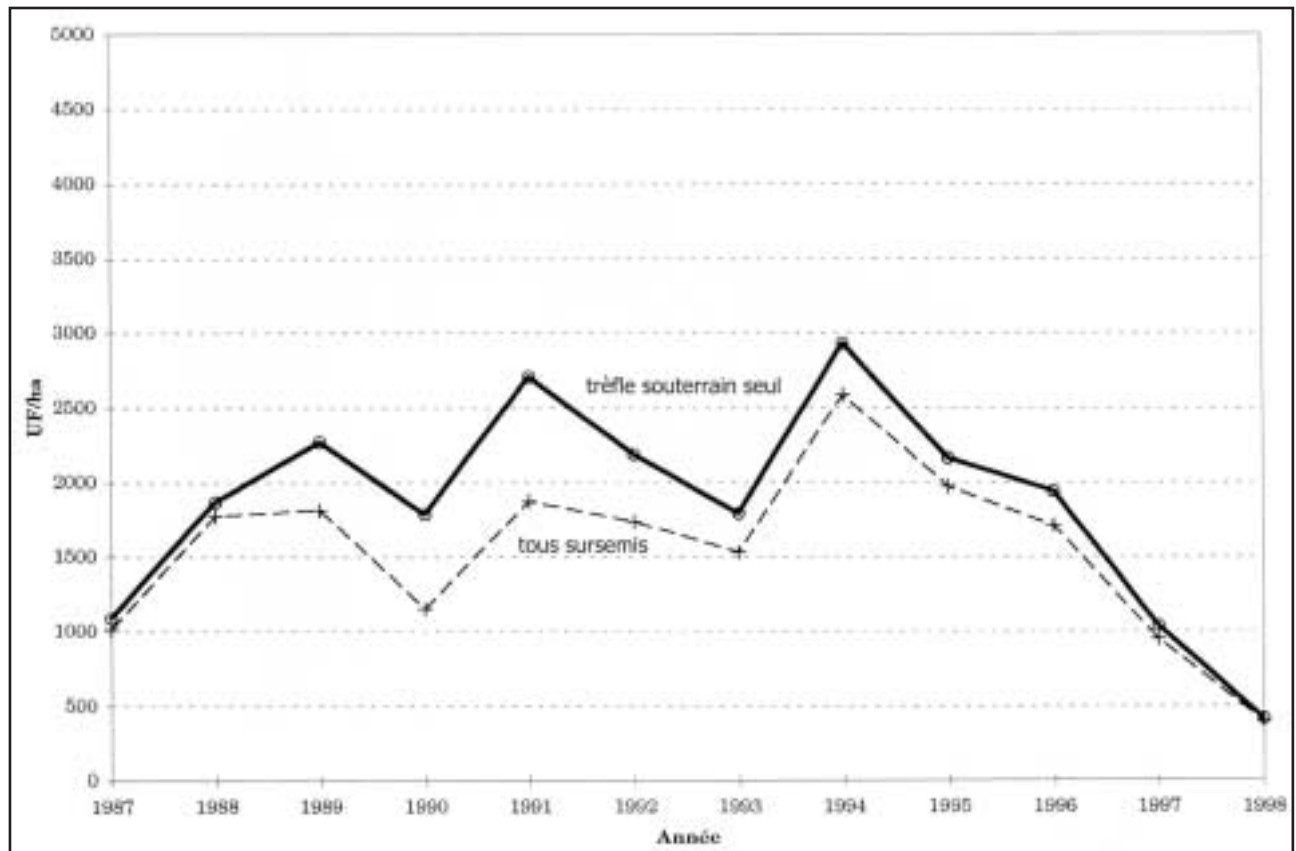
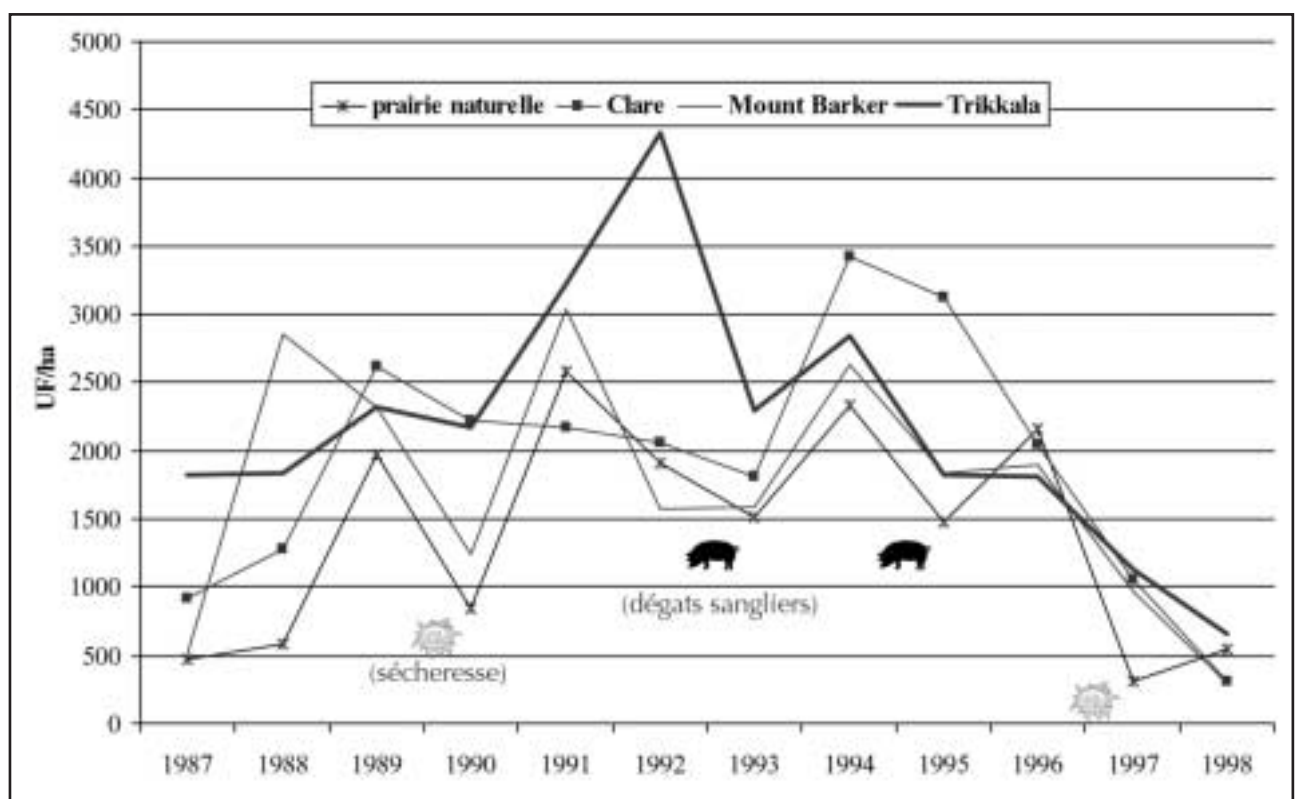


FIGURE 29. ÉVOLUTION DU RENDEMENT MOYEN DES SURSEMIS DE TRÈFLE SOUTERRAIN SELON LE CULTIVAR, DE 1987 A 1998



Un aménagement sylvopastoral au sein d'un massif forestier

L'entretien du débroussaillage sur le réseau de coupures de combustible mis en place dans la forêt était exécuté depuis 1966 par les ouvriers harkis, placés sous le contrôle de l'ONF et payés par le ministère des Rapatriés puis par celui de l'Intérieur. L'ONF et la DDAF du Var ayant fait appel à un troupeau pour pallier le vieillissement de cette population d'ouvriers, il a été nécessaire de réfléchir à un aménagement permettant de combiner pastoralisme, prévention des incendies de forêt et protection des peuplements forestiers d'intérêt patrimonial ou récréationnel. Cette démarche s'est construite, chemin faisant, en essayant de mettre en pratique de nouveaux concepts de DFCI, de nouvelles techniques d'améliorations pastorales et des règles d'aménagement novatrices [18]. Les principales innovations ont porté sur la taille, la structure et la répartition des coupures de combustible au sein du massif forestier, et sur la mobilisation des ressources fourragères et l'organisation du pâturage en milieu boisé [19]. Ce chapitre aborde l'impact de l'aménagement sylvopastoral sur ces différents aspects en mettant l'accent sur les ressources pastorales, la sylviculture et la dynamique d'embroussaillage.

1. Améliorations pastorales

Malgré les efforts d'adaptation de l'éleveur pour conduire son élevage et déplacer son troupeau en fonction des disponibilités fourragères locales, le maintien d'une présence soutenue des animaux sur le réseau de coupures, sans phénomènes de carence et avec une croissance correcte des agneaux, a rapidement imposé d'améliorer la valeur fourragère du sous-bois. Ces améliorations, en plus d'augmenter la quantité, la qualité et la répartition saisonnière de la ressource fourragère, devaient satisfaire les objectifs de DFCI tout en étant suffisamment bien adaptées aux conditions de milieu, en constituant un tapis herbacé durable et capable de concurrencer la repousse des petits ligneux.

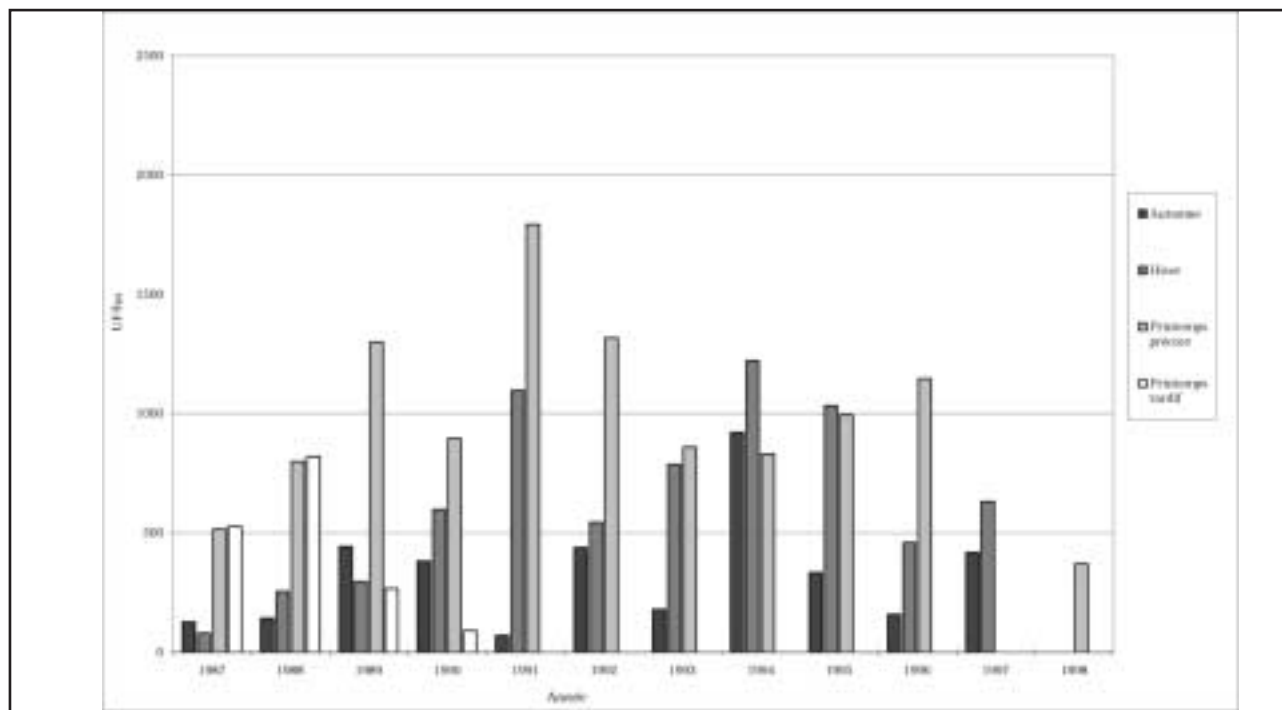
Les expériences menées par l'INRA [1] ont montré que

la fertilisation conduit à une bonne production fourragère uniquement quand des espèces herbacées de qualité sont initialement présentes et quand les conditions édaphiques ne sont pas trop limitantes. Il est généralement préférable d'associer la fertilisation à un sursemis (semis sans travail du sol) afin d'installer rapidement sur un terrain « vierge » des espèces fourragères de bonne qualité. En milieu boisé, et en particulier sur sols peu profonds, le travail du sol est déconseillé car il affaiblit le système racinaire des arbres en place, ce qui génère de gros chablis lors des tempêtes de vent [12]. Les trois espèces fourragères testées ont permis d'améliorer les conditions de travail de l'éleveur et la qualité de l'entretien DFCI. Divers cultivars de trèfle souterrain et la fétuque élevée permettent l'avancement de la date d'utilisation des coupures en fin d'hiver ainsi qu'un apport protéique important au printemps. Le dactyle [2] et d'autres cultivars de trèfle créent une ressource fourragère intéressante en automne. Le trèfle souterrain [25] présente enfin l'avantage d'avoir une combustibilité nulle en été puisqu'il passe toute la saison sèche sous la forme de graines.

a. Productions annuelles

La figure 28 représente les productions annuelles moyennes de l'ensemble du dispositif de sursemis mis en place en forêt de Palayson. Nous avons comparé la production de sursemis de trèfles souterrains purs avec celle de l'ensemble des sursemis (Graminées et trèfles souterrains). Ces productions se situent respectivement autour de 1800 et 1500 UF/ha/an. Les deux courbes ont une allure assez similaire avec deux ruptures principales dans la progression de la production : celle de 1990 correspond à une forte sécheresse de printemps et celle de 1993 à un hiver rigoureux et sec. La meilleure année est 1994 avec 2600 à 2900 UF/ha. À partir de 1995, la production est en régression constante ; elle atteint le niveau très faible de 400 UF/ha en 1998. Pour expliquer cette tendance, il est nécessaire de considérer, au-delà des fluctuations climatiques, le problème du vieillissement des peuplements des sur-

FIGURE 30. PRODUCTION SAISONNIÈRE MOYENNE DES SURSEMIS DE 1987 A 1998



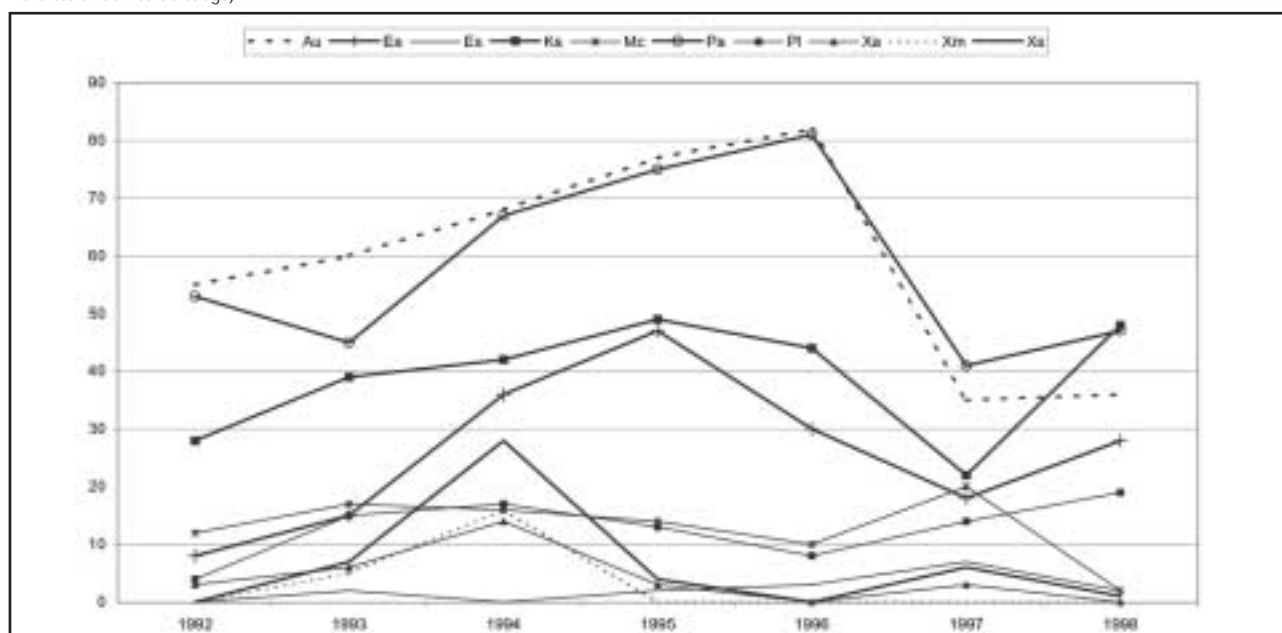
semis (certains ont plus de huit ans) comme un facteur prépondérant auquel s'ajoute, certaines années, les dégâts occasionnés par les sangliers qui peuvent détruire 60 à 80% de la production hivernale et entraînent des dommages irréversibles sur les espèces semées.

Les sursemis de trèfle souterrain ont été essentiellement réalisés avec les cultivars Clare, Mount-Barker et Trikkala. Leur rendement moyen est de l'ordre de

1900 UF/ha/an contre 1400 UF/ha/an pour une prairie naturelle fertilisée. Il présente des variations inter-annuelles importantes selon les années climatiques ou le niveau d'embroussaillage (fig.29). Certaines années sont plus favorables à certains cultivars comme Trikkala qui atteint 3600 et 4500 UF/ha en 1991 et 1992 ou Clare dont la productivité dépasse 3100 UF/ha en 1994 et 1995.

FIGURE 31. ÉVOLUTION DU TAUX DE CONSOMMATION DES PRINCIPALES ESPÈCES ARBUSTIVES DE 1992 A 1998

(Au Arbousier, Ea Bruyère arborescente, Es Bruyère à balai, Ks Calycotome, Mc Myrthe, Pa Filiaire, Pl Lentisque, Xa Ciste cotonneux, Xm Ciste de Montpellier, Xs Ciste à feuilles de sauge)



b. Productions saisonnières

Les productions saisonnières des sursemis de trèfle souterrain (fig.30) font apparaître une grande variabilité tant en production qu'en distribution. Avec respectivement des productions moyennes de l'ordre de 600 et 900 UF/ha/an environ, l'hiver et le printemps précoce sont les saisons les plus productives. En revanche, comme le trèfle souterrain a besoin de se réinstaller tous les ans avant de produire, la production automnale reste limitée à 300 UF/ha/an. De même, la production en printemps tardif est très aléatoire car elle est circonscrite aux années présentant un régime de pluies se prolongeant jusqu'en juin. Les histogrammes des trois premières saisons de chaque année montrent une forte variabilité de répartition de la production. La moitié des années se caractérise par une production qui progresse de l'automne jusqu'au printemps précoce. Ensuite nous avons 20% des années où l'hiver est moins productif que l'automne (1987 et 1989) et 20% des années où le printemps précoce est inférieur à l'hiver. Le restant est constitué d'années exceptionnellement défavorables avec une production limitée sur une seule saison (1997, 1998).

c. Pérennité

Les tendances observées sur les productions moyennes sont confirmées par l'analyse de l'évolution de la densité des sursemis qui chute de façon continue depuis 1995. La succession d'années sèches et le vieillissement des peuplements introduits entraînent un appauvrissement généralisé de la strate herbacée en Légumineuses semées [31]. Cette substitution d'espèces se fait au profit de Graminées annuelles comme les *Vulpia* qui profitent de l'azote fixé par les trèfles et du sol laissé nu, pour s'installer rapidement en début d'automne. Dans les parcelles où un fonds pastoral était présent, on observe également une substitution au profit de Légumineuses spontanées favorisées par la fertilisation phosphatée avec des trèfles annuels comme *Trifolium nigrescens*, *T. campestre* ou *T. arvense* en zones sèches ou *Lotus parviflorus* en zones humides. Mais ce changement de flore provoque un fléchissement de la production car ces légumineuses ont une production concentrée sur le printemps.

d. Effet du couvert forestier

La production annuelle est généralement plus élevée sous les arbres mais présente de grandes variations

d'une année sur l'autre [23]. L'effet du couvert arboré sur la production saisonnière est particulièrement marqué en hiver et en début de printemps avec une forte augmentation de la production fourragère grâce à une amélioration des conditions thermiques sous les arbres. Le couvert forestier joue également sur la gestion pastorale, les coupures de combustible boisées étant réservées à des périodes critiques de l'année, soit pour atténuer l'effet des gelées (pâturage de janvier-février), soit pour retarder l'effet de la sécheresse (pâturage de juin).

2. Impact du pâturage

Un suivi régulier de la consommation des arbustes par les animaux a été réalisé afin d'évaluer la part du pâturage dans la maîtrise de l'embroussaillage et dans l'efficacité DFCI du système sylvopastoral mis en place [22]. Huit espèces arbustives ont été retenues en fonction de leur abondance et du problème qu'elles posent en termes de risque d'incendie. Les taux de consommation ont été estimés de façon visuelle selon sept classes sur un grand nombre d'échantillons répartis sur différents faciès, selon la méthode mise au point par le Réseau Coupures de combustible. Les résultats ont été analysés en fonction de l'âge des individus et de la qualité du tapis herbacé.

a. Taux d'abroutissement

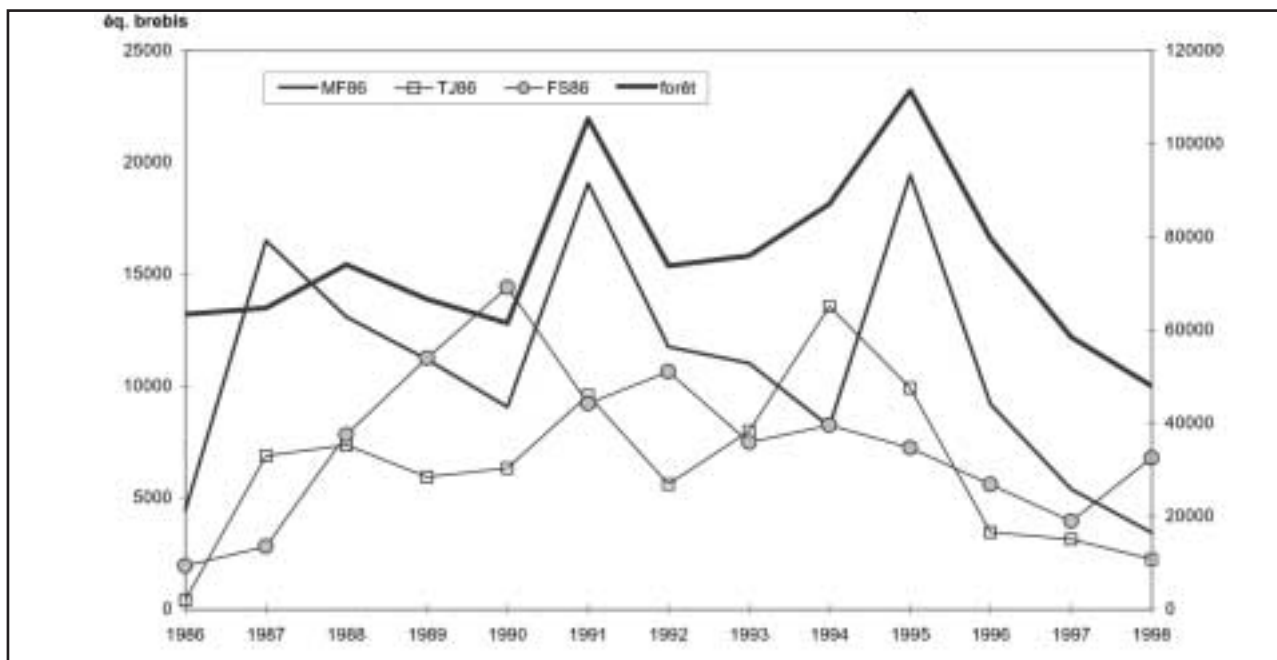
Le rôle du troupeau dans la maîtrise partielle de la dynamique d'embroussaillage a été abordé en étudiant le taux de prélèvement de la phytomasse arbustive feuillée sur une quinzaine d'espèces représentatives des principaux types de peuplements présents sur Palayson, le Rouet et St-Paul [26]. La figure 31 montre l'évolution de ce taux de consommation de 1992 à 1998. On note que le classement des espèces selon l'appétence est respecté avec l'arbusier et la filaire comme espèces préférées, la bruyère arborescente et le calycotome épineux comme espèces bien consommées, puis le myrte et le lentisque comme espèces occasionnellement mangées. Les cistes ont fait l'objet d'un prélèvement exceptionnel en 1994 à la suite d'une gestion serrée du troupeau en hiver alors que la bruyère à balais n'a jamais été consommée. La courbe moyenne, qui ne dépasse jamais les 25% (la brebis n'est pas une débroussailleuse) montre une tendance à l'affaiblissement de l'impact des animaux depuis 1995. Ce phénomène est lié à la pérennisation de la montée en estive et donc à une forte réduction du temps de présence du troupeau en forêt.

L'impact des animaux est également modulé par l'âge des plantes (estimé à partir de la date du dernier débroussaillage) et la qualité de l'herbe associée (tabl.6). La consommation est en effet stimulée par la présence de trèfle souterrain ou de ressources herbacées spontanées fertilisées en azote. De même, les rejets de moins de deux ans sont nettement mieux consommés que ceux de quatre-cinq ans.

TABLEAU 6. VARIATION DU TAUX DE CONSOMMATION MOYEN DE CINQ ESPÈCES ARBUSTIVES EN FONCTION DE L'OFFRE HERBACÉE OU DE L'ÂGE DE LA TOUFFE

Espèces	Offre herbacée			Âge touffe	
	Témoin	Fertilisé	Sursemé	1-2	4-5
<i>Phillyrea angustifolia</i>	90	88	89		
<i>Erica arborea</i>	32	46	49	47	37
<i>Calycotome spinosa</i>				83	56
<i>Pistacia lentiscus</i>	2	7	7	8	2
<i>Erica scoparia</i>		2	1	2	0,5

FIGURE 32. APPORTS DE TROIS QUARTIERS DE PÂTURAGE À L'ALIMENTATION DU TROUPEAU DE 1986 À 1998

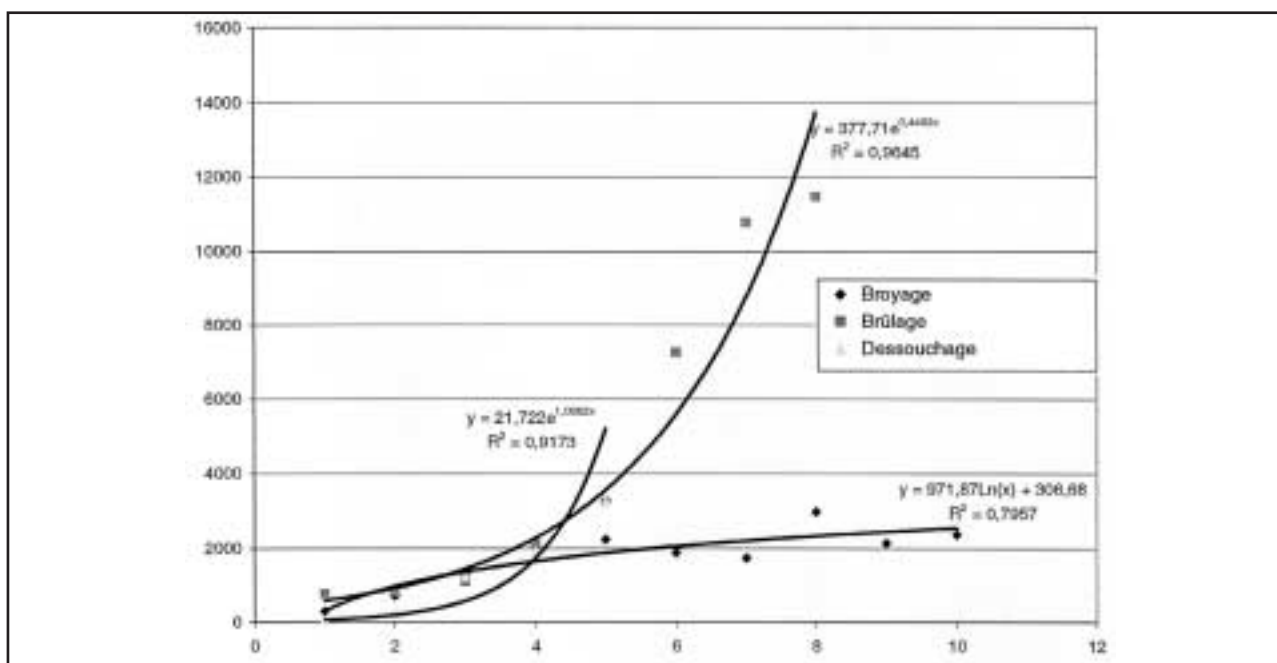


b. Pression de pâture

Depuis la fin de la mise en place des sursemis (1989), les aménagements sylvopastoraux de la forêt de Palayson ont permis, mis à part l'année 1991 exceptionnellement favorable, une progression régulière de la capacité de charge de 60 à 100 000 journées de pâture ovin par an [20]. Par contre, à partir de 1995, la chute de productivité précédemment commentée se traduit par une chute constante du chargement qui atteint son niveau le plus bas en 1998 avec moins de

50 000 journées-brebis. L'évolution des apports de trois quartiers de pâture à l'alimentation du troupeau (fig.32) montre des fluctuations fréquentes en dent de scie, essentiellement liées à l'embroussaillage progressif des coupures de combustible après nettoyage [15]. La recolonisation de la coupure par la broussaille agit sur la productivité du sursemis par effet de concurrence pour l'eau et la lumière, et sur l'accessibilité à la ressource pastorale en faisant obstacle au libre déplacement des animaux.

FIGURE 33. DYNAMIQUE D'EMBOUSSAILLEMENT SELON DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE DÉBOUSSAILLEMENT À PALAYSON



3. Dynamique d'embroussaillage

Les suivis de la dynamique d'embroussaillage se sont appuyés sur des méthodes [16] mises au point sur le site et sur des données biologiques [13, 48] accumulées au cours des quinze années de mesure. L'indicateur retenu, le phytovolume aérien, permet de suivre l'encombrement de l'espace par les broussailles en combinant leur croissance en hauteur et en recouvrement. L'ensemble des données accumulées selon différents itinéraires techniques [14] ont permis d'établir des modèles préliminaires d'accumulation du combustible arbustif [11].

a. Effet de l'itinéraire technique

La figure 33 montre que sur les quatre premières années après traitement, les trois techniques de débroussaillage utilisées donnent des vitesses d'embroussaillage similaires avec une accumulation régulière du combustible de 500 à 700 m³/ha/an. Une fois ce délai passé, le brûlage dirigé [39] génère une dynamique exponentielle, suite à un fort envahissement des parcelles par les cistes qui se traduit par des gains annuels de plus de 4000 m³/ha/an. La courbe d'embroussaillage après dessouchage est de la même forme mais son démarrage est nettement plus lent, avec une première phase à ronces de seulement 150 m³/ha/an au cours des quatre premières années suivi par une brusque accélération liée également à la colonisation par les cistes. Il faudra préciser cette tendance avec un peu plus de recul, le dessouchage étant une pratique récente sur la forêt étudiée. Le débroussaillage suit par contre une courbe logarithmique avec un embroussaillage plus progressif et régulier d'environ 300 m³/ha/an.

b. Dynamique par faciès

Ces modèles ont été affinés selon le type de faciès de végétation et en tenant compte de la présence ou non d'améliorations pastorales. Les équations obtenues montrent clairement l'effet dépressif du semis d'espèces fourragères sur la majorité des faciès et le rôle du pâturage dans la réduction de la vigueur de repousse de certains arbustes. Elles ont été élaborées en termes de phytovolume comme de phytomasse car ces deux unités de mesure apportent un éclairage différent sur le combustible : le phytovolume traduit l'encombrement des strates basses alors que la phytomasse donne une idée de la quantité d'énergie qui risque de se libérer en cas d'incendie.

Le cytise triflore (*Cytisus triflorus*) est l'espèce qui présente la plus faible densité volumétrique avec seulement 0,39 kg/dm³. Le pâturage arrive à le maîtriser en dessous de 3000 m³ soit moins de 1200 kgMS/ha au cours des cinq premières années. Mais dès qu'une partie du feuillage arrive à se mettre hors de la dent de l'animal, la vitesse d'embroussaillage double en une année (fig.34).

Le myrte (*Myrtus communis*) est faiblement consommé par les brebis ; la vigueur et la vitesse de repousse des

rejets à partir de la souche lui permettent de ne pas souffrir de la concurrence vis-à-vis des sursemis. Il présente donc une croissance exponentielle au cours des cinq années qui suivent un débroussaillage pour dépasser les 3000 m³. Cette dynamique est accélérée par la fertilisation azotée (fig.35).

La callune (*Calluna vulgaris*) réagit de façon contrastée au dessouchage et au broyage, même si au bout de quatre ans le niveau d'embroussaillage est similaire avec 1000 m³ soit 1500 kgMS/ha. Après broyage, la callune se régénère à la fois par rejets et par semis et présente donc un développement régulier d'environ 300 m³ par an. Le dessouchage oblige l'arbuste à se reproduire essentiellement par semis, ce qui ralentit fortement l'embroussaillage initial du faciès mais permet une expansion de l'espèce sur la totalité de la parcelle (fig.36).

Les faciès à cistes sont très intéressants à comparer car leur dynamique est très sensible à la concurrence de la strate herbacée et à l'impact de la technique de débroussaillage utilisée sur la levée de la dormance des graines. Le brûlage dirigé favorise l'invasion de la parcelle par les semis de cistes dont l'encombrement progresse d'environ 500 m³ par an pendant les cinq premières années. Le réembroussaillage après broyage et dessouchage est plus lent mais aboutit à des niveaux similaires au bout de cinq années pour le ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis*) (fig.37). Par contre le ciste à feuille de sauge (*Cistus salvifolius*), de par sa légère appétence et son port plus ramassé, est plus sensible au pâturage en zone sursemée. En effet, alors qu'après un simple broyage il est capable d'accroître son volume d'encombrement de 365 m³ par an, le pâturage combiné au sursemis et à la fertilisation réduit cette accumulation à 175 m³ par an (fig.38).

Les faciès à bruyère arborescente (*Erica arborea*) restent toutefois les mieux contrôlés par le pâturage. Que le broyage soit combiné ou non avec une fertilisation, l'embroussaillage de la parcelle est maintenu pendant quatre-cinq ans en dessous du seuil de 2000 m³/ha. Ce phytovolume est d'ailleurs généralement constitué par d'autres espèces secondaires comme la bruyère à balai (*Erica scoparia*) ou le lentisque (*Pistacia lentiscus*), non consommés par le troupeau et qui se substituent à la bruyère arborescente comme espèce dominante du faciès. Le brûlage dirigé par contre laisse une abondante quantité de chicots sur pied qui n'empêchent pas les rejets de se développer à partir du lignotuber, mais les rendent peu accessibles à la dent du mouton (fig.39).

L'élaboration de ces modèles, premier pas vers la mise au point d'un système d'aide à la décision pour la création et la gestion courante des coupures de combustible, soulève le problème de la pertinence des indicateurs utilisés. En effet, le phytovolume arbustif rend bien compte de l'encombrement de la coupe par le principal combustible mais traduit assez mal le risque de propagation d'un feu voire la quantité d'énergie potentielle susceptible d'être libérée lors du

FIGURE 34. MODÈLE DE DYNAMIQUE D'EMBOUSSAILLEMENT DU CYTISE TRIFLORE

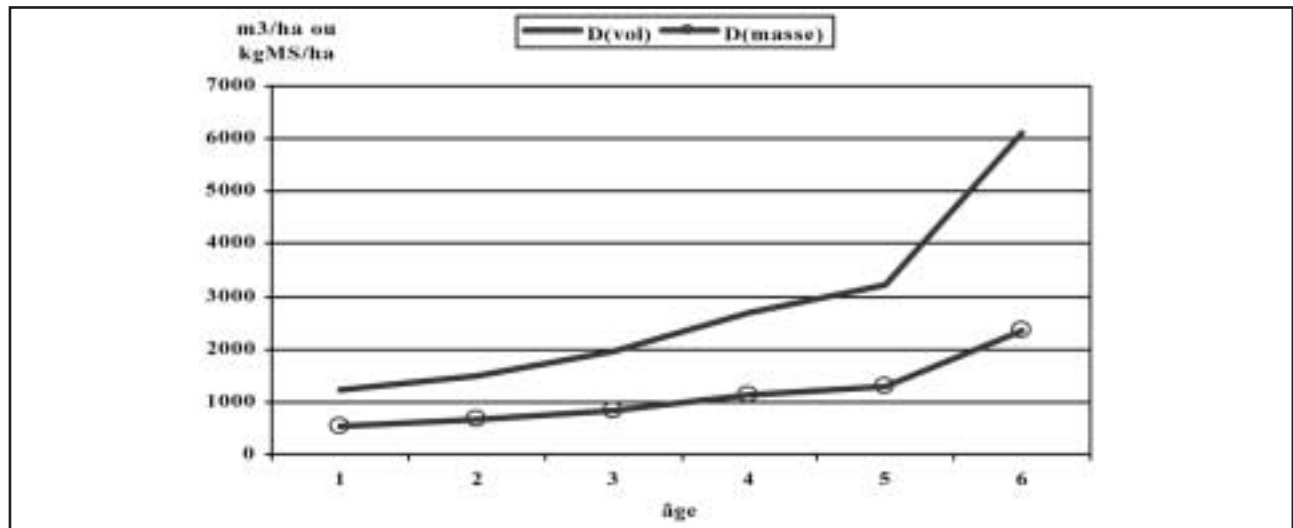


FIGURE 35. MODÈLE DE DYNAMIQUE D'EMBOUSSAILLEMENT DU MYRTE

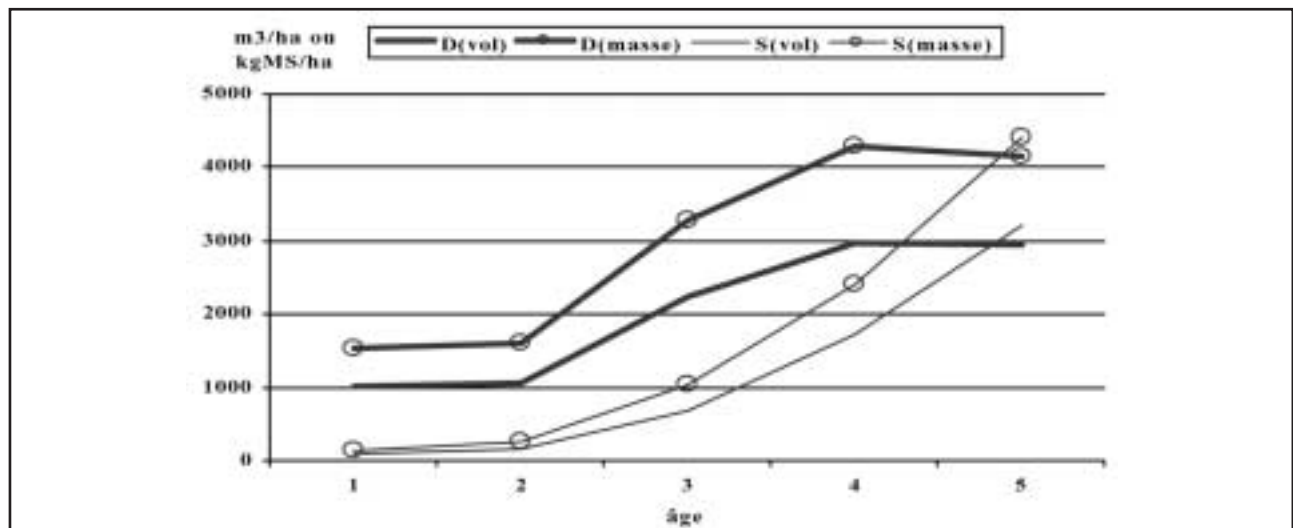


FIGURE 36. MODÈLE DE DYNAMIQUE D'EMBOUSSAILLEMENT DE LA CALLUNE

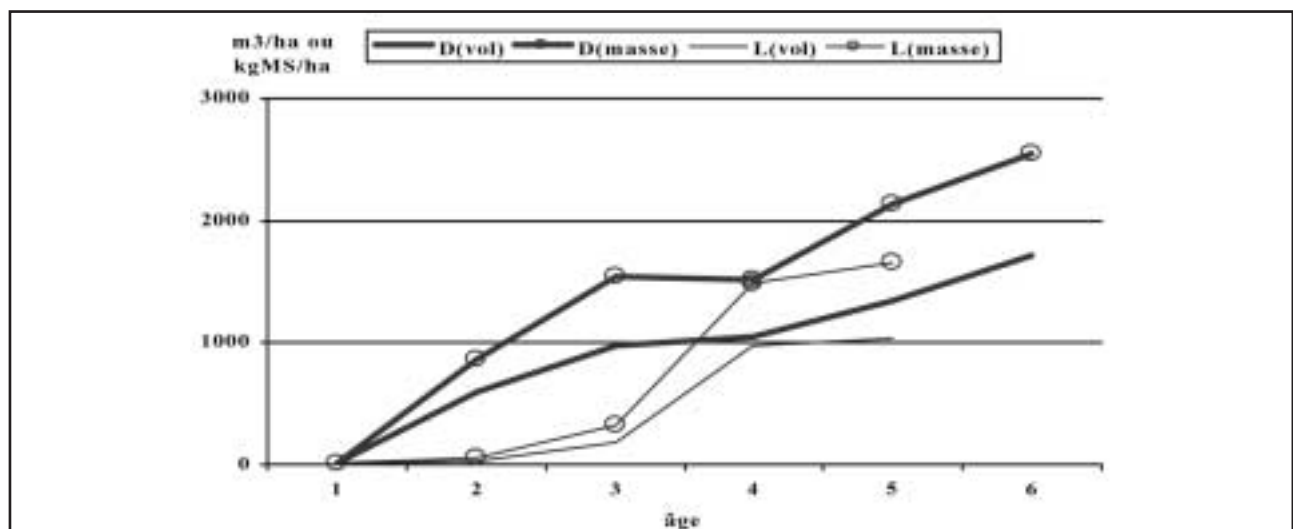


FIGURE 37. MODÈLE DE DYNAMIQUE D'EMBOUSSAILLEMENT DU CISTE DE MONTPELLIER

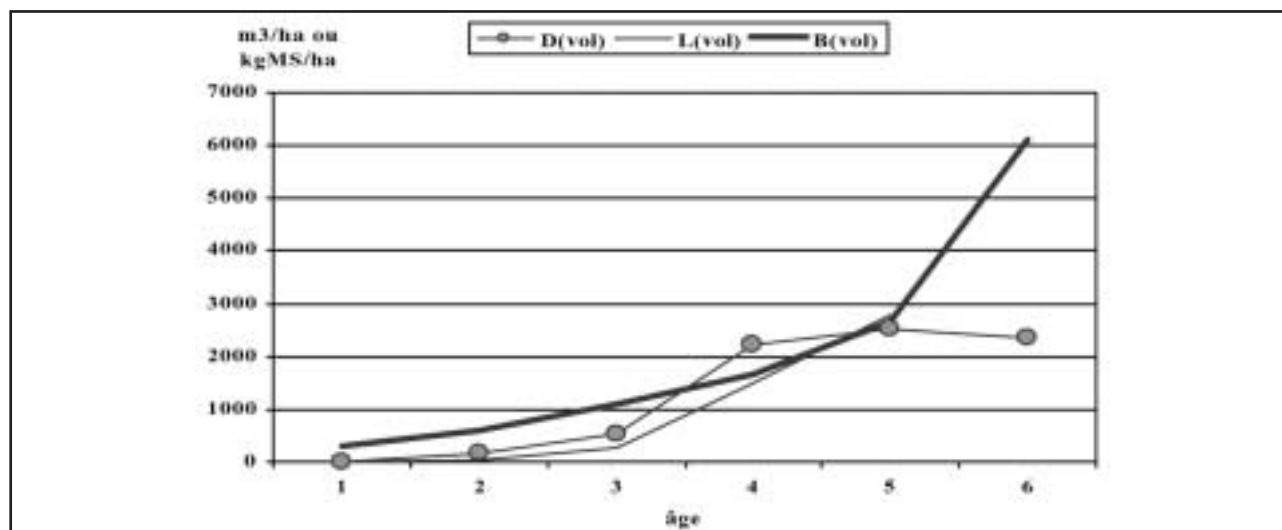


FIGURE 38. MODÈLE DE DYNAMIQUE D'EMBOUSSAILLEMENT DU CISTE À FEUILLES DE SAUGE

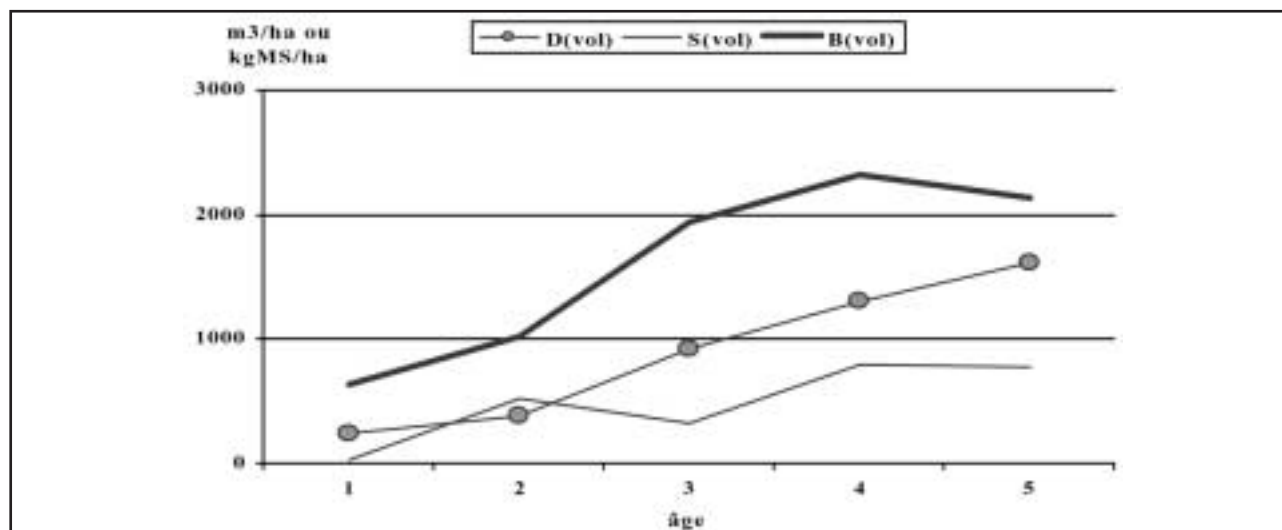


FIGURE 39. MODÈLE DE DYNAMIQUE D'EMBOUSSAILLEMENT DE LA BRUYÈRE ARBORESCENTE

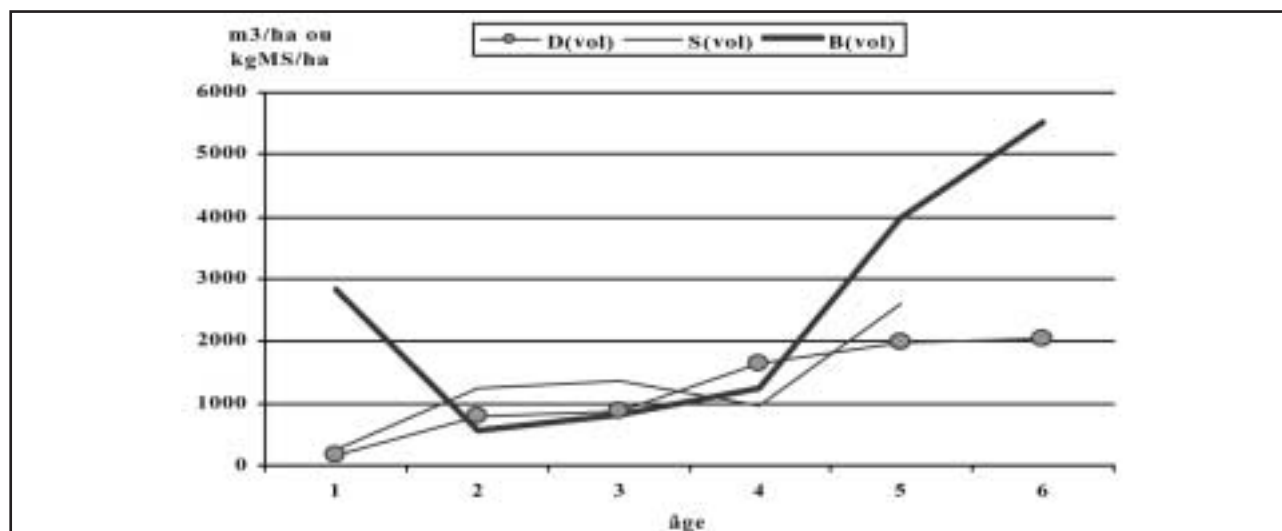


TABLEAU 7. COMPARAISON DES ÉQUATIONS DE CROISSANCE EN HAUTEUR ET EN DIAMÈTRE DU PIN PARASOL AVEC OU SANS FERTILISATION

Traitement	Paramètre	n	Équation	R ²
fertilisé	hauteur	20	$y = 24,022X - 42,873$	0,97
non fertilisé	hauteur	20	$y = 23,411X - 34,781$	0,97
fertilisé	circonférence	20	$y = 33,855X - 170,07$	0,99
non fertilisé	circonférence	20	$y = 29,217X - 98,95$	0,99

TABLEAU 8. ÉQUATIONS DE CROISSANCE EN HAUTEUR ET EN DIAMÈTRE DU CHÊNE-LIÈGE AVEC FERTILISATION

Paramètre	N	Régression	R ²
hauteur	22	$y = 09,033X - 17578$	0,97
circonférence	22	$y = 20,189X - 39826$	0,99

TABLEAU 9. COMPORTEMENT DE REJETS DE CHÊNE-LIÈGE PROTÉGÉS DANS DES MANCHONS

		> 2m	< 2 m	mort
Sous ombrage	An 1	65 %	29 %	6 %
	An 3	94 %	0 %	6 %
À découvert	An 1	63 %	33 %	4 %
	An 3	86 %	4 %	10 %

passage d'un incendie. Les courbes de dynamique de la phytomasse montrent en effet des tendances parfois très différentes de celles du phytovolume chez certaines espèces. De plus les seuils d'embroussaillage utilisés jusqu'à maintenant ne tiennent pas compte de la répartition spatiale du combustible.

4. Sylviculture et aménagement sylvopastoral

a. Reboisement de pin pignon

Une partie des coupures de combustible de la forêt de Palayson a été plantée en eucalyptus et pin parasol (*Pinus pinea*) en 1970. Afin de mesurer l'impact du sylvopastoralisme sur la croissance des pins parasols, nous avons comparé des placettes situées de chaque côté de la piste centrale, un côté étant débroussaillé, sursemé et fertilisé, l'autre côté étant seulement débroussaillé. Les croissances en hauteur et en circonférence ont été respectivement suivies depuis 1986 et 1988.

À partir d'un échantillon de 80 arbres, 20 paires d'arbres identiques au début de la mesure ont été retenues. Des équations de régression ont alors été établies afin de comparer les croissances moyennes annuelles en hauteur et les accroissements moyens annuels sur la période 15-30 ans (tabl.7).

Aucune différence significative n'apparaît entre la croissance en hauteur des arbres fertilisés et celle des arbres non fertilisés. Les deux échantillons gagnent

environ trois mètres en treize ans, soit 23 à 24 cm par an. Par contre, l'accroissement en circonférence est significativement différent et atteint 3,3 cm par an pour les arbres fertilisés contre 2,9 cm pour les non fertilisés. L'écart entre les deux populations déjà observé en 1992 s'accroît donc et représente 7 cm de plus pour les arbres fertilisés.

b. Régénération du chêne-liège

Vingt-deux chênes-lièges adultes ont été mesurés chaque année jusqu'en 1992 dans les zones sursemées et fertilisées. Des mesures complémentaires ont été effectuées en 1996 et 1999 pour vérifier la tendance observée. La croissance en hauteur des chênes-lièges fertilisés est très faible puisque en onze ans le gain moyen annuel est de 9 cm et de 2 cm pour la circonférence (tabl.8). Au total ces arbres auront une circonférence accrue de 20 cm et une hauteur qui présente une progression inférieure à 1 mètre sur une période de dix ans. Si l'on ajoute à ces observations le fait que plusieurs individus ont fortement souffert des épisodes de sécheresse, le problème de la reconstitution du peuplement de chêne-liège se pose de façon urgente [58].

C'est pourquoi des essais de protections individuelles de rejets avec des manchons ont été mis en place dès 1995 et un suivi de la régénération du chêne-liège a démarré en comparant des placettes où le chêne-liège était dominé par un couvert de pin pignon avec des placettes totalement à découvert. Un premier résultat

concerne l'importance de la qualité de la protection qui doit rester efficace au moins trois ans en résistant aux frottements des animaux (double piquetage) et aux rayons ultra-violets (manchons traités). De même, la solidité de l'attache est primordiale pour éviter les dommages par les animaux, la majorité des tubes couchés par les brebis correspondant à des protections mal arrimées. Quand ces problèmes sont évités, les résultats sur la croissance des rejets de chêne-liège sont spectaculaires, avec 90% des rejets hors de la dent de l'animal au bout de trois ans et un taux de réussite aussi satisfaisant sous et hors couvert de pins (tabl.9).

5. Économie de l'aménagement sylvo-pastoral

Dans le cadre du groupe de travail sur l'évaluation économique des aménagements DFCI du Réseau Coupures de combustible, le site de Palayson a fait l'objet d'une évaluation détaillée de son coût selon la méthodologie mise au point au sein du Réseau [39]. La participation financière et humaine de chacun des partenaires impliqués a été comptabilisée et un bilan précis des recettes et des dépenses a été effectué sur les trois premières séquences définies au premier chapitre de cet ouvrage (tabl.10a, 10b, 10c)

a. Partenaires et actions

L'aménagement sylvo-pastoral de la Colle du Rouet a un objectif premier de service public (prévention des risques d'incendie), mais sert aussi de support à des activités marchandes (élevage, sylviculture,...). Il était donc nécessaire de dissocier le coût d'une action et ses sources de financement. De nombreux coûts sont en effet supportés par des aides publiques mises en œuvre par une structure chargée de payer les entreprises et de récupérer les financements. D'autres sont directement liés au respect d'un cahier des charges par l'éleveur qui est directement rétribué pour cela (mesures agri-environnementales). Dans les tableaux 10, les premières colonnes, à gauche du trait gras vertical, précisent qui réalise et qui règle les dépenses, les dernières colonnes, à droite, qui finance. Le même partenaire peut apparaître deux fois, en tant que payeur et en tant que financeur. De même pour une ligne donnée, on aura souvent les mêmes sommes à gauche du tableau (les dépenses réelles) et à droite (comment ces dépenses ont été financées), mais ce n'est pas une règle générale (aide forfaitaire par exemple). Il faut souligner que ces tableaux essaient de prendre en compte l'ensemble des dépenses et des recettes engendrées par l'aménagement sylvo-pastoral, y compris celles qui ne sont généralement pas comptabilisées comme la participation de l'élevage à l'entretien de la coupure ou le temps passé à la conception, la négociation et au suivi/évaluation de l'aménagement.

a. La négociation foncière s'est résumée à déterminer l'emprise territoriale et la convention foncière entre

l'éleveur, l'ONF et la DDAF sur un territoire propriété de l'État.

- b. La conception du projet et les phases de concertation qui lui ont été associées regroupent les réunions entre la DDAF et l'ONF pour définir les aménagements à réaliser sur le site ainsi que le type de contrat à passer avec l'éleveur. Cette ligne comprend également le travail avec l'INRA d'analyse des diagnostics périodiques de l'opération et ses conséquences en termes de « reconception » (élargissement de l'emprise des coupures, améliorations pastorales) et de renégociation (nouveaux contrats).
- c. Il s'agit du temps consacré à la recherche d'un éleveur intéressé par l'entretien du site. La DDAF et l'ONF ont lancé un appel d'offre, ont sélectionné parmi les candidatures et retenu l'éleveur : Henri Firn.
- d. Les investissements concernent la rénovation de deux bâtiments pour le logement du couple d'éleveurs, l'élargissement du réseau de coupures existant, la création de coupures de combustible alvéolaires et la réalisation de sursemis et de fertilisations sur plus de 120 ha. La part d'autofinancement de l'éleveur concerne un dessouchage réalisé par entreprise, et la mise en place de cinq parcs clôturés et de trois parcs de nuit.
- e. Cette opération ayant longtemps été considérée comme expérimentale, l'INRA y a consacré beaucoup de financements et de temps-chercheur. Ne sont comptabilisées ici que les journées de suivi des coupures dont le résultat a été utilisé pour définir des orientations de gestion de l'espace et des propositions d'aides financières ; ou bien correspondant aux contrôles de végétation imposés par contrat et réalisés par l'INRA.
- f. Les coûts de fonctionnement regroupent les débroussaillages et fertilisations d'entretien (plus quelques resemis) généralement réalisés par une entreprise et le temps de présence de l'éleveur sur les coupures. Sur quelques portions du dispositif, des protections individuelles de rejets de chêne-liège ont été posées afin de rehausser le couvert forestier.
- g. La communication se réduit à trois panneaux fixes d'information, installés aux entrées du site, avertissant de la présence d'un troupeau et de la conduite à suivre avec les chiens, et aux journées portes ouvertes organisées de temps en temps par l'éleveur et l'INRA.

b. Coûts et bénéfices

Les coûts présentés sur les grilles ne sont pas exploitables tels quels, car ils mêlent des investissements à amortir, de l'entretien en euros et en journées de pâturage, des journées de travail. Nous avons donc appliqué les conventions définies au sein du groupe « économie » du Réseau Coupures pour chiffrer en euros l'ensemble des dépenses encourues [39]. Ainsi les travaux de débroussaillage et de semis ont été amortis sur cinq ans, les clôtures et le matériel agricole, sur dix ans, les citernes et les bâtiments d'habitation ou d'ex-

TABEAU 10A. COÛT (MILLIERS D'EUROS) DE L'AMÉNAGEMENT DE LA COUPURE DE COMBUSTIBLE DE LA COLLE DU ROUET : 1RE SÉQUENCE DE 1981 A 1985

Site : Palayson Séquence : Première, 1981-85 Auteur : Michel Étienne	R é a l i s a t e u r s							F i n a n c e u r s					
	Maître d'ouvrage	Maître d'œuvre	Éleveurs	Propriétaires	Animateur pastoral	Animateur forêt	Autres usagers	Financeurs publics					Autres
								CEE	État	Rég.	Dépt	Comm.	
1- Coût de négociation foncière	1 j	1 j	1 j						1 j		1 j		1 j autofinancement
2- Conception du projet, concertation	2 j	2 j							2 j		2 j		
3- Mobilisation, organisation des éleveurs	1 j										1 j		
4- Investissements initiaux, suivi travaux													
• à but DFCI													
• à but pastoral													
• pluri-usage													
• sylvicole													
5- Suivi, encadrement. Références					50 j				50 j				
6- Coût de fonctionnement de la coupure													
• Fonctionnement élevage			60 j/an						45				
• Entretien des surfaces DFCI					200				200				
• Entretien des surfaces pastorales													
• Entretien des surfaces sylvicoles													
7 - Coût administratif													
8 - Coût communication													

Quelques chiffres :

Surface concernée : 200 ha
Effectif et période de pâturage : 240 brebis, 3 fois par an, soit 6 000 j.brebis/an
Principaux investissements : aucun

TABLEAU 10B. COÛT (MILLIERS D'EUROS) DE L'AMÉNAGEMENT DE LA COUPURE DE COMBUSTIBLE DE LA COLLE DU ROUET : 2E SÉQUENCE DE 1986 À 1990

Site : Palayson Séquence : Deuxième, 1986-90 Auteur : Michel Étienne	R é a l i s a t e u r s							F i n a n c e u r s					
	Maître d'ouvrage	Maître d'œuvre	Éleveurs	Propriétaires	Animateur pastoral	Animateur forêt	Autres usagers	Financeurs publics					Autres
								CEE	État	Rég.	Dépt	Comm.	
1- Coût de négociation foncière													
2- Conception du projet, concertation	5 j	10 j	10 j		5 j				15 j		5 j		10 j auto-financ.
3- Mobilisation, organisation des éleveurs													
4- Investissements initiaux, suivi travaux													
• à but DFCI		75							75				
• à but pastoral		15	5						15				5
• pluri-usage (maison)	55	6	1,5		1,5				40	8	14		1,5
• sylvicole													
5- Suivi, encadrement. Références			5 j		20 j				20 j				5 j
6- Coût de fonctionnement de la coupure													
• Fonctionnement élevage			100 j/an						35				
• Entretien des surfaces DFCI		213							213				
• Entretien des surfaces pastorales		21	1,5						21				1,5
• Entretien des surfaces sylvicoles													
7 - Coût administratif	1 j	4 j	2 j		25 j				29 j		1 j		2 j
8 - Coût communication			3 j		1,5K€ + 3 j				1,5K€ + 3 j				3 j

Quelques chiffres :

Surface concernée : **280 ha**

Effectif et période de pâturage : **450 brebis, 3 fois par an, soit 102 j et 60 000 j.brebis/an**

Principaux investissements : **maison pastorale, débroussailllements alvéolaires, sursemis et fertilisation**

TABEAU 10c. COÛT (MILLIERS D'EUROS) DE L'AMÉNAGEMENT DE LA COUPURE DE COMBUSTIBLE DE LA COLLE DU ROUET : 3E SÉQUENCE DE 1991 A 1996

Site : Palayson Séquence : Troisième, 1991-95 Auteur : Michel Étienne	R é a l i s a t e u r s							F i n a n c e u r s					
	Maître d'ouvrage	Maître d'œuvre	Éleveurs	Propriétaires	Animateur pastoral	Animateur forêt	Autres usagers	Financeurs publics					Autres
								CEE	État	Rég.	Dépt	Comm.	
1- Coût de négociation foncière													
2- Conception du projet, concertation	5 j	12 j	5 j		10 j				22 j		5 j		5 j éleveur
3- Mobilisation, organisation des éleveurs													
4- Investissements initiaux, suivi travaux													
• à but DFCI		23							23				
• à but pastoral		8	3K€ + 10 j						8				3K€ + 10 j éleveur
• pluri-usage (maison)													
• sylvicole		10											10 ONF
5- Suivi, encadrement. Références					50 j				50 j				
6- Coût de fonctionnement de la coupure													
• Fonctionnement élevage			130 j/an					12	32				
• Entretien des surfaces DFCI		183							183				
• Entretien des surfaces pastorales		57							57				
• Entretien des surfaces sylvicoles													
7 - Coût administratif													
8 - Coût communication		1,5K€ + 10 j	10 j		10 j				1,5K€ + 20 j				10 j éleveur

Quelques chiffres :

Surface concernée : **350 ha**

Effectif et période de pâturage : **650 brebis, 3 fois par an, soit 75 000 j.brebis/an**

Principaux investissements : **débroussaillage, dessouchage, semis, fertilisation, protection du chêne-liège**

TABLEAU 11. COÛT (EUROS) DE L'AMÉNAGEMENT DFCI SUIVANT DIFFÉRENTS CRITÈRES ÉCONOMIQUES

	Investissements (I)	Fonctionnement (F)	I amorti + F	Coût brut/ha	Coût net/ha
1 ^{re} phase	2440	236300	238740	240	234
2 ^e phase	169220	319230	440430	315	280
3 ^e phase	53200	314040	326240	186	150

TABLEAU 12. ÉVOLUTION DU COÛT PAR HECTARE SUR LE TERRITOIRE SOUS CONTRAT

Années	Entretien (€/an)	Coût objectif (€/ha/an)	Indemnité (€/an)	Reliquat (€/an)	Coût réel (€/ha/an)
1995	23170	133	4570	470	130
1996	21040	128	4570	1660	120
1997	22560	123	3720	0	123
1998	16940	119	4570	3820	101
1999	16990	114	4570	2790	101

exploitation sur vingt ans. Le tableau 11 présente les résultats obtenus en termes d'investissement total (I), de dépenses de fonctionnement (F) et d'investissement amorti plus coût de fonctionnement sur chaque séquence (IF).

L'absence d'investissements au cours de la première phase a généré d'énormes dépenses de fonctionnement principalement liées à une forte fréquence de repasse mécanique sur les zones débroussaillées et à un temps de gardiennage très élevé pour une productivité fourragère des coupures de combustible très réduite. L'accroissement substantiel des coûts au cours de la deuxième séquence est lié à la réalisation du gros des investissements et à la mise en place d'un important dispositif de suivi/évaluation du projet (15% du montant). De plus, l'accumulation de nombreux premiers débroussaillages d'entretien après ouverture fait monter les coûts de fonctionnement DFCI à plus de 150 €/ha/an contre 105 au cours de la séquence suivante. Dans la troisième séquence, l'essentiel des frais de fonctionnement provient de l'entretien des 350 ha de zones débroussaillées et du temps de gardiennage du troupeau sur les coupures qui représente plus de 15% du montant total des dépenses.

Une des difficultés de l'analyse économique d'un aménagement sylvopastoral est d'intégrer des activités pastorales dans des modes d'entretien de coupures très différents. En situation classique, sans activité agricole, l'entretien est assuré par des débroussaillages qui ne génèrent pas d'activité marchande directe. Par contre, dès qu'une activité agricole vient participer à l'entretien, elle réalise aussi des productions marchandes, directement sur la coupure. Ne pas en tenir compte reviendrait à pénaliser arbitrairement ce mode d'entretien, car le double objectif produire et entretenir, crée des surcoûts, alors non compensés. Nous avons donc choisi d'intégrer la part de production animale assurée en forêt en multipliant les besoins annuels du troupeau

couverts par la coupure avec une marge agricole standard issue de résultats des centres de gestion de la chaîne des Pyrénées. Cela nous a permis de calculer et de comparer des indicateurs de coût à l'hectare :

C = Coût amorti/ha/an sans le produit de l'élevage

CE = Coût amorti/ha/an avec le produit estimé de l'élevage

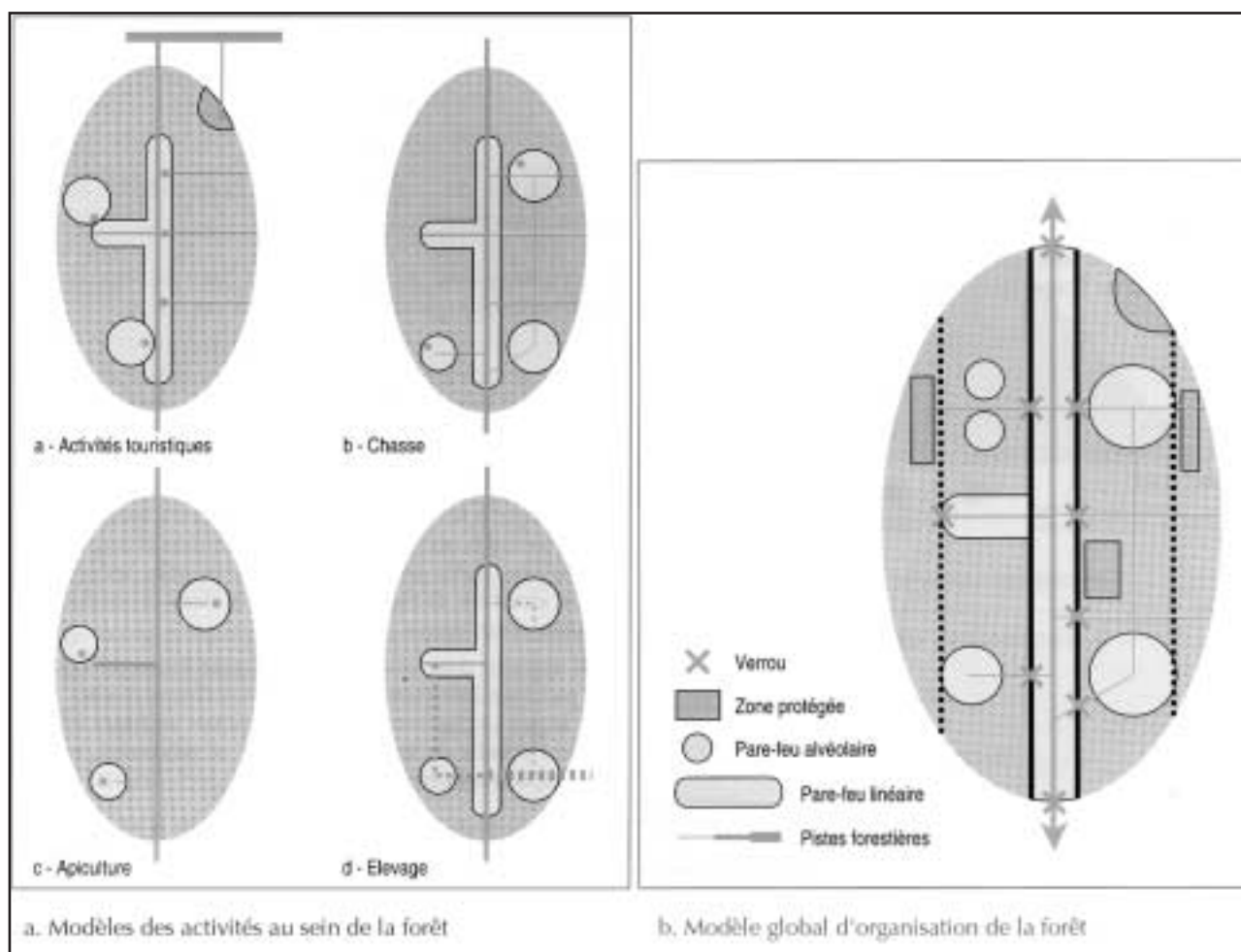
Si l'activité marchande de l'agriculture n'est pas comptabilisée, le coût amorti d'une coupure sur une période égale à une séquence, varie de 180 à 305 €/ha/an. Une fois les gros investissements amortis, ce coût à tendance à diminuer d'une séquence à la suivante. Le fait d'intégrer le produit de l'élevage dans le calcul entraîne une diminution d'environ 38 € du coût moyen, une fois que l'élevage est bien installé. Mais la question essentielle est de savoir si cette décroissance peut durer encore un certain temps ?

La mise en place d'un contrat à risques partagés et la tenue régulière d'une réunion-bilan annuelle pendant la dernière séquence ont permis d'apporter quelques éléments de réponse (tabl.12). Rappelons que le contrat prévoit la diminution régulière du coût de l'entretien DFCI de 5 €/ha/an et le reversement du bénéfice éventuel sous la forme des cinq premiers euros à l'éleveur et du solde à l'ONF.

Comme prévu dans la convention, le coût d'entretien du réseau de coupures de combustible sous contrat est en réduction permanente et s'établit bien à 114 €/ha fin 1999. En fait l'économie réalisée est encore plus élevée puisque le coût réel moyen calculé sur les cinq années du contrat s'établit à 115 €/ha/an. On peut toutefois se demander, au vu de la trésorerie de l'éleveur et de ses résultats économiques, s'il n'aurait pas été plus judicieux de maintenir le coût objectif selon la tendance prévue et de reverser à l'éleveur la totalité des excédents enregistrés chaque année.

En conclusion, l'activité pastorale permet bien une

FIGURE 40. ZONAGE DE LA FORÊT DE PALAYSON SELON LES PRINCIPAUX USAGES EN 1990



diminution progressive des coûts sur le long terme, mais ceux-ci restent encore conséquents, ce qui signifie que la collectivité devra continuer à prendre en charge une partie du coût d'entretien des aménagements DFCI. Cette prise en charge se situe au bout de quinze ans autour de 90 €/ha/an, mais suppose que l'ensemble des usagers de la forêt accepte la présence d'un éleveur, de son troupeau et de ses chiens ; que l'éleveur et sa famille considèrent décent un revenu annuel moyen qui tourne autour de 18 300 € ; et que les aménagements sylvopastoraux conservent au massif forestier son attrait et ses caractéristiques essentielles.

6. Perception par les usagers

De plus en plus périurbaine, la forêt de la Colle du Rouet est soumise à la pression d'une population croissante de citoyens vivant à sa périphérie et en quête de loisirs bucoliques et de repos. Elle reçoit aussi, de plus en plus, la visite de multiples usagers de la nature à l'occasion des vacances et des week-ends : adeptes de randonnées pédestres, équestres et cyclistes, chasseurs, cueilleurs, promeneurs des dimanches, pique-niqueurs, ramasseurs de champignons et autres botanistes ou écologistes (fig.40). Il était donc important de comprendre quelle perception des aménagements sylvopastoraux avaient ces « autres usagers » et de la confronter à celle des « utilisateurs traditionnels » de

cet espace naturel que sont, depuis longtemps, les chasseurs, les apiculteurs et les forestiers [8].

Deux enquêtes [56] ont donc été menées en parallèle pour couvrir la population d'usagers dont la forêt fait partie du cadre de vie (enquête dite de voisinage) et la population d'usagers qui viennent prélever ou profiter d'une ressource particulière de la forêt (enquête dite « utilisateurs »). De façon à simplifier la tâche, les enquêtes ont porté exclusivement sur le canton de Palayson. Elles ont débouché sur une appréciation générale des aménagements sylvopastoraux regroupée dans un tableau de type avantages/inconvénients, sur un classement des structures de végétation en fonction de leur attractivité et sur le repérage des principaux risques de conflits entre ces usagers.

a. Jugement sur les aménagements

Sur les 55 réponses à l'enquête de voisinage, 58% ont répondu fréquenter la forêt toute l'année (surtout la partie est et nord-est, proche des lotissements) et ceux qui n'y vont que de façon saisonnière évitent systématiquement d'y aller en été à cause du risque d'incendie. Plus de la moitié de ces usagers sont satisfaits de l'état actuel de l'aménagement, 13% voudraient davantage d'arbres et 18% souhaiteraient un développement des débroussailllements. Seulement 7% ont une opinion négative. Parmi ceux qui connaissent la forêt depuis longtemps, les transformations encourues

TABLEAU 13. PERCEPTION PAR LES USAGERS DES DIFFÉRENTES COMPOSANTES DE L'AMÉNAGEMENT (DEB = DÉBROUSSAILLEMENT, PAT = PÂTURAGE, CH = CHIENS, SS = SURSEMIS, AG = APPRÉCIATION GLOBALE)

	Éleveurs	Chasseurs de sangliers	Chasseurs de petit gibier	Professionnels du liège
DEB	+ Création de nouvelles surfaces de pâturage	- Destruction des refuges-saccage/nature Pare-feux alvéolaire absurde	+ Conserver un équilibre ouvert/fermé	+ Entretien Protection fumure
PAT	+ Plein air intégral comme voulu au départ	+ Pare-feux linéaire toléré	- Déjà beaucoup débroussaillé	
CH	- Grande dispersion des parcelles Garde efficace la nuit en forêt	- Fuite du sanglier Gêne pour repérer les traces Concurrence nourriture-contre extension	- Pas de gêne/gibier	
SS	+ Chiens intelligents, pas de violence gratuite	- Chiens en liberté : inadmissible alors que restriction sur les chiens de chasse Dangereux/impressionnant	0 Impressionnant (interaction avec chiens de chasse)	
	+ Amélioration des surfaces de parcours Vital pour le troupeau	- Inutile et indisponible en été	+ Bon pour le gibier Prés-bois profitables	
AG	+ Pari tenu Expérience de 13 ans	+ Bienveillance sur la luzerne Présence des sangliers en hiver (constat)	+ Installation de prairies	
	- Multiples contraintes	- Lourdeur des contraintes Conflits d'usage	- Manque de culture Extension pastorale crainte	

TABLEAU 13. PERCEPTION PAR LES USAGERS ... SUITE

	Forestiers locaux	Voisins, promeneurs	Grand public, pique-nique, touristes	VTT - Footing
DEB	+ Protection de la forêt Protection, croissance, accès au liège	+ Remarqués et appréciés + Sentiment de sécurité	+ Visibilité/sécurité	+ Visibilité/espace
PAT	+ Liège + fumure, entretien (cf. dehesa ibérique)	+ Favorables/apprécie/sympathique - Extension non souhaitée	+ Animation/attraction	+ Animation
CH	- Crainte des accidents/public	+ Piment/attraction/point fort/ Promenade - Chiens « inquiétants, effrayants, agressifs », des incidents	+ Animation/attraction - Craintes/surprise/des incidents	- effraiment du chien-vitesse- peur/réaction du chien Des incidents
SS	+ Accueil de qualité (pré-bois) Trop de monde (pré-bois) Fertilisation bien pour le liège	+ Favorables - Pas remarqués par tous	+ Parc (pré-bois) ombragé et « matelassé » (herbe) accueillant	
AG	+ Protection de la forêt - Crainte des accidents avec les chiens de garde	+ Amélioration + Débroussaillage Pâturage - Plutôt contre une extension	+ Qualité d'accueil du pré-bois - Quelques incidents avec les chiens de garde	+ Visibilité - Quelques incidents avec les chiens de garde

TABLEAU 13. PERCEPTION PAR LES USAGERS ... SUITE ET FIN

Autres utilisateurs (appréciation globale)

	Naturalistes	«Défenseurs» intérêts archéo.	Apiculteurs	Exploitants du ciste	Truffi- culteurs	Ramasseurs de champignons	Militaires, course d'orientation	Pompiers locaux
+	Favorisation de la diversité floristique (INRA)		Protection des ruchers Accès et pose facilitée.	Débroussaillage ponctuel = (stimulation des rejets et qualité)		Fonction des espèces Fumure Engrais (sursemis)	Ouverture Effets de lisière Bon pour l'apprentissage	Pare-feux linéaires
-	Perturbations Flore nitrophile favorisée Sous solage destructeur (université Marseille)		Débroussailllements intensifs Non coopération sur l'intérêt nectarifère des sursemis	Débroussailllements intensifs et répétés = épuisement des souches = destruction des stations		Fonction des espèces Fumure Consommation (brebis) Engrais (sursemis)		Pare-feux alvéolaire (inefficacité)

TABLEAU 14. APPRÉCIATION PAR LES USAGERS DES DIFFÉRENTS TYPES D'ACTIVITÉS PRATIQUÉES EN FORÊT DE PALAYSON

Activités suscitant le plus d'adhésion	
récolte de miel	78%
promenade	78%
cheval	73%
exploitation du liège	67%
élevage mouton	64%
VTT / footing	64%
Activités suscitant le plus de méfiance	
touristes / pique-nique	78%
ramassage champignons	24%
chasse au sanglier	18%
Activités suscitant le plus d'opposition	
moto verte	71%
chasse au sanglier	56%
chasse au petit gibier	51%
manœuvres militaires	51%

depuis les dix dernières années sont considérées comme une nette amélioration par 40% des personnes alors que 11% considèrent celles-ci comme une dégradation.

Excepté pour les chasseurs de sangliers, l'opinion sur l'aménagement des usagers ne vivant pas dans le voisinage est globalement positive, le débroussaillage, les sursemis et le pâturage sont bien perçus. Toutefois, les clôtures sont mentionnées comme devant être évitées et la présence des chiens de garde engendre une certaine méfiance. Les usagers ayant une activité de production ont une bonne perception des aménagements : éleveurs, forestiers, exploitants du liège et du ciste, apiculteurs ont en commun une approche de gestionnaire de ressource dans l'espace et dans le temps. Leur coexistence sur un même territoire ne semble pas poser trop de problèmes dans la mesure où ils sont conscients que ces derniers peuvent être résolus dans le cadre d'un débat technique et objectif (tabl.13).

b. Structures recherchées

Les résultats de l'enquête de voisinage montrent que la forêt propre (sans sous-bois) fermée de feuillus est la plus recherchée, suivie par le pré-bois et la forêt propre de conifères, alors que les maquis (haut et bas) sont considérés comme répulsifs. Ces deux tendances (recherche de l'arbre, fuite du maquis) ne sont pas surprenantes mais le rôle de tampon joué par l'herbe est plus original. La présence d'un tapis herbacé fait accepter un couvert arboré moins important et fait préférer les structures de prés-bois. Ceux qui apprécient les prés-bois jugent également favorablement les prairies. Les chiffres confirment une corrélation entre l'at-

tirance pour des structures ombragées et propres (« humanisées ») et la fuite des structures de maquis touffus (« sauvages »).

L'analyse de l'enquête « utilisateurs » fait clairement apparaître que ceux qui bénéficient d'un revenu économique provenant de la forêt (élevage, boisements, liège, ruchers) tirent tous profit de structures végétales de type prés-bois, prairie ou forêt fermée propre. Leur emprise sur le milieu engendre des perceptions contrastées chez ceux pratiquant une activité de loisir. Les utilisateurs qui recherchent un produit particulier (sangliers, champignons, fleurs, aromates) recherchent un type de peuplement précis tant du point de vue de sa structure que de celui de sa composition. Ils considèrent généralement les espaces sans broussaille comme peu intéressants. Ceux qui recherchent avant tout de l'espace pour circuler (VTT, cheval, marche) apprécient tout particulièrement des changements périodiques du cadre paysager et le confort de zones accessibles et ombragées comme le pré-bois ou la forêt fermée propre. Enfin les chasseurs de petit gibier s'accommodent bien d'un équilibre entre des structures végétales « fermées » résultant d'une dynamique naturelle (maquis) et des structures « ouvertes » mises en place dans le cadre de l'aménagement sylvopastoral.

c. Conflits potentiels

Nous avons donné à chaque usager la possibilité de se classer dans une catégorie d'acteur et de donner son appréciation sur les activités des autres acteurs qu'il percevait dans la forêt. Les principales activités pratiquées sont, par ordre décroissant, la promenade (67%), l'observation de la nature (40%), le sport et l'exercice (25%), la recherche de calme et de sérénité (25%) et la cueillette des champignons (15%).

Les activités productrices, y compris l'élevage de mouton, sont bien perçues dans plus de 60% des cas alors que, en tant que voisins, ces usagers perçoivent très mal la fréquentation touristique assortie de pique-nique à cause des débris, saletés et manque de respect que signifient pour eux cette activité. Les principales activités conflictuelles pour le voisinage sont celles qui occasionnent du bruit, salissent la forêt ou mettent en cause la sécurité des personnes (tabl.14).

En résumé, les « autres usagers » ont une perception positive sur l'état de la forêt et sur son évolution. Ils émettent une préférence marquée pour les structures propres et ombragées qui rendent la promenade plus agréable et le ramassage des menus produits plus aisé. Ils apprécient aussi la présence du pâturage sur les zones débroussaillées mais réclament également le maintien d'une nature sauvage et l'arrêt de l'extension des aménagements. Devant cette apparente contradiction, deux alternatives sont possibles : soit on considère qu'un équilibre est atteint et qu'il faut en rester là, soit on se retrouve devant l'expression classique d'un public qui réclame une nature intacte mais exige confort et sécurité lorsqu'il y pénètre.

Les promeneurs et les ramasseurs de champignons se

disent en insécurité pendant la période de chasse et n'apprécient pas les rencontres avec les chasseurs, ces derniers sont gênés et irrités par l'omniprésence des premiers dans la forêt et les fourrés. Le risque d'accident est invoqué de part et d'autre. Bien que l'élevage soit perçu de manière positive par les voisins et le grand public, les chiens de garde sont à l'origine d'incidents engendrant la crainte, le berger est gêné dans

son travail par le comportement de quelques usagers non avertis. Le risque d'accident (morsure grave) est invoqué par le forestier et par quelques usagers. Les chasseurs de sanglier se plaignent de l'impact du pâturage sur la forêt et critiquent la liberté des chiens de garde. Le berger ne se plaint pas des chasseurs avec qui il a pris l'habitude de composer en adaptant son calendrier de pâturage aux journées de battue.



PRODUCTION DE LIÈGE



SURSEMIS DE TRÉFLE SOUTERRAIN

FIGURE 41. RICHESSE FLORISTIQUE MOYENNE SELON LA MODALITÉ DE GESTION ET L'ESPÈCE FORESTIÈRE DOMINANTE

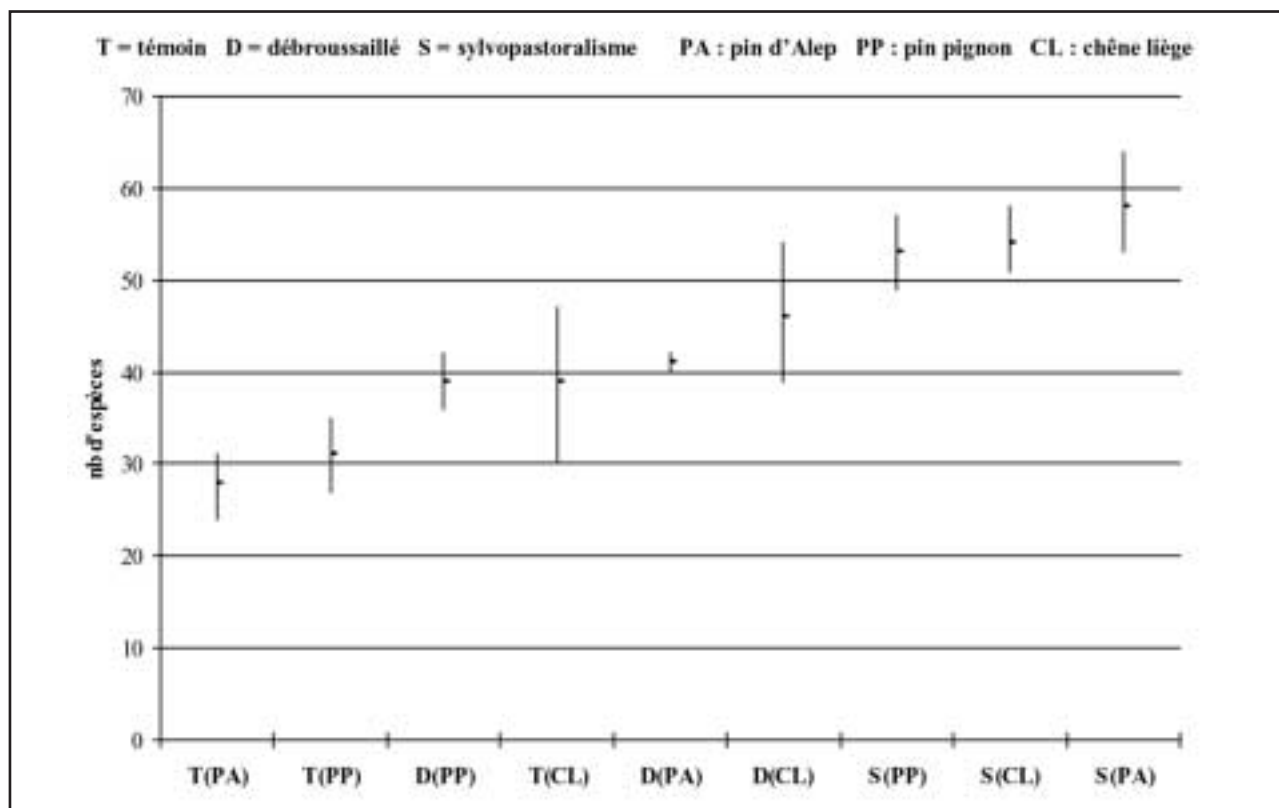
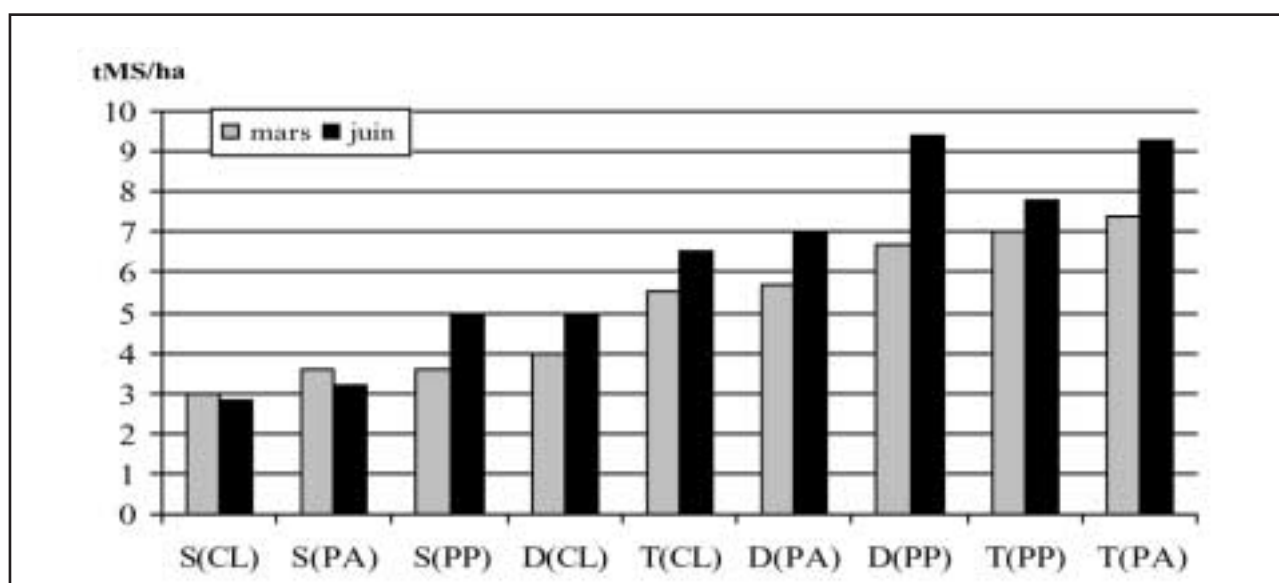


FIGURE 42. ÉVOLUTION DU POIDS D'ÉLÉMENTS FINS DE LITIÈRE ENTRE MARS ET JUIN 1999



Élevage et aménagement forestier

Après quinze ans de pratique du sylvopastoralisme à l'échelle du massif, il était légitime de savoir si l'introduction du pâturage, de plantes fourragères et d'une fertilisation régulière avait eu un impact significatif sur l'environnement forestier. Cette question a été abordée à deux échelles et selon plusieurs points de vue. Au niveau parcellaire, l'impact de l'itinéraire technique sylvopastoral a été comparé à celui de la technique traditionnelle de gestion des coupures de combustible par le forestier, ces deux situations étant évaluées par rapport à un témoin non aménagé. Au niveau du massif forestier, l'impact de la réorganisation spatiale des structures végétales a été évalué en termes de fonctionnalité pour les principaux usagers de la forêt (cf. § 6 chapitre précédent).

1. Impact de l'aménagement sylvopastoral sur l'environnement de la forêt

Pour mesurer l'impact des aménagements mis en place sur « la santé et la qualité » de la forêt, nous avons choisi de comparer l'état de peuplements témoins avec celui de parcelles d'origine similaire mais ayant fait l'objet d'un même type de gestion pendant au moins dix ans. Trois types de peuplements ont été sélectionnés et évalués au travers d'un dispositif croisant traitement et espèce forestière dominante, avec trois répétitions [59]. Il s'agit des peuplements dominés par un fort couvert (supérieur à 40%) de pin pignon (PP), pin d'Alep (PA) ou chêne-liège (CL) soumis depuis plus de dix ans à trois modalités de gestion :

- une succession de débroussailllements + sursemis + fertilisations + pâturage (S) ;
- une succession de débroussailllements (D) ;
- aucune intervention (T).

Ces parcelles se caractérisent par des différences structurales marquées que traduit bien le concept de formation végétale (tabl.15). L'essence forestière dominante détermine des formations végétales à couverts arborés forts pour le pin pignon et le pin d'Alep, plus

faibles pour le chêne-liège. Elle influe également sur le recouvrement arbustif qui est plus faible dans les témoins de pin pignon à cause de son feuillage plus dense. La gestion courante du combustible vise à réduire fortement le recouvrement arbustif mais entraîne également des différences au niveau du recouvrement herbacé, extrêmement faible sur les parcelles D et T et supérieur à 50% sur les S.

a. Richesse floristique

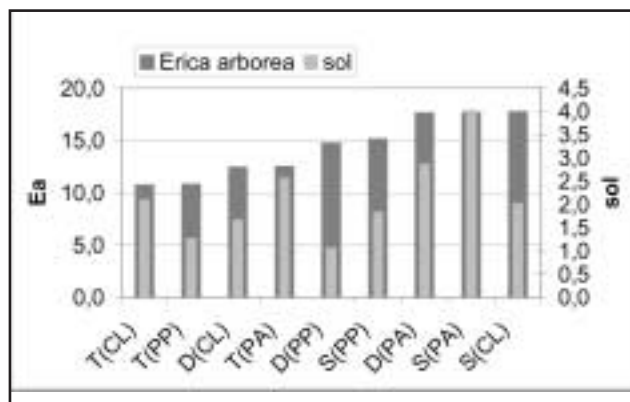
La richesse floristique est globalement faible pour un espace forestier méditerranéen sur sol acide mais se situe dans les valeurs maximales enregistrées sur ce type de milieu en région méditerranéenne française. Aucune différence significative n'apparaît entre les trois essences, même si le chêne-liège présente des valeurs sensiblement plus élevées dans les témoins (fig.41). Par contre, les valeurs moyennes sont significativement différentes entre les trois modalités de gestion, avec 55 pour les S, 42 pour les D et 33 pour les T. Le débroussaillage apporte donc une dizaine d'espèces supplémentaires et les pratiques sylvopastorales une vingtaine.

b. Fertilité

L'estimation de la fertilité des milieux a été abordée selon trois critères : la dynamique d'accumulation de la litière, la teneur en éléments nutritifs du sol et des plantes, la capacité de la communauté végétale à fixer l'azote de l'air.

La quantité de litière présente au 1^{er} mars donne une bonne idée du stock de matière organique à décomposer au cours du printemps. En règle générale, l'apport des pins est plus important que celui du chêne-liège, ce qui est évident au vu de la différence de port des arbres. Par contre, la quantité de litière présente dans la modalité de gestion S est toujours la plus faible, alors qu'en D, selon l'ancienneté du dernier débroussaillage mécanique, il arrive que l'on dépasse la quantité présente dans les témoins (fig.42). Le reliquat au 1^{er} juin exprime la quantité de combustible restant au niveau de la litière et susceptible de favori-

FIGURE 43. TENEUR EN AZOTE DU SOL ET DE LA BRUYÈRE ARBORESCENTE SELON LA MODALITÉ DE GESTION ET L'ESPÈCE FORESTIÈRE DOMINANTE



ser le démarrage de l'incendie. La figure 41 montre clairement un classement des parcelles en S puis en D puis en T. Ces observations confirment que les pratiques sylvopastorales améliorent la décomposition de la litière grâce aux fertilisations et à la fragmentation opérée par le piétinement des moutons.

La teneur en azote du sol est faible dans toutes les parcelles, les plus pauvres étant celles dominées par le pin pignon et les moins pauvres celles dominées par le pin d'Alep. Pour un même type de peuplement forestier, les valeurs les plus faibles correspondent toujours à la modalité de gestion D où la décomposition du broyat induit une faim d'azote importante.

Si l'on prend le même indicateur mais au niveau de la plante, les valeurs sont sensiblement plus élevées et le

classement décroissant de S en D puis T est clairement marqué, ce qui traduit une meilleure activité biologique globale des parcelles sylvopastorales (fig.43). Les valeurs du nombre de Légumineuses présentes dans chaque parcelle montrent que l'écosystème à chêne-liège présente le meilleur potentiel de fixation de l'azote de l'air. Pour un même type de peuplement forestier, le nombre de taxons de la famille des Légumineuses est toujours en augmentation de T vers D puis S, et surtout, parmi les espèces qui apparaissent, une seule est introduite par le sursemis. La gestion sylvopastorale est la seule qui permette d'avoir une participation importante des Légumineuses en termes de recouvrement (tabl.16)

c. Régénération de la forêt

Sur toutes les parcelles, la régénération naturelle est présente, en quantité variable, mais toujours supérieure à 400 tiges/ha. Quelle que soit l'essence principale, ce sont les feuillus (chêne-liège, chêne vert, chêne blanc) qui se régénèrent le mieux, hormis les situations où des semenciers de pin maritime sont encore présents. L'absence d'avenir de la souche locale de cette espèce, décimée par la cochenille, nous a amenés à ne pas la considérer.

La régénération du pin d'Alep est très rare (fig.44), et quand elle est présente, ce sont de jeunes semis de densité comparable à celle des arbres adultes et dont la survie est compromise si l'on se base sur l'absence quasi générale de pins de petite taille sur l'ensemble des parcelles étudiées. Il n'y pas de régénération de pin pignon dans les témoins, mais on compte 200 à 400 petits plants par hectare dans les zones débroussaillées (D ou S). Les pins sont donc des essences dominantes sur Palayson grâce à leur adaptation aux incendies qui leur a permis de coloniser le milieu (pin d'Alep) ou de résister au passage du feu (pin pignon). La fermeture des milieux et l'absence de feu depuis plus de 30 ans empêche ces peuplements de se reproduire à l'identique. La régénération n'est que partiellement possible en zone débroussaillée.

Ces formations de résineux sont en cours de remplacement principalement par du chêne vert, en association avec du chêne pubescent dans les peuplements actuels de pin pignon. Le chêne vert (fig.45) se régénère facilement et abondamment dans toutes les conditions sous pin d'Alep et sous pin pignon, les chiffres les plus élevés correspondant aux zones où la présence de semenciers est la plus forte.

Malgré la rareté des arbres adultes, aussi bien sur nos parcelles que sur la totalité de la forêt, le chêne pubescent se régénère bien (fig.46), grâce aux geais qui sont très abondants dans la forêt. Cela permet de supposer

TABLEAU 15. FORMATIONS VÉGÉTALES SELON LA MODALITÉ DE GESTION

		Recouvrement arbustif (%)			
		0-25	25-50	50-75	75-100
Recouvrement herbacé (%)	0-25	D(PP) D(PA) D(CL)	T(PP)		T(PA)
	25-50				
	50-75	S(PP) S(PA)			
	75-100	S(CL)			

Recouvrement arboré (%): 25-50 50-75

TABLEAU 16. IMPORTANCE DES LÉGUMINEUSES SELON LA MODALITÉ DE GESTION ET L'ESPÈCE FORESTIÈRE DOMINANTE

	SCL	SPP	DCL	SPA	TCL	TPP	DPA	DPP	TPA
Nb d'espèces	8	8	5	4	2	1	1	1	0
Recouvrement (%)	30	10	1	20					

que la régénération est essentiellement constituée de semis. On trouve de fortes densités (supérieures à 400 tiges/ha) sous les pins pignons où le couvert arboré est relativement fort et dense. Il est aussi présent sous chêne-liège ; par contre il est pratiquement absent sous pin d'Alep. Cette espèce a donc les potentialités pour se développer dans une bonne partie de la forêt. Le chêne-liège se régénère particulièrement bien à l'ombre des pins pignons (fig.46). Le chiffre plus faible enregistré dans les parcelles DPP est lié à la destruction de certains petits arbres ou rejets par le dernier débroussaillage mécanique. Les peuplements de chêne-liège présentent une régénération naturelle satisfaisante tant par sa densité que par sa hauteur moyenne qui dépasse les 4 m et met donc la majorité des individus hors de portée de la dent des animaux (fig.47). Le chiffre plus faible enregistré dans les parcelles SCL est dû à la destruction de certains rejets par le pâturage, le taux de consommation des feuilles allant de 20 à 60%.

d. Diversité paysagère

L'appréciation de l'attractivité paysagère des parcelles a été abordée à partir des structures de végétation et des couleurs. L'architecture des peuplements a été notée en fonction de l'attractivité des structures végétales issues des différents modes de gestion selon un barème basé sur les résultats des enquêtes de voisinage (§ 6). La couleur a été prise en compte soit en évaluant le nombre de couleurs pouvant être perçues par les visiteurs, soit en qualifiant la diversité de couleurs prises par une parcelle au cours d'une année. Le premier critère a été assimilé, à partir de la liste floristique de chaque parcelle, au nombre d'espèces présentant des fleurs de grande taille. Le deuxième critère a été calculé en faisant la somme des différentes couleurs prises par les espèces dominantes au cours des quatre saisons.

Les parcelles de pin d'Alep sont les moins riches en couleurs et en espèces à grandes fleurs. Les modalités de gestion entraînant une ouverture du milieu (débroussaillage, sylvopastoralisme) augmentent la diversité de couleurs et favorisent le développement de fleurs visibles de loin. Dans la mesure où aucune parcelle forestière n'est suffisamment dense pour permettre le développement d'une forêt fermée sans sous-bois, c'est la gestion sylvopastorale qui crée la structure la plus appréciée par les visiteurs (tabl.17).

FIGURE 44. RÉGÉNÉRATION DU PIN D'ALEP SELON LA MODALITÉ DE GESTION

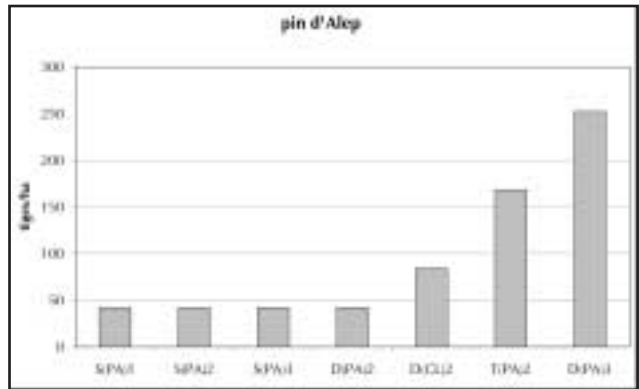


FIGURE 45. RÉGÉNÉRATION DU CHÊNE VERT SELON LA MODALITÉ DE GESTION

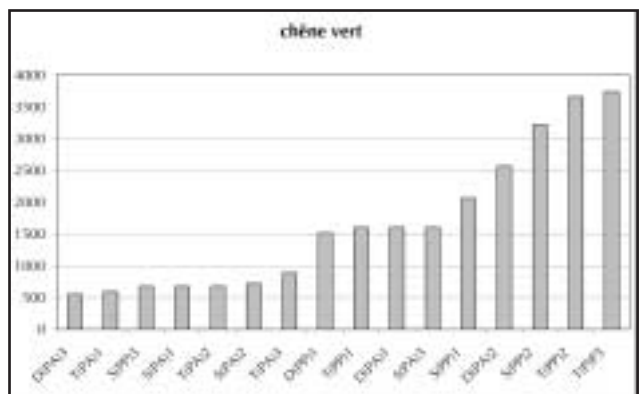


FIGURE 46. RÉGÉNÉRATION DU CHÊNE BLANC ET DU CHÊNE-LIÈGE SELON LA MODALITÉ DE GESTION

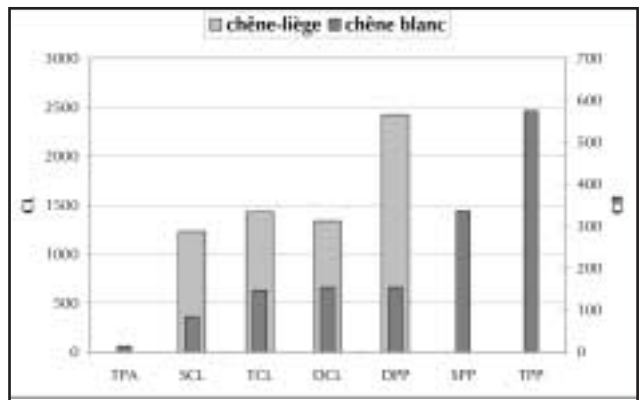


FIGURE 47. HAUTEUR MOYENNE DE LA RÉGÉNÉRATION DANS LES DIX PLACETTES DOMINÉES PAR LE CHÊNE-LIÈGE

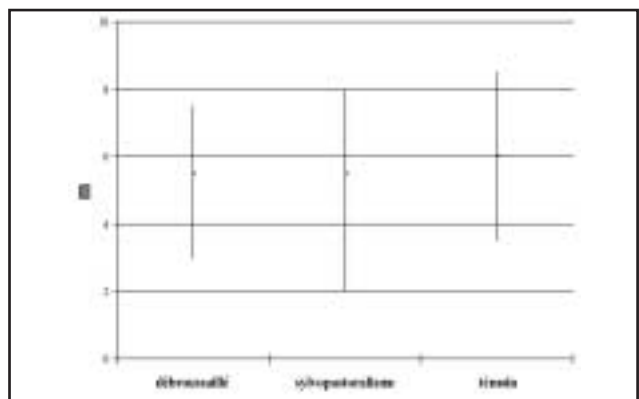


FIGURE 48. UN AMÉNAGEMENT FORESTIER À OBJECTIFS MULTIPLES

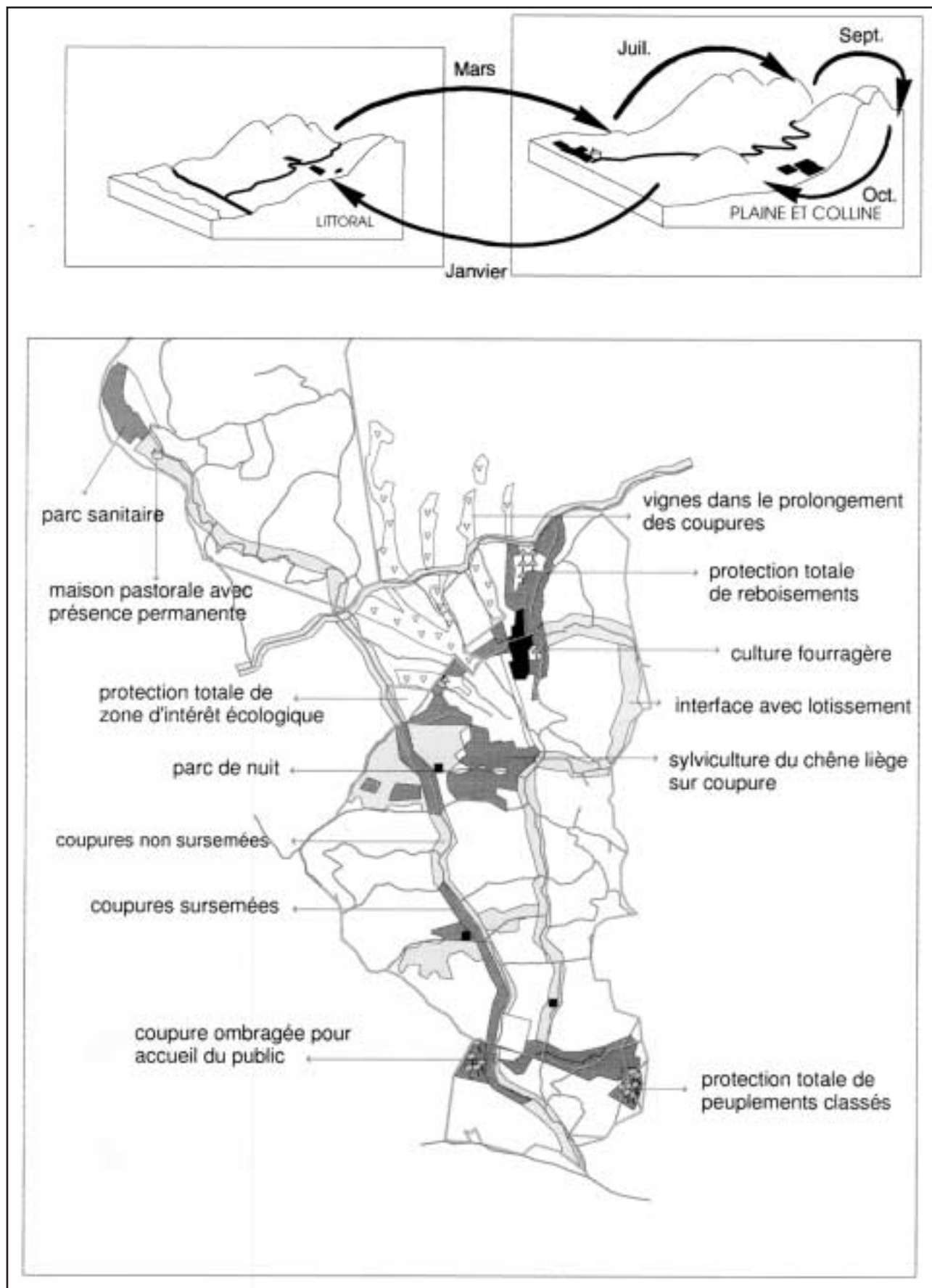


TABLEAU 17. QUALIFICATION DES PARCELLES SELON LEUR INTÉRÊT PAYSAGER

	DCL	SCL	SPP	DPP	DPA	TCL	SPA	TPP	TPA
Espèces à grandes fleurs	24	20	20	18	17	17	15	15	11
Nombre de couleurs	4	4	4	3	2	3	2	3	2
Structure (note sur 10)	4	7	7	4	4	2	6	2	2

2. Diagnostic global sur le massif forestier

a. La nécessité d'une gestion pastorale adaptée

Le bilan de l'opération montre que le maintien, tout au long de l'année, d'un troupeau de taille viable en forêt méditerranéenne exige de mettre à la disposition de l'éleveur des surfaces importantes, couvrant un gradient écologique marqué (pente + exposition + type de couvert arboré), car la forêt produit peu de fourrage et la taille minimale d'un troupeau dans ces conditions d'élevage est d'au moins 400 têtes. De plus, il faut prévoir des « surfaces tampons » en cas d'événements climatiques exceptionnels, car lors de sécheresses prolongées, l'éleveur ne dispose pas de stocks de foin et n'a pas les moyens d'en acheter. Il est également primordial de mettre en place des améliorations pastorales au sein même des coupures pour améliorer l'alimentation du troupeau, augmenter le chargement et permettre un meilleur impact du troupeau sur les broussailles. Enfin, l'éleveur doit adapter sa gestion pastorale à un espace à usages multiples [30], car la vocation première de cette forêt reste l'accueil du public et les activités de loisirs, ce qui sous-entend la présence de catégories variées d'usagers (chasseurs, ramasseurs de champignons, promeneurs...).

b. Une structuration originale du territoire forestier

Pour faciliter la conduite du troupeau sur les coupures, l'aménagement DFCI initial, conçu sur la base de structures linéaires s'appuyant sur des pistes, a été remanié, à partir d'évaluations basées non seulement sur des critères de faisabilité technique et d'efficacité DFCI, mais aussi sur des critères d'efficacité économique, sociale et environnementale [24]. Des structures alvéolaires plus vastes mais moins tranchées et permettant une compartimentation du massif forestier ont été créées. Quand ces « alvéoles » constituaient des zones intéressantes pour l'éleveur et son troupeau, des améliorations pastorales y ont été installées. Mais comme, une fois enherbées, elles constituent des zones très attractives pour les promeneurs, un compromis a été recherché entre l'efficacité du contrôle de l'embroussaillage et la maîtrise de l'impact du public. Même l'éleveur a apporté un complément au dispositif en louant des terres agricoles à proximité de la forêt et en y installant des cultures fourragères qui prolongent ainsi le réseau DFCI.

c. Un aménagement repensé

Mais l'intégration d'un système d'élevage dans ce massif forestier a modifié bien plus que la simple gestion courante de l'entretien du réseau de coupures de combustible [28]. Elle a obligé à concevoir autrement l'aménagement forestier dans sa globalité et à tirer profit des interventions imposées par le sylvopastoralisme pour imaginer une autre sylviculture sur l'ensemble du massif forestier (fig.48). Ainsi, les plus beaux peuplements et certaines communautés biologiques remarquables ont été intégrés au sein de l'aménagement sylvo-pastoral pour en garantir la survie en cas d'incendie [10]. Des reboisements de pin pignon, de cyprès et de pin maritime résistant à la cochenille ont été installés dans les zones protégées par le dispositif. Enfin, dans les zones régulièrement pâturées par le troupeau, une sylviculture du chêne-liège a démarré en favorisant la régénération, par la mise en place de protections individuelles sur les plus beaux rejets, et en élaguant les jeunes individus en vue d'améliorer à terme la qualité du liège produit. En parallèle, les zones de cultures fourragères ont été complantées en feuillus précieux afin de profiter des soins culturaux et de la qualité des sols pour promouvoir une production ligneuse de qualité.

d. Des dynamiques naturelles réorientées

Quatre grands types de dynamiques de végétation sont en jeu dans un aménagement du type de celui de la Colle du Rouet (fig.49) selon qu'il s'agit :

- d'espaces agricoles que l'on cherche à faire évoluer vers des structures agroforestières ;
- d'espaces naturels sur lesquels il est nécessaire de réduire l'accumulation de combustible fin, tout en maintenant une composition végétale et animale la plus diverse possible ;
- d'espaces naturels où des interventions techniques variées et régulières vont chercher à favoriser le développement de certaines strates de végétation et de certaines espèces afin d'augmenter leur attractivité pastorale, paysagère, forestière et DFCI ;
- d'espaces naturels totalement protégés de l'incendie et sur lesquels une dynamique naturelle va se mettre en place à partir des semenciers existants et des contraintes écologiques locales.

En a), l'équilibre entre production agricole et production de bois doit être maintenu et renouvelé par des interventions humaines régulières ; l'écosystème est fortement piloté. En b), la dynamique du sous-bois aboutira à la dominance d'une ou deux espèces les

mieux adaptées à la technique de réduction du combustible utilisée. La dynamique de la strate arborée sera liée à la décision de mettre en œuvre ou non une technique appropriée de régénération. Seule une intervention humaine permettra de garantir la présence d'une essence forestière à moyen terme, son choix étant lié à la technique appliquée. En c), la gestion sylvopastorale va favoriser l'élimination des espèces arbustives, le développement d'un tapis herbacé diversifié et la reconstitution d'un couvert forestier dominé par les chênes. En d), si le réseau externe de protection contre les incendies est efficace, les peuplements de pin pignon vont se maintenir ou évoluer vers des peuplements mixtes à chêne blanc. Le pin d'Alep [32] va se cantonner aux zones actuellement très dégradées alors que les peuplements adultes actuels vont progressivement évoluer vers des taillis sous futaie de chêne vert. Enfin, la partie nord de la forêt va se transformer en forêt plus ou moins ouverte de chêne-liège et, dans les zones sous le vent des reboisements de pin maritime, en peuplements mixtes de chêne-liège et de pin maritime résistant à la cochenille.

3. Des enjeux pour l'avenir

a. Réduire la fragilité du système de pâturage

Deux périodes de pâturage sont particulièrement critiques pour un système d'élevage en plein air intégral et en milieu forestier. De juin à fin août, la forêt méditerranéenne n'offre plus aucune ressource pastorale correcte. La montée en estive est donc indispensable mais la date de départ devra être retardée et modulée en fonction des conditions climatiques du printemps si l'on veut garantir un impact optimal du troupeau sur la strate arbustive et si l'on veut assurer un racle efficace de l'herbe sur les coupures. De janvier à février, le troupeau ne peut utiliser que des « reports sur pied », ressources pastorales accumulées pendant l'automne dans des secteurs spécialement réservés à cet effet. Ces secteurs devront bénéficier d'un bon couvert forestier et être suffisamment proches du siège d'exploitation afin de réduire au maximum les dépenses énergétiques liées au déplacement. Enfin, il est souhaitable de disposer de zones tampons, sans exigence particulière, qui permettront de compléter l'espace pâturable en hiver, en cas de périodes de grand froid.

b. Respecter certaines règles de conduite du troupeau

Quatre principes de conduite sont des éléments importants de réussite pour un élevage participant à l'entretien de coupures de combustible :

- le choix d'une seule mise bas par an, en saison favorable ;
- le calage de la date de mise bas : dès les premiers jours sans gelée, de manière à garder le plus de temps possible avant l'été pour assurer un bon démarrage de la croissance des agneaux ;
- le choix de ne faire lutter les agnelles qu'à 18 mois,

quand elles sont bien développées ;

- le choix de réformer les brebis le plus tard possible (10 ans), de manière à leur laisser le temps d'exprimer leur pleine productivité.

c. Garantir la production d'agneaux vendables

La production d'un troupeau de 600 brebis-mères, dont l'alimentation est essentiellement basée sur l'utilisation d'un aménagement sylvopastoral, va se répartir, en moyenne, en 20% d'agneaux « finis » avant l'été, 50% de « tardons » vendables au retour d'estive, et 30% d'agneaux « lourds » n'ayant atteint un poids commercialisable qu'au second printemps alors qu'ils sont âgés de plus d'un an. Ces agneaux coureurs, âgés, produits à l'herbe, donnent certes une viande de qualité, mais qui ne correspond pas très bien aux habitudes alimentaires de la plupart des consommateurs, et sont dévalorisés dans les réseaux classiques de distribution écoulant exclusivement des agneaux de trois à cinq mois. On peut alors se demander si au lieu de vouloir adapter coûte que coûte le type d'agneaux produits à des conditions de marché correspondant à d'autres modèles de production, il ne vaudrait pas mieux mettre en œuvre des démarches de labellisation reconnaissant et valorisant une qualité spécifique à ce type de produit. Certaines démarches pour une reconnaissance de la qualité, certaines initiatives locales de transformation qui, ici et là voient le jour, permettront peut-être bientôt de vendre à leur juste valeur les agneaux issus de ce type de système de production.

d. Imaginer une autre sylviculture

La mise en place d'un aménagement sylvopastoral sur des coupures de combustible impose d'adapter certains principes de conception d'un ouvrage DFCI à la présence régulière de troupeaux. Les choix sylvicoles vont porter à la fois sur la conduite de la régénération, la structuration du couvert forestier et le choix des essences.

Le rôle de l'arbre dans un système sylvopastoral étant multiple, il faudra conserver ou développer en priorité les essences permettant à la fois d'assurer un bon effet microclimatique, un éclaircissement suffisant du sous-bois et fournissant éventuellement une ressource pastorale pendant les périodes difficiles du calendrier fourrager. Les chênes constituent sans doute le groupe le plus intéressant par rapport à ces critères, en particulier pour leur production de glands.

La densité du couvert, la distance entre les arbres et la hauteur éventuelle d'élagage devront être raisonnées en cherchant un compromis entre le type d'essence à éliminer, le risque de propagation d'un feu en cime, les facilités de lutte pour les pompiers et le maintien d'un abri et d'un ombrage suffisants pour les troupeaux.

La méthode de régénération devra être adaptée au passage régulier des troupeaux. Si l'on table sur une durée de vie moyenne des essences forestières de 200 ans et sur une densité optimale qui tourne autour de cent tiges par hectare, il suffit de protéger ou stimuler la

régénération de dix à quinze arbres par hectare tous les vingt ans pour garantir la pérennité du peuplement et assurer le maintien de la structure de végétation sur la coupe.

e. Promouvoir une vision multi-objectifs de l'aménagement forestier

Le problème majeur de tout aménagement sylvopastoral reste la compatibilité entre activités agricoles et autres usages, au niveau tant spatial que temporel [7]. L'espace pastoral doit être aménagé en évitant de créer trop de zones de pénétration du public à l'interface entre la forêt et les zones urbanisées, en gardant à l'esprit que les coupures améliorées sont également de vastes aires de gagnage pour les sangliers, les lièvres et lapins mais qu'elles réduisent d'autant leur territoire de protection, etc. L'organisation du calendrier de pâturage devra donc intégrer les moments de forte fréquentation du public, la période des campagnes de chasse et le calendrier d'organisation des travaux sylvicoles. Ce type d'opération où système d'élevage et réseau de coupures de combustible sont créés ex nihilo exige donc, par sa complexité, que l'intégration entre activités (agricole, forestière et autres) soit raisonnée et programmée sur le long terme, et que la majorité des acteurs se sentent concernés par l'aménagement. Pour cela une démarche d'accompagnement devrait systé-

matiquement être mise en œuvre afin que chaque usager de l'aménagement partage sa représentation du système avec les autres [33].

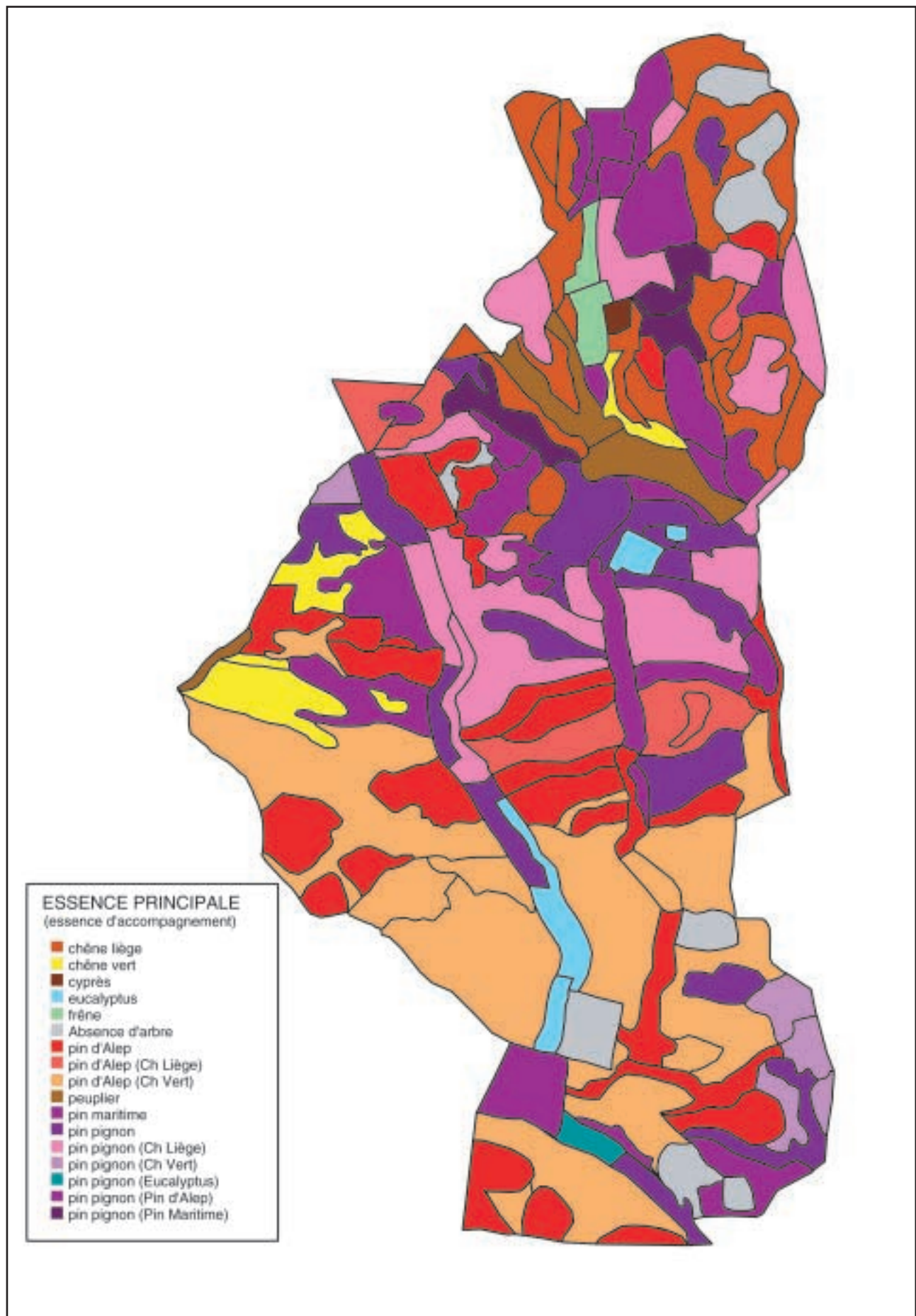
f. Valoriser l'intérêt économique des coupures sylvopastorales

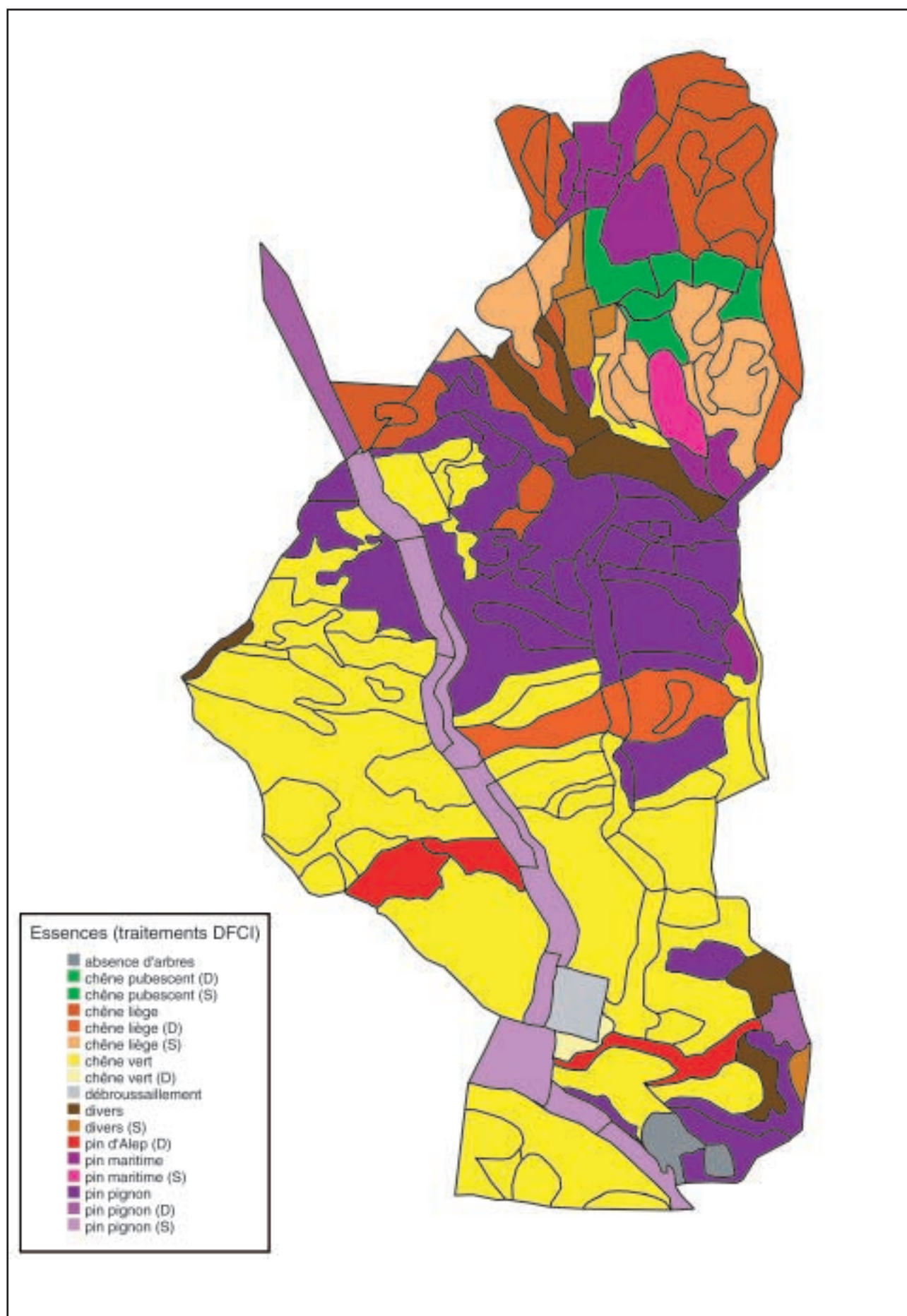
Enfin, nous avons montré qu'un aménagement sylvopastoral modifie de multiples caractéristiques de la forêt et oriente sa dynamique dans de nouvelles directions. Il intervient donc à la fois sur des aspects marchands (production de bois, de fourrage, de miel) et non marchands de la forêt (risque d'incendie, paysage, chasse). Il est donc essentiel de pouvoir juger, pour un risque et des objectifs prioritaires donnés, en quoi le sylvopastoralisme offre le meilleur rapport qualité/prix. Cela suppose de déterminer qui supporte les coûts de l'aménagement et quelle pérennité on peut en attendre, mais aussi de faire l'effort d'évaluer les externalités générées par ce type d'aménagement à moyen et long termes. Ce n'est qu'une fois cette évaluation menée que l'on pourra justifier ou non des investissements et des coûts de fonctionnement aussi élevés que ceux enregistrés sur les aménagements sylvopastoraux. Le sylvopastoralisme sur coupures de combustible n'a de sens que s'il est reconnu par la collectivité comme un moyen actif et efficace de protection d'espaces naturels ayant une valeur clairement définie.



PRODUCTION D'AGNEAUX DE PARCOURS EN PLEIN AIR

FIGURE 49. DYNAMIQUE PROBABLE DE LA FORÊT DE PALAYSON SUITE À L'AMÉNAGEMENT SYLVOPASTORAL







RÉGÉNÉRATION DU CHÊNE-LIÈGE ET DIVERSIFICATION DU PAYSAGE



ACTIVITÉS DE RÉCRÉATION SUR GRANDE COUPURE

Références bibliographiques

La liste ci-après regroupe l'ensemble des publications réalisées dans le cadre de l'opération de recherche-développement sur la forêt de la Colle du Rouet. Les documents sont classés par ordre chronologique selon quatre catégories : articles scientifiques, rapports de recherche, documents de vulgarisation et mémoires d'étudiants. Ils sont identifiés par un numéro qui correspond aux renvois mentionnés dans le texte.

ARTICLES SCIENTIFIQUES

- [1] Étienne M., 1987. Intérêt des sursemis de trèfle souterrain dans les améliorations pastorales sur pare-feu. FAO subnetwork on Mediterranean Pastures, Bulletin n° 5 : 1-5
- [2] Étienne M., 1987. Comportement de deux Graminées en sursemis, intérêt vis-à-vis d'un système fourrager basé sur l'entretien de pare-feu. FAO subnetwork on Mediterranean Pastures, Bulletin n° 5 : 137-142
- [3] Gillon D., Bertrand M., Étienne M., Lumaret J.P., Valette J.C., 1988. Ecological impact of prescribed winter burning on fuel breaks in french mediterranean forests. *Ecologia.Mediterranea* 13(4) : 163-176
- [4] Collectif, 1988. Le pâturage des landes et des espaces boisés méditerranéens : objectifs et méthodologie de recherche. Bulletin Technique Interministériel 431-432 : 349-355
- [5] Étienne M., Napoleone M., Jullian P., Lachaux M., 1989. Élevage ovin et protection de la forêt méditerranéenne contre les incendies. *Études et Recherches sur les systèmes agraires et le Développement* 15 : 1-46
- [6] Collectif, 1990. Espaces forestiers, élevage et incendie. *Revue Forestière Française*, n° spécial 90 : 156-172
- [7] Étienne M., 1990. Utilisation d'un espace forestier par un troupeau : à chaque échelle spatio-temporelle son modèle. *Mappemonde* 90(4) : 20-21
- [8] Étienne M., 1990. Superposition d'usages en forêt méditerranéenne soumise. *Mappemonde* 90(4) : 22-23
- [9] Étienne M. et al., 1990. Territoire pastoral et espace forestier : essai d'analyse des pratiques de pâturage. in *Modélisation systémique et système agraire* : 255-268 ; INRA Paris, 365 p.
- [10] Étienne M., 1991 Protection of mediterranean forests against fire : an ecological approach for redevelopment. in *Terrestrial and aquatic ecosystems, perturbation and recovery* : 493-498. Ellis Horwood Londres
- [11] Étienne M., Legrand C., Armand D., 1991. Stratégies d'occupation de l'espace par les petits ligneux après débroussaillage en région méditerranéenne. *Annales des Sciences Forestières* 48(6) : 667-677
- [12] Étienne M. 1991. Sursemis sur parcours débroussaillés dans l'Esterel. *Fourrages* 127 : 321-334
- [13] Armand D., Étienne M., Legrand C., Maréchal J., Valette J.C., 1993. Phytovolumes, phytomasses et relations structurales chez quelques arbustes méditerranéens. *Annales des Sciences Forestières* 50(1) : 79-89
- [14] Valette J.C., Rigolot E., Étienne M. 1993. Intégration des techniques de débroussaillage dans l'aménagement de défense de la forêt contre les incendies. *Forêt Méditerranéenne* 14(2) : 141-154
- [15] Étienne M. 1993. Fodder system and climatic hazard on mediterranean forests and shrublands. FAO-REUR Technical Series 28 : 210-213
- [16] Étienne M., Legrand C., 1994. A non-destructive method to estimate shrubland biomass and combustibility. *Forest Fire Research Proceedings* 1 : 425-434
- [17] Étienne M., Mas I., Rigolot E., 1994. Combining techniques of fuel reduction for fuel-break maintenance in the french mediterranean region *Forest Fire Research Proceedings* 2 : 713-721

- [18] Legrand C., Étienne M., Rigolot E., 1994. Une méthode d'aide au choix des combinaisons techniques pour l'entretien des coupures de combustible. *Forêt Méditerranéenne* 15(4) : 397-408
- [19] Étienne M., Hubert B., Msika B., 1994. Sylvopastoralisme en région méditerranéenne. *Revue Forestière Française*, n° spécial, 46 : 30-41
- [20] Étienne M., 1994. Évolution de la place de la luzerne dans un système fourrager méditerranéen de 1985 à 1993. *FAO REUR Technical Series* 36 : 41-43
- [21] Rigolot E., Étienne M., 1995. Épaisseur de la couverture morte sur des coupures de combustible arborées entretenues par le pâturage. *Cahiers Options Méditerranéennes* 12 : 205-208
- [22] Étienne M., Derzko M., Rigolot E., 1995. Impact du pâturage sur les arbustes dans des aménagements sylvopastoraux à objectif de prévention des incendies. *Cahiers Options Méditerranéennes* 12 : 217-220
- [23] Armand D., Étienne M., 1995. Effet du couvert arboré sur la production de sursemis de trèfle souterrain dans le sud-est de la France. *Cahiers Options Méditerranéennes* 12 : 95-98
- [24] Étienne M., 1996. Intégrer des activités pastorales et fourragères aux espaces forestiers méditerranéens pour les rendre moins combustibles. *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement* 29 : 169-182
- [25] Armand D., Étienne M., 1996. Impact of tree canopy cover on subterranean clover overseeding productivity and use in southeastern France. In : *Western European silvopastoral systems*, Étienne M. (éd.), INRA Éditions, Paris : 71-81
- [26] Étienne M., Derzko M., Rigolot E., 1996. Browse impact in silvopastoral systems participating in fire prevention in the French Mediterranean region. In : *Western European silvopastoral systems*, Étienne M. (éd.), INRA Éditions, Paris : 93-102
- [27] Rigolot E., Étienne M., 1996. Litter thickness on tree covered fuel-break maintained by grazing. In : *Western European silvopastoral systems*, Étienne M. (éd.), INRA Éditions, Paris : 111-122
- [28] Chaumontet O., Coudour R., Étienne M., Lachenal P., Santelli J., 1996. Silvopastoral management in cork oak forests. In : *Western European silvopastoral systems*, Étienne M. (éd.), INRA Éditions, Paris : 235-251
- [29] Étienne M., 1996. Grasslands and silvopastoral systems. In : *Grassland and land use systems*. Parente J. et al (eds), ERSA, Gorizia : 885-893
- [30] Étienne M., Aronson J., Le Floch E., 1998. Abandoned lands and land use conflicts in southern France. In : *Landscape Degradation and Biodiversity in Mediterranean-Type Ecosystems*. Rundel et al. (eds), Springer Verlag, Berlin, *Ecological Studies* 136 : 127-140
- [31] Étienne M., Armand D., 2000. Dix ans d'amélioration pastorale dans un système sylvopastoral méditerranéen en France. *Cahiers Options Méditerranéennes* 45 : 407-410
- [32] Étienne M., 2000. Pine agroforestry in the West Mediterranean Basin. In : *Ecology, biogeography and management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean Basin*. Ne'eman G. & Trabaud L. (eds), Backhuys Publishers, Leiden : 355-368
- [33] Étienne M., 2002. SYLVOPAST, a multiple target role game to assess negotiation processes in silvopastoral management planning. Submitted to *Journal of Artificial Societies & Social Simulations*.

RAPPORTS DE RECHERCHE

- [34] Étienne M., Napoleone M., Hubert B., Jullian P., Lachaux M., 1988. Six années d'entretien de pare-feu par les moutons. *INRA-SAD Avignon* 90 p.
- [35] Gillon D., Étienne M., Legrand C., Rapp M., Valette J.C., 1989. Entretien des pare-feu par succession de feux d'hiver contrôlés : conséquences sur le milieu. *CNRS Montpellier/INRA Avignon* 60p.
- [36] Bertrand M., Étienne M., Gillon D., Legrand C., Lumaret J.P., Rigolot E., Valette J.C., 1991. Prévention des incendies de forêt en région méditerranéenne par utilisation du feu et du pâturage contrôlés : impact sur l'écosystème forestier
- [37] Étienne M., Armand D., Jullian P., Napoleone M., 1993. Un contrat d'entretien de pare-feu par des moutons. *Bilan 1987-1992. INRA-SAD Avignon* 52 p.

DOCUMENTS POUR LA VALORISATION ET LE DÉVELOPPEMENT

- [39] Coudour R., Étienne M., Millat C., Beylier B., Thavaud P., Dureau R., 2000. Coupures de combustible : le coût des aménagements. Document n°3, Réseau Coupures de combustible, 58 p.
- [40] Napoleone M., Étienne M., Jullian P., 1988. Pare-feu : un pari difficile. *Pâtre* 359 : 72-73
- [41] Étienne M., 1989. Range oversowing for french mediterranean fodder systems. Poster XVI Int. Grassl. Cong. Nice, 4-11 Octobre 1989
- [42] Étienne M., Garde L. (éds.), 1991. Élevage et forêt méditerranéenne. Plaquette bilingue Post-tour Provence du IV Congrès International des Terres de Parcours
- [43] Valette J.C., Rigolot E., Étienne M., 1994. Combinaison des techniques de débroussaillage pour l'aménagement de défense de la forêt contre les incendies. *ONF Bulletin Technique* 26 : 21-29
- [44] Étienne M. (éd.) 1995. Systèmes sylvopastoraux en région méditerranéenne française. Plaquette bilingue Colloque Systèmes Sylvopastoraux

- [45] Étienne M., Rigolot E., 1996. Débroussailllements et autres interventions sur les espaces naturels pour leur amélioration pastorale. Guide Pastoral, CERPAM : 46-55
- [46] Étienne M., 1996. Les maquis. Guide Pastoral, CERPAM : 176-194
- [47] Étienne M., Meuret M., 1996. Des troupeaux en forêt, pour quoi faire ? CD-ROM bilingue (français, anglais) réalisé pour le cinquantième de l'INRA
- [48] Étienne M., Rapey H., 1999. L'agroforesterie en France/ Agroforestry in France/ La agroforestería en Francia. CD-ROM trilingue (français, anglais, espagnol), coéd. INRA-Cemagref

MÉMOIRES D'ÉTUDIANTS

- [49] Baudin F., 1985. DEA Écologie, Univ. Aix-Marseille III. Phytovolumes, phytomasses et stratégies d'occupation spatiale de six espèces arbustives sur pare-feu
- [50] Legrand C., 1987. DEA Écologie, Univ. Aix-Marseille III. Étude comparée de la régénération spontanée de la strate ligneuse dans une forêt incendiée et sur un pare-feu arboré
- [51] Combiér N., 1990. Mémoire ENITA Clermont-Ferrand. Consommation d'espèces arbustives méditerranéennes par un troupeau ovin sur pare-feu
- [52] Pirat C., 1991. DESS Agroforesterie, Univ. Paris XII. Impact du pâturage sur des formations arbustives en forêt méditerranéenne française
- [53] Vacher F., 1991. Mémoire CSO Rambouillet. Analyse de la reproduction d'un cheptel ovin conduit en forêt méditerranéenne.
- [54] Legrand C., 1987. Thèse Écologie, Univ. Aix-Marseille III. Régénération d'espèces arbustives méditerranéennes par rejet ou semis après brûlage dirigé ou pâturage
- [55] Davaine J.B., 1994. Mémoire ESA Lille. Élevage et améliorations pastorales sur coupures de combustible en forêt méditerranéenne
- [56] Gonzalez S., 1994. DESS Aménagement Univ. Montpellier III. Intégration des aménagements sylvopastoraux à vocation DFCI aux autres usages en forêt méditerranéenne. Bilan sur quatre sites
- [57] Jacqueau E., 1995. Mémoire INA-PG Paris. Effet des techniques d'ouverture et d'entretien de coupures de combustible sur les formations arbustives méditerranéennes
- [58] Arredondo S., 1999. Mastère Sciences Forestières ENGREF Montpellier. Modélisation de l'impact de différentes techniques d'entretien sur le combustible en suberaie méditerranéenne française
- [59] Flouret I., 1999. Mémoire FIF, ENGREF Nancy. Impact environnemental d'un aménagement sylvopastoral en région méditerranéenne française

Sigles utilisés

CFM	Conservatoire de la forêt méditerranéenne
CTE	Contrat territorial d'exploitation
DDAF	Direction départementale de l'agriculture et de la forêt
DFCI	Défense des forêts contre l'incendie
DRAF	Direction régionale de l'agriculture et de la forêt
ETP	Évapotranspiration potentielle
GMQ	Gain moyen quotidien
INRA	Institut national de la recherche agronomique
MAE	Mesures agri-environnementales
ONF	Office national des forêts
PCO	Prime compensatrice ovine
PFCI	Prévention des forêts contre l'incendie
PMSEE	Prime au maintien des systèmes d'élevage extensifs
UF	Unités fourragères

Achevé d'imprimer sur les presses de
l'Imprimerie netprint à Grenoble (Isère) en août 2002

Dépôt légal août 2002
ISBN 2-914053-08-8