

Gestion des garrigues à chêne kermès sur coupures de combustible

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

MÉTHODES DE SUIVI DES COUPURES DE COMBUSTIBLE (n°1)

Juillet 2001 (rééd.)

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

Octobre 1999

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

Janvier 2000

CONCEPTION DES COUPURES DE COMBUSTIBLE (n°4)

Décembre 2000

DES MOUTONS EN FORÊT LITTORALE VAROISE (n°5)

Août 2002

DU PLAN DÉPARTEMENTAL À LA COUPURE DE COMBUSTIBLE (n°6)

Décembre 2002

GESTION DES CISTAIES SUR COUPURES DE COMBUSTIBLE (n°7)

Octobre 2003

Gestion des garrigues à chêne kermès sur coupures de combustible

Document rédigé par **Rémi DUREAU** (CERPAM Bouches-du-Rhône)

En collaboration avec les membres du groupe de travail « Dynamique des peuplements à kermès »

Guilhem AUSSIBAL (SIME HÉRAULT)
Bénédicte BEYLIER (CERPAM VAUCLUSE)
Emmanuelle BROSSE-GENEVET (SIME GARD)
Marc CLOPEZ (DDAF HÉRAULT)
Michel ÉTIENNE (INRA-SAD Avignon)
Lionel KMIEC (ONF 13-84)
Éric RIGOLOT (INRA-URFM Avignon)
Stéphane DE ROUVILLE (INRA-UZM MONTPELLIER)



décembre 2003 - n°8

Dessins et aquarelles : Joëlle Morisset
Dessin de couverture : Marc Clopez
Photos : Elsa André, Rémi Dureau, Michel Étienne, Lionel Kmiec,
Rémy Mouton, Éric Rigolot

Référence

Dureau R. (coord.)

Gestion des garrigues à chêne kermès sur coupures de combustible.

Réseau Coupures de combustible - Éd. de la Cardère Morières, 2003, 83 p.

Éditions de la Cardère

8 impasse du Tilleul

84310 Morières



www.edition-cardere.fr

© Éditions de la Cardère 2003

ISSN : 1622-5341

© 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

INTRODUCTION	9
1. LES PEUPELEMENTS DE CHÊNE KERMÈS EN FRANCE MÉDITERRANÉENNE : RÉPARTITION, BIOLOGIE, PRODUCTIVITÉ	11
A. <i>Origine de la garrigue à chêne kermès</i>	12
A1 Cas général	12
A2 Illustration : le Causse d'Aumelas	12
B. <i>Présentation du chêne kermès</i>	17
B1 Caractéristiques morphologiques et phénologiques	17
B2 Productivité de l'espèce	19
C. <i>Les garrigues à chêne kermès</i>	19
C1 Diversité des faciès	19
C2 Impact du feu sur la garrigue à chêne kermès	21
C3 Inflammabilité et combustibilité des garrigues à chêne kermès	21
2. DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS À CHÊNE KERMÈS SELON DIFFÉRENTES MODALITÉS DE GESTION	
A. <i>Broyage seul</i>	27
A1 La technique	27
A2 Impact du broyage sur le phytovolume arbustif	28
B. <i>Brûlage seul</i>	28
B1 La technique	28
B2 Impact du brûlage dirigé sur le phytovolume arbustif	29
C. <i>Phytocide</i>	31
C1 La technique	31
C2 Impact des phytocides sur le phytovolume arbustif	31
D. <i>Pâturage</i>	33
D1 Pâturage par des bovins de combat	33
D2 Pâturage ovin	34
D3 Pâturage caprin	35
E. <i>Remise en culture</i>	39
F. <i>Combinaisons de techniques</i>	40
F1 Pâturage et broyage	40
F2 Phytocide et pâturage ovin	44
F3 Brûlage et pâturage ovin	45
F4 Autres combinaisons de techniques	47
G. <i>Comparaison des coûts</i>	48

3. MODALITÉS D'UTILISATION PASTORALE DES COUPURES À CHÊNE KERMÈS EN RÉGIONS PACA ET LANGUEDOC-ROUSSILLON	49
<i>A. Valeur alimentaire des parcours à chêne kermès.....</i>	<i>50</i>
A1 Qualité de la ressource pastorale	50
A2 Intérêt pastoral pour les ovins	50
A3 Intérêt pastoral pour les bovins	52
A4 Intérêt pastoral pour les caprins	52
A5 Utilisations pastorales dominantes des garrigues à chêne kermès	52
<i>B. Caractéristiques des coupures sur garrigues à chêne kermès en fonction des systèmes d'élevage utilisateurs</i>	<i>53</i>
<i>PLANCHES COULEUR : LES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE UTILISATEURS DES GARRIGUES À CHÊNE KERMÈS</i>	<i>54-63</i>
<i>C. Équipements spécifiques d'une coupure pâturée</i>	<i>64</i>
<i>D. Produits et coûts du pâturage</i>	<i>65</i>
D1 Mode de calcul	65
D2 Un exemple : approche des coûts de la grande coupure du Trou du Rat	66
 4. PRÉCONISATIONS DE GESTION	
<i>A. Conception et structure de la coupure et d'un segment de coupure</i>	<i>69</i>
<i>B. Aide au choix des techniques de maîtrise du combustible</i>	<i>70</i>
B1 Définition du cas d'étude	70
B2 Méthode d'évaluation et analyse des techniques utilisées seules	70
B3 Analyse des combinaisons de techniques	74
B4 Analyse des séquences techniques sur le moyen terme.....	75
<i>C. Une conséquence de la maîtrise des arbustes : le développement de la strate herbacée</i>	<i>78</i>
<i>D. Maintien de la biodiversité</i>	<i>79</i>
D1 Les enjeux écologiques.....	79
D2 Les préconisations de gestion écologique.....	79
D3 La combinaison des objectifs	79
D4 Les démarches d'intégration en cours.....	80
 Conclusion	81
 <i>RÉFÉRENCES.....</i>	<i>82</i>
<i>GLOSSAIRE ET ABRÉVIATIONS</i>	<i>83</i>

« Il est un arbre au royaume d'Arles près de la mer ; une charge de son bois rapporte douze deniers maugencs ; de son écorce, pas plus lourde qu'un vêtement, cinq sous ; de son fruit en fleur cinquante livres. C'est le vermillon avec lequel on teint les draps royaux les plus précieux, samits de soie et écarlates de laine. »

Gervais de Tilbury (Otia Imperialia, XII^e siècle)



BEAU SPECIMEN DE CHÊNE KERMÈS ARBORESCENT DOMINANT UN CHÊNE VERT (EN BAS À GAUCHE). LANÇON-PROVENCE, XXI^e SIÈCLE



GARRIGUE DENSE À CHÊNE KERMÈS COLONISÉE PAR LE PIN D'ALEP (MASSIF DE L'ÉTOILE, 13)



BROYAGE D'OUVERTURE EN ALVÉOLAIRE (FORÊT COMMUNALE DE LA BARBEN, 13)



FACIÈS OUVERT À CHÊNE KERMÈS ET BRACHYPODE RAMEUX (FORÊT COMMUNALE DE LANÇON-PROVENCE, 13)

Introduction

DE NOMBREUSES COUPURES de combustible ont été installées sur des zones où la strate arbustive est dominée par le chêne kermès, notamment dans les départements des Bouches-du-Rhône, du Vaucluse, du Gard et de l'Hérault.

Le Réseau Coupures de combustible (RCC) s'est donc interrogé sur la meilleure gestion à mettre en œuvre sur ce type de peuplement. Sept aménagements ont ainsi été intégrés à la base de données du réseau et ont fait l'objet de suivis approfondis sur plus de dix ans pour certains. Il est aujourd'hui possible de comparer différents itinéraires techniques de gestion des garrigues à chêne kermès, c'est l'objet de ce document.

Dans un premier chapitre, nous présentons à partir de références bibliographiques les caractéristiques de cette espèce et des peuplements où elle domine. Sa position dans les successions végétales est rappelée. Sa progression sur le Causse d'Aumelas (Hérault) est analysée, à la lumière de la régression de l'emprise humaine sur ces milieux. Sa dynamique par rapport au feu a été particulièrement étudiée. Ces éléments peuvent éclairer l'analyse de la réaction des garrigues à chêne kermès aux traitements appliqués.

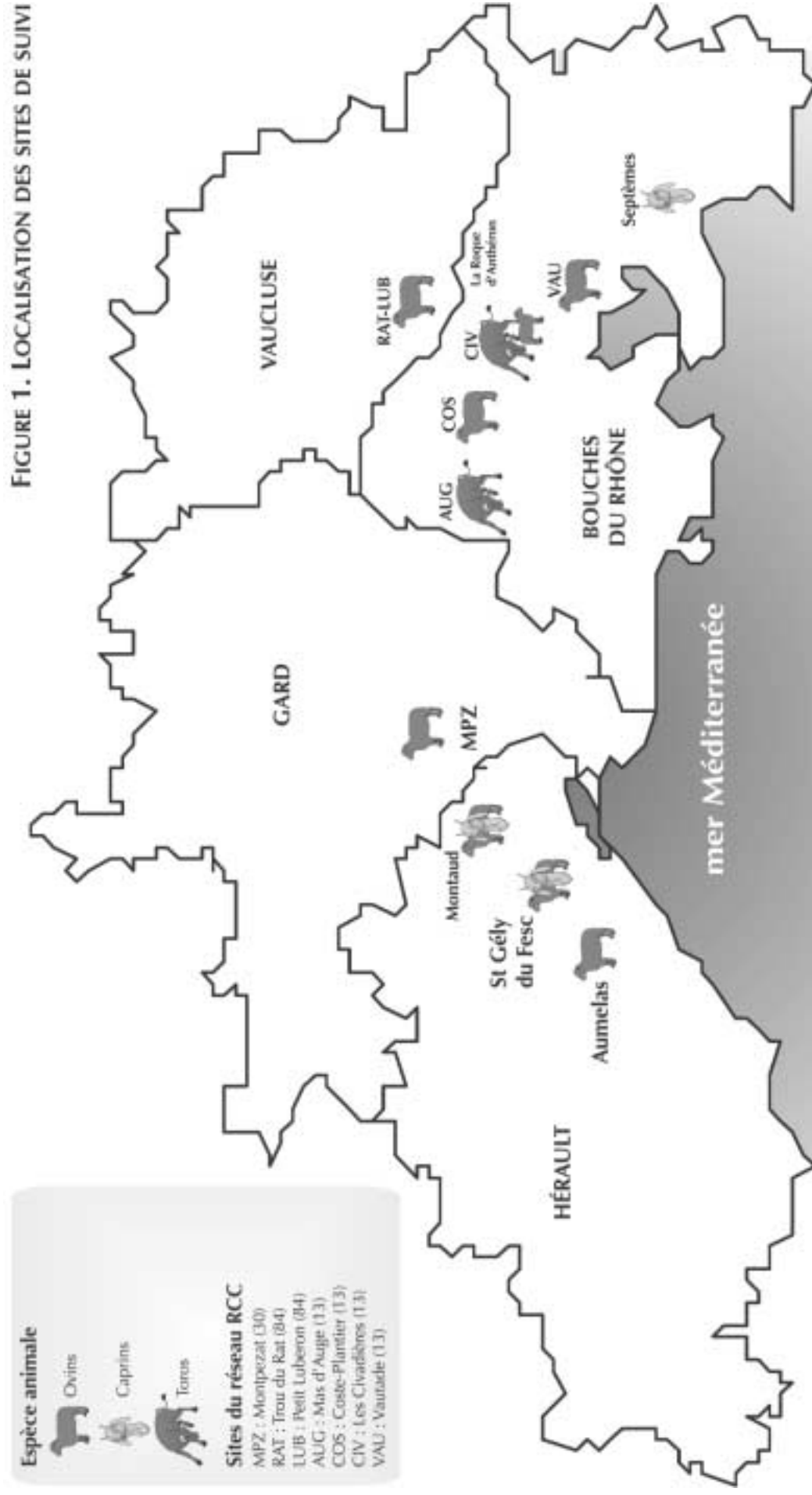
Un deuxième chapitre aborde les techniques et combinaisons de techniques couramment utilisées pour maîtriser le combustible sur les coupures à chêne kermès : les avantages et inconvénients des différents traitements apparaissent clairement.

Le pastoralisme étant de plus en plus associé à la gestion des coupures, le troisième chapitre propose une présentation des systèmes pastoraux utilisateurs de ces milieux : quelles sont leurs logiques propres et comment peuvent-ils répondre à la demande d'entretien du milieu ?

Enfin, le dernier chapitre synthétise les précédents en présentant des éléments d'aide à la décision pour l'entretien des formations à chêne kermès sur coupures de combustible.

Un glossaire en page 83 rassemble les principaux sigles utilisés dans ce document.

FIGURE 1. LOCALISATION DES SITES DE SUIVI



1. Les peuplements de chênes kermès en France méditerranéenne : répartition, biologie, productivité

LE CHÊNE KERMÈS est un arbuste caractéristique des garrigues méditerranéennes périodiquement parcourues par les incendies. Il est souvent dominant dans les collines méditerranéennes à forte pierrosité.

Ce chêne à feuillage persistant possède un puissant réseau de tiges souterraines qui lui confère à la fois une forte résistance à la sécheresse et aux perturbations (feux, débroussailllements, pâturages) et une capacité de colonisation de l'espace.

Le chêne kermès s'étend sur plus de deux millions d'hectares dans le Bassin méditerranéen et occupe environ 1/6^e des 600 000 ha de garrigue recensés en France (Trabaud, 1990).

On le trouve principalement du Roussillon au Var, avec une limite septentrionale dans le sud de la Drôme et de l'Ardèche, le Tarn et l'Aveyron (Bonnier & Douin, 1990). Son installation dans la vallée du Rhône daterait de 1 500 ans avant J.C. (Triat-Laval, 1979).

Il est plus fréquent sur les substrats calcaires (Gard, Hérault, Bouches-du-Rhône). Il dépasse rarement l'altitude de 600 m en Provence, et de 300 m dans le Languedoc et le Roussillon (Braun-Blanquet et al., 1952).

Ces dernières décennies, les enjeux sur les garrigues à chêne kermès se limitaient

principalement à la chasse : ses faibles potentialités en termes agricoles ou forestiers, une déprise pastorale ancienne, sa localisation dans des secteurs peu accessibles en ont fait un espace marginal, faisant l'objet de peu d'interventions. Il est surtout perçu comme un vecteur de propagation des incendies, combattus parce qu'ils menacent des interfaces urbaines, forestières ou agricoles.

Ainsi, d'après Trabaud (1980), dans le département de l'Hérault, de 1962 à 1976, la garrigue à chêne kermès a représenté de loin le type de végétation le plus touché par les incendies (environ 25% des surfaces départementales incendiées, soit un tiers de la superficie de garrigue à chêne kermès brûlée en 15 ans).

Il constitue l'espèce de broussaille dominante dans 7 des 64 aménagements DFCI suivis dans le cadre du Réseau Coupures de combustible, sur des sites localisés dans les Bouches-du-Rhône, le Vaucluse, le Gard et l'Hérault. Ce sont au total onze sites dispersés sur son aire de répartition, qui ont alimenté les références présentées dans cet ouvrage (fig.1).

A. Origine de la garrigue à chêne kermès

A1 Cas général

Cette espèce connaît aujourd'hui son développement principal sous forme de garrigues uniformes localisées sur les secteurs de colline à sols superficiels (versants, crêtes ou plateaux sur substrats calcaires compacts).

Mais elle s'est aussi implantée sur des zones anciennement cultivées à sols plus profonds (bas de versants, fonds de vallons ou secteurs de terrasses), et elle est fréquente en sous-bois de pin d'Alep.

Son extension actuelle résulte d'un long passé de valorisation économique, auquel a succédé un siècle d'abandon de toute activité d'exploitation.

La richesse de ses patronymes occitans (garrus, avaus, avals, garrolha) témoigne des multiples intérêts qu'elle a suscités par le passé (Martin, 1996).

C'était autrefois une espèce estimée pour le chauffage domestique, l'alimentation des fours et le tannage, et l'hôte d'une cochenille dont les larves et les femelles étaient récoltées pour produire le carmin (kermès), teinture des vêtements des rois et des ordres ecclésiastiques. La « graine d'écarlate » a participé au Moyen Âge à la prospérité de Montpellier, ville drapière (Martin, *ibid.*), et d'Arles (G. de Tilbury, *cf. supra*). La richesse en tan (de l'ordre de 22%) des écorces de ses racines (« la garrouille ») a justifié sa récolte jusqu'au XIX^e siècle. On a pu ainsi s'inquiéter, après la Révolution française, des risques de sa disparition par surexploitation : le pâturage caprin, le défrichement des terres, l'arrachage pour les tanneries l'avaient fait fortement régresser au même titre que les essences forestières.

La régression rapide de ces activités traditionnelles dès la première guerre mondiale lui a permis de reconquérir progressivement ces espaces abandonnés.

Les formations de garrigues à chêne kermès ont plusieurs origines, schématisées dans la figure 2, inspirée de Trabaud (1980).

Schématiquement, sa **position dans les successions végétales** peut donc se situer :

- dans des **évolutions progressives** sur les stations riches à partir d'une phase de culture puis de valorisation par l'élevage, où son contrôle est réalisé par des feux pastoraux périodiques. Après l'abandon de ces pratiques au cours du XX^e siècle, l'évolution de la végétation sera liée à la fréquence des incendies (blocage au stade garrigue si les feux sont fréquents ; colonisation par le pin d'Alep si l'espace entre les incendies permet la régénération des semenciers ; évolution forestière vers la chênaie blanche ou la chênaie verte originelle en cas d'arrêt durable des feux) ;
- dans des **évolutions régressives** à partir de la chênaie verte là où une longue période d'exploitation sylvo-pastorale et de brûlages pastoraux contrôlant l'accessibilité des parcours a détruit durablement la

strate arborée. L'abandon de ces pratiques a laissé le plus souvent la place aux incendies périodiques qui bloquent la reforestation spontanée dans des stations peu fertiles à faible dynamique.

Cette dernière situation est la plus fréquemment rencontrée en région méditerranéenne française (Hérault, Gard, Bouches-du-Rhône) où l'abandon de l'utilisation pastorale traditionnelle s'est échelonné durant le XX^e siècle pour ne plus présenter aujourd'hui qu'un caractère relictuel.

Le Causse d'Aumelas illustre bien cette évolution conjointe de la végétation et des activités humaines durant les cinquante dernières années.

A2 Illustration : le Causse d'Aumelas

A21 Le site

Le Causse d'Aumelas est situé entre la plaine viticole et les premiers contreforts du Massif Central au nord-ouest de l'agglomération de Montpellier. Sur ce territoire de 11 500 ha de plateau intermédiaire, dominent des formations végétales à chêne kermès. Ce causse a été façonné pendant des siècles par les activités agropastorales en paysages ouverts de pelouses, landes claires, bois clairs, cultures et vignes.

Poumon vert au cœur d'une zone en pleine urbanisation, il est aujourd'hui menacé par un embroussaillage lent et apparemment inexorable, préambule d'une reforestation naturelle.

Une étude menée par le Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon (CEN L-R, 2002) sur ce causse, complétée d'éléments sur l'élevage mobilisés par le SIME, permet d'analyser les raisons de cette évolution.

En 1956, l'élevage occupait l'essentiel du territoire du Causse d'Aumelas. Les troupeaux étaient aussi bien présents dans les hameaux et villages se trouvant en bordure du Causse avec des effectifs de 50 à 250 brebis que sur le Causse lui-même, au sein de grands domaines (Mas de Lunel, Mas de Sainton, Mas de Figuière...) où ils étaient plus importants avec des effectifs souvent supérieurs à 300 ovins. Pour autant la viticulture était présente et occupait les meilleurs fonds avec quelques cultures céréalières et fourragères.

A22 Évolution de la végétation

Entre 1956 et 2001, 63% des formations ouvertes (friches, pelouses et landes claires) évoluent vers des formations végétales de type landes fermées et bois (fig.3).

L'essentiel des landes sont des garrigues à chêne kermès plus ou moins denses posant d'énormes problèmes de gestion tant par leur progression que par leur densification. Il ne subsiste aujourd'hui que 1 514 ha de pelouses soit 13 % du territoire étudié.

La raison essentielle de cette évolution est la quasi disparition des activités pastorales et des pratiques de feux qui leurs sont inféodées.

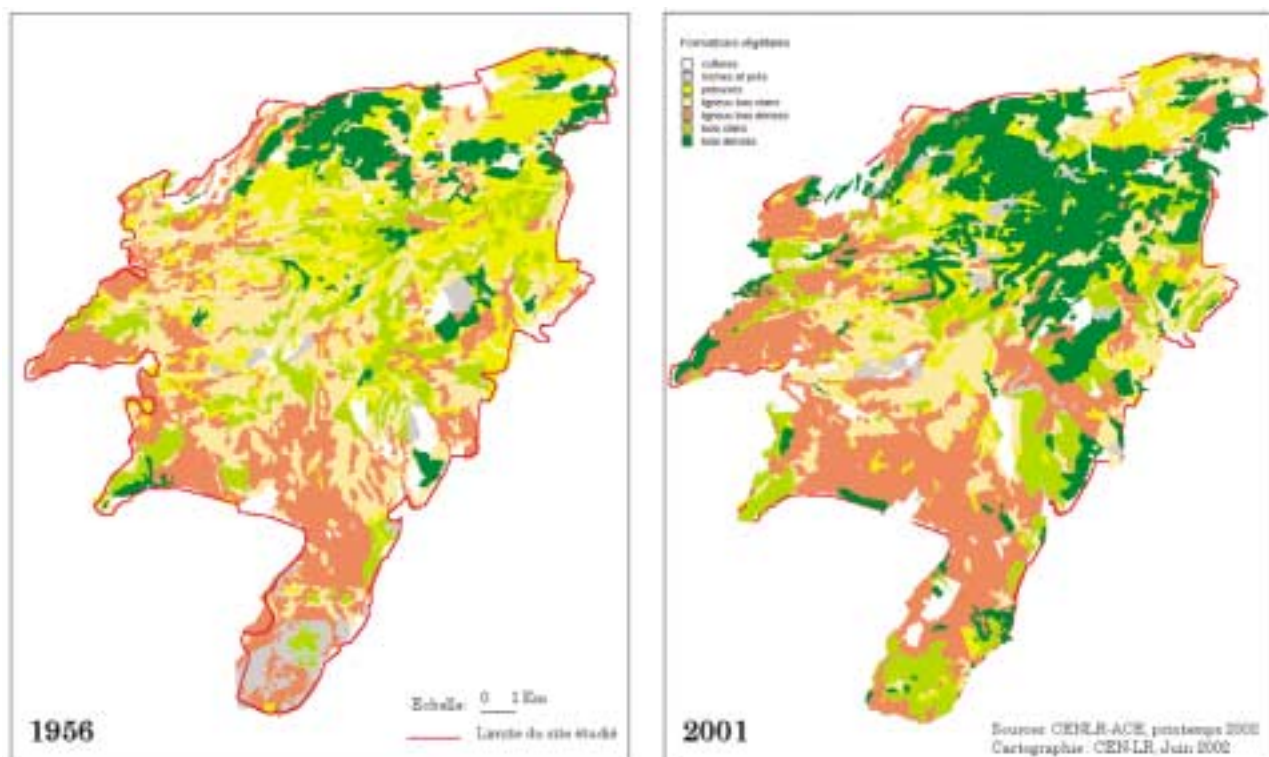


FIGURE 3. CARTOGRAPHIE COMPARATIVE DE L'ÉVOLUTION DES FORMATIONS VÉGÉTALES ENTRE 1956 ET 2001

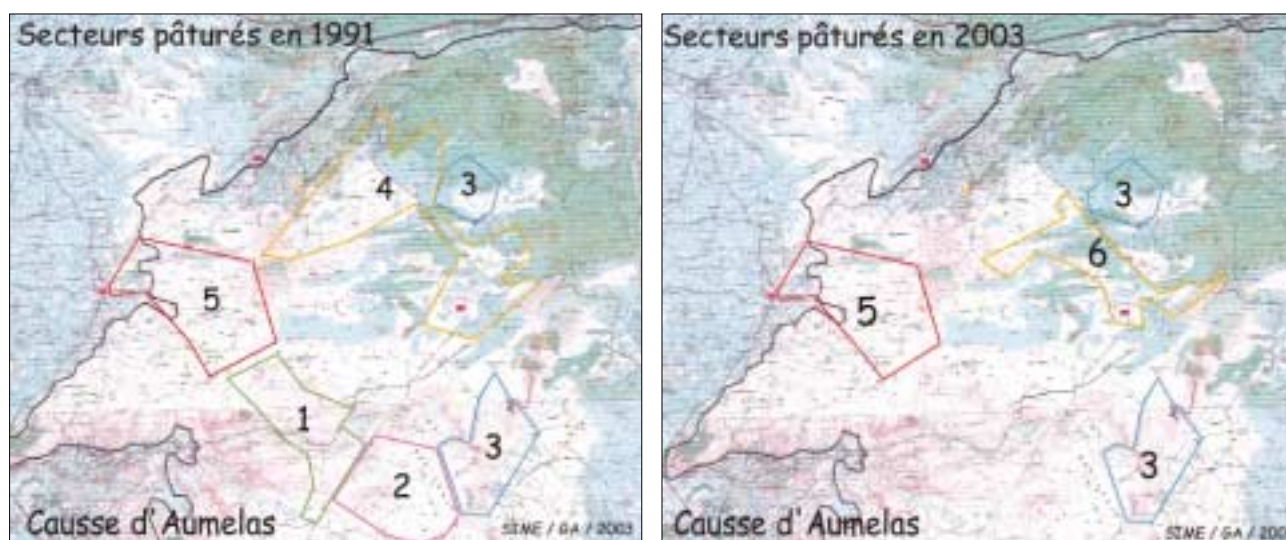


FIGURE 4. ÉVOLUTION DES TROUPEAUX OVINS ET DE LEURS EFFECTIFS SUR LE CAUSSE D'AUMELAS ENTRE 1991 ET 2003
(Toutes les exploitations sont des systèmes d'élevage ovin viande transhumant, sauf l'exploitation n°4, sédentaire)

A23 Évolution des exploitations agricoles

Entre 1973 et 2002, les $\frac{3}{4}$ des troupeaux ovins transhumants du Causse d'Aumelas disparaissent. Entre 1991 et 2002, les surfaces revendiquées par les éleveurs et les effectifs ovins chutent de 35% (fig.4).

A24 Évolution des effectifs d'exploitation et des surfaces

Des cinq éleveurs présents en 1991, trois ont aujourd'hui cessé leurs activités. Un jeune éleveur (exploitation n°6) s'est installé en 2002 (tabl.1). Il valorise une partie du territoire du troupeau sédentaire n°4 disparu en 1999.

En 1991, les quatre éleveurs transhumants ont des structures d'exploitation différentes de celle de l'éleveur sédentaire :

- 2,4 ha de parcours par brebis pour le troupeau sédentaire (n°4) ;
- 0,74 ha de parcours et de terres par brebis pour les troupeaux transhumants (n°1, 2, 3 et 5).

L'éleveur sédentaire n'a pas de surface cultivée, alors que trois des quatre (n°1, 3 et 5) éleveurs transhumants cultivent, fauchent et pâturent des surfaces fourragères.

En 2002, seuls deux élevages transhumants (n°3 et n°5) se sont maintenus sur le site sans changement significatif tant en surface qu'en effectif.

A25 Évolution des milieux

Les pelouses, friches, landes ouvertes et bois clairs, étaient et restent les pâtures de prédilection pour les troupeaux (fig.3).

En 1956, le territoire pastoral des exploitations encore présentes en 1991, était composé à 80% de milieux ouverts. En 2002, les milieux ouverts ont régressé et ne représentent plus que 55% des surfaces parcourues par les ovins.

Globalement, les milieux ouverts ont régressé de près d'un tiers et l'ensemble des pratiques agropastorales actuelles ne peut aller à l'encontre de cette évolution.

A26 Les incendies et l'évolution des milieux

Les incendies n'étant systématiquement cartographiés par l'ONF que depuis 1999, il est très difficile de mesurer leurs effets sur le degré d'ouverture des territoires pastoraux.

La fréquence des incendies, les difficultés d'identification des causes, la méconnaissance des surfaces parcourues par le feu et l'absence d'états initiaux de végétation, ne permettent pas d'apprécier de façon précise l'incidence des incendies sur l'évolution des milieux.

N°EXPLOITATION	EFFECTIFS brebis		SURFACES ha	
	1991	2002	1991	2002
1	300		306	311
2	300		325	
3	780	800	373	356
4	300		729	
5	500	500	388	421
6		150		299
Total	2180	1450	2121	1387

TABLEAU 1. ÉVOLUTION DES EFFECTIFS OVINS ET DES SURFACES (HA) ENTRE 1991 ET 2002 DES SIX EXPLOITATIONS DU CAUSSE D'AUMELAS

Il apparaît d'après l'étude de Trabaud (cité par CEN-LR, 2002) sur la localisation des incendies survenus entre 1962 et 1979, que plus de 70% du territoire du Causse d'Aumelas et de la Montagne de la Moure ont été parcourus au moins une fois par le feu pendant ces dix-huit années.

Entre 1973 et 2001, près de 5 000 ha ont subi le feu avec une concentration toute particulière sur les communes d'Aumelas (plus de 3 000 ha), Montbazin et Cournonsec (base de données Prométhée : surfaces parcourues par commune).

Le grand incendie (520 ha) de septembre 1994, cartographié par l'ONF (fig.5), a parcouru une grande partie de l'exploitation n°5 et a été maîtrisé sur les espaces ouverts les mieux gérés d'un point de vue agropastoral (territoires des exploitations n°1 et 2) où s'étaient concentrés les moyens de lutte en proximité de la route départementale.

Les feux cartographiés depuis 1999 ne recoupent que très peu les territoires pastoraux et n'ont pas influé sur l'évolution des milieux valorisés par les troupeaux.

Ainsi, les actions conjointes du feu et du pâturage, autrefois combinées pour contrôler la dynamique végétale, sont aujourd'hui déconnectées dans le temps et dans l'espace.

Globalement les incendies, lorsqu'ils recoupent des territoires pastoraux, sont :

- soit trop importants en surface parcourue pour que les troupeaux puissent avoir un impact sur la repousse des ligneux (pression pastorale trop faible) ;
- soit insuffisamment fréquents pour contenir les reprises de végétation du kermès.



ASSOCIATION CULTURE FOURRAGÈRE - BRÛLAGE À LA MATTE. AUMELAS, HÉRAULT

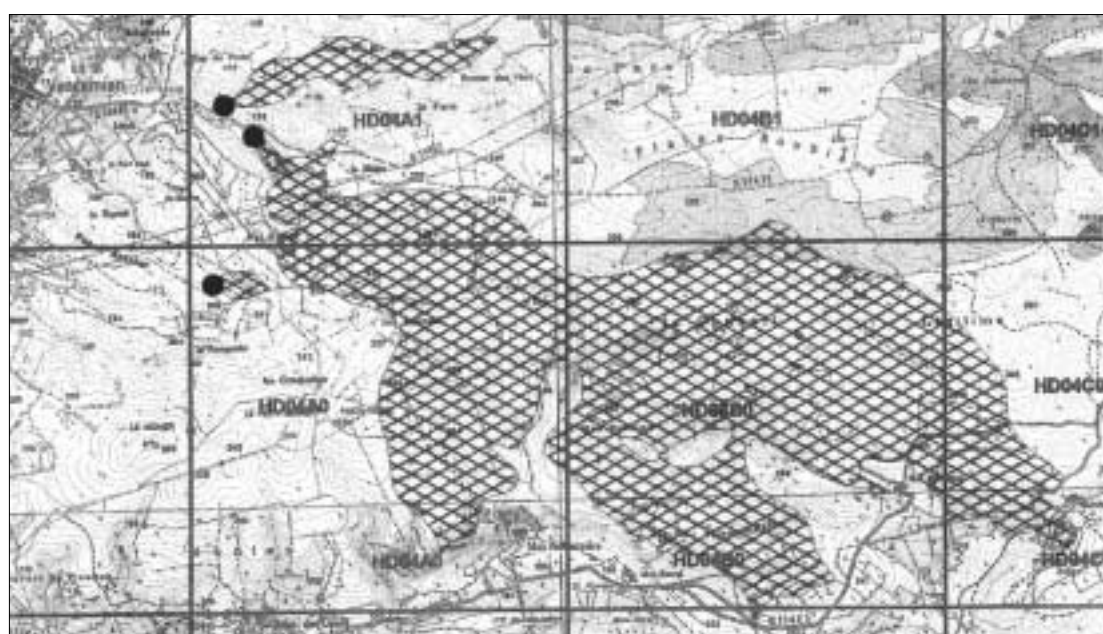


FIGURE 5. GRAND INCENDIE DE VENDÉMIAN (HÉRAULT) EN 1994

B. Présentation du chêne kermès

Nous présentons ici quelques caractéristiques physiologiques et écologiques du chêne kermès, à la lumière d'observations issues du Réseau et des principales sources bibliographiques suivantes :

- programme de recherches expérimentales initiées par le CEPE (Centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis Emberger) sur la garrigue de *Quercus coccifera* (Poissonet et al, 1981) ;
- travaux de Trabaud sur l'impact biologique et écologique des feux de végétation sur les garrigues du Bas-Languedoc (nombreuses publications de 1962 à 2001) ;
- références espagnoles synthétisées par Cañellas & San Miguel (2000) ;
- données sur la morphologie et la biologie de l'espèce provenant du CIRAD (Caraglio, comm. pers. ; Escur, 1996).

B1 Caractéristiques morphologiques et phénologiques

Le chêne kermès – *Quercus coccifera* L. – est la seule espèce de cette noble famille (*Quercus* provient du celtique *quer*, beau et *cuy*, arbre) qui a, en France méditerranéenne, un port de broussaille ou d'arbrisseau : quelques individus isolés atteignent 2 à 3 m, mais son port caractéristique est celui d'un arbuste de 50 cm à 1 m.

Le nanisme de ce chêne dans nos régions est lié à son passé d'exploitation pluriséculaire, puisqu'il peut se développer par ailleurs jusqu'à 6 m de hauteur, quand il rencontre des conditions favorables.

Cette espèce montre de nombreuses caractéristiques d'adaptation à la sécheresse et au feu qui expliquent son extension et son fort pouvoir concurrentiel.

Les feuilles petites, coriaces, épineuses, fortement cutinisées sur les deux faces, persistent deux à trois ans.

De gros glands sub-sessiles sont situés sur les rameaux de la deuxième année (fig.6) ; la floraison a lieu en avril-mai et les fruits sont mûres en août-septembre après quinze mois de croissance. La glandée est plus régulière que sur d'autres chênes des garrigues (chênes vert et blanc).

Sa capacité à rejeter est essentielle pour la colonisation horizontale de l'espace (fig.7). C'est la première espèce à couvrir le sol de la garrigue incendiée ou broyée. En l'absence de perturbation, la période de croissance aérienne principale se situe en plein printemps ; elle peut être complétée par une deuxième période de pousse à l'automne, les années où les conditions sont favorables (pluies avant l'apparition du froid hivernal). La biomasse aérienne évolue avec l'âge de 4 tMS/ha (7 mois) à 28tMS/ha (40 ans), alors que la biomasse foliaire, après une période de croissance initiale, diminue de 5,6 tMS/ha (6-8 ans) à 3,5 tMS/ha (40 ans) (fig.8).

Cette capacité s'explique par la densité et la vigueur de son réseau de tiges souterraines de fort diamètre portant peu de racines adventives, principalement localisé dans la couche supérieure des sols superficiels où il connaît son extension maximale (horizon 0-30 cm). Une racine pivotante pénétrant profondément dans les fissures de la roche-mère complète le système souterrain, pour recueillir l'eau disponible dans les horizons profonds du sol. La biomasse souterraine est évaluée selon les auteurs, et les sites d'observation, entre 34 et 120 tMS/ha. Le rapport entre biomasse souterraine et aérienne est en moyenne de 3,5 sur des stations de garrigues espagnoles (Cañellas & San Miguel, 2000).

La multiplication végétative apparaît essentielle dans la stratégie d'occupation et de colonisation de l'espace par le chêne kermès. Les rythmes de croissance des rhizomes et des tiges aériennes semblent complémentaires : une forte activité souterraine en mars précède l'apparition de nombreux rejets aériens en

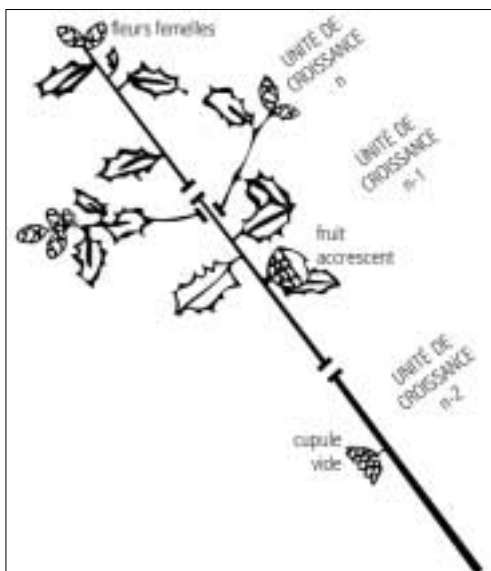


FIGURE 6. ORGANISATION MORPHOLOGIQUE DE LA TIGE (ESCUR, 1996)

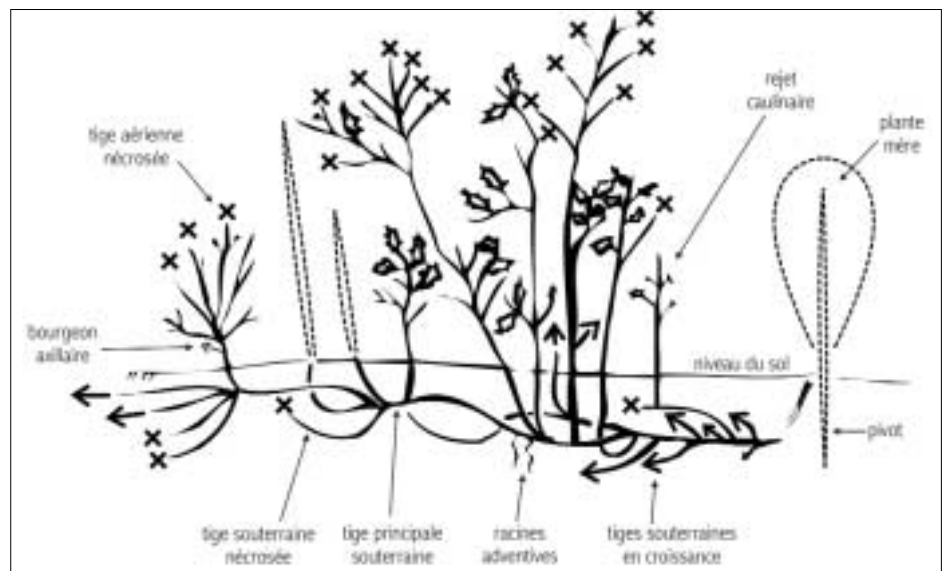


FIGURE 7. SCHÉMA DE COLONISATION DE L'ESPACE PAR LE CHÊNE KERMÈS (ESCUR, 1996)

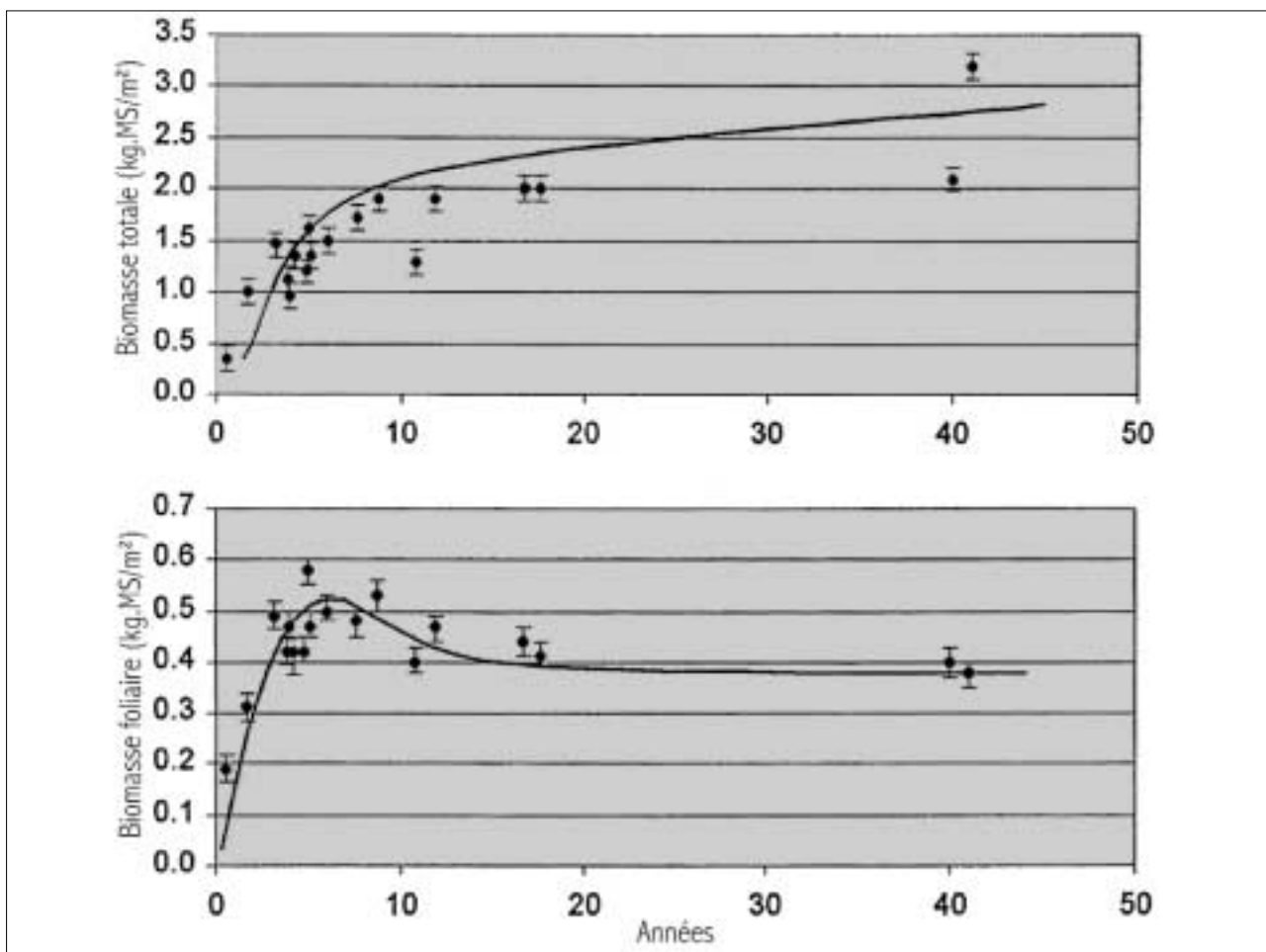


FIGURE 8. RELATION ENTRE L'ÂGE DE GARRIGUES À *QUERCUS COCCIFERA* (ANNÉES) ET LES BIOMASSES TOTALE (EN HAUT) ET FOLIAIRE (EN BAS) (KG MS/M²), DANS LA RÉGION DE VALENCE (EST DE L'ESPAGNE) (POINTS AVEC INTERVALLES DE CONFIANCE À 95%). D'APRÈS CAÑELLAS I. & SAN MIGUEL A., 2000. BIOMASS OF ROOT AND SHOOT SYSTEMS OF *QUERCUS COCCIFERA* SHRUBLANDS IN EASTERN SPAIN. ASF 57:803-810

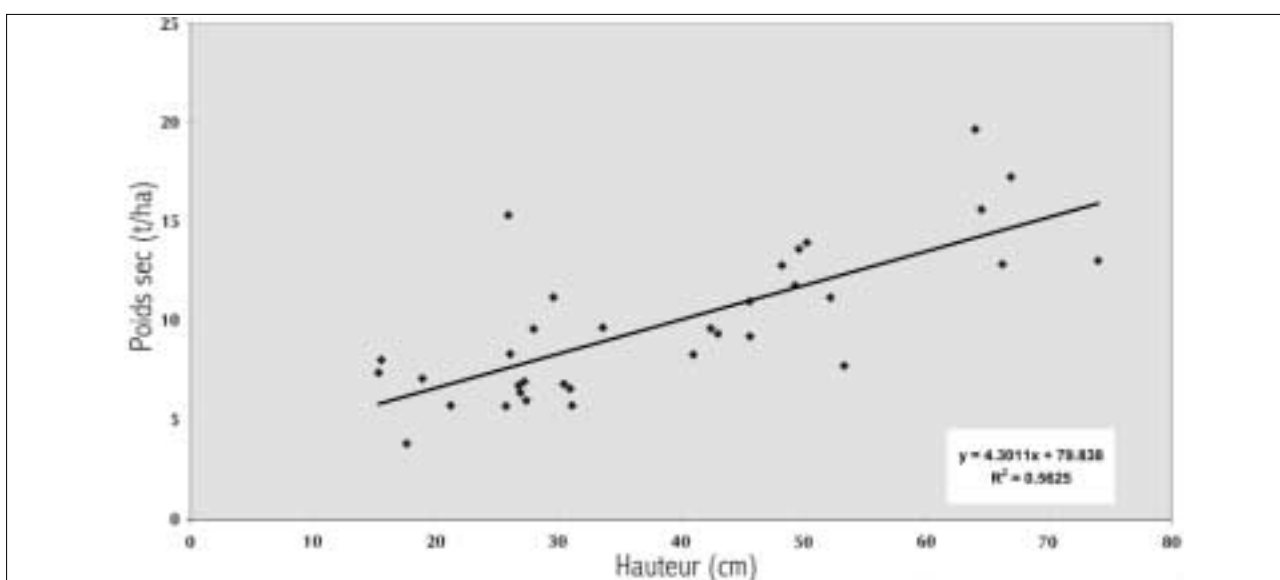


FIGURE 9. PHYTOMASSE TOTALE DU CHÊNE KERMÈS EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE LA NAPPE (BARDAJI MIR, 1996)

avril, quand les conditions sont favorables, et une activité d'allongement des tiges souterraines est remarquée en août par Caraglio qui propose un schéma d'évolution des axes souterrains de l'espèce (fig.7)

La reproduction sexuée semble surtout jouer un rôle de renouvellement génétique : de nombreux glands sont consommés par les insectes et leur dissémination dominante se fait par gravité (barochorie), ce dont témoigne la présence de plantules à proximité immédiate ou sous le couvert d'individus plus anciens.

B2 Productivité de l'espèce

La croissance de la biomasse aérienne totale et de la biomasse foliaire a été modélisée par Cañellas (2000) pour des garrigues à chêne kermès de la région de Valencia (fig.8) en fonction de leur âge depuis le dernier incendie.

Après une phase courte (7 à 8 ans) de forte croissance des biomasses foliaire et aérienne – la plante atteint alors 50 cm à 1 m suivant les stations –, succède une période de croissance lente où la biomasse foliaire diminue au profit des tiges aériennes.

La croissance annuelle est de l'ordre de 800 à 900 kgMS/ha/an pour les chênes kermès d'âge moyen (18 à 30 ans) des garrigues montpelliéraines (Trabaud, 1990).

D'autres données de biomasse aérienne sont citées sur des garrigues ayant subi des débroussailllements.

À la Roque d'Anthéron, Bardaji Mir établit en 1996 une relation phytomasse/hauteur à partir d'un échantillon de 34 placeaux unitaires de ¼ m² avec recouvrement complet de chêne kermès (fig.9).

Une étude du même type menée par De Cambiaire (2002) sur une coupure de combustible ouverte trois ans auparavant sur la commune de Lambesc donne des phytomasses aériennes de chêne kermès variant de 4 à 9 tMS/ha pour des hauteurs de nappe de 30 à 70 cm. Cette étude ne montre pas de liaison forte entre biomasse et hauteur de la nappe. Ces valeurs sont sensiblement plus faibles à hauteur équivalente que celle obtenues par Bardaji Mir (1996). Cette différence s'explique peut-être par une densification des nappes de chêne kermès sous l'effet des nombreux débroussailllements opérés sur la coupure de combustible de la Roque d'Anthéron, comme cela est suggéré par Gomila (1993) et Anglade (1989). Ce dernier, ayant travaillé sur des espèces de substrat siliceux rejetant de souche, constate que, quels que soient l'espèce et son âge au moment de la coupe, le nombre de brins émis et le nombre de brins persistants sont d'autant plus élevés que la souche présente une plus grande taille. Or, il est apparu également que la taille de la souche s'accroît avec la répétition de la coupe. Ces résultats mériteraient d'être confirmés par un comptage direct du nombre de brins émis à l'issue de plusieurs recépages successifs des mêmes souches et par un suivi comparatif de la croissance normale de souches non débroussaillées.

C. Les garrigues à chêne kermès

Ce terme regroupe l'ensemble des formations où le chêne kermès est dominant ou co-dominant dans la strate arbustive. Selon l'espèce arbustive associée, ou l'espèce forestière dominante, il est possible de distinguer plusieurs types de faciès.

C1 Diversité des faciès

Le faciès à **chêne kermès pur** se présente souvent sous la forme d'une brousse serrée et dense, monostate, occupant de grandes étendues de collines sur calcaire compact où sa puissance de régénération lui permet de recouvrir 80 à 100% de la surface (Trabaud, 1962). Il est caractérisé par une grande uniformité floristique ; seules les espèces les plus photophiles et thermophiles de la chenaie d'yeuze l'accompagnent.

Mais de nombreux autres faciès peuvent être différenciés en fonction du substrat et des influences anthropozoogènes (Braun-Blanquet et al., 1952) :

- les faciès à **cistes** (*Cistus albidus* et *Cistus monspeliensis*) sont le résultat d'incendies répétés qui finissent progressivement par faire régresser la cocciferaie, là où le substrat est le plus superficiel. Des îlots de cistaies se forment alors au sein du peuplement uniforme du chêne kermès ;
- le faciès à **brachypode rameux** serait une forme accentuée de cette évolution, recherchée lors des pratiques anciennes de brûlage-pâturage des bergers. Il s'enrichit de nombreuses espèces annuelles liées à la pelouse ;
- l'association du chêne kermès et du **romarin** est fréquente sur les sols marneux ou gréseux peu perméables. Ce groupement est plus riche en espèces, combinant les cortèges floristiques liés à ces deux espèces ;
- les faciès à **buplèvre ou ajonc épineux** sont localisés sur les anciennes terres de culture, présentant une fertilité décroissante ;
- enfin, les matras de **chêne vert** peuvent subsister au sein de la garrigue à chêne kermès quand la fréquence des feux leur permet de se reconstituer.

Le **pin d'Alep** qui a une répartition géographique similaire au chêne kermès a été largement introduit comme essence de reboisement (Molinier, 1976). Il s'est fréquemment installé au sein des garrigues à chêne kermès suite à la déprise agropastorale et peut le dominer sous la forme d'une futaie en l'absence d'incendie. Il concurrence cette espèce héliophile, et favorise le développement du cortège lié à la chenaie verte, qui peut se réinstaller sous son couvert.

La figure 10 représente schématiquement la localisation préférentielle de ces faciès en fonction des caractéristiques stationnelles : nature du substrat, caractéristiques géomorphologiques et historiques.

Plus rarement, l'espèce peut être associée au buis,

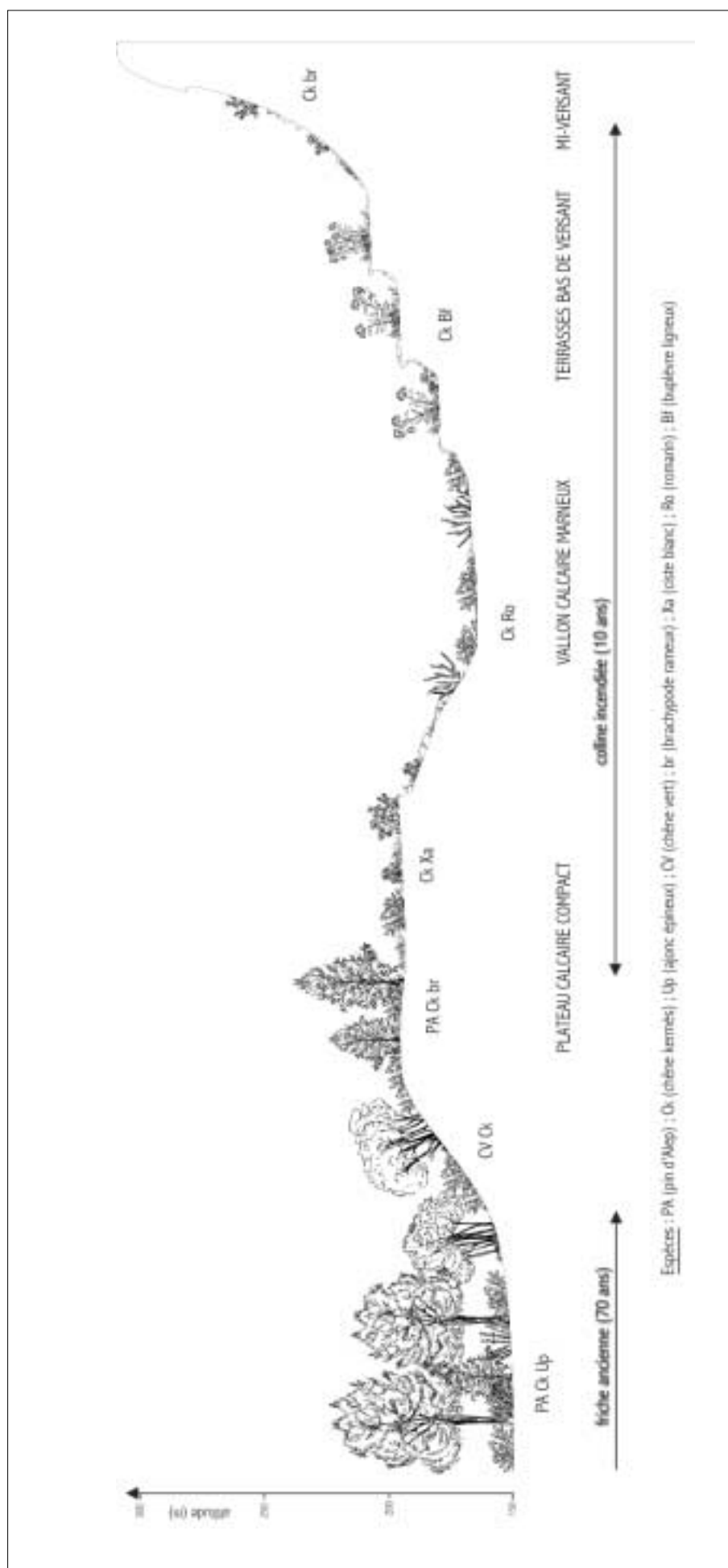


FIGURE 10. DISTRIBUTION SCHÉMATIQUE DES FACIÈS. VERSANT D'ADRET SUR CALCAIRE

aux bruyères, au chêne blanc, au genêt scorpion, ce qui témoigne de son ubiquité.

La figure 11 montre la dispersion des phytovolumes arbustifs observés par les membres du Réseau dans des garrigues matures (âge compris entre 7 et 60 ans), dont la structure est relativement stabilisée : suivant la fertilité des stations de ces végétations témoins, le volume occupé par l'ensemble des ligneux bas varie entre 2 000 et 10 000 m³/ha. Les faciès purs ou à brachypode (**br**) et à co-dominance de ciste blanc (**Xa**) correspondent aux parcelles les moins embroussaillées, alors que l'ajonc (**Up**) et le buplèvre (**Bf**) sont associés au chêne kermès dans les faciès les plus dynamiques.

Ces faciès ont été différenciés car ils présentent des caractéristiques spécifiques en termes de dynamique, d'inflammabilité et de combustibilité. Ils pourront faire l'objet de traitements sur les coupures de combustible adaptés à la composition floristique de ces formations.

Trois classes de productivité sont définies empiriquement pour caractériser la dynamique arbustive des garrigues à chêne kermès :

- **productivité faible**, phytovolume stabilisé inférieur à 4 000 m³/ha ;
- **productivité moyenne**, phytovolume stabilisé compris entre 4 000 et 6 000 m³/ha ;
- **productivité élevée**, phytovolume stabilisé supérieur à 6 000 m³/ha.

C2 Impact du feu sur la garrigue à chêne kermès

L'influence de la récurrence des feux a été largement étudiée par Trabaud sur le dispositif expérimental de **St-Gely-du-Fesc**, dans les garrigues du Montpelliéraines.

La figure 12 montre les changements structuraux qui affectent une garrigue à chêne kermès dense en fonc-

tion des périodes et fréquences des feux :

- les feux de printemps induisent une levée de la dormance estivale qui se traduit par une forte croissance des rejets aériens : ils peuvent atteindre 50 cm en deux mois ;
- les végétaux herbacés sont particulièrement favorisés par les feux d'automne à forte fréquence (deux ou trois ans) ;
- l'intervalle de six ans entre deux feux permet à la garrigue de reconstituer une structure similaire à son état initial ;
- une vingtaine d'années sans feu est nécessaire à l'apparition d'une strate supérieure à un mètre ; la strate herbacée dominée est alors relictuelle.

Du point de vue de la **composition floristique**, l'état pré-incendie se reconstitue rapidement (Trabaud & Lepart, 1980, 1981 ; Trabaud, 1990, 1994) par auto-succession.

La garrigue à chêne kermès apparaît donc comme un système écologique « dynamiquement robuste » associant élasticité, inertie et une remarquable persistance (Gillon & Trabaud, 1997).

C3 Inflammabilité et combustibilité des garrigues à chêne kermès

L'inflammabilité du feuillage de chêne kermès est variable selon la période de l'année à laquelle la mesure est réalisée (Valette, 1990). L'inflammabilité des pousses en croissance est faible car la teneur en eau moyenne de ce type de tissus est de l'ordre de 100%. Les feuilles et les pousses de l'année aoûtées, ainsi que les pousses de l'année précédente, ont une inflammabilité moyenne à très forte, jamais extrême. La teneur en eau de ces deux catégories de tissus est en moyenne respectivement de 80% et 70%. Sur une

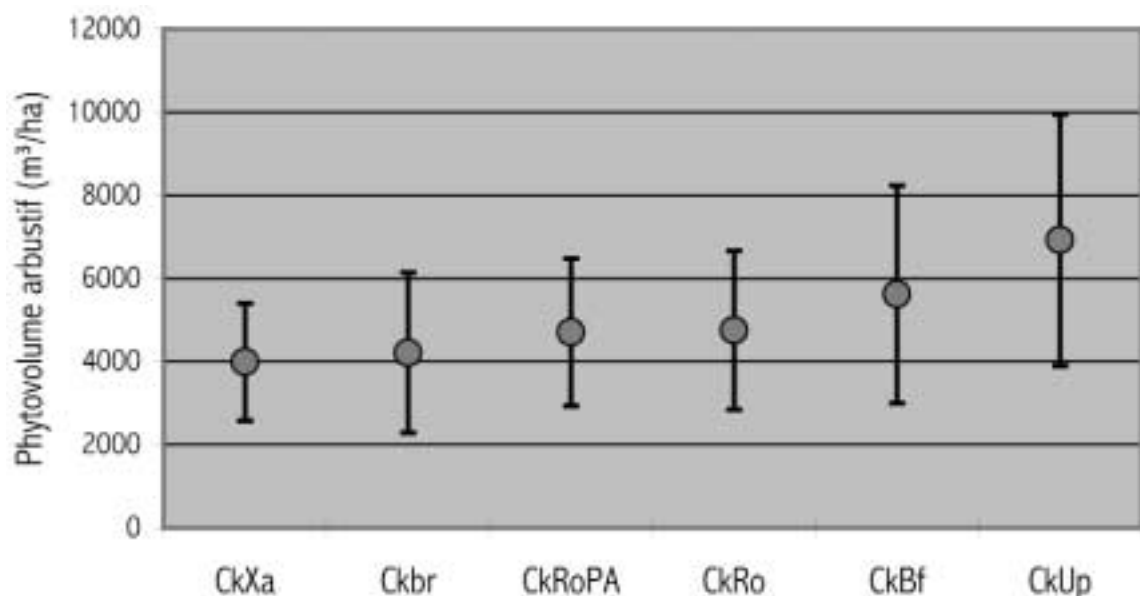


FIGURE 11. PRODUCTIVITÉ DES FACIÈS DE GARRIGUE À CHÊNE KERMÈS

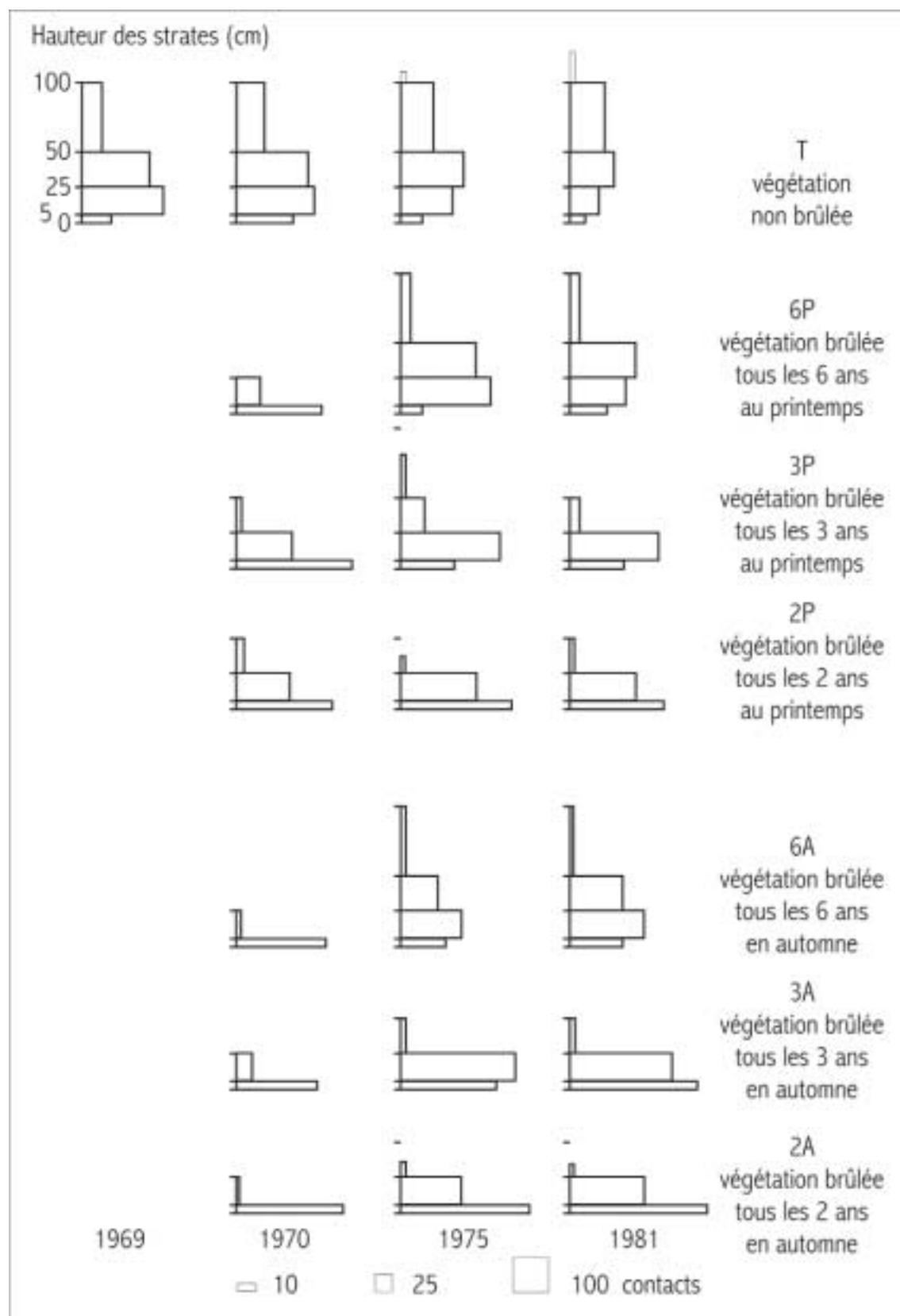


FIGURE 12. ÉVOLUTION DE LA RÉPARTITION DU NOMBRE DE CONTACTS SELON LES STRATES ET EN FONCTION DES TRAITEMENTS (D'APRÈS TRABAUD, 1984)

TYPES DE FORMATIONS VÉGÉTALES	INDICE MOYEN D'INFLAMMABILITÉ	INDICE MOYEN DE COMBUSTIBILITÉ
Garrigue non boisée	68	52
Garrigue boisée à chêne vert	67	56
Garrigue boisée à pin d'Alep	63	59

TABLEAU 2. INDICES D'INFLAMMABILITÉ ET DE COMBUSTIBILITÉ DE DIFFÉRENTES FORMATIONS MÉDITERRANÉENNES (ALEXANDRIAN & RIGOLOT 1992)

échelle d'inflammabilité variant de 0 à 5, l'inflammabilité du chêne kermès culmine à la note 4 et n'atteint jamais la note 5. Même si l'inflammabilité d'une formation végétale ne peut être mesurée par cette méthode, on peut rappeler que le chêne kermès cohabite au sein des garrigues mixtes avec des espèces moins inflammables comme le laurier-tin, l'alaterne, la filaire ou le buis, et d'autres plus inflammables comme l'ajonc à petites fleurs ou le genévrier. Selon les proportions de ces deux catégories de végétaux, selon le développement de la strate herbacée et de la couverture morte, la sensibilité de l'ensemble de la formation végétale à l'éclosion du feu peut considérablement varier (tabl.2).

La **combustibilité** des formations à chêne kermès ne peut s'évaluer sans prendre en compte les principales espèces accompagnatrices présentes dans chacune des strates qui les constituent. Le chêne kermès est l'une des espèces arbustives fréquemment dominantes dans les pinèdes de pin d'Alep par ailleurs très représentées en Provence calcaire. Cette formation boisée est extrêmement combustible car la strate arborée forme un couvert clair permettant le développement d'un sous-bois arbustif puissant dans lequel une partie des aiguilles des pins restent suspendues, assurant ainsi une continuité verticale du combustible depuis le sol jusqu'à la cime des arbres. La continuité horizontale du combustible est de plus assurée par une litière constituée d'un mélange d'aiguilles de pins et de feuilles de chênes, complétée par un tapis d'herbes souvent dominé par le brachypode rameux lui aussi très inflammable.

D'après l'évaluation à dires d'experts menée en

Languedoc-Roussillon, rapportée par Alexandrian & Rigolot (1992) sur l'inflammabilité et la combustibilité de plusieurs types de formations végétales, la garrigue non boisée est légèrement moins combustible que la garrigue boisée, mais elle est en revanche plus inflammable.

Dans cette étude, l'indice moyen d'inflammabilité le plus bas est attribué au boisement morcelé de feuillus (37), et le plus élevé à la garrigue non boisée (68). De même l'indice moyen de combustibilité le plus bas est attribué à la forêt ripicole de feuillus (27), et le plus élevé au mélange de la futaie de pin d'Alep et du taillis de chêne vert (64).

Caractérisation fine du combustible

Il est possible de caractériser plus avant le chêne kermès en termes de combustible en étudiant la distribution des différentes familles de particules qui constituent cette espèce. Classiquement, dans les études de comportement des incendies, on distingue les feuilles des parties ligneuses, et au sein des parties ligneuses, on sépare les classes de diamètres de brins de 0 à 6 mm, les brins de 6 à 25 mm et les brins supérieurs à 25 mm. D'autres auteurs qui étudient la consommation du combustible lors des opérations de brûlage dirigé distinguent plus finement le combustible fin en séparant les brins de 0 à 2 mm de ceux de 2 à 6 mm (Bardaji Mir, 1996 ; Valette, 1999).

Avec cette typologie, Bardaji Mir, travaillant sur des nappes de chêne kermès sur des coupures de combustible maintes fois débroussaillées à **la Roque d'Anthéron**, obtient les proportions indiquées au tableau 3.

HAUTEUR DE LA NAPPE	MOINS DE 20 cm	21 à 40 cm	41 à 60 cm
Feuilles	46%	42%	35%
Rameaux 0 à 2 mm	28%	22%	22%
Rameaux 2 à 6 mm	24%	28%	28%
Rameaux 6 à 25 mm	2%	8%	15%

TABLEAU 3. PROPORTION DU POIDS TOTAL DE LA NAPPE DE CHÊNE KERMÈS POUR CHAQUE FAMILLE DE COMBUSTIBLE POUR DIFFÉRENTES HAUTEURS DE NAPPE (BARDAJI MIR, 1996)

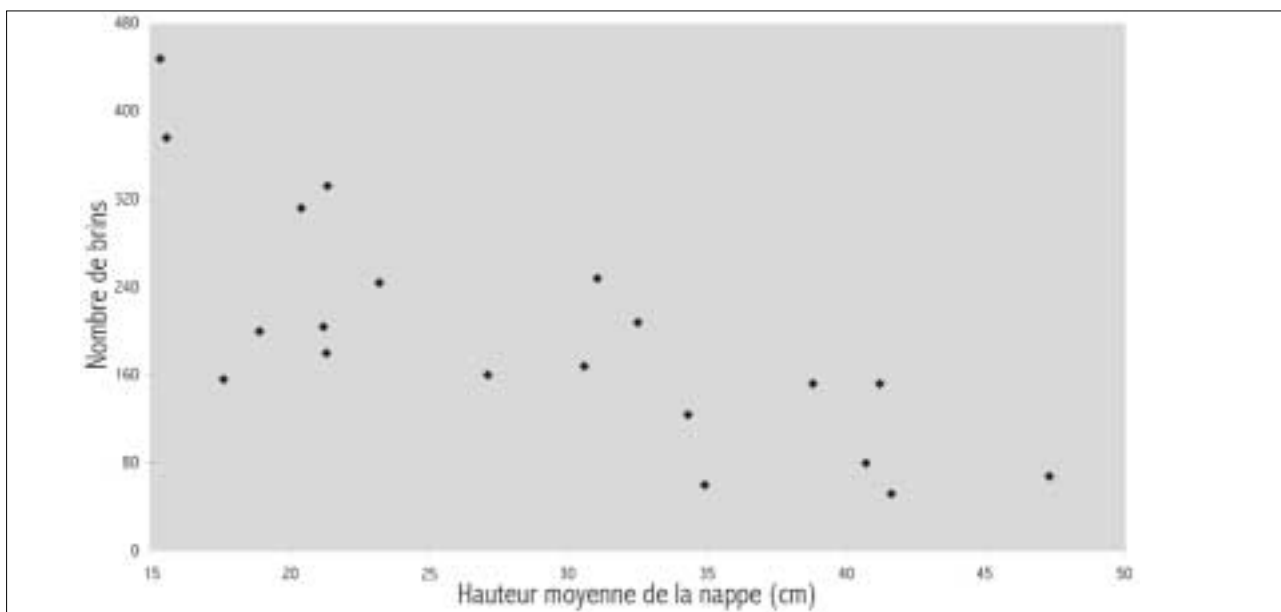


FIGURE 13. NOMBRE DE BRINS PAR M² DE CHÊNE KERMÈS SELON LA HAUTEUR DE LA NAPPE (BARDAJI MIR, 1996)

PARTICULES DE CHÊNE KERMÈS	RAPPORT SURFACE SUR VOLUME m ² /m ³	TENEUR EN CENDRES mg/100mg	POUVOIR CALORIFIQUE kJ/kg
Feuilles	5 892	3,11	19 994
Rameaux 0 à 2 mm	2 871	3,88	19 212
Rameaux 2 à 6 mm	1 072	3,89	18 943

TABLEAU 4. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES PARTICULES DE CHÊNE KERMÈS (DE CAMBIAIRE, 2002)

De manière générale, quelle que soit la hauteur de la nappe prise en compte dans nos mesures, le feuillage représente la plus forte part de la phytomasse, et le combustible grossier (6 à 25 mm) la plus faible part. Les parts du combustible très fin (0 à 2 mm) et fin (2 à 6 mm) sont relativement stables, indépendamment de la hauteur de la nappe ; elles représentent chacune un quart environ de la phytomasse totale. En revanche, la part du combustible grossier croît avec l'augmentation de la hauteur de la nappe alors que celle du feuillage diminue.

La figure 13 montre que le nombre de brins diminue lorsque la hauteur de la nappe de chêne kermès augmente. Les brins dominés meurent progressivement sous l'effet de la concurrence avec leurs voisins. Les brins morts perdent leur feuillage puis se fragmentent et contribuent ainsi à enrichir progressivement la couverture morte en éléments combustibles.

Bardaji Mir (1996) détermine une charge moyenne de litière pure de chêne kermès de 830 g/m² pour une épaisseur de 3 à 4 cm.

Enfin, les différentes familles de particules ont fait l'objet de caractérisations physiques et chimiques qui sont présentées dans le tableau 4.

Le rapport surface sur volume de la particule ren-

seigne sur la surface de la particule exposée au feu pour un volume donné. Plus le rapport surface sur volume est important, plus les échanges thermiques sont efficaces et plus le type de particule considéré contribue efficacement à la propagation du feu. Les feuilles de chêne kermès présentent une valeur élevée pour ce paramètre, ce qui conduit à considérer qu'elles constituent un combustible thermiquement fin. À titre de comparaison, le rapport surface sur volume des feuilles de chêne vert ne vaut que 4 000 m²/m³, mais il est de 10 400 m²/m³ pour les aiguilles de pin d'Alep.

La teneur en cendres représente la masse de matière inerte, incombustible dans 100 mg de particule considérée.

Le pouvoir calorifique (C) est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète de l'unité de poids d'un corps en atmosphère saturée d'oxygène. Ces conditions de mesure permettent d'évaluer la quantité de chaleur optimale. Cette valeur est utile pour calculer la puissance du feu avec la formule de Byram (1959) :

$$P = M \times V \times C$$

où M est la masse de combustible effectivement brûlé et V la vitesse du front de flamme.

Conclusions du chapitre

Le chêne kermès est la principale espèce arbustive des garrigues méditerranéennes.

Son développement est lié à un long historique d'exploitation, puis d'une période de déprise qui a favorisé son extension actuelle.

Son réseau dense de rhizomes à l'abri des incendies périodiques lui permet de rejeter vigoureusement, immédiatement après le feu.

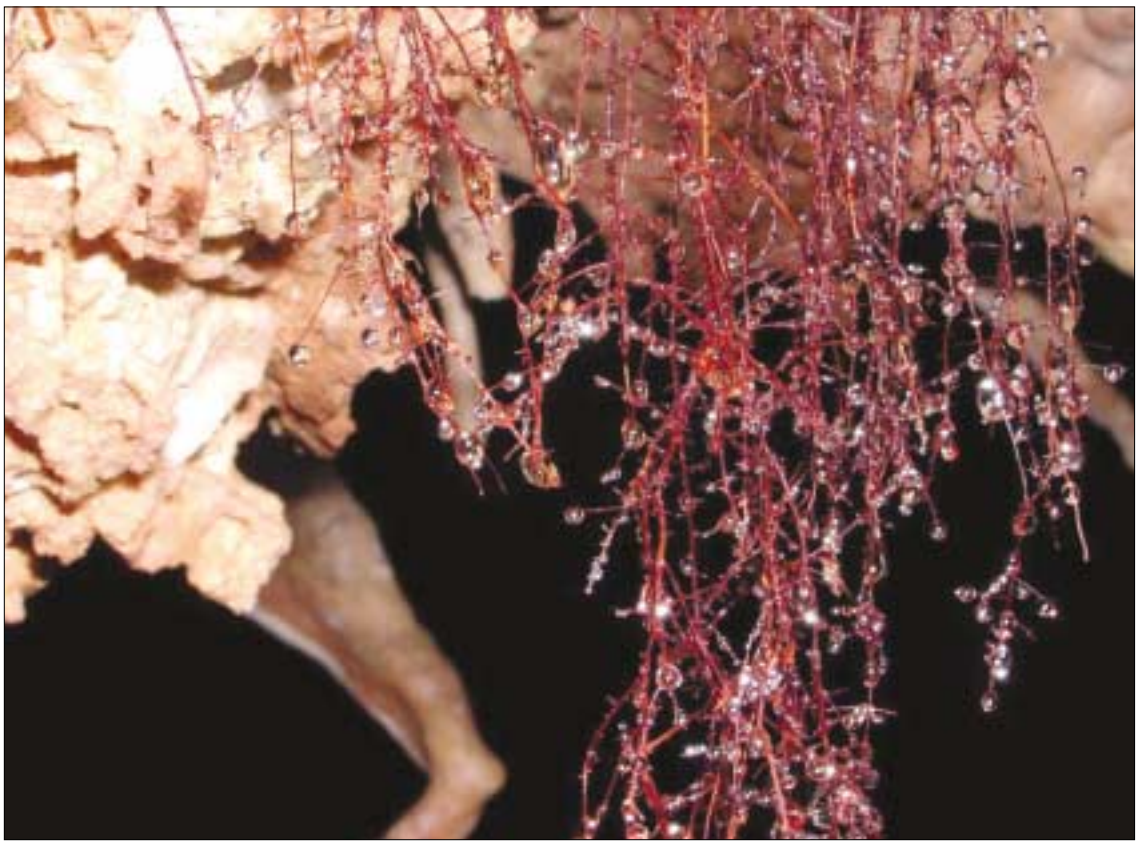
Il permet une protection efficace contre l'érosion des sols calcaires superficiels, où il connaît son développement principal.

La très forte capacité des peuplements arbustifs de chêne kermès à se reconstituer à l'identique après une perturbation rend difficile le contrôle de la croissance des rejets aériens sous un seuil de phytovolume satisfaisant pour la DFCI.

Sa productivité est cependant très variable suivant les faciès, dans la mesure où cette espèce ubiquiste occupe en formations pures ou en mélanges, des stations plus ou moins fertiles.



REJET APRÈS BROUAGE



CHEVELU DE CHÊNE KERMÈS VU DE LA GROTTE DU LAC (HÉRAULT). Photo R. Bourrier

2. Dynamique des peuplements à chêne kermès selon différentes modalités de gestion

Différentes techniques de gestion ont été appliquées sur des coupures de combustible suivies dans le cadre du Réseau Coupures de combustible. Ce chapitre fait état des résultats obtenus sur le contrôle du phytovolume arbustif, d'abord avec chaque technique employée seule, puis en combinant plusieurs techniques.

A. Broyage seul

Il peut être effectué manuellement ou mécaniquement.

A1 La technique

Le broyage, le plus souvent sélectif, prend en compte la diversité des espèces présentes dans les peuplements. Le choix des individus à conserver, lors de l'éclaircie de l'étage arboré, ou pendant les opérations de débroussaillage des strates basses, doit privilégier certaines espèces comme le laurier-tin, l'alaterne, la filaire, le buis et des feuillus précieux ou semi-précieux comme les érables, les frênes, le cormier, l'alisier torminal ou l'alisier blanc. Ces espèces de moindre sensibilité au feu sont intéressantes du point de vue du paysage et de la biodiversité. Même si ces individus appartiennent encore au sous-étage lors de la conception de la coupure, ce débroussaillage sélectif peut permettre d'enrichir la strate arborée et de diminuer sa combustibilité. Cette sélection doit être menée en respectant les recommandations techniques de mise à distance des masses de végétation adaptées à chaque type d'ouvrage (Rigolot, 2002). Exceptionnellement des individus d'espèces remarquables comme le cade peuvent être

conservés malgré leur forte combustibilité en renforçant localement les préconisations techniques de mise à distance.

Le débroussaillage manuel

Cette technique est réservée aux cas où la parcelle n'est pas mécanisable (pente, pierrosité, densité excessive d'arbres, risques de projection sur les axes routiers). Cette opération est réalisée avec des outils à main (serpes, scies d'élagage...) et des outils à moteur thermique portés à dos d'homme (débroussailluse, tronçonneuse...). La technique est souvent complétée par la mise en tas et l'incinération des résidus de coupe. Les conditions climatiques ne sont pas une contrainte (sauf la pluie), de même que la pente en travers tant qu'elle est inférieure à 100%. Compte tenu de son coût élevé en main-d'œuvre, cette technique est souvent réservée aux sites peu praticables par les autres techniques et à vocation essentiellement touristique (valorisation du travail bien fini et risque de départ de feu accru).

Le débroussaillage mécanique

Le débroussaillage mécanique est la technique de référence la plus fréquemment utilisée par les gestionnaires de coupures de combustible. L'utilisation de matériel de débroussaillage mécanique impose certaines contraintes :

- une restructuration préalable de la coupure est souvent nécessaire (réduction de la couverture arborée, constitution de bosquets non traités...) ;
- pour l'utilisation de ces matériels sur les garrigues à chêne kermès, il est parfois nécessaire, en particulier quand l'engin de traction est à chenilles, d'effectuer un passage préalable du broyeur de cailloux

Site	Forêt communale de la Roque d'Anthéron (13)	1
Dispositif	Dispositif expérimental INRA installé sur une bande débroussaillée de sécurité aujourd'hui abandonnée le long de la piste DFCI n°62F.	
Végétation, productivité	Pinède de pin d'Alep à sous-étage de chêne vert dominant un sous-étage peu dense de chêne kermès associé au romarin, au thym et à la filaire, complétés par du brachypode rameux et de l'aphyllante. Productivité faible à moyenne.	
Traitements, équipements	Ouverture en 1974-1975, puis entretiens périodiques tous les trois ans environ en débroussaillage manuel. À partir de 1984, entretiens par brûlages dirigés (1984, 1987, 1990, 1994, 1996, 1999, 2001).	
Pâturage	Absence.	
Suivi	Suivi des phytovolumes arbustifs depuis 1984. Suivi de la croissance et de l'état sanitaire des arbres.	

en ouverture, qui rend le milieu plus « carrossable » pour les entretiens et, par là, réduit les risques de panne et donc les frais de maintenance ;

- le travail en courbes de niveau n'est possible que sur les pentes en travers inférieures à 30%. Le travail dans le sens de la pente reste possible jusqu'à 60%, sauf rupture de pente brutale ;
- les reliefs accentués entraînent de toute manière un accroissement considérable des coûts, surtout lorsque le matériel travaille dans le sens de la pente et qu'il doit revenir en haut de la coupure par une autre piste.

Par contre, les contraintes climatiques sont quasiment nulles. Pour les espèces rejetant de souche comme le chêne kermès, le travail est d'une efficacité croissante selon que l'engin est muni de couteaux (souches sectionnées donc chicots dangereux et effet taille), de chaînes (souches lacérées mais rejets parfois couchés) ou de marteaux (souches déchiquetées et broyat fin).

A2 Impact du broyage sur le phytovolume arbustif

Bien que le broyage constitue la technique d'entretien dominante, assez peu de suivis ont été réalisés sur des coupures entretenues uniquement par broyage : dans les sites suivis par le RCC, le débroussaillage mécanique est en général accompagné de pâturage. Cependant, quelques éléments peuvent être tirés des suivis réalisés sur le dispositif de **la Roque d'Anthéron** où un suivi fin a été effectué sur des parcelles régulièrement débroussaillées comparées à des parcelles régulièrement brûlées (encart 1).

Les premiers résultats obtenus (Legrand, 1992 ; Rigolot, 1999) montrent que le broyage seul est une technique qui permet de maintenir le phytovolume arbustif en dessous du seuil théorique des 2500 m³/ha pendant environ deux à trois ans selon le milieu. Au-delà il est nécessaire de débroussailler à nouveau et cela, même dans le cas où la parcelle est entretenue par cette technique depuis plus de dix ans.

Le tableau 5 présente les résultats obtenus sur le site

ANCIENNETÉ DU DÉBROUSSAILLEMENT	PHYTOVOLUME m ³ /ha
1 - Témoin absolu	5 600
2 - Débroussailllements périodiques (ancienneté 3 ans)	3 100
3 - Débroussailllements périodiques (ancienneté 1 an)	385

TABLEAU 5. PHYTOVOLUMES ARBUSTIFS (M³/HA) SELON L'ANCIENNETÉ DU DÉBROUSSAILLEMENT. LA ROQUE D'ANTHÉRON

de la Roque d'Anthéron où les placettes ont été débroussaillées régulièrement tous les trois ans depuis 1974. Un an après broyage, le phytovolume est de 385 m³/ha, il atteint 3 100 m³/ha deux ans plus tard.

La technique du broyage mécanique utilisée seule est donc efficace à condition d'être répétée tous les trois ans en moyenne afin d'assurer l'efficacité DFCI de la coupure.

B. Brûlage seul

B1 La technique

Le brûlage dirigé est une technique en plein développement mais qui ne représente encore que quelques dizaines d'hectares traités annuellement dans les formations à chêne kermès.

Cette technique consiste à appliquer le feu de manière contrôlée, sur une surface prédéfinie, et en toute sécurité pour les espaces limitrophes. Des travaux préparatoires de sécurité sont souvent nécessaires. Ils sont réalisés à l'avancement du chantier, par débroussaillage manuel d'un passe-pied ou par l'ouverture d'un layon au débroussailleur mécanique ou à la charrue. Sinon, on peut employer la technique de la ligne humide au fur et à mesure de la mise à feu.

De bonnes conditions climatiques le jour de la mise à feu sont la principale contrainte d'utilisation du brûlage. La période favorable peut être étroite, surtout si, au cours de l'hiver, saison de prédilection pour la conduite du brûlage dirigé, se succèdent des périodes

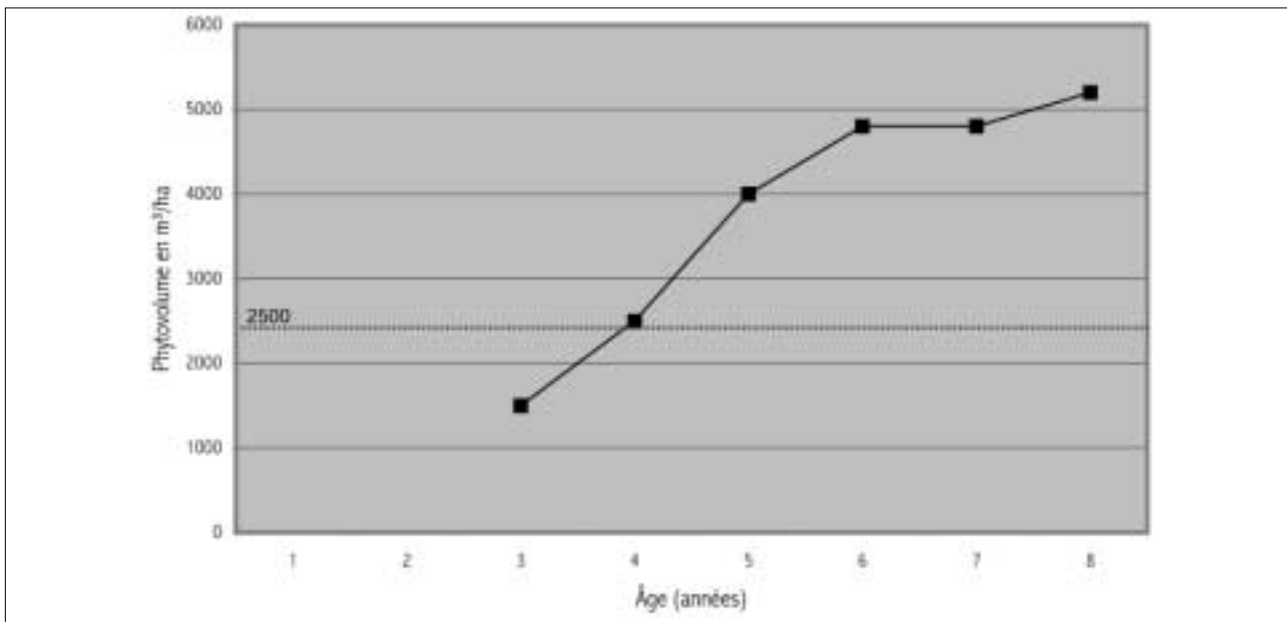


FIGURE 14. ÉVOLUTION DU PHYTOVOLUME DE LA LANDE À CHÊNE KERMÈS APRÈS BRÛLAGE. TROU DU RAT

pluvieuses où le feu ne peut être allumé en raison de la trop forte humidité du combustible et des périodes ventées où le feu ne peut plus être contrôlé. La structure linéaire de la coupure n'est pas très favorable à la conduite du feu, même si des modes de conduite originaux ont été mis au point et donnent toute satisfaction (Valette, 1990). En effet, lorsque la coupure est étroite, l'essentiel du travail consiste à mettre à feu puis à éteindre le front de flammes avant qu'il ait pu atteindre son régime d'équilibre. On a, en fait, tout intérêt à accroître la largeur de la coupure, car cela augmente peu les coûts de mise en œuvre et réduit le coût du traitement par brûlage dirigé.

Le relief chahuté de la coupure et la présence de blocs de rochers affleurant ne font pas obstacle à l'emploi de la technique, mais peuvent occasionnellement entraîner un arrêt localisé du front de feu. De même,

la présence d'un tapis important de brachypode rameux est souvent un facteur nécessaire à la bonne conduite du brûlage dans les peuplements de chêne kermès.

B2 Impact du brûlage dirigé sur le phytovolume arbustif

Le suivi léger sur une parcelle de la coupure du **Trou du Rat** (fig.14 et encart 2) révèle une très bonne capacité de récupération du milieu après brûlage : en quatre ans le phytovolume atteint le seuil des 2 500 m³/ha et au bout de huit ans, il dépasse 5 000 m³/ha alors qu'à proximité les parcelles non traitées atteignent seulement 3 500 m³/ha. Sur le site de **la Roque d'Anthéron** (Legrand, 1992), la dynamique du chêne kermès est équivalente puisque le

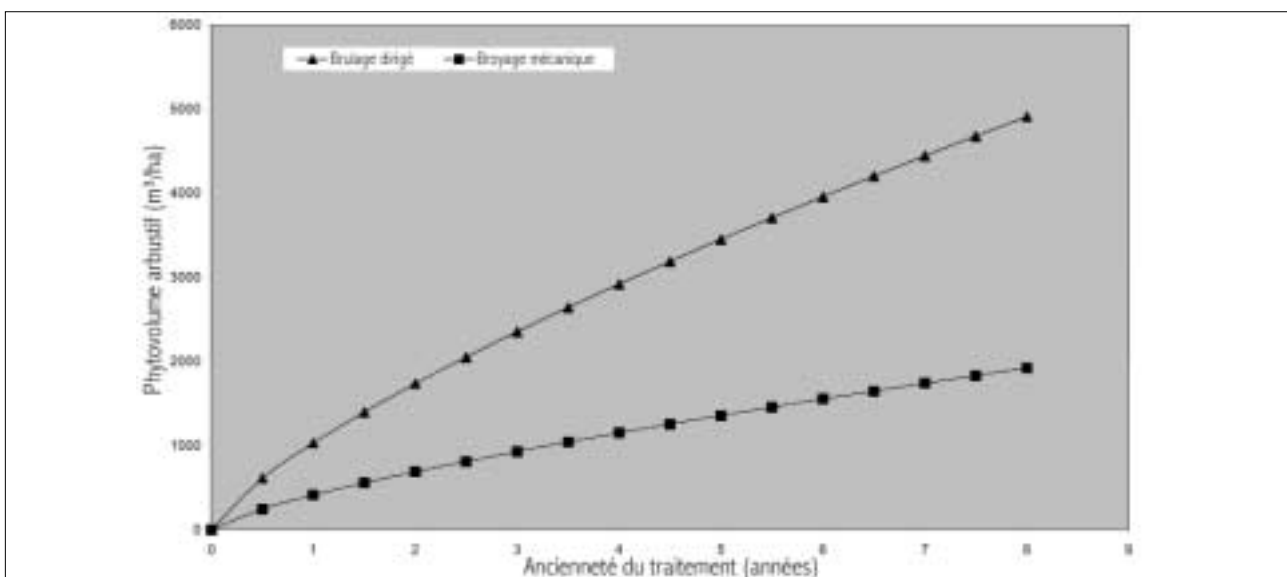


FIGURE 15. COURBES THÉORIQUES DE CROISSANCE DU VOLUME DU CHÊNE KERMÈS EN FONCTION DU TRAITEMENT (ADAPTÉ DE LEGRAND, 1992)

Site	Trou du Rat (RAT) – Cheval-Blanc (84)	2
Dispositif	Grande coupure DFCI et aménagement pastoral sur domaine public (177 ha – 250ha).	
Végétation, productivité	Vaste plateau calcaire en versant sud dominé par une garrigue à chêne kermès (60%), pelouse à brachypode rameux et dactyle aggloméré (10-20%). Quelques secteurs boisés (pin d'Alep, chêne vert) sur 20-30% du site. Le milieu est donc « relativement clairié ». Productivité moyenne à forte. Faciès à Ck, Ck-romarin, Ck-chêne vert, Ck-pin d'Alep, Ck-ciste blanc. La classe d'embroussaillage la plus représentée est celle de 30 à 60%.	
Traitements, équipements	Ouverture progressive de 1995 à 2003 par broyage, traitement chimique localisé, éclaircies forestières localisées. Quatre parcs dôturés soit 48 ha, deux citernes pastorales. Entretien par broyage ou brûlage	
Pâturage	1000 brebis et agnelles sur 60 jours en hiver sur l'ensemble du site + repasse rapide au printemps. Pâturage lâche en gardiennage. Parcs utilisés la nuit ou en fin d'après-midi (surface moyenne d'un parc : 12 ha). Pas de complémentation	
Suivi	Cartographies des faciès (1995). Enregistrements de données de pâturage. Suivi des phytovolumes arbustifs. Suivi fin sur dispositif expérimental Luberon.	

phytovolume seuil est également franchi quatre années après un brûlage dirigé (fig. 15).

Un brûlage seul permet de contenir l'embroussaillage en deçà du seuil des 2500 m³/ha pendant trois à quatre ans.

Toujours à la Roque d'Anthéron, Legrand (1992) compare la dynamique de repousse du chêne kermès après brûlage dirigé et après débroussaillage mécanique. Cette analyse montre une meilleure efficacité du broyage mécanique (fig.15).

Le brûlage dirigé, répété plusieurs fois de suite sur une même parcelle, est-il plus efficace ?

Le dispositif de la Roque d'Anthéron comportait aussi une modalité avec brûlages dirigés périodiques.

Legrand (1992) montre l'effet de la répétition des brûlages dirigés sur un faciès traité successivement en 1984, 1987 et 1990 : le chêne kermès retrouve 52% du volume qu'il occupait initialement trois saisons de croissance après le brûlage de 1987 et seulement 44%, trois saisons de croissance après le brûlage de 1990. Ces résultats rejoignent ceux de Trabaud (1980, 1984) selon lesquels les brûlages tous les deux ou trois ans entraînent une diminution progressive du volume du chêne kermès. Cet effet est attribué au manque de temps nécessaire pour qu'entre deux brûlages l'arbus-te puisse reconstituer ses réserves en carbohydrates et ses bourgeons dormants.

Il est à ce stade intéressant de savoir si ce recul du chêne kermès se fait en faveur de la strate herbacée.

En 2001, à l'occasion d'une étude sur l'impact des brûlages dirigés sur la malacofaune sur le site de La Roque d'Anthéron (Clave, 2001 ; Kiss, 2002), les recouvrements respectifs des strates herbacées et arbustives après abandon et après brûlages périodiques sont comparés. Ces recouvrements sont évalués sur trois placeaux de 5 m × 5 m installés respectivement dans la zone en brûlages périodiques depuis

1984 et dans une zone voisine non débroussaillée depuis 1984. La strate herbacée représente en moyenne 65% du couvert total de ces deux strates dans la zone en brûlage périodique et 55% seulement dans la zone témoin. Ce résultat laisse à penser que les brûlages périodiques favorisent légèrement le développement du recouvrement du brachypode rameux.

Reste à savoir si le développement des herbes se fait au détriment du chêne kermès. Le suivi de la dynamique de végétation sur les cinq dernières années de la parcelle brûlée sept fois, montre qu'une légère tendance peut être observée dans ce sens. En effet, en comparant les phytovolumes des deux strates en 1998 et en 2003, c'est-à-dire en se plaçant à chaque fois trois saisons de végétation après le dernier brûlage, on observe un léger développement des herbes qui passent de 1 155 à 1 454 m³/ha et une légère régression de la strate arbustive dominée par le chêne kermès qui passent de 859 à 731 m³/ha. Notons au passage une plus faible productivité de ce site comparé à celui du **Petit Luberon**.

La répétition du brûlage dirigé à haute fréquence, c'est à dire sur un pas de deux à trois ans et sur une longue période (plus de dix ans), permet de dégager les principales tendances suivantes :

- peu de changement dans la richesse et composition floristique du milieu ;
- un léger effet dépresseur sur le chêne kermès ;
- un faible effet stimulant sur le développement de la strate herbacée dominée par le brachypode rameux ;
- aucun effet sur la strate arborée dominée par le pin d'Alep, si ce n'est le problème futur de la régénération de la strate.

Les brûlages successifs semblent donc favoriser la strate herbacée à brachypode rameux au détriment du

chêne kermès. En corollaire, ils empêchent l'accumulation de matériel mort au sol et dans la strate herbacée à brachypode rameux. Ces opérations permettent donc de réduire effectivement la masse de combustible sur la parcelle et favorisent son entretien par le brûlage dirigé lui-même. En revanche, la fréquence des entretiens doit être importante (tous les deux à trois ans) afin de ne pas laisser se constituer un tapis herbacé trop épais, susceptible de conduire des feux courants en période estivale.

Il est intéressant de noter que le brûlage dirigé est possible sur un pas de temps de deux ans dans ce type de milieu grâce à la présence de la litière de pin d'Alep et de la couche de brachypode rameux. Une telle fréquence ne pourrait être envisagée dans une garrigue non arborée de chêne kermès. Si l'objectif de gestion (coupure de combustible à vocation stratégique) le justifiait, il serait envisageable de maintenir régulièrement cet ouvrage sous le seuil des 1 000 m³/ha.

C. Phytocide

Cette technique est aujourd'hui très peu utilisée. L'emploi de produits phytocides sur des surfaces importantes est en effet très coûteux. Par ailleurs ce type de traitement est assez mal perçu par les usagers de l'espace.

C1 La technique

Delabrazé (1990) souligne parmi les points favorables de cette technique la souplesse et la facilité des applications ainsi que le spectre étendu d'efficacités spécifiques pour des matières actives à pénétration foliaire, comme le glyphosate et le trichlopyr. Ces matières actives sont également systémiques, c'est-à-dire qu'elles migrent dans l'appareil aérien vers le système racinaire de la plante, d'où un délai d'apparition des effets du produit. Les phytocides sont sans action directe sur l'étage arboré dès lors que l'application est réalisée correctement. Toutefois, des phytotoxicités entraînant la mort peuvent se manifester sur certaines espèces d'arbres ; dans ce cas, le gestionnaire doit choisir entre le maintien de l'espèce sensible et l'emploi de la matière active. Certains transferts de matières actives systémiques peuvent également se

produire par migration dans le système racinaire du chêne kermès.

Les contraintes climatiques (pluie, vent, sécheresse...) sont un sérieux frein à l'emploi de cette technique. Par contre, parce qu'il est possible avec certains équipements de traiter la coupure depuis la piste, le relief de la coupure et la présence de cailloux ou d'affleurements rocheux ne posent aucune difficulté. Enfin, en raison de l'aspect de la coupure de combustible, au moins dans les mois qui suivent l'application, l'emploi exclusif des phytocides sera réservé aux secteurs où le rôle récréatif de la forêt est limité.

C2 Impact des phytocides sur le phytovolume arbustif

Cette technique n'est en fait jamais utilisée seule : elle est appliquée après un débroussaillage d'ouverture.

Une expérimentation a été menée de 1991 à 1998, sur le dispositif INRA du **Petit Luberon** (Étienne & Rigolot, 2001a), intégré dans la coupure du **Trou du Rat** (encart 3).

Les analyses des résultats ont porté sur l'effet de la saison d'application du phytocide ainsi que sur la dose de produit employée (fig.16).

L'application de phytocide réduit fortement la repousse de chêne kermès après broyage. Le traitement phytocide d'automne présente même un effet retardé qui réduit considérablement la vigueur du peuplement en deuxième année. Au bout de sept ans, seul le traitement d'automne continue d'avoir un effet différencié avec 1 500 m³/ha de moins que les deux autres combinaisons.

Le phytocide affaiblit la vigueur de repousse du chêne kermès pendant six saisons de végétation, sans différence significative entre les deux doses testées. La dose forte a un effet légèrement plus marqué et plus durable que la dose faible mais la différence observée ne compense probablement pas le surcoût correspondant (fig.16).

En conclusion, l'application d'une dose de phytocide équivalente à 7 l/ha de trichlopyr à l'automne permet de réduire durablement la dynamique de végétation du chêne kermès. Il semble que la saison d'application soit le facteur le plus important.

Site	Petit Luberon (LUB) – Cheval-Blanc (84)	3
Dispositif	Dispositif expérimental INRA installé sur un parc pâturé de 13 ha au sein d'une coupure de combustible stratégique.	
Végétation, productivité	Garrigue à chêne kermès et brachypode rameux sur un plateau calcaire en versant sud d'altitude 360 m. Productivité faible à moyenne.	
Traitements, équipements	<p>Quatre parcelles traitées chimiquement, de surface unitaire d'environ 0,5 ha, sont matérialisées sur la coupure de combustible. Une bande d'environ 20 m de large, ourlant la route, n'est pas traitée chimiquement. Dans chaque parcelle traitée chimiquement, deux plateaux de 50 m² chacun sont mis en défens du pâturage. Ces plateaux sont destinés à différencier les effets des traitements chimiques de ceux du pâturage. Le premier plateau n'est ni traité chimiquement, ni pâturé, et sert de témoin broyé. Le second plateau est traité chimiquement mais non pâturé. Ces plateaux ont été choisis dans des faciès de végétation où domine le chêne kermès, et sur des zones de taux de recouvrement et de hauteurs comparables.</p> <p><u>Débroussaillage</u> : mars 1991 au gyrobroyeur à chaînes.</p> <p><u>Traitement chimique</u> : Spécialité commerciale = Garlon 4EF – Ciba Geigy – 480 g/l de matière active, homologué pour un usage forestier.</p> <p>Matière active = Trichlopyr.</p> <p>Huile adjuvante = Adjuvant DHAI de Procida à 5 l/ha.</p> <p>Quantité de bouillie = 1000 l/ha environ.</p> <p>Saison = Automne (décembre 1991) ou printemps (avril 1992).</p> <p>Dose = Forte (5760 g/ha, soit 12 l/ha de spécialité).</p> <p>Faible (3360 g/ha, soit 7 l/ha de spécialité).</p> <p>Mode d'application : rampe d'épandage montée sur tracteur.</p>	
Pâturage	Élevage ovin de type herbassier utilisant la coupure d'avril à juin. 120 jeb/ha en 1992, pas de pâturage en 1993, 216 jeb/ha en 1994, 264 jeb/ha en 1995, 53 jeb/ha en 1996, 223 jeb/ha en 1997 et 39 jeb/ha en 1998. Ces chargements correspondent au parc de 13 ha à l'intérieur duquel se trouve le dispositif expérimental.	
Suivi	Transects permanents de 50 cm × 10 m, mesure du phytovolume arbustif, du recouvrement herbacé et de la couverture morte (voir recueil méthodologique). Dates de suivi : 18/07/1992, 15/06/1993, 14/06/1994, 20/06/1995, 04/06/1996, 27/05/1997, 10/08/1998.	

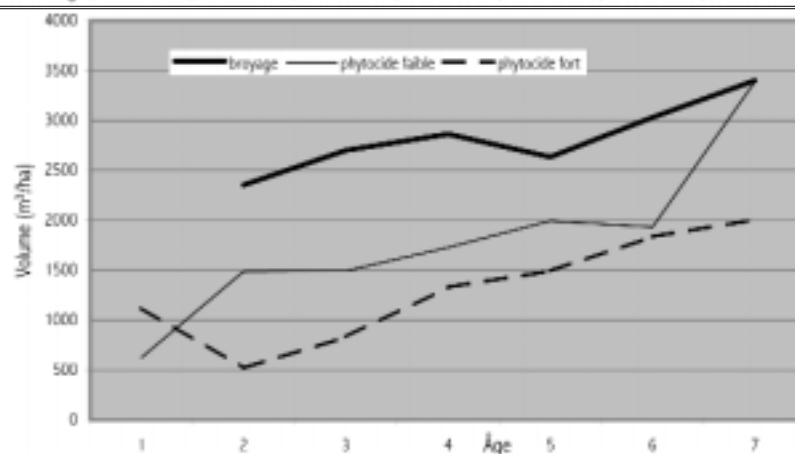
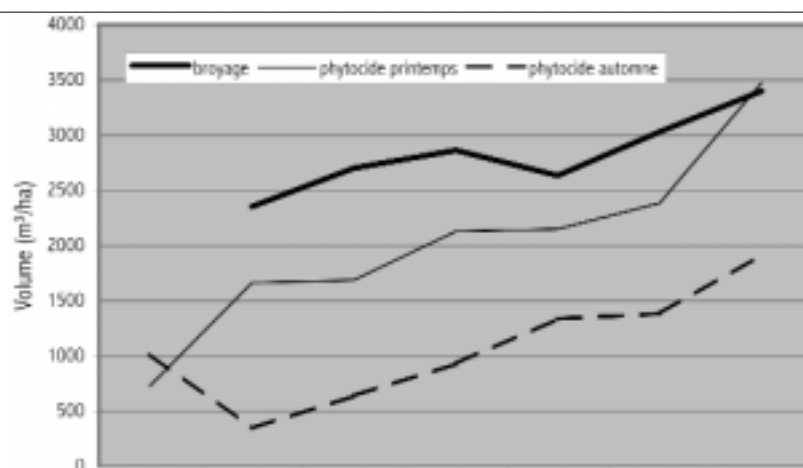


FIGURE 16. EFFET DU PHYTOCIDÉ SUR LE PHYTOVOLUME ARBUSTIF EN FONCTION DE LA SAISON (EN HAUT) OU DE LA DOSE D'APPLICATION (EN BAS). PETIT LUBERON

D. Pâturage

La mise en œuvre du seul pâturage sur les coupures à chêne kermès est relativement rare, car le plus souvent les exigences DFCI induisent des interventions complémentaires sur la végétation (voir § F page 40). Quelques situations ont cependant permis d'évaluer l'impact d'un pâturage contrôlé sur la dynamique d'embroussaillage spontanée :

- ouverture d'une garrigue dense par l'introduction de bovins de race espagnole (**Mas d'Auge**) (encart 4) ;
- impact du gardiennage de troupeaux ovins sur des zones d'appui aux coupures pâturées du Vaucluse ;
- infléchissement par un pâturage ovin précoce de la dynamique post-incendie (**Les Civadières**) ;
- gestion expérimentale en parc d'une garrigue par des caprins du Rove en rotation sur l'année (**St-Gély-du-Fesc, Montaud**).

Les trois premiers résultats correspondent à des essais menés avec des éleveurs en situation réelle, intégrant ces pratiques novatrices dans leur conduite de troupeau ; le dernier essai s'intègre dans des préoccupations de recherche plus expérimentales.

Différentes pratiques peuvent être mises en œuvre par les éleveurs pour favoriser l'impact des animaux sur la broussaille. On peut citer :

- l'application d'un chargement instantané élevé, en parc de pâturage ou par gardiennage serré (ovins) ;
- un passage répété du troupeau sur une zone cible lors des circuits de pâturage quotidiens (ovins, caprins) ;
- le déplacement de parcs de nuit tournants (ovins) qui génèrent piétinement et fertilisation ;
- l'utilisation de parcs de fin de journée, où l'activité alimentaire des animaux se prolonge, après un circuit de gardiennage quotidien (ovins) ;
- un séjour long à plus faible chargement (bovins camarguais ou espagnols) ;
- la mise à disposition d'un complément alimentaire favorisant la consommation des ressources ligneuses, sous forme distribuée (blocs, aliment liquide ou grain) ou par pâturage sur cultures fourragères (soudes).

Leur application sera privilégiée par les éleveurs en fonction des caractéristiques structurales des sites.

En complément de ces résultats parcellaires, la question de l'intégration des coupures à chêne kermès dans les systèmes d'élevage méditerranéens est développée dans le chapitre 4.

D1 Pâturage par des bovins de combat

Une cartographie de l'embroussaillage initial du site du **Mas d'Auge** a été réalisée en 1984 par Étienne et Léouffre (np). Le pâturage par des lots de femelles s'est étendu au fur et à mesure de la réalisation des parcs (n°1 en 1984, puis n°2 en 1989, n°3 à 5 en 1992). La pression de pâturage cumulée sur les quinze ans est donc très différente suivant les parcs mais globalement, à partir de milieux assez fortement embroussaillés, on observe une stabilisation ou une diminution du phytovolume arbustif sous la pression des animaux (fig.17 et encart 4).

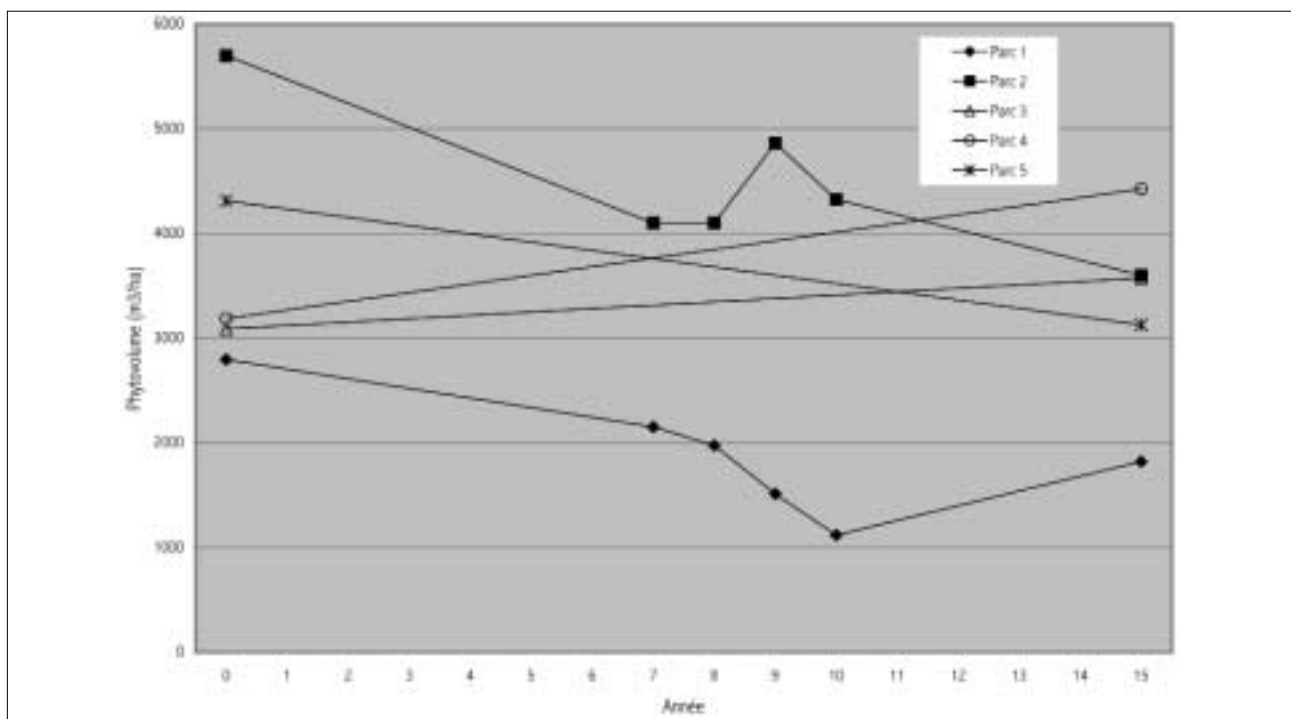


FIGURE 17. ÉVOLUTION DU PHYTOVOLUME MOYEN PAR PARC. MAS D'AUGE

Site	Mas d'Auge (AUG) – Fontvieille (13)	4
Dispositif	Aménagement sylvopastoral sur domaine privé (140 ha).	
Végétation, productivité	Garrigue haute et dense à chêne kermès – quelques secteurs boisés. Productivité moyenne à forte – faciès à Ck, Ck-romarin, Ck-chêne vert, Ck-pin d'Alep.	
Traitements, équipements	Ouverture par le pâturage bovin, éclaircies forestières localisées (27 ha). Cinq parcs clôturés créés de 1984 à 1992.	
Pâturage	Élevage de taureaux de combat (120 têtes) : hivernage des lots de vaches-mères, de jeunes femelles et de chevaux camarguais (décembre à avril). 20 000 journées pâturage bovin/an avec complémentation (50% des besoins).	
Suivi	Cartographies des faciès (1984-1991 à 1994-1999) ; suivi des performances du troupeau.	

La consommation du chêne kermès par les bovins de combat peut être spectaculaire.

Une relation a pu être établie entre le chargement moyen annuel et l'évolution du recouvrement arbustif sur quinze ans (fig.18) : l'ouverture par les animaux nécessite une charge supérieure à 1,5 têtes par hectare pendant cinq mois avec une complémentation modérée.

L'ouverture initiale peut être réalisée en quelques années si l'on concentre les animaux pour consommer le stock sur pied arbustif. Au-delà, la ressource ne se renouvelle pas assez vite car elle se limite à la pousse annuelle, et il faut augmenter la surface parquée. Cette stratégie de mise en place progressive peut être choisie pour réaliser une coupure pâturée par les bovins.

La strate herbacée s'enrichit et se diversifie avec l'ap-

port de graines dans le foin, les restitutions par les déjections et la diminution de la concurrence arbustive.

Ce phénomène est réversible pour les garrigues à chêne kermès, et l'arrêt du pâturage entraîne une rapide reconstitution de la strate arbustive à l'identique.

D2 Pâturage ovin

Sur les coupures du **Petit Luberon** (Mérindol, Les Mayorgues) des observations sur des parcelles (moyenne de trois à cinq parcelles, suivis légers effectués par l'ONF Vaucluse) n'ayant subi aucune intervention mécanique permettent de noter l'effet du pâturage seul en comparaison avec des témoins proches non pâturés.

Sur le très long terme, les parcelles qui n'ont jamais

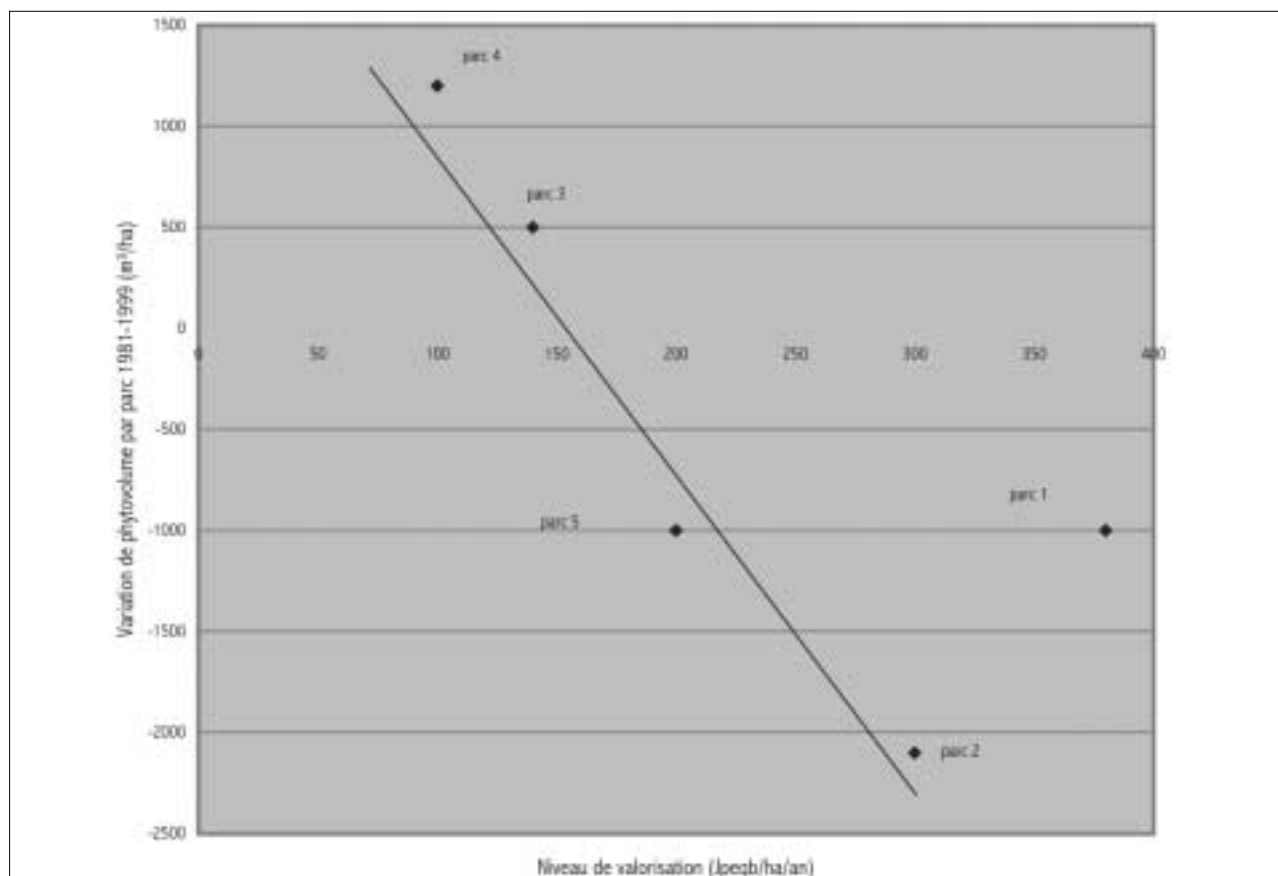


FIGURE 18. RELATION ENTRE L'EMBROUSSAILLEMENT ET LE NIVEAU DE VALORISATION. MAS D'AUGE

Site	Les Civadières (CIV) – Aureille (13)	5
Dispositif	Aménagement sylvopastoral sur domaine privé (35 ha).	
Végétation, productivité	Garrigue dense à chêne kermès et buplèvre incendiée en 1989. Productivité faible à forte suivant faciès diversifiés Ck-buplèvre, Ck, Ck-ciste blanc, Ck-genêt scorpion.	
Traitements, équipements	Pâturage précoce après ouverture accidentelle par l'incendie, broyage d'entretien localisé. Deux parcs clôturés créés en 1991 et 1992.	
Pâturage	500 brebis à l'entretien en fin d'hiver. 20 000 jeh/ha/an avec complémentation (10 à 20% des besoins).	
Suivi	Suivi léger RCC (1990 à 1999), suivi des performances du troupeau.	

été pâturées se situent, en volume de chêne kermès, environ 1 000 m³/ha au-dessus : les unités pâturées se stabilisent autour de 2 000 m³/ha de phytovolume de chêne kermès alors que les unités ni débroussaillées ni pâturées restent à un phytovolume de chêne kermès d'environ 3 000 m³/ha.

Il faut noter que le maintien d'un pastoralisme traditionnel sur ces zones a pu perdurer sans interventions complémentaires (brûlage ou broyage mécanique) grâce à la faible productivité de la garrigue : il s'agit de faciès mixtes où le chêne vert et le romarin sont codominants.

Sur le site des **Civadières** (encart 5), le pâturage ovin a été réintroduit en parc, en hiver, deux ans après l'incendie de l'automne 1989 ; le phytovolume arbustif (fig.19) principalement constitué par le chêne kermès et le buplèvre, augmente rapidement dans la zone témoin. Le pâturage infléchit fortement l'évolution du

milieu en ralentissant la croissance de ces deux espèces, sans pour autant maintenir le phytovolume total à un seuil satisfaisant pour la DFCI. On notera la capacité d'un troupeau à exploiter d'une année sur l'autre un milieu qui devient très fermé. Un débroussaillage d'entretien mécanique a été réalisé en 1997 pour réduire les refus du pâturage, huit ans après l'incendie.

D3 Pâturage caprin

Le pâturage caprin (boucs castrés) sur une garrigue dense a été testé sur le domaine expérimental de **St-Gély-du-Fesc** par l'INRA-UZM de 1992 à 1998 (De Rouville et al., 2000).

L'utilisation pendant sept ans de la garrigue par des caprins non productifs (encart 6), complétés par quelques passages d'ovins, s'est traduite par une dimi-

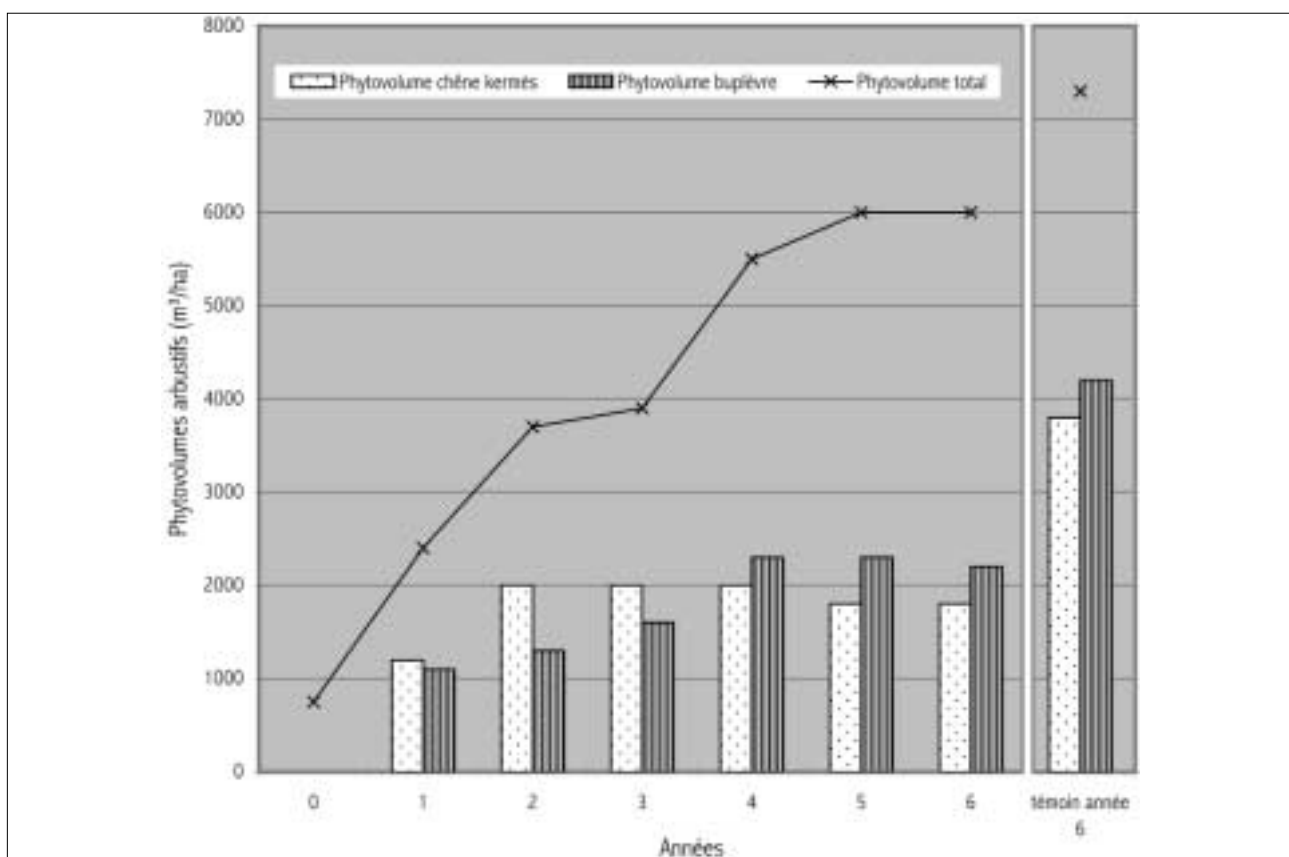


FIGURE 19. ÉVOLUTION DES PHYTOVOLUMES. PARC 1, LES CIVADIÈRES

Site	Site expérimental de St-Gély-du-Fesc (34)	6
Dispositif	Quatre parcelles de garrigue de 1,2 à 1,4 ha ont été pâturées par des ovins et des caprins successivement pendant sept ans. Les ovins, précédant les caprins, pâturaient essentiellement la strate herbacée. Les caprins étaient sortis de la parcelle dès qu'ils commençaient à vouloir franchir les clôtures. Chacune des parcelles a été pâturée à une saison déterminée : printemps, été, automne et hiver.	
Végétation, productivité	<p>Cette garrigue est composée de chêne kermès essentiellement.</p> <p>Pour les ligneux : chêne kermès, romarin, genêt scorpion, genévrier oxycèdre, thym. D'autres espèces peu fréquentes, ont été recensées sur la parcelle : pin d'Alep, chêne vert, filaire à feuilles étroites, pistachier lentisque, daphné genkwa, dorycnium à cinq folioles, prunellier épineux ou épine noire, ciste de Montpellier, ronce.</p> <p>Pour les herbacées : brachypode rameux, fétuque ovine, brome dressé, brachypode penné, aphyllante de Montpellier, asphodèle.</p>	
Pâturage	Les caprins du Flove, choisis pour leur aptitude à exploiter la végétation arbustive, sont au nombre de 24 avec un poids moyen de 43 kg. Ce sont des mâles castrés qui n'ont jamais été complémentés, quelle que soit la saison.	
Suivi	Des mesures de hauteur et de surface sur des transects de 0,5 m × 20 m, à l'entrée et à la sortie des animaux, permettent de suivre l'évolution du couvert. Le pourcentage des feuilles consommées est évalué à la sortie. Le poids et l'état corporel des animaux sont notés à l'entrée et à la sortie des parcelles.	

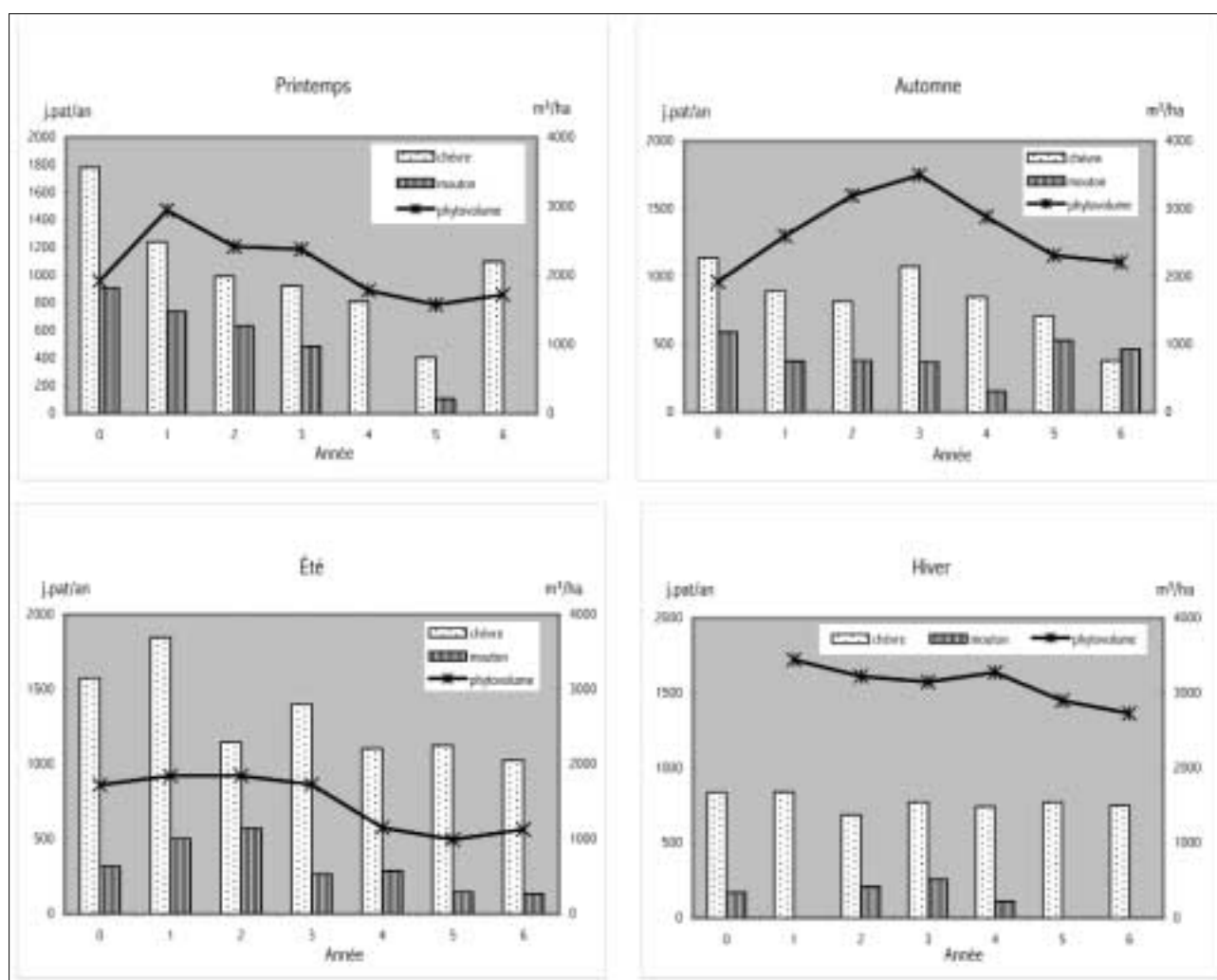


FIGURE 20. PHYTOVOLUME DE CHÊNE KERMÈS ET CHARGEMENT SELON LES SAISONS. S' GÉLY DU FESC

nution moyenne de 25% du recouvrement du chêne kermès. Cet impact est dû à la consommation régulière de plus des 2/3 de la phytomasse foliaire et à la grande souplesse de choix alimentaire de la race du Rove face aux importantes variations du disponible selon les saisons. Les niveaux de chargement utilisés ont toutefois entraîné une perte de poids de 10% en moyenne entre le début et la fin du pâturage.

L'impact du pâturage est particulièrement marqué dans le cas d'une **utilisation printanière et estivale** du chêne kermès qui présente l'intérêt de faire régresser cet arbuste, quelle que soit la hauteur moyenne des touffes (fig.20). Toutefois, au bout de quelques années, la forte consommation des feuilles de la partie supérieure au printemps entraîne la suppression de la dominance et augmente l'éclairement de la partie basse. Ce changement induit l'apparition importante de rejets aux pieds des touffes de kermès. Comme ces rejets sont moins accessibles et moins appétents car constitués de petites feuilles, coriaces, épineuses et fortement cutinisées sur les deux faces, ils provoquent un important regain de matière sèche foliaire dans les vingt premiers centimètres au-dessus du sol.

Si le chêne kermès est utilisé en **automne** ou en **hiver**, même si la consommation est forte (à la sortie des animaux, le disponible est quasiment nul), l'incidence sur la dynamique d'embroussaillage reste modérée, le meilleur résultat consistant en un maintien de la végétation du kermès en l'état. Sur ces deux périodes, il n'y a pas de variation de poids et d'état corporel des animaux, qui arrivent à couvrir leurs besoins d'entretien.

Avec ce type d'animal, le **taux de consommation** global des ligneux est toujours supérieur à 60%, mais

ce chiffre cache une certaine variabilité selon les espèces. Après la ronce dont les parties vertes sont totalement prélevées, le chêne kermès est l'espèce la plus consommée avec des taux allant de 60% à 90% suivant les saisons. Le romarin et le genêt scorpion sont consommés de façon saisonnière, le premier surtout à l'automne et en hiver, le deuxième presque exclusivement au moment de la floraison au printemps, et en été (fig.21). Enfin, le genévrier, consommé au printemps 1992, a été délaissé les saisons suivantes.

Le fort impact du pâturage caprin lors des utilisations de printemps et d'été a engendré une diminution du fourrage grossier disponible qui s'est traduite par une chute régulière du chargement qui se stabilise autour de 1 000 journées-pâturage/ha/an au printemps et 800 journées-pâturage/ha/an en été. Aux deux autres saisons, comme la gestion permet une bonne récupération du kermès au printemps suivant, les chargements sont restés relativement stables autour de 700 journées-pâturage/ha/an en utilisation hivernale et automnale. Cette utilisation tient toutefois compte du passage supplémentaire d'un troupeau ovin (400 à 500 journées-pâturage/ha/an) pour récolter la pousse d'herbe automnale. Ces niveaux élevés sont très supérieurs aux références observées dans les exploitations, où les utilisations de garrigues s'insèrent dans une logique de production (cf. § A5 et tabl.10 page 52-53).

Sur une autre garrigue, l'utilisation permanente du chêne kermès par un troupeau caprin à l'entretien a montré son efficacité pour faire régresser l'embroussaillage sur ce type de garrigue. Les chèvres peuvent contrôler totalement les rejets après broyage (photo page suivante).

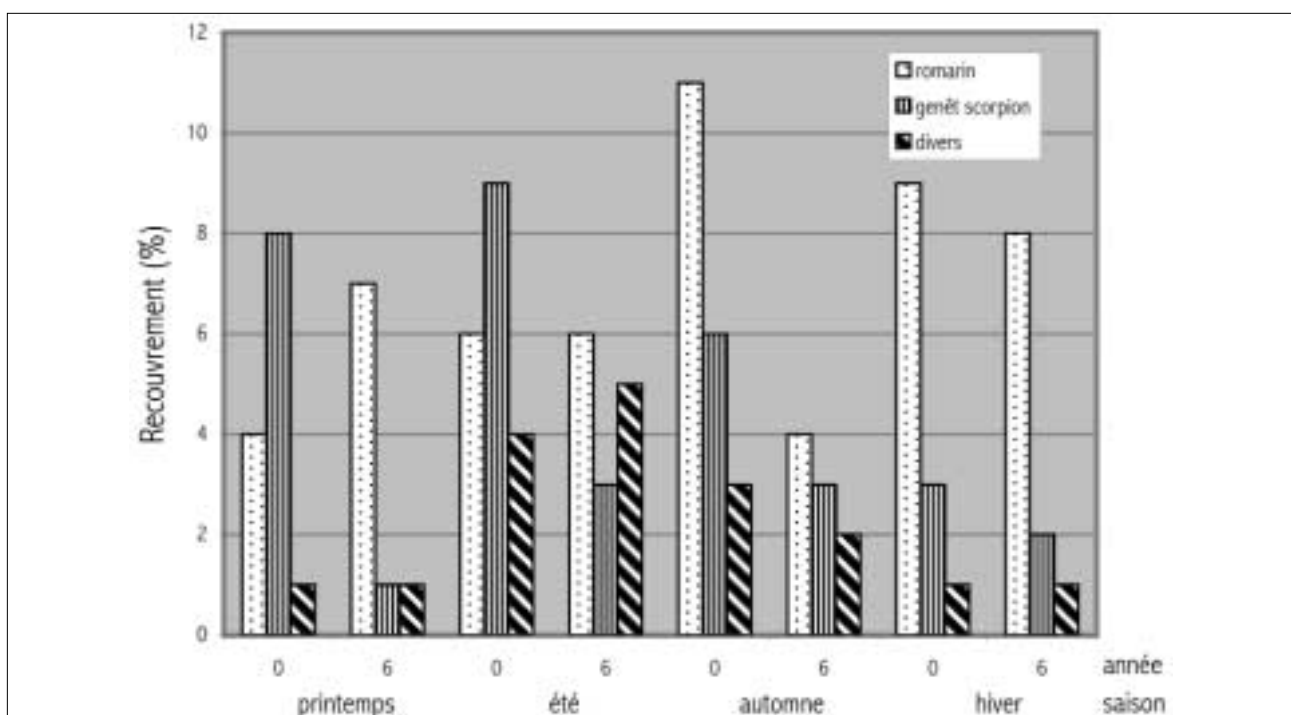


FIGURE 21. ÉVOLUTION DU RECOUVREMENT DE QUELQUES LIGNEUX EN FONCTION DE LA SAISON DE PÂTURAGE. S' GÉLY DU FESC



CONTRÔLE DU CHÊNE KERMÈS PAR LE PÂTURAGE CAPRIN

en haut : le broyage avant pâturage caprin (premier plan) permet un contrôle ultérieur plus efficace qu'une ouverture par le seul pâturage (Montaud)

en bas, gauche : impact sur la broussaille mais pas sur l'herbe (Montaud)

en bas, droite : une chèvre broutant les repousses après broyage

E. Remise en culture

Cultures fourragères

Sur quelques sites, la technique de mise en culture fourragère a été testée (**Montpezat, Vautade, Aumelas**).

Dans tous les cas, le travail réalisé est très lourd, notamment à cause du nombre impressionnant de cailloux remontés en surface par un travail du sol même superficiel. Un épierrage ou un broyage des cailloux est nécessaire, ce qui rend l'opération très coûteuse !

L'itinéraire technique d'implantation sur le site d'**Aumelas** est le suivant :

- gyrobroyage de la végétation ;
- sous-solage tri-dent ;
- covercrop agricole (deux passages croisés) ;
- semis.

La profondeur de travail n'est pas très importante, 30 cm environ. À la suite de cette ouverture, l'éleveur pratique un semis annuel (200 kg d'avoine et parfois de Ray-Grass) suivi d'un passage de disques (pas de fertilisation). Il préfère une culture annuelle car il craint que le chêne ne reprenne le dessus s'il installe une pérenne, le travail des disques n'étant pas très profond. Lors du passage du covercrop, les repousses de chênes mesurent jusqu'à 30 cm. Le temps de travail pour le covercrop est de l'ordre d'une heure/ha à chaque passage. Le premier passage est fait en été et le second à l'automne, ce qui permet de couper à nouveau les repousses.

Une autre technique a été testée sur le même site :

- broyage de cailloux en surface (broyage superficiel de la végétation et des cailloux affleurants) ;
- sous-solage à trois dents (écartement de 30 cm pour 30 cm de profondeur) ;
- alignement en andains des cailloux qui sont ressortis si nécessaire ;
- broyage des cailloux ;
- passages croisés de covercrop agricole ;
- semis.

Les semis sont réalisés à l'automne pour limiter les risques d'érosion.

Sur le site de **Montpezat** (encart 7), une prairie permanente est implantée dès la deuxième année, puis

l'intervention mécanique se limite au broyage :

- dessouchage au ripper ;
- griffage ;
- épierrage ;
- semis d'orge pâturé en vert pendant un an ;
- broyage, épandage de fumier puis griffage ;
- semis d'une prairie (essai de diverses espèces : dactyle, fétuque rouge, trèfle souterrain ; meilleurs résultats obtenus avec la fétuque rouge) ;
- entretien au broyeur à marteaux chaque année ou tous les deux ans au minimum.

Pour ces deux sites, le constat des éleveurs est le suivant : le chêne kermès n'est pas éradiqué, il faut continuer à broyer ou à ressemer quasiment chaque année pour garantir l'entretien de la parcelle. La technique présente tout de même un double intérêt :

- le coût du broyage d'entretien est plus faible ;
- la valeur pastorale de la parcelle est multipliée par dix au moins.

La remise en culture est, quoiqu'il en soit, à réserver à des parcelles choisies où le potentiel est jugé suffisant pour que l'implantation de la culture soit une réussite (sol suffisamment profond notamment).

Les observations semblent similaires pour l'essai récent effectué en Provence, malgré le manque de recul.

Sur le site de **Vautade** (encart 8), un essai de remise en culture avec des apports de compost de boues de station d'épuration a été mis en place sur une garrigue présentant un fort embroussaillage initial (6 000 à 7 000 m³/ha) ; il est suivi dans le cadre du RCC depuis l'année 2000. L'itinéraire technique est le suivant :

- débroussaillage mécanique ;
- labour croisé avec disques sur 30 à 40 cm de profondeur ;
- broyage localisé des cailloux ;
- épandage des composts ;
- passage covercrop ;
- griffage puis semis annuel accompagné ou non de fertilisation.

Les suivis de 2000 à 2003 montrent un contrôle très satisfaisant des repousses pour les parcelles cultivées en fourrage annuel (avoine et vesce), ou en sainfoin, en

Site	Montpezat (MPZ) (30)	7
Dispositif	Coupure de combustible type agropastorale, garrigues de Nîmes.	
Végétation, productivité	Garrigue sèche à chêne vert et chêne kermès avec quelques bas fonds. Productivité faible – faciès à Ck-ciste à feuilles de sauge, plus ou moins sous couvert de chêne vert.	
Traitements, équipements	Broyage régulier et remise en culture des zones favorables.	
Pâturage	1 troupeau ovien transhumant : 150 brebis de septembre à mai.	
Suivi	Suivi léger RCC (cartographie en 1995 et en 1998 ; suivi des travaux).	

Site	Vautade (VAU) – Lançon-Provence (13)	8
Dispositif	Segment de coupure opérationnelle sur forêt communale soumise (50 ha) – PIDAF Lançon- La Fare - St Chamas.	
Végétation, productivité	Garrigue dense à chêne kermès et ajonc régulièrement incendiée. Productivité forte – faciès à Ck-ajonc, localement romarin, ciste blanc.	
Traitements, équipements	Défrichement et mise en culture fourragère sur bande centrale (2000). Débroussaillage alvéolaire de part et d'autre – pâturage en gardiennage.	
Pâturage	700 brebis et agnelles dont 100 agnelées au printemps, 500 à 300 à l'automne. 80 000 jeb/ha/an sur l'ensemble du site (150 ha de parcours et 20 ha cultivés).	
Suivi	Suivis fin et léger RCC (2000 à 2003), suivi troupeau. Test expérimental sur les composts de boues de station.	

comparaison avec les parcelles uniquement broyées (D), ou broyées et pâturées (DP) (fig.22).

Des rejets de chêne kermès, bien qu'affaiblis sont encore présents au sein du couvert fourrager. L'impact cumulatif du traitement devra être suivi sur une dizaine d'années pour juger de l'opportunité de cet investissement lourd.

Cultures pérennes

D'autres types de défrichements sont réalisés par des agriculteurs, pour implanter des cultures pérennes (vignes et vergers d'oliviers dans des secteurs AOC, principalement). Les travaux préalables à la plantation peuvent être aidés par les collectivités (Aude, Bouches-du-Rhône) quand ils participent à la création ou la consolidation d'une coupure agricole. Les itinéraires techniques, adaptés aux sites et à la spéculation, peuvent aller jusqu'au terrassement et l'irrigation d'appoint ; ils transforment durablement le milieu, et la pérennité de leur entretien relève ensuite de l'évolution économique des filières.

F. Combinaison de techniques

Dans ce paragraphe, nous décrivons les combinaisons de techniques rencontrées sur les coupures suivies par le RCC. Le chapitre 4 sur les préconisations de gestion reprendra en partie ce qui suit pour le synthétiser dans des tableaux comparatifs.

F1 Pâturage et broyage

C'est la combinaison la plus fréquemment rencontrée dans les sites suivis par le RCC.

Les synthèses Alpilles et Trou du Rat font bien le point sur cette association pâturage ovin-broyage mécanique (Dureau, 2000 ; Beylier et al., à paraître).

Ce qu'il faut en retenir : un débroussaillage d'ouverture est souvent nécessaire avant de mettre le pâturage en place pour les ovins ; il facilite ensuite l'entretien des terrains par la pâture.

Sur le site de **Coste-Plantier** (encart 9), avec des brebis à l'entretien ou en gestation, sur un milieu initiale-

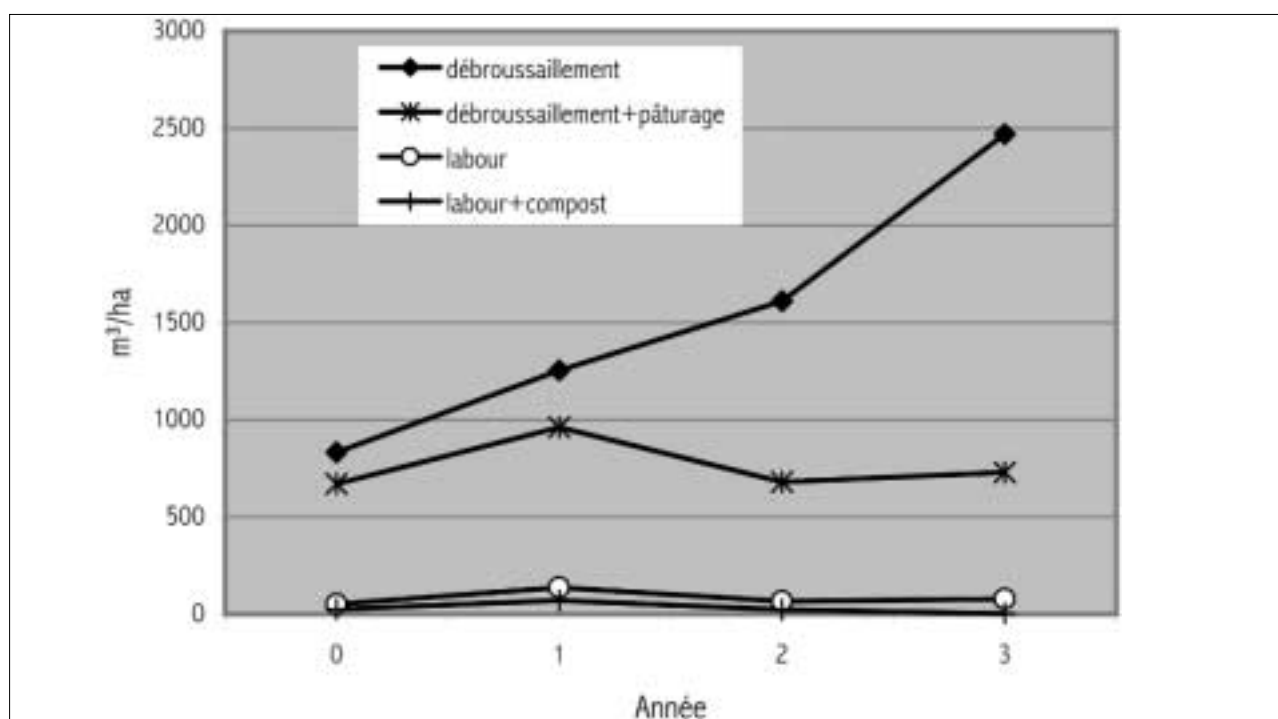


FIGURE 22. ÉVOLUTION DU PHYTOVOLUME ARBUSTIF D'UNE GARRIGUE À CHÊNE KERMÈS SELON DIFFÉRENTS TRAITEMENTS. VAUTADE

Site	Coste-Plantier (COS) – St-Rémy-de-Provence (13)	9
Dispositif	Coupure opérationnelle sur forêt communale soumise (80 ha) – PIDAF des Alpilles.	
Végétation, productivité	Mosaïque d'anciennes garrigues et friches colonisées par le pin d'Alep (50 ans). Productivité faible – faciès à <i>Ox-brachypode</i> rameux sous couvert de pin d'Alep.	
Traitements, équipements	Éclaircies progressives, débroussaillage mécanique et pâturage en parcs semi-mobiles.	
Pâturage	Deux troupeaux : 500 brebis fin d'hiver (entretien) et fin de printemps (gestation). 25 000 jeb/ha/an (en évolution).	
Suivi	Suivi léger et suivi fin RCC (1992 à 1999).	

ment débroussaillé, l'impact du pâturage est devenu intéressant à partir de 1996 : le phytovolume arbustif est stabilisé autour de 2 000 m³/ha grâce à une consommation non négligeable des arbustes, y compris le chêne kermès (fig.23 et 24).

Cela correspond à une accoutumance progressive du troupeau et à une modification des pratiques d'exploitation de ce parc de huit hectares : à partir de 1996, les brebis y passent la nuit et une partie des journées pendant leur séjour printanier, ce qui augmente le niveau de valorisation.

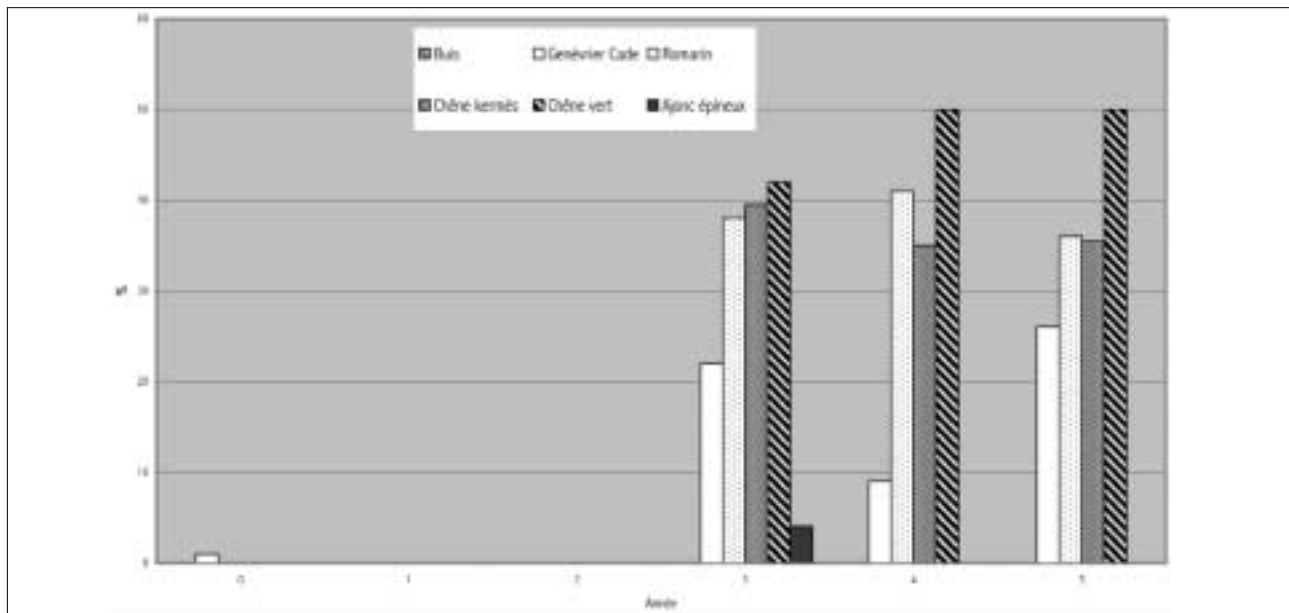


FIGURE 23. TAUX DE CONSOMMATION MOYEN PAR ESPÈCE. SUIVI FIN, PARC 1. COSTE-PLANTIER

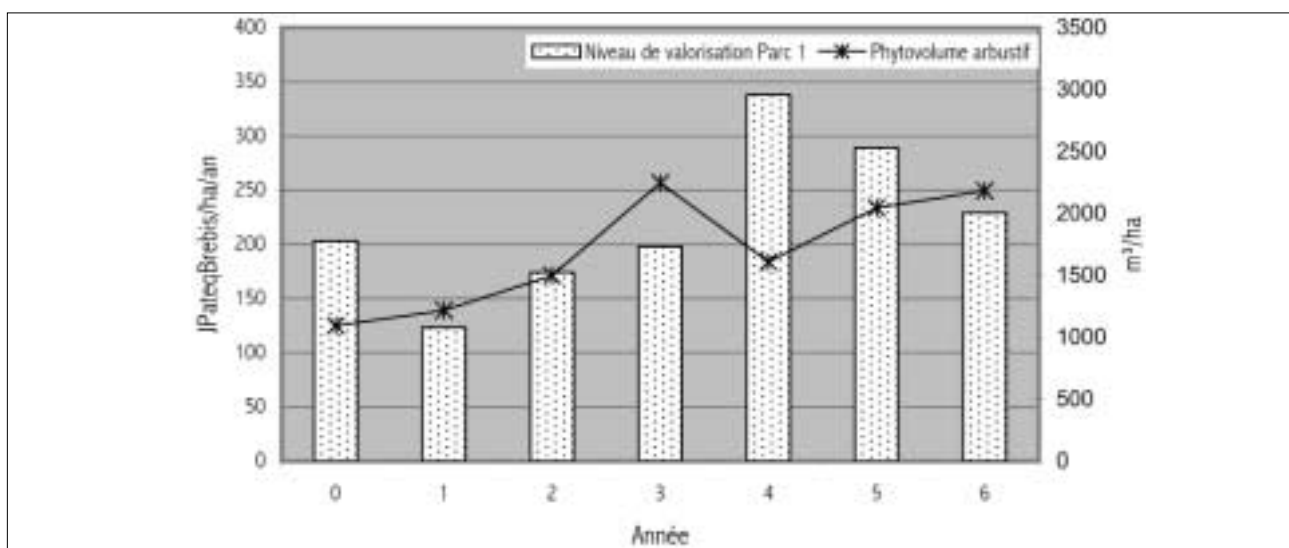


FIGURE 24. RELATION ENTRE LA PRESSION DE PÂTURAGE OVIN ET L'EMBROUSSAILLEMENT. COSTE-PLANTIER

Sur le dispositif INRA du **Petit Luberon**, Étienne et Rigolot (2001a) font les mêmes constatations (fig.25)

Quand la pression de pâturage ovine est forte, l'appétence des espèces arbustives est fortement hiérarchisée avec des espèces nettement préférées comme la filaire, des espèces bien consommées comme le romarin ou le genévrier, et des espèces jamais touchées comme le buis. Le chêne kermès et le ciste cotonneux jouent un rôle intermédiaire. Quand la pression de pâturage est élevée, 40% de leur « phytomasse verte » sont prélevés ; quand la pression de pâturage est moyenne, le prélèvement tourne autour de 20%. En dessous d'un seuil de chargement minimal (moins de 100 jpb/ha), ils ne sont plus consommés, pas plus d'ailleurs que le romarin ou le genévrier.

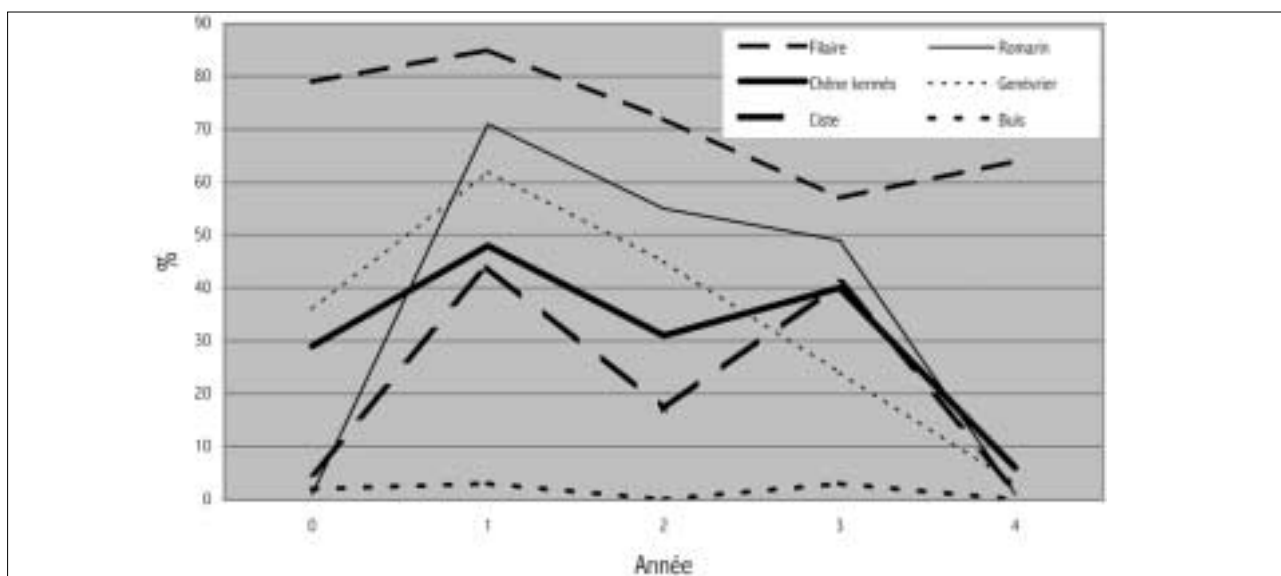


FIGURE 25. ÉVOLUTION DU TAUX DE CONSOMMATION DES LIGNEUX PAR LES BREBIS. PETIT LUBERON

Sur la coupure du **Trou du Rat**, les unités pâturées sont broyées en fonction de la vigueur des ressources, évaluée annuellement ; la figure 26 montre la dynamique du phytovolume arbustif d'un secteur de pâturage situé au début d'un circuit de gardiennage ; ouvert par broyage en 1992, la repasse mécanique n'a été nécessaire que sept ans plus tard. Un brûlage partiel des refus en 2002 stabilise la végétation à un niveau satisfaisant.

Il existe un seuil de phytovolume au-delà duquel une intervention mécanique est nécessaire pour que le troupeau puisse continuer à « vivre » sur le milieu et à avoir une action sur l'évolution de l'embroussaillage.

Pour ces broyages d'entretien, une coordination des interventions est indispensable pour fixer les dates de travaux, car le broyage entraîne une disparition temporaire de la ressource jusqu'à la prochaine saison de pousse.

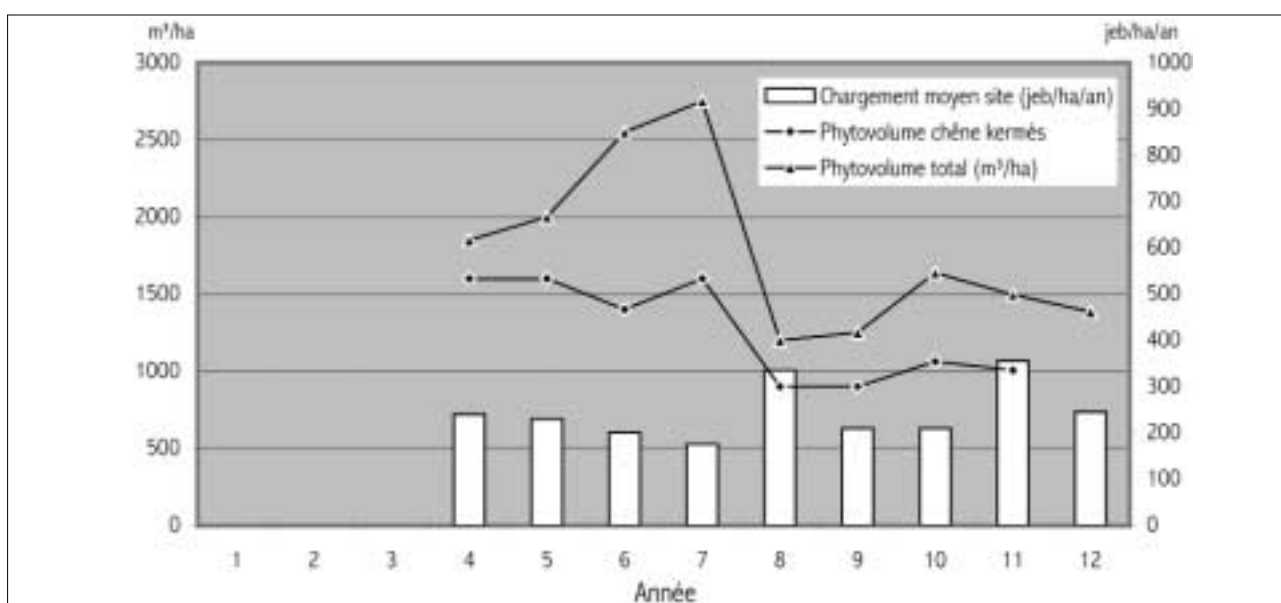


FIGURE 26. ÉVOLUTION DES PHYTOVOLUMES ARBUSTIFS (UNITÉS 17-18). DÉBROUSSAILLEMENTS EN 1992 (1) ET 1999 (8) ET BRÛLAGE PARTIEL EN 2002 (11). TROU DU RAT

Le dispositif INRA de **Montaud** (encart 10) teste, dans un autre contexte, l'influence des hauteurs de broyage et des saisons de pâturage (printemps et début d'été) sur la végétation de garrigue exploitée par des brebis en production (fig.27).

Site	Site expérimental de Montaud (34)	10
Dispositif, traitements	La surface de 8,75 ha concernée par cet essai de trois années (2000-2002) est subdivisée en cinq parcelles clôturées de 0,6 ha qui ont été gyrobroyées à différentes hauteurs : deux parcelles au ras du sol (1 et 5 ; $h < 10$ cm), deux parcelles à hauteur moyenne (2 et 4 ; $h = 45$ cm environ) et une parcelle témoin.	
Végétation, productivité	Zone de garrigue abandonnée depuis plus de trente ans par les éleveurs et parcourue par un incendie il y a dix ans.	
Pâturage	Les animaux utilisés sont des brebis allaitantes de race Mérinos d'Arles nées et élevées en garrigue qui mettent bas début mars. Les brebis suitées d'un seul agneau sont divisées en deux lots équilibrés (âge, poids, sexe des agneaux) de onze têtes chacun. Un lot exploite les parcelles 1 et 5 et l'autre les parcelles 2 et 4. Une complémentation identique, composée de luzerne et de pulpe déshydratées est distribuée aux brebis pour couvrir les besoins d'allaitement. Cela correspond à 0,5 kg de pulpe déshydratée et 0,5 kg de luzerne déshydratée par brebis et par jour. Une complémentation minérale de 50 g par brebis et par jour est également distribuée. Les deux lots sont conduits de manière synchronisée sur les parcelles 1 et 4 (deux passages en avril-mai et juillet) et sur 2 et 5 (un passage en juin), de façon à éviter tout risque d'effet de proximité. Le passage de juillet s'effectue après le sevrage des agneaux, et sans complémentation. C'est sur la base du lot broyé à 45 cm et considéré comme ayant les contraintes les plus fortes, qu'est prise la décision de changement de parcelles.	
Suivi	Suivi de végétation : À l'entrée et à la sortie des animaux dans le dispositif : estimation de la biomasse disponible, méthode des transects (deux par parcelle) sur les quatre parcelles expérimentales et points quadrats sur les bandes 1 et 5, sur une longueur de dix mètres, méthode des points quadrats dans des cages de défens (2 m × 2 m) situées en 1 et 5. Suivi zootechnique : Le poids et l'état corporel des brebis-mères sont notés à l'entrée et à la sortie des parcelles. La croissance des agneaux est mesurée par pesées périodiques.	

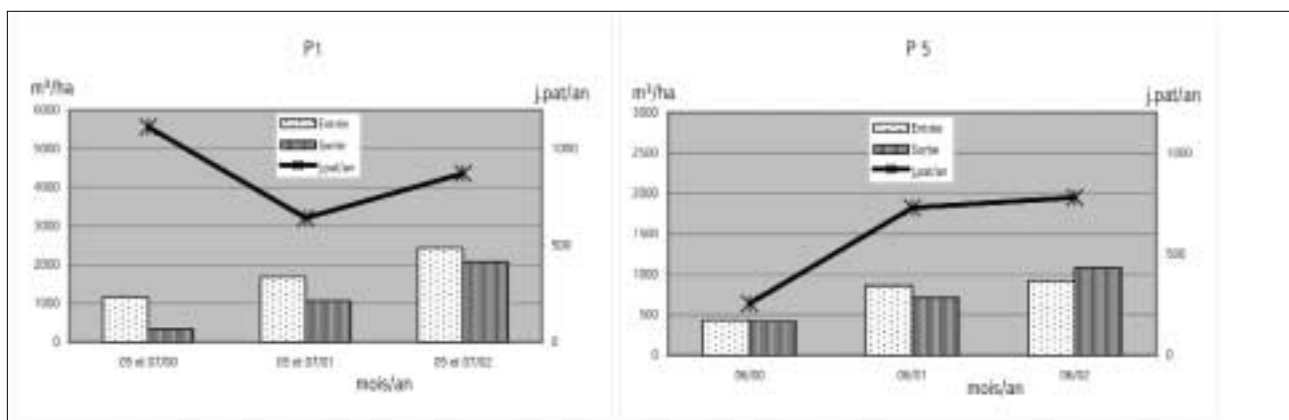


FIGURE 27. PHYTOVOLUME DE CHÊNE KERMÈS ET CHARGEMENT. PARCS 1 ET 5, MONTAUD

Impact sur la végétation

Sur les parcelles gyrobroyées au ras du sol (P1 et P5), le chêne kermès, pâturé début avril sur la parcelle 1, a pratiquement disparu. Les deux années suivantes, le kermès devient moins appétent et son volume augmente lentement mais régulièrement.

Sur les parcelles gyrobroyées à 45 cm (P2 et P4), les animaux consomment la pousse annuelle, stabilisant le phytovolume de kermès.

Les prélèvements sont dans les deux cas plus importants lors du premier passage, en avril-mai, quand les pousses sont tendres (parcs P1 et P4).

D'autres espèces refusées par les brebis réagissent aux hauteurs de broyage : le ciste de Montpellier disparaît dans les parcelles broyées bas, alors qu'il se développe dans les autres parcs. C'est le contraire pour le daphné, qui profite de l'ouverture du milieu.

La colonisation de l'espace par les herbacées est très rapide, en particulier quand le broyage est ras : elle a lieu dès la première année au printemps après le gyrobroyage effectué en fin d'automne. Les ovins consomment la presque totalité des espèces présentes sans toutefois entraîner une régression de celles-ci au cours des trois années d'observation. Le couvert herbacé se stabilise à 80% pour le pâturage de juin qui lui semble plus favorable, et 50% sur les parcelles pâturées deux fois et de façon plus précoce.

Résultats zootechniques

Ces impacts sur la végétation sont liés aux modalités d'exploitation, innovatrices et expérimentales ; les niveaux d'exploitation, exprimés en journées-pâturage-équivalent brebis/ha/an (équivalent des besoins journaliers d'une brebis à l'entretien non complé-mentée), sont stabilisés en dernière année à un niveau

très élevé pour ce type de milieu (800 jpb/ha/an), avec des performances de croissance des agneaux comparables aux troupeaux herbassiers mérinos de la Crau (200 à 220 g de GMQ). Les brebis maigrissent, pendant les quatre mois du séjour (sevrage à 77 jours), en particulier sur les parcelles au gyrobroyage haut (12 à 20% de perte de poids). Sur les parcelles rases, les pertes d'état corporel sont similaires à celles observées lors des agnelages d'automne en Crau (-0,2 à -0,5 points de NEC).

L'intégration durable de cette séquence d'exploitation innovante dans les systèmes d'élevage ovin viande méditerranéens reste cependant à tester en vraie grandeur et sur la durée, en particulier la viabilité économique des niveaux de complémentation nécessaires pour garantir un état satisfaisant des animaux.

Bien qu'elle n'ait pas fait l'objet de mesures, l'introduction du pâturage bovin ou caprin après un broyage d'ouverture initial se traduit par une bonne maîtrise des rejets de chêne kermès, avec une pression de pâturage suffisante. On atteint alors plus rapidement le stade où les rejets sont contenus au niveau du sol (cf. § D1 p.33 et D3 p.35).

F2 Phytocide et pâturage ovin

Cette combinaison de techniques a été expérimentée sur le dispositif INRA du **Petit Luberon**.

Les données de la parcelle seulement pâturée intègrent une année sans pâturage (troisième année).

Le pâturage permet donc de stabiliser le phytovolume autour de 1 500 m³/ha. La comparaison des deux autres courbes montre que le pâturage renforce l'effet du phytocide en réduisant presque de moitié le phytovolume accumulé (fig.28). De plus, au bout de sept

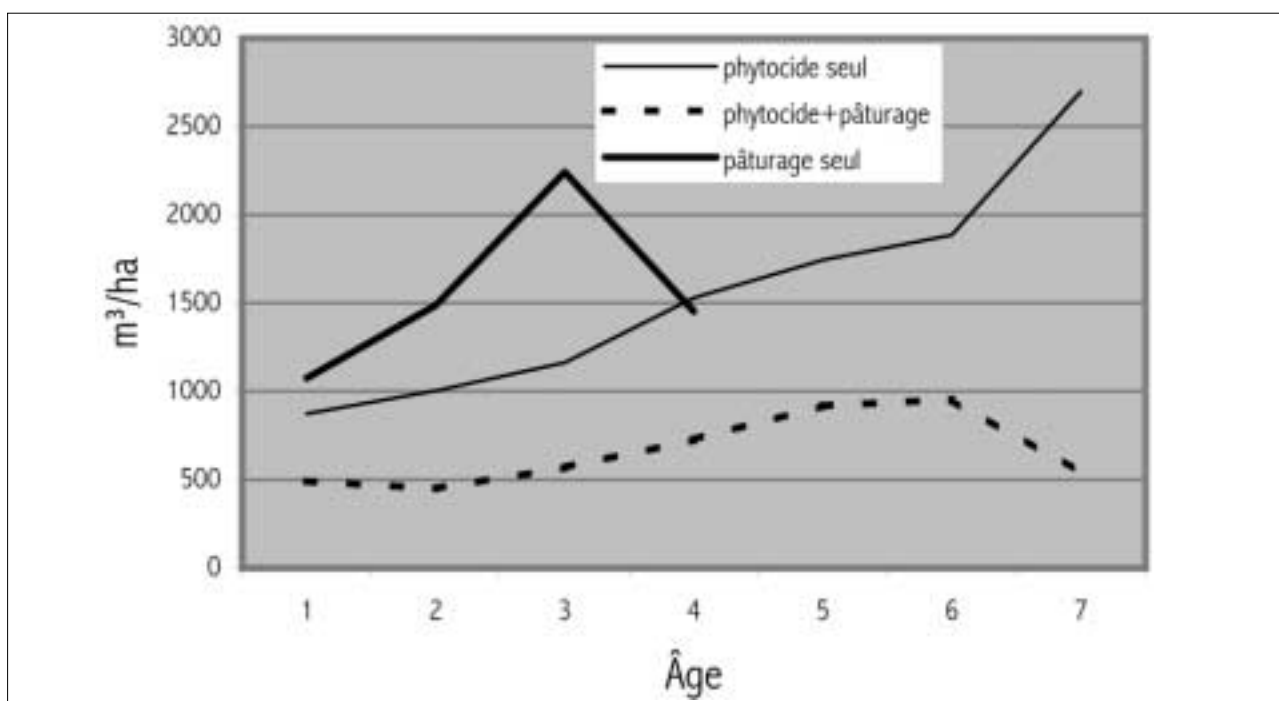


FIGURE 28. ÉVOLUTION DU PHYTOVOLUME ARBUSTIF D'UNE PARCELLE TRAITÉE AU PHYTOCIDE ET PÂTURÉE. PETIT LUBERON

ans, l'effet cumulé du pâturage finit par avoir un impact dépressif sur le chêne kermès.

F3 Brûlage et pâturage ovin

Cette combinaison correspond à la gestion « traditionnelle » des landes à chêne kermès, pratiquée par les bergers, et relevée dans l'Hérault (Aussibal, 2002).

F31 La technique

Le brûlage avait lieu en général en fin de période de pâturage, l'essentiel des herbacées étant consommé. Aux dires des bergers, « *autrefois la meilleure période de brûlage était le début d'été sur une végétation sèche, les repousses limitées souffrent tout long du plein été et les reprises de végétation d'automne des premiers gels* ».

Ces brûlages de début d'été, tout en préservant un bon maintien du tapis herbacé, permettent une bonne combustion des charpentes de kermès et favorisent à terme une meilleure pénétrabilité du milieu par le troupeau au pâturage en gardiennage.

Hors été, les périodes de début d'automne (de fin septembre à début octobre) et/ou de fin d'hiver sont les plus propices, tout particulièrement si elles sont sèches. Le brûlage de début d'automne recoupe certains avantages du brûlage de début d'été, avec les premiers gels qui grillent les jeunes feuilles de kermès en début d'hiver, et avec une repousse de printemps plus basse par rapport à un brûlage de fin d'hiver.

Les conditions nécessaires pour un bon brûlage

Dans tous les cas les herbacées non consommées et sèches sur pieds, sous la végétation ligneuse, sont utilisées pour enflammer les matras de kermès.

Un délai de quatre à cinq ans entre deux brûlages est nécessaire pour que le tapis herbacé soit « bien fourni » sous le kermès et pour que la continuité horizontale et verticale de la végétation ligneuse soit suffisante dans la matras. Ce délai permet aussi de préserver la meilleure glandée qui selon les éleveurs est celle de la troisième année après brûlage.

Les techniques de brûlage (fig.29)

Brûlage à la matras

Dans les zones de pelouses et de landes claires, les brûlages pastoraux sont opérés matras par matras : les éleveurs, tout en gardant, allumaient de petits feux sur des surfaces limitées.

Les brûlages à la matras sont réalisés par une à deux personnes avec du petit matériel sur des végétations inférieures à 50% de recouvrement en ligneux, essentiellement du chêne kermès en matras discontinues

Brûlages par quartiers

Dans les zones de landes hautes et de landes fermées, les brûlages sont réalisés par grands quartiers (jusqu'à 40 ha) délimités par des « coupes feux » naturels (secteurs rocheux, fonds de ruisseaux, « recs »...)

ou des aménagements existants (routes, chemins, sentiers...).

Les brûlages pastoraux par quartiers sont réalisés en équipes d'entraide composées de personnes formées et équipées de petit matériel (véhicule léger, tonne à d'eau, pulvérisateurs à dos, torches...) sur des végétations ligneuses supérieures à 50% de recouvrement, essentiellement composées de chêne kermès.

Dans tous les cas les pratiques de brûlage, par matras ou par quartier, sont tournantes pour respecter le délai de quatre à cinq ans entre deux brûlages et maintenir une bonne diversité de la ressource pastorale (herbes, glands, feuilles...).

F32 Un exemple d'impact sur le long terme

L'analyse de l'évolution des activités pastorales et de leurs impacts sur les milieux dans le cadre de l'étude du territoire d'Aumelas (34) permet de donner une idée du résultat sur la végétation de ce type de pratiques pastorales sur le long terme.

Évolution des milieux sur les territoires pastoraux

Pour cette analyse, les surfaces en friches sont exclues des milieux pastoraux du fait des difficultés d'interprétation de leurs évolutions, fruit des restructurations et des délocalisations des activités viticoles (arrachages, plantations).

Sur cette base, l'analyse de l'évolution des milieux sur les territoires pastoraux (parcours) des exploitations présentes en 1991 (tabl.6) permet de cerner des tendances différentes en fonction du maintien ou de la disparition des pratiques d'élevage.

Les milieux ouverts

Si l'on considère comme milieux pastoraux ouverts les pelouses, landes ouvertes et bois clairs, ces milieux ont moins régressé (-27%) sur les territoires des exploitations n°1 et n°4 où l'élevage a récemment disparu, que sur les exploitations n°3 et 5 où l'élevage est toujours présent (-33%). Ce phénomène s'explique en grande partie par une diminution très progressive des effectifs avec un repli des animaux sur les secteurs de pâturage les plus favorables (milieux ouverts) avec maintien des pratiques de brûlage (notamment sur l'exploitation n°1) et par une disparition tardive de ces exploitations en 1999 et 2002. L'inversion de ce phénomène est à venir.

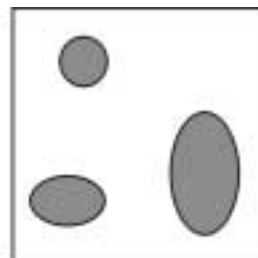
L'impact du pâturage et du brûlage apparaît alors ici comme plus efficace sur les milieux les moins contraignants (pelouses et landes claires) avec le maintien d'une gestion plus traditionnelle.

Les milieux fermés

Si l'on considère comme milieux fermés les landes fermées et bois taillis fermés, ceux-ci s'accroissent de 93% sur les territoires d'exploitations où l'élevage s'est maintenu (n° 3 et 5) et de plus de 170% sur le territoire des exploitations disparues (n°1 et 4) où les milieux

brûlage à la mattematériau

Recouvrement des ligneux bas < 30% (pelouses) avec mottes discontinues ; de 0,05 à 0,1 ha traités par ha et par an, chacune des mottes étant brûlée tous les quatre à cinq ans



brûlage par quartier

La végétation ligneuse est plutôt continue avec peu ou pas de mottes distinctes, les brûlages sont à réaliser tous les quatre à cinq ans avec nécessité de créer des layons de sécurité tout en s'appuyant sur des zones non combustibles (Nc) existantes (affleurements rocheux, routes, pistes, sentiers...) pour mieux cerner le chantier de brûlage et limiter au maximum les travaux de préparation

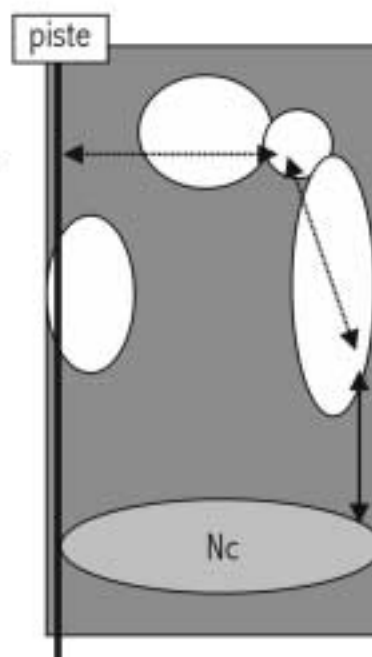
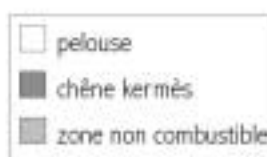
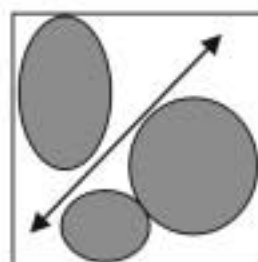


FIGURE 29. LES TECHNIQUES DE BRÛLAGE

Évolution de la végétation sur les exploitations où l'élevage s'est maintenu

TYPE DE SURFACE	ANNÉE	1956	2002	ÉVOLUTION %
Surfaces de milieux ouverts (ha)		568	381	-32,9
Surfaces de milieux fermés ou en voie de fermeture (ha)		188	363	93,1

Évolution de la végétation sur des exploitations où l'élevage a disparu

TYPE DE SURFACE	ANNÉE	1956	2002	ÉVOLUTION %
Surfaces de milieux ouverts (ha)		896	651	-27,3
Surfaces de milieux fermés ou en voie de fermeture (ha)		128	347	171,1

TABLEAU 6. ÉVOLUTION DES FORMATIONS VÉGÉTALES EN FONCTION DES ACTIVITÉS D'ÉLEVAGE. AUMELAS

en voie de fermeture de landes à chêne kermès et de bois de chêne vert ont été abandonnés relativement tôt en faveur d'un repli sur les milieux les plus ouverts (cf. ci-dessus).

La fermeture des milieux apparaît alors comme étant presque deux fois plus rapide sur les territoires où l'élevage tend à disparaître.

Le territoire n°2 a fait l'objet de différentes phases d'abandon et reprise d'activité dont la plus récente se situe entre 1991 et 1996. Cette reprise pastorale se traduit par une forte progression des milieux ouverts, tout particulièrement des pelouses reconquises sur des friches embroussaillées (prunellier, Rosacées et genêt d'Espagne) et sur des landes en voie de fermeture (genêt scorpion, genévrier oxycèdre et/ou chêne kermès) par des feux de réouverture sur les secteurs les plus favorables en proximité de la bergerie. Par la suite, la végétation ligneuse a été contrôlée, pendant cinq ans, par une bonne gestion traditionnelle associant pression pastorale et brûlage à la matte. Depuis le départ de l'éleveur ce phénomène est en train de s'inverser.

En conclusion

Un redéploiement pastoral et un accroissement de la pression de pâturage associés à une pratique raisonnée du feu sur les pelouses, les landes et tout particulièrement sur les zones d'interface (entre milieux

ouverts et milieux fermés) auraient pour effet de mieux contenir voire d'infléchir la progression des ligneux envahissants dont le chêne kermès.

F4 Autres combinaisons de techniques

D'autres combinaisons peuvent être envisagées, mais ne bénéficient pas actuellement de recul :

- la succession **brûlage, broyage et pâturage** ; le test par un éleveur héraultais s'est révélé peu concluant : « *le broyage n'amène rien si le brûlage est fait correctement : les brebis parviennent à pâturer ce qui repousse entre les tiges calcinées qui finissent de toute façon par disparaître avec le piétinement* » ;
- la réalisation d'un **brûlage immédiatement après broyage** ; un essai réalisé par la cellule de Brûlage Dirigé 34 est apparemment peu satisfaisant : le broyat brûle mais chauffe fortement le sol. Par ailleurs, un site broyé est plus difficile à brûler : le broyat inégalement réparti au sol génère une combustion par « bandes » ;
- enfin, un essai **brûlage puis broyage** par la cellule Brûlage Dirigé 34 est programmé.

G. Comparaison des coûts

Les coûts des techniques employées seules sont répertoriés dans le tableau 7. Le chapitre 4 sur les préconisations de gestion présente les coûts des combinaisons de techniques sur un pas de temps de dix ans ce qui permet de mieux se rendre compte du coût final des itinéraires techniques, entretien compris, et du rapport et des frais occasionnés par une valorisation pastorale.

La technique du pâturage induit des coûts variables à l'hectare. Les coûts présentés (°) correspondent aux montants proposés aux éleveurs en PACA dans le cadre des engagements agri-environnementaux (CTE, MAE, CAD), pour assurer un pâturage soutenu destiné à contrer la dynamique d'embroussaillage, sans intervention autre que le pâturage. Les niveaux d'engagement et les rémunérations correspondantes sont fonction de l'impact de l'espèce sur ce type de milieu (caprin > bovin camarguais > ovin) et des surcoûts liés aux systèmes d'élevage.

TRAITEMENT	COÛT MINIMUM €/ha	COÛT MAXIMUM €/ha	OBSERVATIONS
Broyage mécanique d'ouverture sans arbres	600	1 400	Débroussaillage mécanique (source : ONF 13 et 84)
Broyage mécanique d'ouverture avec arbres	1 400	3 000	Débroussaillage mécanique + traitement des arbres (éclaircie, élagage), (sources : ONF 13 et 84)
Broyage d'entretien	400	500	selon si une part manuel ou pas (sources ONF 84)
Brûlage surfaces < 10 ha avec arbres conservés	700	1 100	(sources : ONF 84 et ONF 11)
Brûlage surfaces 25 à 50 ha sans arbres	70	160	(sources : cellule Brûlage Dirigé 34 *)
Brûlage d'entretien par taches	30	70	SIME, brûlage pastoral
Brûlage d'entretien 10 à 20 ha	50	120	SIME, brûlage pastoral
Phytocide	610		Coût entreprise
Remise en culture Montpezat	2 246		Cumul coûts années 1 à 3
Remise en culture Vautade	2 400		Coût entreprise
Remise en culture pérenne (vigne, oliviers)	3 700	6 600	Défrichement hors coût de plantation Chantiers FDGER - Cons. Général 13
Remise en culture Aumelas	1 216	1 471	Disage et semis chaque année
Pâturage ovin soutenu (°)	46	114	Niveau CTE : ralentissement de l'embroussaillage
Pâturage bovin serré (°)	69	160	Niveau CTE : stabilisation de l'embroussaillage
Pâturage caprin (°)	137	214	Niveau CTE : régression des ligneux bas

* Ces chiffres n'incluent pas l'amortissement des engins de lutte qui assurent la surveillance des opérations de brûlage car ils sont pris en charge par le Conseil général de l'Hérault. Les différences de coût du brûlage entre départements sont dues aux différences entre surfaces unitaires des chantiers. Ceux-ci sont réalisés en une journée avec à peu près le même nombre d'intervenants. Ceux sous pinède sont réellement plus lents à mener.

(°) voir texte

TABLEAU 7. RÉFÉRENCES DE COÛTS UNITAIRES DES DIFFÉRENTES INTERVENTIONS

3. Modalités d'utilisation pastorale des coupures à chêne kermès en régions PACA et Languedoc-Roussillon

LES GARRIGUES À CHÊNE KERMES sont globalement des parcours peu productifs et de faible qualité pastorale. Dans un contexte général de diminution de l'emprise humaine sur les collines méditerranéennes depuis la dernière guerre, ces milieux difficiles ont été les premiers délaissés et leur forte dynamique naturelle a repris rapidement le dessus. L'interdiction du pâturage sur les communaux soumis au régime forestier a pu accélérer localement cette dynamique de repli de l'élevage sur les surfaces fourragères et parcours plus attractifs (département des Bouches-du-Rhône 1956, Petit Luberon 1944).

Mis à part des situations « relictuelles » d'exploitations traditionnelles encore en place (Gard et Hérault, cf. analyse du Causse d'Aumelas, § A2 p.12), la présence des troupeaux dans ces garrigues correspond à des situations récentes de reconquête pastorale depuis le milieu des années quatre-vingts : la plupart du temps, ces réalisations sont rattachées à une problématique DFCI.

Il y a peu d'installations ex nihilo sur ce type de garrigue en raison de la faible ressource à l'hectare, de son manque de diversité et de l'absence d'équipements en place. Les anciens bâtiments agricoles ayant été recyclés en raison de la pression foncière et touristique qui s'exerce sur ces massifs (Luberon, Alpilles, Étoile...), seule une forte volonté communale peut aboutir à des installations avec notamment la prise en charge partielle des équipements et des bâtiments d'exploitation.

On a donc le plus souvent affaire à des redéploiements saisonniers sur garrigues d'élevages existants. Partenaire occasionnel ou associé de plus en plus souvent dès la conception du projet, le pâturage est aujourd'hui présent sur de nombreux sites et il

Les coupures de combustible pâturées présentent trois spécificités principales :

- l'insertion du pâturage sur un projet de coupe modifie les caractéristiques structurelles de la coupe (taille et localisation du site, équilibre entre zones stratégiques DFCI et zones d'alimentation complémentaires, type d'équipements) et la combinaison de séquences des techniques d'entretien ;
- un double objectif sur la végétation est recherché en tant que combustible à maîtriser et ressource pastorale à pérenniser voire à améliorer ;
- l'introduction d'un nouvel intervenant sur la coupe, l'éleveur, génère des produits et des charges spécifiques.

convient donc de préciser les conditions de son intégration dans ces dispositifs.

Aucun éleveur ne peut envisager sa production uniquement sur ce type de ressource. Les parcours à chêne kermès intéressent néanmoins des éleveurs ovins ou caprins :

- soit parce qu'ils sont associés à l'exploitation d'autres milieux plus appétents (garrigues à chêne vert, landes à romarin, friches, terres cultivées) ou à une distribution d'aliments complémentaires ;
- soit parce qu'ils sont utilisés à une saison donnée avec des animaux à faibles besoins (brebis vides) et qu'ils sont périodiquement entretenus par broyage ou brûlage, permettant l'accès à une ressource réelle (herbe, glands et feuillage).

Ces milieux sont recherchés également en tant que tels par les éleveurs de bovins camarguais et espagnols car ils constituent des espaces au sec pour les mises-bas des vaches en période hivernale.

A. Valeur alimentaire des parcours à chêne kermès

A1 Qualité de la ressource pastorale

L'offre pastorale des garrigues à chêne kermès est fournie principalement par des espèces pérennes : le feuillage du chêne kermès et le brachypode rameux sont une constante de la ressource lors de leur(s) période(s) de croissance annuelle, puis sous forme d'un stock sur pied permanent de faible appétence.

Deux saisons présentent une offre alimentaire de meilleure qualité :

- le plein printemps où les jeunes pousses herbacées et arbustives sont tendres, et où sont présentes la majorité des espèces annuelles à cycle court ;
- l'automne avec la maturation assez régulière des glands d'une année sur l'autre, et les années favorables, une période plus courte de croissance secondaire des tiges.

Ces différentes composantes de la ressource sont situées schématiquement dans le calendrier présenté au tableau 8.

	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUN	JUILLET	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.
OFFRE DES LIGNEUX												
- pousse principale et secondaire												
- stock sur pied												
- glands												
OFFRE DES HERBACÉES												
- pousse principale et secondaire												
- stock sur pied Brachypode												

TABLEAU 8. RÉPARTITION SAISONNIÈRE DES RESSOURCES PASTORALES DES PARCOURS À CHÊNE KERMÈS

Certaines garrigues mixtes peuvent offrir une ressource plus attractive et sont recherchées par les éleveurs, quand l'espèce co-dominante est de meilleure qualité pastorale (buplèvre, chêne vert), ou quand l'accès à la ressource est plus aisé (romarin, ciste, brachypode). A contrario, une densité importante d'ajonc épineux ou de genêt scorpion a un effet répulsif sur le troupeau, dès que les pousses sont lignifiées. Enfin, le couvert du pin d'Alep retarde le dessèchement de la ressource en fin de printemps.

Quelques espèces recherchées par les animaux sont souvent présentes, sans être dominantes : carex, dactyle hispanique, Légumineuses annuelles, aphyllante, globulaire, coronille à feuilles de jonc, fumana fausse-bruyère, filaires... motivent l'exploration du parcours par le troupeau.

Dans la mesure où la ressource est principalement constituée d'un stock sur pied, et pour ne pas épuiser ces bonnes espèces peu productives, il n'y a le plus souvent qu'une phase d'exploitation saisonnière dans l'année. Seuls les caprins échappent à cette règle.

A2 Intérêt pastoral pour des ovins

Pour le pâturage des ovins, les garrigues à chêne kermès n'ont pas toutes un intérêt pastoral. Deux caractéristiques sont nécessaires à leur exploitation.

Un milieu semi-ouvert et pénétrable

La pénétrabilité des animaux est fonction du recouvrement et de la hauteur du kermès. Son port rigide et piquant constitue rapidement une barrière pour les animaux, dès 30 à 40 cm de hauteur. La conduite en parc clôturé facilite cependant la pénétration des animaux dans des milieux plus fermés. De même, la connaissance par le troupeau (et par l'éleveur) d'un parcours utilisé régulièrement augmente sa faculté de circulation. La figure 30 illustre ces seuils empiriques de pénétrabilité.

Les états de structures favorables sont soit le résultat d'une continuité dans la gestion pastorale (gestion traditionnelle par le pâturage et le feu) qui a limité le développement du chêne kermès, soit des formations spontanées sur des stations de faible fertilité : garrigues mixtes à brachypode, ciste ou romarin, garrigues basses sur sols squelettiques.

Là où le kermès est mieux implanté, la pénétrabilité doit être maintenue par une intervention périodique. Sur des repousses d'un broyage en plein, le seuil DFCI d'embroussaillage de 2 000 à 2 500 m³/ha est cohérent avec la pérennisation du pâturage.

Une présence d'herbacées

Le recouvrement herbacé minimum souhaité est de 20% sur des grands sites et plus important sur les gar-

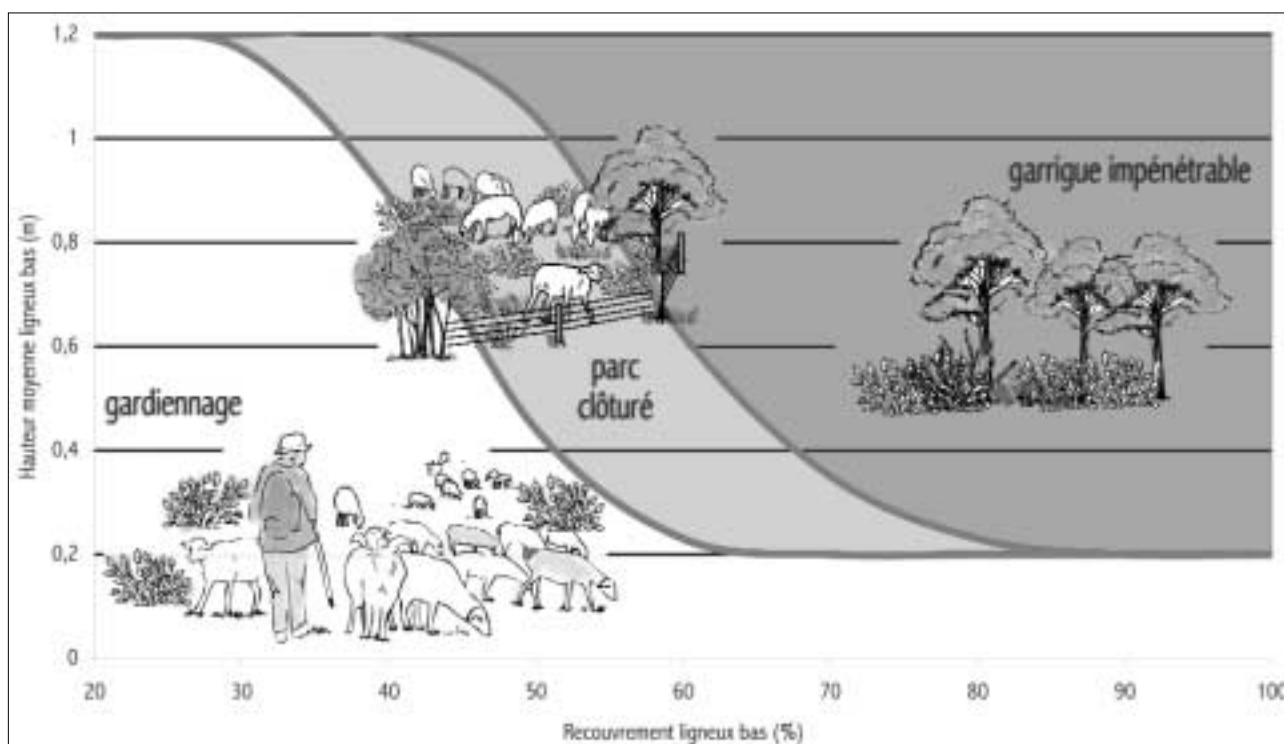


FIGURE 30. SEUILS DE PÉNÉTRABILITÉ POUR DES OVINS DANS LES GARRIGUES À CHÊNE KERMÈS

rigues à fort recouvrement de kermès ; un minimum de 40% est recherché en objectif de réouverture d'une garrigue fermée.

Le développement des Graminées est progressif. Il faut compter cinq à six ans pour voir augmenter le recouvrement herbacé d'un site dans de bonnes conditions de pâturage et d'entretien, comme l'illustre la courbe d'enherbement moyen sur la coupure du **Trou du Rat** (Vaucluse) (fig.31).

Il n'est donc pas conseillé de modifier l'assiette des

surfaces pâturées d'une année sur l'autre, l'impact du pâturage étant cumulatif.

L'enherbement est moins stratégique quand le feuillage des arbustes associés (chêne vert, filaire, buplèvre) est bien consommé par les brebis ; la glandée à l'automne constitue un apport supplémentaire. Ces deux ressources peuvent doubler le potentiel pastoral. Il est donc nécessaire d'être attentif à maintenir leur présence, et leur accessibilité au troupeau.

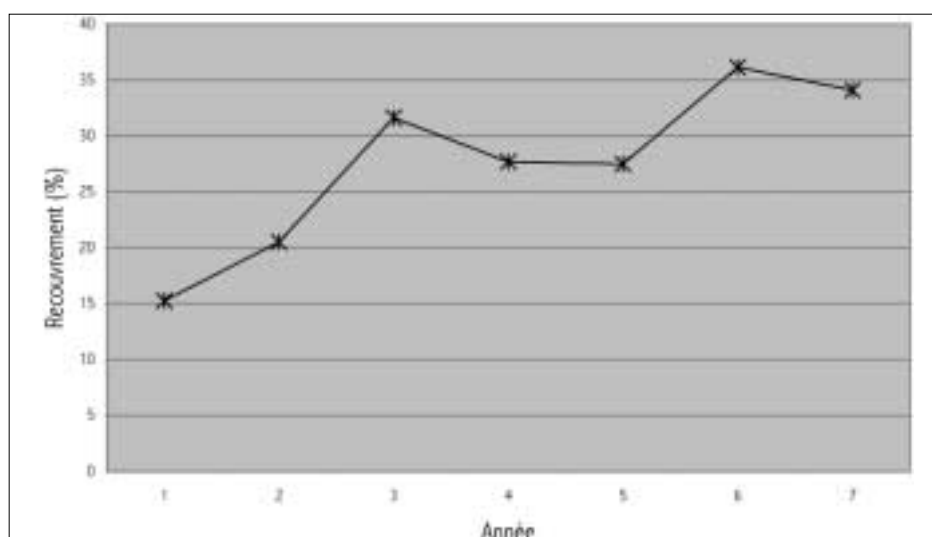


FIGURE 31. ÉVOLUTION DU RECOUVREMENT HERBACÉ. TROU DU RAT

A3 Intérêt pastoral pour des bovins

Les bovins sont plus indifférents à la végétation : la garrigue peut être fermée jusqu' à 80% sur 1 m de hauteur, la première motivation des éleveurs étant de mettre les animaux au sec dans des endroits isolés. Les bovins ont un comportement plus individuel qui permet une pénétration dans des végétations denses.

Les types de garrigues les mieux adaptées sont les formations mixtes à chêne vert ou à buplèvre où la ressource est plus abondante, et qui présentent des zones d'abri utilisées comme reposoirs nocturnes.

La qualité alimentaire de la végétation est appréciée par les manadiers à travers l'enherbement car l'herbe grossière est recherchée par les animaux, même à l'intérieur de buissons peu pénétrables ; des chargements et une complémentation adaptés permettent cependant de valoriser la ressource arbustive des rames de kermès, pour couvrir les besoins de production des vaches en début d'allaitement.

Les choix alimentaires des deux espèces animales sont différents et relativement complémentaires, comme en témoigne la comparaison des taux de prélèvement moyens lors d'exploitations hivernales de la garrigue dans les Alpilles (Dureau & Arnaud, 1993) (tabl.9).

ESPÈCES VÉGÉTALES	OVINS	BOVINS
STRATE HERBACÉE		
Légumineuses	5	2-3
Graminées	4	5
Herbacées aérophiies	0-1	3
STRATE ARBUSTIVE		
Thym	0-4	4
Ostes	1	3
Romarin	1-2	0
Ajonc	0	2
Buplèvre	5	5
Chêne kermès	0-1	4
Chêne vert	1-5	5
Filaies	5	3
Buis	0	0-4
Amélanchier	4-5	5
Ronces – aubépine	2	5
Genévrier cade	2	0

TABLEAU 9. TAUX MOYENS DE CONSOMMATION EN FIN D'HIVER (INDICES DE RACLAGE-ÉCHELLE DE 0 À 5)

A4 Intérêt pastoral pour des caprins

En ce qui concerne les caprins, le potentiel est plus difficile à quantifier car les formations à chêne kermès sont le plus souvent associées à d'autres ressources lors des circuits de pâturage quotidiens. La période d'offre privilégiée se situe lors de la pousse printanière (mi-avril), mais une consommation régulière et soutenue par le troupeau peut prolonger cette période d'activité de la végétation. Le pâturage s'oriente préférentiellement vers les tiges hautes plutôt que sur les rejets au sol créés par un broyage (meilleure préhensibilité ou composition différente des pousses ?). La majorité des arbustes sont consommés. Le prélèvement par tri des caprins au pâturage permet de multiplier les passages dans l'année sur un même secteur, pour valoriser les décalages de pousse entre les espèces.

A5 Utilisations pastorales dominantes des garrigues à chêne kermès

Le tableau 10 présente les principales fonctions alimentaires assurées par la garrigue à chêne kermès, ainsi que les niveaux d'utilisation correspondants exprimés en journées-pâturage par type d'animal ; en dehors des caprins, il s'agit d'une fonction spécialisée sur l'année, avec prélèvement complet de la ressource disponible.

Ces niveaux d'exploitation, référencés en situations réelles, sont nettement inférieurs aux potentiels issus des expérimentations de l'INRA-ENSAM (cf. fig.20), qui concernent des animaux à l'entretien (boucs et moutons castrés), ou de forts niveaux de complémentation pour les brebis allaitantes, marginaux ou absents dans les conduites d'élevage actuelles du midi méditerranéen.

FACIÈS DE VÉGÉTATION	FONCTION ALIMENTAIRE	NIVEAU D'UTILISATION (EN JOURNÉES-PÂTURAGE)	REMARQUES
Garrigue à chêne kermès sous couvert de pin d'Alep après débroussaillage	Entretien des brebis au printemps précoce ou en hiver	300 – 400 jeb/ha /an	Ouverture initiale par broyage 1 exploitation par an
	Gestation des brebis en fin de printemps	300 – 400 jeb/ha /an	Ressource stabilisée Complémentation 10% en hiver
Garrigue dense à chêne kermès et buplèvre après incendie	Entretien hivernal des brebis	600 à 500 jeb/ha /an	Ouverture initiale par incendie Sans travaux complémentaires, la ressource décroît sur 10 ans Complémentation 15%
Garrigue à chêne kermès et chêne vert partiellement ouverte	Entretien hivernal des brebis	200 – 300 jeb/ha /an	Moyenne sur un grand site gardé ouvert sur les 2/3 de la surface Pas de complément
Garrigue dense à chêne kermès	Fin de gestation et début d'allaitement des vaches espagnoles ou camarguaises en hiver	350 à 150 jp.bov/ha /an	La ressource décroît avec l'ouverture du milieu Complémentation 50% Troupeau à bon niveau de productivité (0,75)
Garrigue dense à chêne kermès	Entretien des chèvres en lactation	200 à 400 jp.chèvres/ha /an	Les besoins de production sont couverts par une ressource complémentaire pâturée ou distribuée L'herbe intervient peu dans la ressource

TABLEAU 10. VALEUR ALIMENTAIRE DES DIFFÉRENTS FACIÈS DE VÉGÉTATION

B. Caractéristiques des coupures sur garrigues à chêne kermès en fonction des systèmes d'élevage utilisateurs

Avec une quinzaine d'années de recul pour les opérations les plus anciennes, on peut établir une **typologie des coupures pâturées** existantes sur ce type de milieu.

L'espèce utilisatrice et la taille de l'élevage, la période et la durée de pâturage, ainsi que la taille du site, sont les facteurs structurels qui permettent de raisonner l'intégration des attentes DFCI dans le système d'élevage.

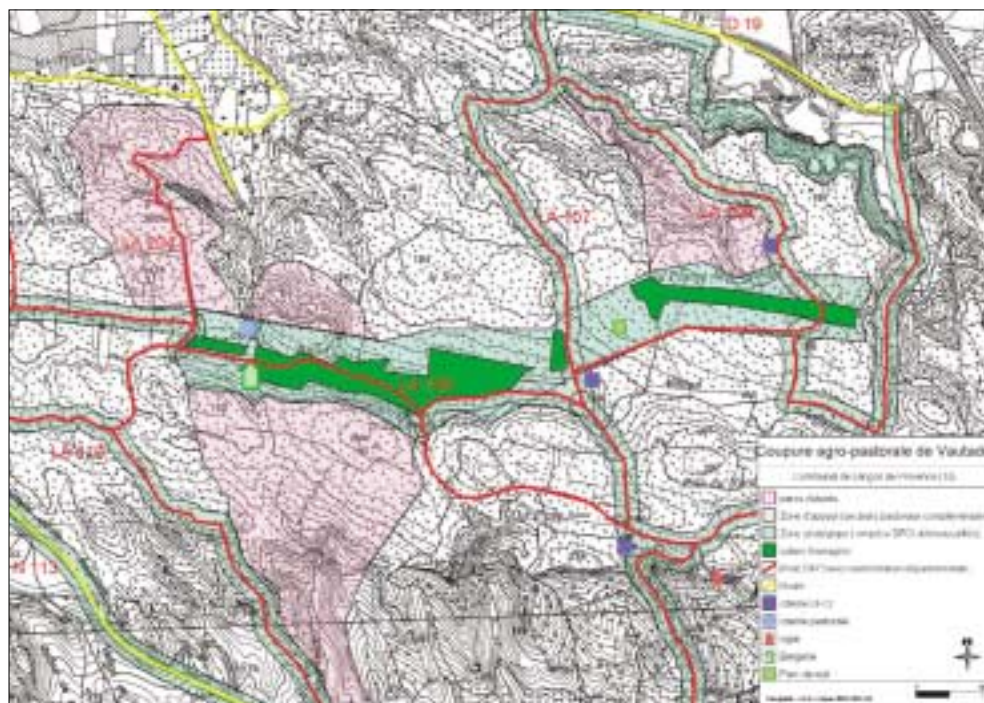
Les fiches 1 à 5 présentent les caractéristiques des situations les plus fréquemment rencontrées : les trois premières concernent des élevages ovins transhu-

mants qui sont le plus souvent associés à la gestion des coupures sur chêne kermès ; la fiche 4 présente un système d'élevage caprin produisant des fromages fermiers ; la fiche 5 expose la transhumance hivernale des bovins sauvages à partir des zones humides littorales.

En vis-à-vis de ces fiches sont schématisés d'une part le cycle annuel de production de ces systèmes d'élevage, d'autre part la structuration spécifique de la coupure pâturée. Globalement, l'implication des éleveurs sur les sites sera fonction des garanties qu'ils possèdent sur la pérennité de leur exploitation pastorale, et sur la place plus ou moins stratégique qu'ils leur confèrent dans le calendrier d'alimentation du troupeau.

Fiche 1

Un système ovin transhumant basé sur une coupure agropastorale



Implantation de la coupure sur le site

Coupure agropastorale localisée dans un vallon ou sur un piémont cultivable (10 à 50 ha au sec) au sein de vastes espaces de garrigues.

Noyau dur centré sur l'espace agricole, la continuité du dispositif stratégique étant complétée, si nécessaire, par le traitement des garrigues interstitielles.

De part et d'autre de l'axe cultivé, zones d'appui diminuant l'intensité des feux incidents et facilitant le contrôle des sautes.

Équipements nécessaires

Bâtiment d'élevage et de stockage - Alimentation en eau.
Logement adapté à la durée du séjour (siège d'exploitation ou place de printemps).
Parcs de pâturage et de contention (traitements, tri, tonte...).



Modalités d'exploitation

Implication forte de l'éleveur sur le site l'amenant à rouvrir le milieu par des remises en cultures et/ou par du brûlage pastoral, afin de couvrir et de sécuriser l'alimentation du troupeau. Des fonctions importantes sont assurées sur le site : au minimum l'agnelage de printemps, la retape et la lutte des brebis après sevrage des agneaux ; deux lots sont différenciés au pâturage.

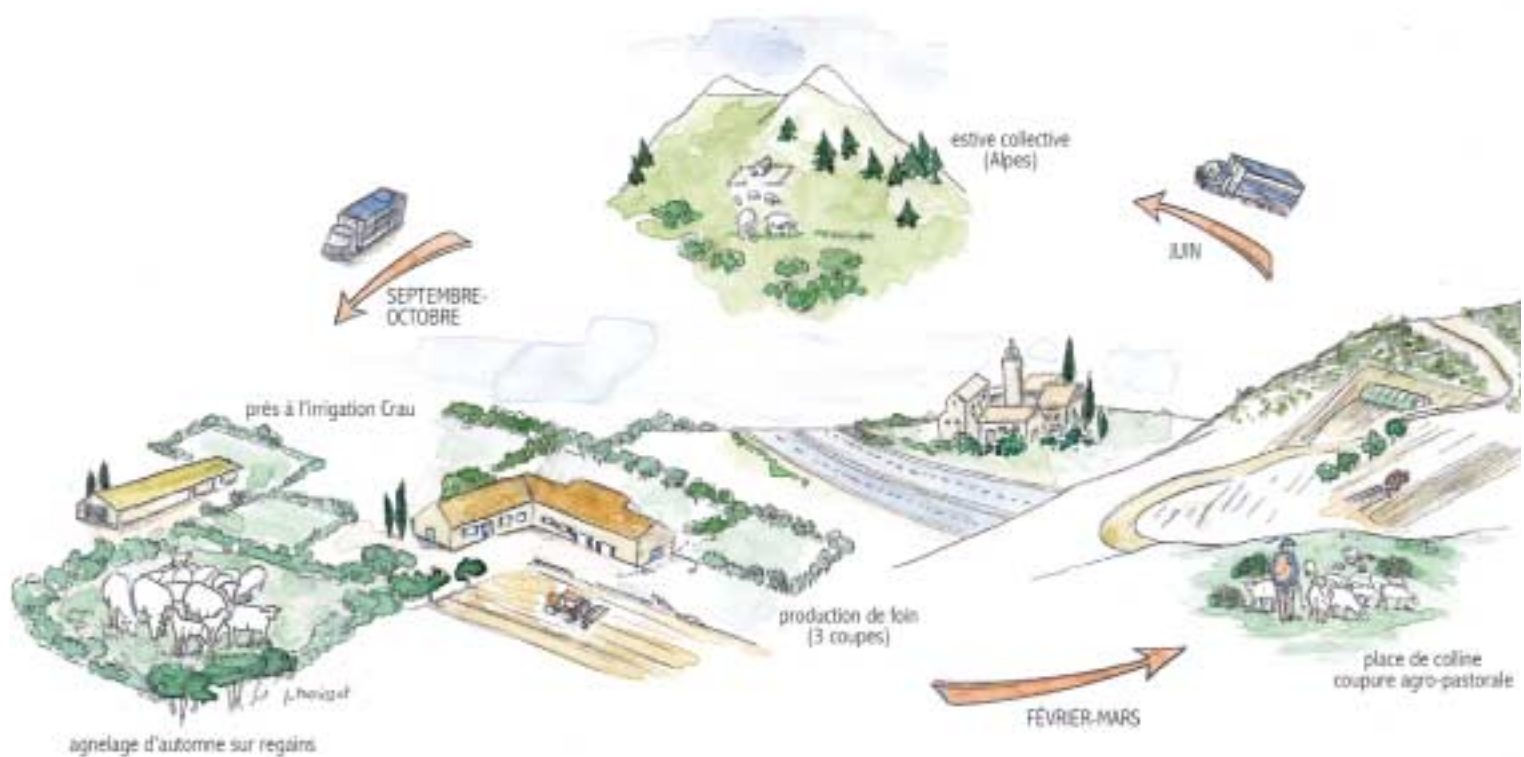
Les modes d'exploitation sont diversifiés.

Les phases de production sont assurées principalement par la ressource fourragère.

La surface et la durée du séjour permettent de spécialiser des quartiers de parcours utilisés par les brebis à l'entretien (un lot-une saison d'utilisation).

Aux saisons favorables, les circuits peuvent associer parcours et passage sur les semés.

Association fréquente de parcs et de gardiennage, pour gérer simultanément les deux lots.







Impact sur la végétation

Fort impact sur les cultures (travail du sol, pâturage rationné ou fauche avant le départ en montagne).

Les conditions sont réunies pour optimiser la gestion des parcours : l'exploration du milieu est d'autant plus importante que le berger et le troupeau sont accoutumés au site (connaissance des biais et zones de récupération), et qu'il peut varier les modes d'exploitation (passages répétés ou gardiennage serré, parcs de nuit, de chôme, de décharge ou de fin d'après-midi, soupades).

L'herbe est tenue rase pour maintenir son appétence et la ressource arbustive est prélevée (glands, jeunes pousses) sur les quartiers utilisés régulièrement ; seules les zones tampons destinées à pallier les aléas climatiques sont par nature incomplètement exploitées.

Système d'élevage	Période et durée				Taille du site
	Aut.	Hiv.	Print.	Été	
Élevage ovin transhumant Troupeau de 300 à 600 brebis					150 à 300 ha + surfaces fourragères
	4 à 9 mois				

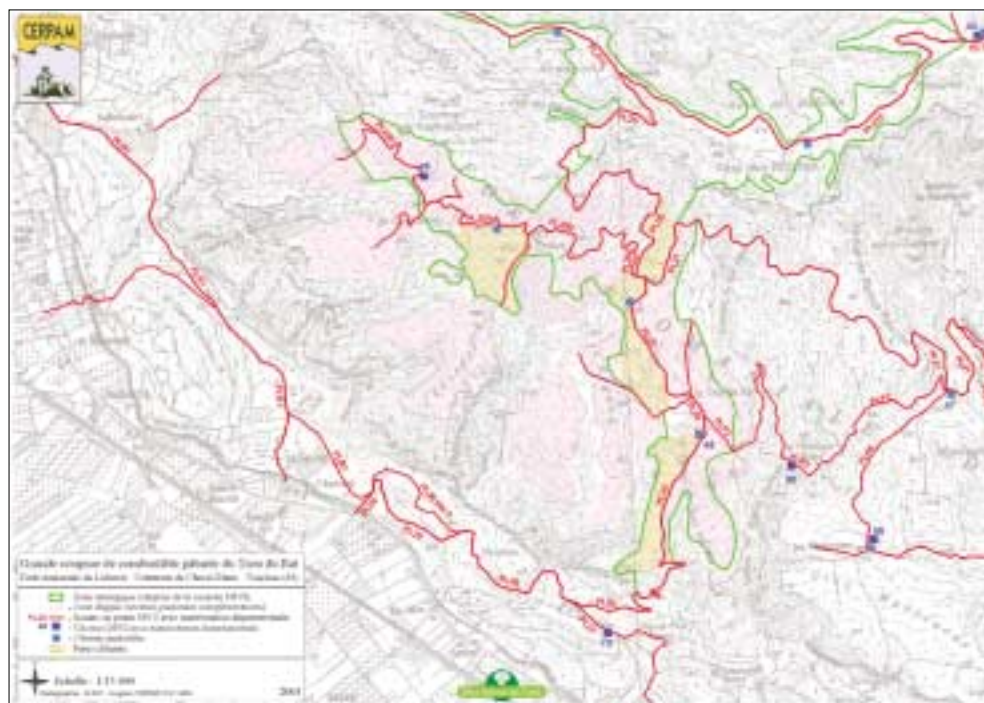
Commentaires

Les élevages concernés sont soit des herbassiers en phase de stabilisation, soit des élevages de présence ancienne (domaines privés en fermage ou en propriété) ; le site représente pour eux une base d'exploitation.



Fiche 2

Une place hivernale de colline utilisée par un gros troupeau ovin transhumant



Implantation de la coupure sur le site

Vastes étendues de garrigues claires isolées au cœur du massif englobant une coupure linéaire débroussaillée de 100 m de large de part et d'autre d'une piste stratégique.

Le relief ample et la faible dynamique d'embroussaillage (faciès de garrigues mixtes) permettent la circulation pérenne d'un gros troupeau sur les croupes et plateaux adjacents.

Équipements nécessaires

Mobiles (éleveur) : caravane, parcs de nuits en filets électriques, abreuvoirs.

Fixe : citernes pour l'abreuvement avec alimentation autonome (impluvium).



Modalités d'exploitation

Gardiennage lâche, mais passages répétés du troupeau sur l'emprise linéaire de la coupure stratégique.

Pas ou peu de complémentation distribuée.

Utilisation du site en quartiers successifs sur des périodes d'un mois.

ÉLEVEURS : 3 UTH familiales
2 salariés permanents + 1 temporaire
 Effectif = 3300 brebis - Siège d'exploitation : Crau

Exemple d'insertion des collines dans le calendrier de pâturage annuel

		janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
ÉVÉNEMENTS DE REPRODUCTION			Agneage 20%								Agneage 20%		
					Lutte principale					Lutte rattrapage			
PLACES	Distance												
Prés place 1 / 60 ha	0-20 km	1100	400										1000
Prés place 2 / 130 ha		1300										1300	
Prés place 3 / 60 ha 30 ha					2-3 coupes de FCR						1 000 g emment agneages		100
Colline 1 (84) / 150 ha	20-40 km	800		450 agneages				1 coupe de FCR					800
Colline 2 (84) / 120 ha													
Couverts 250 ha	15-20 km			1000									
Cult. fourragères 40 ha				1100		500						1000	
Prés sous estive (38)							1000						
Estive (38)	200-400 km												
Pension 2 estives								1000 250 agneages		1000			

Impact sur la végétation

Fort à proximité des parcs et des citernes.
 Les herbacées et arbustes appétents sont consommés. La circulation du troupeau et la recherche des glands crée des drailles dans le chêne kermès, mais son feuillage est peu consommé en hiver.
 Pas d'interventions mécaniques réalisées par l'éleveur.

Localement des impacts forts pourront être obtenus en parquant les animaux de bât ou en déplaçant les parcs de couchade.

Système d'élevage	Période et durée				Taille du site
	Aut.	Hiv.	Print.	Été	
Gros élevage transhumant Lot de 1 000 à 1 200 brebis à l'entretien					150 à 300 ha garrigue ouverte
					1 à 4 mois

Commentaires

Les élevages concernés sont de grosses exploitations transhumantes (1 000 à 3 000 brebis) capables de réunir un lot de "vassieu" suffisant pour rémunérer les frais de garde et de transport (quelques dizaines de km des sièges d'exploitation, durée minimale de 1 à 2 mois). Elles sont organisées dans la mobilité, afin de « jongler » avec l'enchaînement des places tout au long de l'année.

Un berger salarié est embauché pour assurer la garde du troupeau sur le site.

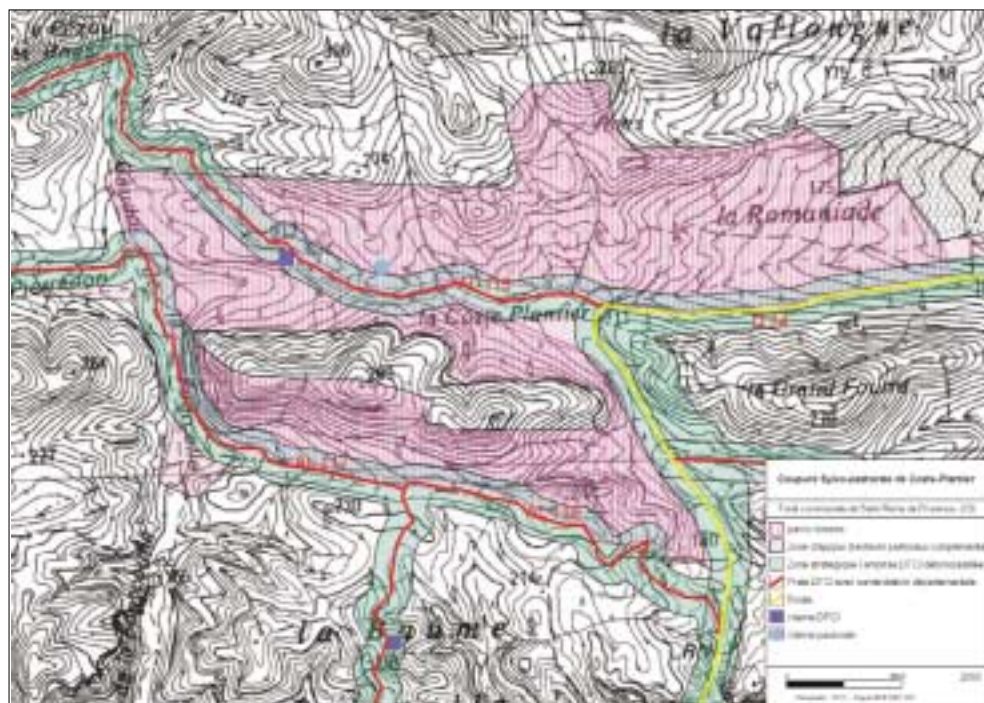
L'intérêt des éleveurs est de trouver une ressource pastorale peu onéreuse durant la période hivernale pour leurs animaux à faibles besoins.

Dans les grands sites, le maintien des milieux ouverts est également un enjeu écologique, qui peut générer des moyens d'ouverture supplémentaires au-delà de l'emprise de la coupe DFCI.



Fiche 3

Un segment de coupe utilisé par un élevage ovin de proximité



Implantation de la coupe sur le site

Quartiers débroussaillés localisés, structurés par une forte logique DFCI. La végétation étant peu pénétrable sans travaux mécaniques, le pâturage est confiné sur le segment de coupe plus ou moins linéaire.



Équipements nécessaires

Parcs fixes ou semi-mobiles.
Citernes pour l'abreuvement mobiles ou fixes.

Modalités d'exploitation

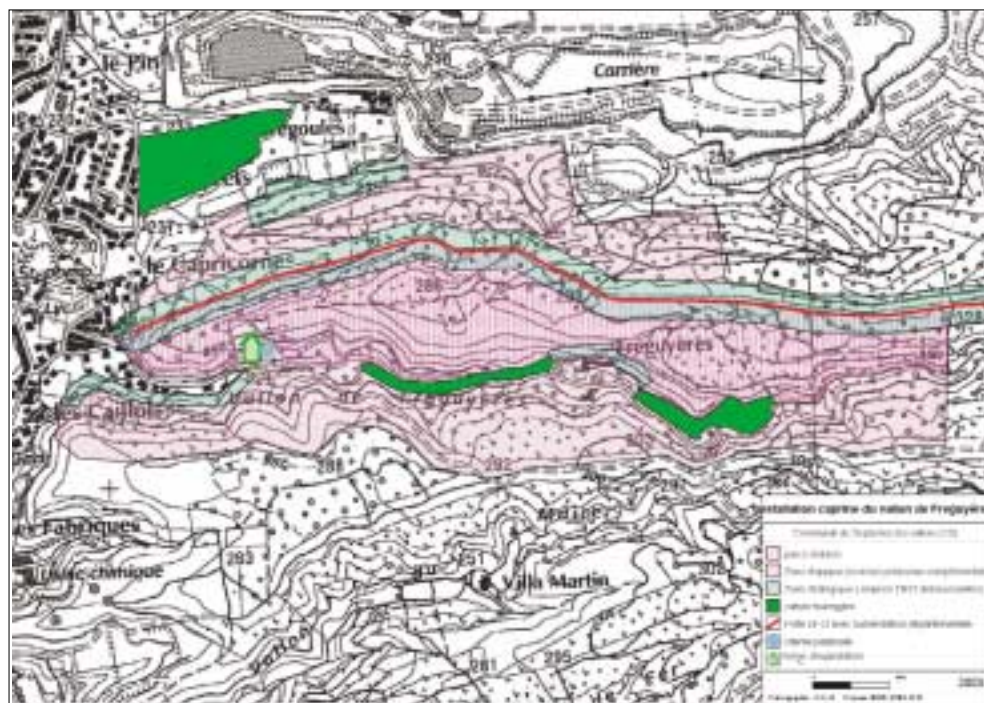
Pâturage en parcs à fort chargement instantané. Éventuellement, gardiennage complémentaire sur des bandes débroussaillées de sécurité proches.

Complémentation alimentaire éventuelle à faible niveau (maïs ou luzerne déshydratée, blocs).

Visites quotidiennes de l'éleveur pour la surveillance, la distribution de complément, les changements de parc ou l'alimentation en eau.

Fiche 4

Un système caprin fermier intégrant un segment de coupeure



Implantation de la coupeure sur le site

Situations en bordure de massif, qui présentent autour du siège d'exploitation une mosaïque de milieux contrastés (fonds de vallons embroussaillés, garrigues boisées, terres cultivées, friches, taillis), en complément de la garrigue à chêne kermès.

Contrairement aux sites ovins ou bovins, les localisations périurbaines peuvent être propices à ce type d'installation (interfaces et poudrières).



Équipements nécessaires

Bâtiments d'élevage, de transformation fromagère (raccordement à l'eau et à l'électricité obligatoire).

Logement.

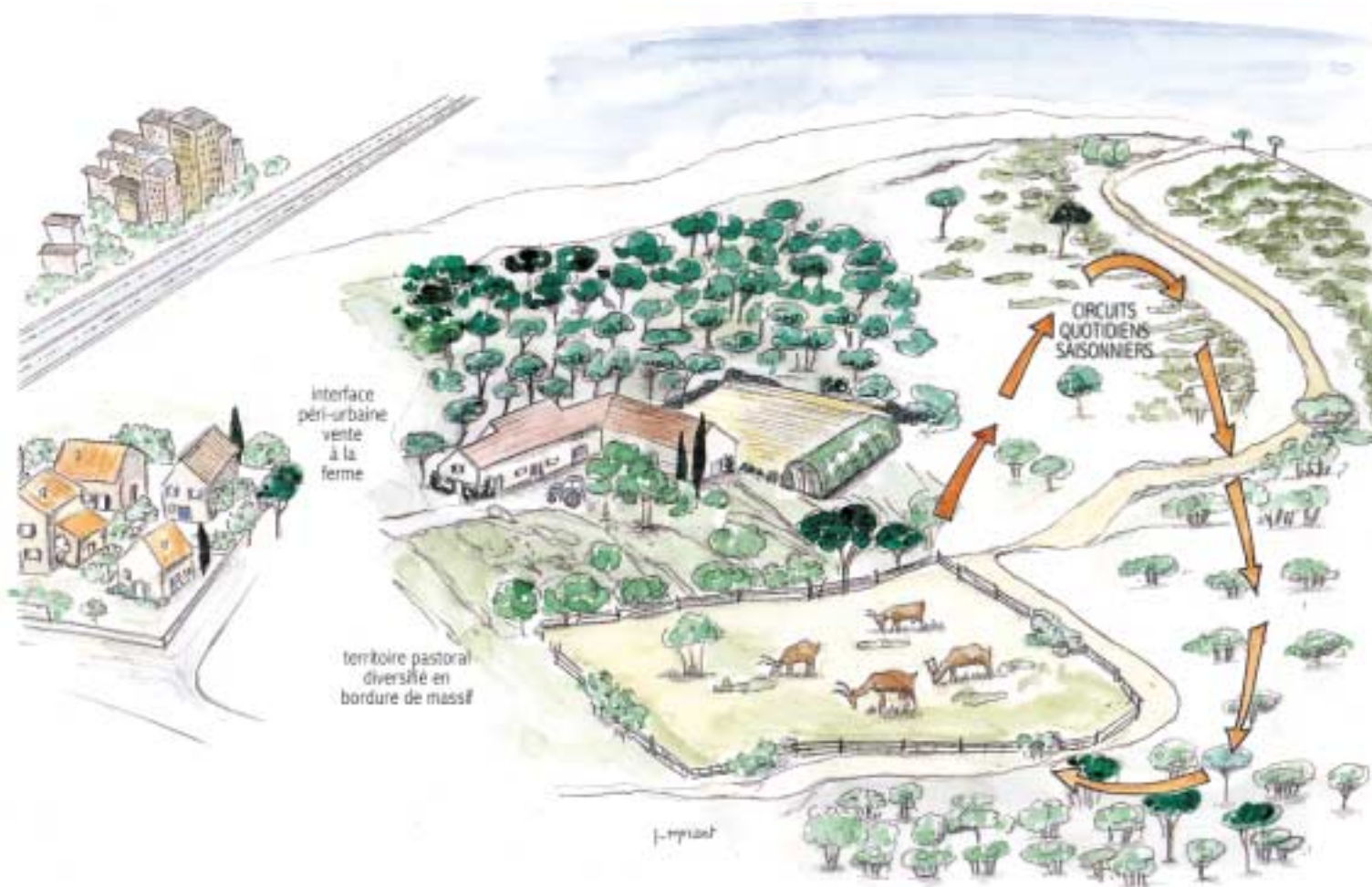
Modalités d'exploitation

Pâturage en parcs fixes et/ou en gardiennage.

Circuits quotidiens diversifiés orientés sur les ressources arbustives saisonnières, ou fourragères, quand elles existent.

Recours à la complémentation très variable en fonction de l'objectif de lactation, à base de concentré (céréale ou luzerne déshydratée).


Deux traites par jour imposent des retours à la chèvrerie et limitent la surface parcourue, pendant la durée de la lactation.



Impact sur la végétation

Les arbustes, et notamment le chêne kermès, sont bien consommés. Les herbacées de faible qualité fourragère constituent souvent un refus de pâturage.

En parcs de taille réduite, l'impact sur la végétation peut aller jusqu'à la disparition complète de la ressource pastorale.

Système d'élevage	Période et durée				Taille du site
	Aut.	Hiv.	Print.	Été	
Élevage caprin fermier 50 à 200 chèvres de race Rove ou croisée					20 à 150 ha + surfaces fourragères
	Rotations sur 12 mois				

Commentaires

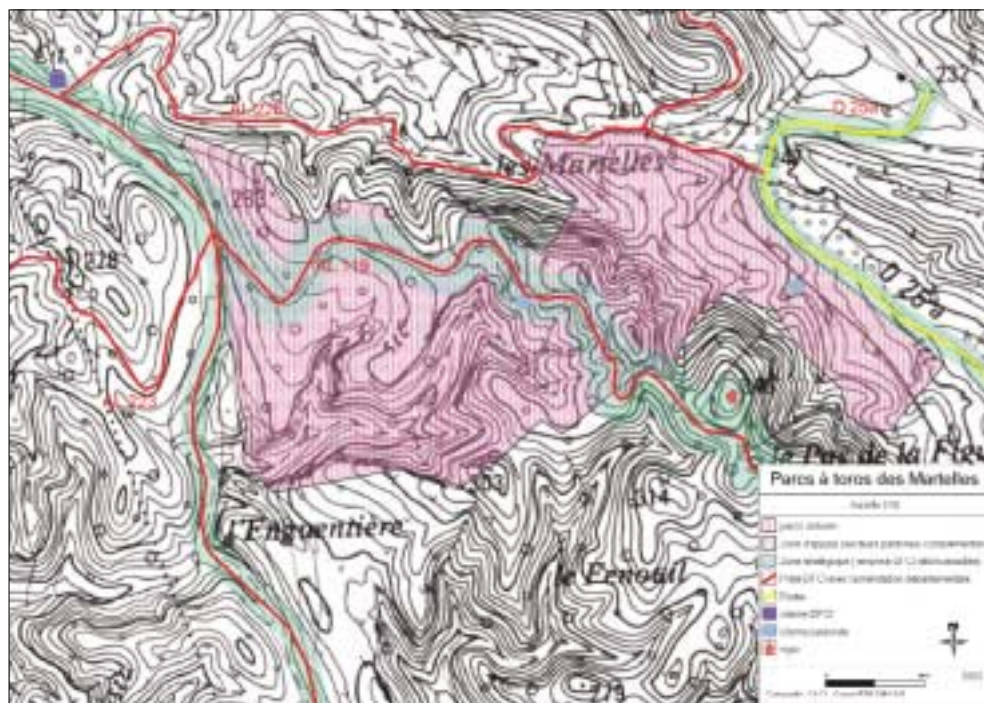
La situation périurbaine permet un raccordement plus facile à l'eau et à l'électricité et facilite l'écoulement de la production.

Des essais d'installation en caprins viande se sont jusqu'à présent soldés par des échecs. En revanche, l'introduction de caprins du Rove dans les troupeaux ovins permet de mieux gérer la végétation arbustive sur les garrigues



Fiche 5

Des parcs d'hivernage pour des bovins « sauvages »



Implantation de la coupure sur le site

Le plus souvent sur terrains privés, car forte appropriation de l'espace.

Massifs proches des zones humides littorales, où sont concentrés les sièges d'exploitation.

Les contraintes d'implantation des parcs rendent quelquefois difficile leur intégration dans des coupures linéaires. Les zones pâturées élargissent localement un segment de coupure.



Équipements nécessaires

Parcs fixes, clôtures solides (classiquement barbelés, mais aussi électriques High Tensile). Un clôt peut être réservé pour la période de chasse.

Aires de chargement et déchargement des animaux.

Citernes pour l'abreuvement.

Modalités d'exploitation

Pâturage en parcs. Visites régulières de l'éleveur pour alimenter en eau et surveiller les animaux. La distribution de foin facilite le contact dans des milieux souvent très fermés.

Stratégie de séjour long avec un faible chargement (1 à 1,5 bovins par ha).

C. Équipements spécifiques d'une coupe-pâturée

En complément des infrastructures DFCI, certains équipements sont mis en place pour accueillir le pâturage.

Points d'abreuvement

Les coupures sur chêne kermès sont situées dans des massifs où il n'existe qu'exceptionnellement des points d'eau naturels.

Des ouvrages anciens peuvent exister çà et là, à proximité d'anciens bâtiments : citernes recueillant l'eau de pluie à partir de toitures ou d'impluvium naturels (dalle affleurante) ou puits en plus ou moins bon état.

Aujourd'hui on a le plus souvent recours à des citernes métalliques d'une contenance de 15 à 60 m³. Elles sont alimentées directement par des impluvium ou par la surverse de citernes DFCI existantes. Leur bon fonctionnement nécessite de nettoyer régulièrement les bacs de décantation situés en amont des citernes.

Les éleveurs puisent de l'eau dans les citernes avec une pompe ou par simple effet de gravité. L'éleveur installe ses propres abreuvoirs en contrebas (compter un abreuvoir pour 50 à 100 brebis).

Des tonnes à eau mobiles (1 000 à 3 000 l) sont utilisables pour de petits lots, sur des sites de proximité présentant des pistes facilement carrossables.

Parcs clôturés

Ils peuvent être de natures différentes, suivant leur fonction et suivant les contraintes du multi-usage.

Les grillages sont réservés aux parcs de nuit ou de contention de brebis avec sortie journalière, ou aux animaux annexes (ânes). Ils ne peuvent être très étendus (au maximum quelques hectares) car leur longévité dépend de la qualité de la pose et notamment de la ten-

sion du grillage, plus difficile en terrain accidenté.

Les parcs électriques fixes ou mobiles sont installés sur des zones où l'on désire un fort impact des animaux (partie centrale de la coupe par exemple). Fixes, ils doivent être entretenus annuellement par l'éleveur utilisateur pour demeurer fonctionnels. Ces parcs de plus grande taille sont très utiles pour assurer quelques jours de ressources lorsque le berger doit s'absenter (ravitaillement, réunions, formation, etc.). Des systèmes fixes ou mobiles peuvent être associés sur un même site pour minimiser les risques de vandalisme ou faciliter la circulation hors période de pâturage.

Le matériel mobile (électrificateur, bobines de fil, piquets temporaires, abreuvoirs) est amené, posé et déposé par l'éleveur sur le site et sera donc chiffré dans les coûts de fonctionnement.

Bergerie, logement

Les bergeries sont peu fréquentes sur les sites : un abri est cependant nécessaire pour assurer le bon déroulement d'un agnelage, de la tonte quand d'autres ressources complémentaires permettent de rester tout le printemps. Des solutions techniques ont été développées pour minimiser les coûts et faciliter l'implantation (serres d'élevage), ou l'intégration paysagère (bâtiments à ossature bois) sur des sites sensibles et isolés. Le logement, quand l'éleveur juge nécessaire une présence nocturne auprès du troupeau, est souvent mobile (caravane). La mise à disposition d'un cabanon existant est plus rarement pratiquée.

Quelques prix indicatifs d'équipements pastoraux sont présentés dans le tableau 11.

Pour plus de détails, il existe des ouvrages spécialisés sur les clôtures et les points d'abreuvement (Cerpam 2001 et 2003, Institut de l'Élevage 2001).

TYPE D'OUVRAGE	MATÉRIEL ET NATURE DES TRAVAUX	COÛT INDICATIF HT
Clôture en grillage type Ursus	Matériel + pose entreprise	3,8 à 5 €/ml
Clôture fixe 4-fils électriques	Matériel + pose entreprise	1,7 à 2,5 €/ml
Ouverture layon de pose	Manuel entreprise	0,45 à 0,75 €/ml
Porte électrifiée 4 m		77 à 100 €/unité
Citerne métallique 30 m ³	Matériel + pose + terrassement entreprise	12 000 à 16 000 €
Abreuvoir métallique	Demi-lune ovin 180 l	1 200 €
Bergerie tunnel isolée	Matériel Pose entreprise	20 à 30 €/m ² 15 €/m ²
Bergerie bois	Matériel Pose	50 à 70 €/m ² 15 €/m ² éleveur 30 €/m ² entreprise
Tunnel à couverture rigide (type Onduline)	Matériel Pose entreprise	40 €/m ² 20 €/m ²
Parc de tri et de contention en grillage (1 200 brebis)	Matériel + pose éleveur	2400 €

TABEAU 11. PRIX INDICATIFS DES ÉQUIPEMENTS PASTORAUX

D. Produits et coûts du pâturage

D1 Mode de calcul

Le numéro 3 des publications du Réseau Coupures de combustible (Coudour, 2000) propose une approche du chiffrage des montants nécessaires pour l'aménagement et l'entretien d'une coupure. Les conventions retenues collectivement pour standardiser le mode de calcul sont rappelées dans l'encart ci-dessous.

Produits et coûts du pâturage, mode de calcul

On distingue :

- **le coût des équipements fixes et des investissements nécessaires à l'activité pastorale.** Ces montants sont amortis et ramenés à la surface utilisée par le troupeau et non à la seule surface de la coupure DFCI. Ces investissements sont rattachés au site (propriété et financement) ;
- **les coûts de fonctionnement supportés par l'éleveur utilisateur.** Ces frais, affectés à l'unité pastorale et liés au système d'élevage, sont très variables d'un site à l'autre. Ces coûts doivent être compensés par les valorisations issues de l'activité pastorale sur le site : couverture des besoins saisonniers d'un lot d'animaux à l'entretien ou en production, parfois complétée par le montant des contrats de prestation agri-environnementale.

Approche des coûts liés au « fonctionnement » annuel du pâturage

Le coût du gardiennage représente de loin le poste le plus élevé (tabl.12). S'y rajoutent :

- la location du pâturage ;
- les frais de logement éventuel du berger (caravane, cabanon...) ;
- le travail d'entretien annuel des équipements fixes du site (bâtiments, parcs et réserves d'eau...) ;
- le déplacement des animaux (à pied ou en camion) ;
- les déplacements de l'éleveur et/ou du berger (montant kilométrique forfaitaire) ;
- les pertes animales (surmortalité sur des sites difficiles) ;
- la fourniture et l'entretien du petit matériel mobile déplacé par l'éleveur sur le site (clôtures mobiles, électrificateurs, abreuvoirs et matériel d'entretien comme débroussailluse, broyeur...) ;
- le sel et la complémentation éventuelle.

Valorisation de la coupure par l'élevage

Production animale

La couverture des besoins d'un lot d'animaux sur une partie du cycle d'élevage assurée par l'exploitation de l'unité pastorale a une valeur marchande ; bien que difficile à évaluer, elle peut être approchée par le coût d'une prestation de prise en pension, qui constitue une solution alternative pour l'éleveur. Pour un lot de « vassieu » (brebis à l'entretien) en période hivernale, les prix pratiqués par les éleveurs sont compris entre 0,10 et 0,12 €/journée-brebis.

Prestations d'entretien de l'espace

Des indemnités peuvent être versées aux éleveurs contractants dans le cadre de mesures agri-environnementales (MAE, CTE, PHAE, CAD...). Ces indemnités correspondent à des engagements précis de pratiques ou de résultats, qui vont au-delà de la simple logique pastorale (cf. tableau 7). Ce dispositif n'existe pas sur tous les sites. Pour un pâturage soutenu, les primes ont varié de 23 à 45 €/ha depuis le début des années 1990.

TYPE DE COÛT	MONTANT
Journée de travail éleveur (8 h à 11,5 €/h)	92 €/jour
Salaire berger moyen mensuel	1 220 € brut + 610 € charges
Location pâturage	de 0 à 7 €/ha/an
Mortalité animale (valeur vénale unitaire)	de 15 à 91 €/brebis suivant son état
Journée technicien	250 à 382 €

TABLEAU 12. BARÈME DE COÛTS FORFAITAIRES (SEPTEMBRE 2003)

D2 Un exemple : approche des coûts de la grande coupure du Trou du Rat

Cette approche d'un chiffrage est illustrée ici à partir de données rassemblées par l'ONF et le CERPAM en 2002.

Le site du **Trou du Rat**, établi sur une propriété domaniale gérée par l'ONF à l'ouest du Petit Luberon, est représenté sur la figure illustrant la fiche 2 page 57 (gros troupeau ovin transhumant).

La mise en place de la coupure s'est étalée sur quinze ans (1989-2003).

La carte de localisation montre que les périmètres pastoral et DFCI ne se recouvrent pas totalement :

- la surface finale de la coupure DFCI (2003) est de 177 ha dont 149 ha pâturés ;
- la surface de l'unité pastorale dans laquelle s'inscrit la coupure est de 315 ha loués, dont 250 ha diagnostiqués comme exploitables par le troupeau en 1999. En fait, l'essentiel du pâturage se concentre sur environ 200 ha.

Les dépenses réalisées par les différents intervenants sur ce site pendant les dix premières années de création de la coupure sont synthétisées dans le tableau 13.

	ONF (GESTIONNAIRE)	ÉLEVEUR	PNRL	CERPAM	DDAF/SOIS
Négociation foncière	++	+	+	+	
Conception, concertation	++	+	+	+	++
Mobilisation, organisation	++	+	+	+	
INVESTISSEMENTS					
° à but DFCI (123 ha)	123 787 €				
° à but pastoral (2 citernes, 48 ha de parcs)	32 833 €				
° à but paysager et cynégétique (5 ha)	12 248 €				
° à but sylvicole (15,5 ha)	16 770 €				
Suivi encadrement références	++	+	++	++	
FONCTIONNEMENT					
Coût global des repasses (1993 à 1999)					
° entretien surfaces DFCI	39 796 €				
° entretien biotope + DFCI (OLAE)	25 154 €				
Coûts de fonctionnement annuels					
° coût de gestion	5j soit 1 250 €/an	2j soit 184 €/an		2j soit 764 €/an	
° charges d'élevage		6 989 €/an			
° amortissement citernes pastorales	1 044 €/an				

TABLEAU 13. COÛTS DE L'AMÉNAGEMENT DE LA COUPURE DE COMBUSTIBLE PÂTURÉE DU TROU DU RAT ; PÉRIODE 1990-1999

Lors de l'établissement de ces coûts, environ 70% de la coupure étaient réalisés. Les coûts de conception de la coupure, de concertation et de suivi scientifique et technique n'ont pu être reconstitués précisément. Ceux-ci ont été élevés du fait du caractère novateur et expérimental du dispositif pour le département, à l'époque de sa conception.

L'unité pastorale intègre, au-delà de la coupure, les plateaux adjacents. Elle est utilisée de un mois et demi à deux mois en hiver par un troupeau de 1 000 à 1 200 brebis vides et agnelles. Le prélèvement annuel moyen a représenté 53 000 jpb (moyenne sur sept ans), soit un niveau de valorisation moyen de 212 jpb/ha/an.

Bilan des investissements réalisés

Pour la période considérée, ils sont décomposés en trois postes et trois phases successives de mise en œuvre.

Mise en place de l'emprise de la coupure DFCI

Les débroussailllements d'ouverture ont été effectués essentiellement par broyage, dépressage et élagage des arbres sur environ 58 ha (de 1990 à 1992), puis sur 20 ha (de 1993 à 1996). Les 15,5 ha de peuplements forestiers existants (cèdres et pins) sur la coupure ont été éclaircis et élagués (1 082 €/ha), et les rémanents de coupe,

broyés. La technique du brûlage dirigé a été testée en ouverture sur quelques parcelles. Enfin, de 1997 à 1999, la poursuite des travaux d'ouverture a porté sur environ 45 ha correspondant aux terrains les plus difficiles. Ces investissements représentent un coût moyen de 1 015 €/ha traité pour 138,5 ha. La maîtrise d'œuvre des travaux représente 7 à 10% du coût des travaux. La mise en place de l'aménagement s'est achevée sur la période 2000/2003 avec une emprise finale de 177 ha de coupure.

Complément paysager

Les débroussailllements classiques ont été complétés sur environ 5 ha par un travail complémentaire (dessouchage + travail du sol) afin d'installer une culture de lavande, des chênes truffiers sur quelques parcelles paysagères et des cultures cynégétiques. Le coût moyen de cette mise en valeur s'est élevée à 2 450 €/ha.

Aménagements pastoraux

Deux citernes pastorales métalliques de 20 et 30 m³ ont été à demi enterrées. Ce sont 41,5 ha de parcours qui ont été initialement clôturés en trois parcs fixes électrifiés et un parc de contention en grillage (6,5 ha), en vue d'un premier projet d'installation d'un éleveur sur le site (place de printemps). Ces investissements ont représenté 131 €/ha pâturé. Cette première tentative s'est soldée rapidement par un échec. À partir de 1998, les clôtures électriques trop distendues ont été enlevées, faute d'entretien par le nouveau locataire du site, qui privilégie un gardiennage permanent par un berger salarié.

L'ensemble de ces aménagements a été financé sur des crédits DFCI (CFM), pastoraux (Région), et crédits d'investissement ONF.

Les durées d'amortissement des équipements pastoraux fixes sont théoriquement de dix ans pour les parcs et de vingt ans pour les citernes. Seul l'amortissement des citernes (1 044 €/an) a été retenu, les parcs électrifiés ayant été démontés car s'insérant mal dans la logique d'exploitation d'un gros troupeau (cf. p.56-57).

Coûts générés par le fonctionnement

La référence retenue s'appuie sur les coûts annuels 1999 qui sont depuis relativement stabilisés. On peut différencier :

Le temps consacré à la gestion DFCI et au bon déroulement du multi-usage (tabl. 14)

La gestion des travaux d'entretien mécanique est assurée par l'ONF à partir de la mesure annuelle du volume d'embroussaillage sur les différents segments identifiés (méthodologie de suivi léger issue de la banque de données du Réseau Coupures : Étienne & Rigolot, 2001). Ce suivi informatisé a le double intérêt de fournir aux services de lutte un état actualisé de l'entretien de la coupure, et de faciliter la programmation des repasses mécaniques. Ce dispositif départemental ne se limite pas aux coupures pâturées ; il consomme sur le site quatre journées de technicien par an.

GESTION ANNUELLE DE LA COUPURE	CALCUL DU COÛT	TOTAL
ONF :		
Évaluation des phytovolumes, programmation des travaux	4 j/an à 250 €/jour	1 000 €
Contacts avec l'éleveur	1 j/an à 250 €/jour	250 €
CERPAM : Accompagnement technique léger	2 j/an à 382 €/jour	764 €
ELEVEUR : Négociations/réunions	2 j/an à 92 €/jour	184 €
Coût total :		2 198 €/an

TABLEAU 14. COÛTS DE GESTION ANNUEL

Les frais de l'éleveur liés à l'exploitation pastorale du site (tabl. 15)

Un contrat MAE établi sur cinq ans a été effectif de 1995 à 1999 pour un montant annuel de 4 636 €/an, soit 122 ha engagés à 38 €/ha. Amorti sur la durée de la phase analysée (dix ans), cet engagement d'entretien a constitué pour l'éleveur un produit annuel moyen de 2 318 €/an. Depuis, aucun contrat spécifique n'a prolongé cette intervention publique ponctuelle.

Le coût des débroussailllements d'entretien

Ces coûts globaux sont difficiles à analyser dans la mesure où la mise en place de la coupure a été progressive et n'est pas achevée sur la période d'étude. Les segments ont des âges échelonnés sur les trois phases de création. D'autre part, les modalités de repasse ont évolué et la dynamique de repousse n'est pas équivalente

FONCTIONNEMENT POUR L'ÉLEVEUR		CALCUL DU COÛT	TOTAL
Gardiennage		2 mois à 1 830 €/mois	3 660 €
Logement et ravitaillement		60j à 20 €/j	1 200 €
Transports troupeaux	personnel	1 j x 3 personnes à 92 €/j	276 €
	camion	60 km x 4 x 0,15 €/km	360 €
Déplacements éleveur		0,5 j/semaine x 8 sem. à 92 €/j 30 km x 8 sem. à 0,15 €/km	404 €
Location pâturage			457 €
Pertes animales		6 x 76 €	456 €
Petit matériel			100 €
Sel et pierres à lécher			76 €
Coût total : 6 989 €/an			

TABLEAU 15. CHARGES D'EXPLOITATION PASTORALE DU SITE

sur l'ensemble des secteurs. Nous nous bornerons donc à dégager quelques informations partielles sur ces interventions :

- les deux premières années, les débroussailllements d'entretien étaient constitués par des repasses mécaniques le long des pistes sur cinq à dix mètres de large, conformément aux principes des PIDAF ;
- de 1993 à 1996, les repasses ont porté sur 23 ha de l'emprise, à un coût moyen de 650 €/ha ;
- de 1997 à 1999, le coût de l'entretien baisse nettement à 397 €/ha pour 109 ha traités ;
- l'apport financier complémentaire lié à l'OLAE « biotopes rares et sensibles du Luberon », a permis d'effectuer une repasse sur des surfaces où l'embroussaillage était inférieur à 2 500 m³/ha (cas des parcs).

Bilan global de la coupure

L'investissement de création de la coupure sur la période considérée s'est élevé à 1 294 €/ha (tout aménagement compris, hors citernes DFCl et voie de circulation déjà en place).

Le coût spécifique d'équipement pastoral se monte à 228 €/ha, soit 17,7% des investissements ; si l'on retranche l'investissement en parcs, qui est devenu rapidement non fonctionnel, ces coûts respectifs s'établissent à 1 210 €/ha et 145,5 €/ha, soit 12% de coût spécifique pastoral.

La journée-brebis en entretien hivernal revient pour l'éleveur à 0,135 €/jour, tous frais confondus. La contractualisation pendant cinq ans de la MAE rabaisse ce coût moyen sur la période à 0,09 €/jour, en contrepartie d'un engagement annuel de résultat. Ces valeurs englobent les fourchettes de prix des alternatives à l'exploitation du site constituées par la mise en pension du lot de « vassieu » chez des éleveurs ayant à cette époque des conditions d'exploitation plus favorables (0,10 à 0,12 €/jour), et semblent cohérentes avec l'équilibre global du système d'élevage. On voit cependant que la pérennisation de la mesure garantirait la poursuite de cette expérience, tout en cadrant l'impact attendu du pâturage sur la végétation.

La baisse des coûts d'entretien mécanique lié à l'espacement des repasses (cf. fig.26), n'a pu être précisément quantifiée pendant cette phase de mise en place conjointe de la coupure et du pâturage ; cette approche témoigne de la complexité de cette phase de création où chaque intervenant doit s'adapter aux évolutions permanentes du site. Le savoir-faire de l'éleveur et la pertinence du système de pilotage du gestionnaire ont permis d'achever cette étape difficile en 2003, pour entrer dans une phase de fonctionnement stabilisée.

4. Préconisations de gestion

A. Conception et structure de la coupure et d'un segment de coupure

Les modalités de conception des coupures mises en place dans la zone du chêne kermès prennent en compte trois principaux facteurs : la nature et la localisation des enjeux à protéger, la topographie du massif forestier, la stratégie de lutte envisagée par rapport au vent dominant.

On retrouve trois grands types d'aménagements :

- les ouvrages destinés à **limiter les surfaces des grands incendies** parmi lesquels les grandes coupures perpendiculaires au vent pour fragmenter de façon bien marquée le massif forestier ou de façon plus réaliste les bandes parallèles et régulièrement espacées, dans le sens du vent, pour garantir une lutte latérale efficace contre les incendies et éviter un élargissement trop important du front de feu ;
- les ouvrages destinés à **limiter les impacts du feu** qui compte essentiellement les bandes débroussaillées de sécurité qui accompagnent les pistes de desserte et les interfaces forêt-habitat ;
- les ouvrages destinés à **limiter les départs de feu** encore appelés zones de traitement des poudrières.

L'adaptation de ces schémas généraux aux conditions locales génère des variantes liées par exemple à l'appui sur des zones cultivées, à l'intégration d'activités agricoles à l'entretien de la coupure ou aux choix sylvicoles sur le peuplement forestier.

Un certain nombre de constantes apparaissent toutefois dans le traitement de la végétation sur l'emprise de la coupure :

- la strate arbustive est généralement traitée

en plein, étant donné la continuité du peuplement de chêne kermès et la vigueur de sa régénération de souche ; un taux d'ouverture de 70% est pratiqué quand il s'agit d'alvéolaire (enjeu paysager ou cynégétique) ;

- quand des arbres sont présents, même si ce sont souvent des pins d'Alep, un certain couvert arboré est conservé sur la coupure à partir d'une règle empirique qui fait que l'on espace les houppiers entre eux d'une valeur au moins égale au diamètre du houppier le plus large (Rigolot, 2002). Cette règle s'applique de la même manière pour les bouquets d'arbres ;
- la maîtrise des repousses de chêne kermès est le principal objectif de l'entretien de la coupure.

Une étude menée de 1998 à 2000 dans le cadre du Groupement d'intérêt scientifique sur les incendies de forêt était destinée à évaluer l'efficacité des coupures de combustible par une approche à dires d'experts (Rigolot & Scheffmann, 2002). De nombreuses coupures expertisées se trouvaient dans les formations à chêne kermès.

Parmi les indicateurs fortement discriminants de l'efficacité des coupures de combustible, le phytovolume arbustif est celui qui concerne le plus directement la strate de chêne kermès. Dans le contexte d'un scénario de feu sévère, c'est-à-dire d'un feu abondant de face la coupure par vent fort, cette étude confirme le seuil empirique de 2 000 m³/ha admis jusqu'à présent. Au-delà de ce seuil, une repasse en débroussaillage s'avère nécessaire. Cet indicateur renseigne sur le volume global d'encombrement des arbustes sans préciser la structure

spatiale de la végétation. Ce seuil est obtenu par exemple pour une nappe de chêne kermès de 20 cm de hauteur moyenne couvrant continument 100% du terrain, ou bien pour une formation de 40 cm de hauteur ne couvrant que 50% du terrain.

Considéré seul, cet indicateur n'est pas suffisant : il doit être combiné avec la largeur locale de la coupure et le recouvrement des arbres lorsqu'ils sont présents. Ainsi au seuil de 2 000 m³/ha, la coupure doit avoir une largeur locale minimale de 150 m et le couvert des arbres ne doit pas dépasser 30%. Si les arbres ont un recouvrement plus important (65%), et si la largeur de la coupure n'est que de 125 m, le phytovolume arbustif doit être quasiment nul (100 m³/ha) pour que l'ouvrage conserve son efficacité.

Dans le cas d'un feu abondant de face une coupure de combustible, mais par vent faible à modéré, le phytovolume arbustif n'est plus considéré dans cette étude comme un indicateur discriminant de l'efficacité de l'ouvrage car toutes les coupures évaluées avec ce scénario étaient en deçà du seuil de 2 000 m³/ha.

Dans le cas d'un feu de flanc qui toucherait une coupure de combustible, les exigences en matière de caractéristiques techniques de l'ouvrage requises par les évaluateurs sont beaucoup moins contraignantes. En particulier le phytovolume arbustif n'est plus un facteur discriminant pour les experts sollicités.

B. Aide au choix des techniques de maîtrise du combustible

B1 Définition du cas d'étude

Les formations à chêne kermès concernées par ce document couvrent aussi bien les peuplements arbustifs de type garrigue presque exclusivement dominés par *Quercus coccifera* que les peuplements forestiers purs ou mélangés au chêne vert ou au pin d'Alep dont le sous-bois est dominé par le chêne kermès.

Si le contexte lié à la formation végétale est ici fixé de façon relativement large, le type de coupure de combustible étudiée et les matériels et types d'animaux intervenant dans l'entretien doivent être choisis pour la démonstration de façon beaucoup plus précise.

Les combinaisons techniques sont appliquées sur une coupure de combustible stratégique de 150 m de largeur, ouverte mécaniquement trois ans auparavant. Les jugements portés dans les tableaux qui suivent portent donc sur le choix d'une technique d'entretien. Parmi les modalités d'application possibles de chacune de ces techniques, les suivantes ont été retenues :

- le **broyage** est effectué par un gyrobroyeur à chaînes tracté ;
- le **pâturage** est assuré par des ovins généralement en redéploiement local, impliquant la présence de points d'eau mais sans amélioration du tapis herbacé par sursemis ou fertilisation annuelle ni obligation de clôture, car un tapis herbacé dominé par le brachypode rameux est généralement présent ;
- le **phytocide** employé est le trichlopyr, à raison de 3 360 g/ha de matière active ce qui représente 7 l/ha de spécialité commerciale. Cette substance a une très bonne efficacité sur la strate arbustive et préserve la strate herbacée (cf. § C p.31). Il faut compter environ trois semaines pour permettre le pâturage après traitement. L'application se fait à la rampe d'épandage si la parcelle à traiter est accessible (un opérateur) ou à la lance dans le cas contraire (deux opérateurs) ;
- le **brûlage** (Rigolot, 1999) est réalisé par une équipe

de quatre personnes sous la direction d'un chef de chantier dûment qualifié, et disposant d'un moyen d'extinction propre de type Dangel ;

- le **dessouchage** est réalisé selon les cas par un ripper puis un griffage et un épierrage (**Montpezat**) ou par un discage lourd suivi d'un broyage de cailloux (**Vautade**).

Seront d'abord évaluées les techniques utilisées seules, puis l'opportunité de leurs combinaisons.

B2 Méthode d'évaluation et analyse des techniques utilisées seules

La croissance de la strate arbustive et de la strate herbacée provoque une accumulation du combustible sur pied et de la couverture morte (litière, herbes sèches, brindilles) qui entraîne une augmentation de l'inflammabilité et de la combustibilité par la présence d'éléments fins et l'augmentation de la phytomasse. Les possibilités d'action du gestionnaire portent sur la réduction de cette couverture morte, sur la diminution du phytovolume aérien arbustif ainsi que sur la limitation de la croissance des strates basses du sous-bois.

Dans les itinéraires techniques envisagés, interviennent les cinq techniques élémentaires suivantes : broyage mécanique (broyage), brûlage dirigé (brûlage), pâturage contrôlé (pâturage), traitement chimique (chimique) et dessouchage (dessouchage). Elles ont été évaluées en fonction d'une quinzaine de critères (Legrand et al., 1994), regroupés en quatre catégories : les tableaux 16 à 19 présentent et justifient les notes attribuées de manière qualitative par critère à chaque technique. Les notes sont appréciées en trois classes :

- + très bon ou facile
- 0 moyen ou peu facile
- mauvais ou difficile

Les critères retenus ne sont pas hiérarchisés, car chaque site de coupure présente un contexte propre qui amènera à privilégier certains éléments de choix. Il

est d'autre part assez fréquent de combiner sur un même massif, ou sur l'emprise d'une seule coupure, des choix d'itinéraires techniques différents et complémentaires adaptés à chacun des segments : cela est particulièrement vrai pour les contextes périurbains où les enjeux peuvent se cumuler et rendre les choix techniques et la gestion très complexes, au détriment de la faisabilité technique. Les critères d'efficacité DFCI font souvent l'objet de compromis avec les pressions sociales et environnementales, qui s'exercent fortement sur ces lieux d'appropriation symbolique.

Plutôt qu'une simple clé technique d'aide à la décision, il a été choisi de rassembler de façon synthétique les connaissances acquises sur les conséquences des traitements simples ou combinés aujourd'hui disponibles. À charge pour chaque gestionnaire ou maître d'ouvrage de restreindre la gamme des possibles, en fonction de ses priorités ; il devra d'autre part confronter ses choix à ses possibilités financières.

Les quatre catégories de critères sont les suivantes :

La faisabilité technique (tabl.16) évalue la complexité et les conditions d'application de la technique d'ouverture ou d'entretien choisie. Elle est jugée selon cinq critères :

- **contrainte climatique** (météo) : la longueur de la période de l'année au cours de laquelle la technique peut être utilisée est décisive pour ce critère, mais des éléments de sécurité sont également pris en compte ;
- **contrainte d'accessibilité** (accessibilité) : ce critère ne peut être évalué qu'au cas par cas, les conditions topographiques, le niveau d'enrochement et la densité du couvert arboré étant les principales limitations ;
- **contrainte de vecteur** (vecteur) : l'application de certaines techniques nécessite la présence indispensable d'une ou plusieurs strates particulières de végétation appelées vecteur ;
- **facilité de mise en œuvre** (facilité) : ici, c'est l'itinéraire technique dans sa globalité qui est jugé en fonction de la complexité des opérations à mener, des besoins d'organisation et de technicité des praticiens qu'elles impliquent et du degré de coordination nécessaire entre les différents volets, par exemple forestier et pastoral ;
- **travail** (travail) : il s'agit de la quantité de main-d'œuvre nécessaire à la réalisation des travaux d'entretien de l'aménagement DFCI.

TECHNIQUE	CRITÈRES DE FAISABILITÉ TECHNIQUE	NOTE	ARGUMENTAIRE
Broyage	Météo	+	Tout temps
	Accessibilité	—	Forte pente, présence de cailloux et forte densité des arbres gênants
	Vecteur	+	Pas nécessaire
	Facilité	+	Organisation facile et nombreuses entreprises disponibles
	Travail	+	1 chauffeur et mécanisation
Pâturage	Météo	+	Tout temps
	Accessibilité	+	Tout terrain
	Vecteur	+	Fourrage = brachypode rameux
	Facilité	0	Nécessité d'un point d'eau
	Travail	0	Gardiennage souvent nécessaire
Chimique	Météo	—	Vent nul nécessaire
	Accessibilité	0	Forte densité d'arbres gênante
	Vecteur	0	Meilleure efficacité du Trichlopyr sur le chêne kermès en automne
	Facilité	0	Équipe expérimentée requise
	Travail	+	1 à 2 opérateurs seulement
Brûlage	Météo	—	Période favorable au feu restreinte
	Accessibilité	+	Tout terrain
	Vecteur	0	Conditionné par la quantité de brachypode rameux sec
	Facilité	0	Équipe formée indispensable
	Travail	0	3 personnes minimum
Dessouchage	Météo	+	Tout temps
	Accessibilité	—	Forte densité d'arbres gênante ; Impossible si roche affleurante
	Vecteur	+	Pas nécessaire
	Facilité	+	Organisation facile et nombreuses entreprises disponibles
	Travail	+	1 chauffeur et mécanisation

TABLEAU 16. VALEURS DES CRITÈRES DE FAISABILITÉ TECHNIQUE DES CINQ MÉTHODES D'ENTRETIEN DES DÉBROUSSAILLEMENTS DANS LES FORMATIONS À CHÊNE KERMÈS

L'efficacité DFCI immédiate (tabl.17) évalue l'effet à court terme de la technique choisie à partir de la quantité et de la structure du combustible rémanent. La période concernée s'étale depuis le traitement jusqu'à l'issue de la première saison de végétation. Quatre critères ont été retenus :

- **dommage aux arbres** (arbres) : ce critère évalue les blessures ou la mortalité directe occasionnées au couvert forestier et à sa régénération par les traitements appliqués ;
- **contrôle de la strate arbustive** (arbustes) : ce critère apprécie le degré de réduction du combustible arbustif mort ou vivant par la technique utilisée ;
- **contrôle de la strate herbacée** (herbe) : il s'agit d'une estimation de la quantité d'herbe résiduelle en fin de printemps ;
- **contrôle de la couverture morte** (couverture morte) : c'est l'état et la quantité de la litière, du broyat, des chicots et du bois mort présents juste avant la période des incendies.

TECHNIQUE	CRITÈRES D'EFFICACITÉ DFCI IMMÉDIATE	NOTE	ARGUMENTAIRE
Broyage	Arbres	0	Blessures aux collets
	Arbustes	+	Destruction totale
	Herbe	0	Destruction partielle
	Couverture morte	—	Accumulation de broyat
Pâturage	Arbres	+	Aucun dommage
	Arbustes	0	Consommation sélective des parties vertes
	Herbe	0	Consommation partielle
	Couverture morte	0	Fragmentation par piétinement
Chimique	Arbres	—	Risques sur les arbres si contact direct
	Arbustes	0	Dessèche la végétation sur pied
	Herbe	0	Matière non active sur les Graminées
	Couverture morte	0	Non affectée
Brûlage	Arbres	—	Carbonisation des troncs et dessèchement du feuillage
	Arbustes	+	Combustible fin détruit
	Herbe	+	Bien brûlée
	Couverture morte	+	Bien brûlée
Dessouchage	Arbres	0	Blessures aux collets
	Arbustes	+	Destruction totale
	Herbe	+	Destruction totale
	Couverture morte	+	Destruction totale

TABLEAU 17. VALEURS DES CRITÈRES D'EFFICACITÉ DFCI IMMÉDIATE DES CINQ MÉTHODES D'ENTRETIEN DANS LES FORMATIONS À CHÊNE KERMÈS

L'efficacité DFCI à moyen terme (tabl.18) quantifie les besoins d'entretien en jugeant de la périodicité des interventions et des effets différés ou cumulatifs des techniques appliquées. La période concernée s'étale globalement depuis la seconde jusqu'à la quatrième saison de végétation. Elle évalue l'évolution dans le temps des quatre critères précédents :

- **dommage aux arbres** (arbres) : ce critère évalue les effets différés (infestation, dépérissement, récupération...) des traitements sur le couvert forestier et sur sa régénération ;
- **contrôle de la strate arbustive** (arbustes) : ce critère mesure la vitesse de repousse des arbustes et la dynamique de leur agencement dans l'espace, ainsi que la rémanence des charpentes mortes sur pied ;
- **contrôle de la strate herbacée** (herbe) : il s'agit d'une estimation de la quantité d'herbe résiduelle vivante ou morte en fin de printemps ;
- **contrôle de la couverture morte** (couverture morte) : c'est l'évolution de l'état et de la quantité de la litière, du broyat et des chicots.

L'efficacité sociale et environnementale (tabl.19) juge l'effet de l'aménagement sur le paysage, sur la facilité d'utilisation par les services d'incendie, sur l'impact vis-à-vis des usagers traditionnels de la forêt (chasseurs en particulier) et, dans le cas de coupures pâturées, sur la production fourragère. Quatre critères ont été retenus :

- **impact paysager** (paysage) : il s'agit d'apprécier le degré de perturbation de l'écosystème forestier initial et d'évaluer la rémanence des effets des traitements appliqués en termes paysagers et environnementaux ;
- **circulation des services d'incendie** (accès pompiers) : juge de la capacité de la technique d'entretien à permettre sur la coupure un déploiement et une manœuvre aisés des équipes de lutte contre les incendies ;

TECHNIQUE	CRITÈRES D'EFFICACITÉ DFCI À MOYEN TERME	NOTE	ARGUMENTAIRE
Broyage	Arbres	+	Blessures cicatrisées
	Arbustes	—	Repousse dynamique
	Herbe	—	Herbe favorisée les premières années
	Couverture morte	0	Décomposition partielle
Pâturage	Arbres	+	Aucun dommage
	Arbustes	0	Consommation élargie par accoutumance au milieu
	Herbe	0	Consommation partielle
	Couverture morte	0	Fragmentation par piétinement
Chimique	Arbres	0	Effet collatéral sur chêne vert
	Arbustes	+	Bonne rémanence du traitement
	Herbe	—	Herbe favorisée les premières années
	Couverture morte	—	Défoliation des arbustes et fragmentation des charpentes
Brûlage	Arbres	+	Reconstitution du feuillage
	Arbustes	—	Repousse dynamique
	Herbe	—	Herbe favorisée les premières années
	Couverture morte	0	Chute du feuillage sec des arbres
Dessouchage	Arbres	+	Blessures cicatrisées
	Arbustes	+	Souches déstabilisées
	Herbe	0	Herbe favorisée à long terme
	Couverture morte	+	Reconstitution très lente

TABLEAU 18. VALEURS DES CRITÈRES D'EFFICACITÉ DFCI À MOYEN TERME DES CINQ MÉTHODES D'ENTRETIEN DANS LES FORMATIONS À CHÊNE KERMES

TECHNIQUE	CRITÈRES D'EFFICACITÉ SOCIALE	NOTE	ARGUMENTAIRE
Broyage	Paysage	+	Milieu accueillant
	Accès pompiers	+	Milieu ouvert
	Élevage	0	Brachypode rameux moyennement appétent
	Chasse	+	Milieu ouvert
Pâturage	Paysage	0	Milieu bucolique
	Accès pompiers	0	Milieu partiellement ouvert gênant la manœuvre
	Élevage	0	Prélèvement limité par densité de chêne kermès
	Chasse	0	Présence de troupeau et chien de berger
Chimique	Paysage	—	Végétation sèche
	Accès pompiers	0	Charpentes gênant la manœuvre
	Élevage	0	Brachypode rameux moyennement appétent
	Chasse	—	Traitement chimique mal considéré
Brûlage	Paysage	—	Milieu carbonisé
	Accès pompiers	0	Charpentes gênant la manœuvre
	Élevage	+	Repousses appétentes de brachypode rameux
	Chasse	+	Milieu ouvert en mosaïque
Dessouchage	Paysage	—	Sol dénudé et érosion
	Accès pompiers	+	Milieu ouvert
	Élevage	—	Brachypode détruit
	Chasse	0	Milieu très artificialisé

TABLEAU 19. VALEURS DES CRITÈRES D'EFFICACITÉ SOCIALE DES CINQ MÉTHODES D'ENTRETIEN DES DÉBROUSSAILLEMENTS DANS LES FORMATIONS À CHÊNE KERMES

- **impact cynégétique** (chasse) : ce critère tient compte de l'appréciation des chasseurs vis-à-vis de la coupure en termes de structure, de zone de tir et d'aire de gagnage pour le gibier. Bien que ces paramètres soient différents selon le type de gibier chassé, les notes proposées ont été fixées pour un gibier de type lapin-perdrix ;
- **production fourragère** (fourrage) : c'est une synthèse entre des données quantitatives (matière sèche produite à l'année) et qualitatives (% de Légumineuses et saisonnalité de la production).

B3 Analyse des combinaisons de techniques

Le tableau 20 récapitule les notes données aux critères retenus dans le cas de combinaisons de deux techniques différentes mises en œuvre successivement. Quand la note résultante n'est pas la somme arithmétique des notes élémentaires, la combinaison est à l'origine d'effets compensateurs ou de synergies qui sont indiqués en gras dans le tableau et commentés dans les paragraphes suivants. Pour le critère travail qui représente la quantité de main-d'œuvre nécessaire de la combinaison technique, la note reprend systématiquement celle de la technique la plus exigeante.

Broyage + Brûlage

Le broyage provoque une accumulation de matière morte au sol, qui représente un vecteur de feu d'autant meilleur que la couche est uniforme (Vecteur +). Ce vecteur régulier et au ras du sol facilite la conduite du brûlage (Facilité +). Le résidu d'herbe laissé par le broyage est bien détruit par le brûlage (Herbe effet immédiat +), de même que l'essentiel du broyat (Couverture morte effet immédiat +). Le broyage évite la présence de charpentes carbonisées, ce qui améliore le rendu paysager (Paysage 0) et facilite l'accès des

pompiers (Accès pompiers +). Enfin, le passage du feu sur le brachypode rameux élimine les parties sèches, ce qui rend ce fourrage grossier temporairement plus appétent.

Broyage + Pâturage

La préparation du terrain par broyage ne dispense pas de l'installation de points d'eau (Facilité 0) mais facilite la gestion de l'herbe par le troupeau (Herbe 0) et rend les repousses arbustives plus appétentes même à moyen terme (Arbustes + puis 0). La présence régulière de troupeaux ajoute un effet de piétinement à court et moyen termes sur la fragmentation du broyat et accélère sa décomposition (Couverture morte 0 puis +). Mais ce piétinement peut mettre en danger les couvées de perdrix, sauf si le débroussaillage est alvéolaire (Chasse 0).

Chimique + Brûlage

Le brûlage succédant une application de phytocide constitue un enchaînement de techniques nécessitant des niveaux de formation et de compétence rarement réunis (Facilité -). Les arbustes desséchés par le traitement chimique sont presque complètement consommés par le brûlage (Arbustes effet immédiat +) et l'effet létal du phytocide reste marqué pendant de nombreuses

	FAISABILITÉ	TECHNIQUE	EFFICACITÉ DFOI IMMÉDIATE	EFFICACITÉ DFOI MOYEN TERME	EFFICACITÉ SOCIALE
Broyage + Brûlage	Météo 0 Accessibilité 0 Vecteur +	Facilité + Travail 0	Arbres 0 Arbustes + Herbe + Couverture morte +	Arbres + Arbustes - Herbe - Couverture morte 0	PAYSAGE 0 * Accès pompiers + Elevage + Chasse +
Broyage + Pâturage	Météo + Accessibilité 0 Vecteur +	Facilité 0 Travail 0	Arbres 0 Arbustes + Herbe 0 Couverture morte 0	Arbres + Arbustes 0 HERBE 0 Couverture morte +	Paysage + Accès pompiers + Elevage 0 Chasse 0
Chimique + Brûlage	Météo - Accessibilité 0 Vecteur 0	Facilité - Travail 0	Arbres - Arbustes + HERBE + Couverture morte +	ARBRES 0 ARBUSTES + Herbe - Couverture morte +	Paysage 0 Accès pompiers + ELEVAGE + Chasse 0
Chimique + Pâturage	Météo 0 Accessibilité 0 Vecteur +	Facilité - Travail 0	Arbres 0 Arbustes 0 Herbe 0 Couverture morte 0	Arbres 0 Arbustes + Herbe 0 Couverture morte 0	Paysage 0 Accès pompiers 0 Elevage 0 Chasse -
Brûlage + Pâturage	Météo - Accessibilité + Vecteur 0	Facilité 0 Travail 0	Arbres - ARBUSTES + HERBE + Couverture morte +	Arbres + Arbustes 0 Herbe 0 Couverture morte +	Paysage - Accès pompiers 0 Elevage + Chasse 0
Dessouchage + Pâturage	Météo + Accessibilité 0 Vecteur -	Facilité 0 Travail 0	Arbres 0 Arbustes + Herbe + Couverture morte +	Arbres + Arbustes + Herbe + Couverture morte +	Paysage - Accès pompiers + Elevage - Chasse 0
Broyage + Dessouchage + semis	Météo + Accessibilité - Vecteur +	Facilité + Travail -	ARBRES - Arbustes + HERBE 0 Couverture morte +	Arbres - Arbustes + Herbe 0 Couverture morte +	Paysage 0 Accès pompiers + ELEVAGE + Chasse +

TABLEAU 20. APPRÉCIATION QUALITATIVE DE DIFFÉRENTES COMBINAISONS DE TRAITEMENTS D'ENTRETIEN DANS LES FORMATIONS À CHÊNE KERMÈS

années (Arbustes effet moyen terme +) comme malheureusement sur les arbres (Arbres effet moyen terme 0). Le brûlage de toute façon détruit totalement le brachypode rameux et la couverture morte (Herbe et Couverture morte effet immédiat +). La bonne combustion du chêne kermès desséché par le phytocide évite la présence de charpentes calcinées, ce qui améliore le rendu paysager du traitement (Paysage 0) et l'accessibilité aux services de lutte (Accès pompiers +) mais rend difficile un traitement en mosaïque plus favorable au petit gibier (Chasse 0).

Chimique + Pâturage

L'accessibilité à l'herbe est améliorée par la destruction du feuillage piquant du chêne kermès (Vecteur +) mais, comme la précédente, cette combinaison requiert des niveaux de formation et de compétence rarement réunis (Facilité -). Au bout de quelques années, le passage régulier des animaux détruit les charpentes mortes, ce qui réduit le combustible sec sur pied (Arbustes effet moyen terme +) et améliore le rendu paysager du traitement (Paysage 0). La présence régulière de troupeaux ajoute un effet de piétinement à court et moyen termes sur la fragmentation et la décomposition de la couverture morte (Couverture morte 0). Les aspects négatifs des deux techniques (mauvaise réputation du traitement chimique, difficulté de cohabitation avec le troupeau et ses chiens) restent prédominants pour les chasseurs (Chasse 0).

Brûlage + Pâturage

Le brûlage préliminaire de la garrigue à chêne kermès rend le brachypode rameux et les repousses arbustives plus appétentes (Herbe et Arbustes effet immédiat +). À moyen terme, la faible production de litière issue des repousses de kermès est bien maîtrisée par le piétinement du troupeau (Couverture morte effet moyen terme +).

Dessouchage + Pâturage

Le dessouchage détruit le tapis herbacé vecteur du pâturage, et si l'on souhaite améliorer le critère « vecteur », il faut absolument envisager un enherbement par semis.

Broyage + Dessouchage + Semis

Cette combinaison, exclusivement appliquée à des remises en culture, se justifie seulement en présence d'une biomasse de chêne kermès très importante et, bien que mobilisant relativement peu de main-d'œuvre, elle engendre des coûts très élevés (Travail -). Elle n'est pas appropriée aux milieux arborés puisqu'elle prépare une remise en culture temporaire (Arbres -). Quel que soit le type de spéculation, les risques de résidus de culture durant l'été, comme les chaumes, sont élevés (Herbe 0), et nécessitent des pratiques spécifiques (pâturage tardif ou déchaumage précoce). Ce type de surface pourra jouer un rôle alimentaire stratégique pour attirer un éleveur (Élevage +). L'implantation de cultures au sein du massif est perçue

favorablement par les chasseurs de petit gibier (Chasse +).

Le passage en revue de ces différentes techniques révèle trois types de stratégies : celles qui misent sur une intervention initiale lourde dont on attend une forte rémanence sur la végétation arbustive (destruction de l'appareil souterrain) ; celles qui jouent sur le rabattement à intervalle régulier des tiges aériennes ; enfin celles qui s'appuient sur un prélèvement partiel de la pousse annuelle. Ces stratégies peuvent être diversement combinées pour optimiser leur impact.

B4 Analyse des séquences techniques sur le moyen terme

Les séquences techniques doivent être analysées sur une période assez longue pour intégrer des effets cumulatifs sur la dynamique arbustive qui apparaissent avec la répétition des interventions (tabl.21).

Une **durée de dix ans** a été choisie car elle correspond au recul actuellement disponible sur les effets de la majorité des traitements. **Les propositions de séquences techniques retenues sont adaptées à la gestion d'une garrigue de productivité moyenne** (état stabilisé du phytovolume initial compris entre 4 000 et 6 000 m³/ha avec quelques arbres clairsemés), situation fréquente dans les milieux qui nous préoccupent.

La séquence d'ouverture et d'entretien par le seul broyage, très couramment pratiquée, a été choisie comme témoin de référence (un passage tous les trois ans).

Broyage + Brûlage (La Roque d'Anthéron)

La mise en œuvre de cette séquence est conseillée dans deux situations : quand la strate herbacée est insuffisante pour conduire correctement le brûlage, ou quand le sous-bois de chêne kermès atteint un phytovolume excessif dont la combustion risque de mettre en danger la survie des arbres présents sur la coupure. Il est souhaitable d'effectuer le broyage le plus tôt possible en automne puis de brûler en fin d'hiver, juste avant la fin de la période légale de brûlage, pour laisser sécher le broyat et détruire les premières repousses. L'objectif principal de la combinaison initiale est de détruire le combustible accumulé au niveau du sol. La première repasse sera appliquée au bout de deux ans pour contrôler la puissante repousse liée à l'effet de fertilisation découlant de la minéralisation du matériel végétal par le feu. Des repasses régulières sont ensuite à programmer environ tous les trois ans.

Broyage + Pâturage (Luberon, Alpilles)

L'objectif principal de cette séquence est d'épuiser progressivement la capacité de rejet du chêne kermès. Le pâturage ne permet pas un contrôle du broyat comme dans la séquence précédente mais une fragmentation importante de la couverture morte est observée, surtout avec des animaux lourds (taureaux, ânes). Le pâturage a un impact sur la repousse du

ANNÉE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Broyage	broyage			broyage			broyage			broyage
Broyage + Brûlage	broyage brûlage			brûlage			brûlage			brûlage
Broyage + Pâturage	broyage pâture	pâture	pâture	broyage pâture	pâture	pâture	pâture	pâture	pâture	pâture
Chimique + Brûlage	chimique brûlage				brûlage			brûlage		
Chimique + Pâturage	chimique pâture	pâture	pâture	pâture	broyage pâture	pâture	broyage pâture	pâture	pâture	pâture
Brûlage + Pâturage	brûlage pâturage	pâture	pâture	brûlage pâture	pâture	pâture	pâture	brûlage pâture	pâture	pâture
Dessouchage + Pâturage Montpezat	dessouch. fertils. céréale pâturage	broyage fertils. semis pâture	broyage fertils. pâture	broyage fertils. pâture	broyage fertils. pâture	pâture	broyage fertils. pâture	pâture	broyage fertils. pâture	pâture
Dessouchage + Pâturage Vautade	dessouch. fertils. céréale pâturage	griffage céréale pâture	griffage fertils. fourrage pérenne pâture	pâture	pâture	discage fertils. fourrage pérenne pâture	pâture	pâture	pâture fertils.	pâture

TABLEAU 21. PROPOSITIONS DE SÉQUENCES TECHNIQUES

kermès d'autant plus important que les animaux sont habitués à pâturer la garrigue. Il permet également un raclage annuel de l'herbe avant la saison des incendies. Il est souhaitable d'introduire les animaux sur la zone broyée le plus vite possible, afin de garantir un fort impact sur les rejets de kermès tant qu'ils sont encore tendres. L'hypothèse d'un épuisement lent mais progressif des rejets permet d'envisager un intervalle supplémentaire d'un an entre chaque repasse.

Chimique + Brûlage

L'objectif principal de la combinaison initiale est de détruire durablement la strate arbustive. Pour cela, il convient d'appliquer le phytocide en début d'automne au moment de la descente de sève puis de brûler le combustible sur pied en fin d'hiver au moment où il est bien sec et où les premières repousses apparaissent. L'effet rémanent marqué du phytocide permet de retarder la première repasse cinq ans plus tard. Ensuite, il faut prévoir un entretien régulier par brûlage tous les trois ans, à moins que le système racinaire du chêne kermès ait été fortement endommagé par le traitement initial.

Chimique + Pâturage (Luberon)

L'objectif principal de la combinaison initiale est d'empoisonner le système racinaire du chêne kermès et d'empêcher les repousses. Comme dans la séquence précédente, le traitement phytocide se fera en début d'automne au moment de la descente de sève suivi d'un pâturage, dès la migration totale de la matière active hors feuille, au bout d'un mois. La fragmentation incomplète des charpentes impose une repasse au bout de trois ans avec broyeur. Ensuite l'effet du pâturage permet d'envisager un espacement progressif des repasses.

ANNÉE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	COÛT MOY. €/ha/an
Broyage	1 000			500			500			500	250
Broyage + Brûlage	600+300			400			400			400	210
Broyage + Pâturage	1 000+15	15	15	500+15	15	15	15	500+15	15	15	215
Chimique + Brûlage	600+400				400			400			180
Chimique + Pâturage	600+15	15	15	15	500+15	15	15	15	15	15	125
Brûlage+ Pâturage	600+15	15	15	400+15	15	15	15	400+15	15	15	155
Dessouch. + Pâturage (Montpezat)	1 466										147
Dessouch. + Pâturage (Vautade)	2 400										240

TABLEAU 22. COÛT DES SÉQUENCES TECHNIQUES (€/HA)

Brûlage + Pâturage (Luberon, Aumelas)

L'objectif principal de la séquence est de maîtriser l'accumulation de combustible et de maintenir une présence soutenue des troupeaux. Afin de ne pas détruire de stock d'herbe sur pied, le brûlage se fera en automne, suivi d'un pâturage précoce sur les jeunes repousses de chêne kermès. La présence de charpentes limite l'efficacité du contrôle des rejets par le troupeau mais cet effet s'atténue avec la destruction progressive de ces résidus par les brûlages d'entretien.

Dessouchage + Pâturage (Montpezat, Vautade)

Cette séquence ne doit être envisagée que dans une optique de reconquête agricole de terrains envahis par le chêne kermès mais anciennement cultivés. L'objectif principal de la combinaison initiale est d'extirper le chêne kermès. Dans l'option 1 (Montpezat), une seule intervention de dessouchage permet de déstabiliser les souches de kermès mais les sections de rhizomes laissées par le travail incomplet du bull engendrent une reconstitution rapide du peuplement arbustif. Ensuite, malgré la vigueur des repousses de kermès liée au rajeunissement de son système racinaire, l'impact du pâturage et l'accessibilité totale de la parcelle traitée permettent un espacement progressif des repasses. Dans l'option 2 (Vautade), les rejets sont contrôlés par la répétition d'un travail du sol et de l'arrachage du kermès (sous la forme d'un griffage) au cours des trois premières années. Enfin, la nécessité de régénérer la culture fourragère amène à renouveler un discage environ tous les cinq ans, lors de l'épandage du compost.

Le critère économique doit s'ajouter aux précédents pour compléter l'évaluation. Les séquences techniques développées au tableau 21 sont donc estimées économiquement au tableau 22 sur la base des coûts unitaires exposés au chapitre 2. Ce sont des coûts pour le gestionnaire ou le maître d'ouvrage de la coupure.

Le coût lié au pâturage sur garrigue a été estimé à 15 €/ha/an pour prendre en compte l'amortissement des équipements pastoraux complémentaires. On considère que les autres frais de fonctionnement sont pris en charge par l'éleveur pour couvrir l'alimentation de son lot d'animaux sur le site. Il en est de même pour les itinéraires techniques de défrichement, qui nécessitent des travaux agricoles annuels réalisés par l'éleveur mais compensés par la production fourragère.



BRÛLAGE DIRIGÉ DU SITE DES SAUTES (PETIT LUBERON, VAUCLUSE)

C. Une conséquence de la maîtrise des arbustes : le développement de la strate herbacée

La majorité des suivis effectués sur la strate herbacée ont montré un maintien voire un développement soutenu du recouvrement herbacé au cours du temps. Seul le parc à ânes de la coupure du **Trou du Rat** montre une régression marquée du tapis herbacé liée à la capacité des équins à arracher les touffes d'herbe. Ce développement profite généralement au brachypode rameux qui constitue l'essentiel du fonds pastoral dans ce type de milieu. Dans les milieux les plus difficiles comme le Luberon ou les versants des Alpilles, le recouvrement herbacé se stabilise, au bout de cinq-six ans, autour de 40% alors qu'il peut rapidement atteindre 80% dans les milieux plus favorables comme certains plateaux des Bouches-du-Rhône.

La figure 31 page 51 montre l'évolution du recouvrement en herbe suivant l'arrivée des animaux, sur le site du **Trou du Rat**.

La gestion de cette dynamique doit être réfléchie à moyen terme et son appréciation dépendra de la technique d'entretien couramment utilisée sur la coupure.

En effet, le brachypode rameux, de par son port érigé et sa morphologie (tissus verts engainés dans les tissus secs de l'année précédente), est un excellent combustible quand sa pousse s'accumule sur plusieurs

années. Ou bien le pâturage est partie prenante de l'aménagement et aucun seuil limite de recouvrement herbacé n'est à préconiser ; ou bien la coupure n'est pas pâturée et il faut veiller à ne pas dépasser 50% de recouvrement afin d'éviter un feu courant pouvant traverser rapidement la coupure, ou prévoir un dégagement régulier (tous les deux-trois ans) de l'herbe sèche, par brûlage dirigé.

Parfois, le pâturage se termine sur le site de façon précoce soit parce que l'éleveur sécurise son système d'élevage par des ressources de meilleure qualité au printemps, soit parce que des objectifs environnementaux interdisant le pâturage au printemps (protection des couvées ou de la fructification de certaines plantes) sont clairement affichés. Quand la pelouse est largement dominée par le brachypode rameux, la pousse printanière, de faible ampleur (de 3 à 5 cm suivant les conditions climatiques), ne génère pas une grande quantité d'herbe sèche sur pied sur la coupure au début de l'été. Dans ce cas le plus courant, un raclage annuel de l'herbe semble une pratique suffisante pour le contrôle pérenne de la strate herbacée. En revanche, la présence ou l'apparition localisée d'espèces plus méso-philés (stations à sol profond ou parcs de couchade, par exemple), nécessite un pâturage avant l'été, en particulier les années au printemps pluvieux.



STRUCTURE DE GARRIGUE PÂTURÉE



BROYAGE D'OUVERTURE ET POINT D'ABREUVEMENT. ALPILLES

D. Maintien de la biodiversité

Plusieurs coupures de combustible sont aujourd'hui mises en place sur des massifs forestiers où la préservation de la biodiversité est un objectif clairement affiché par les gestionnaires.

L'émergence des politiques agri-environnementales dans les espaces naturels préservés (parcs régionaux, en particulier), puis dans le cadre élargi de Natura 2000, a modifié l'approche patrimoniale des milieux méditerranéens : certains habitats ouverts jusqu'ici négligés ont retrouvé une valeur du fait de leur richesse en espèces végétales, de la faune spécifique qu'ils accueillent et de leur forte dynamique de régression. Ces espaces le plus souvent relictuels générés par des siècles d'exploitation humaine, sont à terme condamnés par la déprise et ne sont réouverts périodiquement que par l'aléa des incendies. **La superposition d'un objectif de conservation de la biodiversité à l'objectif de la coupure de combustible, pose donc des problèmes d'aménagement et de gestion, dans l'espace et dans le temps.**

D1 Les enjeux écologiques

La garrigue dense à chêne kermès constitue elle-même un milieu banal. Les principaux habitats remarquables se situent dans les milieux ouverts interstitiels de pelouses et de landes claires ; ils comprennent deux habitats prioritaires au niveau européen :

- les parcours substeppiques à Graminées annuelles du *Théro-Brachypodietea* – Codes CORINE 34.511 Natura 2000 : 6220 ;
- le matorral arborescent à genévrier oxycèdre – Codes CORINE 32.1311 Natura 2000 : 5211.

Sur le **Causse d'Aumelas**, ces habitats subissent l'effet de la progression des formations ligneuses denses, tout particulièrement à chêne kermès et à chêne vert, qui est de plus de 1% par an, soit près de 50% d'augmentation entre 1956 et 2002. Les espèces rares ou menacées inféodées à ces habitats sont, d'après le CEN L-R :

- des espèces végétales disposant d'une protection nationale observées sur les pelouses du site : *Gagea foliosa*, *Inula helenioides*, *Medicago secundiflora*, *Sternbergia lutea* ;
- des oiseaux nicheurs ou hivernant sur le site : aigle de Bonelli, aigle royal, alouette lulu, bruant ortolan, busard cendré, circaète Jean-le-Blanc, coucou-geai, engoulevent d'Europe, faucon hobereau, fauvette à lunette, fauvette pitchou, hibou grand-duc, merle de roche, outarde canepetière, pie grièche à tête rousse, pie grièche écorcheur et pipit rousseline.

Sur les **craux du Luberon**, les garrigues claires en mosaïque abritent une bonne représentation des faciès à *Iris chamæiris* et *Narcissus requieni* qui produisent de magnifiques parterres fleuris. Un rayonnement par-

ticulièrement intense favorise le développement d'une flore extrêmement thermophile avec des espèces comme *Anemone hortensis*, *Orchis olbiensis*, *Euphorbia sulcata* et *Papaver setigerum* à grandes fleurs violettes ou enfin *Phlomis lychnitis*, toutes portées sur la liste régionale des espèces menacées.

Ces garrigues constituent également le territoire de chasse des principaux grands rapaces nichant dans les habitats rupestres souvent présents à proximité : aigle de Bonelli, vautour percnoptère, circaète Jean-le-Blanc...

On y rencontre des espèces d'oiseaux protégées comme le bruant ortolan, la fauvette pitchou, l'alouette lulu, le pipit rousseline et l'engoulevent. Insectes et reptiles sont également bien représentés.

Enfin, sur les deux sites, le développement de la petite faune sauvage (perdrix, lapin) constitue un enjeu complémentaire cynégétique cohérent avec les objectifs écologiques de préservation de l'ouverture du milieu.

D2 Les préconisations de gestion écologique

Derrière un souhait global de maintien et de réhabilitation des milieux ouverts, les références de gestion pratique sont aujourd'hui encore peu nombreuses. Les préconisations mettent en avant les activités agropastorales comme un élément essentiel de préservation durable de ces milieux.

La réintroduction du pâturage, associée à des pratiques raisonnées de feux d'ouverture (brûlage par quartier et/ou dirigé) et d'entretien (brûlage à la matte), est inscrite dans les documents d'objectifs.

Ces hypothèses font, dans le Luberon, l'objet de programmes d'expérimentation associant différents partenaires pour suivre l'évolution de la diversité du milieu en fonction des modes de gestion contractualisés avec les éleveurs. La restauration et la reconquête des milieux y ont été réalisées principalement par débroussaillage mécanique, mais le brûlage dirigé s'y substitue progressivement.

D3 La combinaison des objectifs

Les travaux entrepris sur les coupures favorisent la pelouse spontanée, ou réamorcent un cycle d'évolution progressive par le défrichement en cas de remise en culture (cf. fig.2).

On peut donc penser que les interventions de gestion réalisées communément sur l'emprise des coupures de combustible sont globalement favorables à plus ou moins long terme à la réhabilitation des milieux ouverts et de la faune qui y est associée.

Les contradictions éventuelles portent sur les modalités et dates d'intervention : ainsi privilégier la préservation de certains groupes d'oiseaux va impliquer d'écarter toute intervention sur la coupure en période de nidification et d'élevage des petits ; cela peut limiter

ou rendre impossible l'utilisation du brûlage comme technique d'entretien, ou déplacer les dates de pâturage au détriment du raclage tardif de l'herbe. Les conséquences des modalités de pâturage (date et niveau de raclage de la pelouse) sur certaines espèces emblématiques sont en fait peu connues. Les suivis récemment mis en œuvre devraient lever progressivement ces interrogations sur l'évolution des milieux dans un contexte de gestion contemporain.

Globalement, les habitats prioritaires de milieux ouverts sont moins combustibles que leur forme dégradée que constituent les garrigues à chêne kermès. Favoriser leur extension au sein des massifs ou aux abords des coupures devrait donc diminuer la puissance des feux incidents.

Par ailleurs, la réalisation d'une coupure de combustible a pour objectif premier la limitation de l'extension des feux : si elle est suffisamment efficace, la dynamique de la végétation protégée sera modifiée dans le sens de l'évolution forestière. On voit à travers ces phénomènes contradictoires que **la cohérence de gestion des objectifs écologiques et de protection contre l'incendie doit être raisonnée à l'échelle du massif** et non de la coupure. Elle se traduit par des compromis d'aménagement orientant durablement les dynamiques de végétation.

D4 Des démarches d'intégration en cours

Elles peuvent être illustrées à deux échelles.

Sur l'exemple du **Causse d'Aumelas**, les partenaires forestiers, les services départementaux incendie (DFCI) et les naturalistes sont convaincus de la nécessité de développer et ou de maintenir une grande coupure agropastorale.

Cette coupure s'appuierait sur les milieux ouverts résiduels du centre du plateau confortés par un redéploiement viticole et agropastoral autour de la route départementale coupant ce massif du nord-est au sud-ouest ; elle partagerait ainsi le massif en deux entités :

- au nord-ouest, des espaces de landes, des garrigues à chêne kermès associées à des pelouses « relictuels » ;
- à l'est et au sud-est, un espace à protéger de l'incendie, composé de landes claires à genévrier, de bois clairs et de taillis de chêne vert.

Pour cela, le territoire des exploitations n°1, n°2 et la partie nord de l'exploitation n°4 (cf. fig.4 gauche p.14) doivent retrouver des activités agropastorales durables

pour assurer une certaine continuité de la coupure. Depuis fin 2002, le redéploiement des exploitations n°5 et n°6 sur la partie nord de l'ancien territoire pastoral n°4 permet de conforter cette idée (cf. fig.4 droite p.14).

Des travaux de débroussaillage et de brûlage dirigé sont déjà conduits dans ces secteurs. L'aménagement de cette coupure de combustible composé d'îlots viticoles et de cultures et d'espaces pastoraux pourrait répondre en grande partie aux objectifs de gestion en incitant les éleveurs à contenir l'embroussaillage et à rabattre suffisamment la strate herbacée avant l'été par la mise en œuvre de mesures agro-environnementales adaptées.

Sur le massif du **Petit Luberon**, les actions engagées répondent à la multiplicité des objectifs :

- la protection contre les grands incendies est privilégiée sur une grande coupure pâturée le long de l'axe de circulation ;
- l'entretien d'espaces ouverts intéressants pour la faune et la flore qu'ils abritent est favorisé grâce au pâturage au-delà de l'emprise de la grande coupure sur des garrigues peu dynamiques ;
- le développement de la petite faune sauvage (perdrix, lapin) est assuré par des réouvertures localisées de milieux embroussaillés, des remises en culture et la réintroduction du lapin ;
- la sylviculture localisée des cèdres et des pinèdes de pins d'Alep peut favoriser une remontée biologique des peuplements de chênes.

L'organisation des itinéraires de randonnée et la sensibilisation du public, la réglementation de la fréquentation et la mise en œuvre de programmes d'expérimentation viennent compléter les interventions sur la végétation.

En imposant une utilisation pastorale dominante entre fin d'automne et hiver, l'ONF a proposé des surfaces complémentaires de printemps aux éleveurs en valorisant ainsi l'étagement du massif. Au départ des troupeaux la garrigue se couvre de fleurs et de touristes. Cela peut paraître en contradiction avec la bonne gestion de la contrainte DFCI mais semble bien fonctionner. Il n'y a pratiquement pas de grosse pousse herbacée avant l'été nécessitant une repasse obligatoire sauf année particulière. Dans ce cas il est prévu dans les cahiers des charges qui engagent les éleveurs une repasse limitée à l'emprise de la coupure.

Conclusion

LA GARRIGUE À CHÊNE KERMÈS est une formation végétale particulièrement stable, dont l'extension a été favorisée par une longue histoire d'exploitation humaine. Son développement actuel est lié à un siècle de déprise agricole et pastorale sur les collines, et à la fréquence des incendies qui bloque aujourd'hui son évolution vers les stades forestiers.

En l'absence de données géographiques plus générales, sa progression sur le **Causse d'Aumelas** pendant un demi-siècle a pu être décrite en parallèle avec la disparition progressive des pratiques traditionnelles de gestion pastorale.

Les formations matures, c'est-à-dire d'âge supérieur à une dizaine d'années, ont des phytovolumes arbustifs compris entre 2 000 et 10 000 m³/ha ; ces niveaux d'embroussaillage très variables sont fonction de la fertilité de la station et de la présence d'espèces dominantes.

Grâce à son important système racinaire, **le kermès fournit un exemple de l'influence stimulante de la taille sur la vigueur de ses repousses aériennes** : le broyage, le brûlage, le pâturage sont autant d'interventions qui, appliquées ponctuellement, prolongent la durée d'activité végétative du kermès au détriment de sa reproduction sexuée.

D'autres impacts des interventions sur la dynamique de la végétation sont à prendre en compte dans le choix des modes de gestion des coupures : la destruction de l'appareil aérien favorise le développement temporaire du couvert herbacé ; une ouverture trop forte du couvert forestier dans les peuplements de pin d'Alep, diminue la concurrence vis-à-vis de la lumière au profit des espèces du sous-bois.

Les traitements s'attaquant directement au système souterrain sont plus contraignants, et rarement mis en œuvre : les possibilités de défrichement sont limitées aux stations à sol profond et faible pente, rares dans ce type de milieu ; l'emploi des phytocides systémiques a démontré son efficacité mais est resté au stade expérimental, car il garde une réputation de mise en danger pour l'environnement.

Le contrôle de la puissance de régénération du chêne kermès nécessite des interventions fréquentes et coûteuses : il peut s'agir de la répétition

d'une même technique à intervalles rapprochés (deux à trois ans pour le brûlage ou le broyage, suivant la productivité de la garrigue), ou de la recherche d'effets complémentaires par une combinaison de techniques adaptée aux contraintes du site (broyage/pâturage, broyage/brûlage, brûlage/pâturage).

Les espèces associées au chêne kermès dans les faciès mixtes sont en général plus faciles à contrôler : brachypode ou buplèvre par le pâturage, ajonc, ciste cotonneux ou romarin, par le broyage et/ou le brûlage.

Dans les garrigues mixtes traitées en broyage alvéolaire, les îlots non débroussaillés seront donc localisés de façon préférentielle sur les mattes denses de chêne kermès ou de chêne vert.

Dans ces milieux dont l'entretien est contraignant et coûteux, **l'analyse des dynamiques spontanées de végétation est à prendre en compte dès la conception et la localisation du projet de coupure** ; trois types de stratégies permettent d'envisager une **évolution susceptible d'infléchir à terme les coûts de gestion pour la collectivité** :

- la **reconquête agricole** par défrichement, pour les stations les plus riches, adaptées à l'implantation d'une vigne, d'un verger ou d'une culture fourragère ;
- une **ouverture du milieu** qui permet de maintenir le chêne kermès à l'état d'îlots discontinus au sein d'une matrice de pelouse, sur les faciès à sol superficiel ou récemment colonisés par l'espèce ; cet état dont la réhabilitation est aussi souhaitée par les gestionnaires écologiques et cynégétiques, facilite l'entretien par **brûlage/pâturage** ;
- enfin **l'évolution forestière**, le maintien d'un couvert arboré dense concurrençant progressivement les espèces héliophiles dominées ; les probabilités de vieillissement des peuplements doivent être favorisées par des travaux facilitant leur auto-protection par rapport au feu (discontinuité verticale du combustible, éclaircies progressives).

Les autres stratégies correspondent au maintien d'un état métastable, où le chêne kermès peut exprimer pleinement et durablement ses remarquables facultés adaptatives.

Références

- Alexandrian D., Rigolot É., 1992. « Sensibilité du pin d'Alep à l'incendie », *Forêt Méditerranéenne* XIII(3):185-198.
- Anglade J.Y., 1989. *Diversité de la réponse de quelques espèces de Provence cristalline à la coupe*. Mém. DEA, Fac. Sc. & Techn St-Jérôme, Aix-Marseille III
- Aussibal G., 2002. *Des pratiques de brûlages ancestrales*, SIME L-R
- Bardaji Mir M., 1996. *Effectos a corto plazo de la quema controlada sobre la vegetacion, en una formacion de Pinus halepensis (Mill) de la region mediterranea francesa*. 90 p. + ann.
- Beylier B., Kmiec L., Étienne M., à paraître. *La grande coupure de combustible du Trou du Rat. Bilan de 12 ans de suivi (1992-2003)*
- Bonnier G., Douin R., 1990. *Grande flore en couleurs de Gaston Bonnier. France, Suisse, Belgique et pays voisins*. Belin Paris, 5 vol.
- Braun-Blanquet J., Poussine N., Negre R., 1952. *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. CNRS éd., 297p.
- Brosse-Genevet E., 2003. *Gestion des cistaies sur coupures de combustible*, RCC n°7, eds Cardère, 85p.
- Byram, 1959. « Combustion of forest fuels », in Davis K.P. 1959, *Forest Fire: Control and use*. Mac Graw-Hill Book C^{ie} New York:61-89.
- Cañellas I., San Miguel A., 2000. « Biomass of root and shoot systems of *Quercus coccifera* shrublands in Eastern Spain », *Ann. For. Sci.* 57:803-810
- CEN L-R, 2002. *Caractérisation du patrimoine naturel, évolution de la dynamique d'embroussaillage, propositions de gestion de la montagne de La Moure et du Causse d'Aumelas (Hérault)*. 76 p. + ann.
- Clave V., 2001. *Impact des brûlages dirigés sur la malacofaune*. Maîtrise Sc. Environnement Fac. St-Jérôme. 21p. +ann.
- CERPAM, 2001. *Clôtures en Provence Alpes Côte d'Azur*. Coll. Techniques pastorales 3 vol. Ovins – Bovins - Caprins, CERPAM éd., 109 à 120 p.
- CERPAM, ARDEPI, SIME, 2003. *Eau et abreuvement des troupeaux sur les parcours et alpages en Provence Alpes Côte d'Azur*. Coll. Techniques pastorales CERPAM éd.
- Coudour R., 2000. *Coupures de combustible : le coût des aménagements*, RCC n°3, eds Cardère, 58 p.
- De Cambiaire O., 2002. *Caractérisation du chêne kermès*. Mém. BTSA Gestion Forestière. INRA-URFM Avignon, 33 p.
- Delabrazé P., 1990. « Phytocides et nanifiants pour l'entretien de coupures de combustible et de pare-feu en région méditerranéenne ». *Rev. For. Fr.* n°42 spécial « Espaces forestiers et incendies » :135-139
- De Rouville S., Gaubert J.L., 2002. *Performances zootechniques de moutons et impact sur la végétation d'une garrigue gyrobroyée à deux hauteurs différentes*. ENSAM-UZM
- De Rouville S., Gaubert J.L., Bocquier F., 2000. « Évolution à long terme d'une garrigue méditerranéenne selon la saison de pâturage par des chèvres ». *Ann. Renc. Rech. Ruminants* 2000 :133
- De Tilbury G., XII^e s. *Otia Imperialia*
- Dureau R., 2000. *Bilan des expérimentations sylvopastorales menées dans le massif des Alpilles (1991-1999)*, CERPAM-SIERASA
- Dureau R., Arnaud M.T., 1993. *Compte-rendu des expérimentations Alpilles*. CERPAM
- Escur É., 1996. *Quelques adaptations morphologiques et anatomiques, contribuant à la colonisation de la garrigue par le chêne kermès*. Mém. Maîtrise Biol. Populations et Écosystèmes, USTL Montpellier, 14p.
- Étienne M., Rigolot É., 2001a. *Effets de la combinaison de techniques de débroussaillage sur le chêne kermès*. INRA
- Étienne M., Rigolot É., 2001b. *Méthodes de suivi des coupures de combustible*, RCC n°1, eds Cardère, 64 p.
- Étienne M., Armand D., Grudé A., Girard N., Napoleone M., 2002. *Des moutons en forêt littorale varoise*, RCC n°5, eds Cardère, 73p.
- Ferran A., Delitti W., Vallejo V.R., 1998. « Effects of different fire recurrences in *Quercus coccifera* communities of the Valencia region (Spain) », *III^e Internat. Conf. Forest Fire Research*, Luso vol.2:1555-1569
- Gillon D., Houssard C., Valette J.C., Rigolot É., 1999. « Nitrogen and phosphorus cycling following prescribed burning in natural and managed Aleppo pine forests ». *Can. J. For. Res.* 29(8):1237-1247
- Gillon D., Trabaud L., 1997. « État des connaissances sur la cicatrisation puis la reconstitution des écosystèmes ». *État des connaissances sur l'impact des incendies*, convention INRA-DERF 61.21.14/97:38-58
- Gomila H., 1993. *Incidences du débroussaillage sur la flore, la végétation et le sol, dans le Sud-Est de la France*. Thèse sci. Fac. Sci. et Techn. St-Jérôme, Aix-Marseille III, 195p. + ann.
- Institut de l'Élevage, 2001. *Équipements pastoraux*. Technipel éd., 298p.
- Kawas M., Floret C., 1989. « Influence de l'intensité du pâturage sur le cycle de vie des espèces ligneuses d'une garrigue du Sud de la France ». *xvi^e CIH Nice*:1557-1558
- Kiss L., 2002. *Impact des incendies sur les communautés de gastéropodes terrestres testacés en basse Provence calcaire*. Thèse 3^e cycle, IMEP, Fac. St-Jérôme Marseille, 187p.

- Lambert B., 1999. *Analyse après incendie de six coupures de combustible*, RCC n°2, eds Cardère, 81p.
- Legrand C., 1992. *Régénération d'espèces arbustives méditerranéennes par rejet ou semis après brûlage dirigé et pâturage. Conséquences sur la dynamique d'embroussaillage*. Thèse écologie Aix-Marseille III, INRA-SAD Avignon, 92p.
- Legrand C., Étienne M., Rigolot É., 1994. « Une méthode d'aide au choix des combinaisons techniques pour l'entretien des coupures de combustible ». *Forêt Méditerranéenne* XV(4):397-408
- Martin C., 1996. *La garrigue et ses hommes*. Espace-Sud eds, Montpellier, 272p.
- Molinier R., 1976. *Carte de la végétation de la France. Notice feuille de Marseille*. CNRS éd.
- Poissonet P. et al., 1981. *Recherches expérimentales sur un système écologique complexe : la garrigue à Quercus coccifera L.* Premier rapport de synthèse CEPE-CNRS
- Rigolot É., 1999. « Le brûlage dirigé : cadre de développement et objets de recherche », *Montagnes Méditerranéennes* n°10, Écobuage et gestion de l'espace:31-36
- Rigolot É., 2002, *Du plan départemental à la coupure de combustible. Guide méthodologique et pratique*, RCC n°6, eds Cardère, 48p.
- Rigolot É., Costa M., 2000. *Conception des coupures de combustible*. RCC n°4, eds Cardère, 154 p.
- Rigolot É., Scheffmann, C., 2002. « Évaluation de l'efficacité des coupures de combustible à dire d'experts ». *Wildfire prevention strategies of Southern Europe forests: Forum of wildfire risk management professionals* Bordeaux 31/01, 1-2/02/2002, 15p.
- Trabaud L., 1962. *Monographie phytosociologique et écologique de la région Grabels - St Gély du Fesc*. Thèse écologie Montpellier, 131p.
- Trabaud L., 1980. *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des garrigues du Bas-Languedoc*. Thèse d'État USTL Montpellier, CEPE-CNRS
- Trabaud L., 1984. « Changements structuraux apparaissant dans une garrigue de chêne kermès à différents régimes de feux contrôlés ». *Acta Oecologia, Oecologia Applicata* 5:127-143
- Trabaud L., 1990. « Feu et potentialités pastorales en garrigue de chêne kermès ». *Fourrages* 122:175-187
- Trabaud L., 1994. « Post-fire plant community dynamics in the Mediterranean Basin ». *The role of fire in Mediterranean-type ecosystems* (Moreno J.M. & Echel W.C., eds.), Ecological Studies Springer:1-15
- Trabaud L., Lepart J., 1980. « Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire ». *Vegetatio* 43:49-58
- Trabaud L., Lepart J., 1981. « Floristic changes in a *Quercus coccifera* L. garrigue according to different fire regimes ». *Vegetatio* 46:105-116
- Triat-Laval H., 1979. « Histoire de la forêt provençale depuis 15 000 ans d'après l'analyse pollinique ». *Forêt Méditerranéenne* I(1)
- Valette J.C., 1990. « Inflammabilité des espèces forestières méditerranéennes. Conséquences sur la combustibilité des formations forestières ». *Revue Forestière Française* XLII n° spécial *Espaces Forestiers et Incendies*:76-92
- Valette J.C., 1999. *État des connaissances sur l'impact des incendies*. Convention INRA-DERF 61.21.14/97:173p.

Glossaire et abréviations

Auto-succession	Série de végétation bloquée aux stades initiaux par de fréquentes perturbations
CAD	Contrat d'agriculture durable
CFM	Conservatoire de la Forêt méditerranéenne
CTE	Contrat territorial d'exploitation
Cocciféraie	Peuplement de chêne kermès (<i>Quercus coccifera</i>)
DFCI	Défense des forêt contre l'incendie
Élasticité	(ou vitesse de cicatrisation) rapidité de la restauration du milieu après perturbation
GMQ	Gain moyen quotidien
Inertie	résistance qu'oppose le système à une contrainte
jpb	journée de pâturage brebis
MAE	Mesures agri-environnementale
NEC	Note d'état corporel
OLAE	Opération locale agri-environnement
PHAE	Prime herbagère agri-environnementale
PIDAF	Plan intercommunal d'aménagement forestier
Ripicole	se dit de la végétation ou des plantes des rives des cours d'eau
tMS	tonne de matière sèche
Yeuse	Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)

Achevé d'imprimer sur les presses de
l'Imprimerie France document à Marseille en décembre 2003

Dépôt légal janvier 2004
ISSN 1622-5341