

Gestion des cistaies 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)

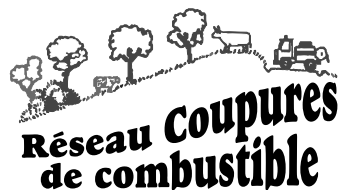
Décembre 2002

Gestion des cistaies sur coupures de combustible

Document rédigé par **Emmanuelle BROSE-GENEVET** (SIME Gard)

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

Jeanne-Marie ALBERTINI (ODARC)
Michel ÉTIENNE (INRA-SAD Avignon)
Bernard LAMBERT (SIME PO, Prades)
Éric RIGOLOT (INRA-URFM Avignon)
Pascal THAVAUD (CERPAM Var)



octobre 2003 - n°7

Dessin de couverture et fiches couleur : Bruno Teissier du Cros
Photos : Bernard Lambert, Michel Étienne, Pascal Thavaud, Éric Rigolot

Référence

Brosse-Genevet E. (coord.)
Gestion des cistaies sur coupures de combustible.
Réseau Coupures de combustible - Éd. de la Cardère Morières, 2003, 85 p.

Éditions de la Cardère
8 impasse du Tilleul
84310 Morières



© 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 CISTES EN FRANCE MÉDITERRANÉENNE	
A. Répartition des principales espèces.....	11
A1 <i>Cistus monspeliensis</i> L. (ciste de Montpellier).....	11
A2 <i>Cistus salvifolius</i> L. (ciste à feuilles de sauge)	11
A3 <i>Cistus albidus</i> L. (ciste blanc)	11
A4 <i>Cistus crispus</i> L. (ciste crépu)	12
A5 <i>Cistus ladaniferus</i> L. (ciste à gomme)	12
A6 <i>Cistus laurifolius</i> L. (ciste à feuilles de laurier)	12
A7 <i>Cistus villosus</i> ou <i>incanus</i> (ciste glanduleux).....	12
B. Biologie	12
B1 Les semences.....	12
B2 La germination	13
C. Productivité.....	13
C1 Les plantules	13
C2 La production	14
D. Sites suivis et typologie.....	14
2. DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS SUR COUPURES SELON DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE CONTRÔLE	
A. Effet particulier des techniques de débroussaillage les plus couramment utilisées	19
A1 Broyage	20
A2 Brûlage	21
A3 Dessouchage	22
A4 Phytocide	22
Conclusion sur les techniques	22
B. Répétition d'une même technique.....	23
B1 Répétition de brûlages	23
B2 Répétition de broyages	25
B3 Répétition de dessouchages	25
Conclusion sur les répétitions de techniques	25
C. Combinaisons de techniques.....	27
C1 Combinaisons de techniques sur le ciste de Montpellier	27
C2 Combinaisons de techniques sur ciste à feuilles de sauge.....	30
C3 Combinaisons de techniques sur ciste blanc.....	33
Conclusion	34

3. MODALITÉS D'UTILISATION PASTORALE DES COUPURES À CISTES	37
A. Place des cistaies dans la chaîne de pâturage	38
A1 Une offre pastorale très saisonnière	38
A2 Modalités d'intégration à la chaîne pastorale	38
B. Systèmes d'élevage utilisateurs des cistaies	40
B1 La transhumance hivernale	40
B2 Le redéploiement pastoral	40
B3 L'installation sylvopastorale	40
PLANCHES COULEUR : LES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE UTILISATEURS DES CISTAIES	41-47
C. Modes d'utilisation et valorisation pastorale des cistaies	48
C1 Des conduites pastorales propres à chaque site	48
C2 Composition de la ration	51
C3 Niveau de valorisation des cistaies	52
D. Pérennité des ressources herbacées et modalités de leur renouvellement	54
D1 Pérennité et gestion des pelouses à brachypode rameux dans les cistaies	54
D2 Pérennité et gestion des sursemis dans les cistaies du Var	58
D3 En conclusion... ..	63
4. AIDE À LA DÉCISION POUR LA GESTION DES COUPURES SUR MILIEUX À CISTES	
A. Le site et ses contraintes	64
A1 Les contraintes internes	64
A2 Les contraintes externes	65
A3 Conclusion	66
B. Quel itinéraire technique pour quel(s) objectif(s) ?	66
B1 Définition du cas d'étude	66
B2 Méthode d'évaluation	67
B3 Résultats	68
C. Des exemples concrets, illustrant les séquences techniques	73
PLANCHES COULEUR : SÉQUENCES TECHNIQUES SUR QUELQUES SEGMENTS DE COUPURES	75-79
PLANCHE COULEUR : LES ESPÈCES DE CISTES ; LE MATÉRIEL DE DÉBROUSSAILLEMENT	80
CONCLUSION	82
BIBLIOGRAPHIE	84
GLOSSAIRE ET ABRÉVIATIONS	85

Introduction

DE NOMBREUSES COUPURES de combustible ont été installées sur des zones où le maquis à ciste est la principale formation végétale, notamment dans les départements des Pyrénées-Orientales et du Var. Le Réseau Coupures de combustible (RCC) s'est donc interrogé sur la meilleure gestion à mettre en œuvre sur ce type de peuplement. Une trentaine d'aménagements ont ainsi été intégrés à la base de données du réseau et une dizaine d'entre eux 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 de ces cistaies, c'est l'objet de ce document.

Dans un premier chapitre, nous présentons les différentes espèces de cistes rencontrées en France méditerranéenne et leur biologie. Les éléments qui expliquent la réaction des cistes aux techniques de débroussaillage sont précisés.

Un deuxième chapitre aborde les techniques et combinaisons de techniques couramment utilisées sur les coupures à ciste : les avantages et inconvénients des différents traitements sont détaillés.

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

Enfin, le dernier chapitre synthétise les précédents sous forme d'une méthode d'aide à la décision pour l'entretien des formations à ciste sur coupures de combustible.

Ce document comprend deux cahiers de huit pages en couleur :

- *le premier (pages 41 à 47) sept fiches illustrant les systèmes d'élevage décrits dans le chapitre 3 (Utilisation pastorale) ;*
- *le second (pages 73 à 80) illustre des séquences techniques de gestion des cistaies décrites dans le chapitre 4 (Aide à la décision) ; il comporte en outre une planche de photos des espèces de cistes et du matériel d'entretien utilisé.*

1 - Les peuplements de cistes en France méditerranéenne

A. Répartition des principales espèces

En France méditerranéenne (Languedoc-Roussillon ; Provence-Alpes-Côte d'Azur ; Corse), les formations à cistes sont très répandues. Elles s'installent sur des milieux très dégradés avec une prédilection pour les sols dénudés. Les cistes apparaissent massivement après le passage du feu (*pyrophytes*, Kuhnholz-Lordat, 1938), après une ouverture du milieu (*héliophytes*, Trabaud, 1980) ou à la suite d'une quelconque perturbation (Troumbis, 1985).

Ils appartiennent à la famille des Cistacées ; au sein du genre *Cistus* on trouve différentes espèces. Certaines sont présentes et très répandues dans toute la France méditerranéenne :

- *Cistus monspeliensis* (ciste de Montpellier),
- *Cistus salvifolius* (ciste à feuilles de sauge),
- *Cistus albidus* (ciste blanc ou cotonneux).

Alors que d'autres sont plus localisées :

- *Cistus crispus* (ciste crépu),
- *Cistus ladaniferus* (ciste à gomme),
- *Cistus laurifolius* (ciste à feuilles de Laurier),
- *Cistus villosus* (ciste glanduleux).

A1 *Cistus monspeliensis* L. (ciste de Montpellier)

Distribution : Il est très fréquent sur de grandes étendues en France méridionale. Il peut se développer jusqu'à 1200 m d'altitude.

Floraison : mai-juin.

Mode de régénération : sexué.

Cortège floristique (plantes discriminantes et pourcentage de fidélité)¹ : *Phillyrea angustifolia* (51), *Lavandula stoechas* (47), *Cistus salvifolius* (46), *Erica arborea* (45), *Rubia peregrina* (43).

A2 *Cistus salvifolius* L. (ciste à feuilles de sauge)

Distribution : Il se développe dans les bois, les coteaux siliceux et sur des terrains dolomitiques. Il est très répandu dans tout le Midi de la France et peut croître jusqu'à 1350 m d'altitude.

Floraison : mai-juin.

Mode de régénération : sexué et végétatif.

Cortège floristique (plantes discriminantes et pourcentage de fidélité) : *Erica arborea* (49), *Phillyrea angustifolia* (45), *Quercus ilex* (45), *Rubia peregrina* (46).

A3 *Cistus albidus* L. (ciste blanc)

Distribution : Il se développe sur des terrains variés mais il est exclusif sur les terrains calcaires compacts et s'élève jusqu'à 1200 m d'altitude. En France, on le trouve dans toute la région méditerranéenne.

Floraison : mai-juin.

Mode de régénération : sexué et végétatif.

Cortège floristique (plantes discriminantes et pourcentage de fidélité) : *Thymus vulgaris* (72), *Rubia peregrina* (66), *Quercus*

¹ Les informations sur les plantes discriminantes et les pourcentages de fidélité indiqués entre parenthèses, limités aux valeurs > 40%, proviennent d'une banque de données phytosociologiques (Sophy) gérée par l'Association d'Informatique Appliquée à la Botanique (AIAB) dont l'adresse Internet est : <http://sophy.u-3mrs.fr>.

On trouvera page 80 une planche photographique couleur représentant les huit espèces de cistes décrites ici.

ilex (62), *Pinus halepensis* (57), *Brachypodium ramosum* (55), *Teucrium chamædrydrys* (56), *Asparagus acutifolius* (51), *Ononis minutissima* (50), *Avena bromoides* (49), *Smilax aspera* (47).

A4 *Cistus crispus* L. (ciste crépu)

Distribution : Il préfère les terrains siliceux et peut se développer jusqu'à 500 m d'altitude. En France, il n'est pas très répandu et n'est jamais une espèce dominante. On ne le trouve que dans les Alpes Maritimes, le Var, le Gard, l'Hérault, l'Aude et les Pyrénées-Orientales.

Floraison : mai-juin.

Mode de régénération : sexué.

Cortège floristique (plantes discriminantes et pourcentage de fidélité) : *Cistus salvifolius* (91), *Lavandula stœchas* (81), *Cistus monspeliensis* (77), *Phillyrea angustifolia* (62), *Juniperus oxycedrus* (58), *Erica arborea* (57), *Calycotome spinosa* (55), *Thymus vulgaris* (55), *Pistacia lentiscus* (42), *Linum gallicum* (41), *Calluna vulgaris* (42).

A5 *Cistus ladaniferus* L. (ciste à gomme)

Distribution : Il se développe dans les bois et les coteaux secs siliceux du littoral. Sa hauteur peut atteindre 2,5 m. En France, il est rare et n'est jamais une espèce dominante. On le trouve dans les Alpes Maritimes, le Var et l'Hérault.

Floraison : mai-juin.

Mode de régénération : sexué.

Cortège floristique (plantes discriminantes et pourcentage de fidélité) : *Lavandula stœchas* (78), *Calycotome spinosa* (75), *Myrtus communis* (57), *Erica arborea* (57), *Pistacia lentiscus* (57), *Linum gallicum* (55), *Cistus salvifolius* (55), *Phillyrea angustifolia* (53), *Helianthemum guttatum* (51), *Cistus monspeliensis* (49), *Helichrysum stœchas* (49), *Briza maxima* (47), *Quercus suber* (43), *Thymus vulgaris* (45).

A6 *Cistus laurifolius* L. (ciste à feuilles de laurier)

Distribution : Il se développe dans les bois et les coteaux secs siliceux du midi entre 600 et 1100 m d'altitude. Bien qu'il soit rare, il peut être l'espèce dominante d'une cistaie et il peut atteindre une hauteur de 3 m. En France, on le trouve en Languedoc-Roussillon.

Floraison : juin-juillet

Mode de régénération : sexué.

Cortège floristique (plantes discriminantes et pourcentage de fidélité) : *Calluna vulgaris* (80), *Genista pilosa* (69), *Erica scoparia* (49), *Quercus ilex* (47), *Quercus lanuginosa* (47).

A7 *Cistus villosus* ou *incanus* (ciste glanduleux)

Distribution : Il se développe dans les maquis et coteaux secs de la Corse et jusqu'à 1000 m d'altitude. Il peut être l'espèce dominante d'une formation végétale.

Floraison : mai-juin.

Mode de régénération : sexué.

Cortège floristique (plantes discriminantes et pourcentage de fidélité) : *Brachypodium ramosum* (57), *Pistacia lentiscus* (51), *Cistus monspeliensis* (42), *Helichrysum italicum* (40), *Arbutus unedo* (40), *Erica arborea* (40).

Cette étude traite essentiellement de la dynamique de *Cistus monspeliensis*, *Cistus salvifolius* et *Cistus albidus*.

B. Biologie

Après une perturbation (incendie, débroussaillage...), les végétaux pérennes peuvent se régénérer en émettant des rejets (voie végétative) ou à partir de semences (voie sexuée).

Ceux qui utilisent la voie végétative sont avantagés : ils sont déjà implantés grâce à leur système racinaire. Les autres doivent tout reconstruire (germination, développement de tout l'appareil végétatif et reproducteur). Malgré cela, certains végétaux à reproduction sexuée obligatoire constituent des communautés importantes en région méditerranéenne.

La plupart des espèces de cistes font partie de ce derbier groupe (ciste de Montpellier, ciste blanc...).

Le ciste à feuilles de sauge fait partie des rares cistes à avoir également une capacité de rejet après coupe (broyage) grâce à la présence de bourgeons dormants au collet. Mais ces bourgeons sont sensibles à l'échauffement ; ils sont détruits par le passage du feu et après un incendie le ciste à feuilles de sauge se régénère exclusivement par graines.

B1 Les semences

Les pieds de ciste arrivent à maturité au bout de deux à trois ans. Le nombre de graines par fruit est très variable selon les espèces : 17 en moyenne pour le ciste à feuilles de sauge et 42 pour le ciste glanduleux (Troumbis & Trabaud, 1986).

La production annuelle des pieds adultes varie selon les espèces mais également sous l'effet de facteurs principalement abiotiques (stress hydrique par exemple). Selon Troumbis & Trabaud (1987), elle s'étale entre 50 et 7000 graines/m² selon la formation et l'année (cas de maquis à *Cistus salvifolius* et *Cistus villosus*).

Les semences restent plus ou moins longtemps dans les capsules des plantes selon les espèces, créant ainsi une banque de graines au-dessus du sol. En effet,

Troumbis & Trabaud (1986) montrent que la période de dissémination de *Cistus salvifolius* est très longue (automne et hiver) et que celle de *Cistus villosus* est plus courte (automne). Mais dans les deux cas, c'est en octobre que l'on a le plus grand nombre de graines disséminées.

Les semences de ciste sont peu attractives pour les animaux disséminateurs comme les fourmis, et la migration des graines est fortement liée à l'action de l'érosion hydrique, surtout dans les terrains en pente (Troumbis & Trabaud, 1987).

La production annuelle de semences alimente une banque de graines très abondantes dans le sol. Ainsi pour le ciste de Montpellier, on a pu dénombrer 8966 ± 1032 graines/m², sur 5 cm de profondeur, avec un pouvoir germinatif qui se conserve pendant plusieurs années (Sebill & Lambert, 1991). Cette réserve de graines n'est pas stable dans le temps (Troumbis & Trabaud, 1987) et elle est difficilement estimable car elle subit de fortes variations en fonction de facteurs biotiques et abiotiques aussi bien au niveau des entrées (productions de graines par les pieds adultes) que des sorties (prédateurs, dégradations par les micro-organismes, entraînement par la pente ou l'érosion hydrique).

Ces graines semblent avoir une durée de vie très longue ; cela permettrait d'expliquer le développement des cistes dans des zones brûlées alors qu'ils n'étaient pas présents avant l'incendie (Legrand, 1987). Boulet (1985) a enregistré pour le ciste de Montpellier un pouvoir germinatif encore égal à 2%, dix ans après la récolte des graines.

Les semences présentent une forte hétérogénéité. Certaines ont une imbibition rapide (graines molles) mais la grande majorité (plus de 80%) ont une imbibition tardive (graines dures). Parmi les graines molles, on trouve un fort pourcentage de graines non viables, en général celles qui s'imbibent le plus rapidement.

Les graines sont petites et enfermées dans des capsules épaisses susceptibles de résister à des hautes températures. L'embryon est en outre protégé par deux téguments de la graine, l'un interne très dur et l'autre externe membraneux et facilement éliminable.

B2 La germination

L'obstacle à la germination est dû à une imperméabilité à l'eau provoquée par le tégument interne (Vuillemin & Bulard, 1981). Pour lever cette dormance tégumentaire, il faut provoquer un craquellement des téguments soit par une action mécanique (scarification mécanique) soit par une température élevée (scarification thermique).

Des auteurs ont montré que selon la durée d'exposition et l'espèce considérée, des températures de 50 à

150°C peuvent lever cette dormance (Vuillemin & Bulard, 1981 ; Trabaud & Oustric, 1989a). Au-delà de 150°C, les graines sont détruites.

Ces conditions peuvent se rencontrer dans les horizons superficiels du sol lors de feux courants qui sont fréquents dans les cistaies dégradées et également sur des sols dénudés en été (30 à 50°C) (Vuillemin & Bulard, 1981).

Lorsque les téguments ne s'opposent plus à la pénétration de l'eau, le facteur thermique peut avoir une influence défavorable. En effet, Vuillemin & Bulard (1981) constatent que pour *Cistus albidus* et *Cistus monspeliensis*, l'optimum de germination se situe à 17°C et qu'au-delà de 23°C, on observe une inhibition de la germination. Cela peut être interprété comme une adaptation permettant à la plantule de ne se développer qu'au moment de la période pluvieuse correspondant aux saisons fraîches en climat méditerranéen.

Les périodes humides et tempérées (17 à 20°C) sont donc favorables à la germination des graines de cistes.

C. Productivité

C1 Les plantules

Il y a un nombre de graines capables de germer très important dans le sol, mais le taux de survie des plantules conditionne le devenir de la population. Le taux de germination des graines varie en fonction des facteurs suivants :

- l'intensité du choc thermique ou mécanique sur les graines (levée de dormance tégumentaire),
- les conditions climatiques,
- la quantité de lumière arrivant au sol,
- une concurrence entre les végétaux,
- la présence de phytotoxines inhibitrices,
- la charge de litière qui empêcherait mécaniquement les jeunes plantules d'apparaître.

Trabaud & Oustric (1989a) ont comparé deux zones adjacentes dont l'une a subi un incendie. Ils montrent ainsi que dans les zones non brûlées, il y a nettement moins de germination et que la distance des plantules aux pieds-mères est beaucoup plus grande que dans les brûlis.

Des auteurs (Legrand, 1992 ; Trabaud & Oustric, 1989b) ont également montré qu'il y a au moins deux vagues importantes de germination de plantules de ciste (automne et printemps). Ces plantules sont très nombreuses mais leur taux de mortalité est élevé, du fait des aléas climatiques ; elles sont très sensibles à la sécheresse et encore plus au froid (gel).

Le nombre de plantules par unité de surface est très variable : de quelques individus (30 à 100 plantules/m² après un broyage et un sursemis selon Rigolot & Étienne, 1996) à plusieurs centaines au m² (800 pieds/m² après un incendie selon Legrand, 1992).

Le nombre de plantules produites et leur taux de survie varient selon les espèces de cistes, mais dans tous les cas, plusieurs vagues de germination se succèdent. Cela permet, malgré une forte mortalité, une installation graduelle des plantules qui assurera la survie des populations.

Lorsque son recouvrement est important, le tapis herbacé joue un rôle dépressif sur la densité des jeunes plantules (concurrence pour la lumière), mais a pour résultat un développement en hauteur plus important des jeunes cistes (Legrand, 1992 ; Rigolot & Étienne, 1996 ; Lambert, 2002).

C2 La production

Lors d'une étude sur les stratégies d'occupation de l'espace par les petits ligneux après un débroussaillage, Étienne *et al.* (1991) ont mis en évidence que les cistaies faisaient partie des faciès qui ont un faible encombrement, une faible phytomasse et une colonisation lente.

Le phytovolume aérien obtenu au bout de cinq ans est de 700 à 1800 m³/ha et la phytomasse produite au bout de deux ans est de 2 tMS/ha. Dans le cas où la concurrence du tapis herbacé est forte, la phytomasse des cistaies tombe à 0,5 tMS/ha.

La masse volumique d'encombrement des cistes se situe entre 1,2 et 1,8 g/dm³, dont 35% de feuilles (Armand *et al.*, 1992). Ces deux paramètres diminuent avec l'âge et la taille des individus.

L'étude de l'évolution du phytovolume de plusieurs cistaies issues d'une intervention sur le milieu (incendie, brûlage dirigé, dessouchage, ou broyage), sur de nombreuses années montre que (fig.1) :

- la production annuelle varie d'un site à l'autre ;
- il y a généralement une accélération de la production au bout de trois ou quatre ans ;
- le seuil de 2000 m³/ha est franchi au bout de huit ans sur la plupart des sites, mais il faut seulement trois ans sur les milieux incendiés et très productifs.

Au bout de sept ans, trois sous groupes s'individualisent :

- les cistaies très productives, 10 000-15 000 m³/ha ;
- les cistaies moyennement productives, les plus nombreuses, 2 000 à 6 000 m³/ha ;
- les cistaies faiblement productives, < 2 000 m³/ha.

Dans une cistaie âgée de plus de trente ans, Lambert (2002) observe une forte accumulation de combustible fin et sec très inflammable (76% de la phytomasse totale) (tabl.1).

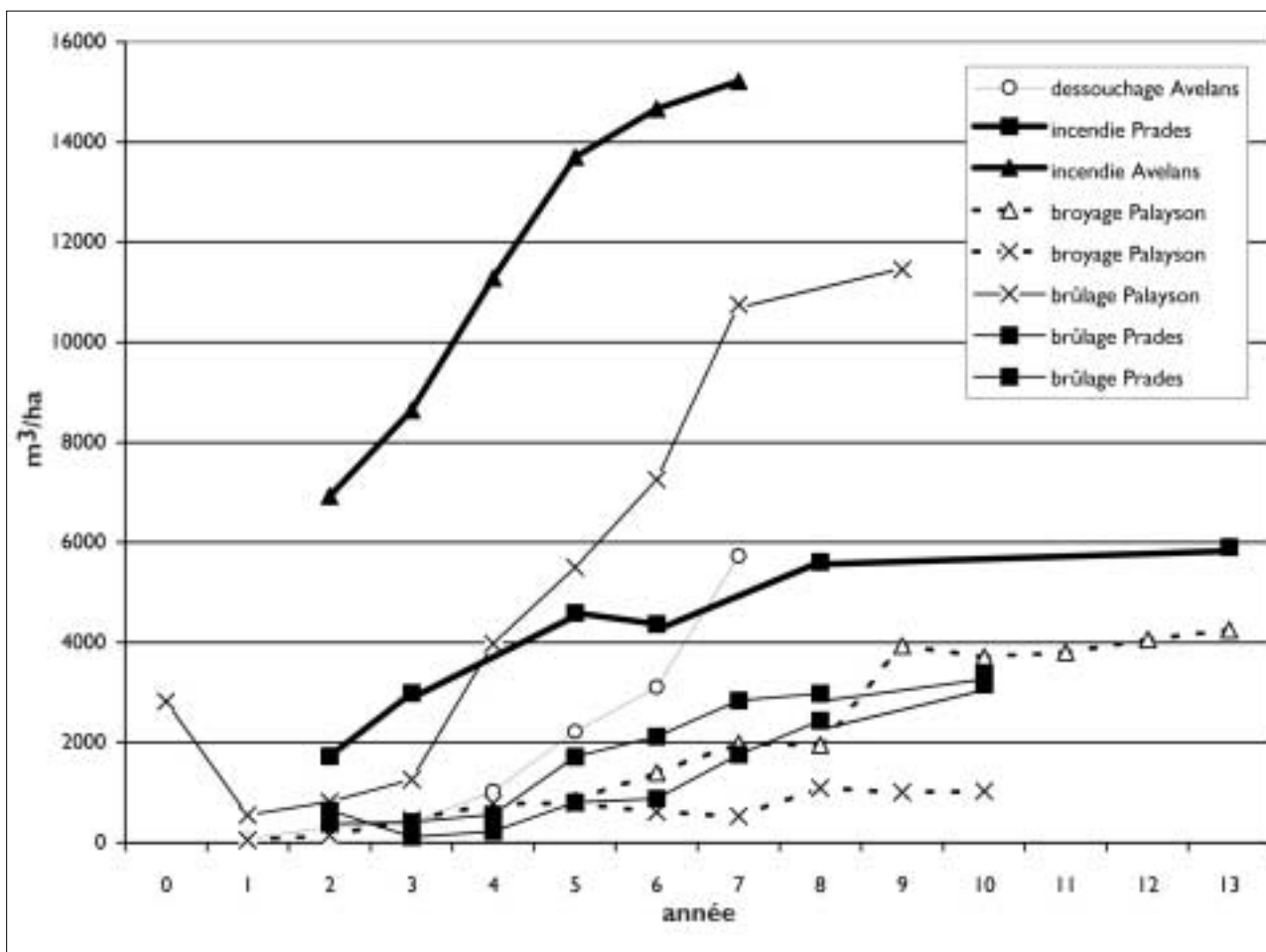


FIGURE 1. ÉVOLUTION DU PHYTOVOLUME DES CISTAIES APRÈS UNE PERTURBATION

TABLEAU 1. BIOMASSES (tMS/HA) SELON LES STRATES D'UNE CISTAIE DE QUARANTE ANS

Cistes et Ajonc	Herbacées : Brachypode rameux	Litière : feuilles de cistes, ajoncs et bois mort (Ø<6 mm)	Litière : bois mort plus grossier (Ø>6 mm)	Poids total de MS accumulée
4	1,4	6,2	5	> 16

D. Sites suivis et typologie

Le contenu des chapitres qui suivent a été élaboré à l'aide des données issues des suivis réalisés dans le cadre du Réseau Coupures de combustible depuis 1992.

La méthode de suivi est celle dite du « suivi fin ». Elle est décrite dans le document RCC n°1 « Méthodes de suivi des coupures de combustibles » édité en juillet 2001. Grâce à des mesures de phytovolumes et de taux de consommation, elle permet d'appréhender l'impact des différentes techniques de débroussaillage utilisées sur la végétation.

Tous les sites retenus sont présentés dans le tableau 2 et peuvent être localisés sur la figure 2.

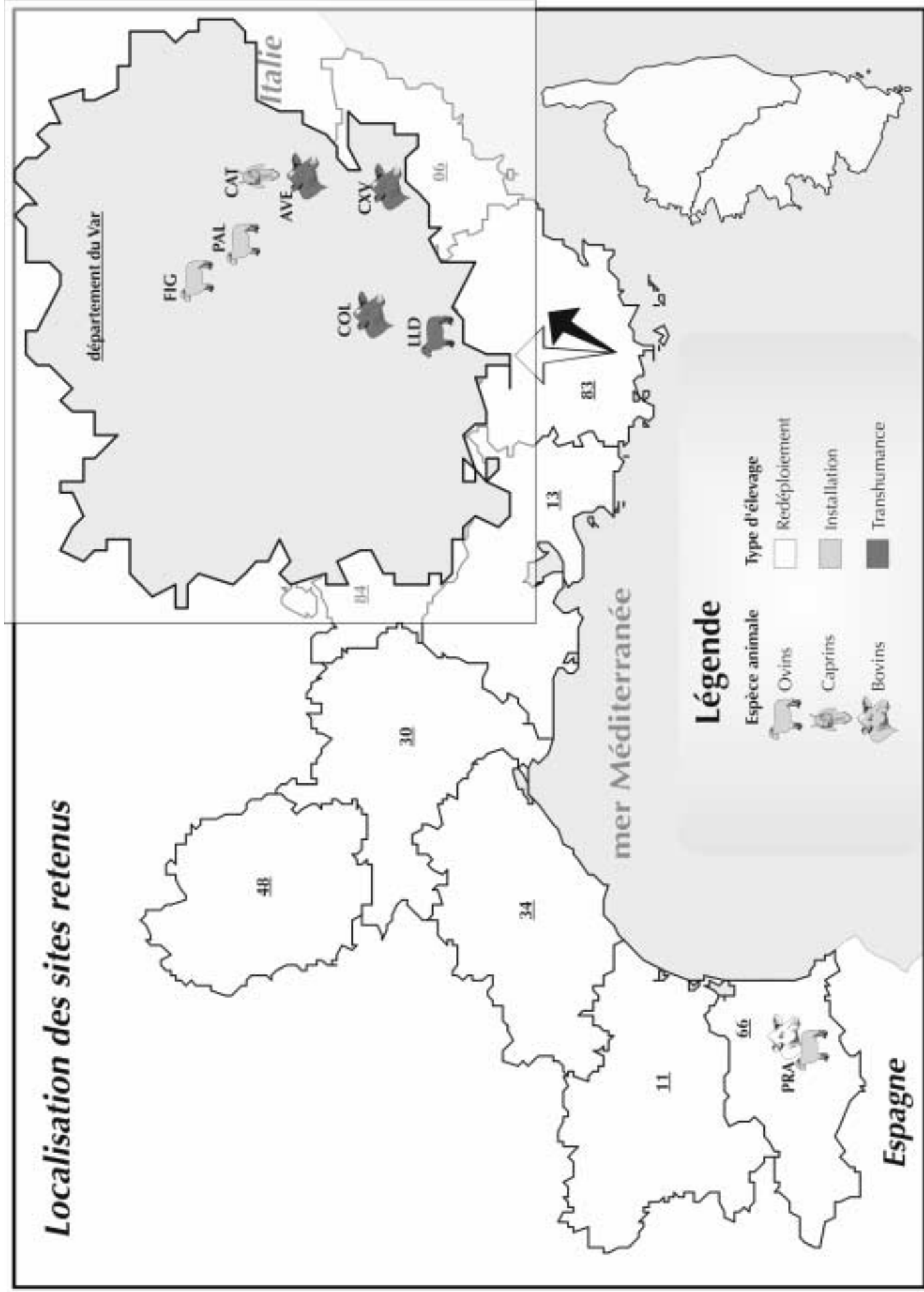
TABLEAU 2 ET FIGURE 2. LES DIFFÉRENTS SITES RETENUS...

Site - code	Dép ¹	Espèce arborée dominante	Substrat	Maquis avant travaux	Espèce ciste dominante
Collobrières COL	83	Chêne-liège	Schiste	Bruyère arborescente et arbousier	C. feuilles de sauge
La Croix-Valmer CXV	83	Chêne-liège	Granite	Bruyère arborescente et arbousier	C. feuilles de sauge C. Montpellier
Figanières FIG	83	Pin Maritime Chêne blanc	Dolomie	Bruyère à balai	C. feuilles de sauge C. blanc
La Londe LLD	83	Chêne-liège	Granite	Arbousier	C. feuilles de sauge
Palayson PAL	83	Pin pignon Chêne-liège Pin d'Alep	Grès	Bruyère à balai et arborescente	C. Montpellier C. feuilles de sauge C. blanc
Les Avelans AVE	83	Chêne-liège	Granite	Bruyère arborescente et arbousier	C. feuilles de sauge C. Montpellier
Prades PRA	66	Chêne blanc	Gneiss	Cistes et ajonc	C. Montpellier
Catalugno CAT	83	Chêne-liège	Gneiss	Bruyère arborescente	C. feuilles de sauge
Vidauban VID	83	Pin pignon	Grès	Ciste de Montpellier	C. Montpellier

... ET AUTRES SITES MENTIONNÉS

Site - code	Dép ¹	Espèce arborée dominante	Espèce ciste dominante
Le Bois de l'Ermitte ERM	83	Chêne-liège	C. Montpellier
Grimaud GRI	83	Chêne-liège	C. Montpellier
Les Plaines LPL	13	Chêne vert	C. blanc
Trou du Rat LUB	13	Chêne kermès	C. blanc
Terres Blanches TBL	13	Chêne vert	C. blanc

Localisation des sites retenus



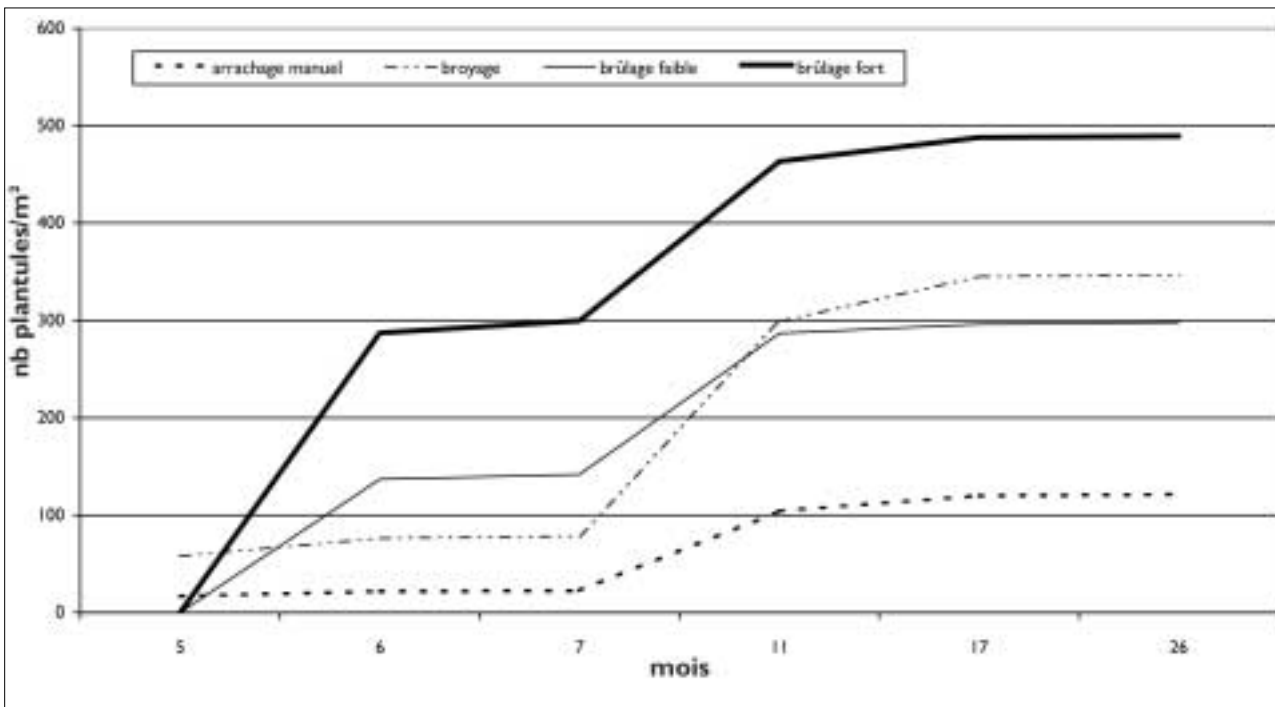


FIGURE 3. ÉVOLUTION DE LA DENSITÉ CUMULÉE DE PLANTULES DE CISTE DE MONTPELLIER AU COURS DES 26 PREMIERS MOIS SELON DIFFÉRENTS TRAITEMENTS D'OUVERTURE

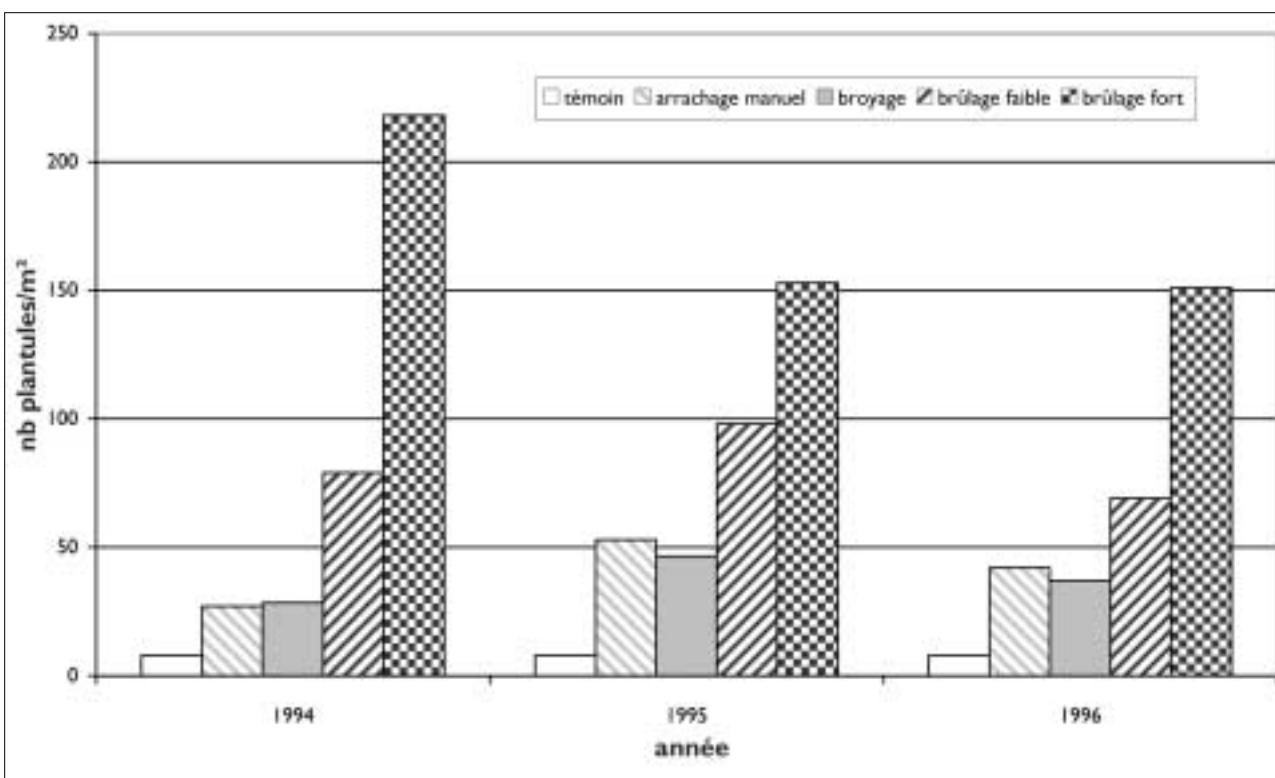


FIGURE 4. ÉVOLUTION DE LA DENSITÉ DE CISTE DE MONTPELLIER SELON DIFFÉRENTS TRAITEMENTS D'OUVERTURE

2 - Dynamique des peuplements sur coupures selon différentes techniques de contrôle

LE CONTRÔLE de l'embroussaillage sur les coupures de combustible nécessite la mise en œuvre régulière d'opérations techniques visant à réduire ou à redistribuer les différents composants combustibles de la végétation. Selon la technique appliquée, la fréquence de répétition de cette technique ou les modalités d'association de différentes techniques, la vigueur de repousse des cistes sera plus ou moins forte et la maîtrise de sa régénération plus ou moins durable. Nous présenterons cinq techniques et la dynamique d'une cistaie adulte qui en résulte, puis nous aborderons l'effet de la répétition d'une même technique avec plus ou moins de fréquence ; enfin nous montrerons l'intérêt de combiner des techniques complémentaires afin de construire une « séquence technique » efficace.

A. Effet particulier des techniques de débroussaillage les plus couramment utilisées

Chaque technique de débroussaillage utilisée pour mettre en place une coupure de combustible, a un impact particulier sur les organes de régénération des cistes. Pour le ciste de Montpellier, c'est l'effet sur la levée de dormance des graines contenues dans le sol qui sera décisif. Pour le ciste à feuilles de sauge ou le ciste blanc, il faudra aussi compter sur une capacité de régénération végétative à partir des bourgeons situés au niveau du collet. Nous avons donc mentionné, en plus des trois techniques couramment utilisées pour débroussailler les cistaies (broya-

ge, dessouchage et brûlage), des techniques testées de façon plus marginale (phytocide, pâturage complété de sursemis) ou, à titre expérimental, pour mieux comprendre le processus d'envahissement par les cistes (arrachage manuel).

L'efficacité de chaque technique a été évaluée en suivant la dynamique de recolonisation des cistes après traitement au moyen des trois indicateurs suivants (Rigolot & Étienne, 1996) :

- le potentiel total de germination (fig.3) donne une idée de la capacité d'occupation du sol immédiatement après le débroussaillage. Il a été évalué en comptabilisant la totalité des plantules apparues sur une surface donnée au cours des trois années qui ont suivi le traitement. La compétition entre individus a été supprimée en arrachant systématiquement les plantules comptabilisées ;
- le dynamique des pieds de ciste (fig.4) permet de comprendre combien d'individus survivent aux aléas climatiques et à la concurrence pendant la phase d'installation. Elle a été évaluée, dans les conditions naturelles de compétition, en comptant le nombre de pieds de ciste qui se maintiennent en vie au cours du temps sur une surface donnée ;
- le dynamique du peuplement arbustif (fig.5) rend compte de la vitesse d'embroussaillage de la parcelle traitée. Elle a été mesurée par le phytovolume d'embroussaillage sur des transects permanents de 10 m² suivis pendant de nombreuses années (Étienne & Legrand, 1994).

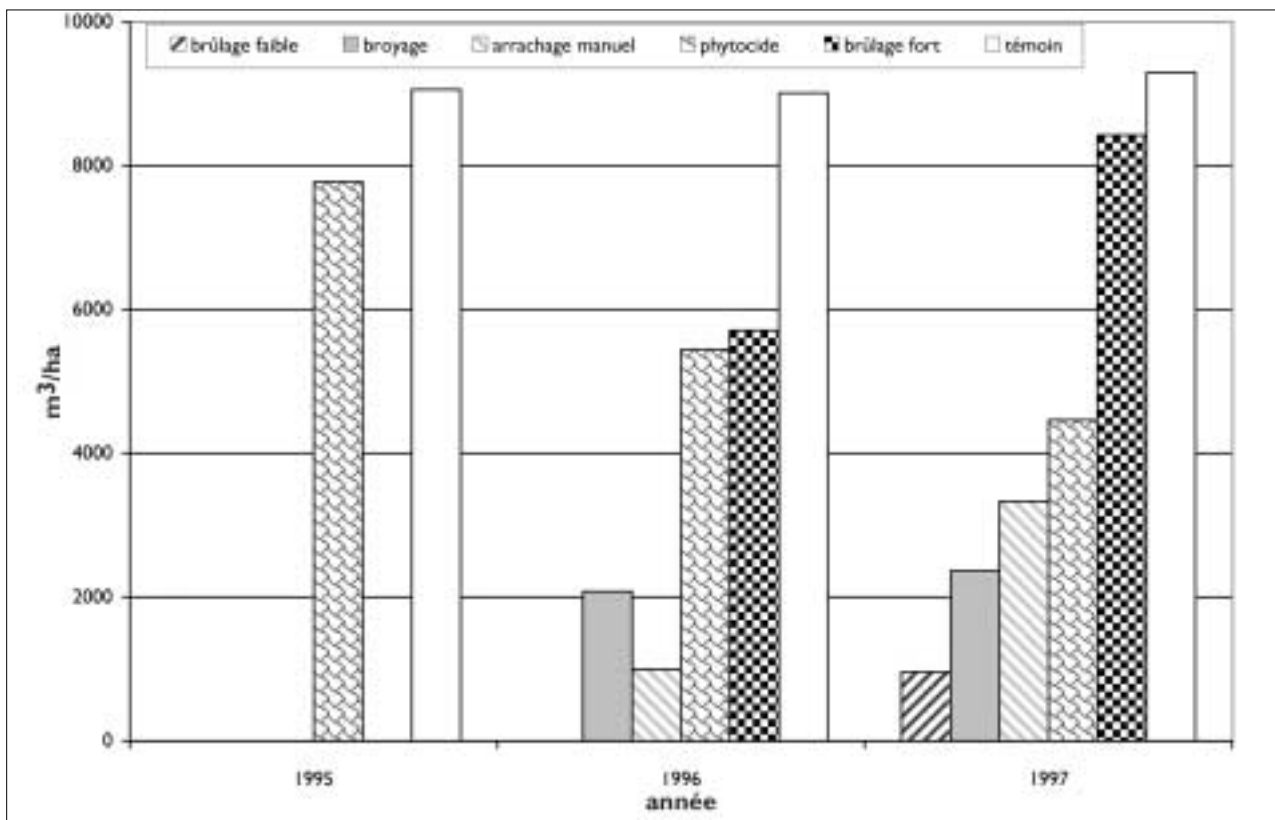


FIGURE 5. ÉVOLUTION DU PHYTOVOLUME DE CISTE DE MONTPELLIER SELON LE TRAITEMENT D'OUVERTURE

A1 Broyage

Le débroussaillage manuel

Cette technique est réservée aux cas où la parcelle n'est pas mécanisable (pente, pierrosité, densité excessive d'arbres, risque de projection sur les axes routiers). Cette opération est réalisée avec des outils à main pour ce qui concerne le relèvement du couvert forestier (serpes, scies d'élagage, tronçonneuses...) et des outils à moteur thermique portés à dos d'homme pour le nettoyage des cistaies (débroussailleuses à dos). La technique est souvent complétée par la mise en tas et le brûlage 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 réservée aux sites non praticables par les autres techniques mais devant être traités pour assurer la continuité de l'aménagement DFCI. Elle peut être également employée en complément aux autres techniques pour garantir la finition, notamment dans les sites à forte vocation touristique.

Le débroussaillage mécanique

L'utilisation des matériels de débroussaillage mécanique impose certaines contraintes :

- une restructuration préalable de la coupure est parfois nécessaire (réduction de la couverture arborée, constitution de bosquets non traités...);

- 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 étant 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 au niveau du collet comme le ciste à feuilles de sauge, le travail est d'une efficacité croissante selon que l'engin est muni de couteaux (tiges sectionnées donc chicots dangereux et effet taille), de chaînes (tiges lacérées mais rejets parfois couchés) ou de marteaux (tiges déchiquetées et broyat fin).

Les dates d'intervention correspondent soit à l'automne, soit à la fin du printemps. Dans le premier cas, un effet dépressif du gel sur les premiers semis de ciste est obtenu ; dans le deuxième cas, un effet létal de la sécheresse sur les premiers semis est garanti. Il faut cependant prendre garde à ne pas broyer trop tard au moment où les graines sont mures mais encore dans les capsules, car on risque de les scarifier avec le broyeur, et donc de favoriser leur germination.

Le broyage provoque trois vagues de germination successives au cours des dis-sept premiers mois : deux de faible intensité au printemps et une particulièrement importante (plus de 200 plantules au m² !) au cours du premier automne suivant le débroussaillage (fig.6). Quand la phase de recolonisation est terminée, plus de 300 plantules au m² ont été produites. Cette forte dynamique d'installation doit être tempérée par une forte mortalité au cours des trois premières années, mortalité qui maintient la régénération autour de 40 plantes au m² et produit un phytovolume arbus-tif de 2 000 m³/ha seulement, au bout de quatre ans.

A2 Brûlage

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 bien l'ouverture d'un layon au débroussaillageur 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.

La principale contrainte d'utilisation du brûlage est la réalisation de bonnes conditions climatiques le jour de la mise à feu. Ce dernier aspect est très contraignant car 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 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. Par contre, 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 *et al.*, 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 donc le coût du traitement.

Le relief chahuté de la coupure n'est pas un obstacle à l'emploi de la technique, mais peut occasionnellement entraîner un arrêt localisé du front de feu. De même la présence d'un tapis de feuilles mortes ou d'ai-

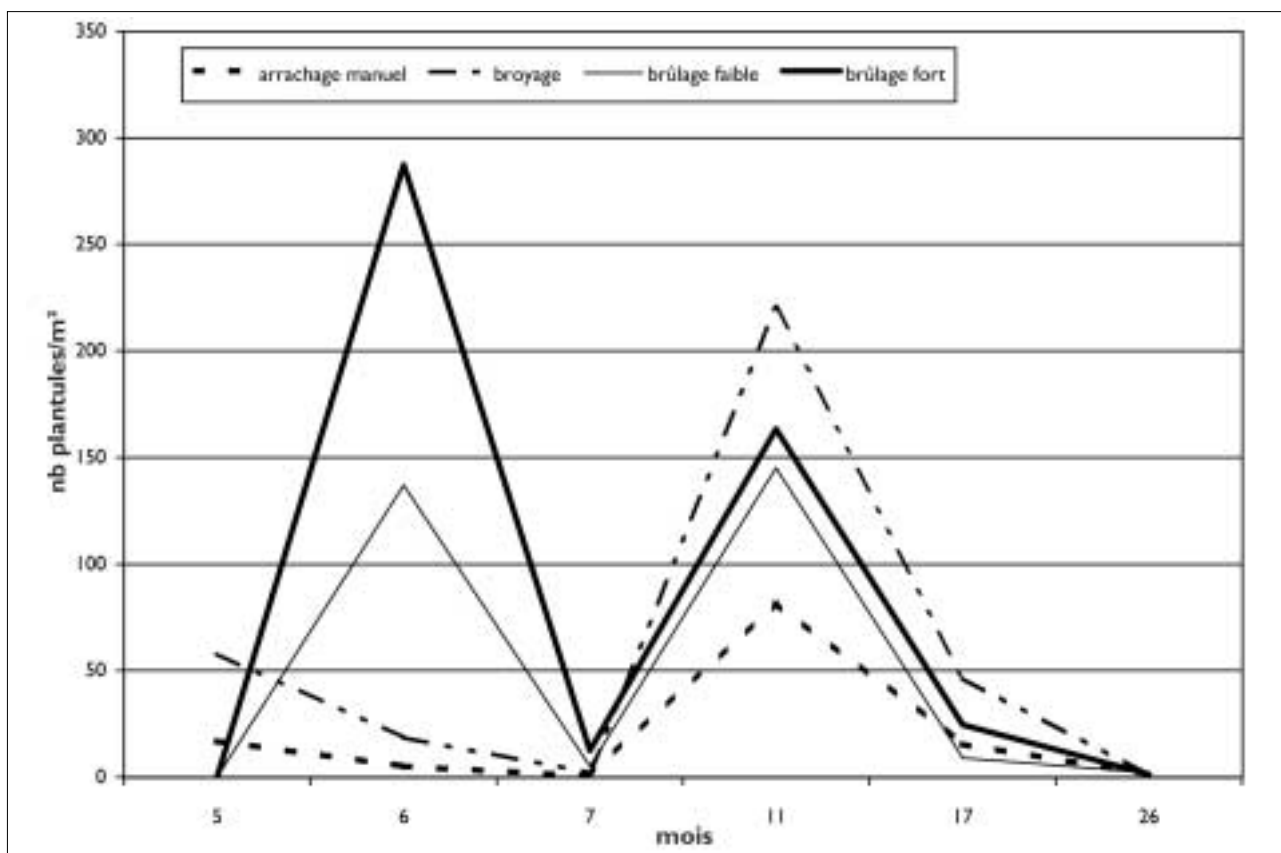


FIGURE 6. VAGUES DE SEMIS DE CISTE DE MONTPELLIER

guilles est généralement un facteur nécessaire à la bonne conduite du brûlage, à cause de l'absence fréquente de tapis herbacé dans les peuplements de cistes.

Deux types de brûlage ont été comparés. L'un correspond à une technique maîtrisée par des équipes spécialisées comme celles ayant suivi la formation sur le brûlage dirigé. Il s'agit généralement d'une conduite du feu par bandes successives, dans des conditions d'hygrométrie et de vent permettant de maintenir la hauteur de flamme en dessous d'un mètre de haut. L'autre correspond plus à un feu pastoral non maîtrisé, appliqué en hiver mais dans des conditions de vent et d'hygrométrie qui occasionnent des hauteurs de flamme dépassant régulièrement un mètre de haut.

Comme cela a été maintes fois mentionné dans la littérature, le passage du feu stimule la germination des graines de ciste avec en particulier deux énormes vagues de germination au cours du printemps et de l'automne de la première année. Mais la qualité du brûlage appliqué modifie notablement l'intensité de ce paramètre : le brûlage dirigé bien mené permet en effet de réduire presque de moitié le nombre de plantules produites (300/m² contre 500), comme le nombre de jeunes plants encore en vie au bout de trois ans (70/m² contre 150). Cet effet s'accroît sur la vitesse d'embroussaillage qui est huit fois plus faible avec un brûlage correctement dirigé.

A3 Dessouchage

L'objectif de cette technique est l'élimination totale du combustible de surface sur la zone traitée et une déstabilisation des souches qui entraîne un taux de repousse plus faible des arbustes par rapport au broyage classique (Valette *et al.*, 1993). Son utilisation sur substrat acide est assez courante, en particulier dans le massif des Maures. Deux types de chantier se distinguent selon que le dessouchage est opéré par un travail de surface au bulldozer (godet ou lame flecco) ou un engin de labour (covercrop, dutzi ou merry crusher).¹

¹ voir photos de matériel page 80

Pour les travaux d'ouverture, quand la pente n'est pas trop forte, le dessouchage est précédé d'un débroussaillage mécanique pour faciliter la visibilité du conducteur. Sinon le dessouchage direct produit une énorme quantité de rémanents qui est amoncelée sous forme d'andains généralement concentrés en aval de la coupure. Si ces andains ne sont pas enfouis, ils doivent être éliminés par une autre technique. Le dessouchage présente d'importantes contraintes paysagères et d'érosion des sols. En effet, la mise à nu complète d'un sol minéral et la scarification d'une partie du stock de graines par le travail du bulldozer favorisent un semis important de ciste de Montpellier et de ciste à feuilles de sauge. Ce semis génère rapidement une cistaie dense et homogène qui se développe à un rythme régulier de 450 à 500 m³/ha/an.

A4 Phytocide

Le traitement de référence correspond à une application en automne de Glyphosate à une concentration de 120 g/l avec comme adjuvant du Genamin à 1%, à l'aide d'un pulvérisateur à dos et par temps calme.

Le traitement phytocide est de loin la technique la moins efficace pour réduire la quantité de combustible sur une coupure envahie par les cistes. Le peuplement adulte n'est en effet pas détruit par le traitement et occasionne seulement quelques brunissements sur la partie supérieure des touffes. On observe cependant un effet dépressif au cours des trois premières années mais il est seulement lié au dessèchement progressif de quelques individus, qui entraîne une réduction du phytovolume arbustif de 8 000 à 5 000 m³/ha.

Conclusion sur les techniques

Les différentes techniques testées aboutissent toutes, au bout de trois-quatre ans, à des niveaux de densité nettement supérieurs à la densité du peuplement adulte (8 pieds/m²).

À moyen terme, tous les traitements génèrent ainsi une cistaie dense et continue identique à l'état initial.

C'est pourquoi des expérimentations complémentaires ont été menées afin de tester l'efficacité d'un même traitement répété plusieurs fois sur la même parcelle.

B. Répétition d'une même technique

B1 Répétition de brûlages

Cette séquence technique a été beaucoup utilisée sur des cistaies des Pyrénées-Orientales avec des brûlages dirigés plus ou moins rapprochés, combinés avec du pâturage (Lambert, 1995). Le principe est de stimuler la germination d'un maximum des graines stockées dans le sol tout en évitant d'en produire de nouvelles. Comme les cistes fleurissent très jeunes (deux à trois ans), cette combinaison impose de ne pas dépasser un intervalle de temps de trois ans entre chaque brûlage. Mais cette contrainte est parfois incompatible avec la reconstitution d'un tapis herbacé suffisant pour servir de vecteur à la propagation du feu.

Ainsi, trois répétitions de brûlage dirigé menées à deux ans d'intervalle arrivent à stabiliser la densité de ciste à 4 pieds/m², mais restent sans conséquence sur les phytovolumes accumulés. Si on compare plusieurs intervalles de temps sur des séquences de deux brû-

lages (fig.7), on constate que l'effet dépressif sur la banque de graines reste sensible même en ne brûlant que tous les cinq ans : la densité du peuplement est stabilisée entre deux et trois pieds au m², contre six pour une fréquence de sept ans. Si pour des raisons techniques ou de crainte de démarrage d'un processus d'érosion, on décide de ne pas réappliquer d'autres brûlages, les deux brûlages effectués dans des intervalles de moins de cinq ans permettent de conserver une cistaie ouverte plus de dix ans après le dernier brûlage alors que la séquence à sept ans aboutit à une cistaie dense standard de sept à huit pieds par m².

Ces résultats se confirment sur la vitesse d'embroussaillage de la cistaie qui, suite à un ou deux brûlages dirigés, se maintient à 500 m³/ha/an, alors qu'un troisième brûlage dirigé réduit cette vitesse à 200 m³/ha/an environ (fig.8). Le stock de graines n'est pas complètement épuisé mais la capacité de colonisation de l'espace par le ciste est sensiblement réduite.

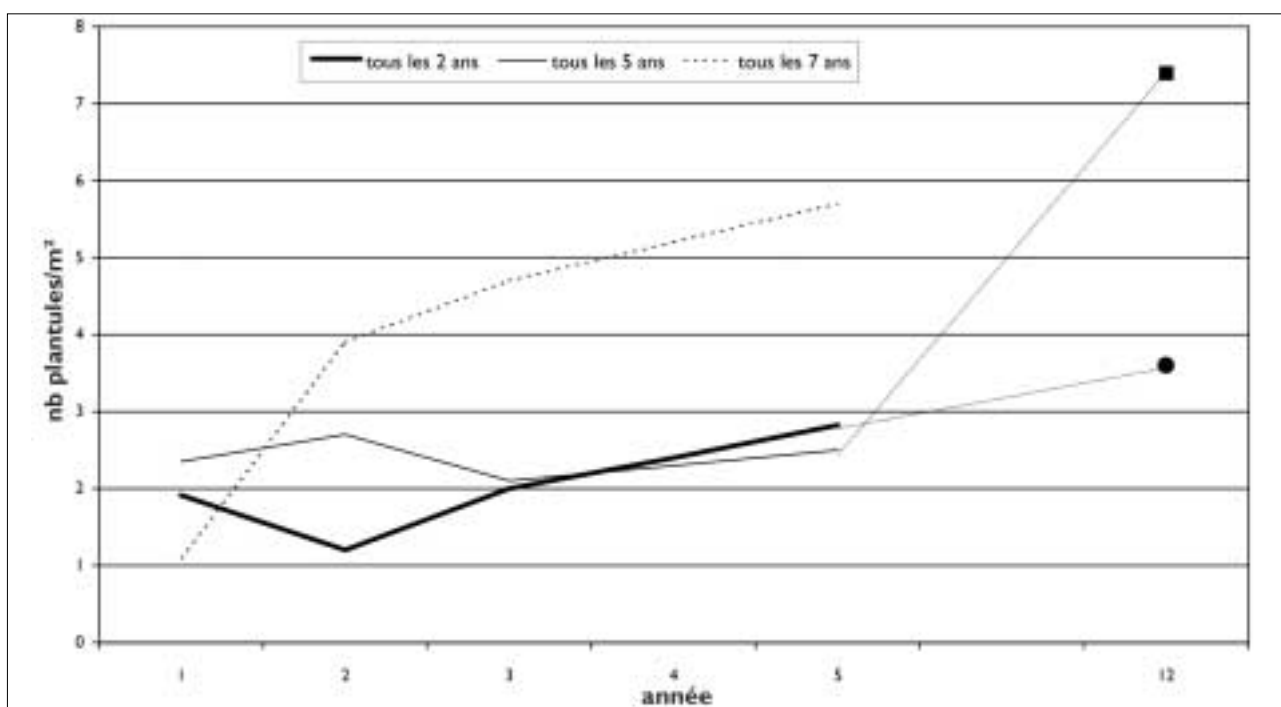


FIGURE 7. ÉVOLUTION DE LA DENSITÉ DES PEUPELEMENTS DE CISTE DE MONTPELLIER SELON LA FRÉQUENCE DE RÉPÉTITION DES BRÛLAGES DIRIGÉS

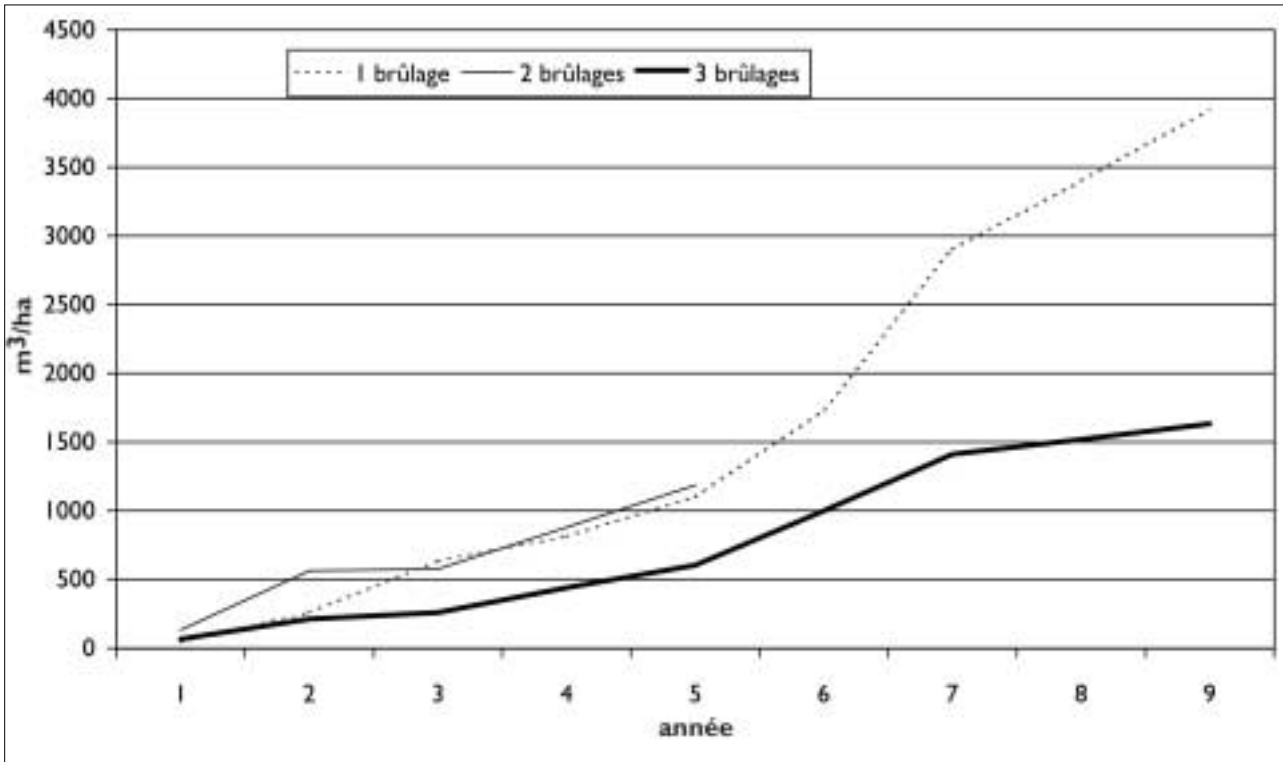


FIGURE 8. ÉVOLUTION DU PHYTOVOLUME DE CISTE DE MONTPELLIER SELON LA FRÉQUENCE DE BRÛLAGE

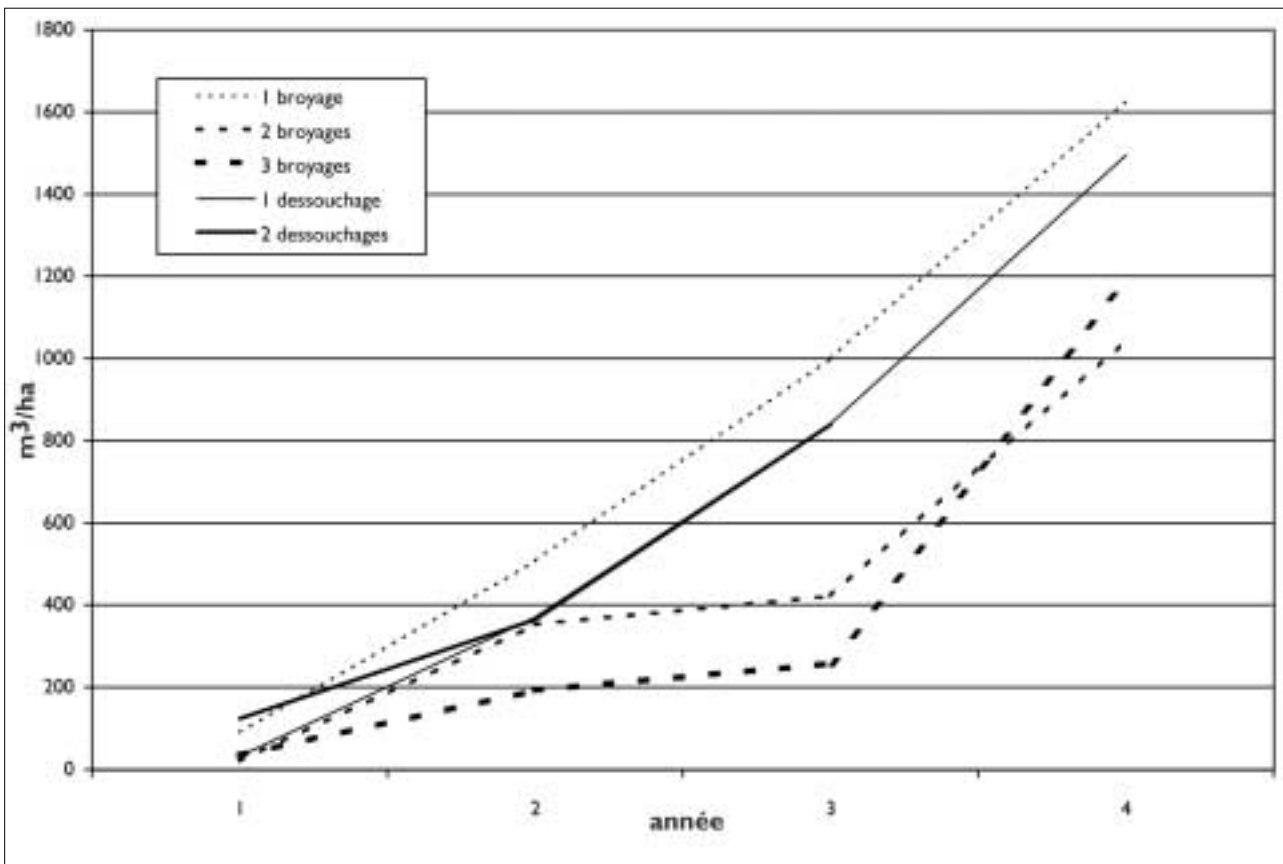


FIGURE 9. ÉVOLUTION DU PHYTOVOLUME DE CISTE SELON LA FRÉQUENCE DE BROYAGE OU DE DESSOUCHAGE

B2 Répétition de broyages

Cette séquence technique correspond au standard le plus couramment utilisé pour l'entretien des coupures de combustible. La répétition du broyage a surtout un effet marqué au cours des trois premières années en ralentissant la vitesse d'installation du peuplement de ciste. Ainsi la vitesse d'embroussaillage après un seul broyage se situe autour de 450 à 500 m³/ha/an, alors qu'elle est réduite à 200 m³/ha/an par un deuxième broyage et à 100 à 120 m³/ha/an par un troisième broyage. Mais cet effet est de courte durée, car dès que les cistes sont installés, ils occupent l'espace disponible et atteignent rapidement des phytovolumes élevés (fig.9).

Dans le cas de peuplements mixtes de ciste de Montpellier et de ciste à feuilles de sauge, la répétition des broyages a également tendance à favoriser ce dernier qui présente une forte capacité de régénération végétative après broyage, par stimulation des bourgeons dormants situés au niveau du collet. Cette prédominance se maintient pendant les trois ou quatre premières années, jusqu'à ce que le ciste de Montpellier ait réussi à se réimplanter à partir de l'important stock de graines disponible dans le sol (fig.10).

B3 Répétition de dessouchages

Étant donné le coût de ce type d'intervention, l'entretien d'un dessouchage d'ouverture est généralement réalisé par broyage surtout dans la mesure où le passage du bulldozer a généralement laissé un terrain facilement mécanisable. Toutefois les quelques rares références où un premier dessouchage a été repris par le passage d'un dutzi ou d'un merry crusher, montrent que cette répétition est sans effet sur le potentiel de recolonisation par les cistes qui conservent un potentiel d'embroussaillage d'environ 450 à 500 m³/ha/an, soit un résultat similaire à celui du broyage (fig.9).

Conclusion sur les répétitions de techniques

La répétition d'une même technique ne garantit pas forcément un affaiblissement de la dynamique de la cistaie.

Par ailleurs, chaque technique a ses inconvénients (tabl.3) ; la répéter perpétue ces désavantages tout au long de la séquence.

Il a donc été envisagé de combiner plusieurs techniques afin de corriger les imperfections de l'une avec les performances de l'autre.

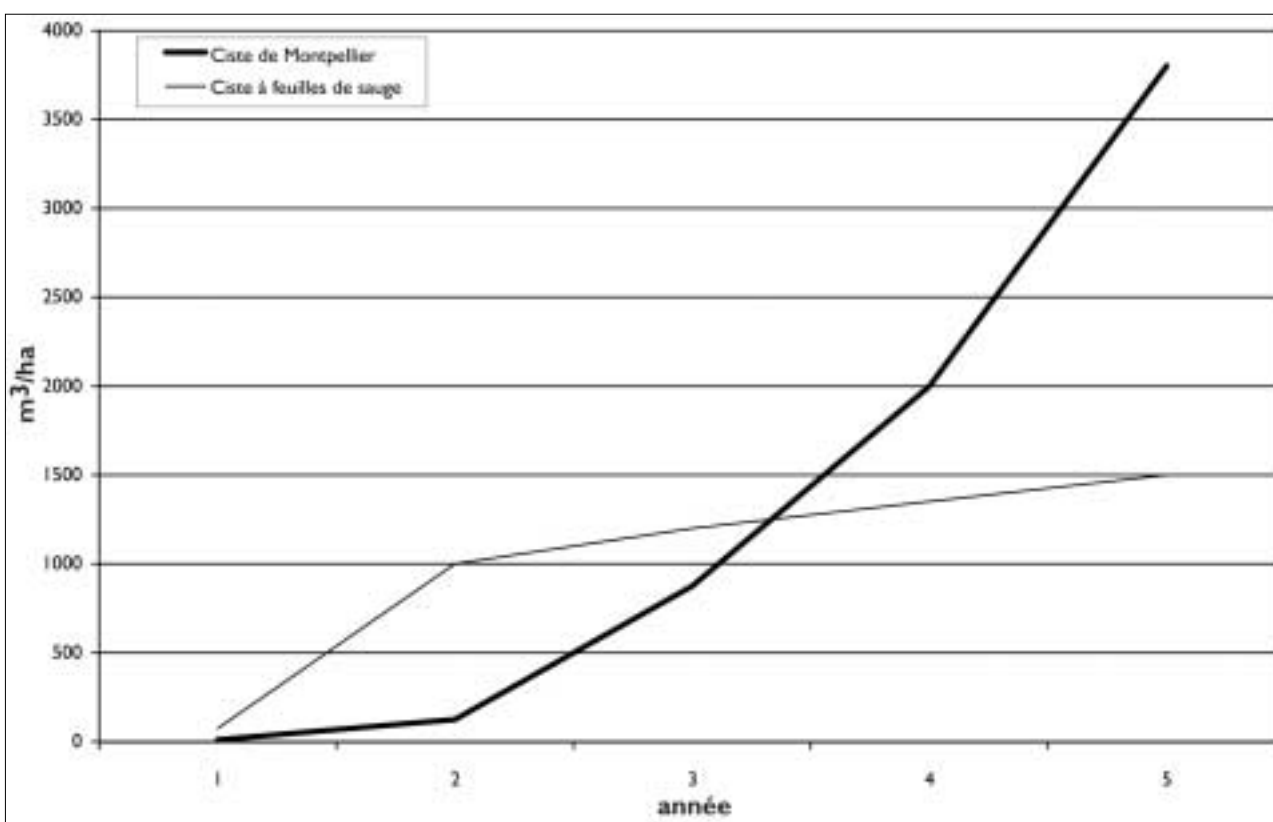


FIGURE 10. PRODUCTIONS DU CISTE DE MONTPELLIER ET DU CISTE À FEUILLES DE SAUGE EN CONCURRENCE

TABLEAU 3. SYNTHÈSE AVANTAGES-INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ENTRETIEN

Technique	Applications	Avantages	Inconvénients
Débroussaillage manuel	Parcelles non mécanisables (trop forte pente, pierrosité, forte densité d'arbres, risques pour riverains ou voies routières dues projections) Milieu fragile ou avec contraintes de protection (Natura 2000, ZICO...) En complément d'autres techniques (finition, segment de la coupure de combustible)	Esthétique, technique de finition En toutes conditions météo (sauf pluie) Tout terrain	Très onéreux (coût de réalisation multiplié par deux) Incinération des tas très contraignante
Débroussaillage mécanique	Parcelles mécanisables (pente en travers < 30 %, dans le sens de la pente < 60 %) et mode de broyage Période de réalisation et mode de broyage à choisir en fonction des espèces dominantes	En toutes conditions météo Coût raisonnable Bon complément du pastoralisme	Nécessité d'adapter la coupure de combustible pour le passage des engins Finition manuelle parfois nécessaire Création de broyat
Brûlage dirigé	À réserver aux secteurs où il n'y a pas de risque d'explosion du ciste Technique plutôt complémentaire d'autres techniques car application sous contraintes (météo, vecteur)	Faible coût Tout terrain Réduit effectivement le combustible fin	Nécessité de conditions climatiques adéquates (période parfois limitée) Structure linéaire des coupures de combustible rend difficile cette pratique Nécessité d'une continuité de la litière ou des herbacées Scarification du ciste
Pâturage contrôlé	Parcelles présentant un potentiel fourrager existant ou pouvant être développé Application dans de nombreuses situations aux systèmes d'élevages variés Souvent associé à des améliorations pastorales	Contribution importante à l'entretien permettant une économie pour les gestionnaires Impact écologique positif	Très dépendant de la motivation et de la compétence de l'éleveur Interaction forte avec les autres usagers de l'espace Nécessite une viabilisation importante des coupures de combustible Coût de mise en place et d'animation élevé
Dessouchage	Très utilisé en milieu acide type Maures pour éliminer une forte proportion d'arbustes à souches Très complémentaire du pastoralisme avec semis Préférer des engins type rotavator forestier plutôt que lame bull pour préserver le sol	Diminution des repousses arbustives Préparation à l'amélioration pastorale Permet l'enfouissement des boues	Scarification du ciste Risque d'érosion Effet immédiat peu esthétique (surtout lame bull)
Phytocide	Glyphosate d'automne (120 g/l) Adjuvant = génamin (1%) Application au pulvérisateur		N'agit pas sur la banque de graines Dessèchement des arbustes sur pied Mauvaise acceptation sociale Période d'application limitée (temps calme)

C. Combinaison de techniques

Parmi les associations de techniques testées sur les cistaies, les séquences les plus prometteuses ont cherché :

- à compenser la puissance de la régénération par semis en concurrençant fortement les plantules de ciste par introduction ou stimulation d'un tapis herbacé dense ;
- à éviter l'accumulation de litière en éliminant la couverture morte par consommation ou par exportation ;
- à contrôler l'accumulation d'herbe sèche sur la coupure, en organisant son prélèvement annuellement et juste avant la saison des incendies ;
- à nettoyer les rémanents du traitement précédent afin de faciliter la pénétrabilité du milieu aux différents utilisateurs de la coupure ;
- à protéger le sol quand celui-ci a été mis brutalement à nu par la première intervention et qu'un risque d'érosion est manifeste.

Ces combinaisons de techniques seront comparées dans un milieu donné, suivant la clé d'entrée suivante :

1 – Milieux à ciste de Montpellier

Dominant :

1.1 – Cistaie sans herbe (< 30% recouvrement herbacé)

1.2 – Cistaie enherbée (> 30% recouvrement herbacé)

Dominé par des espèces à lignotuber :

1.3 – Maquis à ciste de Montpellier

2 – Milieu à ciste à feuilles de sauge

Ciste à feuilles de sauge dominant ou dominé par des espèces à lignotuber.

3 – Milieu à ciste blanc

Ciste blanc dominant ou dominé par des espèces à lignotuber.

Le tableau 4 présente les traitements analysés par milieu naturel et les placettes de référence.

C1 Combinaisons de techniques sur le ciste de Montpellier

C11 Cistaie non enherbée

Le ciste de Montpellier est dominant et le recouvrement herbacé ne dépasse pas 30%. La figure 11 montre trois dynamiques marquées :

- une dynamique très forte : le phytovolume arbustif dépasse 2 500 m³/ha moins de trois ans après les travaux. Les combinaisons de techniques associant le débroussaillage lourd¹ au brûlage dirigé et au semis (DBS) ou seulement au semis (D>S) entraînent une explosion de la germination du ciste et un fort embroussaillage. Les semis ne parviennent pas à limiter l'effet du broyage lourd ;

¹ Débroussaillage lourd : broyage mécanique réalisé par un tracteur forestier ; le débroussaillage léger est réalisé avec un engin léger type motoculteur.

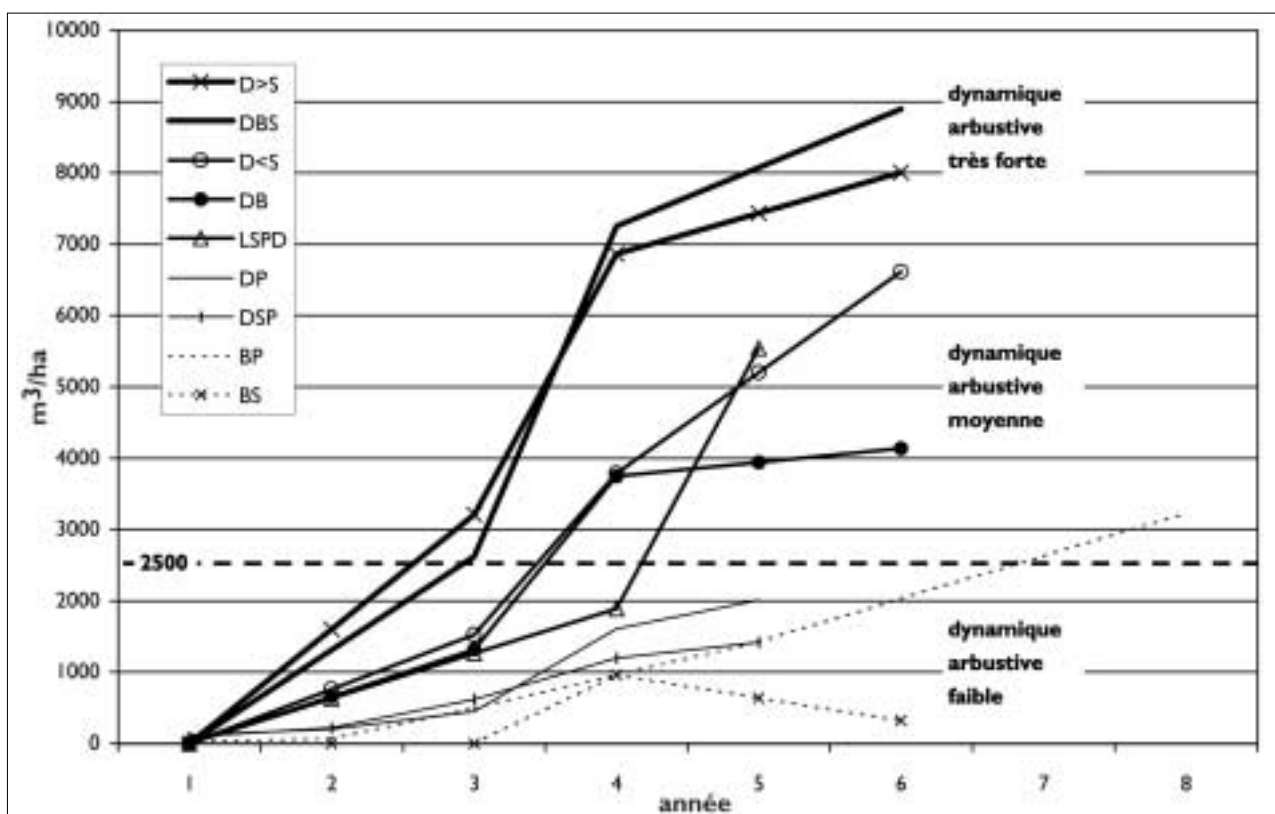


FIGURE 11. EFFET DE DIFFÉRENTES SÉQUENCES TECHNIQUES SUR LE PHYTOVOLUME D'UNE CISTAIE À CISTE DE MONTPELLIER SANS HERBE

D : Débroussaillage - B : Brûlage dirigé - S : Semis - P : Pâturage - L : Dessouchage - > : Intervention forte - < : Intervention légère

TABLEAU 4. TRAITEMENTS PAR MILIEU NATUREL

Milieu naturel	Séquence technique	Sites	Pâturage			Observations
			OV	BOV	CAP	
Ciste de Montpellier	DB>	Vidauban				Pas de pâturage
	DBS	Vidauban				
	B<S	Vidauban				
	D<S	Vidauban				
Cistaie sans herbe	D>S	Vidauban				
	DSP	Palayson				
	DP	Palayson				
	LSPD	Catalugno				
	BP	Prades				Exploitation pastorale les deux premières années
Cistaie enherbée	BLPD	Prades				Cette séquence conduit à une impasse
	DSP	Prades				Séquence efficace 5 à 7 ans
	BBP	Prades				Séquence efficace 7 à 9 ans
	BP	Prades				Gestion pastorale classique
	B	Prades				Petite surface témoin
	I	Prades				Parcelle de référence
Maquis	BDP	Collobrières				
	BSP	Palayson				
	D	La Londe				
	DP	Palayson				
	DSP	Palayson				
	LSPD	Palayson				
	LSPD	La Croix-Valmer				
Ciste à feuilles de sauge	D	La Londe/Collobr.				
	DP	La Londe/Palayson				
	BPDP	Figanières				
	DSP	La Londe				
Ciste blanc	DP	Figanières				Xa dominant
	DP	Figanières				Xa dominé par Ea
	DP	Figanières				Xa dominé par QP
	DPBSP	Figanières				

- une dynamique moyenne : le seuil des 2 500 m³/ha est atteint au bout de trois à quatre ans. La dynamique de la cistaie reste forte et peu perturbée par les traitements. L'effet du travail du sol avec semis et pâturage bovin (LSPD), du broyage (même léger) associé au brûlage fort¹ ou au semis (DB et D<S) ne permet pas de ralentir sensiblement l'embroussaillage ;
- une dynamique faible : l'association du débroussaillage mécanique et d'un pâturage ovin serré notamment grâce aux semis (DP et DSP), permet un fort effet dépressif sur la cistaie. C'est aussi le cas d'un brûlage léger associé à un semis ou à un pâturage serré (BS et BP).

C12 Cistaie enherbée

Le ciste de Montpellier est dominant et le recouvrement herbacé dépasse 30% (fig.12) :

- l'incendie provoque un fort développement des plantules de cistes, d'autant plus rapide que, la première année, la strate herbacée est inexistante. Les plantules ne subissent donc aucune concurrence ;
- tous les autres traitements permettent une réimplantation rapide de la pelouse à brachypode rameux qui concurrence fortement les plantules de ciste ;

¹ Équivalent à un feu pastoral mal maîtrisé avec hauteur de flammes > 1 m

- le pâturage, ici bovin, a peu d'effet sur le ciste : les taux de consommation des bovins sur le ciste de Montpellier sont toujours inférieurs à 10% ;
- les travaux de remise en culture ou de semis avec engrais associés au débroussaillage ou au brûlage sont les plus performants : la strate herbacée ainsi favorisée crée une forte concurrence sur la cistaie. Le phytovolume du ciste reste cantonné pendant une dizaine d'années en dessous de 500 m³/ha. C'est le cas également avec une répétition à deux années d'intervalle du brûlage suivi de pâturage.

C13 Maquis à ciste de Montpellier

Le ciste de Montpellier est dominé par les lignotuber (bruyères, arbousier, myrte, calycotome, filaire, pistachier...) avec un faible recouvrement herbacé (< 30%).

L'association du broyage mécanique ou du travail du sol avec semis fourrager pastoral et pâturage ovin serré (conduite en filets) est la plus performante (fig.13). Le seuil de 2 500 m³/ha est atteint entre quatre et cinq ans après les derniers travaux. Même si le taux de consommation du ciste est très faible, les semis permettent de limiter la germination et le développement des plantules du ciste, et favorisent un fort impact du pâturage sur les ligneux bas (bruyère, arbousier) avec des taux de consommation supérieurs à 30%. Les

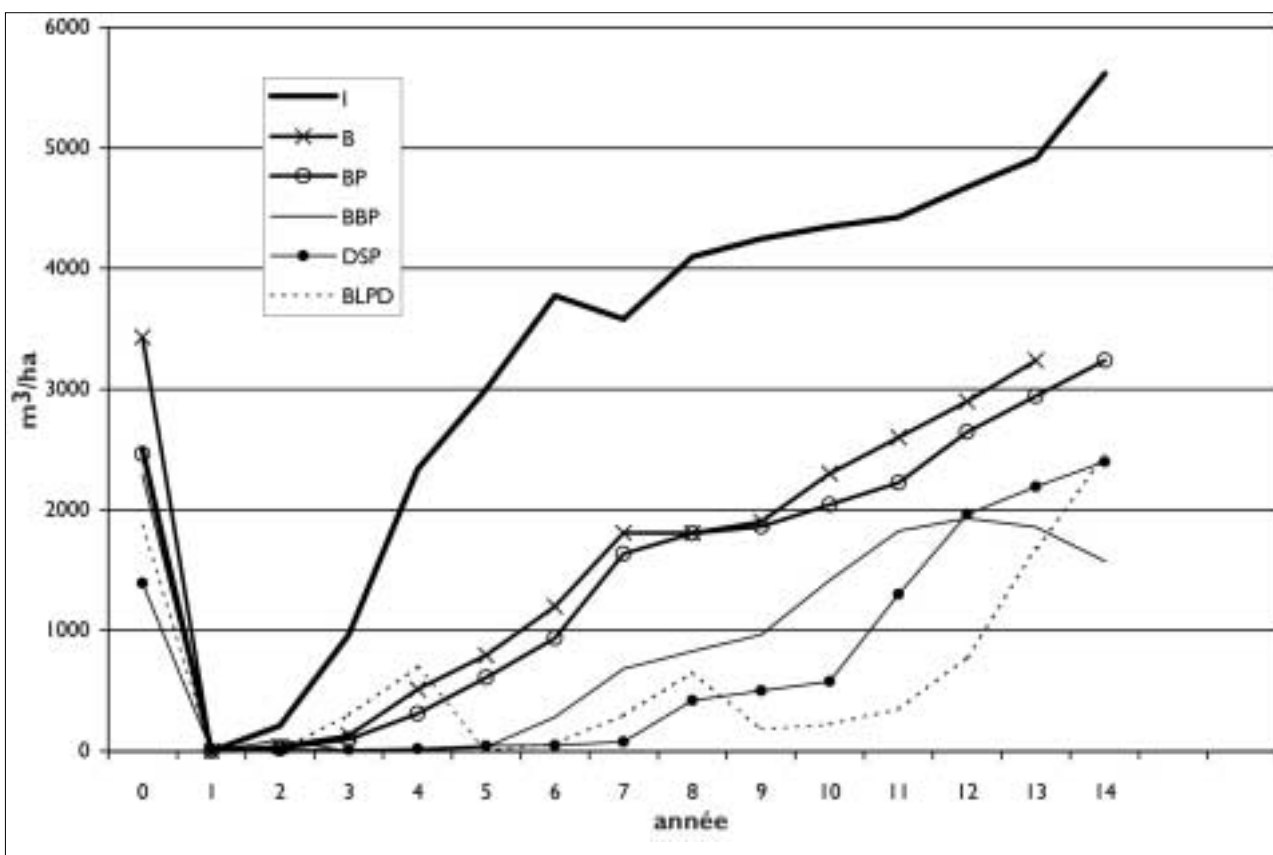


FIGURE 12. EFFET DE DIFFÉRENTES SÉQUENCES TECHNIQUES SUR LE PHYTOVOLUME D'UNE CISTAIE À CISTE DE MONTPELLIER ENHERBÉE

D : Débroussaillage - B : Brûlage dirigé - S : Semis - P : Pâturage - L : Dessouchage - I : incendie

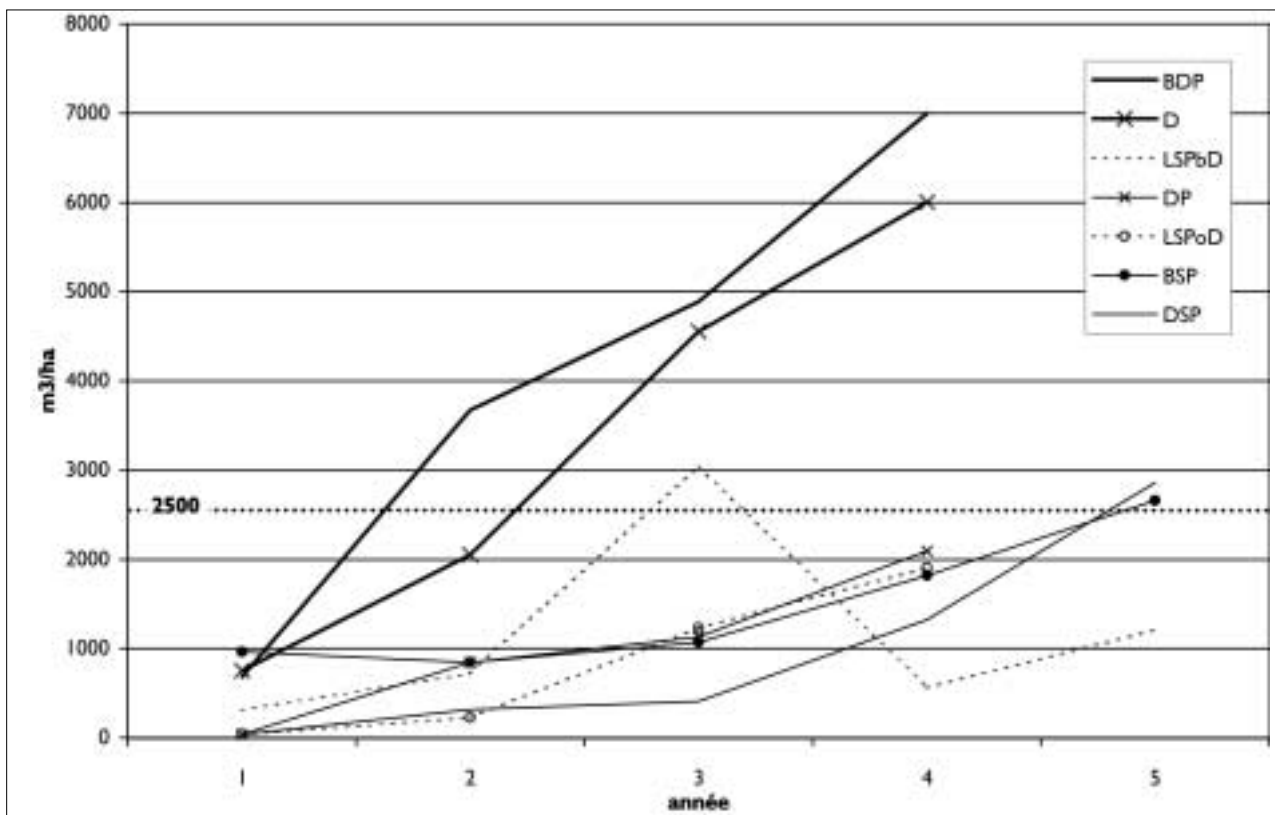


FIGURE 13. EFFET DE DIFFÉRENTES SÉQUENCES TECHNIQUES SUR LE PHYTOVOLUME D'UN MAQUIS À CISTE DE MONTPELLIER
 D : Débroussaillage - B : Brûlage dirigé - S : Semis - P : Pâturage (o ovins ; b bovins) - L : Dessouchage

semis permettent d'augmenter la pression de pâturage qui passe de 150 jeb/ha à 400 à 1000 jeb/ha¹.

Dans les autres cas, où le brûlage et/ou le débroussaillage mécanique lourd, sont associés ou non à un pâturage bovin, l'effet sur la dynamique arbustive reste faible : le seuil de 2 500 m³/ha est atteint entre deux et trois années après les derniers travaux.

Conclusion sur les milieux à ciste de Montpellier

Dans ce type de milieu, le seuil de 2 500 m³/ha est atteint deux à trois ans après débroussaillage ou brûlage.

L'implantation d'une strate herbacée, si elle n'existe pas, associée à un pâturage avec une forte charge instantanée (pâturage en filets ou en parc avec un niveau de valorisation de plus de 400 jeb/ha/an) permet de ralentir la dynamique arbustive et de passer à des rotations d'entretien tous les quatre à cinq ans.

Si la cistaie est associée à une pelouse, il est nécessaire de favoriser le développement naturel de l'herbe, soit avec une fertilisation soit avec un pâturage adapté. Les effets sur le développement du ciste sont les mêmes qu'avec un semis.

Le pâturage seul a très peu ou pas d'effet sur le ciste de Montpellier qui est refusé par les animaux, quelle qu'en soit l'espèce.

C2 Combinaisons de techniques sur ciste à feuilles de sauge

Le brûlage ou le débroussaillage lourd (DSPo/BP) même avec un pâturage ou un semis ne parviennent pas à freiner la dynamique du ciste (fig.14). Le phytovolume de 2 500 m³/ha est atteint deux à trois ans après les travaux. Le travail du sol (LSP) freine néanmoins le développement des espèces arbustives type lignotuber pendant les deux premières années.

La combinaison associant un brûlage d'ouverture suivi d'un pâturage ovien (BPDPO) à Figanières a entraîné une explosion des plantules de ciste à feuilles de sauge sous l'effet du brûlage (scarification thermique des graines, voir chapitre 1, C). Ce ciste ne représentait qu'un faible recouvrement (moins de 10%) avant l'intervention. En 1995, il représente près de 50% du recouvrement arbustif (fig.15).

Le pâturage en parc des brebis a eu peu d'effet sur les cistes jusqu'en 1995 (taux de consommation inférieur à 23%). Le phytovolume des ligneux bas atteint 2 500 m³/ha en deux ans ; il est constitué presque essentiellement de ciste à feuilles de sauge. Le taux de consommation des ligneux bas est néanmoins important (30 à 40%) du fait d'une forte consommation des rejets de chêne blanc, espèce très appétente au printemps.

À partir de 1996, date de la repasse réalisée par broyage mécanique, les tendances s'inversent. La

¹ jeb : journée équivalent brebis

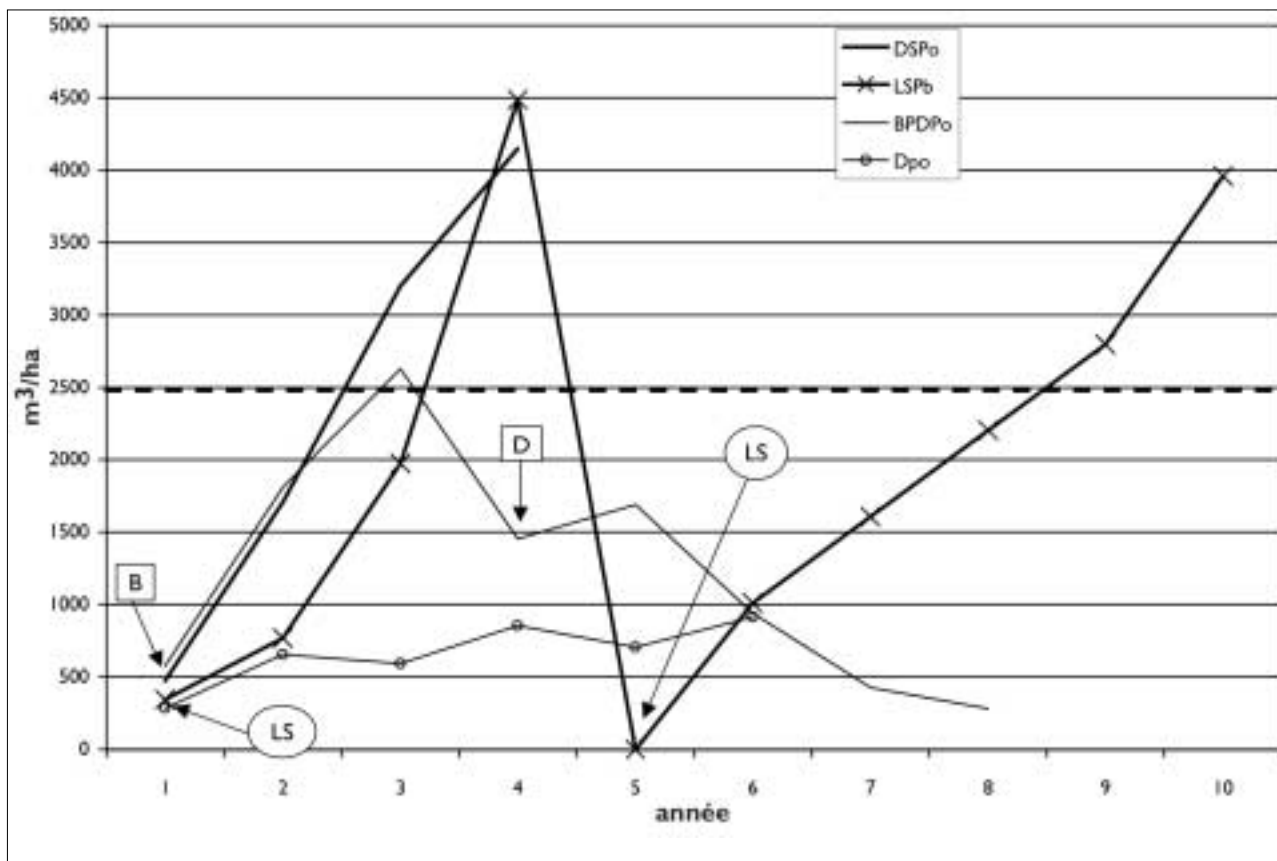


FIGURE 14. EFFET DE DIFFÉRENTES SÉQUENCES TECHNIQUES SUR LE PHYTOVOLUME D'UNE CISTAIE À CISTE À FEUILLES DE SAUGE
 D : Débroussaillage - B : Brûlage dirigé - S : Semis - P : Pâturage (o ovins ; b bovins) - L : Dessouchage

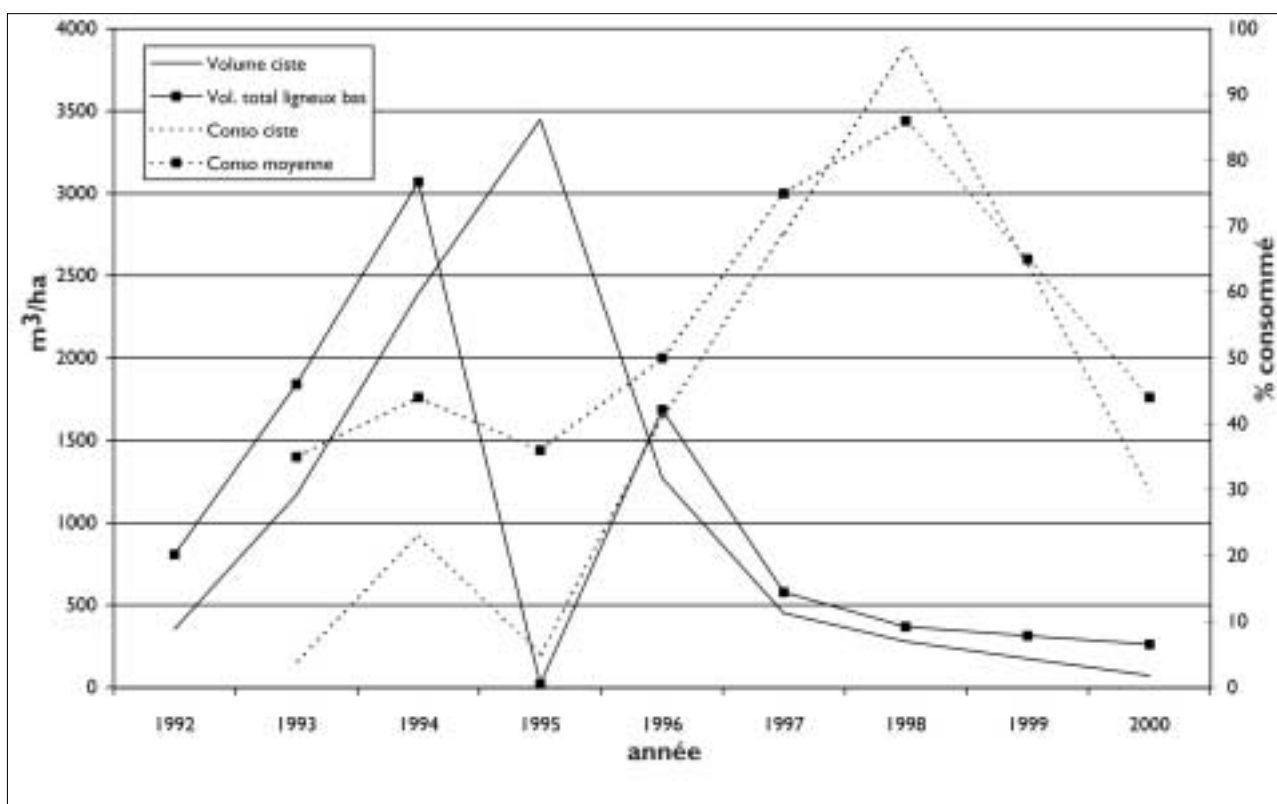


FIGURE 15. EFFET DE LA COMBINAISON BRÛLAGE/PÂTURAGE/BROYAGE SUR LE PHYTOVOLUME DU CISTE À FEUILLES DE SAUGE
 SOUS CHÊNE BLANC

quasi-disparition des rejets de chêne blanc due au pâturage entraîne un report du pâturage sur les cistes et une forte régression de leur phytovolume (taux de consommation des cistes supérieur à 80% et phytovolume inférieur à 500 m³/ha).

La combinaison broyage et pâturage ovin (DPo) à Palayson et La Londe permet une maîtrise du combustible pendant six ans en dessous de 1 000 m³/ha.

Il faut noter que le pâturage est « serré » (filets, parcs fixes) avec une complémentation adaptée (mélasse, aliment spécial parcours) : cette conduite du troupeau influe énormément sur l'impact des animaux sur la végétation.

Conclusion sur les milieux à ciste à feuilles de sauge

Contrairement au ciste de Montpellier, le ciste à feuilles de sauge peut être l'objet d'une forte consommation par les ovins (plus de 50%), avec une conduite pastorale serrée (parcs, filets) et une complémentation adaptée.

La combinaison d'une telle conduite avec du broyage mécanique maintient le phytovolume arbustif en deçà du seuil de 2 500 m³/ha pendant plus de cinq ans.

Il faut néanmoins signaler qu'une trop forte consommation du ciste à feuilles de sauge peut être toxique et provoquer une forte mortalité (ne pas dépasser 500 à 600 jeb/ha/an).

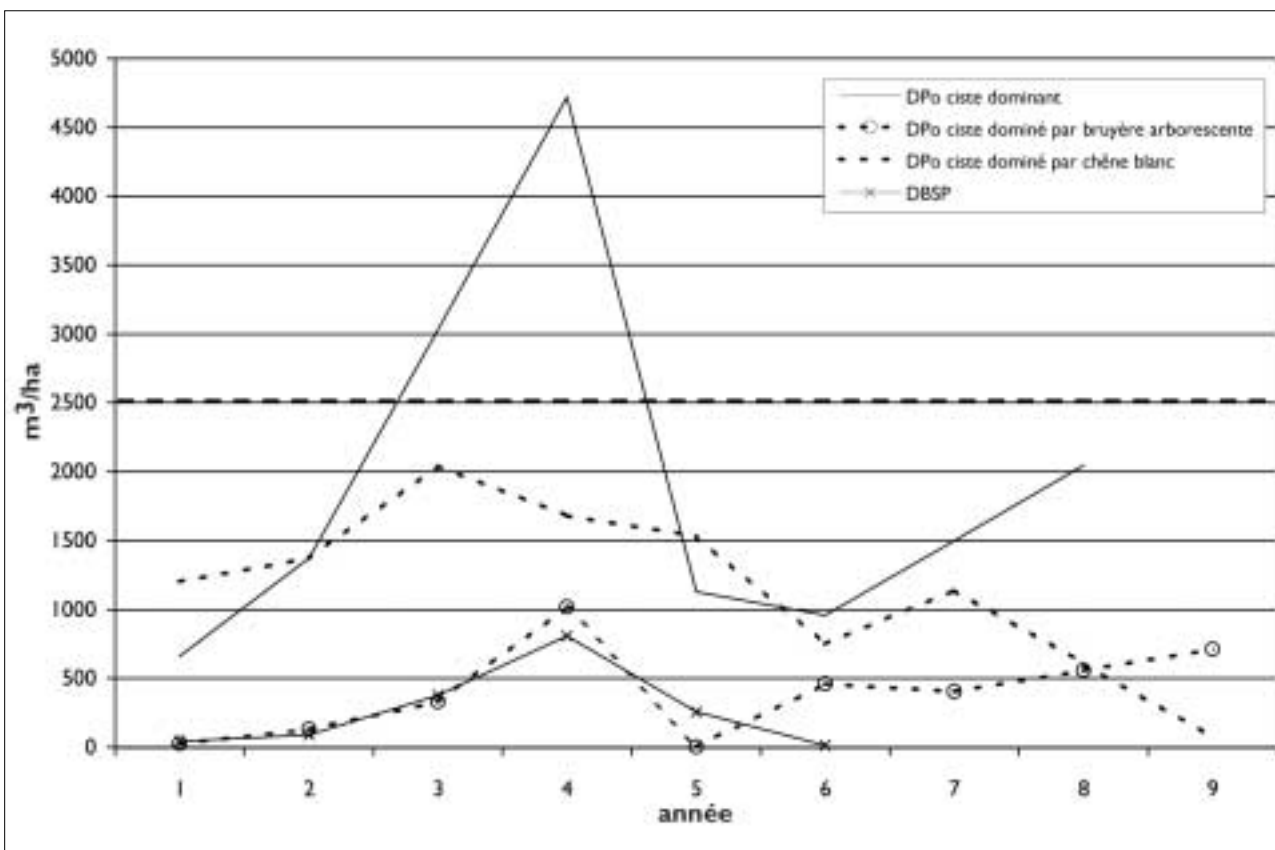


FIGURE 16. EFFET DE DIFFÉRENTES SÉQUENCES TECHNIQUES SUR LE PHYTOVOLUME DU CISTE BLANC
 D : Débroussaillage - B : Brûlage dirigé - S : Semis - P : Pâturage (o ovins ; b bovins)

C3 Combinaisons de techniques sur ciste blanc

Lorsque le ciste blanc est dominant, l'association débroussaillage-pâturage (DP) permet un faible ralentissement du ciste (fig.16). Le phytovolume de 2 500 m³/ha est atteint trois ans après les travaux.

Lorsque le ciste blanc est dominé par la bruyère arborescente ou les rejets de chêne blanc l'efficacité du pâturage est beaucoup plus nette.

Sous chêne blanc, les rejets de chêne blanc sont d'abord dominants. Le pâturage entraîne rapidement une disparition du chêne blanc au profit du ciste (fig.17). Celui-ci est ensuite maîtrisé par le troupeau du fait d'un fort chargement et d'interventions manuelles (broyage localisé) réalisées ponctuellement par l'éleveur.

En cas d'abandon du site par les animaux, la cistaie se développerait et dominerait le milieu.

Sous pin maritime, on note également une forte efficacité du troupeau sur la bruyère et le ciste blanc qui maintient le phytovolume en dessous de 1 000 m³/ha.

Il est à noter que, sur le site étudié, la cistaie était inexistante au départ et s'est installée du fait de l'éclaircie du taillis de chêne (la densité est passée de 3 000 à 800 chênes/ha) et du broyage lourd des rémanents ou du feu dirigé. Ces interventions ont stimulé la germination du ciste et son développement.

Conclusion sur les milieux à ciste blanc

L'ouverture du couvert arboré par éclaircie du taillis de chêne blanc ou de la futaie de pin maritime associée au broyage lourd des rémanents et du sous-bois, ou au brûlage dirigé, entraîne un fort développement de la cistaie.

Une forte pression de pâturage associée à du débroussaillage manuel localisé sur moins de 25% de la surface permet de forts taux de consommation du ciste (plus de 80%) et le maintien du phytovolume arbustif en dessous de 1 500 m³/ha.

Mais cette forte pression pastorale entraîne un épuisement de la ressource pastorale, mettant en péril la pérennité de l'opération.

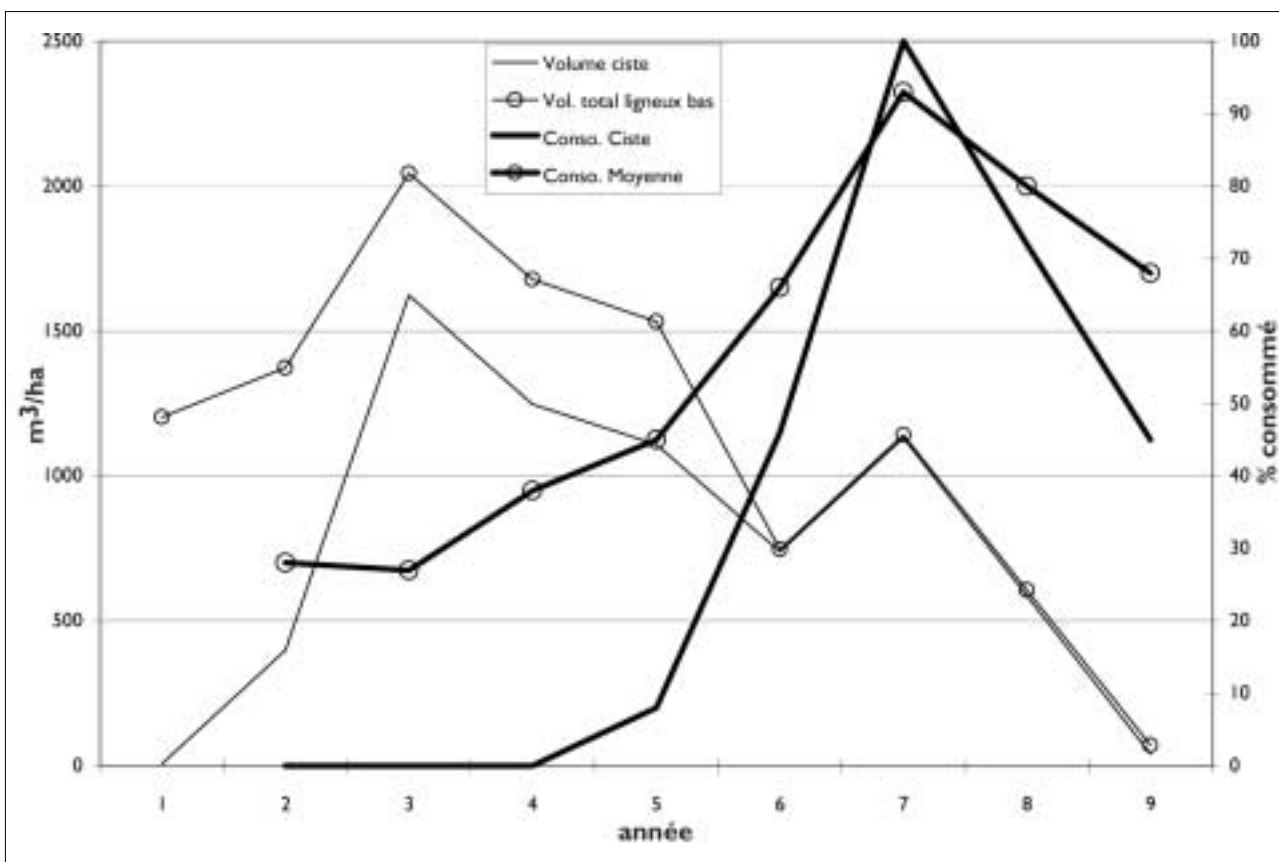


FIGURE 17. EVOLUTION DU PHYTOVOLUME DU CISTE BLANC SOUS L'EFFET DU PÂTURAGE OVIN

Conclusion

Ce chapitre a montré l'inefficacité des techniques lorsqu'elles sont utilisées isolément. La répétition d'une même technique n'est pas beaucoup plus efficace, exception faite du brûlage dirigé. Des combinaisons de techniques ont abouti parfois à des résultats plus encourageants :

- pour les cistaies à ciste de Montpellier dominant, il semble que les combinaisons associant l'ouverture du milieu (par broyage, brûlage ou dessouchage) à l'implantation d'un couvert herbacé et à un pâturage soient les plus efficaces ;
- pour les cistaies à ciste à feuilles de sauge dominant, l'implantation d'une strate herbacée n'est pas obligatoire, ce ciste étant mieux consommé par les animaux. Toutefois, cela nécessite une conduite pastorale adaptée ;
- les cistaies dominées par le ciste blanc sont dans le même cas de figure.

Toutes ces associations de techniques comprennent le pâturage avec des conduites pastorales bien particulières. Il nous est donc apparu essentiel de présenter les systèmes pastoraux qui viennent pâturer les cistaies afin de mieux appréhender le rôle qu'ils peuvent jouer dans l'entretien des coupures. C'est l'objet du chapitre suivant.

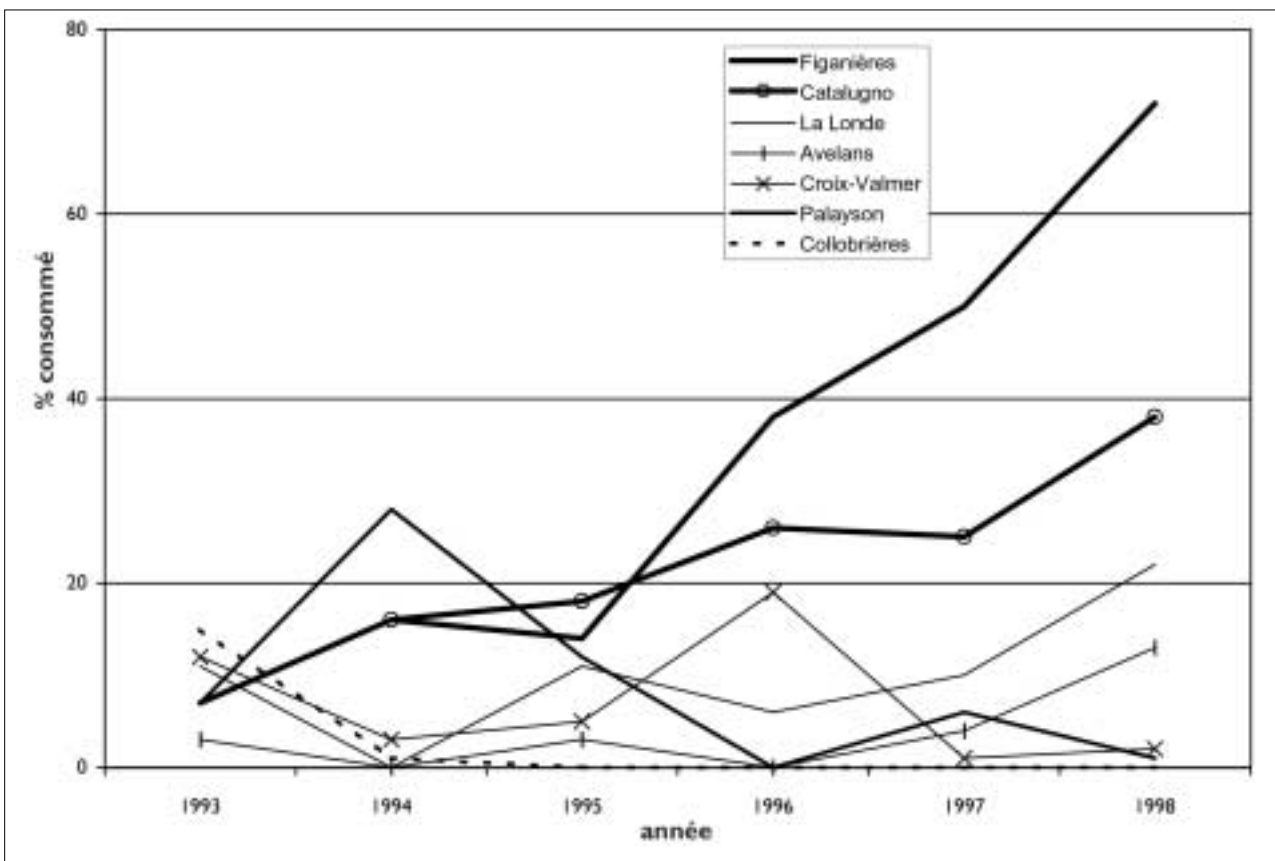


FIGURE 18. ÉVOLUTION DU TAUX DE CONSOMMATION MOYEN DU CISTE À FEUILLES DE SAUGE SUR COUPURES PÂTURÉES

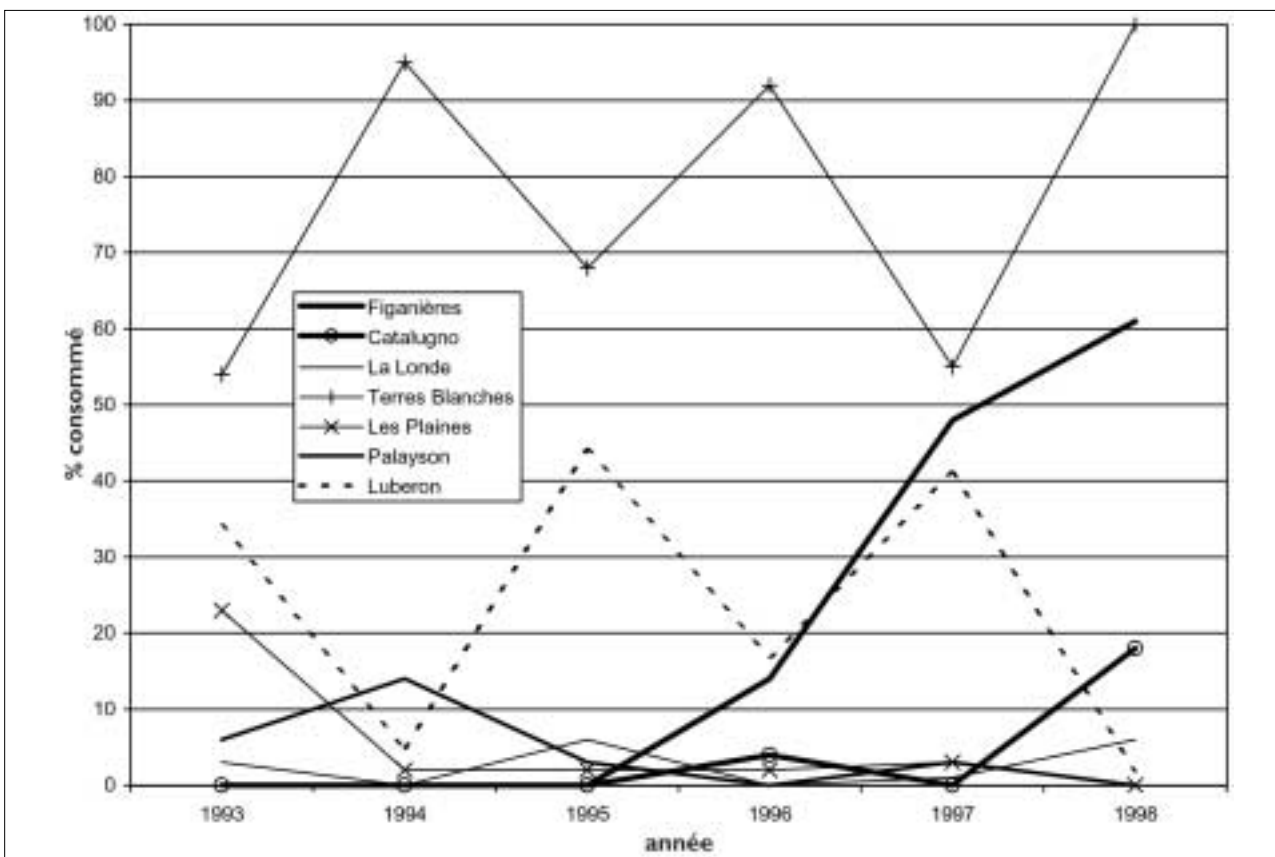


FIGURE 19. ÉVOLUTION DU TAUX DE CONSOMMATION MOYEN DU CISTE BLANC SUR COUPURES PÂTURÉES

3 - Modalités d'utilisation pastorale des coupures à cistes

UNE DIZAINE d'aménagements DFCI sur lesquels les principales espèces de cistes (*Cistus albidus*, *C. monspeliensis* et *C. salvifolius*) jouent un rôle important dans la dynamique du combustible ont été suivis pendant six ans. Le rôle du pâturage dans la maîtrise partielle de la dynamique d'embroussaillage par les cistes a été abordé en étudiant le taux de prélèvement de la phytomasse feuillée sur les trois espèces se développant fréquemment sur les coupures de combustible.

La première conclusion de ces suivis est que le ciste de Montpellier n'est pour ainsi dire jamais consommé et que les rares traces de prélèvement par les animaux s'observent dans les cas extrêmes de contention forcée des troupeaux sur des espaces réduits. Pour les deux autres espèces, normalement classées dans la catégorie des arbustes faiblement appétents (Étienne *et al.*, 1996), le taux de consommation moyen se situe effectivement autour de 10%. Mais cette valeur moyenne cache une grande variabilité d'im-

act du pâturage selon le type d'animal, le type de système d'élevage et les autres ressources fourragères avoisinantes.

Ainsi pour le ciste à feuilles de sauge (fig.18), des résultats nettement supérieurs à la moyenne ont été obtenus avec un élevage ovin viande pratiquant un pâturage serré en parc (coupure de Figanières) ou un élevage caprin installé sur le dispositif pendant toute l'année (coupure de Catalugno). De même, l'utilisation par une manade de taureaux camarguais d'une clairière envahie par le ciste blanc (fig.19), sur la coupure de Terres Blanches dans les Alpilles, a occasionné un taux de prélèvement de plus de 70%. La répétition d'un tel impact sur plusieurs années consécutives a même permis d'éliminer le ciste sans aucune intervention mécanique. L'impact du mode de conduite des animaux est particulièrement visible pour la coupure de Palayson où le passage d'un gardiennage serré de septembre à juin, à un gardiennage plus lâche de novembre à mai, a quasiment supprimé l'impact des ovins sur les cistes.

TABLEAU 5. PÉRIODES DE POUSSE ET D'UTILISATION DES MILIEUX MÉDITERRANÉENS

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Jlt	At	Sep	Oct	Nov	Déc
Pousse des ligneux												
Pâturage de la pousse principale												
Exploitation du report sur pied												
Pousse des herbacées						...						
Pâturage de la pousse principale												
Exploitation du report sur pied												

A. Place des cistaies dans la chaîne de pâturage

« Oui, tu peux passer 500 bêtes, mais à condition de ne pas surexploiter le pacage n'importe quand et n'importe comment. Peut-être même que tu pourras en passer plus, plus tard, en prenant certaines précautions et en faisant appel à d'autres façons » dixit le berger.

Cette petite phrase de berger résume bien toute la problématique de la gestion pastorale des cistaies au même titre que les autres types de lande, à savoir cette capacité des systèmes d'élevage d'intégrer des attentes souvent antagonistes : la satisfaction des besoins du troupeau, le renouvellement des ressources pastorales et la maîtrise des ligneux.

Ce sont des solutions testées durant plusieurs années, voire une décennie, qui sont maintenant développées dans ce chapitre.

A1 Une offre pastorale très saisonnière

La ressource pastorale, constituée d'espèces adaptées aux conditions écologiques du milieu, est par nature complexe et diverse. Elle est généralement dominée par la strate herbacée (les espèces annuelles, les pérennes, les refus...) dont la production peut varier du simple au double, en fonction des fluctuations de la pluviométrie annuelle. À cette offre viennent s'ajouter les ressources issues des feuillages, des rameaux et des fruits des arbres et arbustes dispersés sur la parcelle. Il est à noter toutefois que selon le niveau de fermeture du milieu, l'ordre d'importance des ressources pastorales issues de l'une ou de l'autre strate pourra facilement s'inverser.

À l'échelle de l'année, les ressources pastorales offertes par la strate herbacée comme par les ligneux sont saisonnières (tabl.5).

A2 Modalités d'intégration à la chaîne pastorale

Du fait de la saisonnalité des ressources fourragères, en région méditerranéenne française, il n'existe pas de système d'élevage confiné strictement sur les cistaies et autres landes difficiles et pauvres. Chaque éleveur cherche à profiter tout au long de l'année de la diversité et de la saisonnalité des ressources pastorales résultant des contrastes de versant, de l'étagement altitudinal, du couvert arboré (rameaux, feuilles, fruits), des terres de culture et des successions végétales qui suivent leur abandon, pour remonter annuellement une chaîne fourragère particulière, apte à satisfaire les performances attendues de son troupeau. Chaque ressource ou parcelle reçoit une modalité d'exploitation précise (période, durée, type d'animaux, complémentation ou autres parcelles associées durant le circuit de pâturage).

Aussi les cistaies ne sont valorisées par les éleveurs qu'à deux conditions :

1) elles offrent un appoint non négligeable de ressources facilement mobilisables, appoint renforcé par des travaux de réouverture ou d'amélioration fourragère conduits dans le cadre de la politique volontariste de protection des massifs contre l'incendie ou de maintien des habitats naturels.

2) elles sont facilement associables à d'autres ressources pastorales ou fourragères : prés de fauche, prairies, landes ouvertes, bois de chêne, châtaigneraies, vergers...

Ces ajustements délicats d'ensemble de parcelles complémentaires seront toujours dictés par la nécessité d'équilibrer l'offre et la demande. Ils se feront souvent par approximations successives en utilisant les « leviers » suivants :

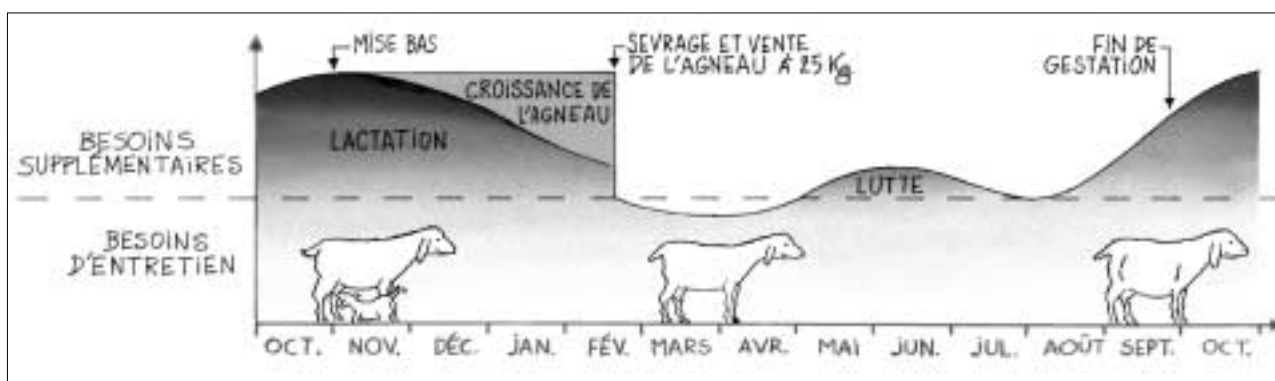


FIGURE 20. VARIATION ANNUELLE DES BESOINS PHYSIOLOGIQUES DES BREBIS.
EXEMPLE D'UN SYSTÈME OVIN-VIANDE DES PRÉALPES

Regrouper les animaux par lots homogènes :

La demande alimentaire des animaux varie pour chaque individu en fonction de sa situation dans le cycle de reproduction (fig.20). Les éleveurs regroupent alors les animaux par lots homogènes (animaux en lactation ou allaitement, en fin de gestation, en croissance ou à l'entretien), afin d'offrir la pousse de l'herbe (de meilleure qualité) aux bêtes à forts besoins, et de réserver les refus ou les ligneux aux animaux à l'entretien.

Jouer sur les capacités de stockage puis de mobilisation des réserves corporelles :

Mobilisées en période de forts besoins, elles pourraient être reconstituées en début d'estive.

Jouer sur le niveau de prélèvement :

« Ce pâturage est maigre, mais l'herbe y est si riche, qu'un dé à coudre suffirait à nourrir une biche » dit le berger... En effet, sur les parcours, la consommation de la production primaire est rarement supérieure à 60% (elle dépasse 80% en prairies intensifiées). L'animal à forts besoins peut se permettre de choisir et de ne consommer que les organes végétaux les plus jeunes et les plus riches.

Organiser une complémentation :

Par la distribution d'aliments concentrés adaptés (minéraux, énergie, matière azotée) ou par des circuits de pâturage assurant une ration journalière équilibrée.

Mettre en réserve des secteurs :

Un calendrier de pâturage en région méditerranéenne doit se réserver des marges de sécurité pour faire face aux aléas climatiques et à la nécessaire transition entre la fin de l'été et la pousse de l'automne, comme entre la fin de l'hiver et la pousse de printemps.

Dans la zone de piémont des Pyrénées-Orientales, les cistaies peuvent constituer l'essentiel des circuits de pâturage au printemps et en hiver (voir fiche 4). Mais attention, si dans la première saison, elles couvrent largement les besoins des brebis, dans la deuxième, leur usage implique une complémentation à l'auge des brebis en gestation ou des agnelles.

B. Systèmes d'élevage utilisateurs des cistaies

Il apparaît indispensable de présenter de façon globale la logique zootechnique et économique des systèmes pastoraux utilisateurs des cistaies étudiées. De cette logique dépendent non seulement les effets des animaux sur le milieu mais également :

- le renouvellement des ressources,
- la capacité de l'éleveur à faire face aux charges d'entretien du milieu et des équipements,
- la pérennité du système.

Sur les différents sites étudiés dans le cadre du Réseau Coupures de combustible, on distingue trois types de systèmes : transhumance hivernale, redéploiement pastoral et installation sylvopastorale.

Chaque système présenté ci-dessous fait l'objet d'une description illustrée : fiches ❶ à ❷.

On se référera au tableau 2 (chapitre 1) pour une présentation des sites.

B1 La transhumance hivernale

Des animaux à faibles besoins issus d'élevages montagnards ovins ou bovins sont amenés sur des espaces pastoraux situés en zone de plaine où ils devront trouver leur alimentation hivernale. La période de transhumance peut commencer dès le début de l'automne et se prolonger jusqu'à la fin du printemps.

Dans cette catégorie on retrouve les deux sites suivants :

- ❶ La Londe : transhumance hivernale d'ovins ;
- ❷ Les Avelans : transhumance hivernale de jeunes bovins.

B2 Le redéploiement pastoral

L'éleveur a son siège d'exploitation à proximité d'espaces pastoraux. Ceux-ci lui apportent un appoint fourrager pendant une période plus ou moins longue (un à trois mois) à tout ou partie du troupeau. Ce cas se retrouve sur le site de Prades ❸ avec un élevage bovin-viande.

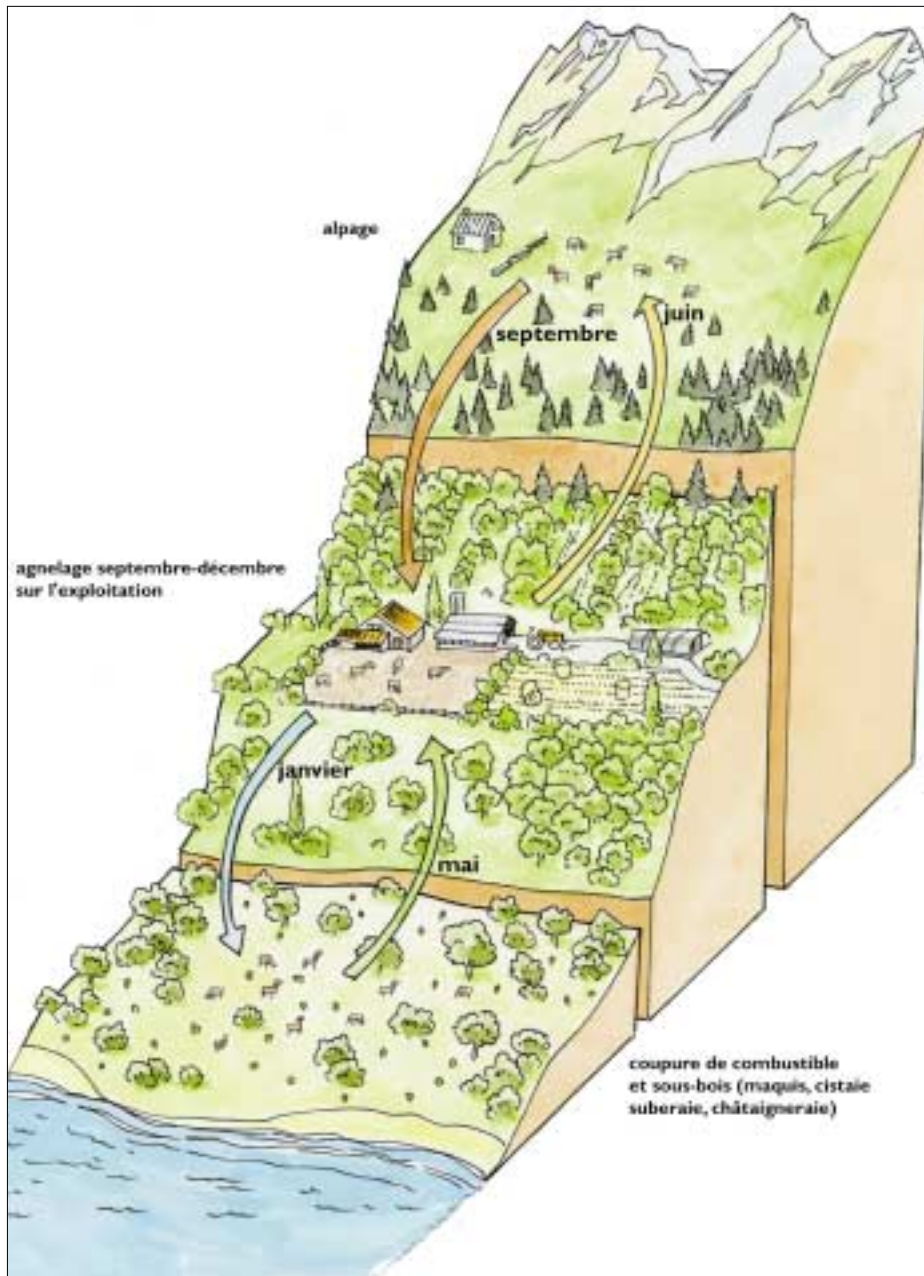
B3 L'installation sylvopastorale

Il s'agit de la création d'une exploitation d'élevage au cœur d'un espace forestier équipé au titre de la DFCI d'une ou de plusieurs coupures de combustible. Dans tous les cas, l'accès à d'autres ressources pastorales à proximité immédiate ou plus lointaines s'impose pour bâtir un système viable. Notons que l'entretien des coupures de combustible sera alors une activité importante au sein de l'exploitation, nécessitant des contrats de gestion (MAE, CTE). Les sites concernés par ce type de système sont les suivants :

- ❹ Prades avec un système ovin-viande ;
- ❺ Palayson avec un système ovin-viande ;
- ❻ Catalugno avec un système caprin fromager ;
- ❼ Figanières avec un système ovin-viande.

Fiche 1 Transhumance hivernale. La Londe les Maures.

Système ovin-viande transhumant



ASPECTS ÉCONOMIQUES ET PÉRENNITÉ DU SYSTÈME

Le coût de la transhumance est estimé à 0,2 €/jour/brebis. Répartition : 50% pour le gardiennage, 30% pour le débroussaillage.

L'apport du CTE-DFCI couvre 80% de ce coût.

Le coût d'une brebis nourrie à l'auge sur le siège d'exploitation pendant cette période serait de 0,3 € par jour.

Au-delà de la différence de coût, l'intérêt de la transhumance hivernale réside dans la place libérée sur le siège d'exploitation par le départ des brebis vides : cela permet aux éleveurs d'augmenter leur cheptel et par conséquent leur revenu. Les sécheresses chroniques sont tamponnées par la complémentation et la ressource arbustive. Il faut noter régulièrement des attaques de chiens errants liées à la proximité de zones urbaines et pouvant causer de gros dégâts sur le troupeau.

La pérennité de ce système est très liée au maintien des primes agri-environnementales.



LE TROUPEAU ET LA PRODUCTION

800 à 1000 brebis vides sur le site.

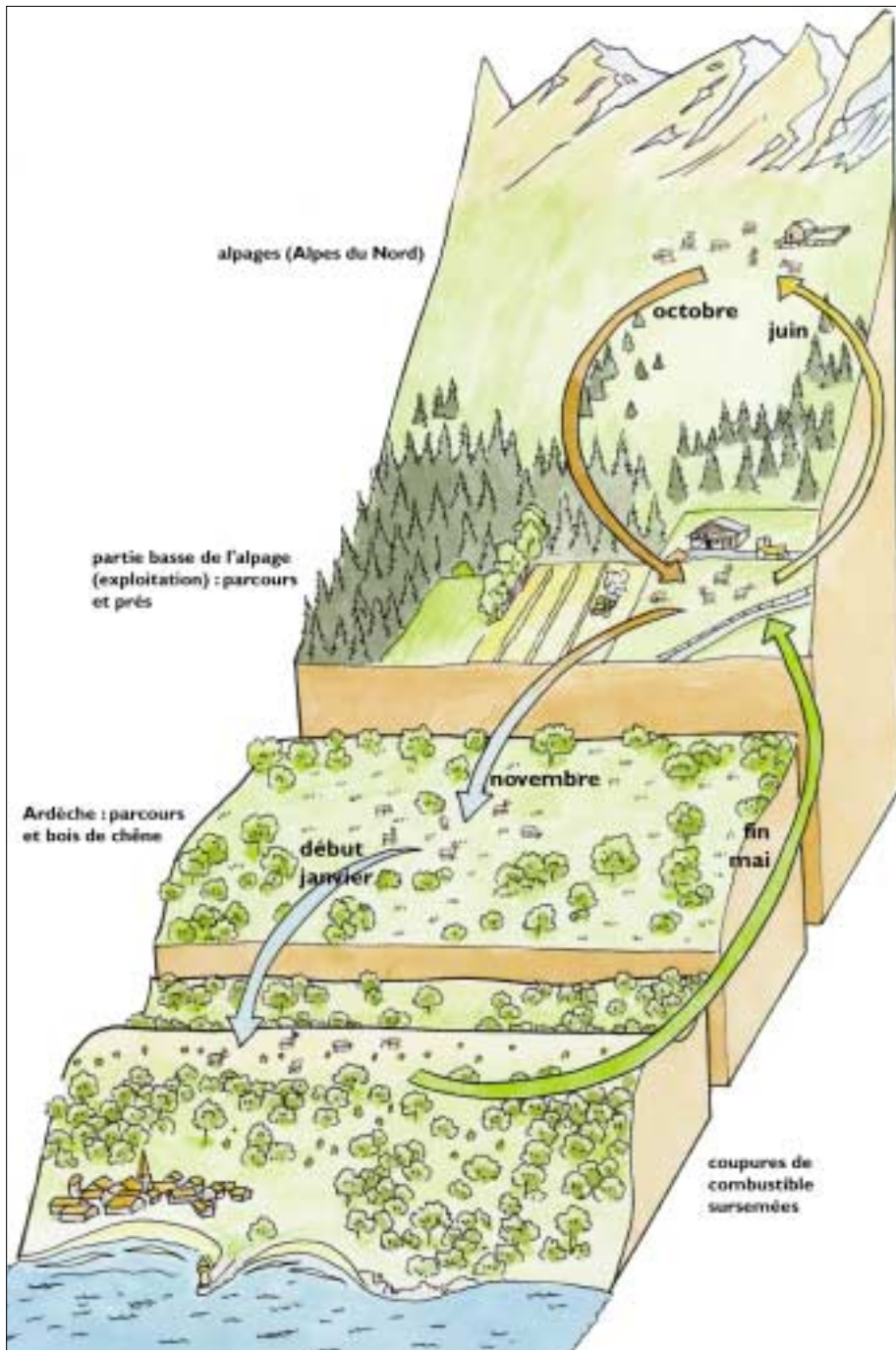
Objectif de production d'agneaux de boucherie de 30 à 40 kg de poids vif vendus à 110-120 jours à partir de Noël.

Équipement : parcs (fixes ou mobiles), un véhicule 4x4, une cabane pastorale, un parc de tri mobile.

Travail : 1 berger salarié soit 0,4 UTH.

Fiche ② Transhumance hivernale. Les Avelans.

Système bovin-viande transhumant



ASPECTS ÉCONOMIQUES ET PÉRENNITÉ DU SYSTÈME

Coût de fonctionnement de l'opération : 2,13 €/jour/génisse.

Répartition : 45% de charge de personnel, 5% de complémentation, 13% de transport, 12% de gestion technique.

Les éleveurs assurent 43% du coût total, soit 0,92 €/génisse. Le solde est couvert par les mesures agri-environnementales. Le coût d'une génisse alimentée à l'auge sur le siège d'exploitation serait équivalent (environ 1 €/génisse/jour).

De telles charges sont supportées par les éleveurs car leurs systèmes laitiers ont une forte valeur ajoutée (fromage de Beaufort, Reblochon). L'intérêt des éleveurs est ici surtout de libérer de la place dans les bâtiments d'élevage.

La pérennité de ce type d'opération est entièrement conditionnée par le maintien d'une forte contribution des financements agri-environnementaux qui couvre plus de 50% des coûts de fonctionnement de l'opération.



LE TROUPEAU ET LA PRODUCTION

30 à 50 génisses de race Tarine, Abondance et Montbéliarde, destinées à la production laitière ou mixte.

Équipement : parcs électriques (1 à 2 fils), dolines artificielles avec impluvium, citernes tractables, plusieurs véhicules tout terrain.

Travail : 0,5 UTH pour l'entretien du site et les soins des animaux.

Fiche ③ Redéploiement pastoral. Prades.

Système bovin-viande en redéploiement pastoral



ASPECTS ÉCONOMIQUES ET PÉRENNITÉ DU SYSTÈME

Produit brut : 43 000 €.
Revenu : 24 000 €/an, dont 15 000 € de disponible pour l'exploitant.
Charges de structure modérées : 8 000 €/an
Charges de fonctionnement faibles : 12 000 €/an, l'alimentation étant basée sur l'utilisation des parcours.
Bonne valeur ajoutée sur les produits du fait de la vente à un prix intéressant des Rosées et des Vedell.

Ce système reste soumis aux aléas climatiques qui entraînent certaines années une forte augmentation des charges alimentaires.

Il est également très sensible à une spéculation foncière de plus en plus forte sur les prés (terrains constructibles) et ses capacités financières ne lui permettent pas d'assurer l'élargissement de sa structure.

NB : Installation facilitée par les apports financiers du CFM (plus de 15 000 € d'équipements pastoraux et d'entretien ont été injectés sur la cistaie entre 1990 et 2001).



LE TROUPEAU ET LA PRODUCTION

Cheptel : 44 vaches allaitantes de race Aubrac, 2 taureaux Charolais et 4 génisses.

Production : 40 veaux, dont 15 certifiés Rosées des Pyrénées et 25 broutards (maigres destinés à l'export).

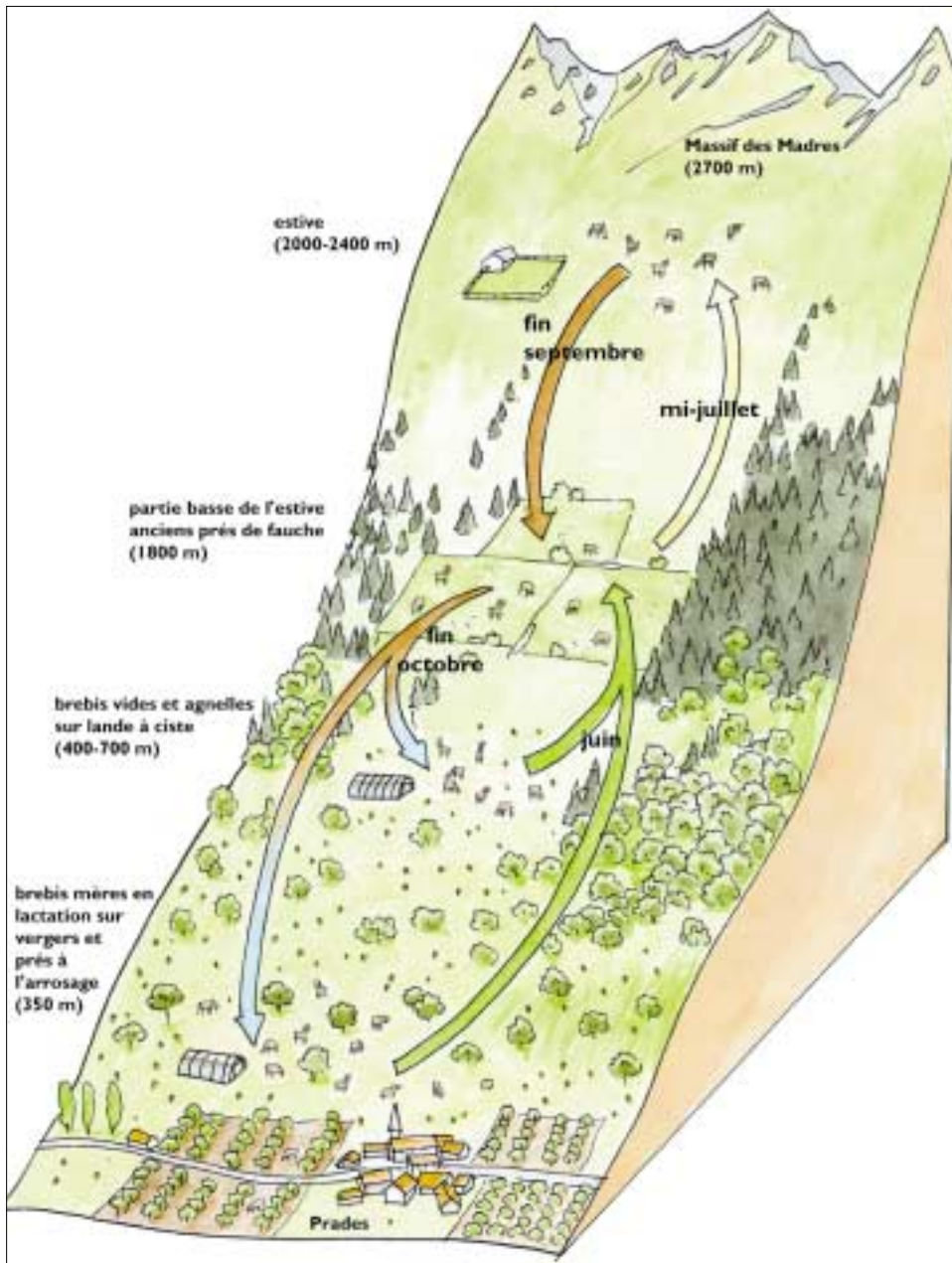
La productivité numérique est bonne, de l'ordre de 91%.

Équipement : un tracteur de 80 ch. (4x4), matériel de récolte et de travail du sol, gyrobroyeur (en CUMA), deux véhicules, une remorque bétailière, un bâtiment semi-plein air de 400 m², 10 km de clôtures électriques fixes et 3 km de clôtures mobiles pour les prés.

Travail : 1 UTH.

Fiche 4 Installation sylvopastorale. Prades.

Système ovin-viande sans terre ni bâtiment en dur



ASPECTS ÉCONOMIQUES ET PÉRENNITÉ DU SYSTÈME

Produit brut limité : environ 40 000 €/an (dont 46% de primes).

Revenu : env. 20 000 €/an.

Charges de structure modérées : 9 000 €/an.

Charges de fonctionnement : 11 000 €/an, l'alimentation étant basée sur l'utilisation des parcours. Bonne valeur ajoutée sur les produits (agneau Catalan nourri de façon peu coûteuse sous la mère).

Ce système reste sensible sur différents points :

- spéculation foncière sur les prés,
- pointes de travail à l'automne (agnelage + garde des mères + entretien des clôtures),
- acceptation sociale d'un troupeau aux portes de Prades,
- attaques des chiens errants de citadins.

NB : Installation facilitée par de gros investissements de la collectivité (50 000 € en trois ans) sur le volet animation et le volet équipement.



LE TROUPEAU ET LA PRODUCTION

Cheptel : 328 animaux de race Lacaune (210 brebis, 55 antenaises, 55 agnelles et 8 béliers).

Production : 205 agneaux légers de bergerie élevés sous la mère et certifiés Catalan de 27 à 30 kg, 110 agneaux non certifiés.

Productivité numérique : 1,15 agneaux élevés par femelle/an.

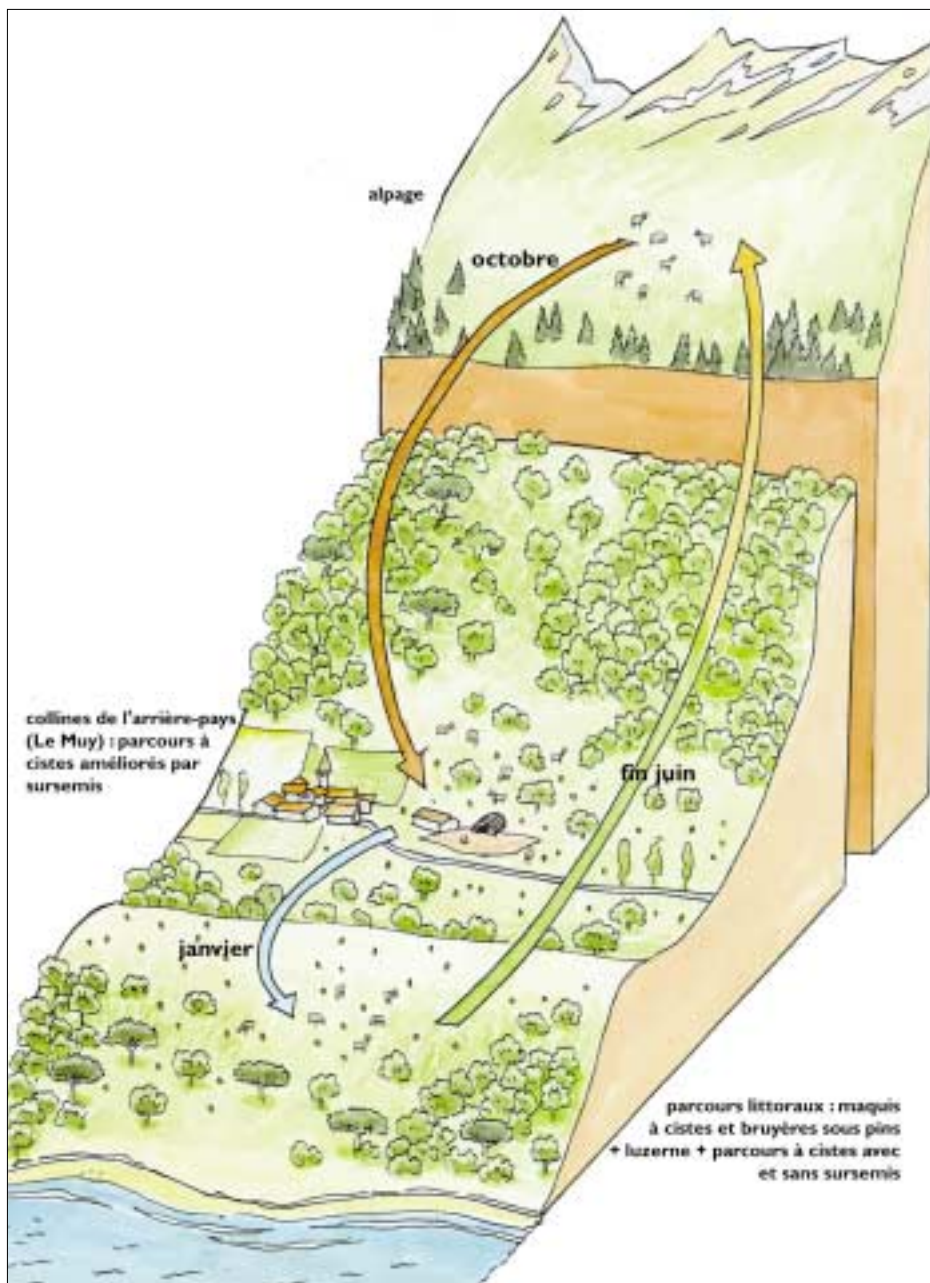
Agnelage à l'automne (90%) et vente de 60% des agneaux avant Noël.

Équipements : deux bergeries-serres, 15 km de clôtures en 4 fils lisses et un véhicule tout terrain.

Travail : 1 UTH

Fiche ⑤ Installation sylvopastorale. Palayson.

Système ovin-viande transhumant sans terre en plein air intégral



ASPECTS ÉCONOMIQUES ET PÉRENNITÉ DU SYSTÈME

Produit brut : 60 000 €/an (dont 50% de primes).

Revenu : entre 15 000 et 20 000 €/an.

Charges de structure très faibles liées surtout au renouvellement des véhicules et aux assurances : environ 4 000 € par an.

Charges de fonctionnement élevées : plus de 30 000 €/an, du fait des véhicules, des chiens et de la main-d'œuvre.

La valeur ajoutée sur les produits a pu être fortement augmentée grâce à la vente directe de 20 à 30% des agneaux

Le point sensible de ce système est la grande variabilité de la ressource pastorale, base de l'alimentation du troupeau. Afin de pallier ce problème, l'éleveur a fortement agrandi son espace pastoral.

NB : Installation facilitée par de gros investissements de la collectivité sur le volet animation, le volet équipement et le logement du berger (voir RCC n°5).



LE TROUPEAU ET LA PRODUCTION

Cheptel : 650 brebis de race Mérinos de l'Est et 10 béliers.

Production : 700 agneaux sous la mère (dont 250 agneaux vendus à plus de 35 kg vifs).

Productivité faible : 1,10 agneaux élevés par femelle et par an.

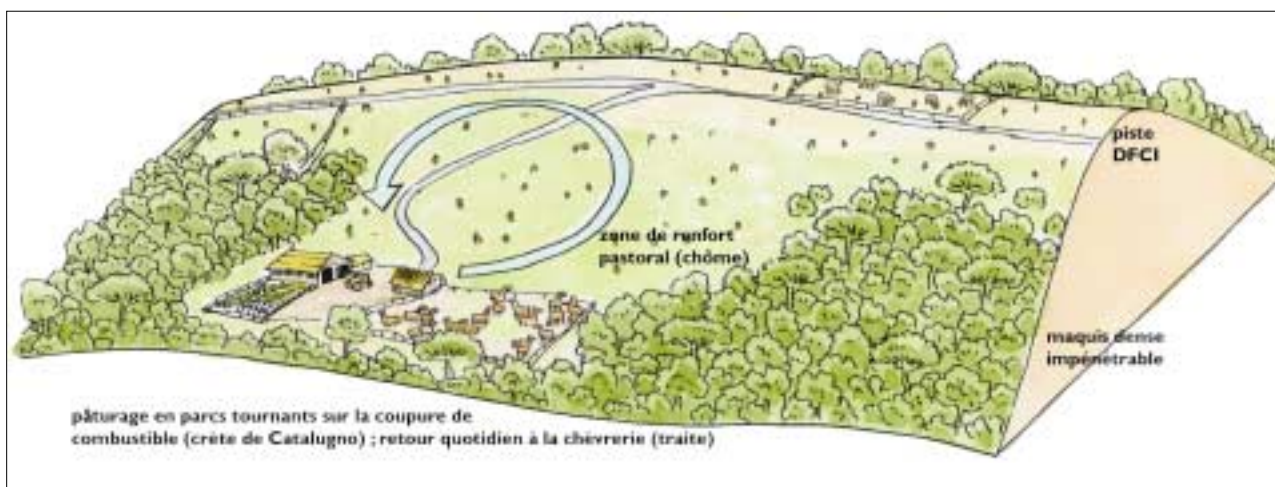
Agnelage au printemps (100%) et vente de 60% des agneaux au retour d'estive.

Équipements : véhicules d'occasion pour parcourir les pistes accidentées, sept à huit chiens pour protéger le troupeau.

Travail : 1 UTH plus 0,3 UTH au moment des agnelages.

Fiche 6 Installation sylvopastorale. Catalugno.

Système caprin-fromager installé sur une coupure de combustible



ASPECTS ÉCONOMIQUES ET PÉRENNITÉ DU SYSTÈME

Produit brut : 60 000 €/an (dont 15 000 € pour le maraîchage et le débroussaillage et 20% de primes).

Revenu : 25 000 €/an.

Charges de structure : 16 000 €/an.

Charges de fonctionnement faibles :

9 000 €/an. L'alimentation étant basée sur l'utilisation des parcours, les achats de foin et de concentré s'élèvent seulement à 6 000 €.

Bonne valeur ajoutée du fait de la commercialisation en vente directe : 3 €/litre de lait et 10 €/kg de carcasse chevreau.

Le système est soumis à de fortes variations de la productivité des parcours qui entraînent, certaines années de sécheresse, une augmentation des charges d'alimentation.

La forte fréquentation du site par le public (promenade, chasse) fait peser d'importantes contraintes sur l'entretien des équipements (clôtures, barrières, point d'eau).

NB : Une caravane devenue maison d'habitation et un forage ont été réalisés afin de permettre à l'éleveur de vivre complètement sur le site. De gros investissements ont été engagés sur la coupure par la collectivité.



LE TROUPEAU ET LA PRODUCTION

60 chèvres laitières de race Alpine.

Production de 400 litres/chèvre.

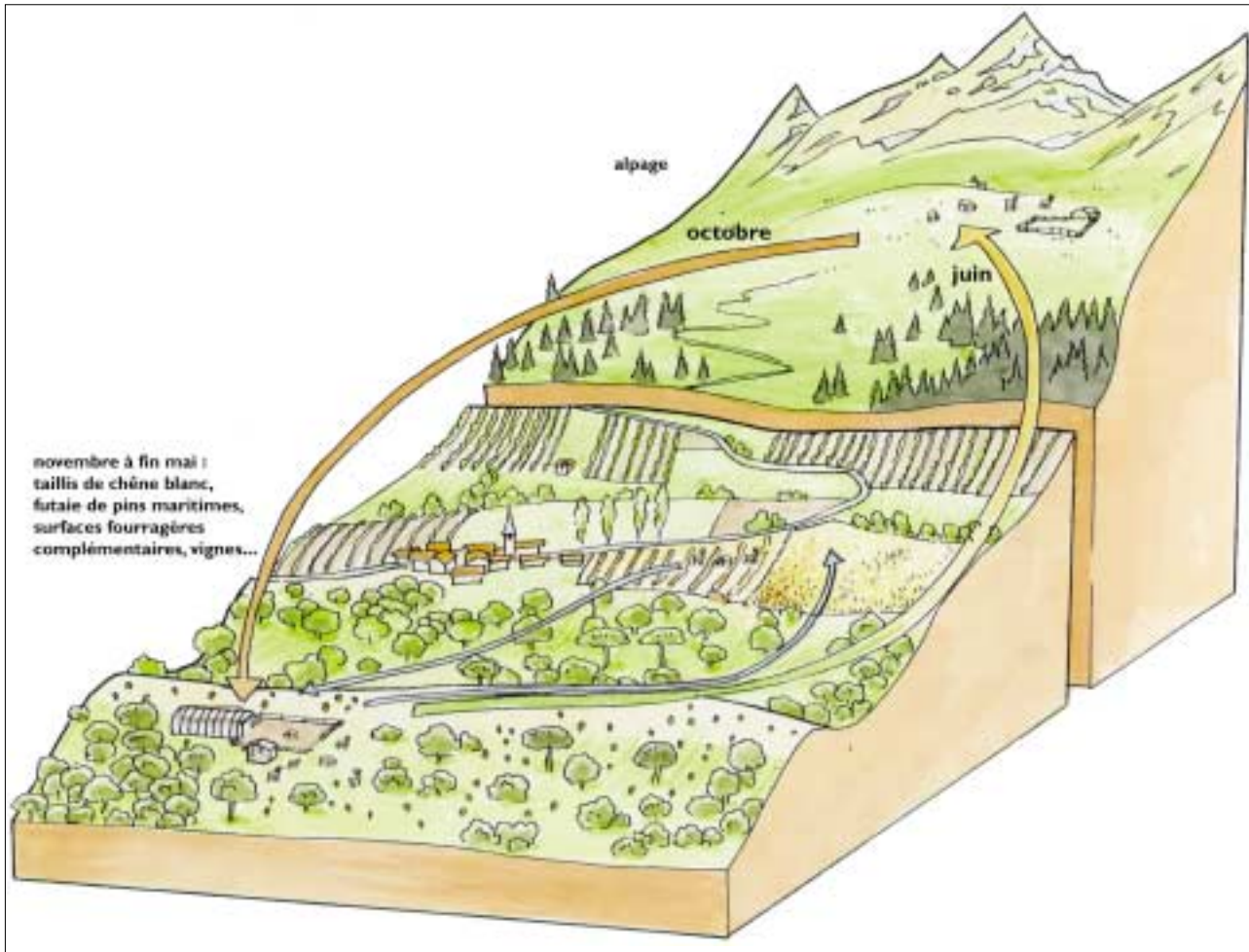
Autres activités de production :

- 3 ha de production maraîchère biologique (label AB),
- travaux de débroussaillage pour des tiers,
- contrat CTE d'entretien de la coupure DFCI de Catalugno.

Équipements : deux serres (bergerie et stockage), un tracteur avec broyeur, un réseau de parcs 4 fils électrifiés, une fromagerie + point de vente.

Travail : 2 UTH

Fiche 7 Installation sylvopastorale. Figanières.
 Système ovin-viande dans le cadre du Plan de Débroussaillage



PÉRENNITÉ DU SYSTÈME

Le système pastoral répond sur une dizaine d'années aux objectifs de maîtrise de l'embroussaillage, mais au détriment de la ressource fourragère qui baisse très fortement et met l'éleveur en situation de devoir chercher ailleurs des zones pastorales.

NB : Une maison d'habitation et un forage ont été réalisés afin de pouvoir mettre à disposition de l'éleveur un site complètement « viabilisé ».



LE TROUPEAU ET LA PRODUCTION

300 brebis-mères, 50 agnelles de renouvellement en 1991 ; 700 brebis-mères en 2002.

Équipement : parcs fixes et mobiles, débroussailleuse à dos, tracteur + gyrobroyeur d'occasion, une bergerie-serre.

Travail : 1 UTH ; aide périodique d'amis et stagiaires pendant l'agnelage.

C. Modes d'utilisation et valorisation pastorale des cistaies

C1 Des conduites pastorales propres à chaque site

Selon le système pastoral mis en place, la conduite du troupeau sur les parcours à ciste est différente. Ainsi, sur les sites étudiés, on observe trois grands types de conduite pastorale :

Cistaie utilisée seule, en parcs

C'est le cas à Prades jusqu'en 1995 où la cistaie fait l'objet d'un pâturage tournant en parcs de 3 à 7 ha, de la descente d'estive (fin octobre) jusqu'à la remontée (début juin). L'effectif instantané sur le site pouvait varier de 180 à 350 brebis, soit un chargement instantané de 25 à 50 brebis/ha.

À partir de 1995, sur toute la cistaie, se met en place un pâturage en grands parcs par la troupe de bovins allaitants. Dans ce nouveau système pastoral les parcs sont utilisés :

- entre novembre et janvier par une troupe (40 à 60 têtes) de vaches allaitantes en fin de gestation et ce, sans complémentation ;
- entre mars et mai par des couples mère-veau (25 à 30 couples).

À Catalugno, les chèvres pâturent également le site en rotation sur des parcs de 10 à 20 ha pendant toute l'année avec une complémentation plus ou moins importante selon la ressource extérieure.

Aux Avelans, les cinquantes génisses en transhu-

mance hivernale pâturent la zone de coupure en parcs de 10 à 50 ha (démontés en fin de saison), sans complémentation, de janvier à fin mai.

Cistaie utilisée dans un circuit de gardiennage

On rencontre ce type de situation principalement sur le site de Palayson où le troupeau ovin pâture (sans complémentation) les parcours forestiers envahis de ciste en alternance avec des luzernes en sec et des coupures de combustible améliorées à base de trèfle souterrain.

Cistaie utilisée en parcs en complément d'un circuit de gardiennage

À Figanières, l'éleveur a mis en place cette conduite un peu spécifique de manière à augmenter l'impact des animaux sur la végétation : le troupeau est conduit en parcs fixes ou mobiles sur la zone de coupure et en gardiennage sur les zones de renfort pastoral (taillis de chêne blanc, cultures fourragères).

Depuis 1998, des parcs de nuit tournants ont été réalisés sur la coupure pour assurer la maîtrise de l'embroussaillage.

De la même manière, sur le site de La Londe, c'est cette conduite qui a été adoptée. Cela permet de respecter les engagements d'entretien du milieu tout en assurant une ration équilibrée aux brebis qui maintiennent ainsi leur niveau de réserves corporelles.

La figure 21 montre l'effet du changement de conduite pastorale à partir de 1995 à La Londe : passage d'un gardiennage lâche à un gardiennage serré.

La consommation des cistes est nettement supérieure avec un gardiennage serré.

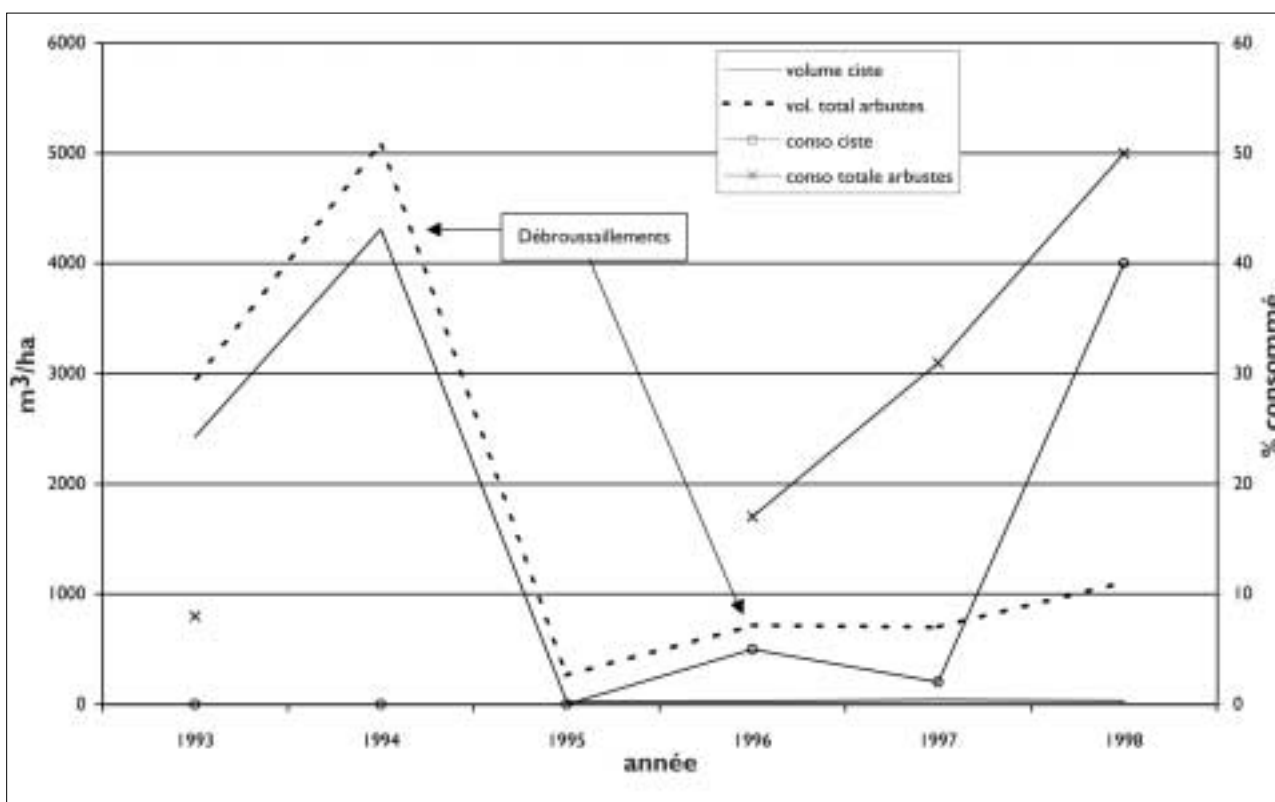


FIGURE 21. ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DU CISTE PAR LES ANIMAUX EN LIEN AVEC LA CONDUITE DU TROUPEAU

L'observation du comportement des animaux sur le parcours dans les différents cas de conduite apporte quelques éléments intéressants quant à la prospection du milieu. Ainsi, en parc :

- **rythme d'activité** : l'essentiel de l'activité « pâturage » s'effectue durant la période diurne avec une distribution qui fluctue en fonction des facteurs climatiques et la saison : les jours froids et venteux, le pâturage se concentre pendant les moments les plus ensoleillés. A contrario, les jours chauds, le pâturage se répartit sur le début de matinée et la fin d'après midi, voire en soirée ;
- **comportement spatial** : l'observation du comportement des troupeaux montre une nette préférence des animaux pour les pistes et chemins d'accès, les entrées de parcelles et les croupes ou les hauts de parcs lors du repos couché comme lors du pâturage. A contrario, les bas de parcelles à fort dénivelé, et les parcs les plus éloignés de la bergerie sont pratiquement ignorés.

La figure 22 illustre ce comportement du troupeau en parc (exemple de Prades).

Le pâturage est très hétérogène sur un même parc : les animaux explorent davantage les parties hautes, proches de l'entrée du parc que les parties basses.

Il est à noter, sur le site de Prades comme sur le site

de La Londe, que le troupeau met plus de deux années à mettre au point sa stratégie de prospection des parcs fixes. Au-delà, les suivis réguliers montrent que les jeunes animaux qui arrivent pour la première fois apprennent très rapidement auprès des « anciens ».

En gardiennage, le comportement spatial du troupeau est davantage dirigé par le berger comme l'illustre très bien la figure 23 sur l'exemple de Palayson. Ce gardiennage peut être serré ou lâche, selon la pression que l'on souhaite réaliser sur les parcelles pâturées.

Dans la logique de l'entretien des coupures de combustible, les conduites les plus adaptées peuvent être :

- des petits parcs sur des zones de végétation et de topographie le plus homogène possible pour éviter les phénomènes décrits plus haut. Toutefois, cette conduite crée une contrainte supplémentaire pour l'abreuvement du troupeau et peut par ailleurs priver le troupeau de zones d'abri ;
- des parcs de nuit tournants ou de fin d'après-midi sur les coupures stratégiques ;
- un gardiennage serré.

Les figures 18, 19 et 21 montrent en effet que la consommation des cistes est supérieure dans ces cas de figure.

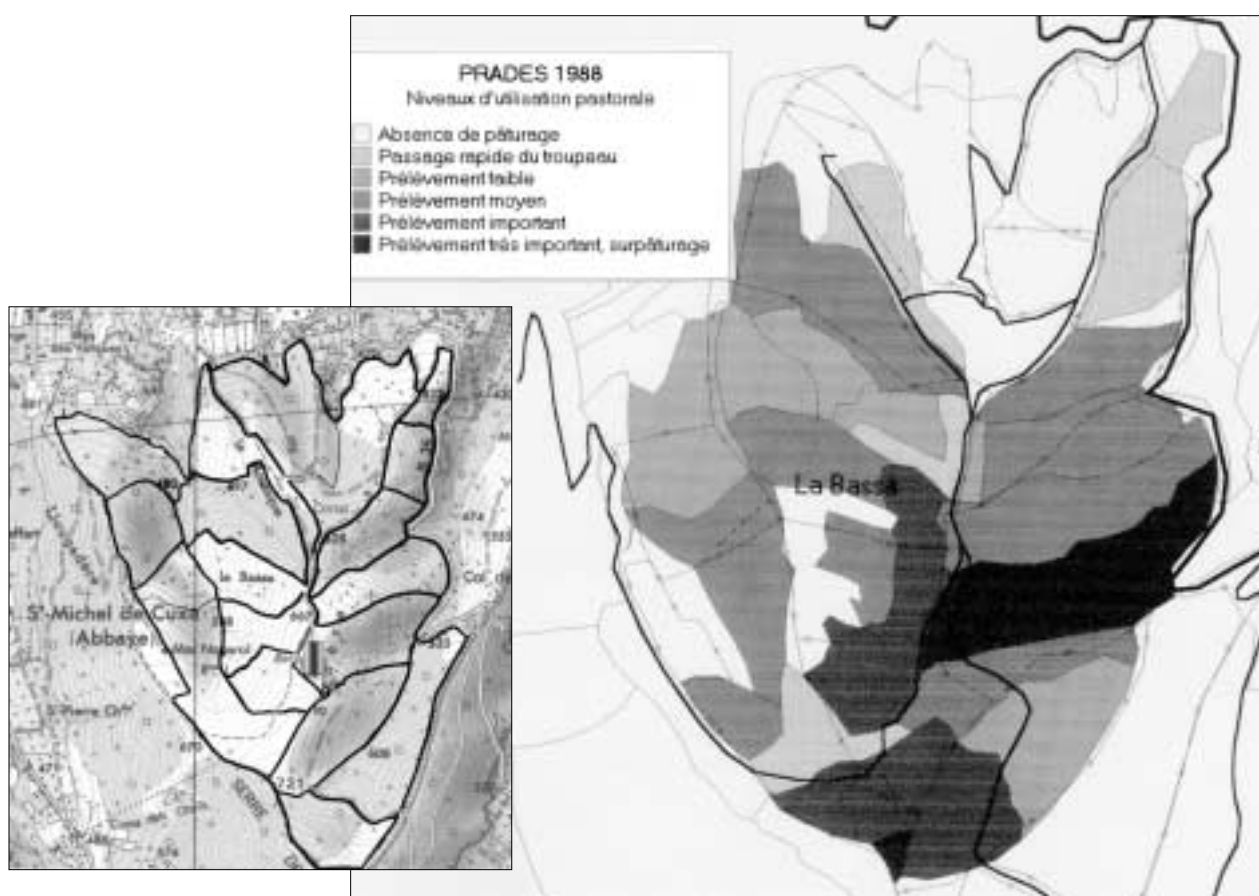


FIGURE 22. LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE RACLAGE DANS LES PARCS DU SITE DE PRADES PAR LES BREBIS (1988)

À gauche : Situation topographique des parcs autour de la bergerie-serre

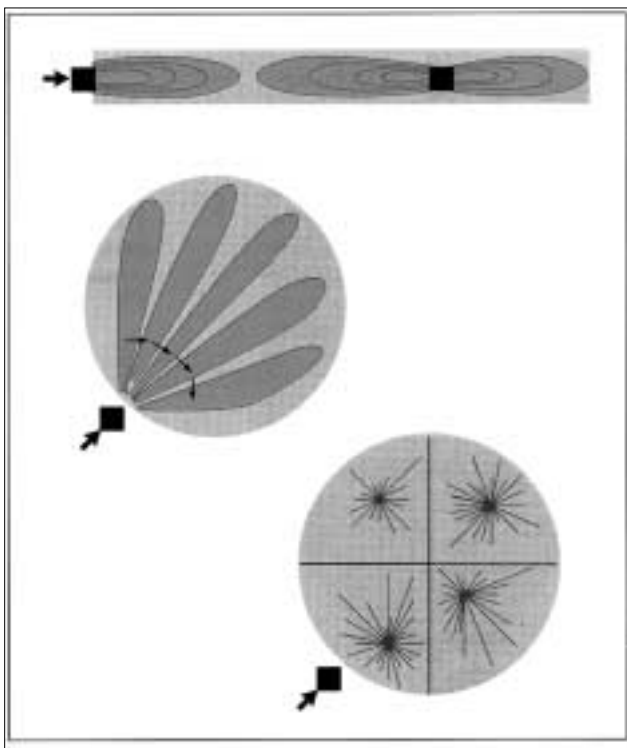


FIGURE 23. COMPORTEMENT SPATIAL DU TROUPEAU, PROPOSITION D'UNE MODÉLISATION. SITE DE PALAYSON

Le mode de prospection du troupeau, au niveau d'un même quartier et à l'échelle de la décade, est la combinaison de trois chorèmes. Le modèle sera différent selon la forme de l'espace pâturé et la période d'utilisation :

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

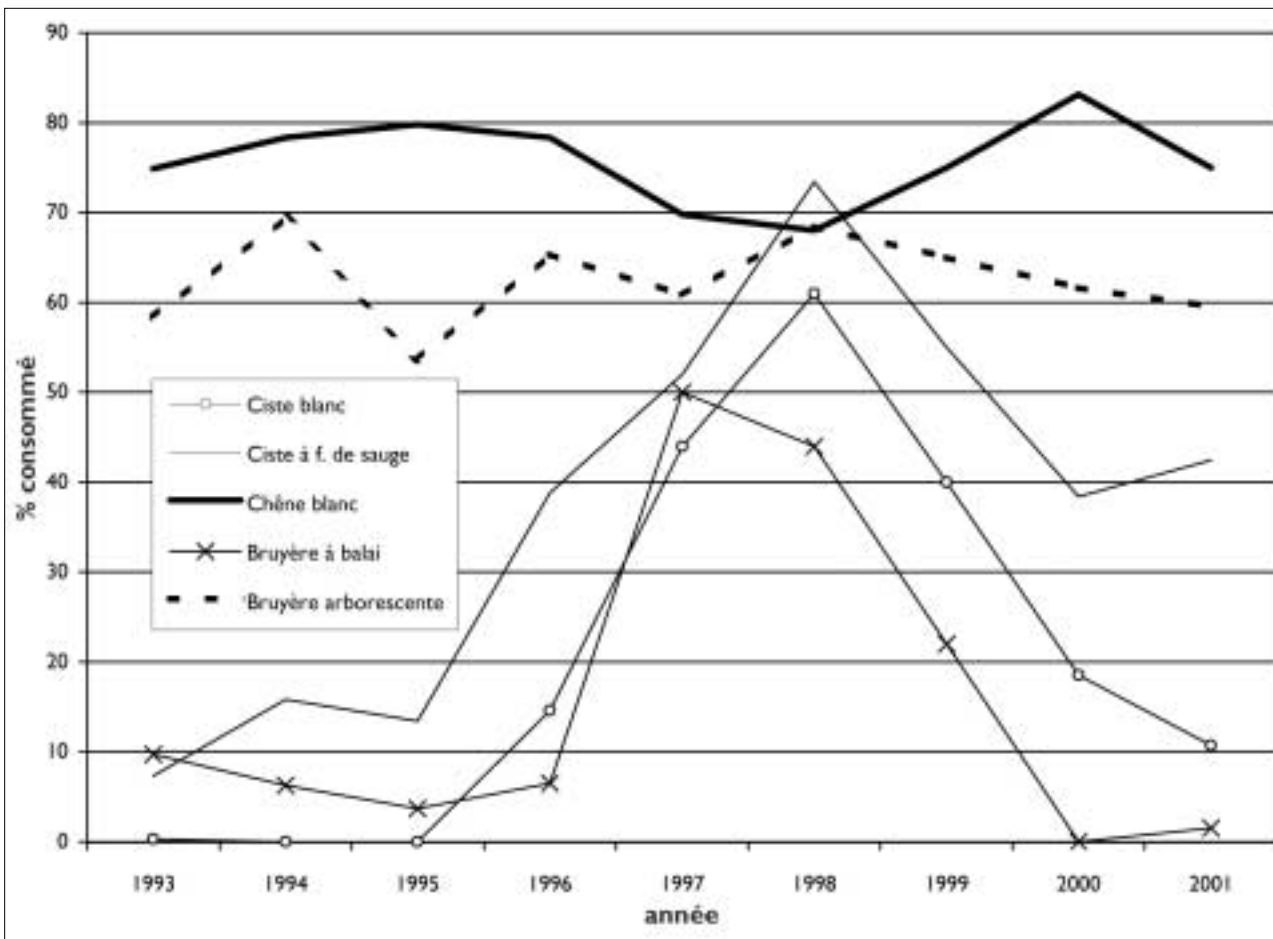


FIGURE 24. TAUX DE CONSOMMATION DE DIFFÉRENTES ESPÈCES ARBUSTIVES - SITE DE FIGANIÈRES

C2 Composition de la ration

Sur l'ensemble des sites étudiés, les zones à ciste ont fait l'objet de travaux d'ouverture plus ou moins lourds destinés à apporter de la ressource herbacée au troupeau. En effet, en l'état, les cistaies fermées ne constituent pas une ressource pastorale (voir paragraphe A2 ci-dessus).

Sur le site des Avelans, les génisses ne consomment pratiquement que l'herbe obtenue après sursemis.

Sur les autres sites, les ligneux entrent en partie dans la composition de la ration mais l'ingestion des cistes reste limitée (tabl.6 et 7, fig.18, 19).

Dans certaines situations (sites de Figanières et Catalugno), le niveau d'ingestion des cistes est plus élevé du fait de la conduite pastorale (voir paragraphe précédent) ou de l'espèce animale (chèvre).

À Figanières notamment, la ressource pastorale est constituée presque essentiellement des arbustes et des rejets de chêne. Les essais d'amélioration pastorale par sursemis n'ont pas été concluants et à l'état naturel, le recouvrement herbacé ne dépasse pas 10%.

Les taux de consommation les plus forts sont enregistrés sur les rejets de chêne et la bruyère arborescente. Après les dix premières années, l'épuisement de cette ressource entraîne un report de la consommation du troupeau sur les espèces délaissées jusque là : ciste blanc, ciste à feuilles de sauge, ainsi que la bruyère à balai (fig.24).

À Catalugno, la consommation des ligneux est orientée principalement sur les rejets de chêne-liège, le calycotome et l'arbousier (consommation supérieure à 40%). Dans une moindre mesure, le ciste est également consommé (20 à 40%). C'est un record dans la consommation des cistes par rapport aux autres systèmes d'élevage.

Une complémentation adaptée peut permettre des niveaux d'ingestion des ligneux un peu supérieurs. Cette pratique a été mise en application sur le site de La Londe (fig.25) notamment : après la période d'adaptation (quinze jours à un mois), le troupeau est conduit sur milieux arbustifs (zone d'appui DFCI débroussaillée régulièrement ou zone de renfort pastoral) n'ayant fait l'objet d'aucune amélioration pastorale, avec une complémentation adaptée (mélasse levurée ou maïs). Cette complémentation couvre 30 à 40% des besoins des brebis pendant cette période.

La ressource arbustive (arbousier, bruyère, calycotome, filaire...) étant disponible en permanence, elle permet de tamponner les risques de sécheresse et ainsi l'insuffisance de la production herbacée à certaines périodes. Le niveau de complémentation est réglé en fonction de la disponibilité en herbe du site.

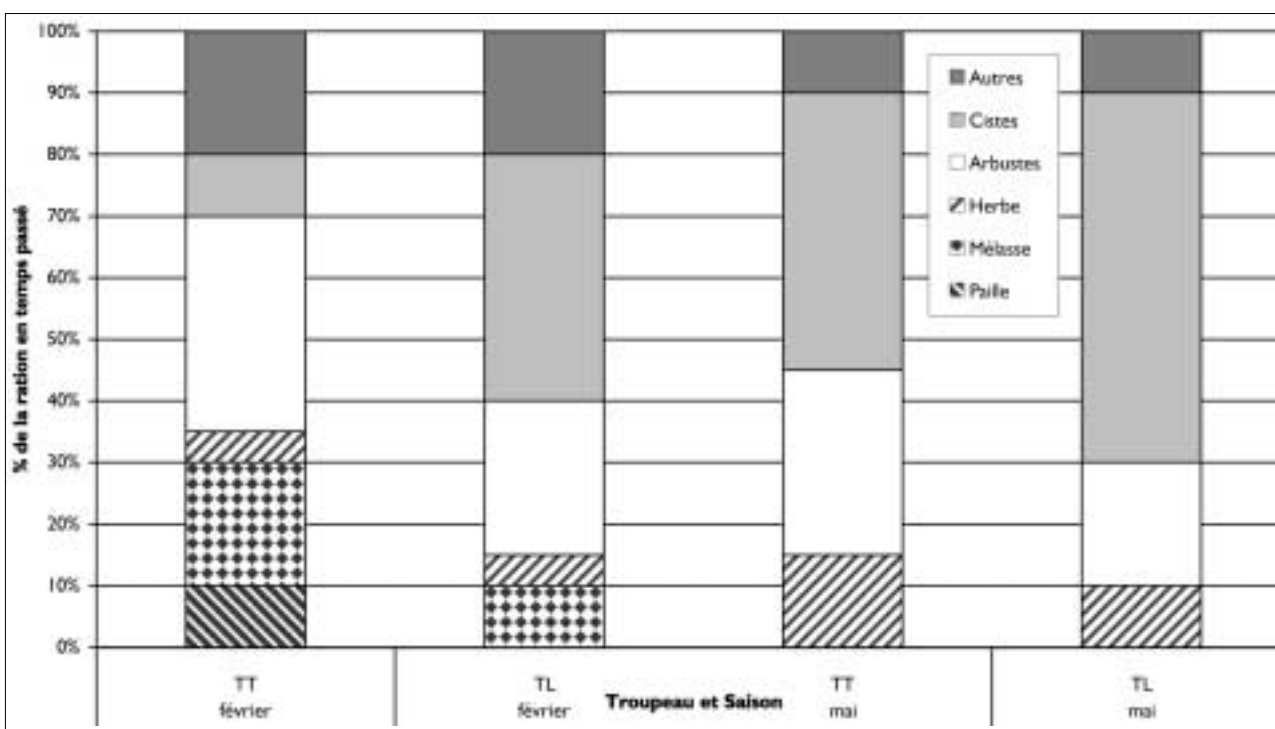


FIGURE 25. RATION ALIMENTAIRE DES BREBIS A LA LONDE EN 1990

TT : Transhumants - TL : Troupeau local

TABEAU 6. LES RESSOURCES PASTORALES ET LEUR ABROUTISSEMENT - SITE DE PRADES

Nature des ressources pastorales	Abrouissement observé	Offre deux à trois ans après le feu
Ligneux bas : Chêne vert Chêne blanc	+ +++ (surtout d'avril à juin)	recouvrement 1 à 5%
Ligneux bas : Ciste à f. de laurier Ciste de Montpellier Ajonc épineux Genêt à balais Églantier Hélianthème o. Lavande des Maures Thym Dorycnium p. Ciste à f. de sauge	++ 0 + les fleurs (janvier à mars) +++ mars à mai +++ fruits novembre à janvier +++ novembre à mars ++ idem ++ idem +++++ toujours recherché +++ souvent consommé	recouvrement 20 à 40% voire plus offre inférieure à 1000 kg/ha
Herbacées : Brachypode rameux Brachypode penné Fétuque ovine Fétuque rouge Keulérie à crête Dactyle aggloméré Avoine	++++ +++++ +++++ ++++ +++++ +++++++ ++++	l'ensemble des herbacées est composé de 80% de brachypodes recouvrement 30 à 60% offre 300 à 600 kg MS/ha

TABEAU 7. LES RESSOURCES PASTORALES ET LEUR ABROUTISSEMENT - SITE DE PALAYSON

Nature des ressources pastorales	Abrouissement observé
Ligneux bas :	
Arbousier	+++++
Filaire	+++++
Bruyère arborescente	++++
Calycotome épineux	++++
Myrte	+
Lentisque	+
Cistes (à f. de sauge, de Montpellier, blanc)	+
Herbacées :	
Agrostis, chiendent, trèfle souterrain	+++++++

C3 Niveau de valorisation des cistaies

Selon les systèmes pastoraux, la période d'utilisation de la cistaie et le type d'amélioration pastorale réalisé, les niveaux de valorisation sont très variables. Le tableau 8 illustre les résultats d'utilisation obtenus dans les différents sites.

Quelques constantes se dessinent à travers cette diversité de cas :

- un niveau de base correspondant à la valorisation de la cistaie en l'état ou seulement ouverte par broyage ou brûlage (ressource herbacée naturelle) : environ 100 à 200 jeb/ha/an ;

TABLEAU 8. NIVEAUX DE VALORISATION PASTORALE DE DIFFÉRENTS TYPES DE CISTAIES

Type de cistaie	Fonction	Calendrier	Niveau raclage	Effectif	Taille quartiers ha	nb j par quartier	Complémenta- tion	Niveau valorisat° jeb/ha
Cistaie à ciste de Montpellier Rh>50%, Ra 30%	Vaches en allaitement	mai	tri	30 à 40 couples mère-veau	30-70	15	minéraux	60-120
Cistaie à ciste de Montpellier Rh>40%, Ra 30%	Vaches à l'entretien	janvier à mai	moyen	10 à 30 vaches	20-50	10-20	néant	60-120
Cistaie à ciste de Montpellier Rh>50%, Ra 30%	Vaches en gestation	novembre à mi janvier	moyen	20 à 30 vaches	30-70	30-60	minéraux	150-200
Cistaie à ciste de Montpellier Rh>50%, Ra 30%	Vaches en gestation	novembre à mi janvier	fort	20 vaches	10	20-40	minéraux + mélasse	250-500
Cistaie sursemée et fertilisée (boues)	Vaches à l'entretien	janvier à mai	moyen	10 à 30 vaches	5-10	10-30	néant	300-800
Cistaie à ciste de Montpellier Rh>50%, Ra 30%	Brebis en gestation	fin octobre à mi décembre	moyen	150 à 200 brebis	4-10	5-10	minéraux	100-300
Cistaie à ciste à feuille de sauge Rh<10%, Ra 50%	Brebis en gestation	mi octobre à fin décembre	moyen	150 à 200 brebis	4-10	5-10	minéraux	100-300
Cistaie à ciste de Montpellier Rh>30%, Ra> 40%	Brebis à l'entretien	janvier à mai	moyen	600 à 800 brebis	30-50	5-10	minéraux + mélasse	150-200
Cistaie à ciste de Montpellier Rh>50%, Ra 30%	Brebis à l'entretien	mi décembre à fin avril	fort	200 à 300 brebis	4-10	10-20	minéraux + pulpe betterave	200-600
Cistaie à ciste à feuille de sauge Rh>50%, Ra 25%, fertilisation phosphorée	Brebis en gestation	mi octobre à fin décembre	moyen	150 à 200 brebis	4-10	5-10	minéraux	400-800
Cistaie sursemée avec trèfle souterrain et fertilisée (phosphore)	Brebis en lactation	mars à juin	moyen	150 à 200 brebis	4-10	5-10	minéraux	700-1100
Cistaie sursemée et fertilisée (phosphore et azote)	Brebis en lutte	avril et mai	fort	601 à 800 brebis	1-2	1-2	néant	400-800
Cistaie à ciste à feuille de sauge Rh>50% (semis), Ra 25%, fertilisation phosphorée	Caprins en production fromagère	toute l'année	moyen	60 chèvres	10-20	30	concentré spécial parcours	400

Rh : recouvrement herbacé - Ra : recouvrement arbustif

- un niveau supérieur correspondant à la valorisation d'une cistaie ouverte et herbacée où l'herbe a été favorisée par un apport de fertilisation ou simplement par un sursemis : le niveau de valorisation oscille ici entre 400 et 800 jeb/ha/an (voire 1000 dans certains cas). Le différentiel entre le bas et le haut de la fourchette est lié au niveau de prélèvement des animaux (tri ou complet) et/ou à la saison à laquelle la cistaie est pâturée (au printemps, la res-

source herbacée est plus importante et les jeunes pousses des ligneux sont mieux consommées).

Les troupeaux ne peuvent être maintenus sur les coupures que si l'on garantit la pérennité de la ressource pastorale. Le paragraphe suivant donne quelques exemples de gestion qui permettent d'associer sur le long terme le pâturage à l'entretien du milieu.

D. Pérennité des ressources herbacées et modalités de leur renouvellement

Les cistaies suivies par le Réseau Coupures de combustible ont en général un faible recouvrement herbacé (inférieur à 30%), à l'exception du site de Prades où une pelouse à brachypode rameux abondante complète la cistaie. Ce cas est largement décrit dans ce qui suit, car la présence d'une pelouse conduit à une gestion particulière aussi bien du pâturage que des autres interventions comme le brûlage dirigé.

D1 Pérennité et gestion des pelouses à brachypode rameux dans les cistaies

L'évolution du tapis herbacé reste dépendante de nombreux facteurs, notamment :

- la concurrence du ciste,
- l'apport des éléments nutritifs,
- l'élévation du pH,
- la pluviométrie du printemps et de l'automne,
- la pression pastorale.

Pour illustrer le poids de ces facteurs, nous avons suivi l'évolution à court et moyen termes du tapis herbacé de trois types de cistaies du site de Prades soumis à l'emprise de différentes séquences techniques :

- cistaie de recouvrement herbacé initial compris entre 30 et 60% : nous avons étudié un cas avec une forte pression pastorale, un cas avec une mise en défens et enfin une séquence plus complexe. Cette

séquence comprend un brûlage d'ouverture, un pâturage des bovins, un travail du sol avec semis de dactyle et apport d'engrais, le tout suivi par des débroussailllements et un début de brûlage d'entretien ;

- cistaie de recouvrement herbacé initial supérieur à 60%. Deux séquences techniques ont été suivies :
 - un cas de débroussaillage en ouverture, suivi d'un épandage d'engrais et la mise en place d'un pâturage de bovins ;
 - un cas d'entretien par brûlages successifs, mais avec une faible pression pastorale ;
- cistaie de recouvrement herbacé initial inférieur à 30% : un seul cas est étudié avec une très faible pression pastorale.

D11 Des pelouses instables sur le moyen terme (fig.26)

Quels que soient les traitements, et après avoir atteint son optimum, trois à quatre saisons après les travaux d'ouverture, le recouvrement de la pelouse de brachypode chute inexorablement et ce, indépendamment de la pluviométrie.

La séquence la plus onéreuse (débroussaillage, engrais et sursemis) n'aboutit pas à une meilleure pérennité de la pelouse.

Notons que c'est l'ouverture par le brûlage qui permet d'atteindre le plus fort taux de recouvrement du tapis herbacé. Cela reste probablement lié à la minéralisation de la matière organique ou à la « faim en azote » du mulchbroyat, résultat du débroussaillage.

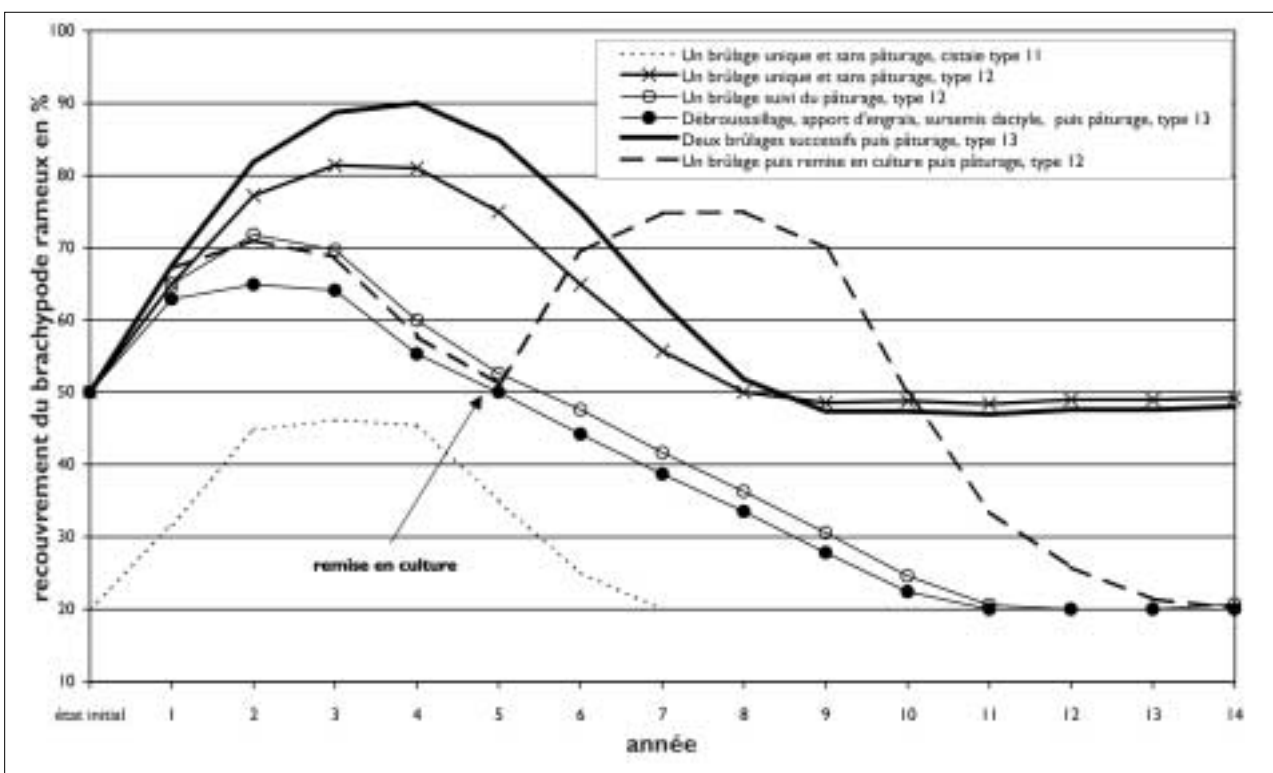


FIGURE 26. ÉVOLUTION À MOYEN TERME D'UNE PELOUSE SOUS CISTAIE SELON LES COMBINAISONS TECHNIQUES

Cistaie type 11 : cistaie enherbée à moins de 30%
 Cistaie de type 12 : cistaie enherbée entre 30 et 60%
 Cistaie type 13 : cistaie enherbée à plus de 60%

En l'absence de pâturage (courbes avec brûlage seul) le recouvrement herbacé progresse régulièrement durant cinq années du fait de l'accumulation de la litière, puis se met à décroître jusqu'à retrouver son niveau initial.

D12 Une offre pastorale cyclique sur le long terme (fig.27)

Durant les dix années qui suivent l'ouverture du milieu (1984-1994), la durée de présence du troupeau est augmentée à la fois par l'alimentation complémentaire distribuée à l'auge et par une pluviométrie particulièrement favorable (le nombre annuel de jours favorables à la pousse de l'herbe est systématiquement supérieur à cent).

À partir de juillet 1994, la sécheresse combinée à la concurrence de plus en plus forte de la cistaie engendre un effondrement des ressources pastorales : de plus de 450 jeb (équivalent à 70 journées-bovin ou 500 kg MS), on passe à des valeurs proches de zéro.

Une période de repos de plus de trois années s'ensuit avant que deux brûlages d'entretien combinés à un nouveau cycle de pluviométrie favorable ne relancent l'offre fourragère !

En conséquence :

- ces variations importantes de l'offre inter-annuelle de un à trois nécessitent de prévoir des surfaces de secours ou de sécurité ;
- en termes DFCI, il est donc impossible d'exiger que de tels systèmes pastoraux assurent le raclage de la pelouse pour une date convenue contractuellement !
- face aux fluctuations de la pluviométrie (deux à treize décades favorables à l'herbe), et donc de l'offre fourragère qui en découle, l'éleveur doit naviguer entre deux scénarios :

Les années à fort déficit, il est bon de limiter le prélèvement des ressources (moins de 150 jeb/ha, soit moins de 230 kg MS/ha) et de n'effectuer ce prélèvement que sur une seule période (entre novembre et janvier ou en avril).

Les années à pluviométrie favorable, le niveau de prélèvement des ressources peut quintupler (plus de 550 jeb/ha, soit plus de 800 kg MS/ha). Deux périodes de pâturage peuvent alors être successivement proposées (entre novembre et janvier, puis entre avril et mai).

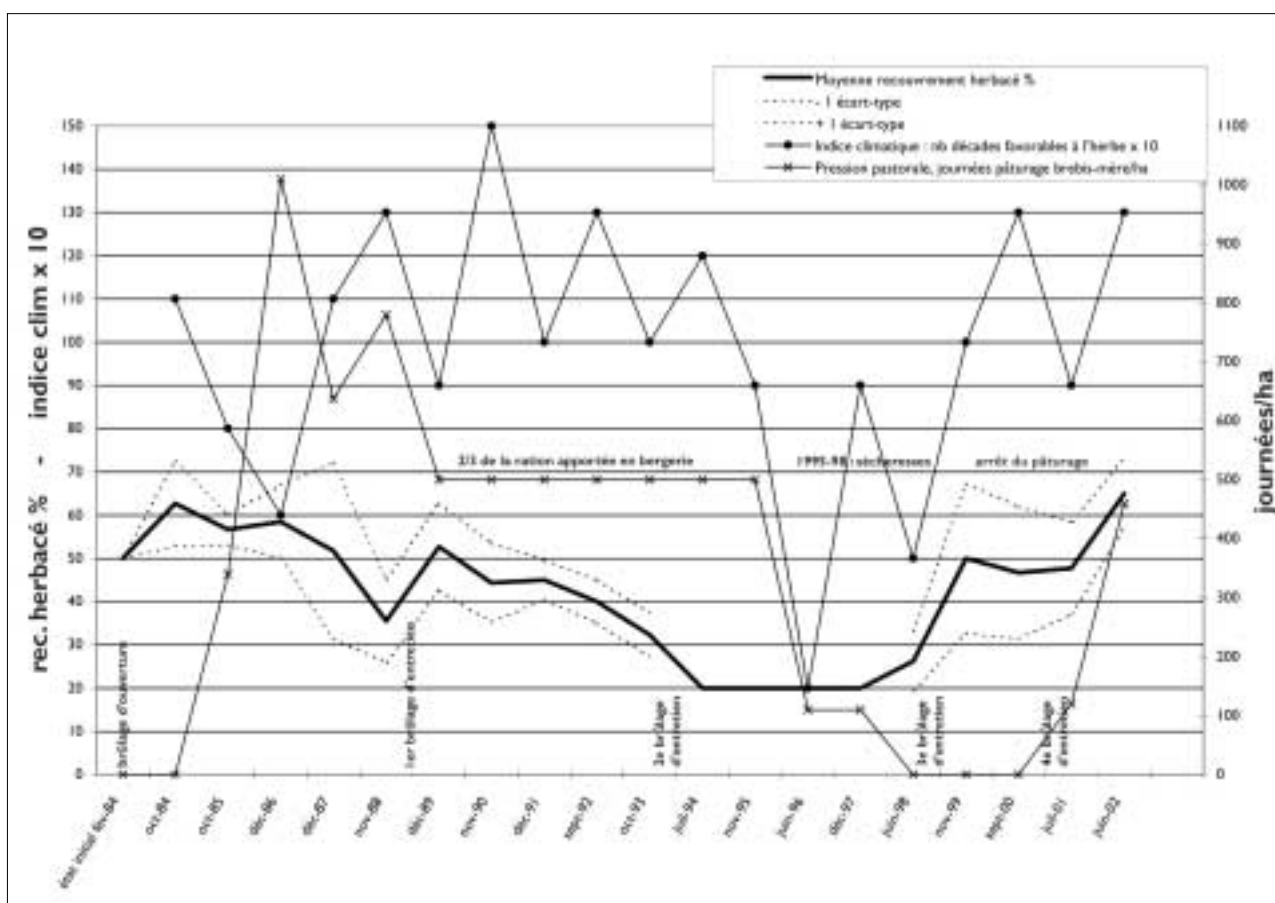


FIGURE 27. ÉVOLUTION CYCLIQUE À LONG TERME D'UNE PELOUSE SOUS CISTAIE SELON LES COMBINAISONS TECHNIQUES

D13 Réponse sur le long terme des pelouses au brûlage (fig.28)

Après un brûlage d'ouverture, les brûlages d'entretien par taches restent inopérants : face à la lente régression de la pelouse due à la concurrence de la cistaie, seule une période de repos permet de reconstituer le combustible herbacé fin, et ainsi d'envisager de nouveaux brûlages de réouverture afin de rétablir le couvert herbacé à son meilleur niveau.

En ouverture, deux brûlages successifs offrent de meilleures garanties ; ils ont permis huit à dix années de ressources fourragères. Puis, après quelques années de faible pression pastorale (1999 à 2001), un brûlage en février 2002 sur ce parc suivi de pâturage ont permis à la pelouse de voir son recouvrement remonter à plus de 80% (moyenne sur trois transects positionnés dans les parcs).

Toutefois la pelouse n'est pas plus stable que dans le

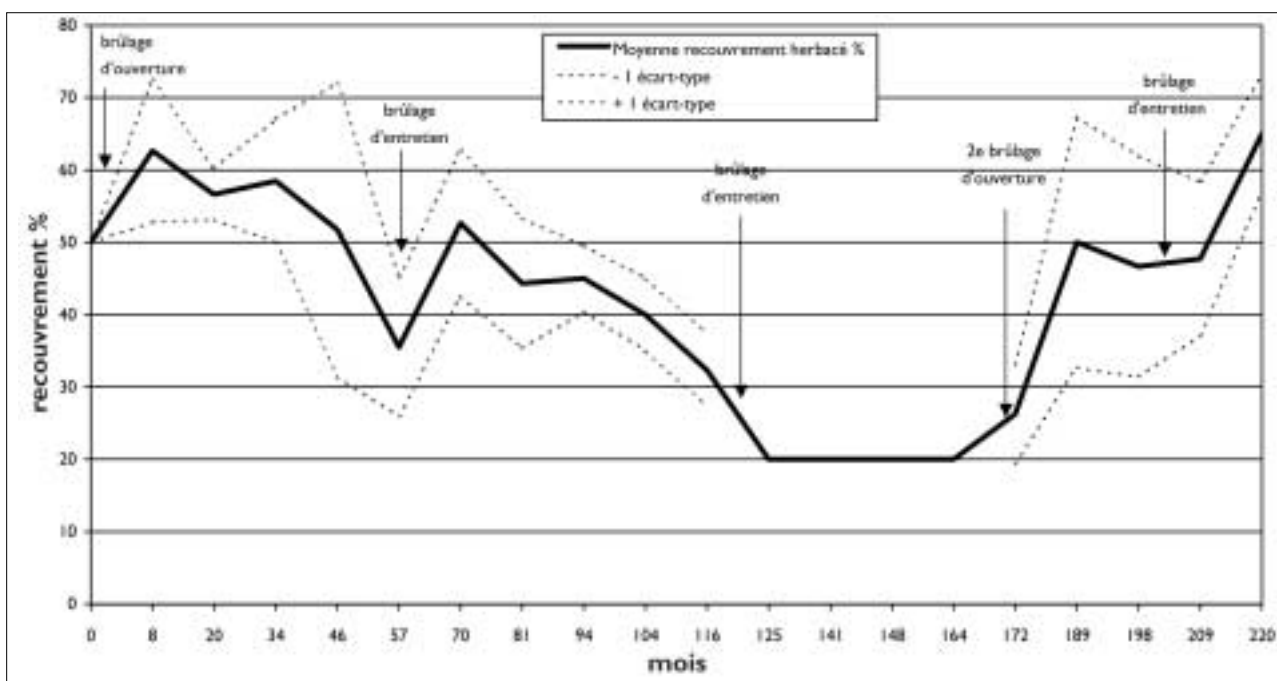


FIGURE 28. RÉPONSE DU BRACHYPODE RAMEUX À LA RÉPÉTITION DES BRÛLAGES - BRÛLAGES D'ENTRETIEN PAR TACHES

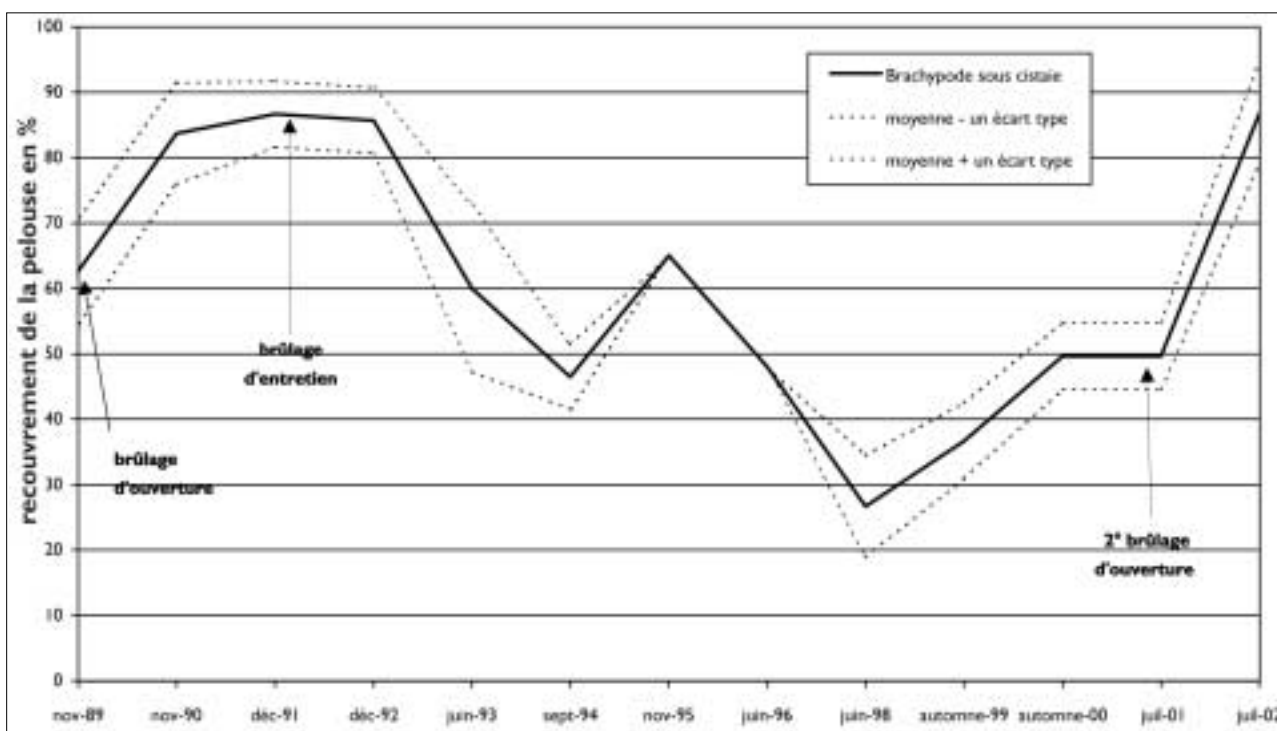


FIGURE 29. RÉPONSE DU BRACHYPODE RAMEUX À LA RÉPÉTITION DES BRÛLAGES - DEUX BRÛLAGES SUCCESSIFS

scénario précédent, son recouvrement commence à chuter en dessous de son niveau initial cinq années après le brûlage d'ouverture.

Par contre, aucune période de repos sans pâturage n'a été mise en place avant le deuxième brûlage d'entretien. Et comme précédemment, le contrôle de la cistaie assuré par le passage d'un feu courant a permis à la pelouse de retrouver son meilleur recouvrement (fig.29).

D14 En conclusion : les séquences de gestion pastorale à prescrire

En règle générale :

Si l'on veut maintenir l'activité pastorale, il est bon d'intervenir avant que la cistaie ne dépasse 30 à 40% de recouvrement ou 1 200 à 1 500 m³/ha.

La pelouse à brachypode supporte mal les fortes pressions pastorales. Au-delà de deux à trois saisons, son recouvrement chute alors brutalement et ce, indépendamment de la pluviométrie.

Le pâturage permanent est à proscrire ; lui préférer un pâturage de fin d'automne (octobre à début janvier), suivi d'une longue période de repos avant un nouveau cycle entre mi-avril et fin mai.

Éviter également des temps de présence trop élevés qui accélèrent la régression de la pelouse : ainsi, dans l'exemple précédent, afin d'essayer de contrôler la cistaie par une forte pression pastorale, 30% de l'énergie et plus de 50% de l'azote sont distribués à l'auge. Or, non seulement la pelouse surpâturée régresse rapidement (malgré une pluviométrie favorable), mais la cistaie à peine effleurée par les brebis voit la concurrence herbacée disparaître prématurément !

Si l'implication de l'éleveur est faible (pas de parcs ou garde lèche) :

Le berger fait pâturer la lande pendant cinq à six ans, jusqu'à ce que le milieu se referme, et que l'herbe devienne trop rare. Puis il abandonne provisoirement la zone pour d'autres espaces plus ouverts, afin de revenir la brûler trois-quatre ans après abandon. Nous retrouvons ici la nécessité de la jachère : la reconstitution de la pelouse passe ici par une période de repos avant de nouvelles interventions. Le cycle devient alors une alternance de cinq ans de pacage suivis de quatre ans de repos (fig.30).

Si l'engagement est plus fort (création de parcs) :

Afin de produire de l'herbe et d'éviter l'embroussaillage, le scénario associant deux brûlages en deux et trois ans selon la climatologie qui suit le premier feu, se révèle intéressant. Après le brûlage d'ouverture, le second brûlage supprime la plupart des plantules de cistes. On peut alors tabler sur sept à dix ans de pâturage dans de bonnes conditions (milieu ouvert, strate herbacée dense) avant d'envisager une seconde série de deux brûlages précédés d'une année de mise en défens.

Ce scénario pose d'éventuels problèmes de réalisation du brûlage d'entretien, car le tapis herbacé représente alors l'essentiel du combustible. Il doit être en quantité suffisante pour conduire le feu, d'où un pâturage très limité entre les deux brûlages, soit, pendant cette période, une perte d'herbe pour l'éleveur et un risque d'incendie. De plus, l'herbe doit être suffisamment sèche pour assurer une bonne propagation du feu, ce qui n'est pas toujours le cas avec le brachypo-

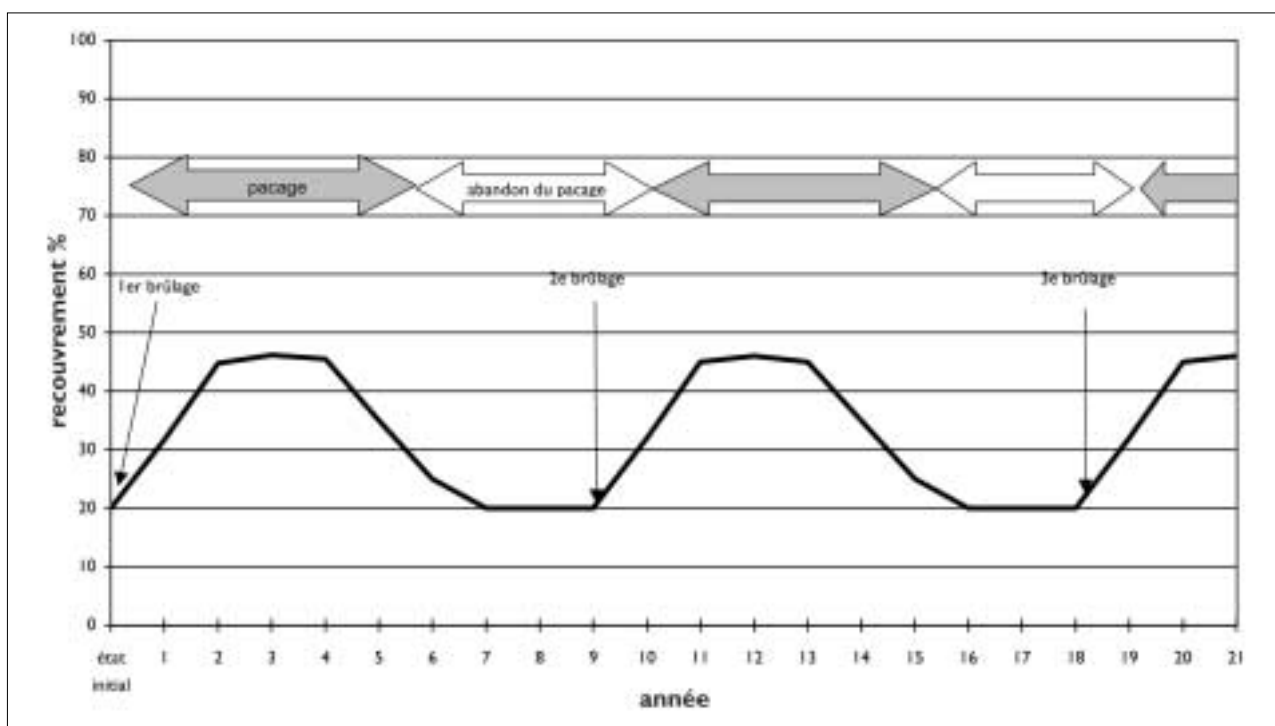


FIGURE 30. RÉPONSE DU BRACHYPODE RAMEUX À LA GESTION TRADITIONNELLE D'UNE CISTAIE

de rameux qui reste vert lorsqu'il est jeune, ou encore lorsque les gelées ont été trop peu nombreuses ou pas assez sévères pour dessécher l'appareil aérien. Ainsi, le brûlage d'entretien prévu sur une lande similaire, en janvier 1993, n'a pu être réalisé dans de bonnes conditions, la propagation du feu ayant été beaucoup trop faible. Des rejets de souches du ciste de Montpellier et le développement des pieds épargnés peuvent alors être observés.

Le cycle devient une alternance de neuf ans de pacage suivis de deux ans de repos pour les cistaies les mieux enherbées (fig.31) et sept ans de pacage et quatre ans de repos pour les cistaies sans herbe.

Dans le cas d'amélioration fourragère :

L'éleveur peut envisager de semer ou de sursemmer après ouverture des parcs offrant de bonnes potentialités en termes d'amélioration pastorale (cistaies avec pelouses de recouvrement herbacé supérieur à 60%, avec une forte présence d'ajoncs épineux, de genêt à balai ou de prunellier).

Mais attention à la fugacité de ces améliorations, si ces dernières ne sont pas abouties : sur de tels milieux, en l'absence de chaulage et d'apport annuel de fertilisation (N, P, K) toute intensification est condamnée à une courte vie. De plus, la climatologie combinée à la forte pente rend hasardeuse l'implantation de la pelouse et pour finir les attaques de parasites apparaissent fréquemment.

Et après la disparition de la « culture fourragère », le retour de la pelouse initiale prendra plus de six années !... (fig.32)

D2 Pérennité et gestion des sursemis dans les cistaies du Var

Dans de nombreuses situations, la strate herbacée des cistaies est peu abondante et dominée par des espèces de faible valeur pastorale. Différentes techniques permettent d'enrichir ces milieux par introduction d'espèces de bonne qualité fourragère (dactyle, fétuque, trèfle souterrain, luzernes annuelles, *Phalaris*).

Ces espèces sont introduites soit par semis à la volée après broyage, soit après travail du sol (dutki, merry crusher, covercrop) en semis direct suivi d'un roulage.

D21 Objectif n°1 : le développement d'une concurrence herbacée

Une dizaine d'aménagements DFCI sur lesquels les cistes jouaient un rôle important dans la dynamique du combustible ont ainsi été suivis pendant six ans. L'analyse des résultats (fig.33) laisse apparaître que l'impact de cette concurrence sur les plantules de ciste est particulièrement marqué quand la principale phase d'installation des semis de ciste demeure au printemps, comme c'est le cas pour les brûlages dirigés. En effet les brûlages étant réalisés en hiver, le sursemis profite de la minéralisation engendrée par le passage du feu et concurrence alors fortement les plantules de ciste pour l'eau et la lumière.

D22 Objectif n°2 : une amélioration pastorale

Les expériences multiples montrent que la fertilisation conduit à une bonne production fourragère uniquement dans le cas où des espèces herbacées de qualité sont initialement présentes et que, simultanément, les conditions édaphiques sont peu limitantes. Dans les autres cas, l'amélioration pastorale qui vise à la fois

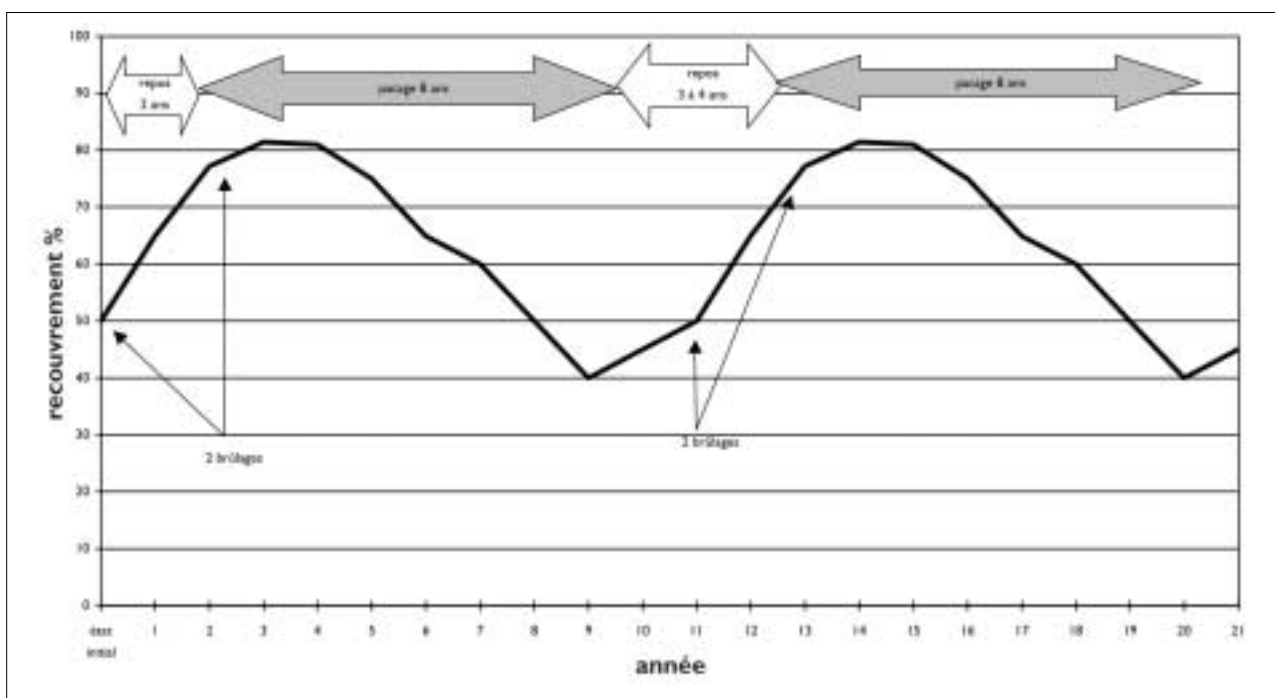


FIGURE 31. RÉPONSE DU BRACHYPODE RAMEUX À LA GESTION INTENSIVE D'UNE CISTAIE

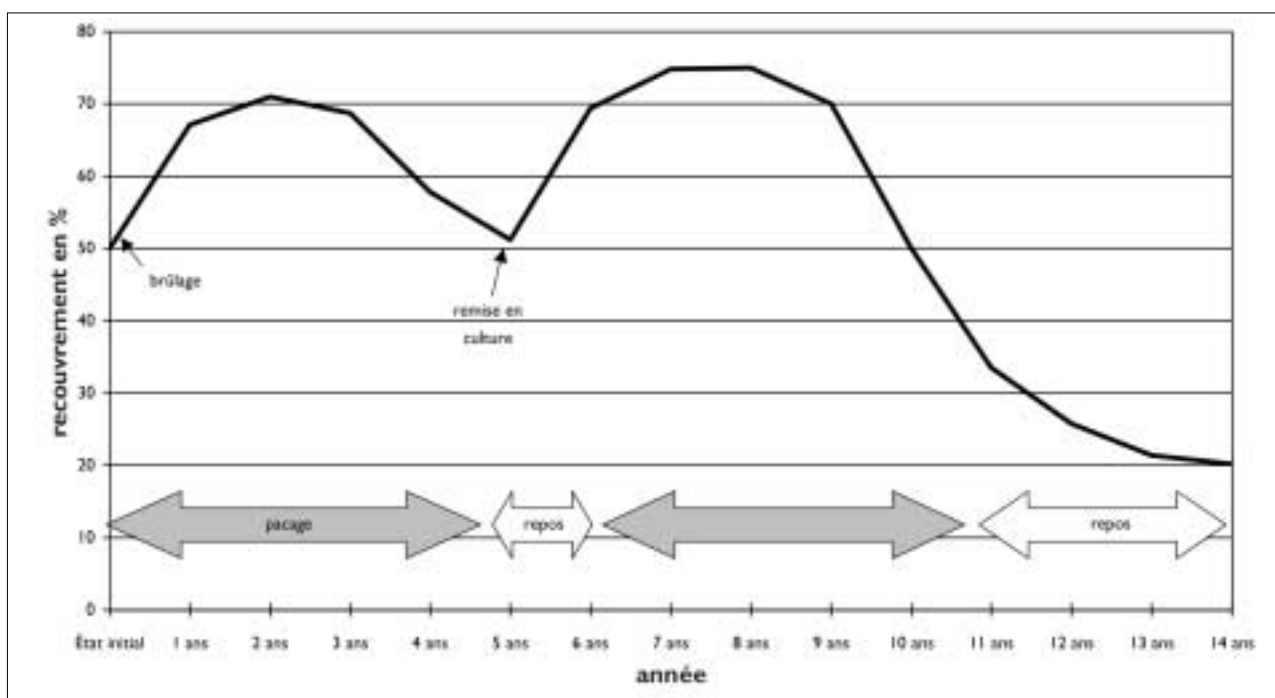


FIGURE 32. RÉPONSE DU BRACHYPODE RAMEUX SOUS CISTAIE À LA SÉQUENCE BRÛLAGE + REMISE EN CULTURE

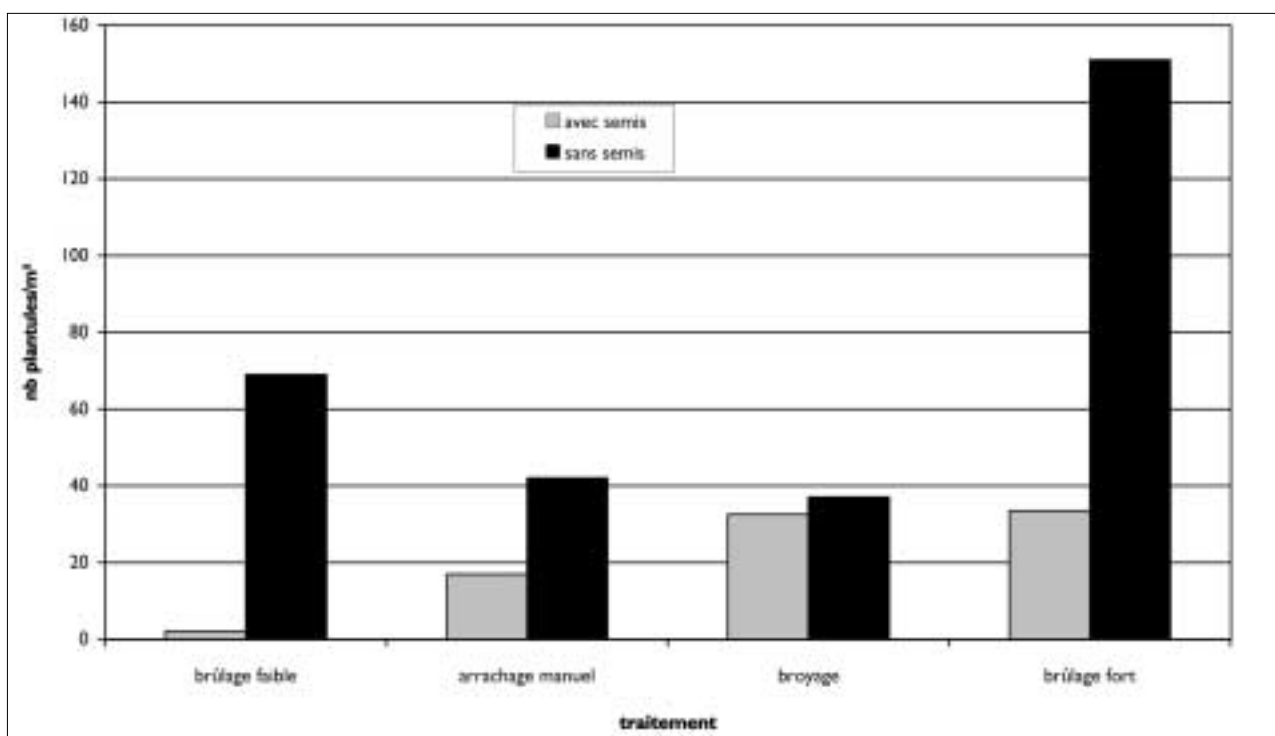


FIGURE 33. EFFET DU SURSEMIS SUR LA DENSITÉ DE CISTE DE MONTPELLIER TROIS ANNÉES APRÈS TRAITEMENT

la quantité, la qualité, et in fine, une meilleure répartition saisonnière, implique d'associer à la fertilisation un sursemis (semis sans travail du sol) afin d'installer rapidement sur le terrain « vierge » des espèces fourragères de bonne qualité. Divers cultivars de trèfle souterrain et la fétuque élevée permettent l'avancement de la date d'utilisation en fin d'hiver, ainsi qu'un apport protéique important au printemps. Le dactyle et d'autres cultivars de trèfle créent une ressource fourragère intéressante en automne.

Une production annuelle variable et une pérennité de l'ordre de dix années

La figure 34 représente les variations de la production annuelle moyenne de l'ensemble du dispositif de sursemis mis en place en forêt de Palayson. Sur ce site nous avons une comparaison entre la production de trèfle pur et celle d'un mélange de Graminées et de trèfle. Ces productions se situent respectivement autour de 1800 et 1500 UFL/ha/an (1600 et 1000 jeb/ha/an), niveau de production élevé qui s'explique par une fertilisation très régulière de ce site. Les deux courbes ont des allures assez similaires avec deux ruptures engendrées par les conditions climatiques défavorables (sécheresse du printemps 1990 et hiver rigoureux de 1994), et un effondrement à partir de 1995 lié au vieillissement des peuplements de sursemis. La succession d'années défavorables et le vieillissement des cultivars entraînent alors leur substitution par des Graminées vivaces et annuelles ou des Légumineuses spontanées qui profitent alors de l'azote fixé, des ferti-

lisations phosphatées antérieures et du sol nu laissé par le trèfle. Ces changements de flore provoquent alors à la fois un fléchissement de la production globale annuelle et sa concentration sur le printemps.

À ces facteurs de « déréglementation » peuvent s'ajouter, certaines années et de façon aléatoire, des dégâts occasionnés par les sangliers sur la production hivernale (destruction de 60 à 80%) ou des destructions importantes par des parasites.

À La Londe, des sursemis de trèfle souterrain ont également été réalisés (à la dose de 40 à 50 kg/ha), sur des broyages mécaniques d'automne dans les parcelles les plus favorables. Après la fertilisation d'installation (40 U d'azote et 90 U de phosphore sous forme de phosphate d'ammoniaque 18.46), une fertilisation d'entretien a été appliquée tous les deux ans (90 U phosphore sous forme de superphosphate). La figure 35 montre l'évolution de la densité des sursemis.

La productivité des semis est courte, environ deux à trois ans après l'année de semis. Elle permet de maintenir une pression de pâturage assez importante qui limite l'embroussaillage. Il y a peu d'effets sur le ciste qui se resème rapidement à l'automne en même temps que le trèfle souterrain.

Des essais avec Graminées pérennes (*Phalaris tuberosa*) réalisés sur un site proche (Fenouillet) semblent avoir un effet sur le ciste beaucoup plus important, grâce au maintien de la couverture du sol dès les premières pluies de fin d'été, et une pérennité plus importante.

Les mesures d'évolution de la strate herbacée faites

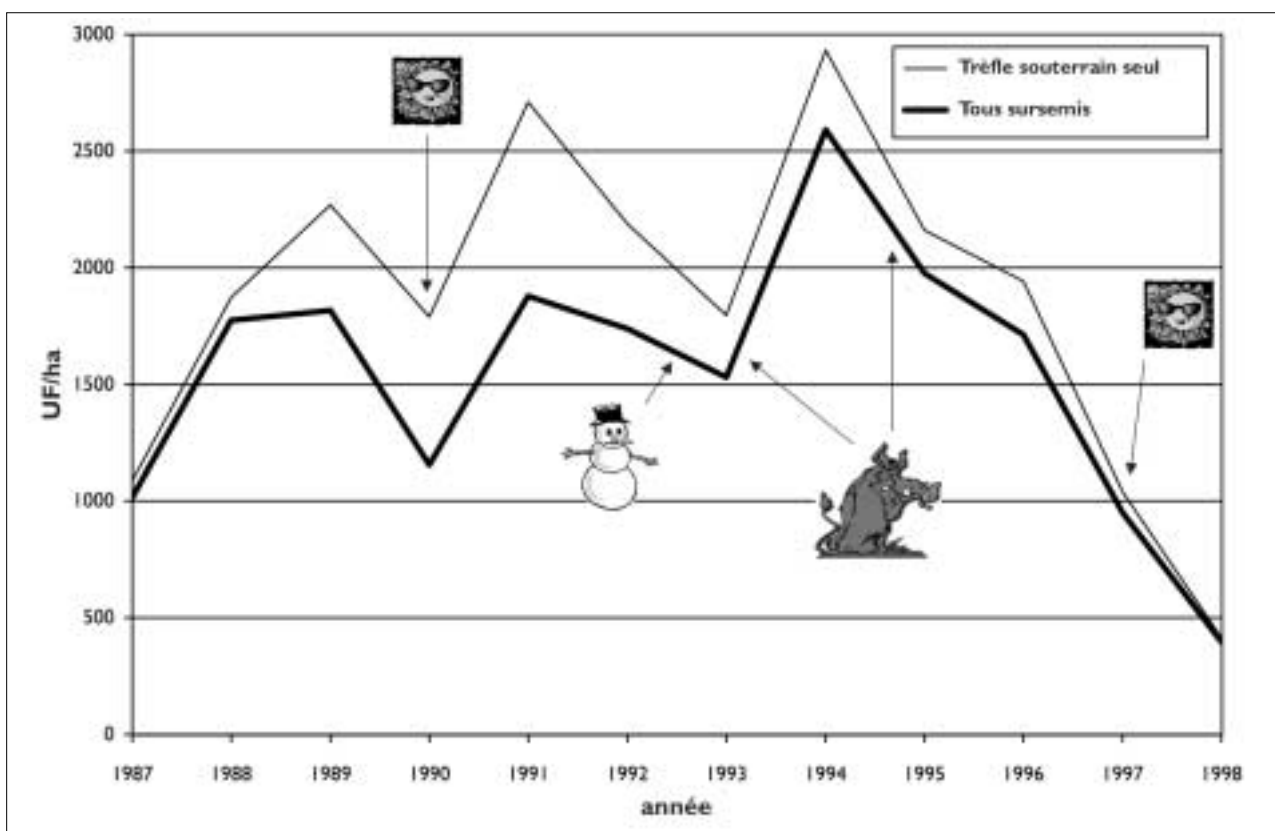


FIGURE 34. PRODUCTION ANNUELLE MOYENNE DES SURSEMIS DE 1987 A 1998. SITE DE PALAYSON

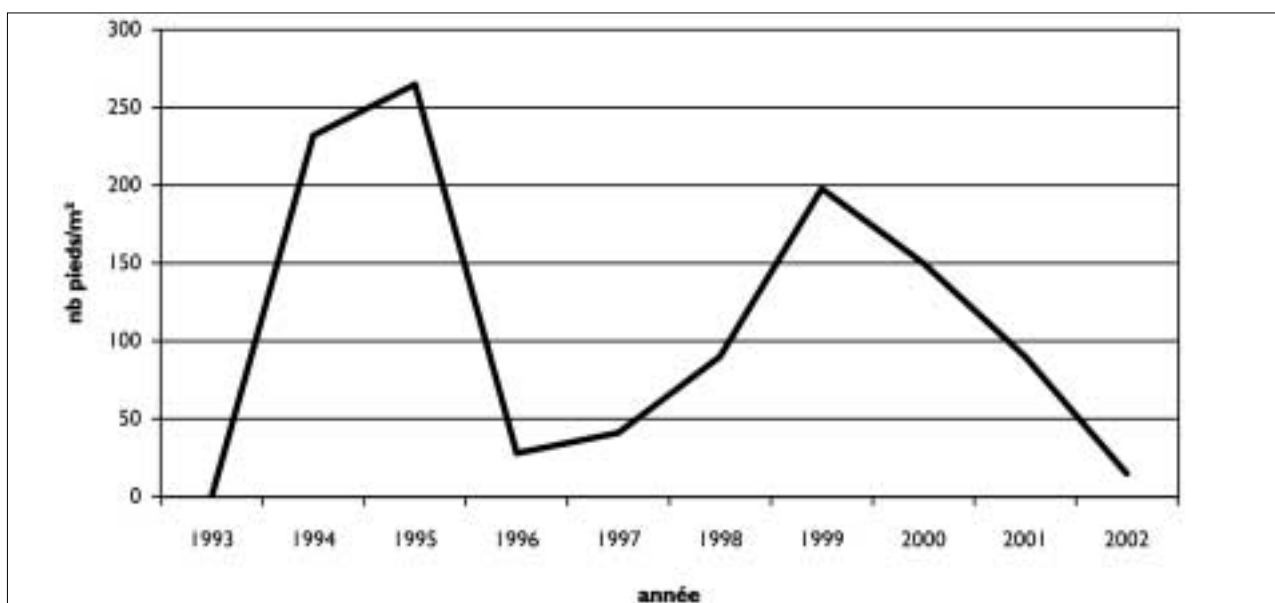


FIGURE 35. ÉVOLUTION DES SURSEMIS. SITE DE LA LONDE LES MAURES

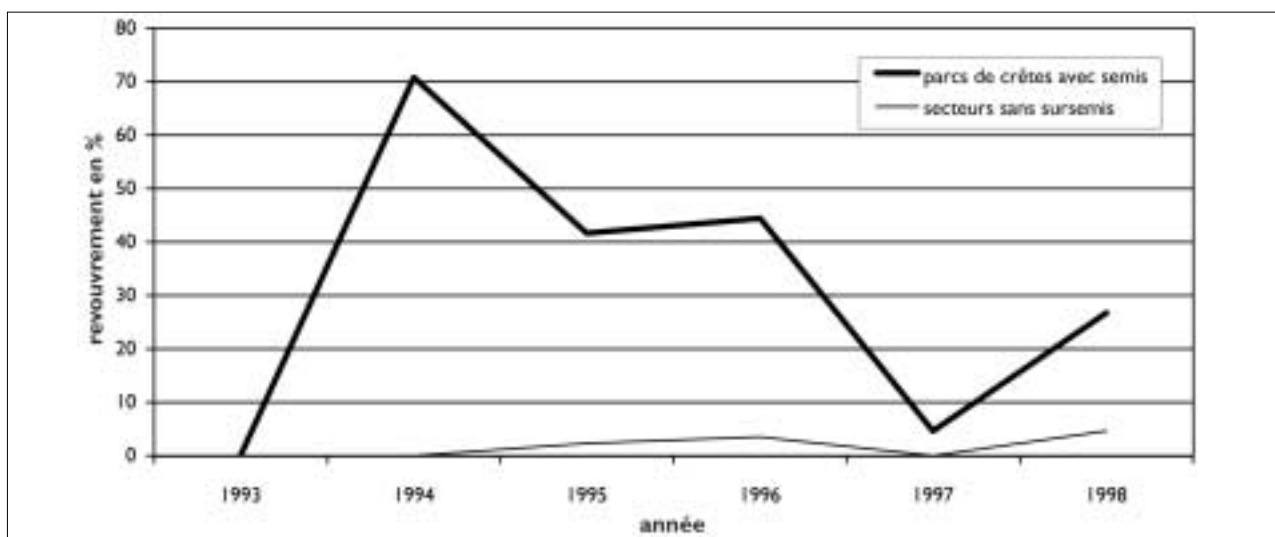


FIGURE 36. ÉVOLUTION DU RECOUVREMENT HERBACÉ. SITE DE LA LONDE LES MAURES

sur des parcelles en suivi fin sont présentées sur la figure 36 en distinguant les parcs de crêtes qui ont été l'objet d'améliorations pastorales par sursemis et les secteurs non sursemés.

Grâce aux sursemis réalisés, la couverture des herbacées dépasse très rapidement les 70% dans les parcs de crête, puis se maintient deux à trois ans avant de retomber au niveau initial (10%). Par contre, dans les secteurs sans sursemis, la couverture de la strate herbacée est nulle ou très faible (<5%).

Avec un travail du sol au dutzi, à Catalugno, on obtient les mêmes résultats. Après l'ouverture du milieu réalisée en 1987 avec une lame flecco (ou « râteau », destinée à extraire les souches du maquis, à éclaircir la suberaie et à remodeler ponctuellement le relief (suppression de zones caillouteuses ou

rocheuses) pour faciliter les opérations ultérieures d'entretien, un semis a eu lieu à l'automne 1988, à l'aide d'un semoir direct (dutzi). Rappelons que le dutzi permet d'effectuer en un seul passage trois opérations : une préparation superficielle du sol, un semis et un tassement du sol. Afin d'étaler la production, plusieurs cultivars de trèfle souterrain ont été mis en place sur ce site.

L'évolution de la densité du trèfle (fig.37) est identique quels que soient les faciès. On note un pic de production un an après l'entretien de 1993. La densité s'effondre l'année suivante en dessous de 50 pieds/m², seuil de productivité du trèfle.

Dans tous les cas, la baisse de productivité des semis pose le problème du maintien de la valeur pastorale du site.

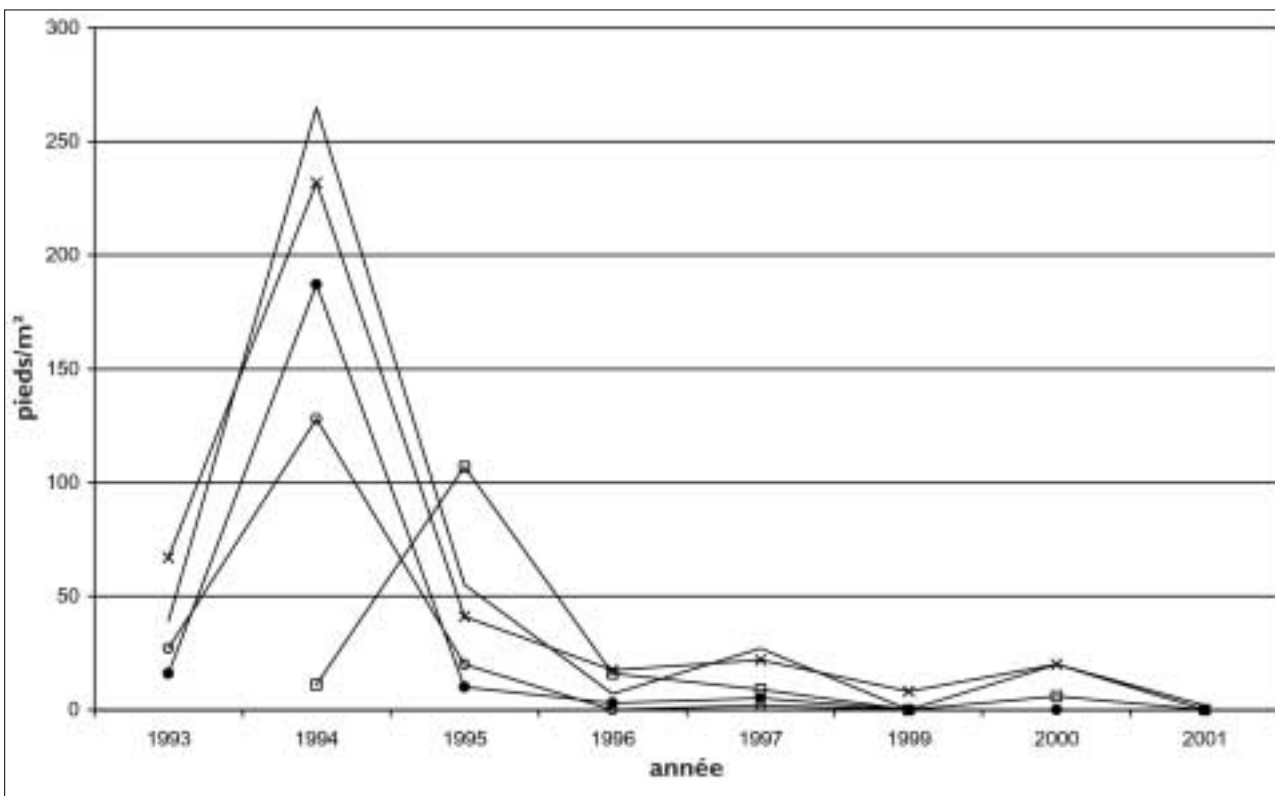


FIGURE 37. ÉVOLUTION DE LA DENSITÉ DU TRÈFLE SOUTERRAIN APRÈS SEMIS DANS DIFFÉRENTES UNITÉS CARTOGRAPHIQUES (FACIÈS DE VÉGÉTATION X TRAITEMENT). SITE DE CATALUGNO

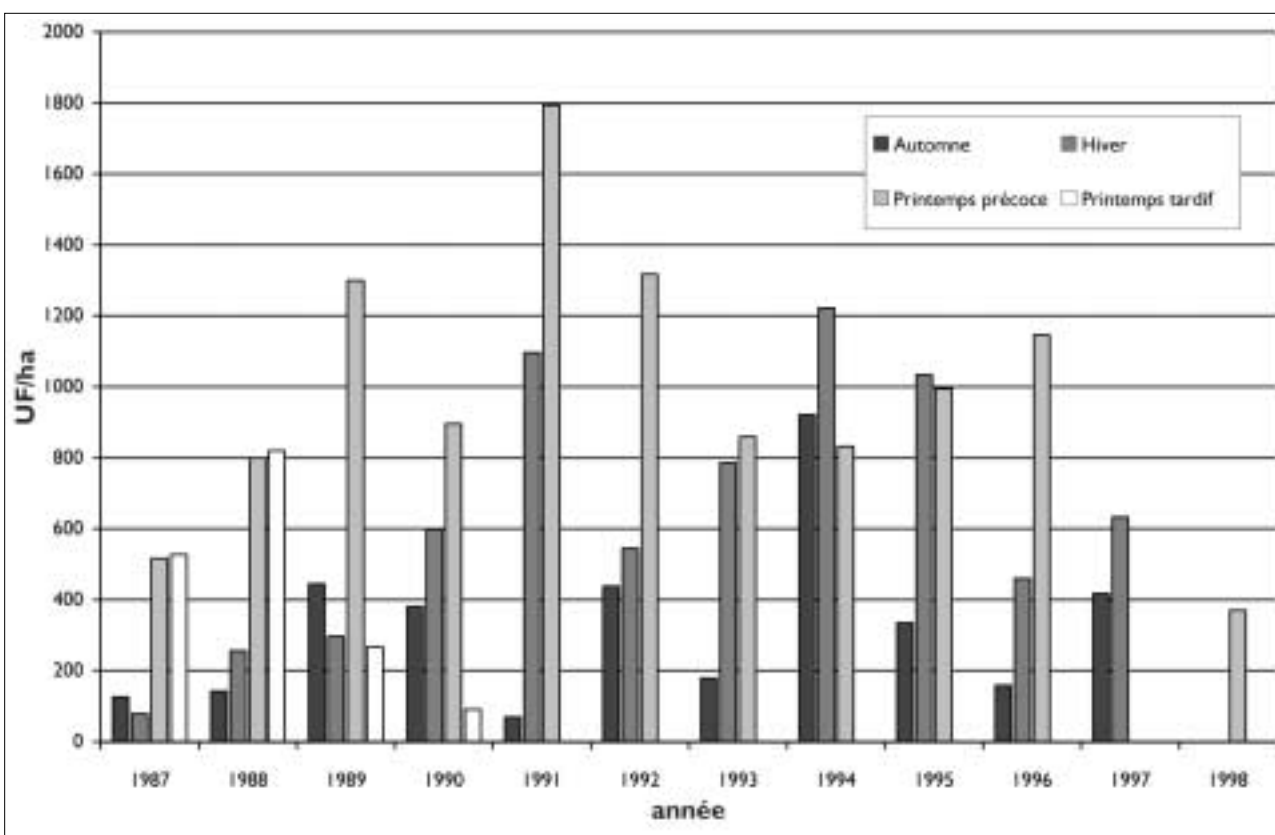


FIGURE 38. PRODUCTION SAISONNIÈRE MOYENNE DES SURSEMIS DE 1987 À 1998. SITE DE PALAYSON

Une production saisonnière et aléatoire

La production saisonnière des sursemis de trèfle souterrain enregistrée à Palayson se répartit entre le printemps précoce (900 UFL/ha/an), qui reste la saison la plus productive, l'hiver (600 UFL/ha/an) et enfin l'automne avec moins de 300 UFL/ha/an. La figure 38, montre une forte variabilité de la répartition de la production (la production est en effet fortement dépendante des régimes de pluie).

D3 En conclusion...

Les aléas climatiques (sécheresse d'automne ou de printemps) peuvent limiter l'efficacité de la technique du sursemis (ou semis) en entraînant une mauvaise installation de l'herbe ou une production herbacée trop faible. La figure 39 résume bien la situation : de 1995 à 2001, de fréquents déficits hydriques sont enregistrés au printemps. Les pluies arrivent non seulement trop tard, mais qui plus est, de façon torrentielle, pénalisant alors la régénération du trèfle.

Par ailleurs, une fertilisation régulière (minérale ou organique type boues d'épuration) doit être appliquée afin de maintenir la production de ces espèces.

Ce type d'artificialisation du milieu doit être utilisé avec parcimonie sur les sites les plus propices (faible pente, recouvrement arboré suffisant, profondeur du sol moyenne à forte), compte tenu des risques et des coûts très élevés de mise en place et d'entretien.

L'effet de cette technique est très important sur la productivité du parcours (deux à trois fois supérieure par rapport au milieu non traité), et sur la limitation de l'installation des plantules de ciste. Attention, le travail du sol ou le brûlage peuvent favoriser la germination des cistes. Le recouvrement herbacé doit ensuite être très important pour empêcher le développement de la cistaie.

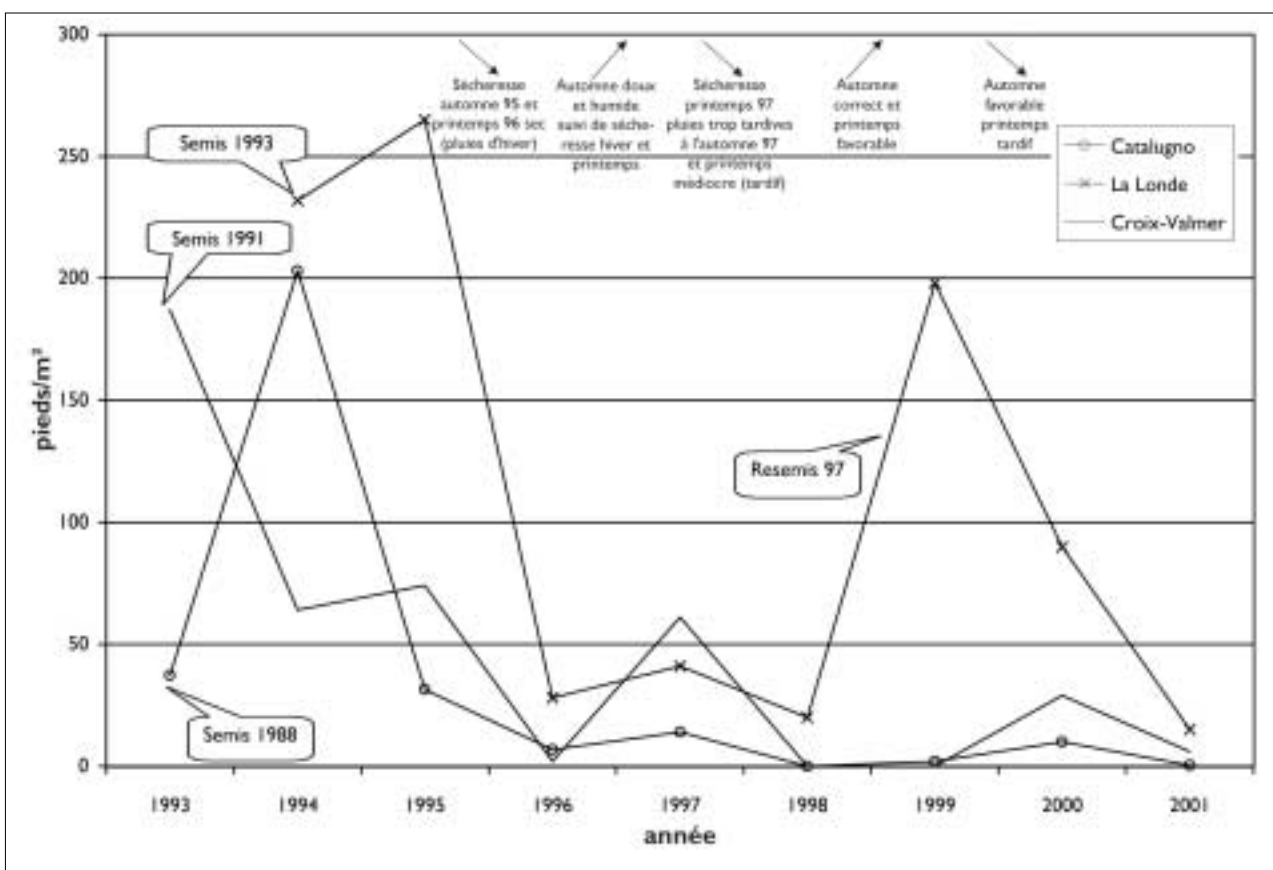


FIGURE 39. ÉVOLUTION DE LA DENSITÉ DU TRÈFLE SOUTERRAIN APRÈS SEMIS EN DIFFÉRENTS SITES

4 - Aide à la décision pour la gestion des coupures sur milieux à cistes

L'OBJECTIF DE CE CHAPITRE est de proposer des clés d'aide à la décision pour la gestion des milieux à ciste sur coupures, à la lumière de ce qui a été exposé dans les chapitres précédents. À partir du moment où la coupure est créée (phase d'ouverture du milieu réalisée), quels sont les meilleurs itinéraires techniques pour en assurer l'entretien ?

Il s'agit de prendre en compte :

- la « parcelle » et ses contraintes ;
- les objectifs prioritaires de la coupure.

Une première partie aide à choisir la technique la plus appropriée dans un contexte donné, une deuxième partie propose une méthode d'évaluation des différentes techniques et de leurs combinaisons en fonction de différents critères, et la dernière partie propose des exemples concrets ayant conduit à une réussite ou à un échec.

A. Le site et ses contraintes

Nous proposons une clé d'aide à la décision (fig.40 en fin de chapitre) pour guider le gestionnaire dans ses choix, en prenant en compte deux types de contraintes :

- **des contraintes dites internes**, jugées au niveau de la parcelle et qui dépendent des conditions de milieu du site : possibilité d'intervention mécanique, vecteur de feu, potentialités pastorales, offre pastorale, risque de scarification du ciste, fragilité du sol ;
- **des contraintes dites externes** qui dépendent du contexte socio-économique : choix politiques, pression multi-usage, réglementation, moyens d'animation et d'accompagnement, critères économiques, opportunités locales, disponibilité d'engins ou d'entreprises de débroussaillage.

A1 Les contraintes internes

Elles dépendent uniquement des conditions de milieu de la coupure de combustible. Elles permettent de faire un premier choix de techniques applicables.

A11 Mécanisation

Plusieurs facteurs limitent les possibilités de mécanisation :

La pente : l'utilisation d'engins est possible jusqu'à une pente <30% (en dévers), <60% (dans le sens de la pente). Ce paramètre n'est pas modifiable et il peut être appréhendé sur carte topographique avant même la visite du terrain. La présence de vallons ou de dépressions peut limiter encore d'avantage les possibilités de mécanisation.

La pierrosité : la présence de blocs rocheux peut s'opposer au déplacement des engins. Ce facteur peut parfois être modifié au moment de la conception de la coupure grâce à un remodelage de celle-ci avec des engins type Bulldozer muni de lame rome.

La densité des arbres : les échanges entre les membres du Réseau Coupures de combustible montrent l'importance de maintenir un certain niveau de couvert arboré sur les coupures de combustible afin de réduire la vitesse des vents au niveau du sol (cf. RCC n°4 et n°6). La nécessité de mettre à distance les houppiers des arbres afin de limiter les risques de franchissement de l'ouvrage par feu de cime conduit à éclaircir les peuplements forestiers trop denses et facilite aussi son entretien par des moyens mécaniques. Le couvert arboré limite également la dynamique arbustive et favorise, s'il est bien dosé, l'installation et la production d'herbe.

Le choix de l'emplacement de la coupure et les travaux de création permettent d'améliorer sensiblement les conditions de mécanisation des coupures de combustible. Sur un même segment, ces conditions peuvent être variables et nécessiter l'utilisation de techniques d'entretien également différentes.

A12 Vecteur de feu

L'application de la technique du brûlage dirigé exige la présence d'une continuité horizontale du combustible : litière, herbe ou strate arbustive.

Certaines techniques permettent de favoriser ce vecteur de feu courant : enherbement, broyage des ligneux bas par exemple.

La qualité du vecteur du brûlage dirigé est fonction de l'ancienneté de la dernière repasse et des techniques d'entretien complémentaires. Par exemple, en entraînant l'isolement des arbustes et le raclage de l'herbe, le pâturage contrôlé diminue la continuité du combustible.

A13 Potentialité et offre pastorale

On distinguera le potentiel pastoral qui est l'aptitude du milieu à produire une ressource pastorale et l'offre qui est le disponible immédiat :

- la présence d'une couverture herbacée de qualité ou d'espèces arbustives appétentes permet une utilisation en l'état du milieu naturel par les animaux (avec ou sans complémentation) ;
- si cette offre n'existe pas et que la parcelle présente des aptitudes favorables, il est possible de réaliser des semis artificiels d'espèces pastorales. La pérennité de cette ressource dépend des conditions climatiques et de sa gestion par l'éleveur (cf. chapitre 3 partie D3).

A14 Fragilité du sol

Certains sols peuvent être dégradés par des techniques d'entretien trop agressives. L'épaisseur du sol, sa texture et sa structure sont à prendre en compte dans le choix des techniques. Même s'il n'est que superficiel, le travail du sol est à proscrire dans certains cas de sols particulièrement fragiles.

A15 Risque de scarification du ciste

On l'a vu précédemment – et c'est la spécificité des milieux à ciste –, le risque d'explosion de la germination des graines de ciste stockées dans le sol est très élevé après l'application de certaines techniques, le brûlage dirigé intense ou le travail du sol par exemple (scarification mécanique ou thermique).

Ce risque est plus important en cistaie pure (ciste dominant) non enherbé, que dans les formations arbustives mélangées (type maquis) ou avec un fort recouvrement herbacé.

Si des modes opératoires permettant de limiter le risque de scarification des graines du sol ne peuvent être mis en œuvre, il conviendra d'éviter l'emploi des techniques concernées.

Dans le cas particulier de l'épandage de boues de stations d'épuration, le gestionnaire peut souhaiter substituer aux formations type lignotuber (maquis haut) une cistaie maintenue en maquis bas pour faciliter l'entretien (Chaumontet, 2000).

La clé d'aide à la décision permet, par cette première étape de prise en compte des contraintes internes, une sélection des techniques les plus adéquates.

Dans une deuxième étape, les techniques sélectionnées peuvent être utilisées seules ou combinées en fonction de contraintes externes indépendantes des conditions stationnelles.

A2 Les contraintes externes

A21 Critères économiques

Comme on l'a vu dans le chapitre 2, certaines techniques ou combinaisons de techniques sont plus ou moins efficaces pour ralentir la dynamique arbustive et ainsi diminuer la périodicité des repasses. Le gestionnaire peut mettre en avant ce critère pour associer certaines techniques.

Par exemple, [travail du sol + semis + pâturage des caprins] permet une repasse tous les cinq-six ans au lieu de deux-trois ans avec le broyage mécanique classique.

A22 Moyens d'intervention spécifiques

L'existence d'une régie ou d'entreprises d'insertion peut orienter le choix vers certaines techniques. C'est également le cas lorsque des éleveurs motivés sont prêts, dans le cadre d'un accord contractuel (MAE-DFCI), à assurer la prise en charge totale ou partielle de l'entretien de la coupure de combustible.

A23 Contraintes multi-usages

D'autres partenaires sont utilisateurs du site et peuvent orienter le choix des techniques :

- les chasseurs et écologistes qui sont très sensibles aux travaux pouvant bouleverser le paysage et les écosystèmes. Une réglementation sur la protection des espaces naturels (ZNIEFF, Natura 2000, ZICO) impose certaines techniques au détriment d'autres

parfois plus efficaces (interdiction du broyage mécanique ou du travail du sol sur secteurs à tortues d'Herman) ;

- les propriétaires forestiers qui souhaitent une gestion patrimoniale de leurs parcelles (sylviculture du chêne par exemple) ;
- le tourisme qui peut entraîner une forte pression incompatible avec certaines techniques comme le pastoralisme (dégradation d'équipements pastoraux).

A24 Moyens d'animation – Accompagnement

Certains choix comme le brûlage dirigé ou le pastoralisme exigent une forte technicité et un suivi prolongé dans le temps.

Le pastoralisme à objectif DFCl est – on l'a vu – une modalité d'entretien particulièrement intéressante tant au niveau de l'efficacité DFCl et économique que dans l'intérêt des milieux naturels (biodiversité, paysage). Elle nécessite (cf. RCC n°5) une pérennité des ouvrages importante et un encadrement rigoureux et prolongé dans le temps pour réussir et assurer sa viabilité.

A3 Conclusion

Il n'existe pas de méthode unique d'entretien qui permette de concilier efficacité et viabilité économique. La démarche proposée permet de dégager les différentes options techniques possibles dans une situation donnée. Le gestionnaire devra faire son choix définitif en fonction de variables locales qui sont amenées à évoluer dans le temps, et des souhaits exprimés par les autres acteurs concernés par la gestion des coupures de combustible.

B. Quel itinéraire technique pour quel(s) objectif(s) ?

Le gestionnaire DFCl chargé de l'entretien des coupures de combustible cherche à combiner dans le temps des techniques qui lui permettent de concilier :

- efficacité DFCl : maintien de la coupure en condition optimum d'utilisation par les pompiers, soit une faible quantité de combustible accumulée avant l'été et une circulation aisée des hommes et du matériel en cas de sinistre ;
- efficacité économique : l'entretien régulier des coupures de combustible créées engendre des dépenses élevées souvent difficiles à assumer par les collectivités locales. Les gestionnaires cherchent les méthodes qui diminuent le nombre d'interventions ;
- bonne intégration sociale et environnementale de l'ouvrage. Les contraintes paysagères, écologiques, cynégétiques sont, dans certains secteurs, particulièrement importantes.

Dans cette partie, nous proposons une méthode d'évaluation des techniques et de leurs combinaisons au regard de ces critères (Legrand *et al.*, 1994). L'exposé de la méthode nécessite de choisir un cas d'étude en fixant volontairement un certain nombre d'éléments afin de mener un raisonnement à la fois pédagogique et réaliste.

B1 Définition du cas d'étude

Les formations à ciste concernées par ce cas d'étude, couvrent aussi bien les peuplements arbustifs de type maquis presque exclusivement dominés par *Cistus monspeliensis*, *Cistus salvifolius* ou *Cistus albidus* que les peuplements forestiers purs ou mélangés à chêne-liège, pin maritime ou pin d'Alep dont le sous-bois est dominé par les cistes. Quelques exemples concernent également les peuplements de chêne vert ou de chêne pubescent sur sol calcaire dont le sous-bois est dominé par *Cistus albidus*.

Si le contexte lié à la formation végétale est ici fixé de manière relativement large, le type de coupure de combustible étudié et les matériels ou types d'animaux mis en œuvre pour 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 100 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 installation impliquant la présence de points d'eau et la réalisation d'améliorations pastorales sur une

partie de l'aménagement, sous la forme de sursemis de trèfle souterrain fertilisés annuellement ;

- 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 avec un dutzi.

B2 Méthode d'évaluation

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 quatre techniques élémentaires suivantes : broyage mécanique (broyage), brûlage dirigé (brûlage), pâturage contrôlé (pâturage) et dessouchage (dessouchage). Les combinaisons techniques envisagées ont été évaluées en fonction d'une quinzaine de critères (Legrand *et al.*, 1994), regroupés en quatre catégories :

1) La faisabilité technique 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 PFCI.

2) L'efficacité PFCI immédiate 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.

3) L'efficacité PFCI à moyen terme 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.

4) L'efficacité sociale et environnementale 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 ;

- **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 (taux de Légumineuses et saisonnalité de la production).

B3 Résultats

B31 Analyse indépendante des techniques élémentaires

Les tableaux 9 et 10 présentent et justifient les notes attribuées de manière qualitative par critère à chaque technique. Celles-ci se répartissent en trois classes :

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

B32 Analyse des combinaisons de techniques

Le tableau 11 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 va faciliter la conduite du brûlage (Facilité = +). Le broyat est bien détruit par le brûlage (Couverture morte effet immédiat = +) et le broyage évite la présence de charpentes carbonisées, ce qui améliore le rendu paysager (Paysage = 0) et facilite l'accès des pompiers (Accès pompiers = +).

TABLEAU 11. APPRÉCIATION QUALITATIVE DE DIFFÉRENTES COMBINAISONS DE TRAITEMENTS D'ENTRETIEN DANS LES FORMATIONS À CISTES

	Faisabilité	Technique	Efficacité PFCI immédiate	Efficacité PFCI moyen terme	Efficacité sociale
Broyage + Brûlage	Météo 0 Accessibilité 0 Vecteur +	Facilité + Travail 0	Arbres 0 Arbustes + Herbe + Couverture morte +	Arbres + Arbustes - Herbe 0 Couverture morte 0	Paysage 0 Accès pompiers + Élevage - Chasse 0
Broyage + Pâturage	Météo + Accessibilité 0 Vecteur +	Facilité 0 Travail 0	Arbres 0 Arbustes + Herbe + Couverture morte 0	Arbres + Arbustes 0 Herbe 0 Couverture morte +	Paysage + Accès pompiers + Élevage 0 Chasse 0
Dessouchage + Pâturage	Météo 0 Accessibilité 0 Vecteur +	Facilité 0 Travail 0	Arbres 0 Arbustes + Herbe + Couverture morte 0	Arbres + Arbustes 0 Herbe 0 Couverture morte +	Paysage 0 Accès pompiers + Élevage + Chasse 0
Broyage + Dessouchage + semis	Météo + Accessibilité 0 Vecteur +	Facilité + Travail +	Arbres 0 Arbustes + Herbe 0 Couverture morte +	Arbres + Arbustes 0 Herbe - Couverture morte +	Paysage 0 Accès pompiers + Élevage + Chasse 0

Broyage + Pâturage

La réalisation de sursemis à base de Légumineuses garantit une consommation totale de l'herbe par le troupeau (Herbe = 0) et stimule la consommation des repousses arbustives 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 la fertilisation des sursemis accélère sa décomposition (Couverture morte = 0 puis +).

Dessouchage + Pâturage

Les contraintes météorologiques liées à l'installation des sursemis subsistent (Météo = 0), de même que les contraintes topographiques pour la mise en œuvre du dessouchage (Accessibilité = 0). La forte combustibilité des andains n'est pas atténuée par le pâturage qui est incapable de les fractionner (Couverture morte = 0). Le dessouchage, grâce au travail du sol, permet une bonne installation du semis fourrager, ce qui rend le milieu très favorable au pâturage (Pâturage +).

Broyage + Dessouchage

Bien que cette technique prévoie un semis d'herbe, la vocation paysagère (Paysage = 0) et anti-érosive de ce traitement permet de l'appliquer de l'automne au début du printemps (Météo = +) et lui donne un intérêt pastoral certain même si la présence de troupeaux n'est pas prévue (Élevage = +). Par contre les résidus d'herbe sèche durant l'été, deviennent un handicap certain à moyen terme (Herbe = 0 puis -). La mise en œuvre du dessouchage après broyage permet l'enfouissement du broyat et évite la constitution d'andains (couverture morte effet immédiat = +). L'artificialisation extrême du milieu reste un handicap fort pour les chasseurs malgré l'intérêt des semis pour les lapins et les perdrix (Chasse = 0).

B33 Analyse des séquences techniques sur le long terme

À ce stade de la réflexion, on pourrait envisager de sommer les notes et de classer ainsi les combinaisons techniques. Deux raisons s'y opposent. Les notes sont qualitatives et une pondération des critères devrait intervenir au cas par cas, en fonction des objectifs de la coupe et après consultation avec les partenaires locaux (services forestiers, services chargés de la lutte, autres utilisateurs de la forêt). Le critère économique doit s'ajouter aux précédents pour compléter l'évaluation.

Le tableau 12 propose plusieurs enchaînements de techniques élémentaires de contrôle du combustible sur une période de dix ans. Cette longue période permet d'aborder la périodicité des entretiens qui est ici fixée à dire d'experts. Sept séquences sont proposées qui reprennent les principaux cas de figure étudiés dans ce document.

Brûlage + Pâturage (Prades)

La mise en œuvre de cette technique est conseillée lorsque le recouvrement herbacé initial est supérieur à 30%. L'objectif principal de la combinaison initiale (deux brûlages consécutifs) est de résorber les germinations du ciste provoquées par le premier brûlage. Si ce second brûlage ne pouvait être réalisé en année 2, il serait encore possible de brûler en année 3. Si le troupeau est présent sur la coupure jusqu'en juin, le raclage annuel de l'herbe avant la saison des incendies est assuré. En année 8, l'absence de pâturage permet de reconstituer le vecteur herbacé, puis de conduire le feu l'année suivante.

Broyage + Brûlage (Vidauban, Collobrières)

La mise en œuvre de cette séquence est conseillée dans deux situations : quand la strate herbacée est insuffisante pour conduire correctement le brûlage, ou

TABLEAU 12. PROPOSITIONS DE SÉQUENCES TECHNIQUES

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Brûlage + Pâturage	Brûlage	Brûlage pâturage	pâturage	pâturage	pâturage	pâturage	pâturage		Brûlage pâturage	Brûlage Pâturage
Broyage + Brûlage	broyage brûlage			broyage			broyage			broyage
Broyage + Semis + Pâturage	broyage sursemis+ fertil pâturage	fertil pâturage	broyage fertil pâturage	fertil pâturage	fertil pâturage	broyage fertil pâturage	fertil pâturage	fertil pâturage	fertil pâturage	broyage fertil pâturage
Dessouchage + Semis + Pâturage	dessouchage semis + fertil pâturage	fertil pâturage	fertil pâturage	broyage fertil pâturage	fertil pâturage	fertil pâturage	broyage fertil pâturage	fertil pâturage	fertil pâturage	fertil pâturage
Broyage + Dessouchage + Semis	broyage dessouchage semis			broyage			broyage			broyage
Broyage + Boies d'épuration	broyage épandage pâturage	épandage pâturage	épandage pâturage	épandage pâturage	broyage épandage pâturage	épandage pâturage	épandage pâturage	épandage pâturage	épandage pâturage	broyage épandage pâturage

TABLEAU 9. VALEURS DES CRITÈRES DE FAISABILITÉ TECHNIQUE ET D'EFFICACITÉ SOCIALE DES QUATRE MÉTHODES D'ENTRETIEN DES DÉBROUSSAILLEMENTS DANS LES FORMATIONS À CISTE

Technique	Critères faisabilité technique		Argumentaire	Critères d'efficacité sociale		Argumentaire
		Note			Note	
Broyage	Météo	+	Tout temps	Paysage	+	Milieu accueillant
	Accessibilité	0	Forte pente et forte densité des arbres gênants	Accès pompiers	+	Milieu ouvert
	Vecteur	+	Pas nécessaire	Élevage	-	Pas d'herbe
	Facilité	+	Organisation facile, nombreuses entreprises disponibles	Chasse	0	Milieu trop artificialisé
	Travail	+	Un chauffeur et mécanisation			
Pâturage	Météo	0	Période favorable aux sursemis restreinte	Paysage	+	Milieu bucolique
	Accessibilité	+	Tout terrain	Accès pompiers	0	Milieu partiellem' ouvert gênant la manœuvre
	Vecteur	+	Fourrage = sursemis	Élevage	+	Semis + glands
	Facilité	-	Équipements pastoraux nécessaires, berger expérimenté	Chasse	0	Présence troupeau et chien berger
	Travail	0	Gardiennage parfois nécessaire			
Brûlage	Météo	-	Période favorable au feu restreinte	Paysage	-	Milieu carbonisé
	Accessibilité	+	Tout terrain	Accès pompiers	+	Peu de chicots
	Vecteur	-	Pas d'herbe, litière peu fournie	Élevage	-	Pas d'herbe
	Facilité	0	Équipe formée indispensable	Chasse	0	Milieu ouvert en mosaïque mais salissant
	Travail	0	Trois personnes minimum			
Dessouchage	Météo	+	Tout temps	Paysage	-	Sol dénudé et érosion
	Accessibilité	0	Forte pente et forte densité d'arbres gênants	Accès pompiers	+	Milieu ouvert
	Vecteur	+	Pas nécessaire	Élevage	-	Pas d'herbe
	Facilité	+	Organisation facile, nombreuses entreprises disponibles	Chasse	-	Milieu très artificialisé
	Travail	+	Un chauffeur et mécanisation			

TABLEAU 10. VALEURS DES CRITÈRES D'EFFICACITÉ PFCI IMMÉDIATE ET À MOYEN TERME DES QUATRE MÉTHODES D'ENTRETIEN DANS LES FORMATIONS À CISTE

Technique	Critères d'efficacité PFCI	Immédiate		À moyen terme	
		Note	Argumentaire	Note	Argumentaire
Broyage	Arbres	0	Blessures aux collets	+	Blessures cicatrisées
	Arbustes	+	Destruction totale	-	Repousse dynamique
	Herbe	0	Destruction partielle	0	Faible repousse d'herbe
	Couv. morte	-	Accumulation de broyat	0	Décomposition partielle
Pâturage	Arbres	+	Aucun dommage	+	Aucun dommage
	Arbustes	0	Consommation sélective des parties vertes	0	Consommation élargie par accoutumance au milieu
	Herbe	+	Consommation totale	0	Consommation partielle
	Couv. morte	+	Fragmentation par piétinement et décomposition accélérée par fertilisation	+	Décomposition totale
Brûlage	Arbres	-	Carbonisation du liège et dessèchement du feuillage	+	Reconstitution du feuillage
	Arbustes	+	Combustible fin détruit	-	Tapis brosse de cistes
	Herbe	+	Bien brûlée	0	Faible repousse d'herbe
	Couv. morte	+	Bien brûlée	0	Chute du feuillage sec des arbres
Dessouchage	Arbres	0	Blessures aux collets	0	Blessures cicatrisées mais chablis possibles
	Arbustes	+	Destruction totale	0	Tapis de ciste
	Herbe	+	Destruction totale	0	Faible repousse d'herbe
	Couv. morte	0	Destruction totale mais andains	+	Reconstitution très lente

quand le maquis 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 résorber le broyat généré lors de l'ouverture. Si l'objectif à moyen terme est d'épuiser la banque de graines de ciste, la seule technique d'entretien économiquement viable est un brûlage dirigé tous les deux ans. Dans la mesure où le manque de vecteur pour le feu rend impossible ce type d'entretien, cet objectif est abandonné au profit du contrôle de la dynamique des cistaies par broyage régulier tous les trois ans.

Broyage + Sursemis + Pâturage **(Avelans, Bois de l'Ermitte, Grimaud)**

L'objectif principal de cette séquence est de concurrencer fortement les semis de ciste par le sursemis et de contrôler les rejets des autres espèces par le pâturage. La fertilisation annuelle et le pâturage assurent également une bonne fragmentation et décomposition du broyat. Il est conseillé d'effectuer le broyage d'ouverture en fin de printemps, avant que les cistaies ne portent des graines matures et afin de préparer le terrain pour les sursemis d'automne. Un pâturage précoce trois mois après la date de sursemis est recommandé pour avoir le plus fort impact possible sur les premiers rejets du maquis. Si le troupeau est présent sur la coupure jusqu'en juin, le raclage annuel de l'herbe avant la saison des incendies est assuré. La combinaison du broyage d'entretien, de la concurrence herbacée et de l'abroustissement permet d'envisager un intervalle supplémentaire d'un an entre chaque repasse.

Dessouchage + Semis + Pâturage **(Catalugno, Avelans, La Croix-Valmer)**

L'objectif principal de cette séquence est d'annihiler la capacité de rejet des espèces du maquis par le dessouchage et de concurrencer les semis de ciste par les améliorations pastorales. Toutefois, cette technique favorise également certaines espèces comme les ronces et stimule la germination des cistaies, ce qui impose des entretiens réguliers par broyage. Comme précédemment, la combinaison du broyage d'entretien, de la concurrence herbacée et de l'abroustissement permet d'envisager un intervalle supplémentaire d'un an entre chaque repasse.

Broyage + Dessouchage + Semis (Vidauban)

L'objectif principal de la combinaison initiale est de faciliter l'intervention des engins dans le cas de maquis très hauts, et d'éviter la constitution d'andains tout en conservant les avantages du dessouchage. Le semis complète cette combinaison en corrigeant ses effets négatifs sur l'érosion et la nudité du paysage. Le maintien de la coupure en état fonctionnel impose des

repasse régulières par broyage tous les trois ans. Cette séquence a toutefois l'inconvénient de laisser annuellement une quantité importante d'herbe sèche sur pied pendant la saison des incendies.

Broyage + Épandage (Avelans)

L'objectif principal de la séquence est de financer l'entretien annuel de la coupure en échange du service rendu à la collectivité d'épandage des boues d'une station d'épuration proche.

Cette séquence technique a été décrite et chiffrée par Chaumontet (2000). Elle nécessite un suivi très strict de nombreux indicateurs environnementaux afin de s'assurer de l'innocuité des épandages sur le milieu. Elle nécessite aussi un effort important d'explication et de sensibilisation auprès des usagers de la forêt, compte tenu des nuisances liées à ce type d'épandage (odeurs, paysage). Compte tenu des deux contraintes précédentes, cette séquence n'est peut-être pas généralisable à tous les aménagements d'un massif.

Les séquences techniques développées au tableau 12 sont estimées économiquement au tableau 13. Pour ce faire, les coûts d'application des techniques élémentaires ont été définis comme suit :

- Brûlage dirigé d'ouverture : avec arbres 750 €, sans arbre 350 €
- Brûlage dirigé d'entretien : avec arbres 450 €, sans arbres 105 €
- Broyage : entreprise 900 €, intégrant un travail de repasse au pied des arbres et la reprise des talus
- Dessouchage : 1200 €
- Semis : 250 €/ha
- Fertilisation : 150 €/ha
- Épandage des boues de station d'épuration : 200 €/ha à déduire. L'épandage est assuré par le gestionnaire du site puis facturé 56 €/t aux communes qui souhaitent se débarrasser de leurs boues. Cette prestation de service rapporte 200 €/ha, réinvestis dans le broyage de la végétation sur coupure.
- Pâturage : 16 €/ha (détails ci-dessous)

Calcul du coût du pâturage :

Le coût affiché correspond aux infrastructures pour un site de 160 ha :

- Chemin d'accès et layon de sécurité pour les brûlages : 6100 € d'investissement
- Clôtures : 1200 € d'investissement, entretien : 6800 € sur 10 ans
- Bâtiment : 3000 € d'investissement, entretien : 6100 € sur 10 ans
- Point d'eau : 3000 € d'investissement
- **Total (investissement + fonctionnement) : 161 €/ha soit 16 €/ha/an sur 10 ans**

Le coût lié strictement à l'élevage (complémentation : 11 €/ha/an pour les ovins + surveillance 2 h par jour) n'est pas répercuté sur l'entretien de la coupure, on considère que l'éleveur fait une opération blanche avec l'herbe prélevée.

TABLEAU 13. COÛT DES SÉQUENCES TECHNIQUES (EN EUROS/HA)

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Brûlage + Pâturage	350	105+16	16	16	16	16	16	0	350	105+16	1022
Broyage + Brûlage	900 +450			900			900			900	4050
Broyage + Semis + Pâturage	900 +250 +150+16	150+16	900 +150 +16	150+16	150+16	900 +150 +16	150+16	150+16	150+16	900 +150 +16	5510
Dessouchage + Semis + Pâturage	1200 +250 +150+16	150+16	150+16	900 +150 +16	150+16	150+16	900 +150 +16	150+16	150+16	150+16	3830
Broyage + Dessouchage + Semis	900 +1200 250			900			900			900	5050
Broyage + Bois d'épuration + pâturage	900 +16 -200	16 -200	16 -200	16 -200	900 +16 -200	16 -200	16 -200	16 -200	16 -200	900 +16 -200	860

Ces chiffres représentent les coûts des seules techniques d'entretien et ne prennent pas en compte les investissements liés à la mise en place de la coupure (ouverture du milieu, animation...). Par ailleurs, ne sont pas déduites ici les aides agri-environnementales qui prennent en charge une partie des coûts d'entretien lorsque le site est pâturé.

C. Des exemples concrets, illustrant les séquences techniques

Les fiches ci-après présentent, sur le site de Prades (Pyrénées-Orientales) et sur les sites de Catalugno et de La Londe (Var), plusieurs cas de séquences techniques. Certaines ont conduit à une réussite, d'autres à un échec.

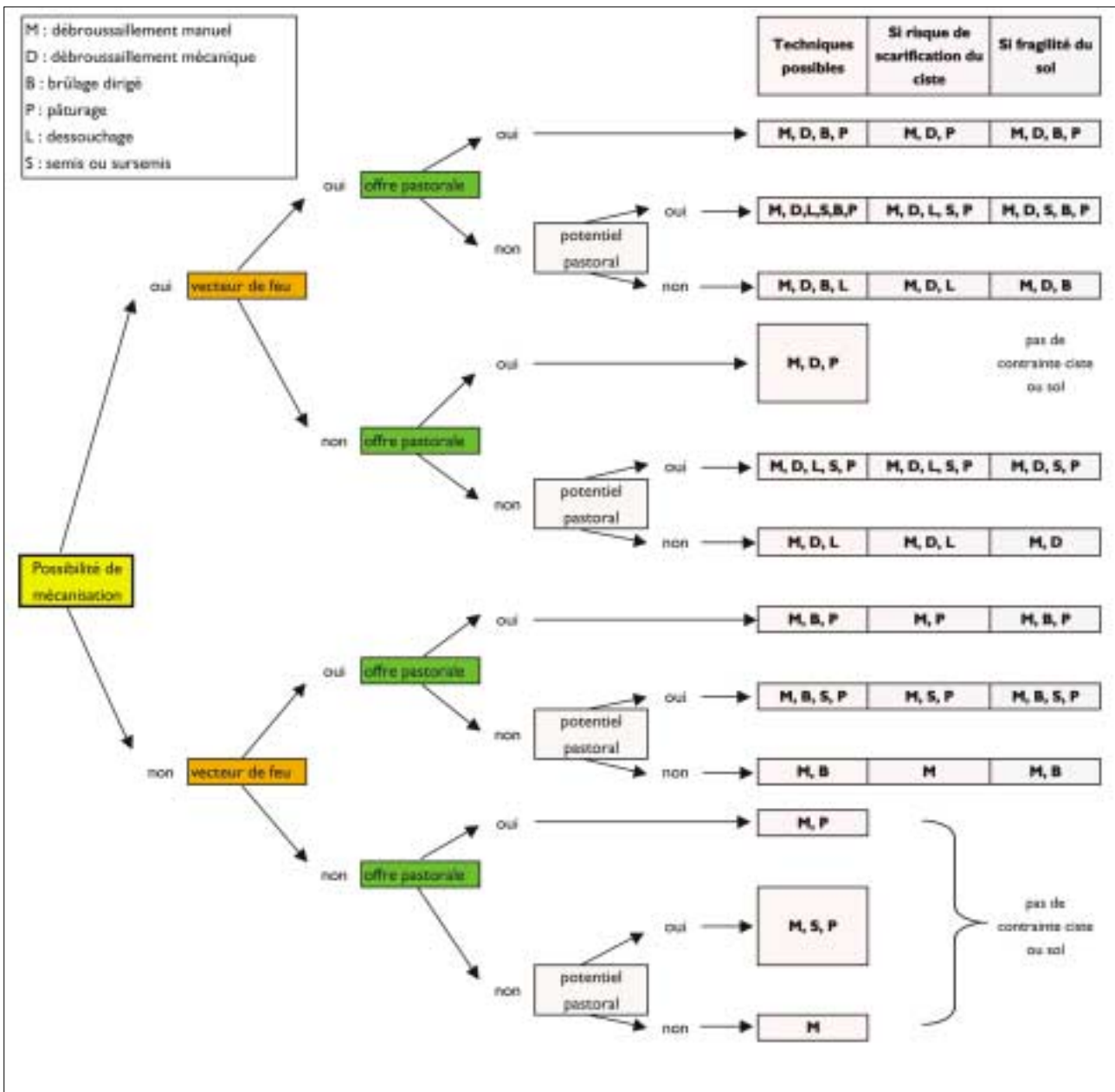


FIGURE 40. CLÉ DE L'AIDE À LA DÉCISION POUR LE CHOIX DES TECHNIQUES DE GESTION DES COUPURES SUR MILIEUX À CISTE

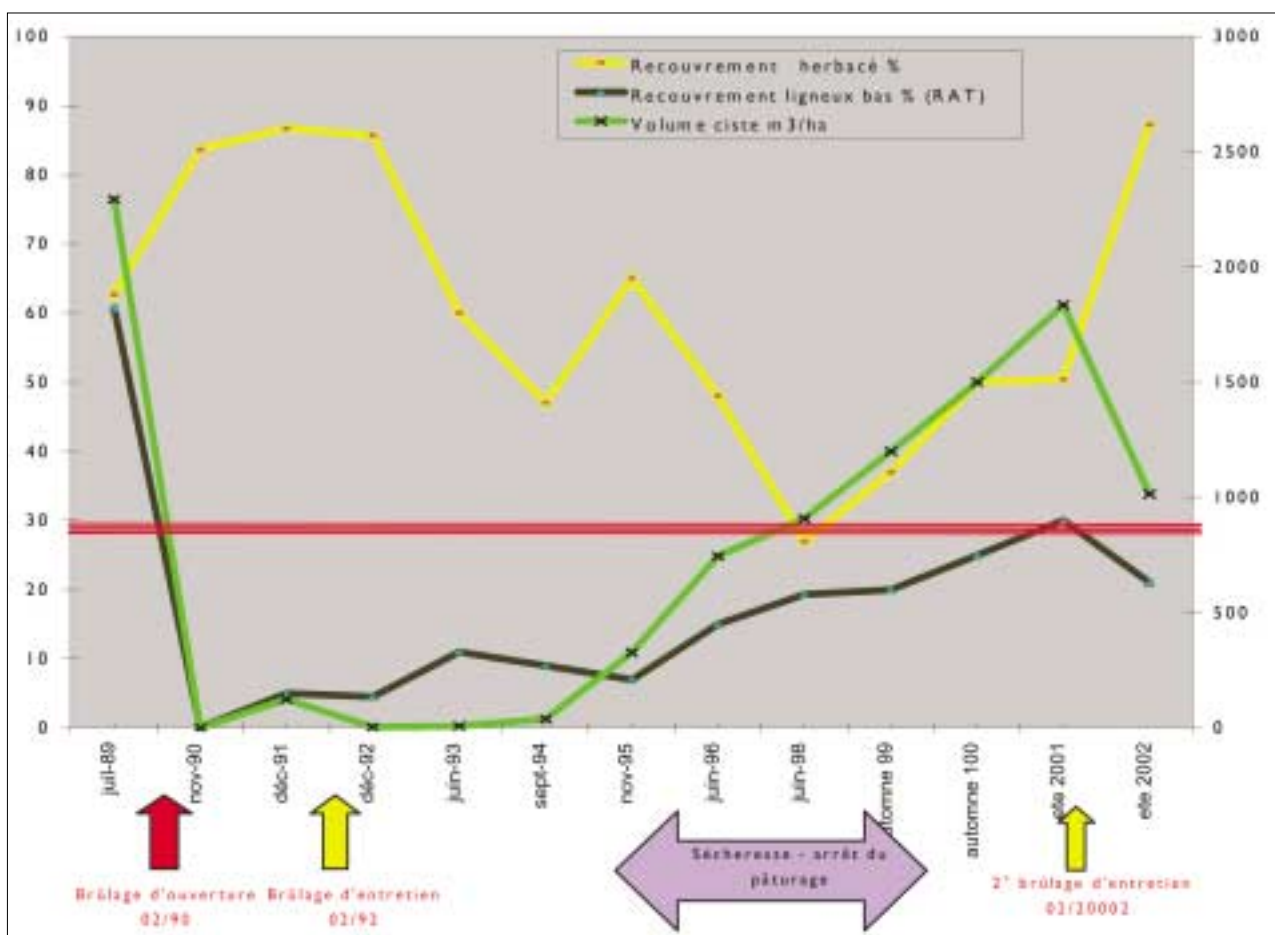
Prades Pâturage bovin - Un segment réussi



La combinaison de deux brûlages successifs (moins de trois printemps d'intervalle) avec un pâturage printanier de bovins exerçant une faible pression, et une pluviométrie favorable, assure un bon recouvrement de la pelouse. Six années plus tard, la cistaie, qui n'a toujours pas atteint les 30% de recouvrement, commence à exercer sur la pelouse un début de concurrence. Cette situation perdure jusqu'au deuxième brûlage d'entretien (02/2002). Une pluviométrie favorable combinée à la chute du volume de ciste assure alors une remontée du recouvrement herbacé à un niveau supérieur à 80%. L'entretien de la coupure est dès lors assuré à un coût fort correct.

année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Séquence technique	B+P	P	B+P	P	P	P	P	P	P	B+P	
Coût séquence (euros)	350+16	16 *	105+16	16	16	16	16	16	16	350+16	965 (97/an)

* équipements pastoraux et leur entretien // B : Brûlage dirigé ; P : Pâturage



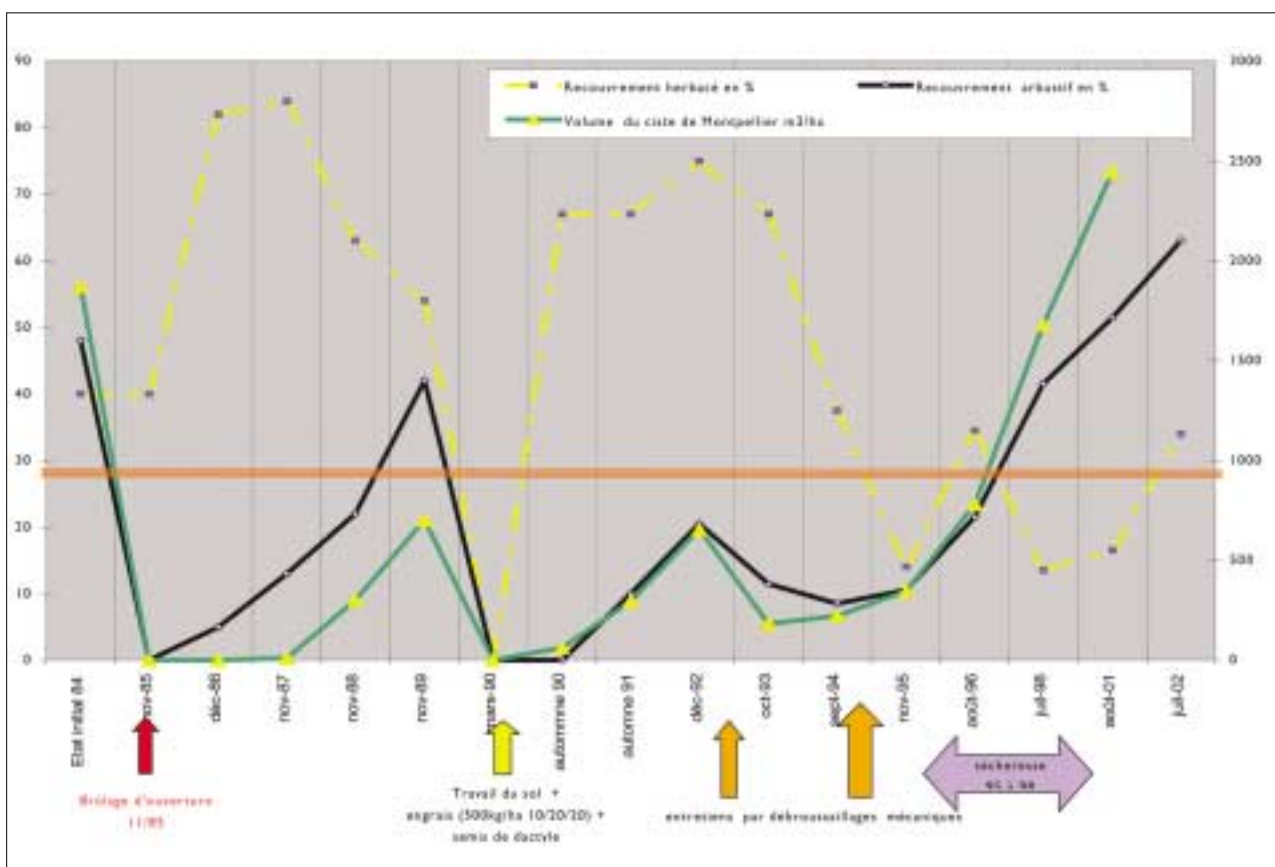
Prades Pâturage bovin - Un échec



Le brûlage d'ouverture de la cistaie est combiné à un pâturage de demi-saison (bovins allaitants). Après passage d'une lame flecco pour araser le terrain, un semis de dactyle est tenté. Il ne réussit pas pour différentes raisons : absence de chaulage et d'apport annuel d'engrais, sécheresse, attaques de parasites. De plus, l'élimination de la pelouse d'origine (travail du sol) rend le brûlage et le pâturage sans effet. Sans débroussaillage régulier (laborieux du fait de la pierrosité), le ciste poursuit son invasion. Malgré de gros investissements, le segment de coupure est sans intérêt pastoral ; il demande, tous les trois ans, un débroussaillage d'entretien pour maintenir le recouvrement des arbustifs en dessous du seuil de 30% !

année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Séquence technique	B+P	P	P	P	S+F	P	P	P+D	P	D+P	
Coût séquence (euros)	350+16	16 *	16	16	1400	16	16	610+16	16	610+16	3144 (314/an)

* équipements pastoraux et leur entretiens // B : Brûlage dirigé ; P : Pâturage ; S : Semis ; D : broyage



La Londe les Maures Pâturage ovin - Une réussite

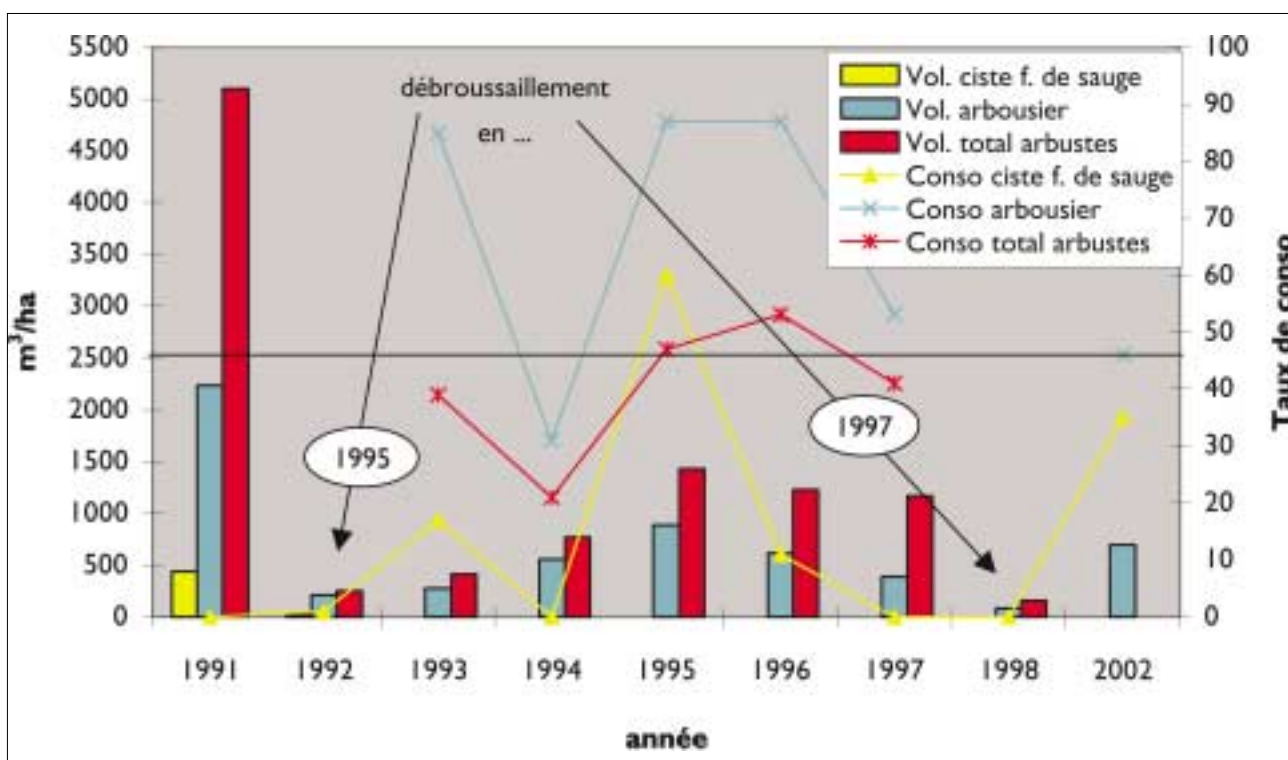


Le ciste à feuilles de sauge est dominé par un maquis haut à arbousier. La proximité de la zone d'abreuvement et sa situation en crête entraînent une forte pression de pâturage (ovins), en deux passages annuels (250 à 350 jeb/ha/an).

Les taux de consommation sont élevés (20 à 50%) grâce à une distribution de mélasse levurée. Les animaux maîtrisent l'embroussaillage et éliminent le ciste à feuilles de sauge par piétinement et consommation des fruits au printemps. La repasse sera réalisée en 2003.

année	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Séquence technique	D+P	P	P	P	P	P	P	D+P	
Coût séquence (euros)	1000+16	16	16	16	16	16	16	1000+16	2128 (266/an)

P : Pâturage ; D : Débroussaillage



Catalugno Pâturage caprin - Une réussite



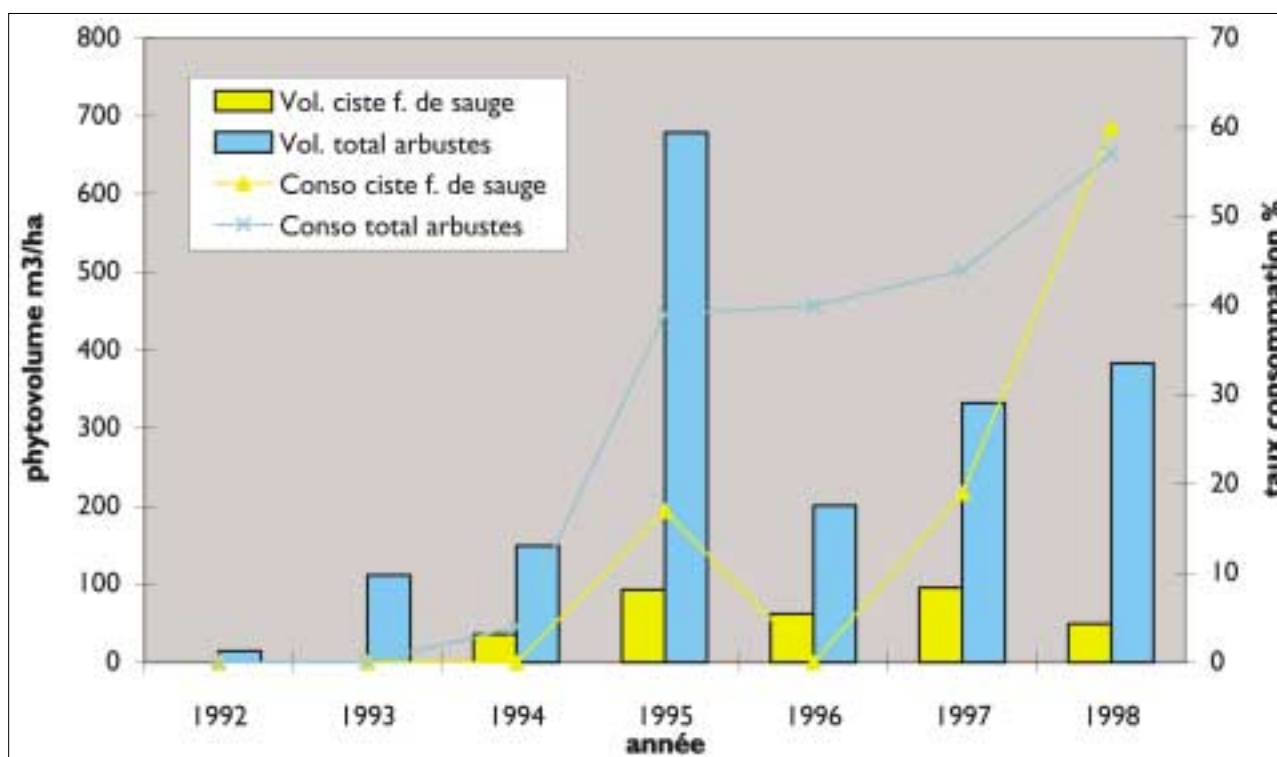
Le pâturage de caprins conduits en parcs tournants sur coupures de combustible traitées avec travail du sol + semis, entraîne une très bonne maîtrise de la repousse des ligneux bas.

Les taux de consommation sont très élevés (plus de 40% sur chêne-liège, calycotome et arbousier, 20 à 40% sur ciste à feuilles de sauge).

Cette combinaison permet un entretien très efficace de la coupure de combustible.

année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Séquence technique	L+S	P	P	P	P	P	P	P	P	P	
Coût séquence (euros)	1846+16	16	170	16	170	16	170	16	170	16	2622 (262/an)

P : Pâturage ; L ; labour ; S : Semis



La Londe les Maures Pâturage ovin - Un échec



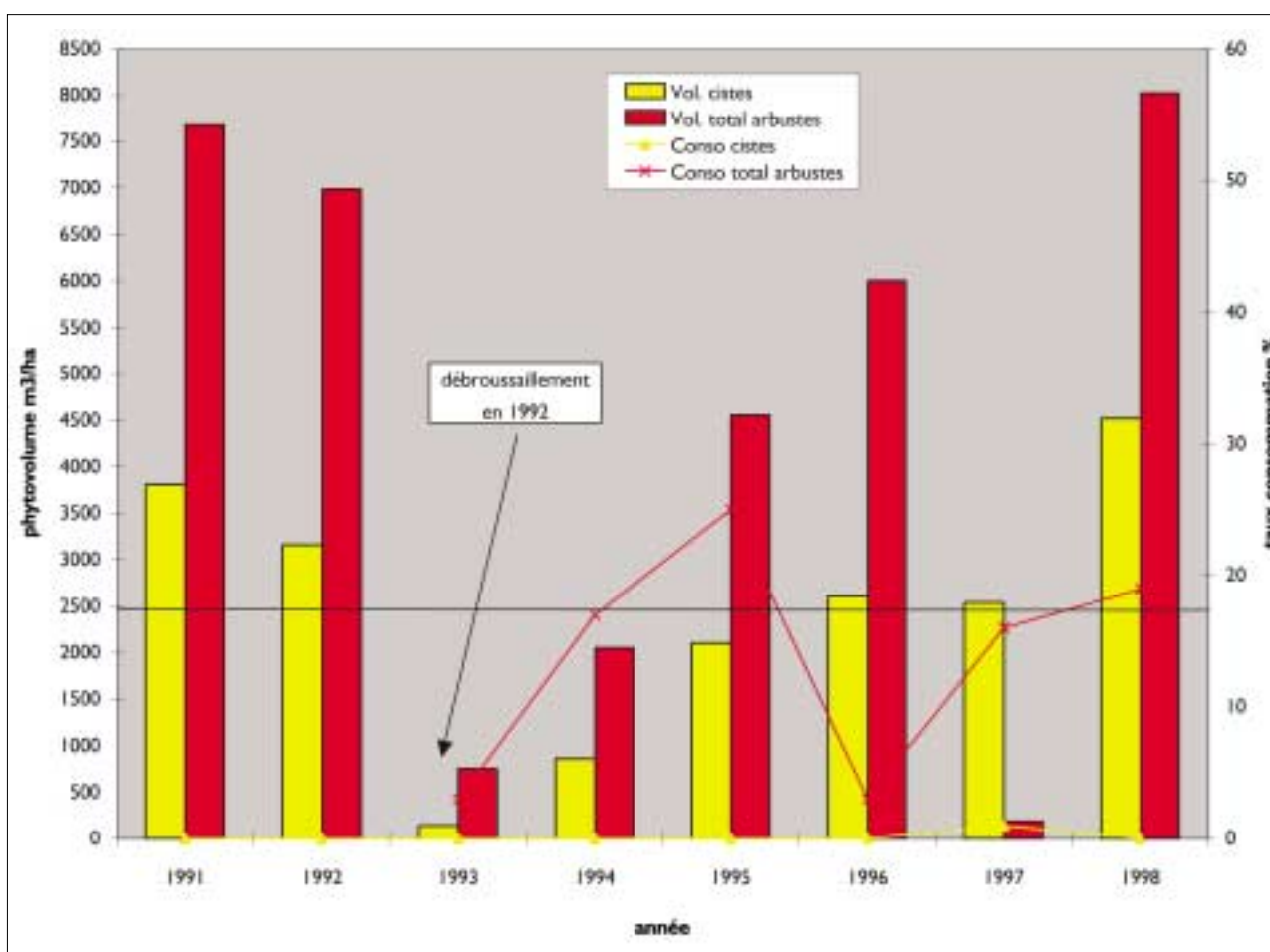
Dans ce maquis à ciste (près de la moitié du phytovolume) et bruyère arborescente, la pression de pâturage est très faible (< 50 jeb/ha/an), du fait notamment de l'éloignement des zones d'abreuvement et de l'absence de complémentation.

Le taux de consommation des arbustifs est très faible, l'embroussaillage très rapide : plus de 1000 m³/ha/an.

Le seuil des 2500 m³/ha est atteint trois ans après la repasse.

année	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Séquence technique	P	D+P	P	P	D+P	P	P	D+P	
Coût séquence (euros)	0	1000	0	0	1000	0	0	1000	3000 (375/an)

P : Pâturage ; D : Débroussaillage





LES PRINCIPALES ESPÈCES
DE CISTES



LE MATÉRIEL
DE DÉBROUSSAILLEMENT

Conclusion

LES CISTAIES présentent une capacité de régénération particulièrement élevée. Cette capacité est liée à la fois à leur faculté de produire une grande quantité de graines et au long pouvoir de dormance de celles-ci une fois stockées dans le sol. La régénération peut même être stimulée par certains traitements comme le feu, le passage d'engins à chenilles, bref par tous les processus d'abrasion qui lèvent une grande partie de cette dormance.

Les peuplements adultes atteignent des phytovolumes arbustifs de 2 000 à 15 000 m³/ha selon le niveau de fertilité de la station et la fréquence des incendies. Grâce à la présence simultanée de plusieurs espèces de cistes possédant des stratégies différentes de régénération, les différentes techniques de débroussaillage testées stimulent plus ou moins la régénération de l'une ou l'autre des espèces présentes, ... mais aboutissent toutes systématiquement à un peuplement dense au bout de trois-quatre ans.

Le ciste de Montpellier et le ciste blanc se régénèrent essentiellement par voie sexuée et il convient d'appliquer des combinaisons de techniques qui assurent la meilleure gestion de la banque de graines dans le sol. Le ciste à feuilles de sauge développe aussi le mode de régénération végétative, ce qui contribue à diminuer l'efficacité du débroussaillage mécanique sur cette espèce.

Il n'existe pas une seule méthode idéale d'entretien des coupures de combustible réalisées sur des formations à ciste. La diversité des situations rencontrées montre que chaque site a ses contraintes propres qui induisent des choix techniques liés davantage au contexte local qu'à l'efficacité intrinsèque du traitement.

Quelques enseignements forts peuvent tout de même être tirés de cette étude.

Les formations à ciste sont très sensibles à de forts bouleversements tels qu'un incendie, un brûlage fort ou un travail du sol. Ces événements favorisent la colonisation du milieu à partir de la banque de graines, et conduisent le plus souvent en quelques années à une cistaie pure. En conséquence, il s'agit pour le gestionnaire de poser le bon diagnostic :

- **si la cistaie présente une strate herbacée avec un recouvrement supérieur à 40%** et que le milieu peut être pâturé, on stimulera le tapis herbacé (fertilisation, deux brûlages successifs) afin qu'il concurrence les plantules de ciste. La gestion du combustible herbacé est ensuite confiée aux animaux qui racleront l'herbe avant la période à risques d'incendie. Le point faible de cette séquence technique reste l'irrégularité de la pluviométrie en zone méditerranéenne qui entraîne une forte variabilité de la production d'herbe : le résultat n'est donc pas garanti ;

- **si la cistaie ne présente pas de strate herbacée**, il est peut-être possible d'en créer une et de revenir ainsi au cas précédent.
Dans certaines situations où la cistaie est consommée par les animaux, le semis d'herbe n'est pas indispensable si une conduite pastorale adaptée (pâturage contrôlé et complémentation) permet une bonne valorisation et un impact sensible sur les espèces arbustives ;
- **s'il n'est pas possible de faire pâturer des animaux** (pas de troupeau disponible ou valeur pastorale du milieu insuffisante, notamment si le ciste de Montpellier est dominant) et que le potentiel du sol ne permet pas de réussir l'implantation de semis, on pourra avoir recours au broyage mécanique répété tous les deux à trois ans.
Toutefois cette option n'est envisageable qu'à partir du moment où le broyage bénéficie d'un financement spécifique : par exemple, sur les coupures entretenues par le SIVOM du Pays des Maures, le broyage est pris en compte dans le processus d'épandage de boues de station d'épuration.

La nécessité d'interventions fréquentes pour détruire les futurs « semenciers » apparaît de plus en plus comme la seule alternative permettant un déstockage de la banque de graines. L'épuisement de la banque de graines pourrait ensuite intervenir à une échéance que cette étude a commencé à identifier, mais qui semble d'ores et déjà bien supérieure à une quinzaine d'années.

Pour être complet, il convient enfin de noter en termes de perspectives, que des recherches complémentaires pourraient être envisagées concernant l'efficacité de substances chimiques particulières sur la banque de graines (produits anti-germinatifs) ou sur la plante elle-même (produits systémiques). La sensibilité de l'opinion publique n'a pour l'instant pas permis de développer ces techniques mais si ces tests s'avéraient concluants, les produits sélectionnés pourraient être au moins utilisés dans le cas d'enjeux particulièrement forts tels que l'entretien des coupures de combustible destinées à protéger des campings ou des établissements accueillant du public.

Bibliographie

- Armand D., Étienne M., Legrand C., Maréchal J., Valette J.C., 1992, « Phytovolume, phytomasse et relations structurales chez quelques arbustes méditerranéens », *Ann. Sci. For.*, 50 : 79-89
- Boulet C., 1985, *Bilan floristique d'une garrigue de chêne kermès soumise à deux types de perturbation contrôlée. Contribution à la reconnaissance au stade plantule de quelques-unes des espèces observées*. Thèse de troisième cycle, Univ. Aix Marseille
- Chaumontet O., 2000, « Les choix techniques », *Conception des coupures de combustible, RCC n°4* : 109-112
- Étienne M., Legrand C., 1994, « A non-destructive method to estimate shrubland biomass and combustibility », *Forest fire research*, Viegas ed, Coimbra, Portugal :425-434
- Étienne M., Legrand C., Armand D., 1991, « Stratégie d'occupation de l'espace par les petits ligneux après débroussaillage en région méditerranéenne. Exemple d'un pare-feu dans l'Esterel », *Ann. Sci. For.*, 48 : 667-677
- Étienne M., Derzko M., Rigolot, E., 1996, « Browse impact in silvopastoral systems participating in fire prevention in the French Mediterranean region », *Western European silvopastoral systems*, Étienne M. (ed.), INRA Éditions, Paris :93-102
- Kuhnholz-Lordat, 1938, *La terre incendiée. Essai d'agronomie comparée*, La Maison Carrée, Nîmes, 361 p.
- Lambert B., 1995, *Évolution annuelle du phytovolume du ciste de Montpellier selon différentes modalités d'emploi du feu*. Doc. Int.
- Lambert B., 2002, *Résultats et enseignements de 17 années de suivis sur le site de Prades*, SIME
- Legrand C., 1987, *Étude comparée de la régénération spontanée de la strate ligneuse dans une forêt incendiée et sur un pare-feu arboré soumis à des feux contrôlés*, DEA écologie Univ. Aix-Marseille III, INRA-SAD Avignon, 30 p.
- Legrand C., 1992, *Régénération d'espèces arbustives méditerranéennes par rejets ou semis, après brûlage dirigé et pâturage. Conséquences sur la dynamique d'embroussaillage*, thèse d'écologie Univ. Aix-Marseille III, INRA-SAD Avignon, 92 p.
- 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
- 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., Étienne M., 1996, *Impact des méthodes de débroussaillage sur la dynamique du ciste de Montpellier*
- Sebill N., Lambert B., 1991, *États du milieu et maîtrise des brûlages dirigés. Premières approches*, Société d'élevage des PO et SIME Montpellier, 79 p.
- Trabaud L., 1980, *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigues du Bas-Languedoc*. Thèse USTL/CEFE-CNRS, 288p.+annexes
- Trabaud L., Oustric J., 1989a, « Influence du feu sur la germination des semences de quatre espèces ligneuses méditerranéennes à reproduction sexuée obligatoire », *Seed Sci. & Technol.*, 17 : 589-599
- Trabaud L., Oustric J., 1989b, « Comparaison des stratégies de régénération après incendie chez deux espèces de cistes », *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 44
- Troumbis A., 1985, *Dynamique après perturbation des populations de deux espèces de Cistus à reproduction sexuée obligatoire*. Thèse d'écologie, Univ. P. Sabatier Toulouse, 254 p.
- Troumbis A., Trabaud L., 1986, « Comparison of reproductive biological attributes of two Cistus species », *Acta oecologica/ oecologica plantarum*, 7(21), n°3 : 235-250
- Troumbis A., Trabaud L., 1987, « Dynamique de la banque de graines de deux espèces de cistes dans les maquis grecs », *Acta oecologica/ oecologica plantarum*, 8(22), n°2 : 167-169
- Valette J.C., Rigolot É., Maréchal J., 1990, *Le brûlage dirigé : efficacité de la technique brunir et brûler dans les formations forestières méditerranéennes*, Congrès IUFRO, Montréal.
- Valette J.C., Rigolot É., Étienne M., 1993, « Intégration des techniques de débroussaillage dans l'aménagement de défense de la forêt contre les incendies », *Forêt Méditerranéenne*, 14 (2):141-154.
- Vuillemin J., Bulard C., 1981, « Écophysiologie de la germination de *Cistus albidus* L. et *Cistus monspeliensis* L. », *Naturalia Monspeliensa*, 46 : 1-11
- Collection RCC
- n°1, 2001, *Méthodes de suivi des coupures de combustible*, 63p.
- n°2, 1999, *Analyse après incendie de six coupures de combustible*, 81p.
- n°3, 2000, *Coupures de combustible, le coût des aménagements*, 58p.
- n°4, 2000, *Conception des coupures de combustible*, 154p.
- n°5, 2002, *Des moutons en forêt littorale varoise*, 73p.
- n°6, 2002, *Du plan départemental à la coupure de combustible. Guide méthodologique et pratique*, 48p.

Glossaire et abréviations

CFM	conservatoire de la Forêt méditerranéenne
CTE	contrat territorial d'exploitation
CUMA	coopérative d'utilisation de matériel agricole
Dangel	véhicules (les premiers étaient des 504 Peugeot équipés du système 4x4 de marque Dangel) servis par un équipage mixte : un ouvrier forestier de l'ONF (ouvrier sylviculteur ou harki) et un sapeur-pompier. Le Dangel obéit à un règlement très strict et précis mis au point par la DDAF, l'ONF et le SDIS. Sa couleur jaune l'identifie comme véhicule de prévention et facilite son rôle de sensibilisation auprès du public. Il complète l'action de surveillance du « patrouilleur vert ». Sur un départ de feu, il intervient après en avoir averti le CODIS et sous la responsabilité de ce dernier, puis quitte la zone dès l'arrivée des pompiers.
DFCI - PFCI	défense (protection) des forêts contre l'incendie
jeb	journée équivalent brebis (unité de mesure de la pression de pâturage ; des coefficients permettent de transformer des journées de pâturage bovin ou caprin en jeb)
Lame rome	lame classique de bulldozer
Espèce à lignotuber	ensemble de la strate arbustive haute du maquis (bruyères, arbousier, myrte, calycotome, filaire, pistachier...)
MAE	mesures agri-environnementales
kg MS	kilogramme de matière sèche (unité de mesure de la phytomasse)
Mulchbroyat	les travaux d'ouverture par broyage permettent de créer une couche de litière plus ou moins fine, apportant matière organique et conditions hygrométriques favorables à la germination.
Passe-pied	layon étroit
RCC	Réseau Coupures de combustible
Segment	tronçon de coupure où les équipements, la végétation (hors et sur la coupure), la situation topographique, les conditions aérologiques et le type de front incident, restent constants et homogènes.
UFL	unité fourragère lait
UTH	unité de travail humain
ZICO	zone d'intérêt ornithologique
ZNIEFF	zone naturelle d'intérêt écologique, floristique ou faunistique

Achévé d'imprimer sur les presses de
l'Imprimerie CIAM à Langlade (Gard) en octobre 2003

Dépôt légal octobre 2003
ISSN 1622-5341

