

INTÉGRATION DES TECHNIQUES DE DÉBROUSSAILLEMENT DANS L'AMÉNAGEMENT DE DÉFENSE DE LA FORÊT CONTRE LES INCENDIES

par Jean-Charles Valette, Eric Rigolot* et Michel Etienne***



Photo 1 : Coupure dans les Maures.

Photo E.Rigolot / I.N.R.A.

Introduction

En région méditerranéenne française, la forêt, au moins dans la partie non montagneuse de la région, est présente sous la forme de massifs de quelques dizaines d'hectares pour certains à plusieurs milliers d'hectares pour d'autres, parfois contigus entre eux et s'inscrivant dans le paysage

* I.N.R.A., Laboratoire de recherches forestières méditerranéennes, Unité de prévention des incendies de Forêts, Av. A Vivaldi, 84000 Avignon

** I.N.R.A., Unité d'écodéveloppement, Domaine St Paul, 84143 Montfavet

méditerranéen. Ces massifs, autrefois mités par des exploitations agricoles, se sont progressivement refermés au rythme de la désertification du milieu rural, essentiellement depuis la seconde guerre mondiale. Les anciennes terres cultivées ou pâturées se sont embroussaillées et la forêt a entamé sa phase de reconstitution en faisant appel à des espèces pionnières comme, par exemple, dans les milieux kars-tiques, le pin d'Alep. La mise en oeuvre des récentes recommandations de mise en jachère de terres agricoles, élaborées par la C.E.E., va conforter cette évolution.

Or, la structure de ces formations confère longtemps une très forte combustibilité à ces milieux en raison de l'importance de la strate arbustive et du faible couvert relatif de l'étage arboré. Depuis toujours, ces peuplements ouverts ont payé un lourd tribut aux incendies qui constituent un facteur cyclique déterminant de leur dynamique.

Ainsi que l'indique Delabrazé (1990c), les coupures de combustible cloisonnant le massif sont un excellent outil pour l'aménager dans le cadre de la défense contre les incendies (D.F.C.I.). Ces coupures peuvent être périmétrales afin de réduire les risques d'entrée de feux agricoles ou périurbains, elles peuvent être également internes pour "cantonner" le feu lorsque l'incendie y a éclaté ou y a pénétré.

Certaines de ces coupures ont une vocation stratégique, à ce titre leur implantation doit être réfléchie par les services forestiers, en concertation avec les services de lutte, afin que leurs caractéristiques (site, orientation, largeur, niveau d'entretien, ...) les rendent opérationnelles en phase de lutte. La réalisation de ces ouvrages doit tenir

Les techniques d'entretien des coupures de combustible

Parmi les techniques disponibles, certaines sont d'un emploi classique (débranchement manuel, débroussaillage mécanique), d'autres sont d'un emploi plus controversé (phyto-cides), d'autres encore ne sont que d'un usage limité même si les premiers résultats sont encourageants (brûlage dirigé, pâturage contrôlé), d'autres enfin, mis en oeuvre depuis peu en milieu méditerranéen par quelques gestionnaires, n'ont pas encore été expérimentées par la recherche (dessouchage). Delabrazé (1990a) souligne que "chaque méthode contribue à faire évoluer la composition floristique de la zone directement traitée, de façon caractéristique pour chaque procédure suivie et les outils adoptés, mais elle entraîne aussi des transformations du milieu des abords contigus au traitement dont il convient de prendre conscience".

Quelle que soit la technique employée, il est nécessaire de faire appel à des professionnels formés et compétents. L'amélioration de l'efficacité des techniques, la réduction des coûts, l'optimisation des solutions retenues passent obligatoirement par une formation des intervenants, sans pour autant chercher une spécialisation étroite qui ne permettrait pas de jouer sur la complémentarité des techniques.

Le débroussaillage manuel

Cette opération est réalisée avec des outils à main (serpes, scies d'élagage, ...) et des outils à moteur thermique portés à dos d'homme (débroussailleuses, scies à chaîne, ...). L'intervention manuelle permet de faire évoluer progressivement vers l'étage supérieur des individus de certaines espèces susceptibles de présenter, à terme, un port arboré (*Arbutus unedo* p.e

chantiers qui en découle. Maillet et al. (1990) ont testé toute une série de matériels lourds et fournissent des prix de revient actualisés. Le fonctionnement de ces matériels sur des coupures de combustible arborées ou sur forte pente, pose des problèmes parfois insolubles. Souvent, avant tout autre travail, la restructuration de la coupure est nécessaire (réduction de la couverture arborée, constitution de bosquets non traités...). Il est même parfois nécessaire, en particulier quand l'engin de traction est à chenilles, d'effectuer un passage préalable du broyeur de cailloux qui rend le milieu plus "carrossable" et, par là, réduit les risques de panne et donc les frais de maintenance.

Les contraintes climatiques sont quasiment nulles. Le travail en courbes de niveau est possible sur les pentes en travers inférieures à 30%, le travail dans le sens de la pente est possible jusqu'à 60%, à condition de ne pas rencontrer de rupture 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.

L'opération, une fois la coupure restructurée, est sans effet sur la strate arborée sauf des écorçages au collet préjudiciables au bon état sanitaire des arbres. Si cette technique réduit spectaculairement le phytovolume et la phytomasse de la strate arbustive, elle est à peu près sans effet sur la strate herbacée. Elle accroît considérablement le phytovolume et la phytomasse de la litière qui, ici, ne peuvent être aussi aisément réduits, le "broyat" étant peu aisé à mobiliser. Le tableau I propose une fourchette des quantités de broyat déposées sur le sol pour une gamme de peuplements arbustifs méditerranéens français et selon qu'il

efficacité croissante selon que l'engin est muni de couteaux (souches sectionnées donc chicots dangereux et effet taille), de chaînes (souches lacérées mais rejets parfois couchés) ou de marteaux (souches déchiquetées et broyat fin).

Les coûts sont liés à la topographie, à la quantité de matériel végétal à broyer et à la présence ou non d'un marché concurrentiel. A titre d'exemple, des travaux sur terrain faiblement ondulé ont été facturés 6500 F/ha pour de l'ouverture de gros maquis et 3000 F/ha pour de l'entretien de repousses.

Les phytocides

Le CEMAGREF (1989), dans sa fiche 13, rappelle les modes d'actions des matières actives, précise les modalités des divers types de traitement selon qu'ils sont appliqués à partir d'engins terrestres, de matériels portés dorsaux ou d'aéronefs et fournit quelques solutions-types. Les principaux phytocides présentent deux stratégies de pénétration (Delabrazé, 1990b). La simazine, la chlortiamide ou le dichlobénil, le tébuthiuron, l'éthidimuron ou le thiazafuron sont des herbicides à absorption racinaire quasi-exclusive; le dalapon, l'hexazinone, le glyphosate, l'association 2,4-D + dichlorop ou le triclopyr sont des phytocides à absorption foliaire dominante ou exclusive.

L'emploi des phytocides permet d'allier souplesse et facilité d'application à un spectre étendu d'efficacités spécifiques pour des matières actives à pénétration foliaire, comme le glyphosate et le triclopyr par exemple (Delabrazé, 1990a). Toutefois, il y a risque d'entraînement des matières actives à action racinaire hors de la zone traitée, essentiellement par colluvionnement (1). De même, une certaine toxicité a été observée vis à vis d'espèces arborées, ce qui conduit à n'utiliser ces matières actives à action racinaire que dans des sites particuliers, sur les périmètres de zones sensibles (décharges publiques, aires de stockage

de produits pétroliers ou de gaz...) ou sur une partie seulement de la coupure. Enfin, les conditions phénologiques (2) et climatiques d'emploi des matières actives à pénétration foliaire (systémiques) sont assez restrictives.

Ces réserves étant faites, cette technique, correctement utilisée, donne des résultats remarquables. Valette (1986) illustre l'action durable du glyphosate à

ammonium (Krénite) se négociait, début 1992, de 600 à 700 F/ha. Quand le terrain est trop pentu ou que le peuplement est trop dense, le chantier doit être réalisé à la lance et pourtant il se négocie à peine plus cher, 1000 F/ha.

En conclusion, on peut dire qu'en raison de l'aspect de la coupe de combustible, au moins dans les mois qui suivent l'application, l'emploi exclusif des phytocides sera réservé aux secteurs où le rôle récréatif de la forêt est limité.

Le brûlage dirigé

Les premières opérations pratiques, sur les coupures de combustible, ont été réalisées en France par l'unité de prévention des incendies de forêt de l'I.N.R.A. dans les années 1981-1982. Depuis, de nombreux travaux ont été réalisés dans les principaux écosystèmes forestiers méditerranéens par cette équipe de recherches, relayée par d'autres équipes dans d'autres milieux et avec d'autres objectifs, rénovation de pâture par exemple. La fiche 15 du CEMAGREF (1989), Lambert & Parmain (1990), Delabrazé (1990a) font le tour complet des caractéristiques de cette technique et des contraintes de sa mise en oeuvre. En entretien de coupe arborée, pour que la conduite soit aisée, il est conseillé que le couvert soit préalablement relevé, que les tiges et brins mal venants ou dépérissants soient éliminés, et que des bordures de sécurité soient créées. Celles-ci sont réalisées soit, à l'avancement du chantier, par débroussaillage manuel d'un passe-pied, ou bien ouverture d'un filet au débroussaillage mécanique ou à la charrue, ou bien en employant la technique de la ligne humide au fur et à mesure de la mise à feu ; soit, de façon plus durable, en utilisant très localement des herbicides de position qui vont débarrasser le sol de toute végétation sur l'emprise de cette bordure.

Trois contraintes d'utilisation du brûlage doivent être soulignées : absence de continuum entre les strates basses et la strate arborée, siccité du vecteur du feu et conditions climatiques strictes du jour de 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.

Référence	Objectif	Combustible	Site	Surface	Travaux préparatoires	Coûts Brûlage	Total	Coût Total/ha
Guillon 1992	DFCI	Chêne kermès et brachypode sous futaie de pin d'Alep	Coupure linéaire 2 x 25 m	6,5 ha	1500 F	27500 F	29000 F	5000 F/ha
Robion 1991	Pastoral	Tapis herbacé, thym lavande, bouquets de genêts à balai		50 ha	0	8000 F	8000 F	160 F/ha
Robion 1991	Pastoral	Relus de pâture importants et broussailles peu développées sous couvert de chêne pubescent		4 ha	13250 F	7000 F	20250 F	5060 F/ha
Robion 1990	DFCI	Hautes herbes et cistes genêts et broussailles diverses		6 ha	2000 F	7000 F	9000 F	1500 F/ha
Lambert 1991	Pastoral	Lande à Genêts purgatifs de 70 cm	Estive	50 ha	0	5400 F	5400 F	108 F/ha
Binggeli 1992	DFCI	Andains de dessouchage broyat dans chênaie et rémanents divers	Coupure bord de route 2 x 50 m	30 ha	0	15000 F	15000 F	500 F/ha

Tab. II : Quelques exemples de coûts de chantiers de brûlage dirigé.

forêt a mis en place des dispositifs destinés à résoudre ce problème, mais ils ne livreront pas avant l'an 2000 les premiers enseignements fiables.

La jeunesse de la technique d'une part et la diversité des objectifs assignés, des milieux traités et des logistiques mises en oeuvre d'autre part, ne permettent pas encore d'avancer des coûts de

les ovins ont du mal à mettre en valeur des milieux fermés. Le pâturage des caprins, étroitement contrôlé, donne d'excellents résultats dans des milieux riches en ligneux bas car les chèvres pénètrent beaucoup mieux dans des strates arbustives fermées et recherchent intensément le feuillage des espèces ligneuses (Etienne et al., 1985 ; Léouffre, 1991). Enfin, des opérations pilotes, réalisées avec des animaux plus lourds et plus frugaux, ont également donné d'excellents résultats : ânes ou taureaux dans des zones à *Quercus coccifera*, bovins ou chevaux dans des formations à *Quercus suber*, *Quercus ilex* ou *Quercus pubescens*. La transhumance inverse de troupeaux de génisses dans les forêts et maquis du Var ou des Pyrénées Orientales est d'ailleurs la modalité qui s'est le plus développée au cours de ces dernières années.

L'impact du pâturage est conséquent sur deux composantes du combustible : il en modifie partiellement la structure par écrasement mécanique (essentiellement lié au piétinement) et il en réduit la phytomasse par consommation. L'effet mécanique est proportionnel au poids de l'animal et au niveau de chargement, il est particulièrement effectif sur les rémanents qu'il casse et tasse sur le sol (Genin, 1985). L'effet d'abroustissement est plus complexe à définir car de nombreux facteurs extérieurs entrent en jeu (topographie, complément nutritif, phénologie, apprentissage, espèces dominantes...) qui s'ajoutent à l'espèce animale choisie. De toute façon, l'impact de l'animal sur la strate arbustive est toujours incomplet, souvent dispersé et sélectif (Combier, 1990 ; Pirat, 1991). Il n'intervient que comme un frein au développement des repousses. Par contre son utilité dans le contrôle du tapis herbacé est indéniable, le nettoyage du combustible fin d'origine herbacée étant parfaitement assuré

Le dessouchage

Cette technique, non encore suivie expérimentalement, dérive de celle qui est employée dans les plantations de *Pinus pinaster* dans les Landes, sur la façade atlantique. Les coupures de combustible qui quadrillent ces peuplements sont non-arborées et sont systématiquement entretenues par le passage de la charrue à disques, type "cover-crop", le terrain sablonneux facilitant considérablement l'opération. En milieu méditerranéen la faisabilité de ces travaux est conditionnée par la nature de la roche-mère. Souvent beaucoup trop coûteux pour être réalisés sur une largeur significative en milieu calcaire où les sols sont trop superficiels, ils trouvent par contre bien mieux leur place en milieu cristallin, et sont déjà mis en œuvre notamment par les S.I.V.O.M. du Pays des Maures et du Centre Var.

L'objectif est à la fois l'élimination totale du combustible sur la zone traitée et une déstabilisation des souches qui entraîne un taux de repousse plus faible des arbustes par rapport au broyage classique. Au regard de ces objectifs et des types d'engins utilisés, on préférera le terme général de dessouchage à celui trop restrictif de labour.

Deux types de chantiers se distinguent selon que le dessouchage est opéré par bandes ou sur l'ensemble de la coupure. Dans le premier cas, l'objectif est d'adjoindre aux coupures débroussaillées classiques, une ou plusieurs bandes à "sol nu" (pare-feu vrai) qui contribueront à empêcher un feu courant de franchir la coupure. Pour conserver leur efficacité durant toute la période estivale, ces bandes doivent être entretenues annuellement au début de la période de risque et après le recrû de printemps. Techniquement, cela consiste, là où les sols le permettent, à dessoucher une bande de 2,5 m de large (un passage), ou mieux de 5 m de large (deux passages). Ces bandes judicieusement placées peuvent éventuellement servir de support à l'allumage d'un contre-feu. En dehors de la période de haut risque, le reste de l'emprise de la coupure peut être entretenu par d'autres techniques. Dans le cas où le brûlage dirigé est la technique retenue, ces bandes seront localisées en bordure externe de la coupure et constitueront d'excellentes bandes de sécurité pour la mise à feu, puis la conduite du brûlage ; l'investissement est alors mieux amorti. Ces

bandes de sécurité ont été utilisées avec succès sur les chantiers de brûlage des Forestiers-Sapeurs de Lambesc (Bouches du Rhône).

Dans le cas du traitement de l'ensemble de la coupure, la solution technique qui semble donner les meilleurs résultats consiste en deux passages successifs la même année, le premier avec une lame Fleco ou un godet munis de dents, et

Combinaisons de techniques



Photo 11 : Dessouchage, fertilisation et sursemis avec le DUTZI.

Photo E. Rigolot / I.N.R.A.

A plusieurs reprises, au sein du chapitre précédent, il a été souligné que l'emploi de telle ou telle technique demandait, au préalable, que la coupe soit restructurée (relèvement du couvert pour le passage des engins, création de bandes latérales de sécurité...). Il a également été indiqué que les effets, ou les impacts, d'une technique sur telle ou telle strate doivent être complétés par l'emploi d'une autre technique (élimination du broyat résultant du débroussaillage mécanique, suppression des charpentes détruites par les phytocides, résorption des refus de pâture...). Depuis plus de cinq ans, l'Unité de prévention des incendies de forêt et l'Unité d'écodéveloppement de l'I.N.R.A. d'Avignon, recherchent des solutions combinant deux techniques, voire plus.

Ces combinaisons sont de deux natures, elles consistent :

- soit à juxtaposer presque simultanément deux techniques sur la coupe comme, par exemple, la création de bandes de sécurité latérales (débroussaillées, traitées chimiquement ou brûlées à l'avancement) bordant le centre de la coupe traitée au brûlage dirigé ;
- soit à échelonner dans le temps les interventions en définissant alors un véritable itinéraire technique.

Dans ce second cas, les opérations s'inscrivent dans un plan pluriannuel d'entretien, le gestionnaire renonçant alors au résultat spectaculaire, immédiat mais souvent fugace, pour un résultat, moins spectaculaire certes, mais

plus durable et généralement moins coûteux.

Des dispositifs expérimentaux ont été installés depuis 1985 dans ce but, les premiers résultats sont encourageants. Ils mettent en évidence la complémentarité des techniques et, surtout, ils identifient des combinaisons qui conduisent à des impasses (Valette et al., 1990; Valette & Rigolot, 1991; Bertrand et al., 1991). Les principales combinaisons testées sont présentées ci-après.

Les nombreuses études en vraie grandeur et les nombreux suivis d'exploitations pastorales réalisés par l'I.N.R.A. et le C.E.R.P.A.M. permettent de définir les conditions d'une optimisation de la combinaison qui sauvegarde les intérêts de l'éleveur et du forestier (I.N.R.A.-C.E.R.P.A.M., 1991).

Phytocides et débroussaillage

Cette combinaison est susceptible d'améliorer significativement la durée des effets du broyage en évitant le recru brutal de la végétation dès la première saison de végétation qui suit le débroussaillage.

L'application de phytocides systémiques (glyphosate ou triclopyr) en début d'automne, lors de la reprise partielle de la végétation après la pause estivale entraîne l'accumulation, au printemps suivant, de végétaux morts dont le feuillage sec tardera à tomber. Un débroussaillage de printemps va permettre de supprimer ces charpentes avant l'été tout en ayant laissé le temps aux matières actives de migrer dans la rhizosphère⁽⁵⁾ des végétaux et de la détruire.

A l'inverse, cette combinaison peut être également réalisée en broyant la végétation non traitée, puis en appliquant un phytocide de position type urée substituée (éthidimuron) qui bloquera le recru et empêchera les nouvelles germinations. Cette seconde méthode est à réserver aux zones à haut risque de feu (périmètre de décharge par exemple) en raison du risque d'entraînement de la matière active et ne peut être utilisée que sous des peuplements résineux (pinède de pin d'Alep), les espèces feuillues étant en général beaucoup moins résistantes.

Phytocides et brûlage dirigé

L'unité de prévention des incendies de forêt est à l'origine de l'utilisation de cette combinaison sur la façade méditerranéenne, des travaux antérieurs ayant toutefois été réalisés par quelques équipes nord-américaines. La première combinaison, brûlage dirigé puis phytocides, "brûler puis brunir" (Valette et al., 1990) s'apparente à la première variante de la combinaison précédente.

(5) - N.d.e. : **Rhizosphère** : milieu où vivent les racines.

Comme elle, elle permet d'appliquer les phytocides à la période d'efficacité maximum des matières actives. Comme elle, elle nécessite que les rejets après le feu soient suffisamment développés

conduite de l'opération sur d'anciennes terres agricoles, abandonnées depuis la fin de la seconde guerre mondiale. Cette opération présuppose que l'éleveur soit motivé et qu'il s'engage à maintenir une pression de pâturage soutenue même si le milieu n'est pas ouvert en totalité dès le premier feu. Les observations prouvent que des animaux, même de petite taille comme les caprins, sont tout à fait à même de tirer profit de ces espaces surtout si l'éleveur, par des interventions ponctuelles et des façons culturales convenables, vient en aide aux animaux.

Un grand engouement pour cette combinaison se manifeste depuis quelques années, de nombreuses équipes sylvo-pastorales et des services de gestion et de lutte s'y impliquent (Rigolot, 1991). Par contre, sur les coupures de combustible en bordure de voies, même si la combinaison est aussi efficace, les contraintes de conduite des troupeaux, induites par la structure linéaire de la coupure et l'absence de points d'eau, rendent son application beaucoup plus difficile.

Bandes dessouchées et débroussaillage ou brûlage dirigé

Les combinaisons faisant intervenir les bandes dessouchées, appartiennent au groupe des combinaisons juxtaposées dont il est fait état au début de ce chapitre. Il est inutile de revenir sur la description des opérations techniques, par contre, il est fondamental de souligner que d'adjoindre aux débroussaillages ou au brûlage dirigé deux bandes latérales non franchissables par un feu courant présente des avantages non négligeables pour le gestionnaire sans accroître démesurément le coût global. En effet, lorsque la bande dessouchée, côté peuplement, équipe une coupure de combustible sur toute la longueur, elle augmente considérablement l'efficacité de la coupure car elle évite le franchissement de la zone débroussaillée par un feu courant, de faible puissance.

Le débroussaillage réduit le phytovolume des strates basses en une couche de broyat au sol dont la charge est le plus souvent supérieure à celle nécessaire à la propagation du feu (Dupuy, 1991). En l'absence de forces de lutte occupées à d'autres tâches, ce feu finira par traverser, même lentement, la totalité de la coupure pour se propager dans l'autre partie du peuplement et annihiler les efforts consentis par le gestionnaire et annuler l'intérêt du maillage réalisé. Inversement, surtout lorsque ces coupures ourlent des voies fréquentées ou lorsque le rôle des formations forestières est essentiellement récréatif ou touristique, ces bandes discrètes, s'intégrant bien dans le paysage, sont en mesure d'arrêter le développement initial de feux allumés par mégarde par les promeneurs.

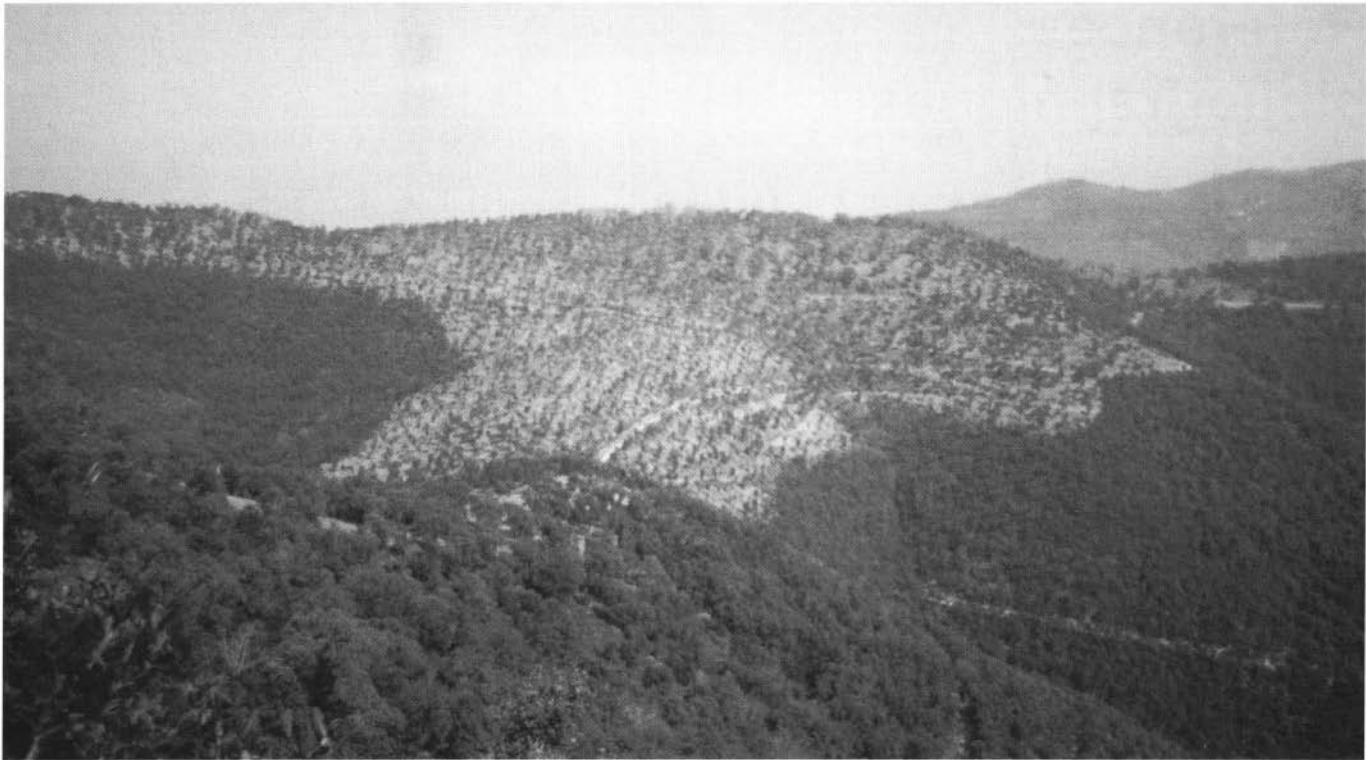


Photo 13 : Piste Martel dans les Maures.

Photo E. Rigolot / I.N.R.A.

nique mis en oeuvre consiste à coupler la création d'une coupure de crête plus ou moins arborée par travail du sol, avec l'installation d'une prairie entretenue par pâturage. Plusieurs matériels et combinaisons ont été testées, la plus prometteuse

Références bibliographiques

A.C.T.A. Index phytosanitaire. Association de coordination technique agricole, Paris. 1991. 519 p.

BERTRAND M., ETIENNE M., GILLON D., LEGRAND C., LUMARET JP., RIGOLOT E., VALETTE JC. Prévention des incendies de forêt en région méditerranéenne par l'utilisation du feu et du pâturage contrôlés : impact sur l'écosystème forestier. Rapport final contrat CEE, 1991. 59 p.

C.E.M.A.G.R.E.F. Guide technique du forestier méditerranéen français. Chapitre 4 : Protection des forêts contre l'incendie. Centre National du Machinisme Agricole du