



**HAL**  
open science

## Equipement du territoire : le brûlage dirigé, bases scientifiques et réalisations

Yvon Duché, Eric Rigolot

► **To cite this version:**

Yvon Duché, Eric Rigolot. Equipement du territoire : le brûlage dirigé, bases scientifiques et réalisations. Rendez-vous Techniques de l'ONF, 2004, 4, pp.36-40. hal-02673729

**HAL Id: hal-02673729**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02673729>**

Submitted on 12 Jul 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Équipement du territoire : le brûlage dirigé, bases scientifiques et réalisations

*Le feu comme outil de prévention pour limiter le risque d'incendie de forêt ! Bien que l'idée fût quelque peu dérangeante à l'origine, elle a fait son chemin au cours des dernières décennies pour s'imposer aujourd'hui tant au niveau de la pratique, de son assise institutionnelle que de la connaissance des effets induits sur le milieu : le point sur cet outil dans le sud de la France.*

Cette idée n'est pourtant pas récente puisque la première loi d'aménagement des forêts contre l'incendie, des 6 juillet et 3 août 1870, relative aux mesures à prendre contre les incendies dans la région des Maures et de l'Esterel, stipulait en particulier « *qu'en dehors des périodes d'interdiction (fixées par le Préfet), l'emploi du petit feu pour le nettoyage des bois, forêts et landes peuplées de morts-bois, qui sont séparées par des tranchées de protection est autorisé sous la réserve, en cas d'incendie produit par ledit feu, des peines portées au Code Pénal* ».

La loi ne faisait que concrétiser l'usage traditionnel du feu par les forestiers et les éleveurs pour réduire à faible coût la végétation sur pied ou coupée. Mais le texte, par les réserves émises immédiatement après l'autorisation, mettait aussi en évidence que cette technique, encore qualifiée d'écobuage, pouvait aussi dégénérer en incendie de forêt si son auteur manquait de pratique ou si les



E. Rogolot, INRA

*Brûlage dirigé sous pinède à Bages (Aude)*

conditions climatiques variaient brusquement en cours de journée. De ce fait, cette disposition n'a pas été reprise par les textes postérieurs, et l'emploi du feu a été réservé aux propriétaires de terrains et leurs ayants-droit.

Dans le même temps, la déprise agricole et l'exode rural ont conduit notamment à une modification de la pratique du feu, et à un embroussaillage des terres cultivées et des pâturages. L'embroussaillage a pour conséquences immédiates un appauvrissement de la diversité biologique des milieux ouverts, mais aussi, en région méditerranéenne, une augmentation des risques d'incendies de forêt. Ces risques sont d'autant plus marqués que le savoir-faire des populations rurales dans l'emploi du feu a fortement régressé, transformant une pratique organisée et généralement collective en un acte individuel le plus souvent dissimulé.

Le brûlage dirigé est une opération planifiée et ordonnée, qui consiste à conduire le feu avec un objectif clairement défini, sur tout ou partie d'une surface prédéfinie, et en toute sécurité pour les espaces limitrophes. Le décret du 29 avril 2002 indique qu'il est entendu par brûlage dirigé « *la destruction par le feu des herbes, broussailles, litières, rémanents de coupe, branchages, bois morts, sujets d'essence forestière ou autres lorsqu'ils présentent de façon durable un caractère dominé et dépérissant, dont le maintien est de nature à favoriser la propagation des incendies* » ; il précise que « *cette opération est conduite de façon planifiée et contrôlée sur un périmètre prédéfini, avec obligation de mise en sécurité vis-à-vis des personnes, des biens, des peuplements forestiers et des terrains limitrophes, conformément aux dispositions du cahier des charges approuvé par chaque Préfet de département* ».

Fig. 1a - Feu à la recule ou descendant

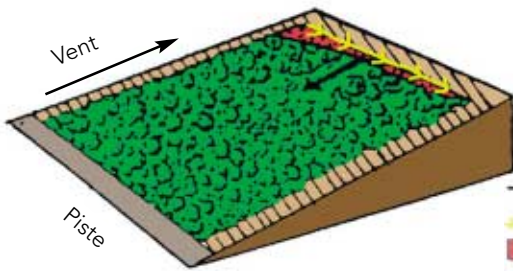


Fig. 1b - Feu par courbes de niveau successives

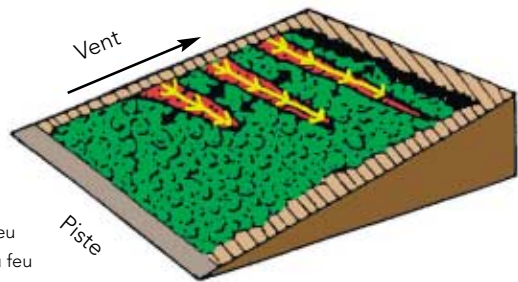


Fig. 1c - Feu au vent montant

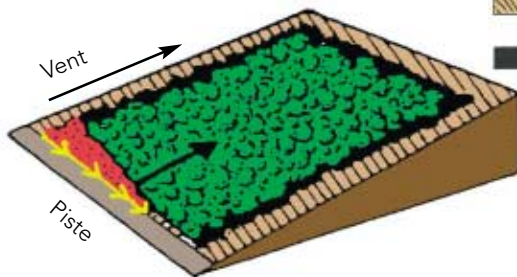
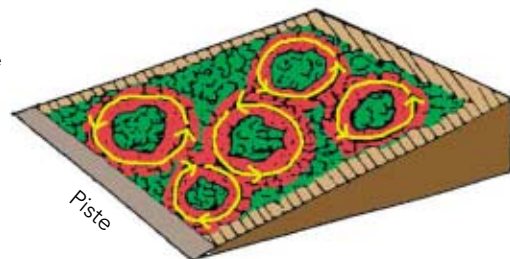


Fig. 1d - Feu par bosquets ou tâches



- Progression du feu
- Sens de la mise à feu
- Développement du feu
- Végétation initiale
- Zone de sécurité débroussaillée
- Zone de sécurité brûlée à la recule

Fig. 1 Les principaux modes de conduite du feu (adapté de Clopez 2003)

Ainsi, dans les années 1980, les autorités publiques ont cherché à développer des techniques pour diminuer la quantité de combustible végétal, en particulier par l'emploi du feu comme outil d'entretien de l'espace sous une forme moderne qualifiée « de brûlage dirigé ». Sa faisabilité en milieu méditerranéen a été testée par l'INRA d'Avignon, puis des gestionnaires des espaces naturels méditerranéens et montagnards l'ont mis en pratique. Des équipes spécialisées dans le brûlage dirigé se sont multipliées au début des années 1990. Aujourd'hui, les 15 départements méditerranéens disposent tous d'une ou plusieurs équipes de composition variée : forestiers, pastoralistes, pompiers. Ces équipes se sont formées progressivement grâce à la pratique sur des chantiers de plus en plus complexes mais aussi grâce aux échanges d'expériences au sein d'un « réseau des équipes de brûlage dirigé » animé par l'INRA d'Avignon. Les réflexions menées au sein de ce réseau ont notamment permis de susciter une évolution des textes réglementaires encadrant cette pratique.

### Modes opératoires : contrôler le feu et ses effets

Les modes opératoires permettent de

contrôler la puissance du feu et de maîtriser ses effets sur les composantes de l'écosystème à préserver (sol, étage arboré). Cette maîtrise dépend :

- des conditions météorologiques avant et pendant le brûlage,
- de la structure et de l'état physiologique de la végétation (particulièrement sa teneur en eau), et surtout
- de la technique de conduite du feu.

Pour conduire le feu, on utilise les effets du vent, de la pente, ou leurs effets combinés. Les deux techniques les plus employées sont :

- le feu à contrevent descendant (Fig. 1a)

L'allumage se fait au point le plus haut, à contrevent, appuyé sur une zone débroussaillée ; le feu se développe à la recule très lentement (5 à 30 m/h), il est de faible puissance, donc recommandé dans les massifs très combustibles (par exemple, dans les milieux boisés à chêne pubescent, ou des landes hautes à genêt). Sur terrain plat, le feu est mené seulement à contrevent.

- le feu par courbes de niveau successives (Fig. 1b)

L'allumage se fait selon les courbes de niveau, le feu se développe en montant, plus rapidement. Cette

technique est utilisable dans des zones où une plus forte puissance est possible (landes et maquis bas). Il faut disposer de limites sûres ou les créer (premier brûlage supérieur à la recule).

D'autres modes de conduite peuvent être utilisés, mais leur emploi est moins fréquent, car il répond à des situations particulières :

- le feu au vent montant (Fig. 1c)

L'allumage se fait en bas de pente ou au vent, et le feu peut être très rapide et puissant. Il faut disposer d'une large bande de sécurité sur la lisière de réception du feu.

- le feu par bosquets ou tâches (Fig. 1d)

Cette technique est le plus souvent utilisée pour traiter des bosquets épars, ou des tâches de végétation élevée, situés au milieu de zones incombustibles (par exemple, bosquets de végétation ligneuse au milieu d'un pâturage, ou d'une coupure de combustible). L'allumage se fait en suivant le périmètre des bosquets à traiter, et permet de réaliser un brûlage alvéolaire. Ce mode de conduite permet d'obtenir une mosaïque de terrains brûlés et non brûlés, particulièrement favorable au maintien de la biodiversité du milieu concerné.

## Le brûlage dirigé : des usages et des objectifs variés

Le brûlage dirigé est utilisé dans de nombreux domaines pour remplir des objectifs qui se sont diversifiés. Il peut être avantageusement associé, dans le temps et dans l'espace, à d'autres techniques d'intervention afin de parfaire les effets attendus sur le milieu (Valette et al. 1994). Le brûlage pastoral est l'exemple classique d'une telle association combinant les effets du feu et ceux de la dent du bétail. De manière moins connue, les résidus du broyage mécanique peuvent être incinérés afin d'augmenter l'efficacité des coupures de combustible ainsi entretenues.

### La prévention des incendies

Le brûlage dirigé contribue à décroître l'intensité potentielle de l'incendie : il réduit la charge en combustible, notamment les éléments les plus fins, dans les strates qui contribuent à la propagation du feu, et il rompt la continuité horizontale et verticale du complexe de combustible. Il est ainsi utilisé pour la création et l'entretien d'ouvrages de prévention des incendies de forêts, par réduction du combustible, ou pour la mise en auto protection de parcelles à forte valeur patrimoniale (voir photo). D'autres travaux de brûlage ont pour objectif de réduire le nombre d'incendies : brûlages à vocation pastorale, pour réduire le nombre d'incendies dus à des écobuages non maîtrisés ou brûlage autour de sites à fort risque d'éclosion d'incendies : décharges...

### Au service du pastoralisme

Le brûlage dirigé s'inscrit dans l'accompagnement de la pratique traditionnelle du feu pastoral dont la mise en œuvre est de plus en plus délicate compte tenu de la déprise rurale. Il se traduit soit par un appui technique aux éleveurs qui souhaitent participer aux brûlages, soit par l'intervention d'une cellule de brûlage dirigé, mandatée par une collectivité publique, qui réalise le brûlage à la place des éleveurs. L'opération a pour objectif d'ouvrir des pâturages embroussaillés, ou d'assurer leur entretien par élimination des végétaux ligneux non consommés par le bétail.

## Repères

### Le nouveau contexte réglementaire

La loi d'orientation forestière du 9 juillet 2001 a ouvert la possibilité à l'État, aux collectivités territoriales et à leurs groupements, ou leurs mandataires, tels l'ONF, les services départementaux d'incendie et de secours (ou des entreprises) de réaliser notamment des brûlages dirigés au titre des travaux de prévention des incendies de forêts (uniquement).

Ces dispositions concernent les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon, Corse, Midi-Pyrénées, Aquitaine, Poitou-Charentes, ainsi que les départements de l'Ardèche et de la Drôme ; elles ne sont applicables que dans les zones situées à moins de 200 m des terrains en nature de bois, forêt, landes, garrigues et maquis.

### Accord et information des propriétaires concernés

Les travaux de prévention des incendies comprenant des brûlages dirigés ne peuvent être réalisés qu'avec l'accord écrit, ou tacite, des propriétaires de terrains concernés (selon les modalités fixées au R 321-38 du code forestier).

### Formation

La personne responsable des travaux doit avoir participé à une formation au brûlage dirigé, dans un établissement figurant sur une liste arrêtée conjointement par les ministres de l'agriculture et de l'intérieur.

Cet arrêté, en cours de signature, devrait dans un premier temps retenir le centre interrégional de formation de la sécurité civile de Gardanne (Bouches-du-Rhône), et le centre de formation professionnelle et de promotion agricole de Bazas (Gironde).

### Autres travaux de brûlage dirigé

Les brûlages dirigés réalisés en dehors des zones visées par le code forestier, dans un objectif autre que la prévention des incendies (pastoral, environnemental, cynégétique, sylvicole...) ou par des maîtres d'ouvrage autres que l'État et les collectivités territoriales, ne sont pas visés par les nouvelles dispositions. Ils ne peuvent donc être réalisés qu'en tant qu'ayant droit d'un propriétaire autorisé à apporter du feu à moins de 200 m des forêts.

### Au service de la sylviculture

Le brûlage dirigé est couramment utilisé en Amérique du Nord et en Australie pour la préparation du sol à la régénération naturelle, la destruction de rémanents de coupe, voire l'éclaircie. Les brûlages répondant à cet objectif ne sont pas encore pratiqués en France. Néanmoins, des opérations expérimentales d'« élagage » et de dépressage thermiques ont été menées récemment avec un certain succès dans le massif des Maures dans des régénérations denses de pin maritime (Binggeli, 1997).

### Au service de l'environnement

On enregistre de plus en plus de demandes « environnementales », dont l'objectif est de limiter la fermeture du milieu, pour maintenir une plus grande diversité floristique et

faunistique. Ainsi, entre autres exemples, une équipe de l'Office national des forêts et d'auxiliaires de protection de la forêt méditerranéenne réalise des brûlages pour améliorer l'habitat de l'aigle de Bonelli dont l'un des derniers couples niche dans les falaises du parc naturel régional du Lubéron. De manière générale, le brûlage dans les landes de l'arrière pays, pratiqué par taches, représente actuellement une des techniques, qui garantit à moindre frais, leur richesse zoologique, botanique et paysagère.

## Quelles conséquences sur le milieu ?

### Des suivis sur le long terme

Comme toute intervention sur le milieu naturel, le brûlage dirigé a des effets

directs et indirects et son bon usage nécessite d'en connaître les conséquences sur les différents compartiments des écosystèmes concernés. De nombreuses études ont été menées sur les effets des brûlages dirigés durant les deux dernières décades et se poursuivent actuellement. Les effets sur le milieu ne doivent pas seulement être appréhendés à l'issue d'une intervention unique et sur le court terme. Les recherches s'orientent actuellement vers des suivis sur le long terme des effets des séquences techniques dans lesquelles le brûlage dirigé est plus ou moins prépondérant. Quand le brûlage dirigé est l'intervention clé de la séquence technique, différentes modalités de régimes de feu peuvent être étudiées et comparées. La saison, la dimension du chantier, la fréquence d'intervention, la puissance du feu sont autant de paramètres qui définissent le régime du feu et qui régissent les conséquences à moyen et long terme sur le milieu.

### Effets sur la végétation

D'une manière générale, le brûlage dirigé modifie peu la composition spécifique tant les écosystèmes méditerranéens et montagnards concernés ont souvent été soumis aux perturbations anthropiques et notamment au feu. Ainsi la régénération par rejet est une réponse des peuplements à chênes sclérophylles (chêne vert et chêne liège) d'autant plus marquée que la perturbation (feu, coupes, pâturage) est répétée. Cette stratégie démographique de résistance aux perturbations a permis l'installation dans ces écosystèmes d'autres espèces sclérophylles comme le térébinthe, la filaire ou l'arbousier. En revanche la dominance entre espèces peut changer après brûlage dirigé, au moins temporairement, ou plus durablement selon les régimes de feu et la sensibilité des milieux (landes d'altitude). L'ouverture du milieu par le brûlage favorise temporairement les espèces colonisatrices ce qui peut induire un pic de la diversité floristique pendant quelques années, comme on le note aussi après incendie. Les espèces se régénérant par graines comme certains cistes peuvent être favorisées lorsque l'échauffement lève

### Le brûlage dirigé, combien ça coûte ?

Les surfaces annuellement traitées représentent 6 000 à 8 000 ha pour l'ensemble des départements du Réseau des équipes de brûlage dirigé. Les coûts dépendent des objectifs assignés au brûlage, du type de milieu, et de la superficie de chaque parcelle traitée.

Les coûts moyens sont les suivants :

- 50 à 100 €/ha (HT) pour les zones non arborées, et des chantiers d'assez grandes surfaces. Dans ces mêmes conditions, un entretien mécanique aurait un coût d'environ 500 €/ha.
- 100 à 200 €/ha, pour les zones non ou peu arborées, et pour les petits chantiers, en fonction de l'accessibilité, des prescriptions particulières à respecter, en particulier le brûlage par petites taches. Dans ces mêmes conditions, le débroussaillage mécanique n'est pas possible partout, et d'un coût relativement élevé, d'au moins 800 à 1 000 €/ha.
- 200 à 1 000 €/ha pour les zones arborées (les rendements sont plus faibles car le feu est plus lent pour ménager les arbres, avec plus de travaux préparatoires et de précautions particulières au bénéfice de certaines espèces) ; les coûts sont aussi plus élevés pour des chantiers linéaires et étroits (entretien de bords de routes). Dans ces conditions, le débroussaillage manuel est le plus fréquent, avec un coût d'autant plus élevé que les prescriptions techniques sont importantes, variant de 2 000 à 4 000 €/ha.

Dans tous les cas, le respect des nouvelles dispositions réglementaires, en particulier concernant le recueil des autorisations des propriétaires et leur information, a un coût non négligeable, qui selon la complexité du foncier peut même être élevé.

la dormance des graines accumulées dans les couches superficielles du sol. La puissance du feu est alors un facteur prépondérant dans la dynamique de reconstitution post-traitement.

### Des conséquences très dépendantes de la puissance du feu

De manière générale parmi les composantes du régime de feu, la puissance du brûlage est un paramètre fondamental pour en évaluer les conséquences sur le milieu. Ainsi Gillon (1990) montre que lors de brûlages d'entretien, l'élévation de température dans le sol est très faible, bien que les températures de surface soient d'environ 400 à 500°C. Lors de certains brûlages d'ouverture, dans des milieux où la phytomasse arbustive est beaucoup plus élevée (10 à 20 t/ha), les températures de surface peuvent atteindre 900°C et l'onde de température à 5 cm de profondeur dans le sol est de l'ordre de 100°C. D'autres études montrent l'importance de ne pas totalement détruire la couche de litière fragmentée ou l'humus : le brûlage doit être réalisé lorsque ces horizons sont humides afin de préserver les couches

superficielles du sol. Quoiqu'il en soit, les impacts de l'échauffement sur les composantes physiques, chimiques et biologiques du sol ne doivent pas être négligés et les délais de cicatrisation sont d'autant plus longs que le feu est puissant.

### Effets sur le moyen terme

En Provence calcaire le plus vieux dispositif en Europe de suivi des effets de brûlages dirigés périodiques avec sept interventions depuis 1984 montre l'innocuité des traitements sur la strate arborée en pin d'Alep et la sensibilité des espèces à écorce fine comme le chêne vert. Quant à la rémanence du traitement sur les strates basses dominées par le chêne kermès et le brachypode rameux, les dispositifs dans ce type de milieu ont montré que le brûlage dirigé permettait de contenir l'embroussaillage en deçà du seuil de 2 500 m<sup>3</sup>/ha pendant 3 à 4 ans, démontrant ainsi une efficacité sensiblement moindre que le broyage mécanique. Dans ce type de milieu, on préférera néanmoins le brûlage dirigé deux fois moins coûteux que le broyage mécanique pour autant qu'une

Dans les zones pastorales de moyenne altitude de l'arrière pays méditerranéen, de nombreuses études ont été menées ces dernières années pour mieux comprendre les effets environnementaux de brûlages dirigés périodiques combinés au pâturage. Ces études visaient aussi à comparer l'impact de cette séquence technique à celui de l'incendie et de la non intervention avec l'abandon des espaces délaissés par l'agriculture. Les traitements ont été comparés au moyen d'indicateurs caractérisant le risque d'incendie (recouvrement du genêt purgatif), la diversité floristique, la qualité pastorale du milieu et la protection des sols contre l'érosion (pourcentage de sol nu) (voir figures ci-dessous). Le niveau des indicateurs suivis oppose nettement la perturbation incendie à la séquence d'interventions techniques proposées : la combinaison de brûlages dirigés périodiques au pâturage diminue significativement le risque d'incendie sans exposer le sol aux risques d'érosion, et améliore le fond pastoral ainsi que la diversité floristique (Rigolot et al, 1998).

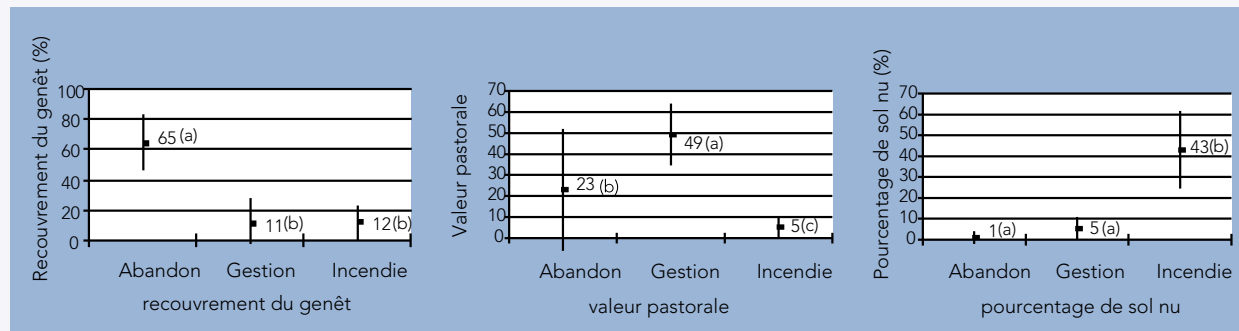


Fig. 2 Moyennes et intervalles de confiance de différents indicateurs. Le dispositif expérimental est constitué de trois parcelles : incendie en été 1994 ; gestion (brûlage pastoral non contrôlé en 1980 + trois brûlages dirigés (1990, 1995 et 1996), + pâturage ovin régulier) ; abandon (pas d'intervention depuis 1950). Les valeurs moyennes regroupées avec la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

équipe spécialisée soit disponible sur le secteur.

Des études associées (voir encadré ci-dessus) prennent en compte l'impact de ces séquences techniques sur les communautés animales et notamment sur les oiseaux dont la composition en espèces et la densité évoluent en fonction des changements de la végétation qui les abrite (Pons, 1999). Ces travaux débouchent sur des recommandations de gestion associant brûlages périodiques et pâturage pour maintenir et créer des espaces ouverts, qui abritent de nombreuses espèces rares ou menacées en France.

### Conclusion

Pour constituer une technique d'intervention efficace, le brûlage dirigé doit avoir des effets significatifs en fonction des objectifs recherchés tout en minimisant les conséquences indésirables. Les relations entre modes opératoires, conditions stationnelles et conditions micro-climatiques qui précèdent et accompagnent l'opération permettent de se rapprocher au mieux des effets attendus à court et moyen terme. La phase préalable

d'analyse, de concertation avec les partenaires et de prescription est fondamentale afin de bien préciser les objectifs et les contraintes liés à chaque opération. Ainsi la mortalité des arbres peut être indésirable sur certains chantiers et au contraire recherchée sur d'autres. Dans les deux cas comme on l'a vu, les modes opératoires adaptés peuvent être définis. Le caractère programmé de l'opération de brûlage dirigé et la finesse de l'outil quand il est bien maîtrisé font que le débat se pose davantage en termes d'objectifs et de contraintes qu'en termes d'effets positifs ou négatifs. Quoiqu'il en soit, des recherches sont encore nécessaires pour déterminer les régimes de feu qui satisfassent à la fois aux exigences sociales et écologiques.

**Yvon DUCHÉ**

ONF, direction territoriale méditerranée  
yvon.duche@onf.fr

**Éric RIGOLOT**

INRA, unité de recherches forestières méditerranéennes  
Avignon  
rigolot@avignon.inra.fr

### Bibliographie

BINGGELI F. 1997. Élagage et éclaircie thermique en DFCL : Mécanismes, indications, modes d'emploi, incidences. Forêt Méditerranéenne XVIII(4), pp. 318-326.

GILLON D. 1990. Les effets des feux sur la richesse en éléments minéraux et sur l'activité biologique des sols. Revue Forestière Française n° spécial « Espaces forestiers et incendies » pp. 295-302.

PONS P. 1999. Brûlage dirigé et incendie sauvage : Ont-t-ils l'un et l'autre le même impact sur l'avifaune ? Forêt Méditerranéenne XX(2) pp. 103-114.

RIGOLOT, E., ETIENNE, M., LAMBERT, M. 1998. Different fire regime effects on a *Cystisus purgans* community. In Fire Management and Landscape Ecology. Ed. Traubad : 137-146.

VALETTE J.C., RIGOLOT E., ETIENNE M. 1994. Combinaison des techniques de débroussaillage pour l'aménagement de défense de la forêt contre les incendies. ONF – Bulletin Technique n°26, pp. 21-29.