

Conception des coupures de combustible

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

**MÉTHODES DE SUIVI DE L'AMÉNAGEMENT DES COUPURES DE COMBUSTIBLE (RCC n°1)**

À paraître en 2001

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

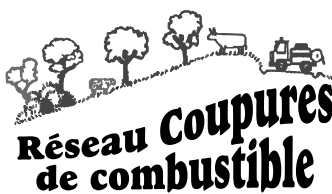
Octobre 1999

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

Janvier 2000

# Conception des coupures de combustible

Éric RIGOLOT et Michel COSTA  
Éditeurs scientifiques



Réseau Coupures de combustible  
décembre 2000 - n°4

Dessins de couverture : **Marc Clopez**

**Comité de pilotage du séminaire sur la conception des coupures de combustible,  
5 au 7 avril 2000, Porto-Vecchio, Corse-du-Sud :**

**François Binggeli**, Espaces Méditerranéens, Fox-Amphoux

**Philippe Caramelle**, Direction Régionale de l'Office National des Forêts de la Corse, Ajaccio

**Michel Costa**, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de Corse-du-Sud, service environnement forêts, Ajaccio

**Jean-Yves Duret**, Conseil Général de Corse-du-Sud, service des forestiers-sapeurs, Porto-Vecchio

**Michel Étienne**, Institut National de la Recherche Agronomique, Unité d'Écodéveloppement, Avignon

**Bernard Foucault**, Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne, Marseille

**Jean-Jacques Peraldi**, Service Départemental d'Incendie et de Secours de Corse-du-Sud, Ajaccio

**Patrick Resplandy**, Service Départemental d'Incendie et de Secours de l'Hérault, Béziers

**Éric Rigolot**, Institut National de la Recherche Agronomique, Unité de Recherches Forestières Méditerranéennes, Avignon

**Patrick Tramoni**, Conseil Général de Corse-du-Sud, Ajaccio

Référence

Rigolot É., Costa M. (coord.). *Conception des coupures de combustible.*

Réseau Coupures de combustible RCC n°4 - Éd. de la Cardère Morières, 2000, 154 p.



**Éditions de la Cardère**

8 impasse du Tilleul

84310 Morières

<http://perso.wanadoo.fr/cardere>

© Éditions de la Cardère 2000

ISBN : 2-914053-04-5

© Le code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> 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<sup>e</sup>.

# Sommaire

- 7 Le séminaire de Porto-Vecchio (É. Rigolot & M. Costa)

## INTRODUCTION

- 10 *Synthèse B. Foucault*  
13 Politique nationale de prévention des incendies de forêt (J.L. Roussel)  
17 Mises au point préliminaires (Y. Duché & É. Rigolot)  
20 *Débats*

## PRÉPARER LE TERRAIN : LES PRINCIPES DE BASE

- 24 *Synthèse J.C. Valette*  
27 Prendre en compte l'aérologie (C. Bruno & J. Bidet)  
29 Apports de la physique du feu (J.L. Dupuy)  
41 Traitement de la végétation (J.L. Guiton & L. Kmiec)  
47 Guide varois des équipements pour la lutte (P. Brasseur)  
50 *Débats*

## CONSIDÉRER LES MOYENS, MANŒUVRES ET STRATÉGIES DE LUTTE

### Des coupures opérationnelles

- 56 *Synthèse Y. Duché*  
57 Tactiques et stratégies de lutte (A. Jardinot & R. Vittori)  
61 Implication des utilisateurs dans la conception des ouvrages en Corse-du-Sud (J.Y. Duret & M. Costa)  
64 *Débats*

### Illustration d'une coupure de combustible stratégique : Margaretaju (Corse-du-Sud)

- 68 *Synthèse J.P. Rivalin*  
69 Présentation de l'ouvrage (J.L. Nicolai, J.Y. Duret & M. Costa)  
73 Développement d'une idée de manœuvre (R. Vittori)

### Illustration de la protection rapprochée de massif forestier : forêt domaniale de l'Ospedale (Corse-du-Sud)

- 76 *Synthèse O. Riffard*  
77 Principes (M. Costa & L. Marsol)  
81 Application (P. Caramelle)  
83 Objectifs opérationnels (J.J. Peraldi)  
85 Adaptation de l'ouvrage aux moyens de lutte (J.L. Nicolai & J.Y. Duret)

## INTÉGRER LES CONTRAINTES

- 88 *Synthèse D. Tasso*  
89 Contraintes paysagères et écologiques (P. Quertier)  
95 Contraintes sociologiques et foncières (P. Detry-Fouque, J. Regad & F. Carrer)  
101 Contraintes spatiales et temporelles (P.C. Herzog)  
104 *Débats*

## PRENDRE EN COMPTE L'ENTRETIEN

- 108 *Synthèse M. Dimanche*  
109 Les choix techniques (O. Chaumontet)  
113 L'exemple du pastoralisme (C. Millat, P. Thavaud & M. Dimanche)  
118 *Débats*

## DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

- 122 *Synthèse D. Alexandrian*  
123 Le phénomène des sautes de feu. Un programme de recherches européen : Saltus (P.Y. Colin)  
129 Efficacité des coupures de combustible (É. Rigolot & J.L. Dupuy)  
133 Retour d'expériences après incendies touchant des coupures de combustible (B. Lambert, A. Gaulier & A. Massaiu)  
138 *Débats*

## CONCLUSIONS

- 143 Post-scriptum (M. Étienne)  
145 Orientations politiques et démarche qualité (J.L. Roussel)  
147 Remerciements et perspectives (T. Queffelec)

- 150 *Glossaire*  
152 *Adresses des participants et intervenants*



## Le séminaire de Porto-Vecchio

Le *Réseau Coupures de combustible* regroupe les chercheurs, les gestionnaires, les agences de développement pastoral et les services de lutte intéressés par une réflexion commune sur les aménagements de défense de la forêt contre les incendies. Créé en 1992, il facilite les échanges entre les organismes partenaires et assure le suivi d'une quarantaine d'aménagements DFCI répartis sur huit départements de la zone rouge. Des groupes de travail ont été créés pour faire avancer la réflexion et les connaissances sur les différents aspects des aménagements DFCI et notamment sur les démarches de conception et de réalisation des ouvrages de prévention.

Fin 1999, le *Réseau Coupures de combustible* a été sollicité par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche pour organiser une réflexion sur la conception des coupures de combustible et leur intégration dans la normalisation de la cartographie des ouvrages de DFCI.

Pour alimenter cette réflexion, le *Réseau Coupures de combustible* a organisé en partenariat avec la Délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne un séminaire sur ce thème du 4 au 7 avril 2000 à Porto-Vecchio, en collaboration avec le groupe de travail DFCI (DDAF 2A, DDSIS 2A, ONF, conseil général/forestiers-sapeurs) du département de la Corse-du-Sud.

Cet ouvrage constitue les actes du séminaire qui a permis de faire le point sur près de dix ans de travaux sur la conception des coupures de combustible.

Le séminaire s'est organisé en huit sessions thématiques dont six se sont tenues à la médiathèque de Porto-Vecchio et deux se sont déroulées sur le terrain, sur la Licagif de Margaretaju (Sainte-Lucie de Porto-Vecchio) et en forêt domaniale de l'Ospedale. Chaque session était composée de plusieurs interventions destinées à lancer le débat avec l'assistance. Elle était présidée par un animateur qui était chargé de synthétiser les interventions et les débats. Par souci de lisibilité, ces synthèses sont présentées au début de chacun des chapitres de l'ouvrage. Les débats des sessions en salle ont été résumés en clôture de chaque chapitre. De manière générale, chaque thème abordé l'a été dans le sens d'une intégration à la démarche de conception des coupures de combustible.

Ce travail est une première étape qui fait le point sur l'état actuel des connaissances. Il sera suivi, dès 2001, par une synthèse destinée à préparer, à la demande de la DERF, un guide administratif de conception des coupures de combustible.

Éric Rigolot & Michel Costa







# I Introduction

---



*Introduction, synthèse (B. Foucault)*

**Politique nationale de prévention des incendies de forêts (J.L. Roussel)**

**Mises au point préliminaires (Y. Duché & É. Rigolot)**

*Débats*

Animateur | Bernard Foucault  
| DPFM  
| Marseille

## ■ POLITIQUE NATIONALE DE PRÉVENTION DES INCENDIES DE FORÊTS (Jean-Louis Roussel)

Jean-Louis Roussel rappelle les grandes orientations de la politique de prévention des incendies de forêts conduite par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche, la place qu'y occupent les coupures de combustible, et les raisons du séminaire de Porto-Vecchio.

### Les grandes orientations de la politique

Si le bilan global de la prévention associée à la lutte est satisfaisant (*maîtrise à 98% des éclosions*), la réduction des superficies sinistrées observée ces dernières années ne saurait occulter ni l'augmentation du nombre de mises à feu (*feux d'hiver / feux d'été*), ni l'extension en France des surfaces concernées par les incendies de forêts.

Le renforcement de la cohérence des actions de prévention associées à la lutte, le développement du partenariat entre l'État et les collectivités territoriales, demeurent des objectifs prioritaires, face à l'aggravation d'un risque qui justifie, plus que jamais, une vigoureuse politique de prévention.

Dans le contexte budgétaire difficile de ces dernières années, la politique de Prévention s'est attachée à une plus grande sélectivité des actions, reposant sur une meilleure analyse de l'aléa, des enjeux.

Pendant le même temps, la mesure des impacts sociaux, économiques et patrimoniaux des sinistres forestiers devenait une nécessité.

Cette orientation dicte quatre priorités :

- la gestion territoriale du risque : une meilleure prise en compte des actions de prévention dans l'aménagement des territoires exposés ou générateurs du risque ;
- la résorption des causes d'incendies : 90% sont d'origine anthropique ;
- la mise aux normes des infrastructures de DFCI : il s'agit d'un patrimoine important, construit depuis 30 ans, qui a une incidence sociale, économique et environnementale ;
- la surveillance des massifs forestiers : visant une intervention plus rapide sur tout départ de feu, en été comme en hiver.

### La place des coupures de combustible

Elles sont destinées à prévenir l'aléa dans son extension et ses conséquences :

- sécurisation des accès (bandes débroussaillées), permettant l'intervention sur feux naissants ;
- ouvrages de protection active destinés à contrôler le développement du feu (zones d'habitat, zones d'activités économiques, zones naturelles à haute valeur de patrimoine) ;
- ouvrages de protection passive (protection rapprochée), destinés à casser la dynamique d'un front de feu (bandes débroussaillées).

### Les raisons de ce séminaire

Après dix ans de travaux du Réseau Coupures de combustible, initié par le MAP et la DPFM auprès des quinze départements de l'Entente, la nécessité s'est fait ressentir de faire le point sur la conception et l'efficacité des coupures de combustible, leur pertinence.

L'attente de la DERF porte sur trois points :

- est-il possible d'étendre aux coupures de combustible le travail de normalisation effectué en 1996-1997 sur les infrastructures de DFCI ?
- peut-on disposer d'un outil d'aide à la décision (localisation et développement des coupures de combustible, hiérarchisation des investissements, entretien) ?
- comment assurer la pérennité de ces ouvrages de génie biologique, de protection active ?

Il existe un savoir, un savoir-faire, qu'il convient de faire savoir.

## ■ MISES AU POINT PRÉLIMINAIRES (Yvon Duché & Éric Rigolot)

Une coupure de combustible est un ouvrage sur lequel la végétation a été traitée, tant en volume qu'en structure de combustible, pour réduire la puissance d'un front de flamme l'affectant, en tenant compte de la vitesse de propagation de ce front sur la coupure.

Les autres caractéristiques de l'ouvrage, (*équipements de lutte, implantation, dimensionnement*), dépendent de l'objectif opérationnel assigné.

Il est nécessaire de clarifier ces objectifs en s'entendant sur les termes utilisés.

Le CEMAGREF a recensé une bonne dizaine d'appellations depuis le XIX<sup>e</sup> siècle.

Leur classement en fonction de leur objectif opérationnel, permet de distinguer trois catégories.

1. Les coupures de combustible, dont l'objet principal est de limiter les superficies parcourues par les grands incendies. Ce sont des ouvrages actifs : création de zones d'appui à la lutte, permettant d'intervenir directement sur le front ou le flanc des grands incendies, et de tenter d'en stopper la propagation,

Leurs caractéristiques physiques (*position topographique, largeur, traitement de la végétation*), doivent permettre de réduire tout feu l'abordant, en un feu courant, (*strates basses*), de faible puissance, et de limiter les sautes de feu.

2. Les coupures de combustible dont l'objet principal est la réduction des effets du passage des grands incendies ; ces ouvrages passifs sont destinés à :

- assurer la sécurité du transit des véhicules de sécurité ;

- assurer l'autoprotection des peuplements forestiers ;
- améliorer les conditions de mise en sécurité des zones d'activités humaines : débroussaillage légal, interfaces forêt-urbanisme, zones de confinement.

3. Les coupures de combustible dont l'objet principal est le traitement des départs de feux — risque induit — (limitation du risque d'éclosion). Ce sont aussi des ouvrages passifs.

Le séminaire vise les coupures de combustible dont l'objectif principal est la limitation des superficies parcourues par les grands incendies, (*feux de référence*).

Les choix stratégiques et techniques qui président à leur conception sont les plus contraignants, et peuvent être extrapolés aux autres ouvrages.

Ce choix conduit à préciser les « conventions » retenues par le séminaire :

- feu de référence : grand feu ;
- coupure : zone de sécurité pour les moyens de secours ;
- effets attendus : empêcher un incendie réduit à un feu couvant, de traverser la coupure sur toute sa longueur ;
- permettre le traitement des sautes de feu.

Il repose sur trois conditions :

- une stratégie de lutte cohérente ;
- des moyens de lutte mobilisables dans les délais prévus ;
- un état de réalisation et d'entretien de la coupure, conformes au cahier des charges d'origine.

Le programme du séminaire conduira ainsi à examiner successivement :

- les concepts de base ;
- l'intégration de la stratégie de lutte dans la conception de la coupure (idée de manœuvre) ;
- l'intégration des contraintes ;
- l'entretien des coupures et les stratégies pour pérenniser les ouvrages.

## ■ DISCUSSION

Il y a un problème urgent de typologie à résoudre.

Le concept de « coupure de combustible » n'existe pas dans les textes de l'Union européenne.

L'intégration de cette dimension de la prévention dans la politique communautaire préoccupe actuellement la France, l'Espagne et le Portugal.

Lutte de front, lutte de flanc et coupures de combustible : certains départements ont déjà abandonné l'idée d'attaques de front. Attention : la réduction du volume de la biomasse s'accompagne d'une accélération de la vitesse de propagation.

La normalisation est une réponse zonale à des préoccupations microrégionales ; quelle quantification, quelles échéances pour la normalisation ?

Il existe un savoir et un savoir-faire qui se développent, mais aller au-delà exige un travail de validation plus lourd associant la recherche aux actions de terrain.



# Politique nationale de prévention des incendies de forêt

Jean-Louis Roussel

C'est un grand plaisir de me retrouver parmi vous en Corse avec des agents de la communauté scientifique, des forestiers, des pompiers, et les représentants des différentes structures qui œuvrent pour la protection de la forêt contre l'incendie.

Je souhaiterais en introduction rappeler trois points :

1. Les grands axes de la politique de prévention des feux de forêt.
2. La place éminente des coupures de combustible dans cette stratégie.
3. Au vu des deux premiers points, les raisons de ce séminaire.

Sur le premier point, commençons par quelques constats. Le bilan provisoire des feux de forêt pour l'année 1999 s'avère optimiste au plan national, pour la neuvième année consécutive, avec 19 000 ha brûlés. Toutefois, on sait que cela cache des évolutions variables. En 1999, la zone méditerranéenne a dépassé les 15 000 ha brûlés, ce qui ne s'était pas produit depuis 1994. À l'inverse le Sud-Ouest a atteint un niveau relativement bas avec 1 500 ha parcourus par les incendies, comparé à la moyenne des cinq dernières années qui était de l'ordre de 4 500 ha. Les autres régions, dont il faut aussi parler car le risque feux de forêt y existe également, enregistrent de très bons résultats. Cette situation très contrastée s'explique par une météo particulière avec des effets différenciés selon les régions et les saisons. Les très bons résultats enregistrés hors de la région méditerranéenne proviennent pour l'essentiel du caractère pluvieux de l'hiver 1999. En effet les feux d'hiver cette année ne représentent que la moitié des surfaces brûlées. De façon plus générale, et en comparaison avec des pays méditerranéens voisins, les résultats encourageants de ces neuf dernières années s'expliquent en grande partie par l'efficacité de la politique conjointe de prévention et de lutte. Cette politique est

menée en étroite collaboration entre l'État — services des ministères de l'Intérieur et de l'Agriculture —, les collectivités territoriales, au premier rang desquelles se trouvent les communes, notamment en termes d'organisation de l'espace, et, pour la région méditerranéenne, l'Entente interdépartementale en vue de la protection de la forêt contre les incendies, mais également les propriétaires forestiers et les associations syndicales autorisées de défense contre l'incendie.

Pour la région méditerranéenne le rôle de la Délégation<sup>1</sup> placée sous l'autorité du préfet de la zone de défense Sud mérite d'être souligné. En s'appuyant sur l'outil financier du Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne, la Délégation a atteint les objectifs fixés : l'amélioration de la cohérence des actions de prévention et de lutte, et donc en ce sens la coordination de l'action des forestiers et des pompiers, et d'autre part, le développement du partenariat entre l'État et les collectivités territoriales, gage de durabilité.

Ce satisfecit global ne signifie pas pour autant que le risque feux de forêt se soit durablement atténué. Si effectivement, au regard des statistiques des feux de forêt, les superficies brûlées diminuent, le nombre de départs de feux augmente. Le manque d'entretien et l'abandon des espaces ruraux, notamment liés à la déprise agricole, accroît les espaces potentiellement combustibles. Il ne faut donc pas baisser la garde, la vigilance doit rester de mise, et la politique de prévention s'avère plus que jamais indispensable.

Le ministère de l'Agriculture a mené en collaboration avec tous les partenaires cités plus haut, dans le contexte budgétaire très sévère de ces dernières années, une réflexion stratégique afin de mieux sélectionner des actions à financer notamment par l'État, en s'ap-

<sup>1</sup> Délégation à la protection de la forêt méditerranéenne (DPFM)

Jean-Louis  
Roussel

Direction de l'Espace  
Rural et de la Forêt  
Ministère de  
l'Agriculture et de la  
Pêche  
19 av. du Maine  
75732 Paris cedex 15

puyant particulièrement sur des éléments de diagnostic et d'analyse de l'aléa et des enjeux. Les enjeux sont constitués de ce que la collectivité peut perdre au cours du passage d'un feu de forêt, et de l'impact des feux sur le cadre économique, écologique et social des territoires concernés. Quatre orientations prioritaires ont été retenues, qui étaient rappelées dans la circulaire destinée à préparer la programmation du CFM<sup>2</sup> en 2000 :

1. Le renforcement de la gestion spatiale du risque. Nous sommes profondément convaincus que l'aménagement du territoire et des espaces générateurs de risques ou exposés aux risques, constitue un domaine où une meilleure prise en compte de la politique DFCI, aussi bien au niveau de la prévention que de la lutte, peut conduire à des progrès significatifs en matière de prévention et de gestion du risque. Bien évidemment une telle approche implique une hiérarchisation des enjeux et de la vulnérabilité des territoires, et nécessite de mobiliser tous les outils de gestion de l'espace dont dispose l'État et les collectivités, que ce soit en termes d'organisation de l'espace, de planification ou de gestion de l'espace.
2. La réduction des causes de feux, qui sont dues dans neuf cas sur dix à l'homme ou à ses activités. Toutes les actions qui concourent à la formation, à l'éducation ou à la sensibilisation, que ce soit des propriétaires, des gestionnaires ou des usagers au sens large, de la forêt ou des espaces exposés aux risques, s'avèrent essentielles à développer.
3. La mise aux normes des équipements et des aménagements de DFCI, destinés à rendre la forêt moins vulnérable au feu, plus accessible pour la surveillance et la lutte. Dans les vingt à trente dernières années, un patrimoine important d'aménagements et d'équipements a été réalisé. Il s'agit d'évaluer si ce dispositif est toujours pertinent pour répondre à la nouvelle donne économique, sociale, et environnementale, liée aux feux de forêt. Dans ce sens, une charte de normalisation de ces équipements a été produite sur l'initiative de la DPFM et commence d'être appliquée.

4. Le renforcement de la surveillance des massifs forestiers en période de risque élevé de façon à intervenir le plus précocement possible sur tout départ de feu. Les périodes à risque élevé sont classiquement concentrées en période estivale, mais la statistique des feux de forêt montre un déplacement des périodes de départs de feux hors de cette période à risque. Les feux d'hiver ou de printemps sont effectivement une préoccupation croissante dans certaines zones, pour des raisons de pratiques agricoles ou pastorales.

Quelle est la place des coupures de combustible dans ce dispositif ?

Schématiquement, la prévention en termes opérationnels peut être segmentée en trois compartiments : la prévention de l'aléa lui-même, c'est-à-dire la prévention de son apparition, celle de son extension, celle de ses conséquences.

S'agissant de la prévention des feux naissants, l'essentiel est de faire en sorte que les mises à feu qui peuvent exister n'aient pas de suite. Cela passe par des actions comme la suppression de la biomasse inflammable ou combustible dans les zones les plus exposées aux mises à feu, à savoir les bordures des voies ouvertes à la circulation publique, la périphérie des lieux habités... Les coupures qui correspondent dans ce cas à des bandes débroussaillées, constituent des ouvrages de protection essentiels.

S'agissant de la prévention de l'extension des feux, la problématique est de contrôler ou de maîtriser le développement spatial des incendies notamment vis-à-vis des espaces où il y a des enjeux forts, en premier lieu les zones habitées, les zones d'activité économique et, dans une moindre mesure, les espaces naturels à haute valeur patrimoniale. Dans ce cadre, la création d'aménagements de type grandes coupures stratégiques doit s'efforcer de répondre à trois objectifs :

1. Réduire la probabilité d'extension du feu en rompant l'uniformité des formations végétales, propice au développement des grands feux.
2. Constituer un obstacle aménagé à la propagation pour en permettre une exploitation et une gestion optimale par des moyens de

lutte allégés. En effet, les coupures de combustible stratégiques ne sont pas des ouvrages de protection passive, elles sont des moyens de protection active où les pompiers doivent pouvoir se positionner et intervenir de façon efficace.

3. À défaut de provoquer un arrêt du feu, ces coupures ont pour vocation de provoquer un fractionnement des fronts de flamme, une baisse de la puissance du feu et un ralentissement appréciable de la vitesse de progression, de façon à ramener la lutte à un problème de traitement de petits feux ou de moyens feux. Les ouvrages dits stratégiques constituent donc des infrastructures de base.

S'agissant de la prévention des conséquences du passage feu, c'est-à-dire la prévention stricto sensu du risque, l'objectif peut être atteint soit par la réduction, soit par la protection directe des enjeux, et celle-ci peut reposer sur la mise en place d'aménagements ou d'équipements collectifs qui s'appuient sur le contrôle de la biomasse combustible et inflammable, qui peut aller, dans certains cas, jusqu'à la destruction complète de la végétation en périphérie immédiate des espaces à enjeux forts (habitat, industries...). Ce type d'ouvrage constitue des coupures de protection au contact de ces enjeux.

De ce panorama, des orientations de la politique de prévention, et du rôle rapidement brossé des coupures, il ressort que les coupures au sens large sont des bandes aménagées à végétation contrôlée. Compte tenu de ces enjeux, il est apparu à la DERF la nécessité de faire le point sur la conception et l'efficacité des coupures de combustible. Comme cela a été réalisé pour d'autres d'ouvrages de protection des forêts contre l'incendie (PFCI), nous nous sommes posé la question de la pertinence et de l'efficacité des aménagements réalisés, et éventuellement de la nécessité de concevoir des normes relatives à la création et à l'adaptation des coupures de combustible. En clair, le travail de normalisation qui avait été fait dans les années 1996 et 1997 sur d'autres types d'ouvrage DFCI est-il transposable et peut-il être élargi aux ouvrages de protection que représentent les coupures de combustible ?

<sup>2</sup> Conservatoire de la Forêt méditerranéenne.  
On trouvera en fin d'ouvrage un glossaire complet des sigles utilisés

Peut-on définir un outil d'aide à la décision pour localiser et concevoir les coupures de façon à mieux hiérarchiser les investissements et les entretiens dans un contexte budgétaire très tendu aussi bien pour les collectivités locales que pour l'État ?

Une fois les ouvrages réalisés, comment assurer de façon durable leur maintenance et leur entretien ?

Tel est le faisceau de questions que la DERF a posé à la Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne.

Pour tenter d'apporter des réponses, la DPFM s'est naturellement tournée vers le Réseau Coupures de combustible, animé par l'INRA, qui s'est chargé de l'organisation de cette manifestation. Cette dernière doit être avant tout un lieu, non seulement de convivialité, mais aussi d'échanges d'expériences, de savoir-faire, mais également de faire-savoir.

Pour conclure mon propos, permettez-moi d'insister sur quelques mots clés : le premier d'entre eux c'est que les coupures de combus-

tible sont des ouvrages de génie biologique, de protection active, par opposition à une protection passive destinée à arrêter le feu ; ils doivent être des lieux éminemment stratégiques où peuvent être concentrés des moyens de lutte efficaces. Derniers mots clés en points de repères : conception, adaptation, entretien, et surtout évaluation.

Je souhaite et j'espère que ces trois journées pourront atteindre la totalité ou à défaut une grande partie des objectifs que je viens de définir.





# Mises au point préliminaires

Yvon Duché & Éric Rigolot

## Introduction

Une **coupure de combustible** est un ouvrage sur lequel la végétation a été traitée tant en volume qu'en structure de combustible, pour réduire la puissance d'un front de feu l'affectant en tenant compte de la vitesse de propagation de ce front sur la coupure. Les autres caractéristiques de l'ouvrage (équipements pour la lutte, implantation, dimensionnement, ...) dépendent de l'objectif opérationnel assigné. Cet article vise à clarifier ces objectifs, à s'entendre sur les termes utilisés et à cadrer les termes du débat pour la durée du séminaire.

## Proposition de typologie fonctionnelle

### ■ Coupures de combustible dont l'objet principal est la limitation des surfaces parcourues par les grands incendies

Ces coupures de combustible ont pour objectif d'offrir des zones d'appui à la lutte ; ces zones permettent d'intervenir directement sur le front ou le flanc des grands incendies, et ainsi de tenter d'en stopper la propagation :

- elles sont conçues, aménagées et équipées pour permettre une action de lutte contre un incendie ;
- elles sont situées si possible entre deux zones d'ancrage<sup>1</sup> ; à défaut, elles doivent avoir une longueur importante proportionnée au feu à traiter ;
- leurs caractéristiques physiques (position topographique, largeur, traitement de la

végétation ou spéculation agricole non combustible) doivent permettre de réduire tout feu l'abordant en un feu courant<sup>2</sup> de faible puissance, et de minimiser les risques de franchissement par des sautes de feu.

### ■ Coupures de combustible dont l'objet principal est la réduction des effets du passage des grands incendies

Ces coupures de combustible ont pour objectif :

- soit d'apporter des conditions de sécurité correctes pour le transit des véhicules de secours sur des voies de circulation affectées par un incendie (**bandes débroussaillées de sécurité ou BDS**) ;
- soit d'assurer l'**autoprotection** de peuplements forestiers ;
- soit d'améliorer les conditions de sécurité des zones supportant une activité humaine, zone urbanisée (**débroussaillage légal et interface habitat-forêt**), point de concentration touristique en milieu naturel (zone de regroupement en cas d'incendie).

Ces coupures de combustible sont conçues pour avoir un rôle essentiellement passif face au front de feu. Elles peuvent bien entendu, dans certaines situations favorables, être localement utilisées pour la lutte, tout particulièrement dans le cas des interfaces forêt/urbanisme qui seront très utilisées par les forces de lutte lorsque de grands incendies abordent les zones urbaines.

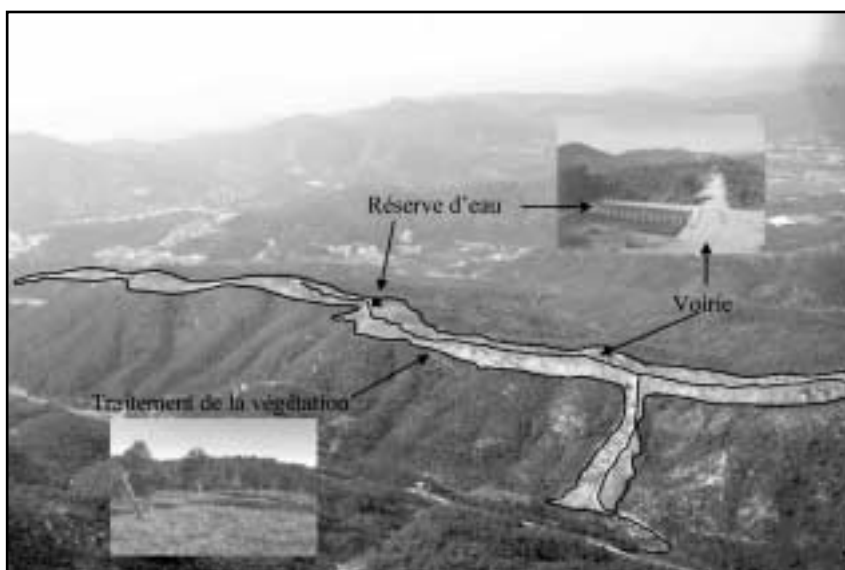
Il faut noter en outre que la plupart des ouvrages de ce type ont une position et des caractéristiques techniques très dépendantes voire imposées par la position de l'objet à protéger.

<sup>1</sup> Une **zone d'ancrage** est une zone a priori peu ou pas sensible aux incendies de forêt et des espaces naturels, comme certaines zones agricoles, les zones urbaines denses ou les plans d'eau.

<sup>2</sup> On entend par **feu courant**, un feu n'affectant que les strates basses (litière, herbacées, arbustes de faible dimension) et pouvant ponctuellement toucher la strate arborée.

Yvon Duché  
Office National des  
Forêts  
Nice Leader  
Imm. Apollo  
BP 3286  
06205 Nice cedex 3

Éric Rigolot  
Inra  
Équipe prévention  
des incendies de  
forêts  
Avenue Vivaldi  
84000 Avignon



Localisation et équipement d'une coupure de combustible dont l'objet principal est la limitation des surfaces parcourues par les grands incendies

### ■ Coupures de combustible dont l'objet principal est le traitement des départs de feux

Il s'agit si possible de réduire les risques d'éclosion de feu et, dans tous les cas, d'augmenter l'efficacité de la première intervention sur les zones de contacts entre l'espace naturel et les zones d'activité humaine (urbanisation dense ou diffuse, zone surfréquentée, voie de circulation, zone d'accueil du public, zone de fixation non aménagée, décharge, ligne EDF ou SNCF).

Ces ouvrages doivent permettre de limiter les risques induits (risques de propagation du feu de la zone d'activité humaine à la forêt) ; on parle de zone de traitement des poudrières.

vent recevoir localement certaines spéculations agricoles (vignoble, arboriculture...). Toutefois, force est de constater que les parcelles agricoles n'occupent généralement qu'une partie de la coupure. Il ne s'agit donc que de « segments verts » sur des ouvrages débroussaillés par ailleurs de manière classique ;

- en région méditerranéenne, les termes de **pare-feu**, **coupe-feu**, ou **tranchée pare-feu**, qui contiennent une connotation d'effet passif de l'ouvrage face au front de feu ne sont plus utilisés. Ils sont cependant encore très fréquemment employés en Aquitaine et Poitou-Charentes.

Un aménagement donné peut avoir plusieurs finalités opérationnelles et, par voie de conséquence, plusieurs dénominations.

Au-delà des termes employés, il

faut s'attacher à la fonction opérationnelle attribuée aux ouvrages et s'entendre sur les limites du sujet à traiter lors du séminaire.

## Cadrage du séminaire

### ■ Coupures de combustible étudiées

Seules les coupures de combustibles dont l'objet principal est la limitation des surfaces parcourues par les grands incendies de forêt seront traitées lors du séminaire.

En effet, les choix stratégiques et techniques qui président à leur conception étant les plus contraignants, peuvent être extrapolés aux autres cas.

De plus, c'est ce type d'ouvrage qui est le plus traité par les représentants des gestionnaires et des forces de lutte qui participent au séminaire.

### ■ Conventions pour le séminaire

#### Incendie attendu sur les coupures de combustible étudiées

L'incendie pris en compte pour toute la durée du séminaire est de type grand feu. La caractéristique principale est un développement affectant plusieurs centaines d'hectares sous des conditions météorologiques correspondant au minimum à un risque sévère. Cet incendie de référence correspond généralement aux conditions climatiques et météorologiques les plus défavorables connues dans le secteur d'intervention au cours d'une période de référence suffisamment longue.

## Terminologie

Chaque type fonctionnel ainsi défini recouvre un grand nombre de dénominations couramment utilisées.

Le tableau 1 recense les différents termes utilisés dans la littérature et propose un classement selon la typologie simplifiée proposée en ne retenant que l'objectif opérationnel principal dans l'acception courante du terme.

Deux termes méritent une attention particulière :

- le terme de **coupure verte** introduit l'idée que les coupures peu-

Typologie simplifiée →		Limitation des surfaces	Réduction des effets	Traitement des départs
Autres termes ↓	Références			
Coupure de combustible	Lambert et al., 1999	X		X
Licagif	Comagref, 1989	X		
Coupure verte	Comagref, 1989	X		
Coupure stratégique	Comagref, 1989	X		
Coupure aménagée	Millo & Lecomte, 1994	X		
Grande coupure	Comagref, 1993	X		
Zone d'appui à la lutte	SDIS du Var, 1997	X		
Interface habitat/forêt	Forêt Méditerranéenne, 1994		X	X
Traitement des poudrières	Lemoine et al., 1990			X
BDS	Comagref, 1989		X	
Autoprotection	PRMF Corse-du-Sud, 1995		X	
Tranchée pare-feu	Loi de 1893	Terme inapproprié en région méditerranéenne		
Pare-feu ; coupe-feu		Terme inapproprié en région méditerranéenne		

Tableau 1 : Différents termes utilisés pour les coupures de combustible

## Sécurité

La coupure de combustible étudiée est, par convention, au moins une zone de sécurité pour les moyens chargés de la lutte, puisque par définition on souhaite y ramener le front de feu à un feu de faible puissance se propageant essentiellement dans les strates basses.

### Que doit-on attendre en plus de la coupure de combustible étudiée ?

L'effet escompté de la coupure de combustible étudiée, lorsqu'elle est affectée par l'incendie contre lequel on veut se prémunir, est de permettre au dispositif de lutte :

- d'empêcher cet incendie, réduit à un feu courant, de traverser la coupure en quelque endroit de sa longueur ;
- de permettre de traiter les sautes de feu se développant dans l'emprise de la coupure et de limiter les sautes de feu par-dessus la coupure, ainsi que leur dévelop-

pement futur.

L'obtention de cet effet résulte de la rencontre de trois conditions :

- la stratégie de lutte envisagée est cohérente avec la réalité du sinistre ;
- les moyens de secours nécessaires à la mise en œuvre de cette stratégie sont mobilisables dans le délai prévu ;
- la réalisation de la coupure de combustible stratégique et son état d'entretien le jour du sinistre sont conformes aux prescriptions édictées lors de sa conception.

### Paramètres à prendre en compte

Il est donc clair que la conception des coupures de combustibles étudiées doit tenir compte :

- des caractéristiques de l'incendie attendu ;
- des moyens de secours terrestres minimaux mobilisables sur la coupure dans les délais nécessaires. Ces délais sont conditionnés par la vitesse de progression de

l'incendie dans les conditions climatiques et météorologiques considérées. Les moyens de secours aériens pouvant être mobilisés par ailleurs ne sont pas pris en compte lors de la conception de la coupure ; leur disponibilité le jour du sinistre constitue un appui supplémentaire pour la réussite de la manœuvre, notamment dans le traitement des sautes de feu ;

- d'une stratégie de lutte adaptée aux moyens de secours mobilisables ;
- des conditions du milieu (topographie, aérologie, végétation, occupation du sol), qui conditionnent les choix techniques ;
- des contraintes externes (écologiques et paysagères ; réglementaires, foncières et sociologiques ; financières) qui peuvent influencer sur les choix techniques, ou limiter les possibilités de réalisation.

Ces points seront repris en détail dans les différentes sessions du séminaire.

## Références

- Binggeli F. (1995). *Protection rapprochée de massif forestier en Corse-du-Sud*. DDSIS 2A – Espaces Méditerranéens. 178p.
- Cemagref (1989). *Guide technique du forestier méditerranéen français. Tome 4 : Protection des forêts contre l'incendie*. 18 fiches.
- Cemagref (1993). « Les grandes coupures ». *Informations DFCI* n°29, 8p.
- DD SIS Var (1997). *Équipements de prévention des incendies de forêt*. 16p.+ ann.
- Forêt Méditerranéenne (1994). « Feux de forêt et habitat ». Groupe de travail de Foresterranée 93. *Forêt Méditerranéenne* XV(2):170-234.
- Lambert B. (coord.), Casteignau D., Costa M., Étienne M., Guiton J.L., Rigolot É. (1999). *Analyse après incendie de six coupures de combustible*. Réseau Coupures de combustible. Éds de la Cardère Montfavet, 81p.+cartes.
- Lemoine J.P., Tiphine J., Clauzure J.M., Bosc R. (1990). *Mission interministérielle urbanisme et forêt en région méditerranéenne*. Min. Intérieur - Min. Équipement Logement Transports et Mer - Min. Agriculture Forêt, n°S73-32. 91p.
- Millo C., Lecomte P. (1994). *Inventaire des coupures aménagées*. Cemagref. 94p.+ann.

**Jean-Charles Valette** : Il était important que la première partie du séminaire soit consacrée à la terminologie afin de se mettre d'accord sur le vocabulaire et en particulier sur celui concernant les coupures de combustible. En effet, j'attire l'attention sur le fait que dans les textes réglementaires de base de la communauté européenne sur la prévention des incendies de forêt, les directives 2158/92 et 1257/1999, le concept de « coupure de combustible » n'existe pas. Le concept officiel utilisé est celui de « fire break » qui est traduit dans les textes francophones par « coupe feu ». Parmi les objectifs du séminaire, il faudrait faire préciser cette terminologie, voire la faire évoluer.

**Daniel Alexandrian** : Le concept de coupure de combustible dont l'objet principal est la limitation des surfaces parcourues par les grands incendies, est très claire, mais dans sa mise en pratique, on a l'impression que la limitation des surfaces est traduite par l'arrêt du front de feu. Or dans plusieurs départements, notamment ceux où le facteur vent est important, les feux sont rapides, et à partir d'un certain seuil, on abandonne l'espoir de s'interposer face à la propagation du feu, l'effet intéressant des coupures étant alors la limitation des surfaces, qui consiste à éviter, autant que faire se peut, son élargissement.

**Yvon Duché** : Vous avez tout à fait raison, dans notre esprit, ces coupures sont destinées à limiter les surfaces, que ce soit de face en coupant la progression par une ligne d'arrêt, ou sur le flanc par un jalonnement latéral.

**Jean-Charles Valette** : En débroussaillant pour réduire la puissance du feu, ne risque-t-on pas d'augmenter la vitesse de propagation sur la coupure de combustible ?

**Yvon Duché** : Le travail sur la végétation, tant en volume qu'en structure, a pour effet évident de réduire la puissance du feu, mais paradoxalement cela peut augmenter sa vitesse, notamment par le passage par des strates basses, surtout si on élimine les strates hautes, ce qui augmente la turbulence et la vitesse du vent au niveau du sol.

**Jean-Michel Ningre** : Est-on capable de quantifier ce dont on parle, en longueur ou en surface, selon une typologie qui resterait peut être à affiner, et si cela n'est pas le cas, envisage-t-on de le faire, et à quelle échéance en fonction de SIG qui sont en train de se mettre en place. Autrement dit, existe-t-il un programme de quantification des coupures de combustible ?

**Éric Rigolot** : Pour ce qui est de la quantification des coupures de combustible, il n'y a pas à ma connaissance d'autres actions que quelques initiatives locales utilisant des SIG. En tout état de cause le guide de normalisation de la cartographie DFCI s'est limité aux infrastructures comme les pistes ou les points d'eau, mais ne distingue pas plusieurs types de coupures de combustible. Ce travail reste à faire.

Pour ce qui est d'affiner encore la typologie, je voudrais rappeler que, lors de la préparation du séminaire, nous avons eu constamment la préoccupation de donner une réponse à valeur, au moins zonale, à des phénomènes qui se déclinent, selon nous, de façon parfois très locale. C'est toute la difficulté de l'exercice, car n'oublions pas que les conditions de milieu et de végétation, les conditions météorologiques, mais aussi de moyens de lutte disponibles sur le terrain, sont très variables d'une région à l'autre. Nous avons souhaité clarifier les idées et présenter les connaissances et les savoir-faire actuels sur la conception des coupures de combustible ; c'est une première étape qui devra se poursuivre par un travail important si l'on souhaite aller plus loin dans le sens d'une typologie encore plus fine ou d'une démarche de normalisation. Et il n'est pas certain que ce travail soit possible au niveau national ou même zonal.

**Bernard Foucault** : La loi 87-565 du 22 juillet 1987 sur la sécurité civile et la protection des forêts contre l'incendie, a affirmé un principe très clair : la cartographie réglementaire des risques est à la base de toute politique de prévention. En matière de feu, je rappelle qu'à cette époque-là il n'y avait pas de méthodes d'analyse des aléas, encore moins des risques. Ce qui s'est passé depuis est quand même assez fabuleux puisque la conjonction des travaux de recherche et des préoccupations de gens de terrain ou de décideurs a permis de faire naître de nouveaux outils de gestion, d'aide à la décision, les SIG. En matière de feux de forêt, il n'y en avait pas en 1995. Alors j'avoue que face à la commande de la DERF, il y a quelque chose qui me préoccupe. Aujourd'hui, si nous sommes à la veille d'avoir des outils d'aide à la décision pour prendre en compte le risque dans l'aménagement des territoires urbains, nous n'en avons pas pour évaluer l'efficacité de ces coupures de combustible. Je vois bien, à juste raison, l'hésitation de l'équipe du Réseau Coupures de combustible pour passer tout de suite au stade de la normalisation. Mais je pose la question : les décideurs, les agents de terrain, sont-ils raisonnablement en droit d'attendre de la recherche des outils d'aide à la décision de type modélisation des feux pour faire un peu moins d'erreurs ou pour justifier de moins de dépenses en matière de conception des coupures de combustible ?



# Préparer le terrain : les principes de base

---



*Préparer le terrain, synthèse (J.C. Valette)*

**Prendre en compte l'aérologie (C. Bruno & J. Bidet)**

**Apports de la physique du feu (J.L. Dupuy)**

**Traitement de la végétation (J.L. Guiton & L. Kmiec)**

**Guide varois des équipements pour la lutte (P. Brasseur)**

*Débats*

**Animateur** | Jean-Charles Valette  
INRA  
Équipe prévention des incendies de forêt  
Avignon

Cette session était destinée à faire le point sur les connaissances acquises dans différents domaines, acquis scientifiques ou expérimentaux susceptibles d'être intégrés dans la conception des coupures :

- l'aérologie pour préciser la meilleure implantation de la coupure ;
- la modélisation du comportement du feu pour préciser la largeur de la coupure et la structure du combustible maintenu sur la coupure ;
- les observations effectuées par les gestionnaires pour préciser les opérations sylvicoles à conduire pour structurer le combustible maintenu sur la coupure ;
- l'expérience accumulée par les services de lutte pour préciser les caractéristiques du réseau de coupures.

## ■ PRENDRE EN COMPTE L'AÉROLOGIE (CLAUDE BRUNO)

Dans un premier chapitre, les raisons de la complexité des relations entre l'aérologie et le relief en région méditerranéenne :

- topographie extrêmement accidentée et désordonnée ;
- fortes perturbations dynamiques dans l'écoulement du vent avec créations de rotors et de zones de turbulence ;
- multiples régimes de vent (mistral, tramontane, vents du sud, vents d'est), d'où des conditions locales modifiées ;
- forte influence des vents thermiques, en particulier en été (brises de mer et brises de terre), d'où des conditions locales inversées.

Cela induit la nécessité de travailler à des échelles d'espace et de temps très fines, surtout lorsqu'il s'agit de préciser l'implantation de coupures de combustible.

Face à cette complexité et en raison de la lourdeur de campagnes systématiques de mesures de terrain et l'absence de réseau de mesures à l'échelle des coupures, les approches passent par :

- des expérimentations sur maquette en veine hydraulique qui n'abordent que les effets dynamiques et non les effets thermiques ;
- la simulation numérique qui peut être effectuée à une maille très fine dont la taille se rapproche de celle des coupures mais qui demande des données de validation.

L'utilisation des connaissances empiriques, sur la base d'échantillons de situations types d'aérologie, est probablement le meilleur moyen pour préciser l'implantation des coupures.

La création de zones de turbulence à proximité des crêtes, en particulier lorsque les pentes sont fortes, cas général en Corse, conduira à implanter, autant que faire se peut, la coupure sous le vent.

Les retours de pente peuvent toutefois engendrer des effets inverses lorsque les bords sont angulaires.

Enfin, les services chargés de l'implantation des coupures et les services chargés de la lutte doivent intégrer dans leur

réflexion les inversions de brises thermiques qui modifient brusquement le comportement de l'incendie, et par conséquent, l'efficacité de la coupure.

## ■ APPORTS DE LA PHYSIQUE DU FEU (JEAN-LUC DUPUY)

Dans un premier chapitre, l'intervenant présente les aspects qualitatifs des mécanismes physiques de base qui président au comportement du feu :

- la description du milieu combustible et le classement des éléments en familles homogènes et leur distribution à l'échelle de la strate de végétation ;
- la description des mécanismes (dessiccation, pyrolyse, combustions homogène et hétérogène, écoulements gazeux, ...) et les effets du vent et de la pente qui contribuent ou s'opposent aux écoulements induits par le feu ;
- les enseignements tirés de l'analyse du feu ; à titre d'exemple, le rôle des arbres dont le maintien augmente la rugosité et limite le rayonnement du feu mais qui permet la montée du feu en cime et complique la tâche des sapeurs-pompiers.

Dans un deuxième chapitre, il expose les aspects quantitatifs de la modélisation prédictive du comportement du feu et présente :

- les modèles physiques complets qui prédisent toutes les variables qui seront nécessaires pour répondre aux problèmes des gestionnaires mais qui demandent des temps de calcul encore trop longs ;
- les modèles empiriques dont les variables prédites sont peu nombreuses, et le domaine de validité limité aux conditions expérimentales ;
- les modèles de « flamme » issus de corrélations entre géométrie de la flamme et puissance du feu ;
- les modèles physiques simplifiés issus des modèles physiques complets de manière à réduire le temps de calcul sans altérer la nature physique du modèle ; ils doivent être validés à l'échelle de la coupure.

Enfin dans un troisième partie, fort appréciée, l'intervenant a tenté de répondre à quelques questions que se posent les gestionnaires et les équipes de lutte lors de la mise en place des coupures.

## Distance de sécurité et rayonnement

À quelle distance de la limite de la coupure de combustible, les équipes de lutte peuvent-elles se sentir en relative sécurité ?

Le comportement du feu incident est simulé sur la base d'hypothèses d'un incendie très intense, de 40 000 kW par mètre linéaire de front.

La distance de sécurité est de 50 m pour un pompier bien équipé, l'énergie reçue est de 7 kW/m<sup>2</sup>.

Conclusion : dans le cas du rayonnement seul, les coupures de 100 m sont assez larges pour que les équipes de lutte soient en sécurité.

### Inflammation à distance et rayonnement, effet d'écran

Sur la base des mêmes hypothèses que précédemment, l'énergie reçue en un point situé derrière un îlot de végétation n'est plus que de 4 kW/m<sup>2</sup>.

Conclusion : dans le cas du rayonnement seul, il est avantageux de maintenir des îlots de végétation sur la coupure avec une distance suffisante entre îlots.

### Inflammation à distance et convection « moyenne »

La simulation numérique est destinée à déterminer les conditions dans lesquelles le feu peut se propager d'un îlot à un îlot voisin.

Sur la base des hypothèses retenues, il s'avère que la règle fixant la distance entre îlots de « 4 fois la hauteur de l'îlot » et de 8 m au minimum est suffisante pour éviter les transmissions par rayonnement et transport convectif moyen.

### Conclusion

Devant l'intérêt manifesté pour ce type de résultats obtenus assez aisément à partir de modèles physiques simplifiés, il est important de souligner :

- que les effets de la turbulence n'ont pas été pris en compte ;
- qu'en conséquence, ces résultats sont à utiliser avec la plus extrême prudence.

Compte tenu de la complexité du phénomène, les avancées ne pourront se faire que si les chercheurs s'impliquent dans des études de cas réels, définies en concertation avec les utilisateurs et destinées à valider connaissances et modèles.

### Discussion

Les participants ont fortement apprécié l'effort de présenter des résultats provisoires directement utilisables par les gestionnaires.

Cette utilisation doit toutefois être prudente, les calculs ne sont valides que si les hypothèses de base sont vérifiées.

### ■ TRAITEMENT DE LA VÉGÉTATION

(JEAN-LUC GUITON & LIONEL KMIÉC)

L'objectif de la communication était d'indiquer les opérations sylvicoles à conduire pour structurer le combustible sur la coupure en fonction de l'état du peuplement originel et des objectifs de DFCI assignés à la coupure.

#### 1. Peuplement arboré (régénération) :

- espacer de 8 m les brins, pied à pied ou par petits bouquets ;
- broyer mécaniquement la broussaille.

#### 2. Futaie adulte traitée tige par tige :

- éclaircir la futaie pour mettre les cimes à 5 m ;
- élaguer les arbres au moins à 2 m ;
- broyer les rémanents et la broussaille.

#### 3. Futaie adulte traitée par bouquets :

- espacer les houppiers de 20 m ;
- élaguer les arbres au moins à 2 m ;
- broyer les rémanents et la broussaille.

#### 4. Peuplements en cépées :

- broyage mécanique pour mettre les alvéoles de moins de 200 m<sup>2</sup> à une distance de 4 fois la hauteur et à 8 m au minimum ;
- pas d'intervention dans les alvéoles.

#### 5. Peuplements arbustifs bas :

- broyage mécanique pour mettre les alvéoles de moins de 100 m<sup>2</sup> à plus de 30 m de la limite ;
- pas d'intervention dans les alvéoles.

### ■ GUIDE VAROIS DES ÉQUIPEMENTS POUR LA LUTTE (PATRICK BRASSEUR)

L'objet de cet exposé était de présenter le guide des équipements DFCI mis en place dans le Var sur la base des caractéristiques des peuplements concernés et des moyens disponibles.

### Pistes

En concertation avec les gestionnaires, ils ont réalisé un effort de normalisation des pistes en deux catégories en veillant à la sécurité des personnels et à la possibilité de manœuvrer.

### Débroussailllements

La largeur de débroussaillage en bordure est égale à 4 fois la hauteur et de 25 m au minimum, dissymétrique si besoin est.

La distance entre les houppiers des arbres sur la coupure est comprise entre 5 et 10 m.

### Points d'eau

Ils sont de types variés (poteaux, citernes, points d'eau naturels) et répartis en fonction des risques potentiels et de la stratégie de lutte retenue.

### Discussion

Plusieurs intervenants font remarquer que les moyens dont dispose le SDIS 83 expliquent en partie que ces exigences aient pu être satisfaites.

La situation dans des départements moins « riches » conduit à avoir une démarche moins normative et plus pragmatique.





# Prendre en compte l'aérologie

Claude Bruno & Jacqueline Bidet

## L'aérologie dans le contexte du feu de forêt en zone méditerranéenne

L'aérologie sur le relief méditerranéen est un sujet complexe, et cela pour plusieurs raisons :

Le relief méditerranéen présente une topographie extrêmement accidentée et plutôt désordonnée. L'ensemble des éléments topographiques, tels que l'orientation des crêtes, la déclivité, la forme générale du relief ou l'existence de falaises, varie systématiquement d'une crête à l'autre.

Cette topographie engendre de fortes perturbations dynamiques dans l'écoulement du vent. Au niveau d'une crête, par exemple, on sait que les conditions de vent pourront varier en fonction de l'orientation et de la force du vent initial, de la stabilité de la masse d'air, de la présence de cumulonimbus, de la hauteur et de la forme de la crête, de la hauteur de la végétation et de son implantation, ainsi que de la présence d'un relief en amont du vent. On trouvera ainsi, selon les cas, déventements ou accélérations, création locale de rotors ou de zones de turbulence...

La région est soumise à de multiples régimes de vent, tant dans leur direction que dans leur force. À chaque modification du vent dominant, les conditions locales se voient modifiées.

En zone méditerranéenne, interviennent aussi, à la belle saison, d'avril à octobre, des vents thermiques. Ces vents sont liés à la présence de températures souvent élevées et à l'existence de contrastes thermiques importants à certains endroits. Les sites privilégiés sont les zones littorales ou les proximités de lacs, mais aussi l'ensemble des pentes et des vallées du relief. Ces effets ther-

miques sont donc quasiment omniprésents pendant l'été, et modifient l'aérologie locale en fonction de la saison, du régime de températures, de l'heure de la journée, de l'orientation du versant, de la proximité de la mer ou d'un lac, et de l'état initial de l'écoulement.

Si l'on souhaite une approche précise des conditions aérologiques sur le relief méditerranéen, il est indispensable de travailler à une échelle très fine, de l'ordre de quelques centaines de mètres, voire quelques dizaines de mètres.

Dans le contexte des coupures de combustible, on ne doit pas se contenter d'étudier les phénomènes évoqués ci-dessus, liés aux conditions météorologiques et à la topographie.

Pour être complète, l'analyse doit prendre en compte les conditions réelles dans lesquelles ces coupures de combustible sont destinées à servir, c'est-à-dire dans le contexte du feu.

Les questions posées sont les suivantes :

- quand la coupure de combustible devra prendre fonction en tant que telle, à l'approche du feu, les conditions aérologiques seront-elles sensiblement modifiées par la proximité de la chaleur liée au feu ?
- quels sont les effets engendrés par cette advection de chaleur ?
- comment évoluent-ils en fonction de l'importance du sinistre ?

## Méthodologie de l'analyse, état des connaissances

Devant une analyse aussi complexe, on se doit de simplifier le problème :

- l'ensemble des directions et forces de vent ne pouvant être étudiées, il sera souhaitable de restreindre l'analyse aux régimes de vent qui paraissent les plus susceptibles de voir des feux sur le secteur considéré. Le

Claude Bruno

Météo France  
Centre départemental  
de la Corse-du Sud  
Aéroport de Campo  
dell'Oro BP 904  
20700 Ajaccio cedex 9

Jacqueline Bidet

Météo France  
Service inter-régional  
Sud-Est  
2 bd Château  
Double  
13098 Aix-en-  
Provence

choix pourra être fait à partir d'une étude des conditions météorologiques existantes lors des feux recensés dans le secteur ou directement à partir d'une étude statistique des données météorologiques sur une station représentative du secteur, s'il en existe une. Les régimes de vent accompagnés de faible humidité de l'air devront être privilégiés ;

- en l'absence de connaissances réelles sur l'effet du feu, ce sujet ne pourra être traité et on sera contraint à laisser de côté cet aspect qui peut pourtant modifier considérablement les conditions locales au moment du sinistre. On retiendra uniquement la tendance naturelle qu'aura le feu, masse importante de chaleur, à monter toute pente sur lequel il se trouve, ainsi que l'accroissement de la turbulence à proximité du feu.

Devant la multiplicité des cas existants (on pourrait quasiment dire qu'il y a autant de situations que de crêtes !) et l'absence de réseau de mesures à une échelle aussi fine, le milieu scientifique se trouve assez démuné et ne peut fournir de réponse générale au problème.

Il peut par contre apporter des éléments de réponse, mais seulement au coup par coup, sur des territoires géographiques limités par :

- des campagnes expérimentales sur le terrain, très lourdes à mettre en œuvre, et dont les résultats sont souvent de qualité insuffisante, faute d'une densité suffisante de points d'observation et en raison de la difficulté de mise en œuvre lors d'une situation vraiment intéressante ;
- des expériences en laboratoire, notamment en veine hydraulique où l'on peut simuler avec succès les conditions d'écoulement dynamique sur maquette. Ces études, qui peuvent être réalisées sur demande, sont assez coûteuses mais donnent des résultats très intéressants, à une maille fine qui peut descendre jusqu'à quelques centaines de mètres. Ce type d'étude a été utilisé, par exemple, sur demande du Cemagref, pour une reconstitution du champ de vent sur le massif des Maures par régime de nord-ouest et régime d'est, avec une précision de 500 mètres. L'expérimentation a été réalisée au Centre national de recherches de Météo France, à Toulouse. D'autres organismes peuvent répondre à ce type d'études. On

peut citer par exemple le CSTB à Nantes (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment).

Ce type de simulation physique, en veine hydraulique, est actuellement le seul permettant une approche précise et fiable des conditions du vent sur un massif.

On remarquera toutefois qu'il n'aborde que l'aspect dynamique de l'écoulement et que les effets thermiques ne sont pas pris en compte. La simulation ne restituera donc pas exactement les conditions réelles rencontrées sur certaines parties de massif, notamment au voisinage du littoral ou sur certaines pentes surchauffées lors de chaudes journées.

De nouvelles techniques devraient émerger dans un avenir proche, en particulier dans la simulation numérique.

Les services de recherche et développement de Météo France travaillent aujourd'hui sur des modèles numériques à maille très fine, pouvant descendre jusqu'à quelques centaines de mètres.

On peut penser que ces modèles, excessivement gourmands en capacités de calcul, pourront à terme, après validation, être utilisés pour des études sur des massifs sélectionnés. Ils pourraient présenter un plus par rapport aux simulations en veine hydraulique : intégration de l'ensemble des éléments dynamiques et thermiques, étude plus rapide...

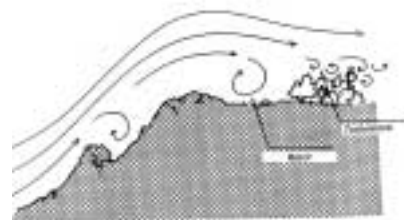
## Utilisation des connaissances empiriques

À défaut de simulations fines et fiables telles que celles évoquées plus haut, qui ne pourront être mises en œuvre que pour des opérations ponctuelles, la seule solution réside dans l'application de quelques connaissances empiriques, acquises principalement grâce à la météorologie aéronautique et aux sports aériens. La littérature aéronautique présente ainsi un échantillonnage

de situations types d'aérologie sur le relief, dont certaines peuvent présenter un intérêt dans le domaine du feu de forêt en zone méditerranéenne. On retrouvera ci-dessous ces quelques schémas types, avec les conséquences qu'ils peuvent avoir sur la propagation du feu de forêt. L'utilisation de ces schémas pourra être faite avec des réserves, sans que l'on soit sûr que le résultat est bien adapté à la réalité.

On supposera connue la direction dominante du vent sur le massif. Le postulat de départ sera celui d'une situation non perturbée, sans cumulonimbus.

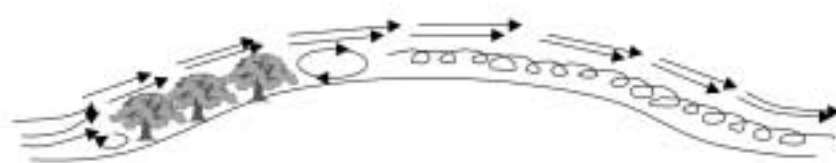
On remarquera d'une façon générale que, si dans un relief doux l'écoulement reste laminaire, à l'inverse, toute irrégularité ou cassure dans la pente aura tendance à provoquer une perturbation de l'écoulement, avec en général formation de rotors et/ou de zones de turbulence derrière la « verrue », d'où une baisse du vent temporaire, mais un risque accru de saute au niveau de la cassure.



Le phénomène peut être créé aussi par une lisière. Si celle-ci est proche de la crête, la zone de turbulence pourra éventuellement concerner la crête. Dans ce cas, le vent établi continuera de souffler quelques mètres au-dessus et sera un vecteur important de saute de feu.

### La pente au vent, dite « pente montante »

Il s'agira, dans tous les cas, d'une zone où le feu sera en pleine accélération et sera difficile à contrôler en raison, d'une part de la propagation naturelle de la chaleur vers le haut, d'autre part de l'accélération du vent avec l'altitude. Dans certains cas particulier de pente très raide, on pourra même obser-



ver un embrasement immédiat du versant, ce qui exclut bien sûr l'utilité de tout aménagement.

C'est donc surtout la zone de la crête et la partie sous le vent qui seront étudiées ici.

#### Cas d'une crête peu accusée

L'écoulement reste laminaire. Le vent est un peu moins fort sur la pente descendante mais reste établi. Un feu arrivera sur la crête avec une vitesse maximale, puis redescendra. La vitesse de propagation diminuera progressivement.



#### Cas d'une falaise côté au vent

Dans ces cas, le feu aura tendance à ralentir au niveau de la crête, dans la zone de turbulence.



Turbulence sur les premiers mètres en altitude. Le courant dominant continue de souffler plus haut. Risque de saute.

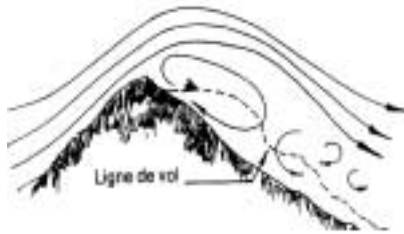


La crête est déventée.

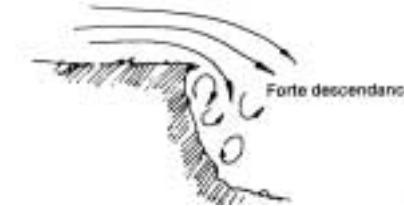
#### Cas d'une crête pointue

Présence d'un rabattant juste derrière la crête, en haut de la pente sous le vent, puis de turbulence plus bas. Le feu est fortement freiné, d'une part par le passage en pente descendante, d'autre part par l'absence de vent voire une bran-

che montante de vent au niveau du rabattant.

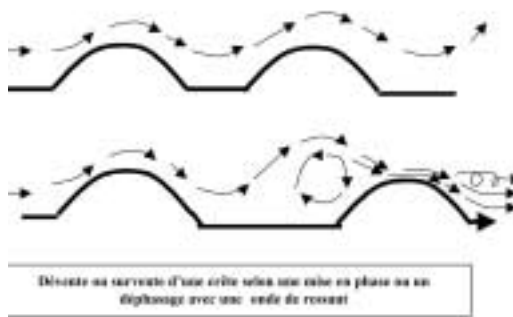


#### Cas d'une falaise sous le vent du relief



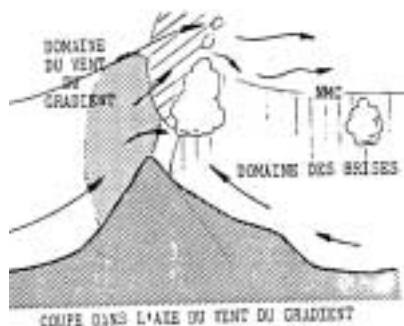
Zone de turbulence derrière la falaise. Le feu freine naturellement. Risque de saute.

#### Influence de la présence d'un relief en amont



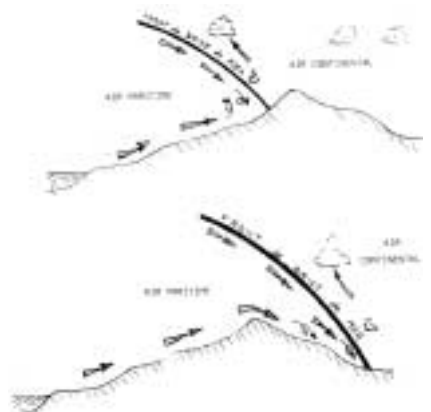
#### Cas d'une journée chaude : Influence d'une brise de pente thermique

Lors d'une journée chaude, les versants les plus ensoleillés (versants sud et sud-ouest en particulier) voient la formation de brises de pente montantes. Sur ces versants, si le vent dominant est montant, les vitesses respectives des deux vecteurs vont se coupler. Le vent est renforcé.



Dans d'autres cas, la configuration suivante peut être observée. On note une zone de convergence des deux vents au niveau de la crête.

#### Influence de la proximité de la mer



Dans les cas où le régime météorologique est continental, les conditions sur les crêtes proches du littoral peuvent varier en fonction de l'heure de la journée, de la température (mer + terre) et la force du vent dominant. La brise de mer, en journée, peut alors, selon les cas, gagner plus ou moins vers l'intérieur.

## Conclusion

Ces quelques schémas types permettent d'illustrer, d'une manière simplifiée, voire simpliste, quelques-uns des phénomènes qui peuvent être rencontrés sur le relief.

Ils ne constituent qu'une approche très modeste et partielle de l'aérogologie en zone méditerranéenne et ne peuvent garantir une analyse fine et fiable d'une zone en vue de l'aménagement contre le feu de forêt.

Une telle analyse ne pourra être obtenue que par des études à échelle très fine, telles que les simulations en veine hydraulique ou sans doute, dans un proche avenir, par des simulations numériques.

On ne pourra toutefois être sûr de la validité des choix faits en termes d'aménagement qu'une fois que l'influence du feu sur l'aérogologie locale aura été étudiée.



# Apports de la physique du feu

Jean-Luc Dupuy

## Introduction

La connaissance de la physique du feu est évidemment importante pour établir des règles de conception et d'entretien des coupures de combustible d'une manière suffisamment objective. Les mécanismes physiques de base expliquant la propagation des feux de forêt sont présentés dans une première partie. Pour mettre en œuvre cette connaissance, il faut disposer d'outils qui permettent une évaluation quantitative d'au moins certains aspects du feu. Ces outils sont généralement appelés modèles. Ils sont rapidement présentés dans une deuxième partie. À l'aide de modèles simples, les possibilités de répondre aujourd'hui ou à court terme à certaines questions posées par les gestionnaires sont examinées dans une troisième partie. Des exemples concrets sont pris pour illustrer ces possibilités et aussi montrer les limites actuelles.

## Mécanismes physiques de base (aspects qualitatifs)

### ■ Description du milieu combustible

D'un point de vue physique, la végétation est vue comme un ensemble de particules solides réparties dans l'air ambiant.

On peut classer ces particules en familles, une famille regroupant donc des particules qui présentent un comportement au feu similaire.

Les particules d'une même famille ont des propriétés physiques et chimiques similaires : forme de la particule, taille caractéristique (diamètre, épaisseur), densité du matériau, teneur en eau...

La taille caractéristique de la particule permet en particulier d'estimer la surface qu'el-

le expose à l'air ambiant par unité de son volume.

Plus une particule est d'épaisseur ou de diamètre faible, plus cette surface exposée par unité de volume de matière est élevée.

Ce paramètre, appelé rapport surface-volume de la particule, est essentiel puisque tous les échanges entre les particules et le gaz, mécanismes essentiels de la propagation du feu, lui sont proportionnels.

En pratique, on attache donc beaucoup d'importance aux particules les plus fines (moins de 2 mm de diamètre : feuilles, aiguilles, rameaux fins), même si des particules de plus grand diamètre contribuent par exemple à la libération d'énergie thermique.

Une fois les familles de particules constituées, il faut en décrire la distribution à l'échelle de la strate de végétation.

Cela suppose d'estimer la masse de particules présente en moyenne dans un volume « unitaire » entourant chaque « point » de la strate, et ce pour chaque famille.

On en déduit alors, connaissant la densité de la particule, le taux de présence volumique de chaque famille en chaque point de l'espace. À nouveau, tous les échanges entre particules et gaz seront proportionnels à ce taux.

### ■ Description des mécanismes

On considère un feu se propageant principalement dans la direction  $x$  à travers une strate de végétation.

Pour décrire les mécanismes de base, on peut suivre l'évolution d'un petit volume contenant du combustible au fur et à mesure qu'on l'approche du foyer, puis dans le foyer, et enfin derrière le foyer.

Loin en avant du foyer, le combustible reçoit

Article publié dans le n°XXI(4) de **Forêt Méditerranéenne**, sous le titre original :

*Les apports possibles de la physique du feu à la conception et à l'entretien des coupures de combustible*

Jean-Luc Dupuy  
Inra  
Équipe prévention  
des incendies de  
forêt  
Avenue Vivaldi  
84000 Avignon

de l'énergie par rayonnement : il s'échauffe.

Étant plus chaud que l'air ambiant, il perd une partie de cette énergie vers le milieu ambiant, par convection et par rayonnement.

Parvenu à une température de 100°C, l'eau (libre) s'est complètement évaporée.

Le combustible continue d'être échauffé.

Au voisinage du front de feu, le combustible reçoit de l'énergie par rayonnement et aussi par des phénomènes convectifs complexes (gaz chauds issus du foyer).

Sa température croît alors brutalement et lorsqu'elle dépasse environ 300°C, une dégradation très rapide du matériau solide a lieu : c'est la pyrolyse, qui libère des gaz combustibles.

Ces gaz combustibles, en contact avec l'oxygène, sont enflammés et les réactions chimiques de combustion libèrent de l'énergie en quantité considérable, qui permet d'entretenir l'ensemble du processus de propagation (transferts thermiques vers le combustible imbrûlé).

La pyrolyse se poursuit au sein du foyer, une partie du matériau solide reste à l'état solide : ce sont les résidus charbonneux.

En arrière du front, là où l'oxygène est suffisamment présent, la combustion de ces résidus charbonneux a lieu (braises).

Enfin, le matériau restant évolue vers l'état de cendres.

L'énergie libérée par la combustion des produits de pyrolyse provoque un échauffement considérable du mélange gazeux dans le foyer (plus de 1000°C juste au-dessus du foyer).

Ces gaz se dilatent donc considérablement et leur densité étant très inférieure à la densité de l'air ambiant, ils sont mis en mouvement par les forces de flottabilité (équivalent de la poussée d'Archimède).

Ces gaz chauds ont donc un mouvement ascendant.

Cette mise en mouvement s'accompagne d'une aspiration d'air « frais » dans le plan horizontal, qui conduit au refroidissement pro-

gressif des gaz chauds au fur et à mesure qu'ils s'élèvent.

Cet apport d'air frais constitue surtout un apport d'oxygène indispensable à la combustion au sein du foyer.

De plus, cette situation où les gaz chauds sont produits « en dessous » de l'air ambiant frais crée des instabilités dans les écoulements d'air et de gaz (les gaz frais descendent tandis que les gaz chauds montent).

Ces écoulements deviennent turbulents à partir d'une certaine hauteur au-dessus du sol.

Ce qu'on dénomme couramment la flamme est en fait la partie visible de ces gaz chauds.

Suite à la pyrolyse, des particules très fines et très riches en carbone (suies) se forment dans le milieu gazeux.

Ces particules, qui sont à une température de l'ordre de celle des gaz, émettent une grande quantité d'énergie radiative et rayonnent dans un spectre qui va jusqu'aux longueurs d'onde du visible.

Ces particules contribuent fortement au rayonnement de la flamme.

### ■ Effet du vent (fig.1)

Les mouvements de gaz et d'air ambiant se produisent forcément, même en absence d'un vent ambiant imposé.

Lorsqu'un tel vent est imposé, à une certaine distance du feu, il modifie les écoulements naturellement engendrés par la combustion (ou à l'inverse, on peut dire que le feu modifie les écoulements ambiants).

Il participe évidemment à l'apport d'air frais, donc d'oxygène.

Mais surtout il change l'orientation des écoulements de gaz.

En particulier, si le vent est dans la direction de propagation du feu (c'est généralement ce qui se produit en cas d'incendie !), les gaz chauds pourront s'écouler vers l'avant du front de feu, jusqu'à une distance qui pourra croître avec la force du vent.

Cela amplifie donc l'advection de chaleur en direction de la végétation encore imbrûlée, accélérant

son échauffement (échanges convectifs).

### ■ Effet de la pente (fig.1)

Pour un feu montant une pente, les forces de flottabilité s'exercent dans une direction (la verticale) qui forme un angle d'autant plus fermé avec la direction de propagation, que la pente est forte.

De manière analogue à l'effet du vent, on pourra ainsi observer des écoulements de gaz chauds depuis le foyer vers la végétation encore imbrûlée, cela jusqu'à une certaine distance en avant du front qui doit s'accroître avec la pente.

Là aussi, les échanges convectifs sont accrus.

### ■ Principes de conservation

Les mécanismes décrits plus haut n'agissent évidemment pas au hasard, mais au contraire sont très étroitement liés ; on dit qu'ils sont couplés.

L'état physique du milieu, que ce soit le gaz ou les particules solides, est complètement décrit en chaque point et à chaque instant par des variables thermodynamiques (pression, température, densité, composition chimique, vitesse).

L'évolution dans le temps et dans l'espace des valeurs prises par ces variables thermodynamiques est déterminée par des principes de conservation appliqués à : la masse totale, la masse de chaque entité chimique (ex. oxygène), la quantité de mouvement et l'énergie.

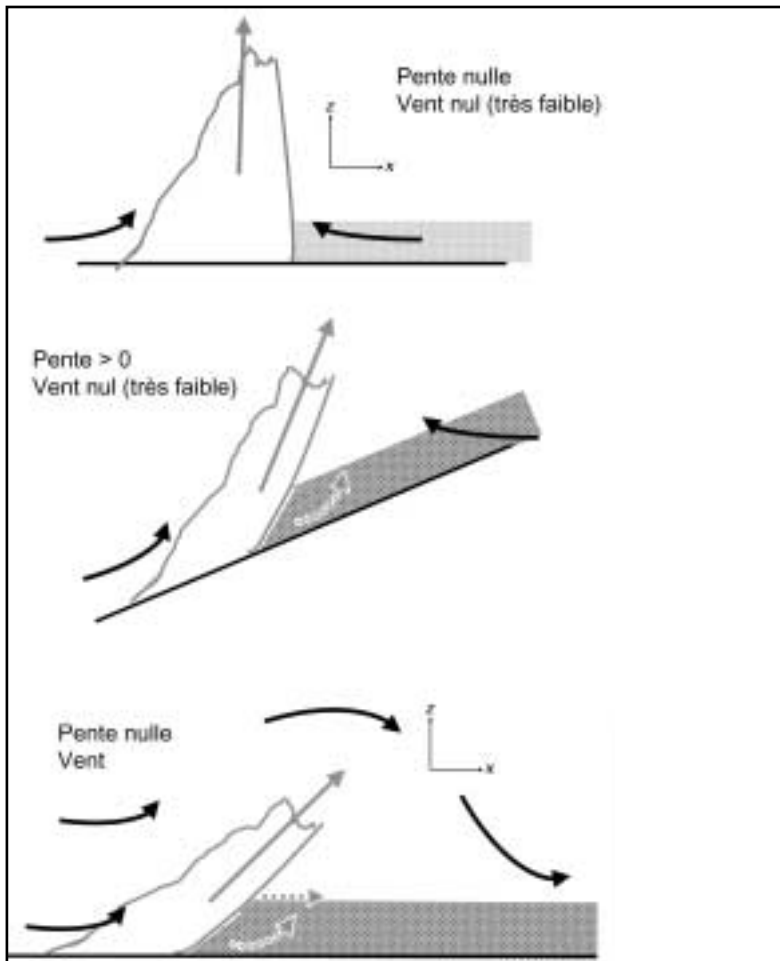
Ces principes de conservation établissent le lien entre les mécanismes décrits plus hauts et leur effet sur les variables thermodynamiques.

### ■ Complexité des phénomènes

La complexité des phénomènes réside dans l'existence de nombreux mécanismes physiques et chimiques de base qui sont fortement couplés.

La conséquence immédiate est qu'il n'est pas toujours possible de prévoir d'une manière générale l'effet de la variation d'un paramètre influant sur le feu.

Ainsi, même si on peut constater



**Figure 1. Les écoulements induits par le front de feu**

Vues de profil d'un front de feu avançant de gauche à droite. Les flèches symbolisent la direction des écoulements. En gris, il s'agit de gaz chauds, en noir de gaz frais (air). Les flèches pleines correspondent à un mouvement moyen du gaz. Les flèches en pointillés indiquent un écoulement plus complexe (poches de gaz chauds transportées de manière intermittente). Ces représentations sont purement qualitatives et sont des images figées de la réalité, qui elle est dynamique.

Les changements de direction des écoulements avec la pente et le vent expliquent pour une grande part les effets de ces facteurs sur la propagation du feu (accroissement de vitesse du feu avec le vent ou une pente positive). En effet, selon que des gaz chauds ou de l'air frais « traversent » le combustible imbrûlé, celui-ci est échauffé ou au contraire refroidi par convection (échange de chaleur entre particule solide et gaz).

que le vent, lorsqu'il souffle dans la direction de la propagation du feu, est un facteur aggravant du phénomène, il peut se produire dans certaines conditions que son accroissement ne produise plus d'effet perceptible sur la vitesse de propagation au-delà d'un certain seuil de vent.

De plus, certains phénomènes importants concourent à cette complexité et font encore l'objet de recherches fondamentales spécifiques (ex. la turbulence des écoulements, les propriétés radiatives de milieux complexes telles les flammes).

### ■ Enseignements de l'analyse physique du feu

L'analyse qualitative de la physique du feu peut donner des éléments de

réflexion pour des questions du type : que se passe-t-il si on modifie tel ou tel paramètre (scénario de vent, réduction du combustible...)?

Néanmoins, ces éléments conduisent plutôt à des décisions de bon sens qui sont évidemment déjà prises par les gestionnaires lorsque les autres contraintes le permettent (contraintes non liées aux caractéristiques du feu attendu sur une coupure).

On peut prendre l'exemple suivant : maintenir ou ne pas maintenir d'arbres sur la coupure. Les éléments d'analyse à prendre en compte qui sont strictement liés au feu sont les suivants :

- la présence de cimes d'arbres diminue la vitesse moyenne d'un

vent ambiant au niveau du sol, à cause des forces exercées par le feuillage et les rameaux des arbres, comparée à une situation où ces cimes sont absentes ;

- elle diminue aussi les effets de la turbulence des écoulements à l'intérieur de la strate de végétation, qui sont des effets favorables à la propagation du feu (augmentation des transferts de masse et d'énergie) ;
- en revanche, elle donne évidemment au feu la possibilité de se propager dans les cimes.

Autrement dit, la présence des cimes aura à coup sûr un effet positif sur l'efficacité de la coupure si on se réfère aux deux premiers éléments d'analyse, mais pourra avoir un effet négatif si on se réfère au troisième.

S'ajoutent ensuite à cette analyse des considérations liées à la présence de forces de lutte sur la coupure :

- la présence de cimes constitue un écran partiel au rayonnement provenant du front de feu (absorption d'énergie par les cimes) ;
- en revanche elle réduit la visibilité et constitue aussi un écran au jet d'eau.

Ces éléments ne permettent donc pas de prendre une décision complètement objective et souvent, le choix sera finalement déterminé, non par des critères liés à l'efficacité de la coupure, mais par ceux issus de l'expérience des gestionnaires.

Un véritable apport au gestionnaire serait donc de lui fournir des éléments d'analyse quantitatifs.

Dans l'exemple précédent, cela reviendrait à quantifier chacun des effets positifs et négatifs de la présence des cimes et de prendre la décision en connaissance de cause.

Cela peut peut-être conduire à un « juste milieu » consistant à laisser des arbres dont les cimes ne sont pas jointives (c'est parfois le choix du gestionnaire), mais les outils scientifiques ne permettent pas, à ce jour, de répondre à la question.

### Modélisation prédictive (aspects quantitatifs)

Le terme de propagation du feu sera considéré ici comme synonyme

me de comportement du feu.

En fait, l'aspect « propagation du feu » est souvent restreint à la propagation d'un foyer facilement identifiable dans une direction privilégiée et le problème est de déterminer la vitesse d'avancement du feu dans cette direction, ou vitesse de propagation.

Dans une végétation naturelle, donc non uniforme et pour des conditions non constantes, la propagation ne peut plus être vue aussi simplement si on se place à l'échelle du foyer.

Le feu peut par exemple se propager de la strate basse vers les cimes des arbres.

On parle alors plutôt de comportement du feu et le problème posé ne se résume pas à déterminer la vitesse d'avancement dans une direction privilégiée.

Les modèles de propagation du feu ont un sens à l'échelle de la strate de végétation (par exemple 10 fois sa hauteur ou de l'ordre de l'hectare).

En revanche, pour décrire et prédire la propagation d'un feu à plus grande échelle (ligne de feu avançant dans un massif forestier...), on utilise des modèles de contagion, qui ne seront pas présentés ici compte tenu de l'échelle spatiale caractéristique des coupures de combustible (segments de l'ordre de 1 ou 2 ha).

Pour « faire avancer le feu sur un fond de carte », ces modèles de contagion peuvent utiliser des règles basées sur les prédictions locales d'un modèle de propagation.

### ■ **Modèles physiques complets**

Les modèles physiques complets de propagation du feu sont fondés sur les mécanismes de base et les principes de conservation décrits plus haut.

La formulation mathématique de ces principes pour des milieux dits standards est disponible et utilisée depuis longtemps pour résoudre certains problèmes de mécanique des fluides et de combustion.

Le phénomène des feux de forêt, qui a beaucoup de points communs avec des problèmes clas-

siques de mécanique des fluides et de combustion, présente cependant la particularité de se dérouler dans un milieu non standard, la strate de végétation.

Ce milieu, comme on l'a vu, est un ensemble de particules réparties dans l'air ambiant.

Cela explique pour partie que la formulation rigoureuse et complète de ces principes physiques, adaptée aux particularités de ce milieu, n'est finalement qu'assez récente (Dupuy, 1997 ; Giroud, 1997 ; Larini, 1998 ; Larini et al., 1998).

Cela n'a pas empêché auparavant la construction de modèles physiques, mais beaucoup moins complets (ignorant de nombreux mécanismes).

La formulation mathématique de ces principes aboutit à des équations qui n'ont pas de solution « immédiate ».

Elles ne peuvent être résolues que par des calculs sur ordinateur (simulation numérique).

La méthode de résolution consiste en gros à découper l'espace en petits volumes et le temps en petits pas de temps, et partant de conditions initiales (conditions avant le feu et conditions d'allumage), à calculer progressivement comment évolue le phénomène dans l'espace et dans le temps.

L'important est qu'on ne peut pas prendre facilement de « raccourci » pour effectuer ces calculs.

La conséquence est que les temps nécessaires pour réaliser ces calculs sont encore trop longs (plusieurs heures à l'échelle du laboratoire) pour pouvoir présenter des solutions satisfaisantes à ces équations, c'est-à-dire des prédictions, à l'échelle d'une coupure de combustible.

Cela tient aux spécificités du phénomène feu de forêt.

Malgré cette contrainte, l'approche de modélisation offre des possibilités d'application importantes, pour trois raisons :

- elle permet de prédire toutes les variables qui sont nécessaires, dans un second temps, pour répondre à un problème concret (champs de température, de vitesse d'écoulement, de rayonnement...);

- elle ne dépend pas de paramètres liés à des observations de feux réels, de laboratoire ou de terrain, ou de paramètres d'ajustement quelque peu « empiriques » ;
- elle peut être en grande partie validée à l'aide d'expériences de laboratoire.

Le premier point impose un travail d'interprétation des prédictions.

Le dernier point, qui fait souvent l'objet de débats justifiés, signifie qu'il n'est pas forcément nécessaire de valider les modèles aux échelles spatiales où leurs prédictions sont données (ex. conduire de vrais feux à l'échelle de la coupure si on veut faire des prédictions à cette échelle).

Mais dans la mesure où le modèle idéal n'existe pas, des validations sont quand même souhaitables (par analogie, il faut penser aux essais en matière de bombe atomique et aux simulations qui les ont peu à peu remplacées).

Il faut retenir que plus le modèle aura un contenu physique solide, moins ces validations seront nécessaires.

### ■ **Modèles empiriques**

Au sens strict, ces modèles de propagation du feu sont la synthèse statistique d'observations de feux réels, de laboratoire et/ou de terrain, voire d'incendies.

Ils relient des variables décrivant le comportement du feu (essentiellement sa vitesse de propagation, mais aussi la géométrie de la flamme) aux variables décrivant les conditions de propagation (pente, vent, certaines caractéristiques du combustible végétal) à l'aide de relations simples établies statistiquement sur les feux observés.

Dans certains cas, ces modèles prennent en compte dans leur formulation un nombre réduit de principes physiques.

C'est l'exemple très connu du modèle de Rothermel (1972), modèle de propagation employé dans le système de prédiction américain Behave (première version en 1976) et depuis très utilisé dans d'autres systèmes de prédiction plus élaborés (Farsite aux États-Unis, Cardin en Espagne).

Le principal atout de ces modèles



sont les temps de calcul très courts et la simplicité des calculs. Mais ils ont des limites très contraignantes :

- les variables prédites sont peu nombreuses (vitesse de propagation, parfois géométrie de la flamme) ;
- le domaine de validité est limité aux conditions expérimentales (de laboratoire ou de terrain) dans lesquelles les observations ont été recueillies ;
- le domaine de validité est en particulier limité à des végétations continues (la végétation peut être considérée continue à certaines échelles d'espace et pas à d'autres).

C'est pourquoi si nous reprenons l'exemple du système Behave, qui a été très utile au développement du brûlage dirigé aux États-Unis, le modèle qui en est le moteur ne peut que rarement nous permettre de répondre aux questions qui peuvent se poser sur les coupures de combustible.

### ■ **Cas des modèles « de flamme »**

Il existe des modèles permettant de donner une estimation des caractéristiques géométriques de la flamme (hauteur, angle) si on connaît ou suppose la puissance du front de feu (puissance disponible pour l'échauffement des gaz par mètre de front de feu).

Ces modèles sont en fait des corrélations établies entre géométrie de la flamme et puissance du feu (et vent s'il y en a) à partir d'expérimentations, souvent de laboratoire.

Mais ils sont construits sur une analyse dite dimensionnelle des phénomènes, fondée sur une analyse physique de la combustion et de la flamme qui en résulte.

On peut donc considérer que leur validité s'étend au-delà des échelles spatiales du laboratoire, à condition de respecter les hypothèses physiques de base (validité similaire à celle des modèles physiques complets).

Ces modèles peuvent être très utiles pour donner des ordres de grandeur des dimensions et de l'inclinaison d'une flamme.

Ces propriétés peuvent par exemple servir à estimer les caractéristiques d'un feu incident sur une

coupure de combustible afin ensuite de calculer avec d'autres modèles son effet sur la coupure (rayonnement).

### ■ **Modèles physiques simplifiés**

Ces modèles de propagation du feu peuvent être établis par une simplification des modèles physiques complets.

L'objectif est principalement de réduire le temps de calcul, mais sans altérer trop profondément la nature physique du modèle initial.

Cela doit permettre de réaliser des simulations à des échelles plus grandes (que le laboratoire).

Un autre objectif est de fournir une compréhension plus immédiate de certains phénomènes (effet du vent, effet de la pente), même si les prédictions ne sont pas précises.

Cela peut être utile au praticien dans un sens pédagogique, mais c'est aussi très utile au chercheur.

De nombreux modèles physiques de ce type ont été développés par le passé, et même bien avant l'apparition des modèles physiques complets (revues de Weber, 1991 ; chapitre IV dans Dupuy, 1997).

Aujourd'hui, plusieurs voies sont explorées pour construire ces modèles simplifiés (qui parfois restent quand même assez compliqués !).

Cela conduit à une diversité importante dont il n'est pas possible de rendre compte ici.

L'important est que ces modèles, selon les hypothèses simplificatrices qui les différencient, ne sont adaptés qu'à certaines conditions de propagation (ex. vent très fort, ou pas de vent, ou pas de pente....).

Cela implique qu'ils doivent être utilisés dans ces conditions-là et aussi qu'ils nécessitent a priori davantage d'être validés aux échelles de prédiction souhaitées (feu sur la coupure) que les modèles complets.

La partie qui suit essaie de hiérarchiser les situations de propagation en fonction de la capacité des modèles physiques simplifiés actuels, et à venir à court terme (moins de deux ans), à prédire un

feu dans ces conditions.

Puis des exemples de prédiction sont donnés.

Enfin, une description qualitative des effets des instabilités et de la turbulence des écoulements sur la propagation du feu est présentée afin de faire sentir les limites actuelles des possibilités de prédiction.

## **Répartition du combustible sur la coupure et difficulté des prédictions**

Pour réduire le nombre de situations possibles, on considère un segment de coupure de combustible dont la végétation peut être la combinaison de trois strates :

- une strate basse (typiquement herbacée, et/ou couverture morte, et/ou broyat) ;
- une strate arbustive ;
- une strate arborée.

La strate arbustive est toujours en contact avec la strate basse, elle n'est jamais en contact avec la strate arborée (hauteur inférieure à la hauteur des premières branches feuillues).

Cette coupure est environnée par une végétation non traitée qui forme une strate continue dans toutes les directions et contiguë au sol.

Les différents cas sont alors définis par le nombre de strates présentes sur la coupure et les discontinuités horizontales au sein de chaque strate.

### ■ **Strate basse continue**

C'est a priori le cas le plus simple à modéliser.

En effet, une représentation en 2 dimensions d'espace est possible, et loin de l'interface avec la coupure, la propagation peut être traitée en régime stationnaire si les conditions de vent sont constantes.

Le fait que la strate soit unique permet de plus de « moyenner » les phénomènes sur son épaisseur, ce qui permet l'utilisation de modèles plus simples.

### ■ **Strate basse continue et strate arborée continue**

On s'intéresse surtout à la possibili-

té que le feu se propage effectivement dans les cimes, jusqu'à une certaine distance à l'intérieur de la coupure.

Pour prédire cette situation, des modèles encore relativement simples peuvent être employés.

Cela est lié à la continuité de la strate arborée et au fait que les interactions avec le feu de strate basse sont faibles.

### ■ *Strate basse continue et strate arborée discontinue*

La question est la même que précédemment.

Les modèles nécessaires pour y répondre sont a priori plus complexes et ce type de situation nécessite des recherches spécifiques.

On peut remarquer cependant que si dans le cas précédent, la conclusion est que le feu a très peu de chance de se propager dans les cimes, cette conclusion sera renforcée ici puisque les cimes présentent des ruptures.

### ■ *Strate basse continue et strate arbustive discontinue*

Des îlots de végétation arbustive subsistent sur la coupure. Les types de questions posées sont :

- quelle taille d'îlot (hauteur - diamètre) et quelle distance entre îlots voisins faut-il établir pour que la propagation du feu directement d'îlot à îlot soit impossible (peu probable) ? La question conserve un sens si la strate basse continue n'existe pas ;
- si la propagation d'îlot à îlot est jugée impossible (peu probable), l'inflammation des îlots par le feu de strate basse est-elle possible ? quelles sont les conséquences pour des pompiers luttant sur la coupure si ces inflammations se produisent ?

Pour répondre à court terme à la première question, on peut considérer des paires d'îlots et leur appliquer des modèles de combustion et de transfert thermique plus ou moins compliqués.

L'hypothèse sera que les interactions avec les autres îlots sont faibles.

Si on souhaite prendre en compte

ces interactions et donc réaliser une prédiction à l'échelle de la coupure (et non plus de deux îlots voisins), les modèles à mettre en œuvre seront plus complexes, en particulier ils devront prendre en compte les trois dimensions d'espace et ne pourront pas être stationnaires.

Des recherches spécifiques sont nécessaires.

Pour répondre à la deuxième question, il n'est pas possible de négliger les « interactions » entre îlots.

### ■ *Strate basse continue, strate arbustive discontinue et présence d'arbres*

C'est a priori la situation la plus complexe.

Par rapport à la situation précédente, on s'intéressera en plus à la possibilité d'inflammation isolée d'arbres, voire à la possibilité d'un feu total sur la coupure.

Des raisonnements similaires à ceux du cas précédent peuvent être appliqués à une paire îlot arbustif/arbre.

Mais une fois encore, si on souhaite une prédiction à l'échelle de la coupure, les modèles à mettre en œuvre seront plus complexes et des recherches spécifiques seront nécessaires.

## Les apports immédiats de modèles simples

### ■ *Exemple 1 (fig.2)*

Prenons l'exemple d'une coupure de combustible environnée d'une pinède dense avec une strate arbustive abondante.

La hauteur moyenne de cette couche de végétation est de 8 m.

On suppose qu'un feu se propage dans cette végétation non traitée par vent fort (50 km/h au-dessus de la strate).

La tête de ce front de feu arrive perpendiculairement à l'interface avec la coupure à une vitesse de 1,8 km/h, sur une longueur de 50 m.

On peut estimer que la quantité de combustible fin (i.e. consommé dans le front de feu) est de l'ordre de 4 kg/m<sup>2</sup>.

Dans ces conditions, le feu aura

une puissance totale par unité de longueur de front de feu de l'ordre de 40 000 kW/m.

Il s'agit d'un feu très intense, mais pas exceptionnel (la limite se situe autour de 50 000 kW/m).

On suppose maintenant que la coupure est nue ou bien n'est couverte que d'une végétation très basse.

On se pose la question : à quelle distance minimale de l'interface coupure/peuplement les pompiers doivent-ils se tenir, compte tenu des flux de chaleur reçus en avant du front ?

Pour cela on suppose que ces flux sont des flux radiatifs, c'est-à-dire qu'ils proviennent du rayonnement du front de feu.

La littérature (nord-américaine) indique que le flux maximal supportable par des pompiers correctement équipés est de 7 kW/m<sup>2</sup> (Butler & Cohen, 1998).

Pour situer le niveau de ces flux, il faut savoir que le rayonnement solaire à midi, en plein été, par temps clair et sous nos latitudes, atteint 1 kW/m<sup>2</sup>.

Pour estimer les flux radiatifs en avant du front, on doit :

- estimer les propriétés radiatives du front de feu (décrire la source d'énergie) ;
- calculer la part de cette énergie qui sera émise et transférée en direction du pompier.

Le modèle le plus classique de calcul du rayonnement de la source est d'assimiler le front de feu à une surface plane de hauteur et d'inclinaison (par rapport à la verticale au sol) connues.

Pour cela, on peut utiliser des corrélations entre hauteur (ou longueur) de flamme, angle d'inclinaison, vent et puissance du feu.

Ces corrélations sont empiriques, mais leur forme est établie à partir d'une analyse physique de la combustion et des écoulements qu'elle crée.

Dans le cas présent, on obtient une hauteur de flamme de 8 m (au-dessus du toit de la végétation), soit 16 m au-dessus du sol, et un angle d'inclinaison moyen de l'ordre de 30° (45° au-dessus de la végétation).

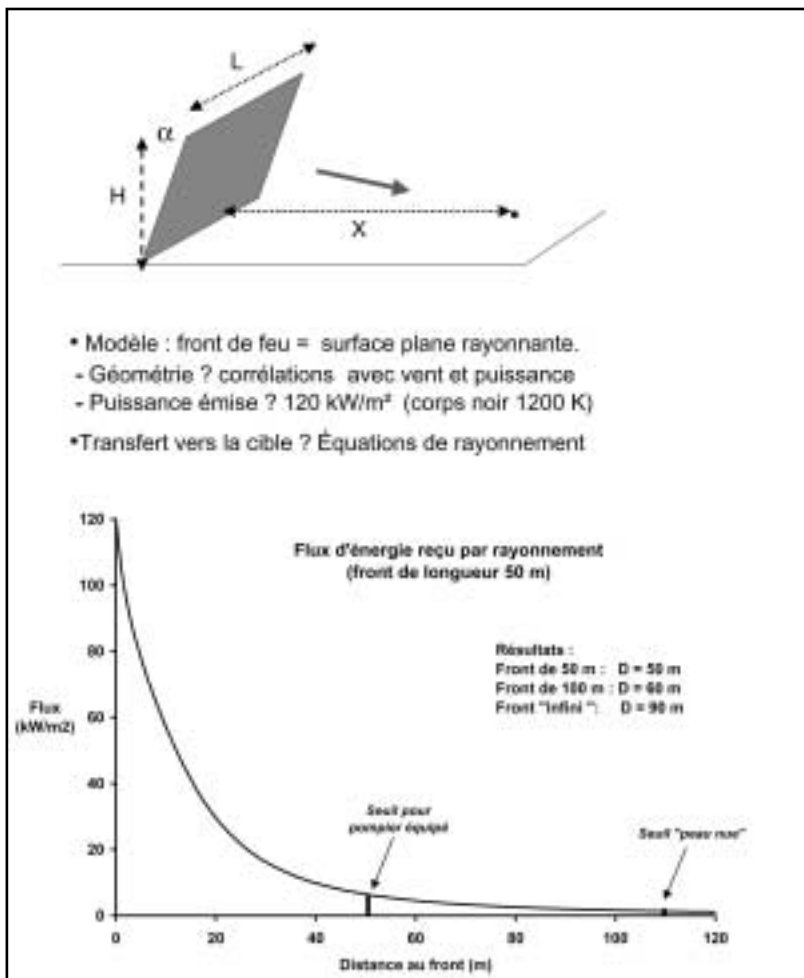


Figure 2. Exemple 1 : distance de sécurité et rayonnement.

La courbe représentée correspond à un front de feu de 50 m de longueur.

Une fois définie la taille et la forme de la surface qui rayonne, on doit déterminer quelle puissance elle émet par unité de surface.

Une loi physique donne cette puissance en fonction de la température de la surface et de son émissivité.

Nous supposons ici que le front de feu est « très profond » (émissivité de l'ordre de 1, la surface est assimilée à un corps noir) et que la température de rayonnement est de l'ordre de 900 à 1000°C en moyenne.

Le rayonnement émis a alors une puissance de l'ordre de 120 kW/m<sup>2</sup>.

Le calcul du flux reçu à une distance X du front de feu est alors effectué sur la base d'une équation de transfert radiatif.

Les approximations faites pour réaliser ce calcul peuvent être considérées comme bien faibles par rapport à celles faites précédemment pour estimer le rayonnement émis de la source.

Le résultat de ce calcul est que la distance minimale de sécurité, pour le front de feu de 50 m de long, est de l'ordre de 50 m.

Pour un front de feu d'une longueur de 25 m seulement (tête du feu étroite), cette distance est de 35 m.

Pour un front de feu d'une longueur de 100 m (tête de feu large), on obtient une distance de 60 m.

Pour un front de longueur infinie (cas limite), le calcul donne une distance de 90 m.

Les choix faits pour ce calcul ont volontairement conduit à maximiser ces valeurs de flux.

En particulier, sans être un feu catastrophe, le feu supposé est très intense.

Donc, **du point de vue du rayonnement**, la conclusion est que les coupures stratégiques quasi-nues dont les dimensions sont de l'ordre de 100 à 200 m, sont suffisamment larges pour que les forces de lutte y

soient en sécurité.

L'application de ce calcul à différentes conditions de végétation permettrait de préciser les dimensions minimales des coupures, voire d'établir des règles de conception simples.

Aux États-Unis, on utilise comme largeur de coupure minimale 4 fois la hauteur de flamme, le problème étant ensuite de se donner des valeurs pertinentes de cette hauteur (Butler & Cohen, 1998).

Le modèle de rayonnement permet de conforter cette règle.

## ■ Exemple 2

Le maintien d'une végétation haute sur la coupure a pour effet d'atténuer le rayonnement à une distance donnée.

Cet effet sera appréciable si le risque de propagation dans les cimes est très faible.

Pour examiner l'effet et le risque du maintien d'une végétation minimale sur la coupure, on reprend l'exemple précédent où on suppose qu'un îlot de végétation arborée, d'un diamètre de 20 m environ, est maintenu sur la coupure, à une distance D de l'interface avec le peuplement non traité (fig.3).

Les cimes des arbres de l'îlot forment une strate continue entre 4 et 8 m au-dessus du sol.

On suppose que le feu de l'exemple précédent arrive sur la coupure avec une longueur de front de 50 m et que la puissance maximale est émise pendant une minute.

Un calcul du bilan d'énergie des aiguilles de pin montre que pour une distance D de 25 m, l'inflammation à distance des cimes par rayonnement ne peut pas se produire.

Pour effectuer ce calcul, l'énergie perdue par les aiguilles a été minimisée et leur teneur en eau (masse d'eau/masse de matière sèche) a été supposée égale à 0.8, valeur faible pour ces parties vivantes de la strate arborée.

On notera au passage que par un calcul analogue, une strate herbacée (donc éléments très secs et très fins) serait enflammée à cette même distance de 25 m.

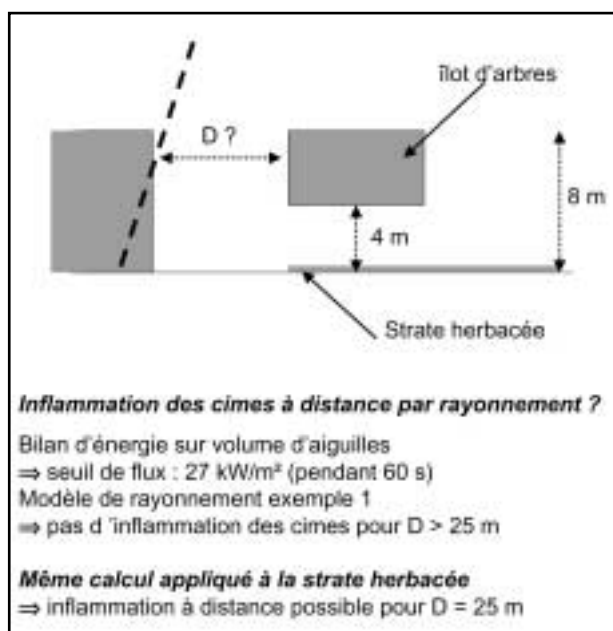


Figure 3. Exemple 2 : inflammation à distance et rayonnement

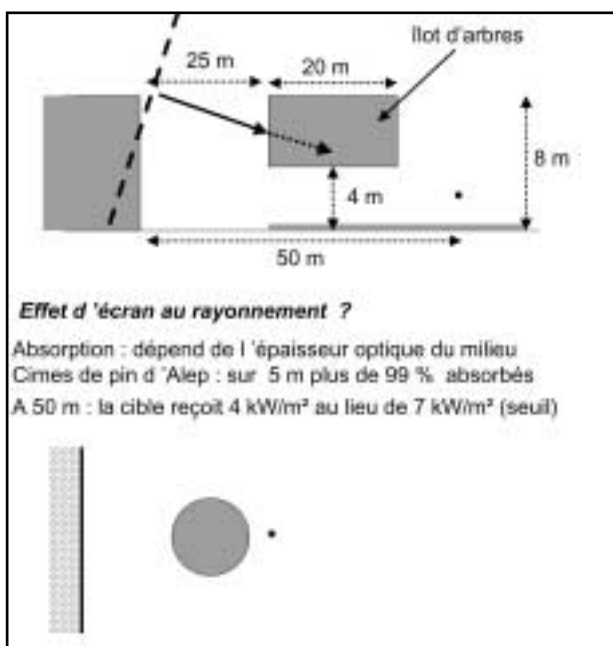


Figure 4. Exemple 2 : effet d'écran au rayonnement

Si on suppose maintenant qu'un pompier se tient à 50 m de l'interface, mais en arrière de l'îlot de végétation, il recevrait un flux de 4 kW/m<sup>2</sup> au lieu de 7 kW/m<sup>2</sup> (seuil limite) (fig.4).

Cela est dû au fait que les cimes de l'îlot absorbent la quasi-totalité du rayonnement qui provient du front et doit les traverser pour atteindre le pompier.

Le paramètre essentiel qui permet d'estimer cette atténuation est la surface exposée par les particules végétales par unité de volume de végétation (rapport surface-

volume x fraction volumique).

Il permet de calculer l'épaisseur optique du milieu.

Pour un rayon traversant une distance de 5 fois l'épaisseur optique du milieu, 99% de l'énergie est absorbée.

Pour des cimes de pin, l'épaisseur optique est de l'ordre de 1 m.

Donc, **du point de vue du rayonnement**, il est avantageux de maintenir ces îlots de végétation, à condition de maintenir une distance suffisante avec l'interface coupe / peuplement et entre îlots.

L'exemple a porté sur la distance D au peuplement.

A priori, la distance entre îlots pourrait être plus faible que cette distance D.

On aboutit là à une situation plus complexe à modéliser comme indiqué plus haut, mais établir des règles de gestion simples semble encore possible.

Cependant, on a ignoré de considérer jusqu'à un mode de transfert thermique : les processus convectifs.

### ■ Exemple 3 (fig.5)

On se place maintenant dans le cas où des îlots de végétation arbustive ou arborée de type cépée (combustible en contact avec le sol), sont maintenus sur la coupe.

On suppose qu'entre ces îlots, une distance d'au moins quatre fois leur hauteur a été maintenue, ou de 8 mètres si ces îlots font moins de deux mètres de haut.

On suppose qu'un feu se propage

sur la coupe à travers une strate basse et que ces îlots peuvent être enflammés et être à leur tour vecteur de la propagation du feu.

On veut savoir si cependant, la combustion d'un îlot peut provoquer l'inflammation d'un îlot voisin.

Deux processus peuvent causer cette inflammation à distance : le rayonnement (exemple 2) ou le transport de gaz chauds (convection).

Les gaz chauds s'écoulent en moyenne dans la direction de la flamme visible.

Cette direction est connue si on sait estimer l'angle de la flamme avec la verticale (ou le sol).

À partir de cette donnée, on peut évaluer à partir de quelle distance la flamme issue de la combustion d'un îlot ne peut pas « toucher » l'îlot voisin, supposé de même hauteur que le premier.

L'estimation de l'angle de la flamme peut être réalisée à l'aide de corrélations simples (déjà évoquées dans l'exemple 1).

En gros, ces corrélations sont basées sur un bilan des forces qui s'exercent sur les gaz chauds qui composent la flamme.

Les gaz chauds, de faible densité, subissent une force dirigée vers le haut (force de flottabilité ou « poussée d'Archimède »), qui donc a tendance à créer un mouvement vertical.

En absence de vent, le mouvement moyen des gaz chauds est vertical (la pente du support peut modifier cette situation).

En présence de vent, une force supplémentaire, essentiellement horizontale, s'applique à ces gaz.

Elle est directement liée à la vitesse du vent.

C'est le rapport entre ces deux forces qui permet de construire ces corrélations et de déterminer la direction moyenne des gaz chauds.

Les forces de flottabilité étant liées en fait à l'énergie de la combustion qui chauffe les gaz, ces corrélations s'expriment souvent à l'aide de la puissance du front de feu, qui elle aussi dépend du vent.

Les corrélations disponibles sont en fait applicables à un front de feu

rectiligne suffisamment long ( $2D$ , front de feu beaucoup plus long que profond).

Nous les appliquerons malgré tout au cas des îlots de végétation dont le diamètre peut ne pas être suffisant par rapport à la profondeur du front de feu pour que cette hypothèse soit vérifiée.

En fait, cela revient à considérer qu'on a non plus un îlot de végétation de diamètre  $d$ , en combustion, séparé de l'îlot voisin distant de  $D$ , mais une bande de végétation en combustion de longueur grande devant la distance  $D$  séparant les îlots.

On revient en fait à la représentation 2D de l'exemple 1.

En faisant cette hypothèse, on maximise largement le risque d'inflammation à distance par convection.

L'utilisation de ces corrélations (Nelson & Adkins, 1986, 1988) pour des strates de hauteur allant de 0,5 à 8 m, et des vents atteignant 80 km/h, conduit à la conclusion que la règle du type « 4 fois la hauteur ou au minimum 8 m » est suffisante pour qu'une inflammation à distance, par convection moyenne des gaz chauds, soit impossible (fig.6).

En fait, d'après ces estimations, cette règle pourrait être moins contraignante pour les strates les plus hautes.

On peut aussi noter que le seuil de 8 m (plus généralement, un seuil minimal) est nécessaire pour les strates les moins hautes (fig.7).

La règle de 4 fois la hauteur conduirait par exemple à une distance de 2 m pour une strate de 0,5 m de haut, et l'îlot voisin pourrait être enflammé à partir de 80 km/h de vitesse de vent.

Pour la possibilité d'inflammation à distance par rayonnement, des calculs similaires à ceux effectués dans l'exemple 1 montrent que cette inflammation à distance n'est pas possible, à condition que les îlots aient un diamètre inférieur ou égal à la distance minimale qui les séparent.

Des conditions moins contraignantes sont même sans doute applicables dans de nombreux cas

L'application de ces modèles sim-

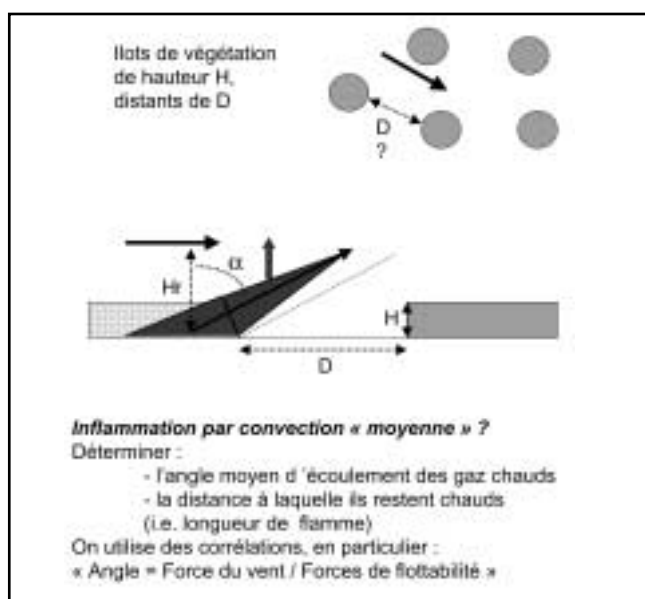


Figure 5. Exemple 3 : inflammation à distance et convection "moyenne"

ples a été faite sous des hypothèses qui conduisent à maximiser les risques d'inflammation, en fait à favoriser les transferts thermiques à grande distance.

On voit que **la règle d'espacement appliquée est suffisante pour éviter des inflammations à distance d'un îlot par son voisin.**

Pour aboutir à cette conclusion, on a retenu deux modes de transfert thermique, **le rayonnement et le transport convectif moyen.**

## Effets des instabilités et de la turbulence des écoulements

Pour traiter des exemples précédents, on a successivement considéré deux modes de transfert thermique majeurs : rayonnement et convection.

Les modèles simples utilisés pour la convection considéraient le transport convectif moyen.

Des modèles plus compliqués peuvent être utilisés pour traiter ces exemples.

Mais l'important est que **les effets de la turbulence n'ont pas été pris en compte** pour estimer dans quelle direction et jusqu'à quelle distance les gaz chauds sont transportés au cours du feu.

Cela est actuellement **un problème de recherche.**

Il n'est pas possible d'entrer ici dans le détail de ces phénomènes complexes et encore incomplètement compris.

Au voisinage du front de feu, des poches de gaz chauds se forment qui, dans un premier temps au moins, ont tendance à monter (comme l'écoulement moyen).

Ces poches se forment car en fait, des gaz frais doivent à l'inverse descendre jusqu'à la base des flammes pour remplacer les gaz chauds.

Ces poches de gaz chauds sont animées d'un mouvement moyen, mais aussi de mouvements tourbillonnaires.

Contrairement aux gaz « pris » dans l'écoulement moyen ascendant au-dessus du foyer, ces poches de gaz chauds pourront être « détachées » du front et transportées en avant de celui-ci dans la direction horizontale (ou parallèle à la strate de végétation).

Il peut arriver alors que ces poches de gaz chauds soient transportées à une grande distance en avant du front de feu, juste au-dessus de la strate de végétation et cèdent ainsi l'énergie qu'elles contiennent au combustible situé dans la partie haute de la strate (ex. cimes).

Ces poches apparaissent d'une manière périodique, par « bouffées », ce qui conduit à parler de pulsation.

Ce sont ensuite des phénomènes de

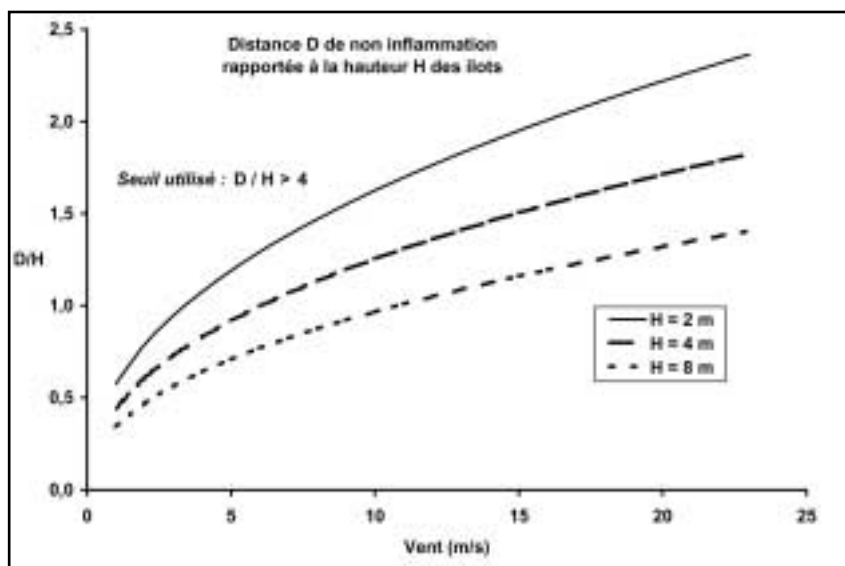


Figure 6. Exemple 3 : distance minimale d'inflammation par convection moyenne (strates de hauteur > 2 m)

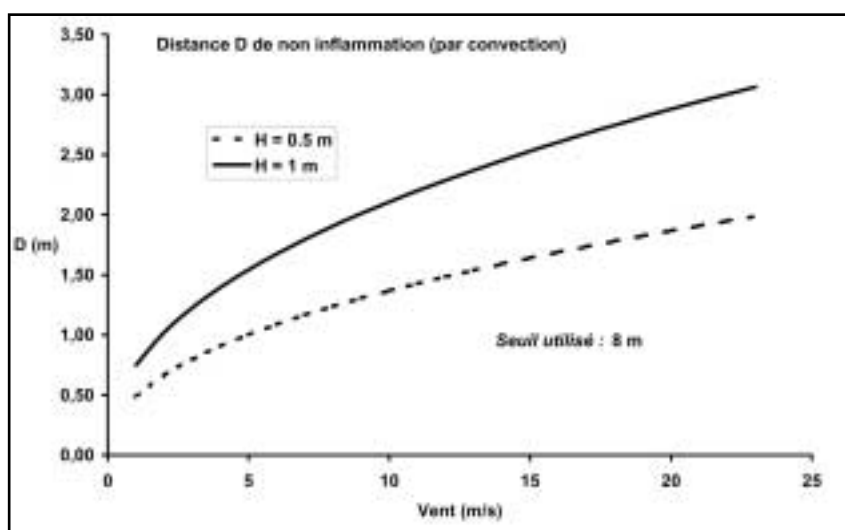


Figure 7. Exemple 3 : distance minimale d'inflammation par convection moyenne (strates de hauteur < 2 m)

turbulence qui permettent leur transport dans le plan horizontal sur des distances importantes, juste au-dessus de la strate de végétation.

Ces poches de gaz chauds peuvent atteindre des dimensions de l'ordre de la hauteur de strate elle-même et bien davantage si elles s'élèvent dans l'atmosphère.

À l'intérieur de la végétation, les phénomènes turbulents sont moindres et le sont d'autant moins que la végétation est dense.

Mais des poches de plus petite taille peuvent se former au voisinage du front et être transportées en avant du front, sur des distances plus courtes, au sein de la végétation.

Elles contribueront donc à l'échauffement du combustible.

Des travaux récents de modélisation effectués par Rodman Linn (Los Alamos National Laboratory, États-Unis, 1997) ont permis de simuler ces phénomènes pour un feu se propageant dans une végétation réelle (comparable à une végétation arborée de nos régions).

Ces simulations numériques montrent que les poches de gaz chaud de « grande taille » peuvent être transportées jusqu'à des distances de plusieurs dizaines de mètres voire plus de cent mètres, provoquant donc un échauffement à distance de la partie haute de la strate de végétation.

Ce phénomène apparaît même pour un vent ambiant faible (quelques m/s).

Le phénomène engendre également une propagation non stationnaire du front de feu.

Les effets de ce transport à distance par les poches de gaz chaud sont accrus en pente ascendante et réduit en pente descendante.

Plus généralement, l'interaction du vent ambiant et du relief va influencer sur ce transport.

Si ces résultats restent des résultats de simulation, il semble que l'expérience de beaucoup d'hommes de terrain les conforte.

Ce phénomène de transport est particulièrement difficile à prédire et nécessite de considérer les écoulements sur de grands domaines d'espace.

Pour réaliser les prédictions précédentes, un modèle de turbulence particulièrement sophistiqué a été utilisé, ainsi que des moyens de calcul exceptionnels.

**Des modèles simples permettant ces prédictions ne semblent pas pour demain.**

Pourtant, au travers des ordres de grandeurs cités plus haut, on voit bien que la prise en compte de ces phénomènes, qui ne sont pas exceptionnels, est nécessaire pour apporter un diagnostic complet de l'efficacité des mesures prises pour la conception et l'entretien des coupures de combustible.

On peut préconiser dans un premier temps, sur un plan qualitatif, d'examiner quels facteurs sont favorables ou défavorables d'une part à la naissance de ces poches de gaz chauds, d'autre part à leur transport au sein de la strate de végétation encore imbrulée et juste au-dessus de cette strate.

## Conclusion

Jusqu'à présent, les gestionnaires ont probablement établi les règles existantes de conception et d'entretien des coupures sans utiliser les modèles simples employés pour traiter les exemples précédents (modèles de rayonnement, corrélations).

Cela dénote un problème de transfert des connaissances et des outils produits par la recherche vers leurs utilisateurs.

Ce problème est en grande partie lié à la validité des connaissances et des modèles produits.

La propagation des feux de forêt, on l'a vu, est un phénomène complexe ; c'est aussi un phénomène dangereux.

Le chercheur doit donc évaluer le domaine de validité des connaissances et des outils qu'il propose au gestionnaire pour que leur usage ne conduise pas à des prédictions « trop fausses ».

C'est d'ailleurs pourquoi les exemples présentés plus haut l'ont été en maximisant à chaque fois l'intensité et les effets du feu (transferts thermiques à distance, risque d'inflammation).

Cela peut conduire à des précautions telles que le gestionnaire se trouve alors devant des choix impossibles (coupure d'un kilomètre de large à cause des « poches de gaz » ou des sautes dues à des brandons, coupure complètement nue pour minimiser les risques sur la coupure...) et finalement, cela limite la contribution des connaissances scientifiques aux choix techniques de conception et d'entretien des coupures.

La question posée est donc : comment valider les connaissances et les modèles ?

On l'a vu, plus une approche du problème est fondée sur une analyse physique complète et rigoureuse du phénomène, moins il est nécessaire de valider ses prédictions sur le terrain, à condition que chaque « compartiment » du modèle ait lui-même été validé, ce qui se fait souvent au laboratoire.

Mais comme ces modèles « complets » ne sont pas encore directement applicables à des situations de terrain, avant tout pour des raisons de temps de calcul, on doit opérer des simplifications importantes pour effectuer des prédictions. Il reste alors deux possibilités pour évaluer la validité du modèle obtenu :

- comparer certaines de ses prédictions à ce que donneraient les

modèles complets sur des cas simples (exemple : comment brûle un buisson isolé ou un arbre isolé ?) ;

- réaliser des feux expérimentaux de terrain y compris dans des conditions sévères.

Dans le but de déterminer les connaissances et le savoir-faire nécessaires pour mettre en œuvre ces solutions, une convention de recherche « Efficacité des coupures de combustible » a été signée en novembre 1998, pour trois ans entre :

- la Direction de l'Espace Rural et de la Forêt du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Paris ;
- l'Unité de Recherches Forestières Méditerranéennes de l'Institut National de la Recherche Agronomique, Avignon ;
- l'Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels de l'Université de Provence, Marseille.

Dans un premier rapport d'étape, les équipes impliquées<sup>1</sup> décrivent les méthodes originales élaborées pour :

- décrire le combustible au voisinage et sur la coupure ;
- modéliser le comportement du feu et prédire des grandeurs comme la vitesse de propagation, la taille des flammes, l'énergie dégagée, ...
- faire s'exprimer les experts sur l'efficacité de la coupure dans des scénarios prédéfinis (feu de face et feu de flanc, avec et sans vent).

Une troisième possibilité est l'observation de feux réels avec tout ce qu'elle comporte de difficultés pratiques et de problèmes d'interprétation.

Une description précise de la végétation en termes de combustible est également nécessaire et l'est d'autant plus qu'on adopte une démarche physique de modélisation.

Actuellement, pour faire des prédictions sur des cas concrets, il est nécessaire de multiplier les hypothèses sur la distribution du combustible au sein des strates, ou bien

de considérer un cas moyen, ou encore un cas extrême.

Le projet de recherche cité plus haut comporte également un volet important de description du combustible sur des coupures réelles, classées par types.

L'objectif est de disposer d'une base de données qui permettra de réaliser des études de cas sur ces coupures réelles, en maîtrisant au mieux le facteur « combustible ».

Il reste aussi à « maîtriser » le facteur vent, c'est-à-dire se donner des scénarios cohérents selon la localisation et l'implantation de la coupure par rapport au relief.

En résumé, la recherche ne pourra pas, même à moyen terme, fournir un modèle de propagation du feu suffisamment général et capable de prédire le comportement du feu avec confiance dans toutes les situations possibles rencontrées sur les coupures de combustible.

Il est donc nécessaire de réaliser des études de cas, qu'on ne peut pas multiplier à l'infini. Cela suppose une typologie de situations combinant l'ensemble des facteurs agissant sur l'efficacité d'une coupure.

Compte tenu des limites des modèles, les chercheurs doivent s'impliquer dans ces études, ce qui suppose des moyens (humains).

Pour lever les nombreuses incertitudes qui demeurent en matière de prédiction du comportement des feux de forêt, des avancées plus fondamentales sont nécessaires et des données de validation doivent être recueillies en situation « réelle » (feux expérimentaux de terrain) afin d'estimer le niveau de confiance qu'on peut donner aux prédictions.

<sup>1</sup> Outre les deux équipes indiquées, les équipes suivantes participent à ce projet :

- le pôle Cindyniques de l'École des Mines de Paris à Sophia-Antipolis ;
- la section technique interrégionale de l'Office National des Forêts à Avignon ;
- l'unité d'Écodéveloppement de l'Institut National de la Recherche Agronomique à Avignon.

## Références

- Butler B.W., Cohen J. D., (1988). « Firefighter safety zones: a theoretical model based on radiative heating ». *IJWF* 8(2):73-77.
- Dupuy J.L. (1997). *Mieux comprendre et prédire la propagation des feux de forêt : expérimentation, test et proposition de modèles*. Thèse de doctorat, université Claude Bernard, Lyon I, 272 p.
- Giroud F. (1997). *Contribution à la modélisation de la propagation des feux. Approche multiphasique des feux de forêt. Développement d'un feu de propergol en milieu semi-confiné*. Thèse doct. Univ. Provence.
- Larini M. (1998). *The Complete Physical Model*. Course in 3<sup>rd</sup> International Conference on Forest Fire Research, Luso (Portugal), November 1998, 34 p.
- Larini M., Giroud F., Porterie B., Loraud J.C. (1998). « A multiphase formulation for fire propagation in heterogeneous combustible media ». *International Journal of Heat and Mass Transfer* 41(6-7):881-897.
- Linn R.R. (1997). *A transport model for prediction of wildfire behavior*. PhD Dissertation, University of California. Report LA-13334-T, Los Alamos National Laboratory, NM. 195p.
- Nelson R.M., Adkins C.W. (1986). « Flame characteristics of wind-driven surface fires ». *Can. J For. Res.* 16:1293-1300.
- Nelson R.M., Adkins C.W. (1988). « A dimensionless correlation for the spread rate of wind-driven fires ». *Can. J. For Res.* 18:391-397.
- Rothermel R.C. (1972). *A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels*. Res. Pap. INT-115. USDA, Intermountain Research Station, Ogden, UT.
- Valette J.C., Dupuy J.L., Rigolot É., Larini M., Morvan D., Porterie B., Étienne M., Bourdenet P., Guarnieri F. (1999). *Convention 61.21.05/98, rapport d'activité de l'année 1999*. PIF1999-09, 12 p.+ann.
- Weber R.O. (1991). « Modelling fire spread through fuel beds ». *Progress in Energy and Combustion Science* 17:67-82.



## Traitement de la végétation

Jean-Luc Guiton & Lionel Kmiec

### La conception de base des débroussailllements

L'objectif des grandes coupures de combustible est de créer des zones favorables à la lutte contre les grands incendies en réduisant la végétation combustible et donc la puissance du feu.

La stratégie de la lutte doit être intégrée dans leur conception.

Le débroussaillage consiste à réaliser des ruptures de végétation aussi bien verticales qu'horizontales.

En effet, tout feu prend naissance au sol ; c'est-à-dire dans la litière, puis se développe dans la strate herbacée, se propage dans les strates arbustives, puis dans les strates arborées (pinède et taillis).

Le feu progresse aisément lorsqu'il est poussé par le vent ou en montant la pente, ou lorsque ces deux paramètres sont combinés, tant qu'il trouvera devant lui du combustible pour l'alimenter et le renforcer.

Supprimer la végétation permet de couper l'alimentation du feu en combustible et ainsi de réduire sa puissance et de ralentir sa progression.

La solution adoptée pourrait consister à éliminer toute végétation sur les secteurs stratégiques pour la lutte.

Or l'expérience, puis des analyses, ont démontré que lorsque le vent est fort, et notamment en crête, lieu privilégié d'accélération du vent, le feu avance très vite (3% de la vitesse du vent, chiffre couramment admis) et franchit facilement la zone débroussaillée nue.

Un autre principe est donc à prendre en compte : conserver une partie de la végétation pour créer une rugosité au sol pouvant

réduire la vitesse du vent et par là-même, ralentir la progression d'un feu.

Dès lors la conception des débroussailllements devient complexe, puisque le gestionnaire doit simultanément :

- éliminer une partie de la végétation pour réduire la puissance du feu ;
- conserver une partie de la végétation pour ralentir la vitesse du vent, donc la progression du feu.

Pour trouver un compromis acceptable, le gestionnaire devra adapter ces règles au relief, à l'exposition aux vents et, bien sûr, aux structures de végétation rencontrées.

### Prescriptions générales

#### ■ *Progressivité des travaux*

Les débroussailllements évoqués ci-dessus, seront mis en œuvre par étapes progressives, soit pour des raisons paysagères, soit pour des raisons sylvicoles.

En effet, le passage brutal d'un milieu arboré dense et impénétrable à un milieu très ouvert où circulent les engins de secours, peut choquer une population attachée à son environnement et peu au courant des nécessités techniques de la protection des forêts contre les incendies.

De même, certains propriétaires forestiers ne sont pas toujours favorables à de telles actions...

En matière sylvicole, atteindre l'objectif en deux ou trois étapes permet par exemple d'éviter le dépérissement ou la descente de cime chez le chêne vert, résultant d'une exposition brutale à la lumière et à la chaleur du soleil, ou encore d'empêcher les chablis dans les pinèdes denses dont les arbres sont mis à distance trop vite...

Jean-Luc Guiton

ONF du Gard  
Mas de la Couasse  
Av. du Pont-du-Gard  
30210 Rémoulins

Lionel Kmiec

ONF du Vaucluse  
1175 chemin du  
Lavarin  
84000 Avignon

Enfin, dans les années qui suivent les éclaircies nécessaires pour créer des discontinuités, la croissance des arbres conduira à une fermeture progressive du couvert, et nécessitera d'intervenir de nouveau.

### ■ **Espacement de la végétation**

Les mises à distances dépendront des structures de végétation, et du comportement prévisible du feu.

Plus la végétation est basse et homogène, moins elle freine le vent et plus les flammes sont couchées par le vent. La distance entre les îlots de végétation doit donc être plus importante.

Plus le peuplement est haut, plus il influence la vitesse du vent. Celle-ci peut être divisée par 2 en sous-bois. La distance nécessaire entre les îlots de végétation sera donc moins importante.

### ■ **Création de couloirs vides de végétation**

Un incendie qui provient d'un espace non débroussaillé aborde la zone débroussaillée avec une certaine inertie et ne perd pas immédiatement de sa puissance.

Une bande débroussaillée, vide d'arbres et d'arbustes, de 5 m de large, contribuera à réduire cette puissance et la taille du front de feu.

La piste traversant le débroussaillage est un élément structurant du dispositif de lutte.

Elle peut permettre de disposer en relative sécurité des groupes d'attaque pour combattre directement un incendie.

Lors d'un feu de flanc, elle peut aussi jouer un rôle passif, retardant voire empêchant son franchissement.

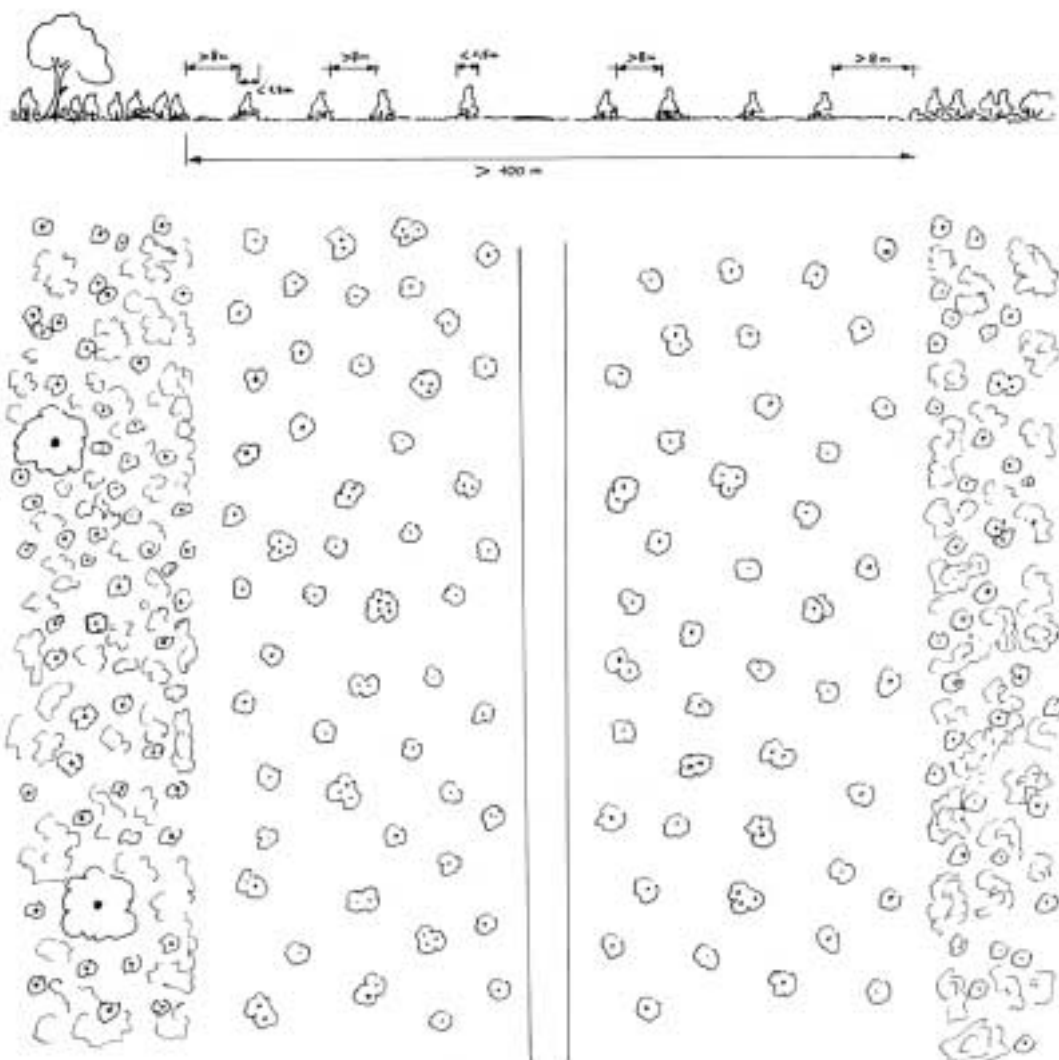
C'est pourquoi on attachera un soin particulier dans l'élimination de tout pont de végétation favorable au passage du feu par-dessus la piste.

On créera donc un couloir vide de végétation, le long de la piste.

## Fiche 1 : TRAITEMENT DE LA STRATE ARBOREE PEUPELEMENT EN REGENERATION Au stade du Gaulis

### Prescriptions techniques:

- Mise à distance de 8m des futurs arbres, brins par brins, ou par petits bouquets de 1,5m maximum de côté, par broyage mécanique de la broussaille sans finition manuelle. Densité obtenue, environ 150 tiges/ha.



Une distance de 5 m entre le bord de la piste et les premiers troncs ou les premiers îlots de végétation, permettra à la piste de jouer pleinement son rôle.

### ■ **Création de bandes labourées (optionnel)**

Des bandes labourées de la largeur d'un cover-crop amélioreront l'efficacité des débroussailllements.

Ces bandes dépourvues de toute végétation peuvent être efficaces

pour stopper un feu courant au sol (feu de flanc, feu à la recule...).

Elles seront situées suffisamment loin du bord de la coupure, là où le feu, moins puissant, est déjà redescendu au sol.

Cependant, ce type d'aménagement reste un complément optionnel aux débroussailllements car il ne peut pas être réalisé partout (conditions de sol, ...).

## Mise en application selon les structures de végétation

### ■ **Le débroussailllement dans un peuplement en régénération (fiche 1)**

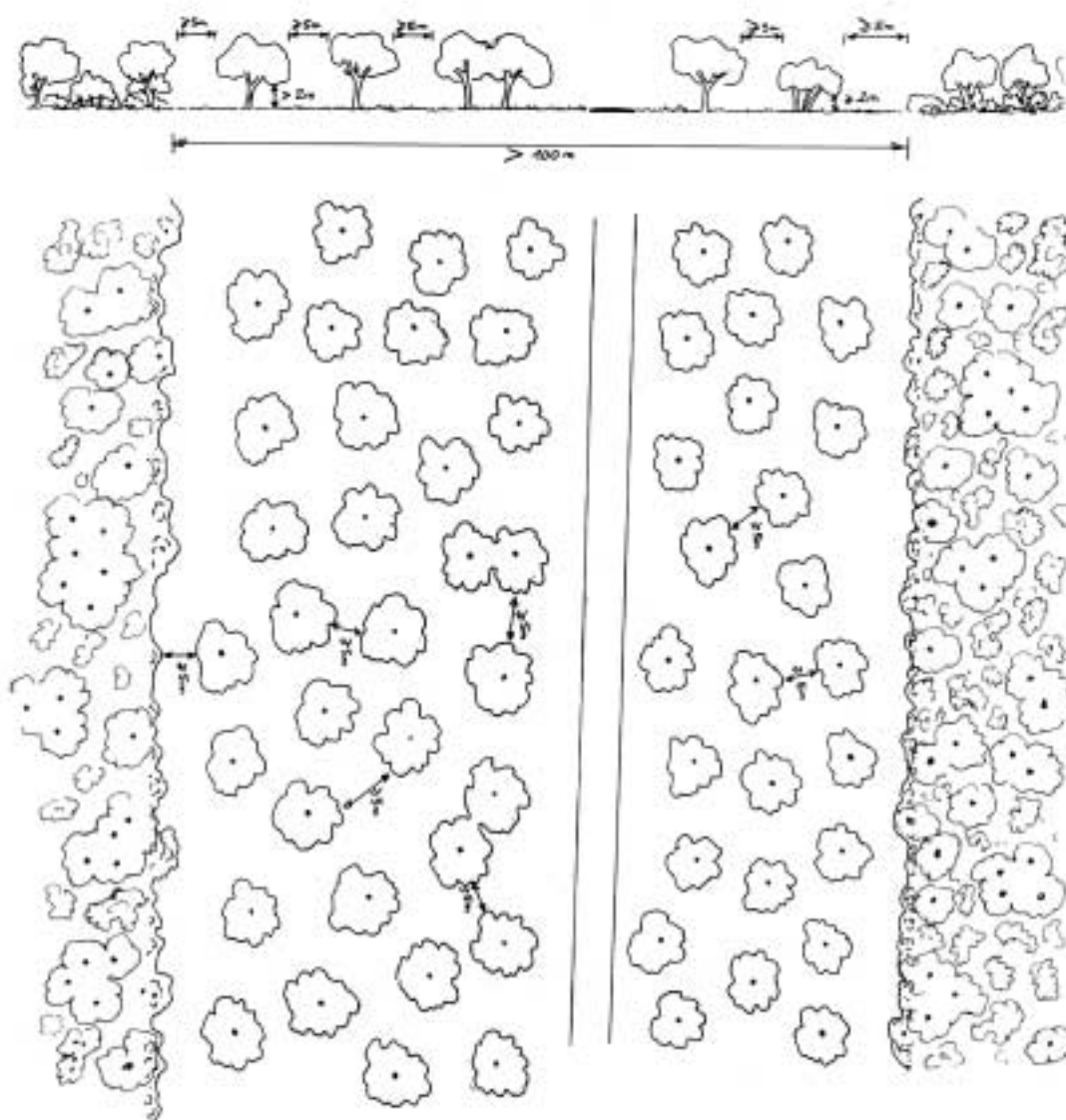
Dans un peuplement au stade du jeune gaulis (de 2 à 2,5 m de haut), il n'est pas possible de mettre directement les arbres d'avenir à une distance de 8 m parce qu'ils ne sont pas capables de supporter l'isolement.

## Fiche 2 : TRAITEMENT DE LA STRATE ARBOREE PEUPELEMENT ADULTE TRAITE TIGES PAR TIGES Au stade de la Futaie

### Prescriptions techniques:

- Eclaircie pour obtenir une distance entre houppiers de 5 mètres environ.
- La densité finale souhaitée du peuplement mûr, est d'environ 60 tiges/ha. (Cet objectif peut être à long terme)
- Elagage à 2m de tous les arbres
- Broyage généralisé des résenants et de la broussaille.

**Nota :** Il est souhaitable de garder quelques buissons bas pour améliorer la rugosité au vent en sous bois, mais à une distance minimum 10 mètres des arbres.



Ils seront conservés par petits bouquets d'une dizaine de mètres carrés (3 x 3).

La densité obtenue de 100 bouquets à l'hectare conduira à la densité préconisée en sylviculture, pour le peuplement définitif.

## ■ Le débroussaillage en peuplement adulte traité tige par tige (fiche 2)

L'expérience montre qu'un feu de cimes ne se propage sur une longue distance que s'il est alimenté par de la végétation basse en sous-étage et en contact avec les houppiers.

On sélectionnera les plus beaux arbres pour obtenir une distance moyenne entre les houppiers de 5 m et on les élaguera à une hauteur d'au moins 2 m.

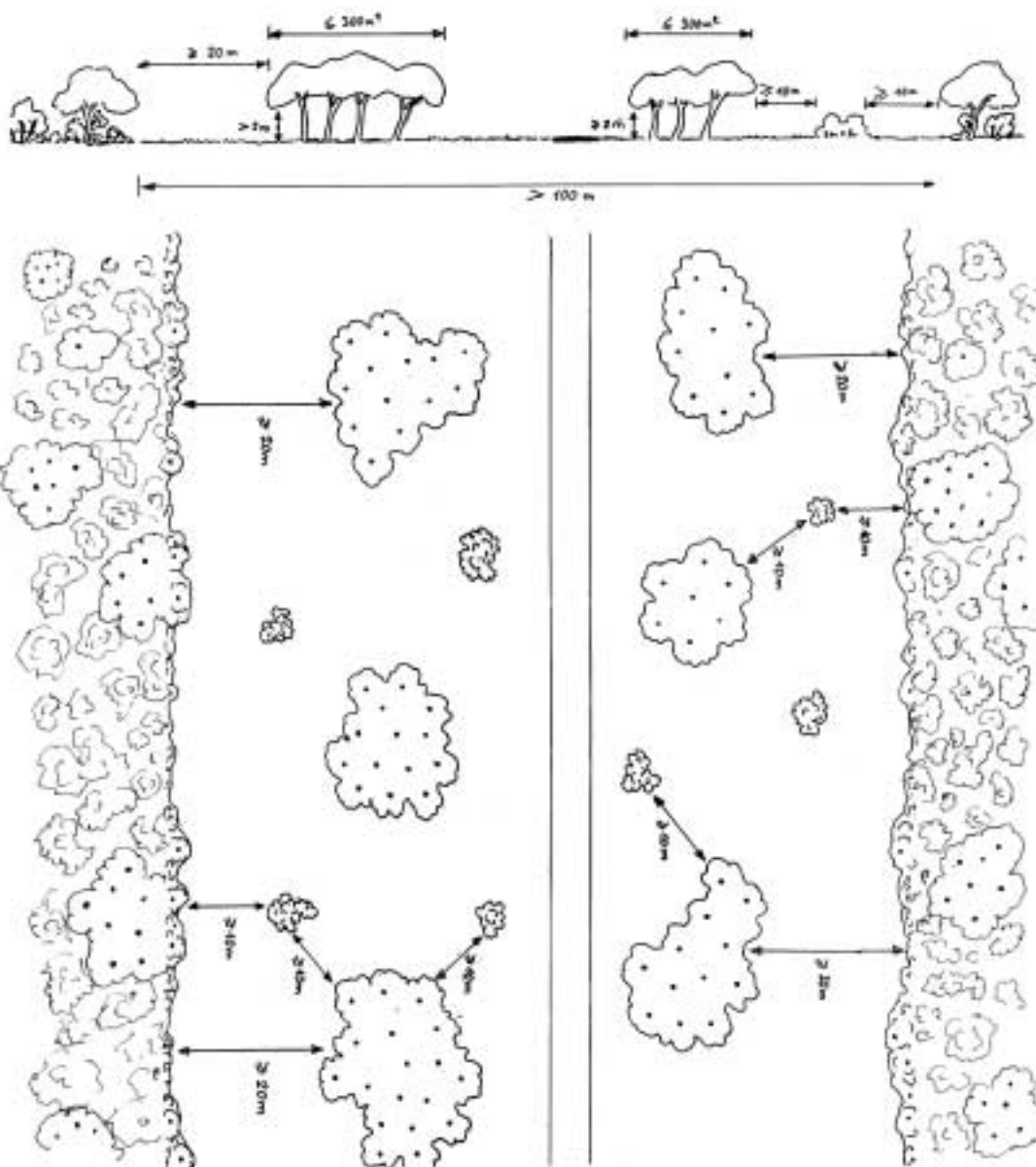
Les quelques arbustes conservés isolés seront éloignés des arbres d'au moins 10 m ; les rémanents et le sous-étage seront éliminés.

### Fiche 3 : TRAITEMENT DE LA STRATE ARBOREE PEUPLEMENT ADULTE TRAITÉ PAR BOUQUET Au stade de la Futaie

#### Prescriptions techniques:

- Coupe d'arbres pour la mise à distance de 20 mètres, des houppiers entre les bouquets, 10 mètres des buissons.
- La densité finale souhaitée du peuplement mûr, est d'environ 40 tiges/ha. (Cet objectif peut être à long terme)
- Élagage à 2m de tous les arbres
- Broyage généralisé des rémanents et de la brousaille

**Nota:** Il est souhaitable de garder quelques buissons bas pour améliorer la rugosité au vent en sous bois, mais à une distance minimum 10 mètres des arbres.



### ■ Le débroussaillage en peuplement adulte traité par bouquets (fiche 3)

Dans un peuplement mélangé, les principes énoncés précédemment sont toujours valables.

Ils se trouvent simplement combinés : rupture des continuités végétales horizontale et verticale, maintien d'arbres par bouquets ou îlots pour freiner le vent, etc.

On alternera des bouquets de pins et les îlots de chênes d'une superficie inférieure à 300 m<sup>2</sup>.

L'espacement entre les houppiers

des bouquets sera de 20 m.

Les quelques arbustes conservés isolés seront éloignés des pins ou des chênes d'au moins 10 m.

Seuls les arbres seront élagués à une hauteur minimum de 2 m.

Il n'y aura pas d'intervention dans la végétation d'une hauteur inférieure à 2 m.

### ■ Le débroussaillage en peuplement en cépées discontinues et broussailles (fiche 4)

Il s'agit, par exemple, de la garrigue basse à chêne vert.

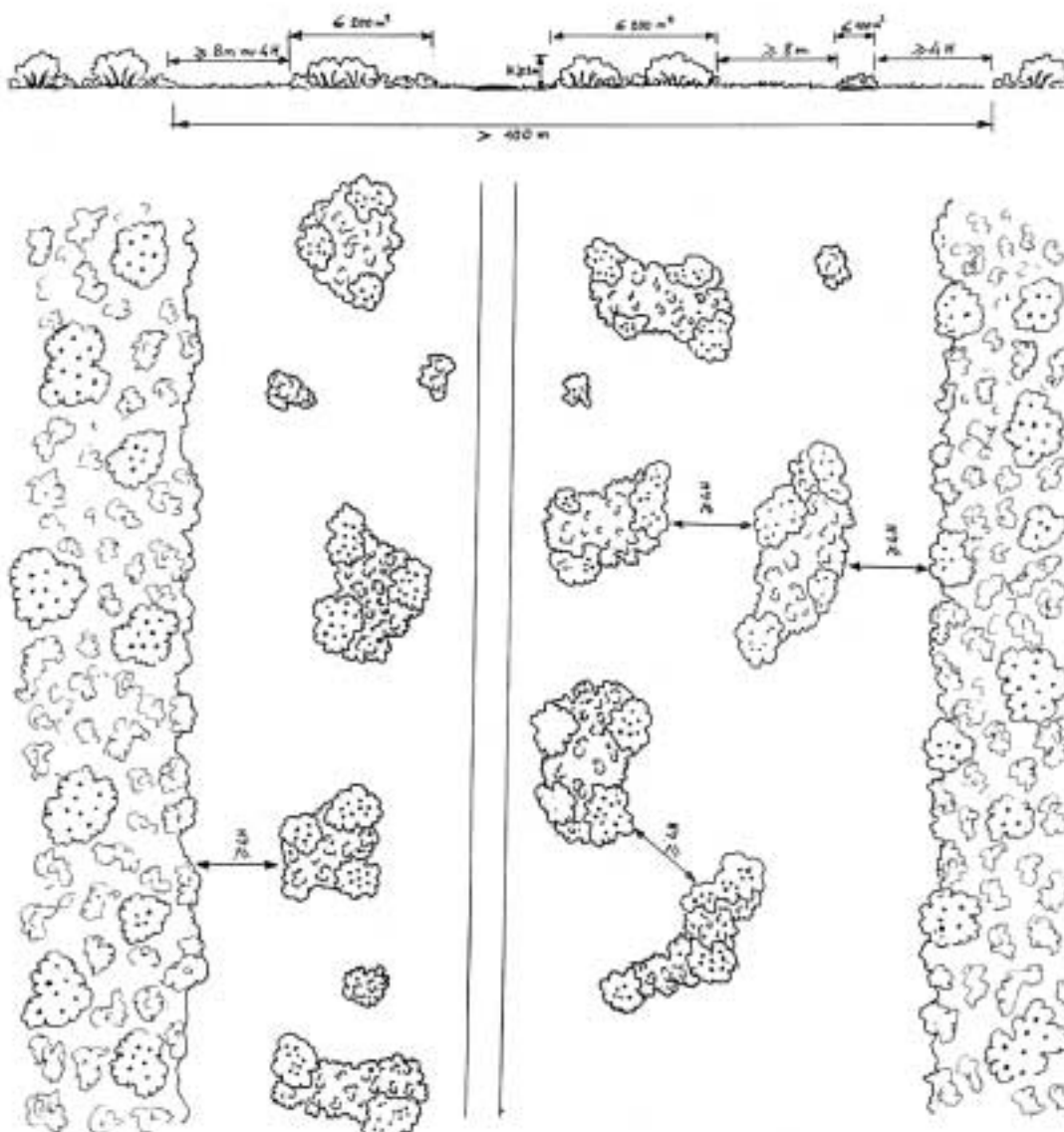
Ici, comme dans les formations arbustives basses associées à du taillis de chêne, la présence de végétation, plus haute, réduit la vitesse du vent.

Après débroussaillage, les éléments de plus de 2 m de haut engendrent de la rugosité et donc, réduisent la vitesse du vent et celle du feu.

## Fiche 4 : TRAITEMENT DE LA STRATE ARBOREE PEUPLEMENT EN CEPEES DISCONTINUES ET BROUSSAILLES Ex: Garrigues basses à chênes vert

### Prescriptions techniques:

- Broyage mécanique seul pour mise à distance de plus de 8 mètres, ou 4H, des alvéoles inférieures à 200 m<sup>2</sup>.
- Pas d'intervention dans les alvéoles.



On réalisera un débroussaillage alvéolaire en conservant les plus belles cépées de chênes, associées aux arbustifs bas périphériques, sans élaguer les tiges.

Les îlots de végétation conservés ne dépasseront pas 200 m<sup>2</sup> et seront espacés d'au moins 8 m ou 4 fois la hauteur du peuplement.

### ■ Le débroussaillage en peuplement arbustif bas (fiche 5)

Dans un milieu végétal d'une hauteur moyenne inférieure à 2 m, il est déconseillé de conserver de la végétation dont l'effet de rugosité au vent est négligeable, mais dont la présence, même diffuse, permet le passage d'un feu de front, par vent violent.

Le maintien de la végétation n'est pas justifié par des raisons DFCI, mais par des raisons sociales (paysages, etc.) ou environnementales (petit gibier, passereaux, etc.).

On tolérera exceptionnellement un débroussaillage alvéolaire conservant des îlots ne dépassant pas 100 m<sup>2</sup>, espacés d'au moins 30 m.

## Conclusion

Nos prescriptions techniques sont plutôt des recommandations que des règles intangibles.

En effet, il existe actuellement peu de données scientifiques précises sur le comportement des incendies de forêt en France.

Ces prescriptions sont le fruit de l'expérience de personnes ayant à

côtoyer les feux dans leur cadre professionnel.

Dans le futur, l'amélioration des modélisations informatiques de la propagation des incendies de forêt, étudiée actuellement dans le cadre du projet « Efficacité des coupures de combustible », permettra de valider et de préciser ces prescriptions.

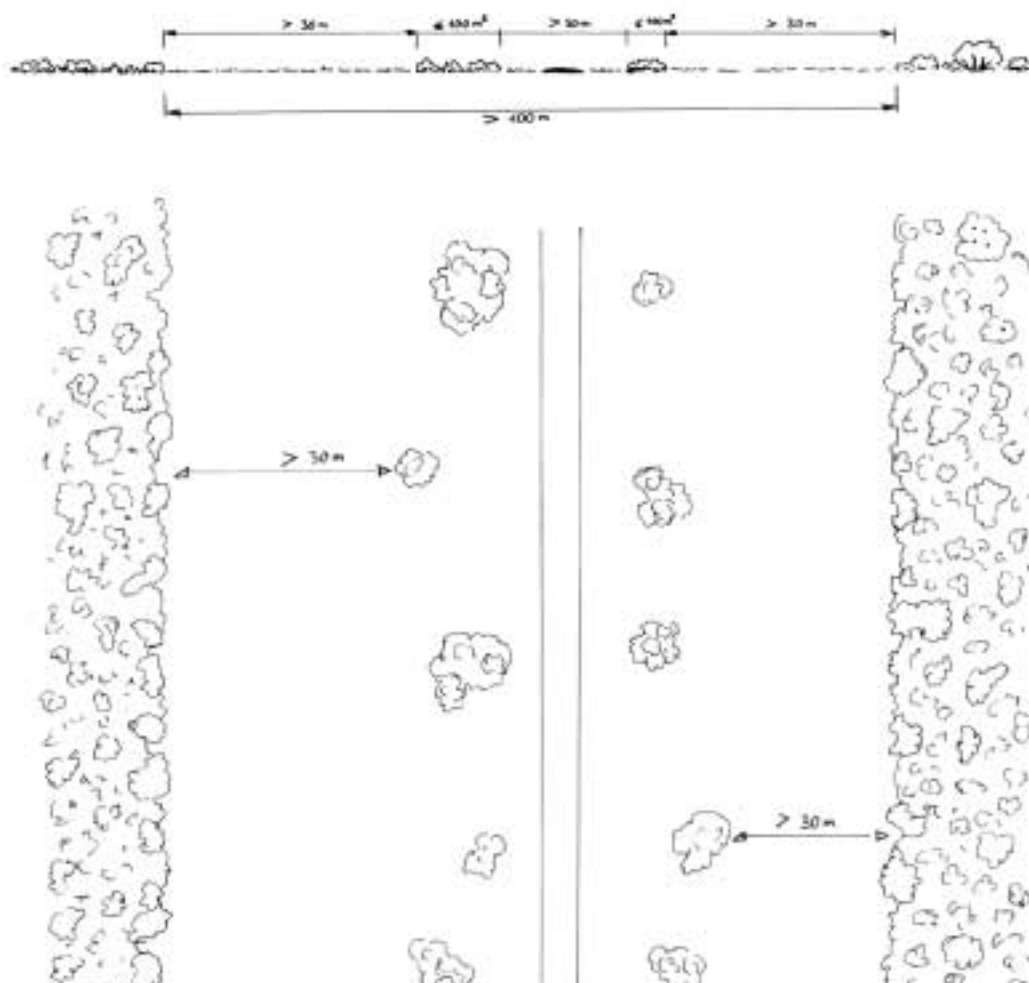
La poursuite du recueil de données appelé « retour d'expérience après incendie sur une coupure de combustible », peut aussi servir à préciser ces règles.

Poursuivre dans ces deux directions la connaissance des incendies de forêt permettra d'améliorer la conception même des coupures de combustible et donc des débroussailllements qui en sont un des piliers.

## Fiche 5 : TRAITEMENT DE LA STRATE ARBUSTIVE PEUPELEMENT ARBUSTIF BAS

### Prescriptions techniques:

Broyage mécanique seul pour mise à distance de plus de 30 mètres, des alvéoles inférieures à 100 m<sup>2</sup>.  
Pas d'interventions dans les alvéoles.



# Guide varois des équipements pour la lutte

Patrick Brasseur

Après les grands incendies des années quatre-vingt-dix, de nombreuses infrastructures de prévention des incendies ont été créées dans le département du Var. Quelques années après, il a semblé opportun aux forestiers et aux sapeurs-pompiers responsables de la DFCI dans ce département de faire un bilan de l'existant. Ce bilan était quantitativement positif : 7 500 km de piste, 1 200 citernes, pour 400 000 ha de forêt. En revanche, qualitativement, en termes d'efficacité pour la lutte, de nombreux ouvrages n'étaient plus satisfaisants. Il a donc été décidé de constituer un guide de réalisation des équipements DFCI pour rationaliser leur conception. Ce guide a vu le jour le 15 juillet 1999 et a été validé par le préfet du Var (DD SIS, 1999).

La constitution d'un réseau d'équipements doit faciliter la lutte et mettre à disposition du commandant des opérations de secours une série d'ouvrages « étanches » qui lui permettent de disposer de plusieurs idées de manœuvre et d'avoir éventuellement des solutions de repli.

Le département du Var conçoit les équipements DFCI de façon intégrée, en rendant indissociable les différentes entités que sont les pistes, les points d'eau et les interventions sur la végétation.

Ce guide, dont nous présentons ici le résumé, n'a pas pour but de remettre tous les équipements à la « norme », mais de tendre progressivement vers un dispositif cohérent reconnu par tous les partenaires départementaux.



Photo 1 : Piste DFCI de catégorie 1 (piste St Michel, commune de Draguignan) (cl. Brasseur)

## Les différents équipements pour la lutte

### ■ Les pistes DFCI

On considère qu'il existe deux catégories de pistes DFCI, dont les caractéristiques communes sont les suivantes :

- pente moyenne de 10% ;
- aire de retournement tous les kilomètres d'une superficie de 250 m<sup>2</sup> (stationnement d'un groupe d'attaque) ;
- dévers maximum de 3% ;
- plateforme de roulement supportant un poids de 19 tonnes.

**Pistes de catégorie 1 (ph.1) :** elles sont constituées d'une bande roulante de 6 mètres de largeur pour permettre le croisement des véhicules en tout point. Sur ces pistes, les culs-de-sac sont prohibés.

**Pistes de catégorie 2 (ph.2-3) :** Elles sont

Patrick Brasseur  
SDIS du Var  
Centre Jacques Vion  
87 bd Maljournal  
BP 255  
84007 Draguignan



Photo 2 : Piste de catégorie 2 (piste St Michel, commune de Draguignan) (cl. Brasseur)

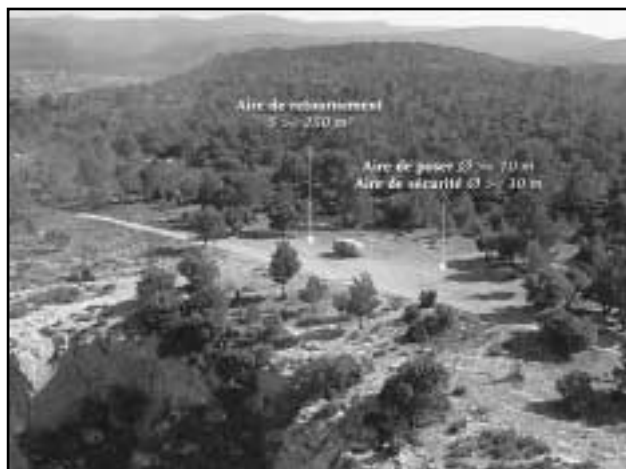


Photo 3 : Aire de retournement avec aire de poser pour HBE (commune de Chateaudouble) (cl. Brasseur)

constituées d'une bande roulante de 4 mètres de largeur avec des aires de croisement (sur largeurs de 2 m sur 30 m de long) tous les 500 mètres. Sur ces pistes, les culs-de-sac sont déconseillés, ou sont tolérés sous réserve d'une plateforme de retournement de 250 m<sup>2</sup>. La pente instantanée maximum admissible est de 20%.

### ■ Les points d'eau

Les points d'eau constituent des équipements fondamentaux pour la lutte contre les incendies de forêt. L'objectif principal est de cloisonner le massif forestier de manière à pouvoir disposer le plus rapidement possible d'importantes quantités d'eau nécessaires à l'attaque et à l'extinction.

La densité des points d'eau s'appréciera selon plusieurs critères :

- économiques et environnementaux ;

### • techniques :

- masse combustible présente,
- analyse des feux vécus,
- relief et aérologie,
- mode opératoire retenu (établissements de lances).

Plusieurs types de point d'eau sont réalisés dans le Var :

- les poteaux d'incendie :
  - sur réseau,
  - sur réservoir ;
- les citernes :
  - béton,
  - type wagon (capacité minimale de 30 m<sup>3</sup>) (ph.4). Ces citernes aériennes ou enterrées sont utilisables soit par les moyens terrestres uniquement, soit aussi par les hélicoptères bombardiers d'eau moyennant l'aménagement complémentaire d'une aire de poser ;
- points d'eau naturels (retenue, étang, lac, etc.) (ph.5).

## Les interventions sur la végétation

Les interventions sur la végétation consistent en un débroussaillage des strates basses et en une éclaircie des arbres quand ils sont trop denses.

### ■ Largeur du débroussaillage

Deux cas se présentent selon la répartition du risque de part et d'autre de la piste :

- risque symétrique : en règle générale, et dans le cas d'un risque considéré comme normal, la largeur de chaque bande débroussaillée doit être au moins égale à quatre fois la hauteur de la végétation dominante (Cemagref, 1989), sans toutefois être inférieure à 25 m, distance minimale acceptable en considérant une hauteur moyenne des flammes de 6 m (Chevrou, 1998) ;



Photo 4 : Citerne de type wagon (cl. Brasseur)



Photo 5 : Point d'eau naturel pour ravitaillement HBE (commune La Londe les Maures) (cl. Brasseur)





Photo 6 : Traitement de la strate arborée recommandé sur une zone d'appui principale (val d'Astier, massif des Maures) (cl. Brasseur)



Photo 7 : Zone d'appui élémentaire (mont Jean, commune de Cavalaire) (cl. Brasseur)

- risque dissymétrique : cette largeur standard pourra être modulable si le risque est bien identifié ; on pourra par exemple augmenter le côté au vent dominant ou la bande débroussaillée le long d'un versant.

#### ■ **Densité arborée sur les coupures de combustibles**

Une densité trop importante d'arbres à proximité des pistes peut constituer un handicap lors de la lutte :

- constitution d'un couvert végétal dense pouvant provoquer le passage en cime de l'incendie ;
- efficacité limitée des lances : impossibilité ou difficulté d'atteindre le front de l'incendie en limite de la zone débroussaillée.

Il sera donc demandé aux abords de chaque piste DFCI une « éclaircie » (ph.6) qui consistera à obtenir

une discontinuité verticale au niveau des houppiers des arbres. La distance entre chaque houppier variera entre 5 et 10 m, selon la configuration du terrain et sur une profondeur à déterminer sur le site.

#### ■ **Les différentes catégories de coupures de combustible**

Finalement, deux types de coupures de combustible en zone d'appui à la lutte sont considérés dans le département du Var : les zones d'appui principales, assimilables aux grandes coupures stratégiques et les zones d'appui élémentaires, assimilables aux bandes débroussaillées de sécurité. Pour accéder à une zone d'appui principale il est nécessaire d'avoir au moins une zone d'appui élémentaire au départ des axes routiers.

Une zone d'appui élémentaire est

constituée d'une piste principale ou secondaire avec un débroussaillage latéral de 50 m réparti de façon symétrique ou dissymétrique. Elle est équipée de points d'eau tous les 2 km (ph.7).

Une zone d'appui principale est constituée d'une piste principale avec un débroussaillage latéral d'au moins 100 m et de points d'eau plus densément répartis (ph.8).

## **Conclusion**

Ce guide est évolutif. Il n'a pas été conçu dans l'esprit d'une rédaction très détaillée afin de minimiser les contraintes et de maintenir le consensus nécessaire entre les sapeurs-pompiers utilisateurs des ouvrages et les gestionnaires forestiers qui les réalisent.



Photo 8 : Exemple de zone d'appui principale avec ancrage sur une zone agricole (Catalugno, commune de Ste Maxime) (cl. Brasseur)

## **Bibliographie**

Cemagref (1989). *Guide technique du forestier méditerranéen français. Tome 4 : Protection des forêts contre l'incendie*. 18 fiches.

Chevrou R. (1998). « Prévention et lutte contre les grands incendies de forêts ». *Forêt Méditerranéenne*, XIX(1) : 41-64.

DD SIS du Var (1999). *Équipements de prévention des incendies de forêt*. 16p.+ann.

## ■ INTERVENTION DE CLAUDE BRUNO (MÉTÉO-FRANCE)

### Précisions concernant le modèle MESONH

**C. Bruno :** Le modèle atmosphérique MESONH (mésos-échelle non hydrostatique) est un nouveau modèle développé par Météo-France et le CNRS qui prend en compte les effets de l'eau dans l'atmosphère. Le modèle MESONH peut fonctionner avec des domaines emboîtés les uns dans les autres, avec des mailles et des pas de temps particuliers. Dans le cas de l'étude sur le massif des Maures, les domaines étaient la France avec une maille de 12 km, le Sud-Est avec une maille de 3 km et les Maures avec une maille de 500 m.

Comme la veine hydraulique, le modèle met en évidence les zones déventées, les turbulences et les accélérations. Mais il fournit aussi les zones en cours d'assèchement. De plus, il peut simuler une forte augmentation de chaleur en un point quelconque du domaine, et donc l'éclosion d'un incendie. Il décrit mieux les phénomènes que la veine où, par exemple, le vent est fixé pour toute la zone étudiée. Enfin il permet de simuler des incendies passés. Il est donc plus performant que la veine hydraulique. Les coûts d'une étude en utilisant le modèle seront moins élevés puisqu'il n'y a qu'à entrer les paramètres caractéristiques du site étudié et à le faire tourner.

### Précisions concernant la veine hydraulique

**C. Bruno :** Elle est destinée à étudier les flux en fonction du relief et de la rugosité du paysage qui sont fidèlement pris en compte lors de la constitution de la maquette. La « direction du vent » est fixée par orientation de la maquette dans la veine et la « vitesse » par celle de l'eau qui y circule. Des colorants permettent de visualiser les modifications des circulations induites par le relief local. La veine hydraulique ayant déjà été utilisée sur le domaine du massif des Maures, ces mesures ont permis de valider les prédictions du modèle MESONH.

L'eau étant incompressible, cette veine ne permet pas de tenir compte des surpressions locales qui induisent des vents locaux. En revanche, les dimensions relatives de la veine et de la maquette permettent d'estimer que les effets de la troposphère sont bien représentés.

**P.Y. Colin** précise que ces travaux, comme ceux, réalisés sur la maquette des Maures par le Cemagref, qui n'ont pas été croisés, sont consultables au Cemagref.

## ■ INTERVENTION DE JEAN-LUC DUPUY (INRA-PIF)

**O. Chaumontet :** Comment transposer au relief l'étude qui a été faite sur l'effet du rayonnement dans le cadre du premier exemple, plus précisément la distance d'inflammation par rayonnement ?

**J.L. Dupuy :** L'introduction de la pente ne pose pas de problème théorique par rapport au rayonnement. Mais attention aux problèmes, liés à la convection et aux poches de gaz à l'avant du feu, qui ne sont pas liés au rayonnement.

**M. Costa :** Comment accéder aux données qui servent à calculer les distances et les dimensions des ouvrages au regard du rayonnement ?

**J.L. Dupuy :** Je ne pense pas qu'il existe des lieux où l'on trouve des données bien commentées ; il est donc important que les chercheurs s'impliquent dans des études de cas qui reprennent les questions des gestionnaires.

**J.P. Rivalin :** Comment mettre à la disposition des utilisateurs les résultats de la recherche et cela rapidement ?

**J.L. Dupuy :** Des structures comme le GIS Incendies de Forêt sont aussi destinées à assurer ce transfert. Mais le GIS ne dispose pas des moyens pour trier et analyser les données et faire le travail qui intéresse le gestionnaire. Il y a aussi un problème d'effectif de chercheurs qui se consacrent à la propagation du feu.

**É. Rigolot :** Le Réseau Coupures de combustible est typiquement la structure qui permet ce contact étroit. Mais les chercheurs sont évalués sur des travaux plus fondamentaux, ils ne peuvent donc pas consacrer trop de temps aux travaux appliqués. Un équilibre est à trouver entre les activités de recherche et de développement.

**G. Vannier :** Quand disposera-t-on des éléments qui permettent de raisonner un aménagement à l'échelle du massif ?

**J.L. Dupuy :** Les travaux ont été faits à l'échelle d'un segment de coupure de 50 à 100 m. À l'échelle d'un massif, le vent ne peut plus être supposé uniforme. Tout dépendra de la capacité des modèles à faire de bonnes prédictions qui devront être confrontées aux mesures de terrain. Les études de cas envisagées conduisent chercheurs et gestionnaires à réfléchir ensemble à ces questions sur un site bien connu et caractérisé.

**D. Alexandrian** : Dans les deux premiers exemples, seul le rayonnement est pris en compte ; or, pour la sécurité des agents, il y a aussi la convection et la question des fumées. Comment utiliser les données pour en tenir compte ?

**J.L. Dupuy** : Les difficultés proviennent des instabilités et des phénomènes de turbulence qui transportent les poches de gaz chauds à l'avant du front de feu sur plusieurs dizaines de mètres (simulation numérique de Linn). Qu'est-ce qui favorise la formation de ces poches de gaz chauds et leur transport à hauteur d'homme ? Je ne sais pas encore.

**D. Alexandrian** : Est-on capable de fournir des tables utiles aux gestionnaires ou bien à chaque fois faut-il reprendre les calculs ?

**J.L. Dupuy** : Il est nécessaire de reprendre les calculs pour chaque étude de cas. Le chercheur doit s'impliquer dans l'utilisation des données et des modèles qui, même simplifiés, sont difficiles à mettre en œuvre.

#### ■ INTERVENTION DE JEAN-LUC GUITON (ONF 30) ET LIONEL KMIEC (ONF 84)

**B. Foucault** : Les pompiers sont-ils prêts à attendre le feu sur ce type d'ouvrage ?

**Réponse des représentants des services de lutte présents** : Oui, si ce type d'ouvrage a été pensé en concertation avec eux, et si leurs avis ont été pris en compte. Mais il faut aussi considérer la stratégie retenue.

**P.C. Herzog** : Quelle est la part de la largeur de l'ouvrage dans votre réflexion ?

**J.L. Guiton** : La réflexion est basée sur des coupures de 100 m de largeur. Les BDS, plus étroites, ne permettent que des attaques de flanc car la fumée ne gêne pas et le feu progresse à la recule.

**A. Challot** : Faut-il envisager un quadrillage qui tienne compte du relief et des effets du vent ?

**J.L. Guiton** : Dans les Bouches-du-Rhône, les coupures sont implantées dans le sens du Mistral, le vent dominant, pour améliorer l'efficacité des équipes de lutte, pour éviter de les mettre en danger.

**M. Costa** : Les arbres ou les bouquets maintenus sur la coupure posent des problèmes d'entretien en la rendant moins mécanisable. Si la vitesse et de la puissance sont faiblement réduits, ne vaut-il pas mieux tout couper pour faciliter l'entretien de l'ouvrage ?

**J.L. Dupuy** : La vitesse du vent au sol est environ trois à quatre fois plus faible dans une formation où le couvert des cimes est complet que dans une formation non arborée. Maintenir le couvert arboré réduit donc la vitesse et la puissance du feu. Dans un couvert discontinu, l'intérêt n'est pas évident.

**J.L. Guiton** : Pour entretenir des ouvrages à couvert discontinu, le brûlage dirigé est un outil efficace et peu coûteux.

**P.Y. Colin** précise qu'il existe peu d'études sur les profils de vent dans la végétation. Les premières mesures, effectuées par le Cemagref à différents niveaux entre 0 et 20 m, confirment que la vitesse diminue considérablement dans les cimes mais qu'elle augmente de nouveau entre le sol et la base des cimes.

#### ■ INTERVENTION DE PATRICK BRASSEUR (SDIS 83)

##### Élargissement de la problématique à d'autres départements de l'Entente

**J.J. Peraldi** : En Corse-du-Sud, les pistes constituent des zones de cheminement privilégié et sécurisé, et non des zones d'action prioritaire. Les zones d'appui (Licagif) constituent des maillages, de manière à mener des attaques de front ou de flanc.

**S. Sauvagnargues** : Dans le Gard, les pistes sont essentiellement destinées au cheminement. Il n'y a pas encore de zones d'appui formalisées.

**R. Devauchel** : Le volume de déblais, l'impact et le coût des travaux d'ouverture de piste varient comme le carré de la largeur de la plate-forme. Dans les zones à fort relief, où on ne peut augmenter la largeur des pistes, il faut privilégier les zones de croisement judicieusement placées. Dans certains cas cette analyse peut amener à mettre en cause l'opportunité des pistes.

**A. Jardinet** : Dans le document préfectoral du Var, il n'y aurait que deux catégories de pistes, ce qui est en contradiction avec la classification zonale, publiée dans le guide de normalisation.

**G. Vannier** : Dans les Bouches-du-Rhône, aucune des pistes n'est normalisée et l'emploi des pistes à usage de DFCI est en train d'être redéfini. Quelle que soit la largeur de la coupure, un incendie violent ne peut y être arrêté de front, mais il peut être attaqué de flanc et guidé.

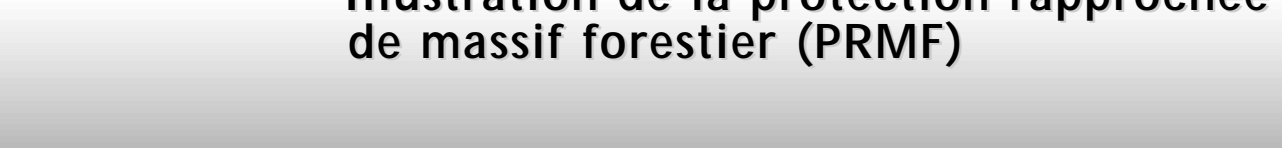
**P. Brasseur** : Le maillage de chaque massif est aussi une priorité du Var, mais la priorité principale est la qualité des ouvrages. Les équipements ne sont réalisés que si nous pouvons les mener à terme, et voulons éviter le saupoudrage, ce qui nous oppose parfois à nos collègues forestiers. Nous nous sommes volontairement limités aux pistes de 1<sup>re</sup> et de 2<sup>e</sup> catégories car nous estimons que la sécurité des personnels est mal assurée sur les autres types de piste. Nos cartes ne renseigneront pas les autres pistes sur des critères autres que ceux de l'IGN.





# Considérer les moyens, manœuvres et stratégies de lutte

---

- \* Des coupures opérationnelles
  - \* Illustration d'une coupure de combustible stratégique
  - \* Illustration de la protection rapprochée de massif forestier (PRMF)
- 





# Considérer les moyens, manœuvres et stratégies de lutte

---

## Des coupures opérationnelles



*Des coupures opérationnelles, synthèse (Y. Duché)*

**Tactiques et stratégies de lutte (A. Jardinnet & R. Vittori)**

**Implication des utilisateurs dans la conception des ouvrages en Corse-du-Sud  
(J.Y. Duret & M. Costa)**

*Débats*

Animateur | Yvon Duché  
ONF des Alpes-Maritimes  
Nice

Deux communications ont été présentées lors de cette session.

## ■ TACTIQUES ET STRATÉGIES DE LUTTE (Alain Jardinet & Robert Vittori)

La politique française de protection des forêts contre les incendies repose sur une démarche globale, qui vise à limiter le nombre d'incendies, par une action vigoureuse sur les causes d'éclosion, mais aussi à prendre toutes les mesures pour limiter les conséquences des éclosions résiduelles.

Ces mesures s'appuient sur un aménagement global des massifs forestiers, intégré à l'aménagement du territoire, et sur une stratégie de prévention et de lutte visant une détection précoce des départs de feux et une maîtrise des éclosions au stade feux naissants, notamment par des manœuvres offensives des services chargés de la lutte.

Cette stratégie, appuyée sur un réseau de guet terrestre et aérien et une mobilisation préventive, est payante puisqu'elle permet aujourd'hui de traiter plus de 95 % des incendies.

Pour le faible pourcentage de feux qui échappent à cette stratégie et menacent potentiellement de vastes surfaces et de nombreux enjeux, a été développée une politique de création de coupures de combustible, pour limiter les superficies détruites et les conséquences de ces grands incendies.

Ces coupures de combustible ont pour finalité de permettre aux services de secours d'y engager des manœuvres dites défensives, telles les lignes d'arrêt pour stopper la progression d'un incendie face au front de feu, ou les actions de jalonnement pour contenir l'incendie sur les flancs.

Ces manœuvres n'ont une chance de succès que si les trois conditions suivantes sont réunies simultanément :

- la stratégie de lutte est cohérente avec le sinistre à éteindre ;
- les moyens de secours nécessaires à la mise en œuvre de la manœuvre sont mobilisables dans le délai prévu ;
- la réalisation de la coupure et son état d'entretien sont

conformes aux prescriptions édictées lors de la conception.

Il ressort de ce constat que les services chargés de la lutte contre les incendies doivent être impliqués dès le départ à la conception de la coupure de combustible, et ensuite rester associés à toutes les phases de réalisation et d'entretien, pour pouvoir exprimer les besoins, mais aussi faire part de leur capacité à mobiliser des moyens de secours dans un délai donné.

## ■ IMPLICATION DES UTILISATEURS DANS LA CONCEPTION DES OUVRAGES EN CORSE-DU-SUD (Michel Costa & Jean-Yves Duret)

Un exemple intéressant et structuré d'intégration des services chargés de la lutte contre les incendies à la démarche de conception et de suivi des coupures de combustibles a été présenté au cours du séminaire par l'équipe de la Corse-du-Sud avec quelques-unes de ses réalisations.

## ■ CONCLUSION

Les débats menés autour de cette problématique ont fait ressortir la difficulté d'évaluer la probabilité de mobilisation effective des moyens de secours dans leur quantité optimale sur les coupures de combustible les jours à haut risque, et surtout d'en tenir compte dans les choix de conception de l'ouvrage.

Bien qu'aucune conclusion n'ait été dégagée à l'issue des débats, on peut retenir quelques réflexions ou pistes d'avenir :

- cette incertitude ne doit pas nuire à la dynamique de mise en place des coupures de combustible ;
- il faut essayer de se prémunir d'un potentiel de lutte insuffisant, en augmentant son efficacité, soit en utilisant des techniques de lutte complémentaires (utilisation de moyens aériens, emploi de retardants ou mise en œuvre de feux tactiques), soit en dotant la coupure de combustible d'aménagements complémentaires à effet passif (brûlage dirigé, passage de charrue à disque ou utilisation de produits phytocides).



# Tactiques et stratégies de lutte

Alain Jardinet & Robert Vittori

## Cadre général

La stratégie générale de lutte contre les feux de forêt en France repose essentiellement sur la maîtrise des éclosions de feu au stade initial.

C'est pour cette raison que la prévention par l'aménagement du terrain joue un rôle fondamental dans l'efficacité de la lutte avec une stratégie agressive et mobile permise par la mobilisation préventive, le guet aérien et le traitement prioritaire des feux naissants.

Cette stratégie générale est payante car ce ne sont que quelques feux (de l'ordre de 2%) qui « échappent » au contrôle de tous les acteurs.

Néanmoins, ces feux catastrophiques concernent des surfaces importantes car ils se produisent toujours lorsque les conditions météorologiques sont extrêmes et que, par conséquent, tous les dispositifs préventifs sont dépassés.

C'est pour cette raison qu'en dehors de l'aménagement traditionnel du terrain permettant des attaques rapides et décisives par la création de pistes et l'aménagement des points d'eau, les coupures stratégiques de combustibles revêtent une importance capitale dans la lutte contre ce type de sinistre.

En effet, lorsque le feu a échappé et pris de l'ampleur, son arrêt ou son jalonnement ne peut être envisagé qu'à l'aide de coupures de combustible suffisantes.

Face à un front de feu important en situation météorologique extrême, des pistes traditionnelles sont rapidement « sautées », et les véhicules de lutte placés sur ces pistes sont souvent en difficulté. De plus, les personnels sont impuissants face à la force des événements. Bien souvent, ils ne luttent plus contre le feu mais s'auto-protègent simplement.

D'autre part, les commandants d'opérations de secours hésitent à engager leur personnel et à les mettre en difficulté. De nombreuses pistes franchies par le feu ne sont donc plus utilisées.

La seule solution pour lutter efficacement contre ces grands feux est de pouvoir s'appuyer sur une grande coupure de combustible, dite « stratégique ».

## Tactiques de lutte offensives, défensives

### ■ *Tactiques de lutte*

Les différents types de feu :

- feux de profondeur (humus, litière), rampant
- feux de surface ;
- feux de cimes.

Les principes généraux :

- arrêter la propagation (action sur le front principal, puis sur les fronts secondaires) ;
- circonscrire ensuite en occupant la totalité du périmètre du feu ;
- procéder enfin à l'extinction finale et à la surveillance.

### ■ *Manœuvres*

La **manœuvre offensive** consiste à aller directement attaquer les foyers existants là où ils se trouvent. Cette méthode est employée de préférence pour limiter au maximum les surfaces parcourues par le feu. Il est donc nécessaire de disposer de moyens suffisants afin de donner à la manœuvre, ainsi qu'à tous, les atouts nécessaires à la réussite.

La **manœuvre défensive** consiste à laisser le feu sur des positions tenues par les secours. Cette méthode s'impose lorsque des personnes ou des biens sont directement menacés,

Alain Jardinet  
SDIS des Alpes-Maritimes  
89 av. des Anciens Combattants BP 99  
06271 Villeneuve Loubet cedex

Robert Vittori  
SDIS de Corse-du-Sud  
CSP de Porto-Vecchio  
20137 Porto-Vecchio

si les moyens présents ne sont pas suffisants pour passer à l'offensive, ou si le milieu rend préférable un appui sur des éléments de terrain favorables.

Sur un même chantier, on peut développer à la fois des manœuvres offensives et des manœuvres défensives, dans des secteurs différents.

### ■ Mécanismes de la manœuvre offensive

Le mécanisme vise à stopper la progression des foyers les plus rapides en se portant devant le front de feu (casser la pointe).

Il faut donc un emploi massif de moyens sur l'axe de propagation principal.

Les forces se divisent ensuite en deux unités qui progressent chacune sur l'un des flancs en continuant le travail d'extinction.

Le nombre et la qualité des moyens à mettre en œuvre est fonction de l'étendue et de la virulence du front, ainsi que des conditions offertes par le milieu.

La combinaison tactique pour l'utilisation optimale des forces en présence dépendra alors du chef et de sa décision face au feu.

### ■ Mécanismes de la manœuvre défensive

Souvent statique lorsque d'importants moyens sont postés pour faire face à la progression du feu, la manœuvre défensive peut se révéler parfois très dynamique si de faibles éléments font de la protection rapprochée pour limiter les dégâts causés par l'incendie ou profitent de leurs connaissances profondes du milieu pour allumer des feux tactiques et des contre-feux.

### ■ Ligne d'arrêt

Les conditions de lutte contre les feux de forêts sont rarement aisées et le milieu dans lequel ils évoluent rend les opérations – en particulier offensives – souvent difficiles à mener, surtout :

- lorsque la chaleur et la fumée interdisent une approche suffisante du foyer ;
- lorsque la propagation du feu est trop rapide pour permettre une attaque efficace ;
- lorsque l'accessibilité aux foyers

est rendue difficile, périlleuse ou impossible en fonction du relief et de la planimétrie ;

- dans le cas de feux de cime ou de profondeur ;
- dans le cas de projection d'éléments enflammés sur de grandes distances.

Il faut donc monter l'opération de manière à attendre le choc de front de feu sur une position favorable pour le stopper définitivement.

Lorsque le mécanisme de la ligne d'arrêt est choisi, il faut disposer d'un milieu favorable pour la localiser. Elle doit être aussi courte que possible, en s'appuyant sur des éléments de terrain qui permettent une bonne défense naturelle. Les moyens nécessaires doivent y être massés afin de parer à tous débordements, ce qui implique qu'un délai suffisant de préparation doit être envisagé pour permettre la mise en place effective.

C'est ici l'application totale du principe de « pare-feu » utilisé dans d'autres types d'incendie et adapté au phénomène du feu mobile.

L'aménagement du terrain en est la phase essentielle et comprend le débroussaillage, le nettoyage, l'arrosage préventif ou le brûlage. Une fois installé, le dispositif comprend les éléments d'observation, d'extinction, de réserve et de surveillance en aval.

Une coordination sans faille doit présider leur action.

La ligne d'arrêt consiste à mettre en face du front du feu un nombre d'engins d'incendie (CCFM) suffisant pour arrêter le front de feu et pouvoir récupérer les sautes éventuelles. En fonction de la végétation, de la planimétrie, le nombre de ces engins doit être de l'ordre d'un véhicule tous les 40 à 80 m.

### ■ Attaque de flanc ou jalonnement

Le jalonnement consiste à éviter que le feu ne se propage sur ses flancs. Les engins de lutte essaient d'arrêter l'extension de ce feu, de le réduire en largeur pour ensuite, si cela est possible, « couper la tête ».

La violence du sinistre sur les flancs étant moindre, le nombre de véhicules, toujours en fonction des critères décrits plus haut, peut être de

l'ordre de 1 tous les 80 à 100 m.

### ■ Sécurité

La condition indispensable pour engager du personnel de lutte contre les grands feux est que celui-ci soit en sécurité.

Cela implique qu'un débroussaillage de la coupure doit être calibré en fonction du choix tactique, afin de permettre de ramener le feu au sol et de limiter les sautes.

Il est indispensable que les engins de lutte se retrouvent face à un feu de faible puissance au lieu d'un front de feu violent.

### ■ Cohérence entre moyens et stratégie de lutte

La stratégie de lutte doit être adaptée aux événements mais également aux moyens de secours mobilisables.

En effet, pour avoir une chance de réussir une ligne d'arrêt ou de jalonnement, il est indispensable que les véhicules de lutte soient en nombre proportionné au front de feu.

On peut remarquer que le nombre d'engins de lutte est très différent en fonction de la stratégie :

- pour un front de feu de 1 km avec un engin tous les 40 m : 26 engins ;
- pour un jalonnement de 1 km avec un engin tous les 80 m : 13 engins ;
- la qualité de l'engin peut également influencer sur le nombre. En effet, un véhicule lourd doté d'une lance-canon permettra de couvrir plus de terrain.

Par conséquent, la conception de la coupure devra tenir compte du type d'engins qui sont susceptibles d'y intervenir (largeur et plateforme, hauteur minimale sans branchage...).

Certains engins spécifiques nécessitent des équipements particuliers ou un traitement de la végétation différencié :

- HBE : utilisent des points d'eau adapté ;
- véhicules gros porteurs : largeur de plateforme, rayon de braquage ;
- véhicule lance-canon : limiter les arbres à proximité de la bande de roulement...

Certaines actions particulières comme par exemple les feux tac-

tiques auront d'autant plus de chance de réussite que le terrain aura été aménagé à l'avance, par la création de layons d'allumage parallèles à l'axe de la coupure.

## Conséquence des stratégies de lutte sur la conception des coupures

En fonction du comportement probable de l'incendie contre lequel on veut se prémunir (puissance, vitesse de propagation) et des moyens mobilisables dans le secteur dans un délai compatible avec la vitesse de propagation du feu, on peut déduire quelle sera la stratégie à privilégier, et de ce fait le posi-

tionnement des coupures.

Ainsi, pour les zones affectées par des feux puissants et très rapides, ou si l'on dispose de peu de moyens mobilisables, les coupures de combustibles stratégiques seront orientées préférentiellement sur des axes parallèles au vent dominant pour permettre la mise en œuvre d'une stratégie de jalonnement évitant au feu de s'élargir.

Dans ces conditions, l'extinction du feu n'a lieu que par absence de combustible (sortie du massif) ou lorsque les conditions extérieures (conditions météo, végétations) permettent de pratiquer une attaque de front.

Pour les zones parcourues par des

feux moins rapides et capables de mobiliser un nombre d'engins proportionnés au feu à combattre, les coupures de combustibles stratégiques pourront être conçues de manière à couper l'axe principal de progression du feu pour y mener une stratégie d'attaque de front.

Dans les massifs les mieux équipés, les deux types de coupure pourront être créés en fonction de la topographie des lieux et de l'occupation du sol, afin que le commandant des opérations de secours puisse, lors du déroulement du sinistre, choisir la stratégie la plus adaptée aux circonstances du jour : moyens réellement disponibles (y compris aériens), conditions météo et état de la végétation.



# Implication des utilisateurs<sup>1</sup> dans la conception<sup>2</sup> des ouvrages en Corse-du-Sud

Jean-Yves Duret & Michel Costa

## Introduction

En 1990, à l'occasion de l'une de nos premières réunions visant à élaborer une stratégie départementale de DFCI, l'un de nos invités continentaux nous faisait remarquer l'absence, symptomatique, de représentant's des sapeurs-pompiers autour de la table. Depuis, notre principal souci a été d'assurer un travail en partenariat aussi étroit que possible entre maître d'ouvrage, maître d'œuvre et utilisateurs opérationnels. Cette volonté a été déclinée à tous les stades de notre projet DFCI départemental :

- définitions des normes départementales : plan départemental ;
- localisation des ouvrages à réaliser : schémas directeurs microrégionaux (PIDAF, protection rapprochée de massif forestier, interfaces) ;
- réalisation des ouvrages : de la définition du projet au suivi des travaux ;
- suivi des ouvrages.

## Définition des normes départementales : le plan départemental

Les normes portées au plan départemental de 1993 ont été établies à minima. Elles sont la réponse collective, à dire d'experts, à un cahier des charges proposé par les services opérationnels :

### Pour les services de lutte (sapeurs-pompiers et forestiers-sapeurs) :

Disposer d'un ouvrage permettant d'engager la lutte sur le front ou les flancs d'un incen-

die qui se propage sur plusieurs centaines d'hectares et dans des conditions météorologiques sévères. Les caractéristiques de base de l'ouvrage devaient pouvoir garantir :

- l'engagement de moyens de lutte terrestre ;
- les approvisionnements en eau des engins, si possible par gravité ;
- la faisabilité des manœuvres de lutte dans les meilleures conditions de sécurité pour les personnels engagés.

### Pour le service chargé de l'entretien (forestiers-sapeurs) :

Les ouvrages devaient garantir un entretien mécanisé d'un minimum de 80% des surfaces réalisées (soit 20% maximum de travaux manuels).

## Localisation des ouvrages à réaliser : schémas directeurs microrégionaux (PIDAF, protection rapprochée de massif forestier, Interfaces)

Le plan départemental de 1993 a institué une méthode de travail qui, au-delà de la simple définition de normes et d'objectifs stratégiques, intègre les utilisateurs opérationnels en tant que premiers conseillers techniques dans l'élaboration des schémas directeurs microrégionaux<sup>1</sup>.

De plus, il arrête que seuls les aménagements validés par les services utilisateurs sont susceptibles de recevoir des subventions de l'État<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Utilisateurs : Nous ne prenons en compte que les utilisateurs « opérationnels » :

- services de lutte : sapeurs-pompiers et forestiers-sapeurs ;
- service chargé de l'entretien de ces ouvrages : forestiers-sapeurs.

<sup>2</sup> Conception : De la définition de normes départementales au suivi des ouvrages, en passant par la réalisation des travaux.

<sup>1</sup> Extrait du plan départemental concernant les PIDAF : « Établis de manière consensuelle entre tous les partenaires liés aux problèmes de la DFCI, ils sont finalement jugés par les utilisateurs de ces équipements au moment de la lutte... »

<sup>2</sup> Extrait du plan départemental : « Il est à noter que l'approbation du PIDAF [...] distingue deux catégories d'ou-

vrage :

- ceux ayant reçu une entière approbation du Comité consultatif restreint (CCR), organisme de jugement technique pour le compte du préfet ;
- ceux ayant suscité des réserves de la part de ce même CCR.

Seuls les premiers seront susceptibles de recevoir des subventions de l'État. »

Jean-Yves Duret

ONF de Corse-du-Sud, atelier des forestiers-sapeurs  
Quartier La Poreta  
20137 Porto-Vecchio

Michel Costa

DDAF Corse-du-Sud  
service environnement forêts  
Le Solférino  
8 crs Napoléon  
20176 Ajaccio

Il propose donc la mise en place d'un Comité consultatif restreint (CCR) aujourd'hui composé d'un représentant désigné comme correspondant DFCI au sein de chacun des services suivants :

- service départemental d'incendie et de secours ;
- ONF, service d'encadrement des forestiers-sapeurs ;
- ONF, service départemental ;
- DDAF, service environnement forêts ;
- Conseil Général, service environnement et prévention des incendies.

Cette représentation centralisée, garantissant une cohérence départementale, ne répondait pas suffisamment à la connaissance du terrain que nécessite une étude micro-régionale. Il a donc été fait appel aux techniciens chargés des secteurs concernés par chaque dossier pour seconder les correspondants DFCI départementaux<sup>3</sup>.

## Réalisation des ouvrages : de la définition du projet à la réception des travaux

### ■ *Implantations et caractéristiques particulières*

Les premières réalisations d'ouvrages ont rapidement fait apparaître que l'application de normes minimales ne pouvait que partiellement répondre à l'attente des utilisateurs opérationnels.

En termes de prise en compte de la végétation hors et sur coupure, de l'aérologie, du relief et de l'objectif opérationnel, l'implantation spécifique de chaque ouvrage en fait un cas particulier. Le positionnement de la bande de roulement, des citernes, l'établissement d'une sur-largeur débroussaillée, la définition des éclaircies à réaliser, ne peuvent être envisagés que sur le terrain.

De la même manière, les techniques d'entretien envisagées conduisent à l'application d'itiné-

raires techniques d'ouverture différents et/ou à des aménagements de la forme même de l'ouvrage.

Ainsi, le CCR, par son émanation locale et notamment les utilisateurs opérationnels, est devenu le conseiller technique auprès des maîtres d'œuvre. À l'issue de visites conjointes de terrain, il intervient dans la définition des clauses techniques particulières de chaque ouvrage dès l'élaboration du projet.

### ■ *Aménagement des ouvrages en cours de travaux*

Les projets ainsi élaborés correspondent au mieux aux attentes des utilisateurs opérationnels. Il n'en demeure pas moins que l'incidence visuelle du débroussaillage peut faire évoluer la perception première des utilisateurs, principalement des services en charge de la lutte.

Les écarts entre le projeté et le réalisé ont nécessité la poursuite de ce travail en commun pendant la durée des travaux. Les modifications ont essentiellement porté sur l'établissement ponctuel d'une sur-largeur de la zone débroussaillée ou de la bande de roulement et sur les densités d'arbres. Ces aménagements répondaient tant à la qualité opérationnelle de l'ouvrage qu'à ses entretiens ultérieurs.

L'élaboration des situations de travaux est devenue l'occasion de regrouper, sur le terrain, maître d'œuvre et utilisateurs opérationnels. Ces derniers font alors état de leurs observations qualitatives sur l'ouvrage en cours de réalisation et des éventuelles demandes de compléments de travaux à réaliser.

La définition en commun du projet initial a permis, jusqu'à ce jour, de limiter les travaux complémentaires à des points de détails. De ce fait, l'ensemble des travaux réalisés l'ont été à l'intérieur des enveloppes financières initiales.

## Suivi des ouvrages

Le suivi des ouvrages, et notamment la définition des travaux d'entretien à effectuer, est réalisé dans le même cadre. La fréquence de

passage ainsi que les modes d'exécution sont définis au sein du CCR lors de l'élaboration du programme annuel de travaux des forestiers-sapeurs qui est ensuite soumis à l'approbation de l'assemblée du Conseil Général.

On peut envisager pour l'avenir que les utilisateurs opérationnels soient les premiers artisans des recalibrages que pourraient nécessiter certains ouvrages. Ces recalibrages peuvent être envisagés dans le cadre d'une évolution notable du milieu (mise en régénération forestière d'un segment de coupure, nouvelle utilisation de l'espace...), ou dans le cadre d'une évolution des techniques de lutte associées à l'ouvrage (utilisation systématisée de CCF lourds, du contre-feu...).

## Conclusion

Si cette méthode de travail permet de répondre au mieux aux attentes des utilisateurs opérationnels, de la conception des normes à la mise en œuvre des travaux, elle souffre du caractère informel de la démarche. Cette démarche devrait être formalisée, tout au moins pour les parties concernant la définition de normes départementales, l'établissement des schémas d'aménagements (PIDAF, protection rapprochée de massif forestier...) et la « labellisation » DFCI des travaux réceptionnés.

La sous-commission départementale pour la sécurité contre les risques d'incendie de forêt, lande, maquis et garrigue semble être le cadre idéal à cette formalisation. Celle-ci pourrait se prononcer, notamment pour les domaines concernant les schémas d'aménagement et la labellisation DFCI des ouvrages, sur la base d'un rapport élaboré par un groupe de visite à constituer en son sein (officialisant ainsi l'actuel CCR). La base de ce groupe de visite serait formée par les représentants locaux des utilisateurs opérationnels dont il serait alors important de s'assurer que, fondamentalement pour les représentants des services de lutte, les membres désignés soient effectivement représentatifs du secteur concerné.

<sup>3</sup> Les compétences du CCR ont depuis été élargies et notamment pour les avis portés sur les documents d'étude qui intègrent aujourd'hui l'établissement de priorités d'investissement.



**Y. Duché** (animateur) : Pour lancer le débat, je vous propose de réfléchir au cas d'école suivant : une démarche utilisateurs/concepteurs a été bien menée, une stratégie de lutte a été validée et adoptée par tous, et elle a notamment conclu au besoin d'un certain nombre d'engins de lutte sur l'ouvrage pour mettre en œuvre la stratégie retenue. Si, en conditions à hauts risques, les moyens nécessaires ne sont mobilisables qu'avec une faible probabilité, quelles conclusions peut-on en tirer quant à la réalisation effective de l'ouvrage ?

**A. Jardinet** : Si on est quasiment sûr de ne jamais avoir les moyens pour pouvoir arrêter le feu sur l'ouvrage, la question est bien de savoir si on doit faire l'ouvrage. Si on est quasiment sûr que l'on n'aura jamais le nombre de moyens tous les 25 ou 30 m, pour faire face à une attaque de front, est-ce qu'il ne vaut pas mieux ne faire que du jalonnement ? Ou bien ne ferait-on pas un ouvrage beaucoup plus léger, qui ne serait pas destiné à arrêter les feux catastrophes, mais à arrêter des feux de force moyenne avec une quasi-certitude ?

**F. Carrère** : En tant que gestionnaires d'ouvrages DFCI, nous avons souvent été confrontés à ce problème, notamment après les incendies de 1990 : tous ces ouvrages servent-ils à quelque chose ? Quand on sait que, même dans les départements comme le Var, qui sont dotés de moyens importants, lors de feux catastrophes, avec plusieurs feux en même temps, certains feux sont carrément abandonnés. On n'aura jamais la certitude d'avoir les moyens requis, en temps requis. Donc c'est vrai que nous aurions pu baisser les bras. Mais l'examen de la manière dont les coupures se sont comportées face aux grands incendies nous a quand même donné des raisons de vouloir continuer à équiper les massifs. Le rôle passif des coupures n'est pas vraiment le thème du séminaire, mais néanmoins on a vu maintes fois que certains ouvrages, très peu équipés, voire pas du tout, avaient une action prépondérante en matière, non pas d'arrêt d'un front de feu, mais de limitation des flancs, et donc permettaient de sauvegarder de grandes parties de massifs forestiers. Le gros problème est par ailleurs de dégager des moyens qui sont en protection des maisons par une mise à plat de la réglementation du débroussaillage obligatoire.

**Y. Duché** : L'objet de mon propos n'était pas aussi provocateur. Quelles conclusions peut-on tirer du cas d'école que je proposais ? Une conclusion peut être l'abandon de l'ouvrage, mais une autre conclusion peut être de le concevoir différemment. Par exemple le concevoir plus large pour que la tactique nécessite moins de moyens de lutte. Ou bien augmenter son effet passif au prix éventuellement d'un léger surcoût, en envisageant par exemple d'autres moyens d'entretien de la coupure, que ce soit l'utilisation du brûlage dirigé ou de la charrue. Il faut envisager l'ensemble du panel des réponses à apporter à cette situation avant de conclure qu'il ne faut pas faire l'ouvrage. Fait-on un autre type d'ouvrage ? Utilise-t-on d'autres moyens de création, ou éventuellement des moyens palliatifs de lutte ? Peut-on envisager d'allumer un feu tactique à l'avant en s'appuyant sur la coupure ? Donc mon propos n'était surtout pas de dire « il faut arrêter de faire des coupures », mais plutôt, en tant que concepteurs et utilisateurs responsables, que propose-t-on à nos autorités pour avoir une plus forte chance de réussite ? Si notre seule réponse est de dire qu'on espère avoir de la chance, ce n'est pas décent vis-à-vis de nos donateurs d'ordres.

**O. Chaumontet** : Il ne faut pas raisonner sur une coupure mais sur un maillage de coupures. Le redéploiement des moyens sur la coupure suivante doit être intégré dans la conception de la coupure de manière à avoir une chronologie plausible. Le redéploiement est une opération très longue qui doit être réfléchie à l'avance pour pouvoir réussir. Ces coupures sont des lieux d'allumage de contre-feux, même s'il est encore difficile d'en parler aujourd'hui. Mais peut-être qu'en effleurant le problème on va prendre l'habitude de le considérer comme quelque chose qui peut exister dans la mesure où on progresse à la fois dans la mise en place des moyens et dans la réalisation de l'aménagement. Cette nouvelle approche permet l'utilisation du contre-feu avec plus de sécurité que ce qui a pu être pratiqué par le passé. Je veux insister aussi sur la nécessité de dégager la disponibilité des moyens en économisant sur ceux mis en place pour protéger les zones urbaines. On sait que pour cela il faut radicaliser le débroussaillage obligatoire, et le compléter. Par ailleurs, pour qu'une coupure puisse être efficace avec un minimum de moyens de lutte, il faut travailler sur sa qualité ; cela suppose de disposer de plus de moyens financiers. On travaille mal parce que l'on n'a pas suffisamment de moyens. Et ce n'est pas parce qu'il en manque, mais parce qu'ils sont mal répartis. Prenons l'exemple des sommes considérables mises en œuvre pour le débroussaillage obligatoire le long des voies. Ces travaux coûtent excessivement cher parce que la mécanisation est peu applicable, compte tenu de l'implantation de ces voies. De plus, on sait que ce débroussaillage peut accentuer le risque de feu dans certains cas de figure parce que le combustible est plus propice à l'éclosion du feu quand il est sous forme de broyat que lorsqu'il est sur pied. Le gouffre financier du débroussaillage obligatoire le long des voies accentue la pénurie de moyens sur la gestion des coupures. Il y a un choix à faire.

**G. Vannier** : On ne peut pas dire que dans les Bouches-du-Rhône on ne fera plus d'attaque de front, puisque ce type de stratégie est choisi en fonction des conditions météorologiques et du relief. Cela dit, on a quand même tendance à proposer l'attaque par jalonnement et les équipements qui permettent de la mettre en œuvre de manière à pouvoir conduire le feu. Parce



que l'on sait effectivement que dans certaines conditions, en faisant une attaque de front, on a toutes les chances d'être sauté. Mais on sait aussi que dans d'autres circonstances on sera de toute manière obligé de maintenir une attaque de front ne serait-ce que pour protéger des installations humaines. Que l'on réalise un aménagement parallèle ou perpendiculaire à l'axe du vent dominant, il faut pouvoir définir une taille d'équipement en fonction du niveau de sécurité que l'on veut se donner. On doit dire aux politiques auxquels on doit rendre compte que jusqu'à un certain niveau de sécurité, il s'agit d'un type d'aménagement, mais au-delà ce sont des aménagements beaucoup plus importants qui permettront peut-être de satisfaire les besoins, mais qui représentent aussi un travail et un investissement beaucoup plus important. Donc tous les aménagements doivent être considérés, y compris les coupures perpendiculaires à l'axe principal de propagation du feu.

**J.P. Rivalin** : On ne sait pas aujourd'hui quelle est l'efficacité des coupures de combustible, parce que peu encore ont été touchées par le feu. La Corse-du-Sud a eu la « chance » d'avoir eu deux coupures touchées, mais il y a beaucoup de départements où aucun ouvrage n'a été touché par le feu. Et il s'agit souvent d'ouvrages calibrés de façons différentes, situés dans des espaces différents. Devant tant d'incertitude, il faut énormément de pragmatisme. Quand les handicaps sont cumulés, sur les temps de circulation, sur la faiblesse des moyens au moment de l'incendie ou tout au long de l'année, cela vaut le coup d'avoir un certain nombre d'ouvrages créés, même si l'adéquation entre leur coût de création et leur efficacité ultérieure n'est pas garantie et sera peut-être mise en défaut. Il faudra bien que l'on expérimente un certain nombre de choses qui se seront dites au cours de ce séminaire. Parce que nous n'avons pas encore les certitudes, ni les éléments scientifiques pour bâtir ces coupures.

**J.M. Ningre** : Existe-t-il une pratique ou mieux, une doctrine concernant les largages de retardant destinés à renforcer le rôle passif d'une coupure dans l'hypothèse où les moyens terrestres seraient très insuffisants ?

**J.P. Rivalin** : Il est effectivement possible de travailler ainsi. Mais on abandonne aujourd'hui le terme de barrière de retardant, surtout perpendiculairement au vent, car ces dispositifs sont facilement franchis. Et d'autant plus facilement que les barrières de retardant ne sont pas homogènes car il faut vraiment que les pilotes aient un œil très acéré pour poser ces barrières de façon parfaite dans des conditions météo très difficiles. On ne les conçoit donc aujourd'hui que par le jalonnement, à savoir des traitements latéraux et des protections latérales de points sensibles par rapport à l'avancée du feu. La barrière frontale est une illusion qui coûte fort cher pour un effet qui est rarement efficace. Il y a des départements qui utilisent le retardant terrestre pour traiter des espaces juste avant l'arrivée du feu ou pour traiter en début de campagne le pourtour de zones sensibles comme les décharges. Le coût de cette technique n'est pas négligeable, surtout en ce qui concerne le retardant à moyen terme qui s'utilise à 20% et nécessite des réserves très importantes à employer dans les camions feux de forêt. C'est pour cela qu'aujourd'hui le retardant à court terme, qui est un moussant, est le plus employé, parce qu'il s'utilise à 6 pour mille et que la réserve peut être fixée sur le camion.

**A. Jardinet** : Plusieurs commandants d'opérations de secours ont déjà tenté des barrières de retardant avec l'appui des moyens aériens, combinées parfois, pour notre part, avec un feu tactique.

**M. Costa** : Je reconnais l'aspect aléatoire de l'emploi des additifs chimiques sur ce type d'ouvrages, mais dans le cadre du renforcement de l'efficacité des coupures de combustible, ça l'est moins. On utilise des dosages beaucoup plus faibles sur coupures de combustible que sur de la végétation non débroussaillée. La question qui doit être posée à la conception de l'ouvrage est de savoir si localement, sur un département, on a le temps de réponse opérationnelle pour prévoir la manœuvre bien en avance. C'est un objectif qui est réaliste en termes techniques, si l'on dispose du temps d'anticipation nécessaire sur la manœuvre de lutte. Par ailleurs, rappelons que la démarche d'animation mise en œuvre sur le département est lourde, elle se développe secteur par secteur, commune par commune, utilisateur par utilisateur, mais c'est la seule qui garantisse l'engagement des moyens de lutte sur un ouvrage donné en phase opérationnelle.

**C. Favre** : La priorité de la lutte contre les incendies de forêt est l'arrêt du front, mais pas à n'importe quel prix, car nous avons le souci de la sécurité du personnel. Dans un second temps, on pourra se redéployer sur les flancs. Pour moi, les habitations ne sont pas une priorité, car à chaque fois que l'on s'est déployé sur les habitations, le feu a détruit toujours plus de forêt et menacé toujours plus d'habitations. Il faut un réseau de pistes dense sans autre aménagement particulier, qui permette d'atteindre tout feu naissant le plus rapidement possible. Une piste est moins coûteuse à entretenir que son débroussaillage latéral. Quant aux constructions et habitations, il est indispensable que le débroussaillage soit systématiquement réalisé. Une bande débroussaillée autour des agglomérations devrait pouvoir être réalisée et assurer leur sécurité quasi totale. En ce qui concerne les grandes coupures, il ne faut pas se décourager ; il faut poursuivre leur aménagement en les plaçant sur des sites favorables pour que les personnels interviennent avec efficacité et en toute sécurité. À leur appui on pourra réenvisager des feux tactiques afin de les élargir.



# Considérer les moyens, manœuvres et stratégies de lutte

---

## Illustration d'une coupure de combustible stratégique : Margaretaju, Corse-du-Sud

*Illustration d'une coupure stratégique, synthèse (J.P. Rivalin)*

**Présentation de l'ouvrage**  
(J.L. Nicolai, J.Y. Duret & M. Costa)

**Développement d'une idée de manœuvre**  
(R. Vittori)



**Animateur** | Jean-Paul Rivalin  
Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne  
Marseille

Ce document de synthèse est réalisé dans l'objectif de dégager des débats, les méthodologies employées en Corse-du-Sud pour définir et mettre en œuvre une stratégie de prévention des incendies de forêt.

### ■ PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE (Michel Costa, Jean-Yves Duret & Jean-Louis Nicolai)

Au rang des éléments les plus importants, il faut retenir le pragmatisme qui a présidé à l'étude du projet, à sa conception et à sa réalisation.

L'ensemble des acteurs, et plus particulièrement les utilisateurs opérationnels, a été associé à toutes les phases du projet dont le **positionnement** de l'ouvrage et son **calibrage**.

Ce travail soutenu sur un plan plus général à l'échelle du département puis de la microrégion, s'inscrit parfaitement dans une démarche de stratégie fondée sur une analyse objective et pluridisciplinaire prenant en compte :

- l'analyse des feux passés ;
- la recherche des causes ;
- les moyens de lutte disponibles ;
- les enjeux socio-économiques et financiers ;
- le contexte météorologique et topologique ;
- et enfin, les contraintes de l'entretien.

En ce qui concerne quelques éléments remarquables de cette analyse et de la réalisation qui s'en est suivi, il faut noter :

- le coût à l'hectare tout compris de 18 000 F ;
- la mise en place d'hydrants conformes aux attentes des services de lutte, citernes en superstructure alimentant les véhicules par gravité ;
- l'inscription de l'ouvrage dans le cadre du PIDAF inter-communal ;
- la prise en compte des difficultés de la maîtrise foncière ;
- le positionnement réaliste mais tendant vers l'idéal de l'ouvrage ;
- l'entretien de l'ouvrage par les forestiers-sapeurs, mécanisé à 80% ;
- le contrôle des points d'eau réalisé par les sapeurs pompiers ;
- l'étude sur l'emploi du brûlage dirigé pour certains entretiens ultérieurs ;
- le pastoralisme existant mais erratique et non organisé ;
- la forte appropriation de l'ouvrage par les services de lutte, sapeurs-pompiers et forestiers-sapeurs.

Le sentiment général qui se dégage de cette présentation est lié à la conviction de tous les acteurs de terrain de l'intérêt

de cet ouvrage dont l'origine est vraisemblablement à rechercher :

- d'une part dans le mode de concertation ;
- d'autre part dans le mode d'étude et de réalisation.

### ■ DÉVELOPPEMENT D'UNE IDÉE DE MANŒUVRE (Alain Jardinet & Robert Vittori)

Cette manœuvre était destinée à illustrer le propos précédent sur l'utilisation opérationnelle de cet ouvrage.

Les conditions définies par hypothèse étaient celles d'une journée :

- très défavorable au plan du risque ;
- et vraisemblable au plan des moyens engagés et des délais de l'intervention.

L'élément le plus fort réside sans doute dans la confiance que les services de secours ont dans l'ouvrage, notamment au plan de la sécurité qu'il apporte au personnel.

Une remarque, toutefois, est apparue comme pertinente : il faut considérer que les neuf engins nécessaires à la tenue de ce point d'appui sont un maximum disponible dans les conditions précisées plus haut et que, dans ce cas, tout problème lié à la disponibilité de ces moyens (panne, erreur de cheminement, entrave à la circulation, crevaisson, etc.) est de nature à réduire considérablement les chances de succès.

Cet élément objectif n'est pas repris par les services concernés qui considèrent que cette solution est la seule qui leur donne une chance de réussir à limiter ce type d'incendie.

### ■ PRÉSENTATION DES MATÉRIELS DES FORESTIERS-SAPEURS Conseil général 2A

La présentation par le Conseil Général de la politique de financement et d'emploi des forestiers-sapeurs, puis des méthodes de travail par les responsables des unités, a permis de mettre en évidence quelques éléments :

- engagement des forestiers-sapeurs dans la lutte pendant les périodes à risque ;
- entretien des ouvrages DFCI par les forestiers-sapeurs ;
- acquisition de matériels performants et surtout adaptés aux contraintes locales ;
- emploi des outils de génie civil et d'entretien des espaces naturels lors de la phase finale d'extinction des incendies.

<sup>1</sup> En Corse-du-Sud, les coupures de combustible stratégiques sont communément appelées des Licagif (ligne de combat préparée à l'avance pour la lutte contre les grands incendies de forêt)

## Présentation de l'ouvrage

Jean-Louis Nicolai, Jean-Yves Duret & Michel Costa

### Le secteur « extrême sud »

L'extrême sud couvre 91 269 ha pour onze communes : Bonifacio ; Conca ; Figari ; Lecci ; Monaccia d'aullene ; Pianottoli-Caldareello ; Porto-Vecchio ; San Gavino di Carbini ; Sari Solenzara ; Sotta ; Zonza (pour partie).

Le territoire combustible est évalué à environ 83 300 ha (soit 91 % du total).

Entre 1976 et 1998, 1 805 feux ont éclos sur le secteur et parcouru environ 31 000 ha. Les seuls grands feux (feux de plus de 50 ha), 38 feux soit 2% du total, ont parcouru près de 28 500 ha soit 92% de la superficie totale brûlée.

Il est à noter, pour ce secteur, une diminution très notable du nombre d'incendies ces dix dernières années : de 120 feux en 1988 à 46 en 1997.

De 1981 à 1995, sur un total de 427 feux parcourant 17 663 ha, 17 grands feux ont affecté une superficie de 17 275 ha. Autrement dit, près de 98% de la surface brûlée résulte de 4% des feux seulement. L'essentiel des mises à feu est donc rapidement maîtrisé, seuls quelques départs dégénèrent.

L'analyse des causes d'incendies de 1994 à 1997 montre que :

- les départs de feux sont pour 64% dus à des accidents, et concernent 99% des surfaces brûlées ;
- la malveillance représente 14% des départs ;
- le pastoralisme est responsable de 2% des départs ;
- la chasse est impliquée dans 1% des départs ;
- 15% des départs de feux restent d'origine inconnue.



Photo 1. Tournée sur la coupe de combustible de Margaretaju (cl. Rigolot)

### Éléments météorologiques du massif des Tre Fiume

Au col de Mela, les vents (supérieurs à 30 km/h) sont le plus souvent de secteurs 300-320 (mistral : nord-ouest), et 120-140 (sud-est). Ce régime de sud-est, chargé d'humidité, n'a eu à ce jour que peu de conséquences en termes de propagation de l'incendie (incendies de faibles surfaces).

La zone est en outre soumise à effet de föehn par vent d'orientation nord-ouest de vitesse supérieure à 45 km/h.

La totalité des grands incendies se sont développés suivant un axe de propagation ouest-nord-ouest.

Au vu de l'historique des grands feux et de la connaissance des phénomènes aérologiques sur le secteur, les utilisateurs opérationnels ont proposé la réalisation d'un cloisonnement de l'espace combustible correspondant aux orientations suivantes :

Jean-Louis Nicolai  
SDIS de Corse-du-Sud  
CSP de Porto-Vecchio  
20137 Porto-Vecchio

Jean-Yves Duret  
ONF de Corse-du-Sud, atelier des forestiers-sapeurs  
Quartier La Poreta  
20137 Porto-Vecchio

Michel Costa  
DDAF Corse-du-Sud  
service environnement forêts  
Le Solférino  
8 crs Napoléon  
20176 Ajaccio



Photo 2. Vue d'ensemble de la coupure de combustible de Margaretaju

- sud-ouest - nord-est : sensiblement perpendiculaire à l'axe de propagation des feux pour le risque majeur avec pour objectif l'arrêt de l'incendie par une intervention directe sur la tête de feu ;
- nord-ouest - sud-est : sensiblement parallèle à l'axe de propagation des feux pour le risque majeur avec pour objectif la canalisation de l'incendie par une intervention sur les flancs.

## La Licagif de Margaretaju

La Licagif de Margaretaju est inscrite au Pidaf des Tre Fiume. L'initiation du projet auprès de la commune de Zonza date de 1995, au vu du document de travail de l'étude Pidaf. Les travaux ont été réceptionnés en mai 1997.

L'ouvrage a été réalisé en intégralité sur propriétés privées sur la base d'accords fonciers obtenus par la municipalité.

### ■ Calibrage initial

Le calibrage de l'ouvrage (fig.1) répond pour l'essentiel aux normes minimales retenues pour le département :

- une bande débroussaillée d'une largeur minimum de 100 m ;
- la réalisation d'une bande de roulement située au pis-aller au centre de l'espace débroussaillé et au mieux sur la zone dite de « crête militaire » ;
- l'implantation de citerne de DFCI de 30 m<sup>3</sup> réparties tous les 700 à

1000 m, le long de l'ouvrage ;

- la réalisation en bordure de l'ouvrage de bandes décapées dont l'objectif principal est d'établir en bordure d'ouvrage une zone « zéro combustible » visant à endiguer le feu courant (cf. plan départemental).

### ■ Itinéraire technique

La végétation à éliminer correspondait :

- sur le secteur de la plaine, à une cistaie dense d'environ 1 m de haut ;
- le long de la croupe, à une suberaie claire sur un maquis à cistes, calycotomes, arbousiers et bruyères d'environ 1,5 m de haut.

Les travaux d'ouverture ont essentiellement été réalisés au gyrobroyeur sur tracteur agricole à pneus. Un dessouchage léger a été réalisé au godet sur les secteurs à maquis, arbousiers et bruyères.

Un travail d'épierrage particulier a été réalisé. Les blocs rocheux ont été regroupés en tas sur la coupure.

Une légère éclaircie du peuplement de chêne-liège a été réalisée sur la

coupure. Les travaux d'élagage ont seulement porté sur les branches les plus basses qui intéressaient directement la bande de roulement.

Enfin, un débroussaillage le long des murs et autour des arbres a été fait manuellement.

Au total, l'investissement hors taxe s'élève à 17 700 F/ha, répartis comme suit :

- débroussaillage mécanique et manuel, épierrage et élague : 33% ;
- pistes, ouvrages d'art, portails... : 44% ;
- équipements hydrauliques (citerne, poteaux) : 23%.

### ■ Adaptation de l'ouvrage en cours de travaux

Pendant les travaux, des visites de chantier avec les utilisateurs de l'ouvrage ont permis de définir des adaptations. Elles ont porté essentiellement sur la réalisation de sur-largeurs débroussaillées. Celles-ci représentent une superficie cumulée inférieure à 2 ha pour un ouvrage qui couvre au total 51 ha.

De plus, les bandes décapées de part et d'autre de l'ouvrage ont bénéficié de travaux visant à pérenniser leurs carrossabilités. Ces bandes, réalisées avec un matériel de terrassement surdimensionné au regard de l'objectif à atteindre, présentaient des caractéristiques techniques très similaires aux bandes de roulement. Les services de lutte ont rapidement débattu et adopté le maintien de ces nouveaux accès terrestres. Des renvois d'eau sommaires, et une mise à dévers aval ont alors été réalisés.

### ■ Suivi de l'ouvrage

#### Suivi qualitatif

Afin d'améliorer les travaux de dessouchage initialement réalisés par une entreprise privée, les utilisateurs opérationnels ont souhaité que le premier entretien fait par les

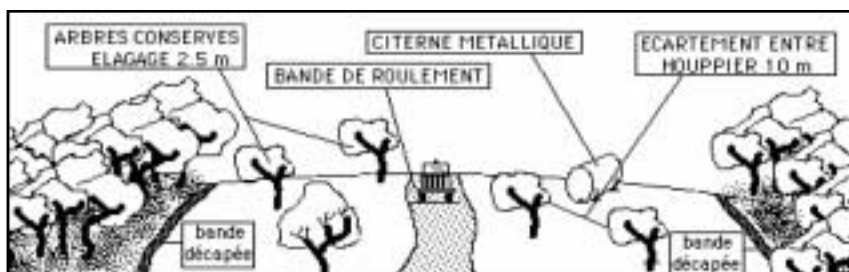


Figure 1. Schéma de principe d'une Licagif

forestiers-sapeurs soit effectué au Rotavator (Mericrosher).

D'un commun accord entre utilisateurs opérationnels, maître d'ouvrage, services forestiers de l'État et de la région, et pour améliorer l'impact paysager de l'ouvrage, il a été décidé de préserver, pendant les travaux d'entretien, un certain nombre de cépées de rejets de chêne-liège essentiellement, mais également de chêne vert ou d'oléastre, issues des travaux d'ouverture. Les cépées à préserver ont fait l'objet d'un repérage initial suivant une densité d'environ 40 unités/ha y compris les arbres existants. L'objectif étant d'obtenir à terme un couvert forestier compatible avec l'objectif principal de l'ouvrage, et selon une densité ne remettant pas en cause les capacités de mécanisation des entretiens à venir.

### Suivi opérationnel

**Signalétique** : la présence sur l'ouvrage d'un grand nombre d'accès (pistes, bande de roulement, bandes décapées) nous a conduit à mener une réflexion sur la signalétique particulière des Licagif.

L'objectif de cette signalétique est minimaliste : en toute circonstance opérationnelle, permettre aux engins présents sur la Licagif de ne pas s'engager ailleurs que sur la bande de roulement à chaque intersection entre celle-ci et une piste ou une bande décapée. Bien que cette réflexion ne soit pas finalisée en tant que norme départementale, l'option retenue serait la mise en place, à chaque carrefour, de poteaux de part et d'autre de la bande de roulement, véritable « porte d'entrée » à l'axe sécurisé.

**Gestion de la puissance voire de la vitesse du feu sur l'ouvrage** : menée au profit du Conseil Général par les forestiers-sapeurs, l'expérimentation de validation du brûlage

PRESTATION APD	UNITÉ	PRIX UNITAIRE (F)	QUANTITÉ	MONTANT HT (F)
<b>1 - TRAITEMENT DE LA VÉGÉTATION</b>				
Débroussaillage linéaire de haie et clôture h<1,5 m	ml	4,00	1495	5 980,00
Débroussaillage haie-cloture h>1,5 m	ml	10,00	515	5 150,00
Débroussaillage broussailles	m2	0,45	75200	33 840,00
Débroussaillage prairies	m2	0,25	79960	19 990,00
Débroussaillage maquis h<1,5 m	m2	0,55	120505	66 277,75
Débroussaillage maquis h>1,5 m	m2	1,00	155820	155 820,00
Plus valeur travaux manuels	m2	1,40	6630	9 282,00
Epiement	m2	2,00	5000	10 000,00
Arbres à abattre	U	80,00	290	23 200,00
<b>SOUS-TOTAL 1</b>				<b>386 339,75</b>
<b>2 - TERRASSEMENTS ET TRAVAUX CONNEXES</b>				
Ouverture au bouter de bandes décapées latérales	ml	2,20	10046	22 101,20
Ouverture au bouter de bandes décapées axe central	ml	4,50	4409	19 840,50
Enlèvement amas de terre	m3	14,00	3375	47 250,00
Création accès au périmètre	ml	800,00	9	7 200,00
Construction de portails	U	750,00	26	19 500,00
Réfection de clôtures en barbelés	ml	35,00	300	10 500,00
Réfection de murs pierres	ml	190,00	300	57 000,00
Curage dense	ml	25,00	800	20 000,00
Reprise de pistes existantes	ml	44,00	2000	88 000,00
Fourniture et pose de dalot prêt 2 X 1 X 4 m	U	48 600,00	2	97 200,00
Fourniture et pose de buse diam 600 mm	U	6 000,00	1	6 000,00
Fourniture et pose de buse diam 1000 mm	U	12 000,00	1	12 000,00
<b>SOUS-TOTAL 2</b>				<b>486 591,70</b>
<b>3 - ÉQUIPEMENT EN CITERNE et POTEAU INCENDIE</b>				
<b>3.1 - CITERNES</b>				
Création d'une plateforme pour pose de la citerne	U	5 000,00	3	15 000,00
Fourniture et pose de citerne	U	46 500,00	3	139 500,00
Création de place de retournement	U	8 000,00	3	24 000,00
<b>SOUS-TOTAL 3.1</b>				<b>178 500,00</b>
<b>3.2 - POTEAU INCENDIE</b>				
Prédecoupage de la chaussée	m2	30,00	10	300,00
Ouverture et comblement de la tranchée	ml	200,00	20	4 000,00
Arrêt et ouverture de la distribution	U	800,00	1	800,00
Coupe sur conduite existante	U	1 200,00	1	1 200,00
Brides DN150	ml	310,00	24	7 440,00
Conduite forte DN 100	ml	190,00	12	2 280,00
Brides DN 100	ml	190,00	8,8	1 672,00
Vanne DN 100	U	2 000,00	1	2 000,00
Fourniture et pose d'un poteau incendie	U	6 400,00	1	6 400,00
Régard d'accès à la vanne	U	1 800,00	1	1 800,00
Socle de poteau	U	300,00	1	300,00
Béton de ciment	m3	1 000,00	1	1 000,00
Emballis dense 120 kg/m <sup>3</sup>	m2	110,00	10	1 100,00
<b>SOUS-TOTAL 3.2</b>				<b>30 292,00</b>
<b>SOUS-TOTAL 3</b>				<b>208 792,00</b>
<b>MONTANT TRAVAUX H.T.</b>				<b>921 723,45</b>

Tableau 1. Détail des prestations et des montants des travaux de la Licagif de Margaretaju

dirigé comme outil de gestion des ouvrages débroussaillés a permis de réaliser sur une partie de l'ouvrage un brûlage à la fin du mois de juin 1999.

Outre la vérification de la faisabilité de ces travaux au regard du type de végétation, de l'époque et de la zone d'intervention, les résultats obtenus ont démontré toute la pertinence d'une telle opération en termes de qualité opérationnelle des zones ainsi traitées. Le rendu de la zone expérimentale était telle

que l'on pouvait écarter le risque de franchissement, à cet endroit, par un feu courant.

La réalisation de brûlage tardif (mois de juin) dans ce type de milieu garantit l'élimination de tout ou partie du combustible fin (herbe sèche essentiellement). Il permet d'envisager la mise en place d'ouvrages tendant vers des espaces « zéro combustible » qui permettraient d'augmenter notablement les chances de réussites des opérations de lutte qui y sont engagées.





# Développement d'une idée de manœuvre

Robert Vittori

## Cadre général de l'intervention

La zone concernée est un triangle, délimité à l'ouest par la RN 198, des vignes Guéraud au pont du Cavo, au sud par les vignes Torracchia, à l'est par la mer et au nord par le torrent « le Cavo ».

Régulièrement, les mises à feu en « risques très sévères » effectuées sur la RN 198 vont jusqu'à la mer, menaçant toutes les habitations du secteur.

Les idées de manœuvre sont orientées dans la configuration des grands feux du secteur que nous avons combattus.

## Analyse de la zone d'intervention

### Relief

Cette zone est constituée de petites crêtes séparant des vallées relativement larges dans l'axe sud-nord, se jetant dans la vallée du Cavo orientée ouest-est.

Les lignes de crêtes culminent à 260 m environ dans la partie sud de la zone, les autres crêtes se situant aux alentours de 100 à 120 m d'altitude. L'orientation est sensiblement la même que les petites vallées.

### Planimétrie

Les axes routiers qui desservent cette zone sont : la RN 198 à l'ouest ; la D 168 qui coupe la vallée principale allant de Sainte-Lucie à Pinarello ; le chemin communal qui va à la Testa ; le chemin communal de Poggioli prolongé par une piste carrossable qui partage la zone en son milieu dans un axe nord-sud.

L'habitat est très diffus, avec de multiples villas isolées, mais il se dégage quand même 5 points sensibles importants qui sont : Sainte-Lucie de Porto-Vecchio, Poggioli, Pinarello, La Testa et Caramontinu.



Photo 1. Présentation de l'idée de manœuvre par R. Vittori (cl. Rigolot)

### Aérologie

Par journée « risques très sévères », le vent très violent se propage dans l'axe sud-ouest – nord-est, avec un effet de foehn très violent. Cela est dû au débouché de la vallée de l'Oso qui conditionne la direction des courants. Vent à 60 km/h, humidité 30%, vitesse de propagation 1 400 m/h.

### Végétation

Cette zone ayant brûlé très souvent, hormis les chênes-lièges et quelques pins maritimes, la végétation est surtout constituée d'un maquis bas impénétrable et très touffu, extrêmement sensible au feu car brûlant très vite et par là-même, propageant le feu très rapidement.

### Population

Dans les hameaux de Sainte-Lucie de Porto-Vecchio et de Poggioli, nous avons une population sédentaire, habituée au phénomène.

Robert Vittori

SDIS de Corse-du-Sud

CSP de Porto-Vecchio

20137 Porto-Vecchio



Photo 2. Positionnement des CCFM du 1<sup>er</sup> GI le long de la bande de roulement tous les 100 m (cl. Rigolot)

- GA Gravona.

## Évolution du sinistre

Au début du sinistre, le front du feu principal évolue sur le flanc gauche.

Arrivé dans le champ, le feu va s'engouffrer dans le goulet pour remonter vers le pont « Margaretaju ».

Sur le flanc droit, le feu va se développer lentement et ce n'est que plus tard

qu'il atteindra le dernier point de la Licagif.

## Idée de la manœuvre

**Premières mesures : 10 premières minutes**

### OBJECTIF

Attaquer le feu naissant par arrière et flanc gauche.

Repousser la pointe du feu vers la crête (Licagif Margaretaju).

### POINT D'ATTAQUE

Licagif RN

### PROTECTION POINT SENSIBLE

Entrée sud Sainte-Lucie : sans objet.

### MOYENS À ENGAGER

CCFM Sainte-Lucie en DA sur nationale vers l'Oso.

CCFM Sainte-Lucie 1<sup>er</sup> départ du CIS.

### SITUATION

Je suis...

Je vois...

Je fais...

Je demande...

**Deuxièmes mesures : l'incendie n'est pas maîtrisé au bout de 15 minutes**

**Objectif : stopper le front de feu sur un ouvrage DFCI**

1. Préparation d'une ligne d'arrêt sur la Licagif de Margaretaju entre la RN (après le lieu-dit Molendinu) et le lieu-dit Margaretaju avec le premier groupe de renfort (GI sapeurs-pom-

piers) et le 2<sup>e</sup> CCFM Sainte-Lucie se trouvant au départ du feu.

2. Poursuite de la ligne d'arrêt en remontant sur la ligne de crête avec le 2<sup>e</sup> GI.

3. Attaque du feu par les moyens aériens :

- flanc gauche (jalonnement) ;
- front de feu (barrière de retardant) ;
- flanc droit (jalonnement).

4. Surveillance des sautes de feu par les moyens aériens.

En théorie, les moyens terrestres sont disposés sur 800 m de Licagif, sachant qu'il faudrait tenir environ 1 300 m.

Tenant compte des paramètres qui suivent, il est possible de penser que la ligne d'arrêt sera efficace.

En effet :

- le front de feu n'arrive pas partout en même temps sur la ligne d'arrêt : il est facile d'imaginer que les moyens peuvent se décaler vers le haut de la Licagif au fur et à mesure de l'évolution du sinistre (avant-gauche vers avant-droit) ;
- les deux moyens aériens vont rétrécir la longueur du front de feu ;
- il faut aussi tenir compte que les deux CCF lourds des forestiers-sapeurs équipés de canons et de produits chimiques ont des performances supérieures aux engins traditionnels et pourront tenir une longueur bien supérieure à 100 m.

## Consignes aux chefs de groupe

Positionner les CCFM du 1<sup>er</sup> GI le long de la bande de roulement tous les 100 m au moins jusqu'au lieu-dit Margaretaju.

Faire établir 2 lances par CCFM (conformément au règlement d'emploi).

Surveiller les sautes de feu.

Rendre compte au COS.

Demander au 2<sup>e</sup> CCFM se trouvant au départ du feu de se positionner entre le lieu-dit Molendinu et le 1<sup>er</sup> CCFM du 1<sup>er</sup> GI.

Au fur et à mesure de l'évolution du sinistre, déplacer les CCFM du 1<sup>er</sup> GI vers le haut de la coupure après le dernier CCFM du 2<sup>e</sup> GI (sur ordre du COS).

Par contre, le bord de mer (Caramontinu, La Testa, Pinarello) est occupé en grande majorité de résidences secondaires, ainsi que de nombreux campings (California, Caramontinu, etc.) avec une population touristique peu habituée à se défendre contre le feu.

Elle est considérée comme une population « à très grand risque ».

### Équipement DFCI (été 1999)

- Licagif Sainte-Lucie, Pont de l'Oso : RN 198 ;
- Licagif Margaretaju : ligne de crête ;
- Licagif Pont de Conca, Livisani.

Le réseau d'eau de défense contre l'incendie est suffisant en poteaux incendie, mais il peut y avoir un problème en cas de coupure du réseau EDF.

## Moyens

### Moyens disponibles au départ du feu

- 1 CCFM 4 000 l Sainte-Lucie ;
- 1 CCFM 2 000 l Sainte-Lucie.

### Premiers renforts : t+30 min

- GA sapeurs-pompiers : 4 CCFM ;
- moyens aériens éventuellement.

### Deuxièmes renforts : t+35 min

- 1 GA forestiers-sapeurs ;
- moyens aériens.

### Renforts futurs

- GA Rizzanese ;

# Considérer les moyens, manœuvres et stratégies de lutte

## Illustration de la protection rapprochée de massif forestier (PRMF) : forêt domaniale de l'Ospedale, Corse-du-Sud

*Illustration de la PRMF, synthèse (O. Riffard)*

**Principes (M. Costa & L. Marsol)**

**Application (P. Caramelle)**

**Objectifs opérationnels (J.J Peraldi)**

**Adaptation de l'ouvrage aux moyens de lutte  
(J.L. Nicolai & J.Y. Duret)**



**Animateur** | Olivier Riffar  
Office de Développement Agricole et Rural de la Corse  
Bastia

La protection rapprochée de massif forestier (PRMF) est une méthode d'aménagement prévue dans le plan départemental de prévention et de lutte, concernant les massifs forestiers à forts enjeux patrimoniaux.

Le massif de l'Ospedale, objet de la visite, est un des quatre massifs concernés.

Il est essentiellement constitué de peuplement de pin maritime et de maquis.

Comme pour les PIDAF, la PRMF repose notamment sur le cloisonnement de l'espace (sans oublier l'information, la surveillance et l'intervention sur feu naissant) par des ouvrages pouvant déroger aux normes préconisées dans les PIDAF (surlargeur, densité du maillage et positionnement).

En outre, la PRMF préconise l'autorésistance des peuplements et la protection des nombreuses personnes fréquentant ces massifs.

La coupure de l'Ospedale, objet de la visite, est une coupure secondaire qui doit répondre aux besoins opérationnels de la lutte sur des feux ayant déjà été traités par un ouvrage principal en amont ou éventuellement sur des feux ayant éclos à l'intérieur du maillage.

Un groupe de travail constitué par la DDAF, le CG, le SDIS, les forestiers-sapeurs et l'ONF définit de concert :

- les caractéristiques initiales de l'ouvrage ;
- les améliorations à lui apporter suivant le type de feu attendu (feu de flanc, de front, conditions aérologiques et météo...) ;
- et la transformation souhaitée d'un embrasement général en feu courant.

En l'occurrence, les options retenues sur la coupure en question sont :

- 100 m de large plus des surlargeurs ponctuelles à des fins de lutte ;
- entretien plus facile par brûlage, voire pour des raisons paysagères ;
- élimination stricte du sous-bois ;
- maintien d'une densité arborée importante (continuité du couvert).

Si l'intensité de l'action sur la biomasse (aiguilles, repousses, litière...), notamment par le brûlage dirigé, conforte les objectifs opérationnels de la lutte, le maintien d'une forte couverture arborée, surtout là où les services de lutte seront confrontés à un feu de front, reste un point de discussion.

## Principes

Michel Costa & Laurenç Marsol

### La protection rapprochée de massif forestier (PRMF). Principes de base

La protection rapprochée de massif forestier est un des volets du plan départemental de prévention et de lutte contre les incendies de Corse-du-Sud. Elle vient en complément des plans intercommunaux de débroussaillage et d'aménagement forestier (Pidaf). Le cadre de la protection rapprochée y est ainsi défini :

*« En raison de leur intérêt paysager, écologique ou économique, certains peuplements méritent d'être plus particulièrement protégés [...] afin d'essayer de protéger ces sites, il serait souhaitable dans le cadre d'une gestion préventive, de débroussailler, d'entretenir régulièrement et d'équiper ces massifs ».*

À l'origine, des niveaux d'enjeux différents ont motivé le développement de principes différents d'équipement de l'espace naturel en vue de sa protection contre l'incendie.

Ainsi, au titre de la stratégie départementale, le cloisonnement proposé, par la mise en place de Licagif<sup>1</sup>, pour la protection d'un espace naturel de caractère ordinaire, correspond à une maille optimum d'environ 400 ha. C'est une stratégie de limitation des surfaces parcourues, pour laquelle les dégâts subis à l'intérieur de la maille ne sont pas pris en compte et portés à l'inévitable part du feu à consentir.

Mais l'application des normes minimales arrêtées pour la création des Licagif et les contraintes de terrains évidentes (relief, pierrosité) ont conduit, lors de l'étude des Pidaf, à ne pas pouvoir respecter ce maillage optimum. De plus, il s'est rapidement avéré que les principaux massifs forestiers à forts enjeux, essentiellement situés en zone de



Présentation de la notion de PRFM

montagne, se retrouvaient peu ou pas protégés par l'articulation générale des infrastructures prévues au Pidaf.

Ainsi, il convenait d'assurer à ces massifs un niveau de protection leur permettant, au minimum, d'être aussi bien armés que les périmètres inscrits aux Pidaf dans la perspective de réduire les surfaces parcourues par d'éventuels sinistres.

Du fait de la valeur patrimoniale et du potentiel pour l'économie locale des peuplements concernés, cette volonté de réduction des surfaces a été doublée d'un objectif de limitation des dommages subis par les peuplements concernés.

Les principes de bases de la PRMF étaient donc posés :

- aménager des espaces forestiers remarquables dans des conditions topographiques difficiles (voire extrêmes), en tendant vers un objectif de réduction des surfaces parcourues ;

Michel Costa  
Laurenç Marsol  
DDAF de Corse-du-Sud  
service environnement forêts  
Le Solférino  
8 cours Napoléon  
20176 Ajaccio cedex

<sup>1</sup> Ligne de combat préparée à l'avance pour la lutte contre les grands incendies de forêt

- imaginer les modes de gestion de ces mêmes espaces permettant de minimiser les dommages subis par les peuplements en cas de sinistre.

## Cadre de travail

Les organismes concernés, Direction Départementale des Services d'Incendie et de Secours (DDSI), Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF), Office National des Forêts (ONF), forestiers-sapeurs et service prévention du Conseil Général de Corse-du-Sud, ont retenu quatre massifs pilotes :

- Calanches de Piana (côte ouest au nord d'Ajaccio) ;
- Coti-Chiavari (rive sud du golfe d'Ajaccio) ;
- Ospedale (au-dessus de la baie de Porto-Vecchio) ;
- Bavella.

Ces massifs sont à la fois des symboles très forts pour la Corse, une carte de visite touristique fondamentale et un pôle potentiel de développement économique. Mais dans l'état actuel, ils sont surtout susceptibles de destruction quasi totale.

Une étude globale a été réalisée sous la maîtrise d'ouvrage de la DDSIS et confiée à « Espaces Méditerranéens ». L'ONF a assuré la coordination de l'étude qui a été menée avec la participation active des personnels des services de prévention et de lutte : SDIS, DDAF, Conseil Général de la Corse-du-Sud, forestiers-sapeurs et ONF.

## Résultats

Après étude, le diagnostic global est bien plus sévère que prévu. Non seulement ces massifs sont soumis à un risque important de destruction quasi complète en quelques heures, mais ces sinistres, selon certains scénarios, pourraient affecter simultanément plusieurs centaines de personnes présentes dans ces massifs.

En raison de la forte fréquentation estivale de ces massifs, il a fallu dépasser la traditionnelle notion de défense des forêts contre l'incendie – la DFCI – et créer un nouveau concept de défense des personnes contre l'incendie – la DPCI. Dès

lors, les problèmes de sécurité civile doivent être traités en priorité et en urgence. Car tant que la protection du public n'aura pas été assurée, la lutte ne pourra pas être engagée pour défendre le patrimoine forestier et paysager.

### ■ La DFCI appliquée à la PRMF

Dans un premier temps, une protection rapprochée de « base » reprend le principe de cloisonnement et d'équipement en points d'eau de type PIDAF pour faciliter la lutte, mais, en raison des enjeux, elle fait appel à des aménagements « hors normes du plan départemental » :

- Licagif sur ou sous-dimensionnées ;
- Licagif répondant à des objectifs opérationnels ciblés (lutte commando, utilisation du contre-feu, scénarios bien précis...) ;
- Licagif non positionnées le long des croupes ;
- Licagif non carrossable.

En raison de ces mêmes notions d'enjeux, leur protection a été intensifiée. Cette intensification s'est traduite par :

- un cloisonnement des massifs répondant à un maillage beaucoup plus dense que celui retenu dans les PIDAF ;
- une volonté de minimiser les dégâts à l'intérieur même de la maille ainsi obtenue.

Pour répondre à ce deuxième point, il a été envisagé de recourir en partie à une réduction du combustible disponible sous les peuplements forestiers les plus remarquables ou les plus prometteurs.

### ■ La DPCI

Le caractère patrimonial de ces massifs entraîne une fréquentation croissante de ces milieux. Dès lors, les enjeux environnementaux sont doublés d'enjeux très importants en termes de protection des vies humaines et de sécurité civile. Nous proposons alors la création d'ouvrages orientés vers la protection des personnes présentes dans ces massifs :

- sécurisation des sentiers par un balisage approprié ;
- création de zone de pose pour hélicoptère pour l'évacuation des personnes menacées ;
- sécurisation des zones de

concentration humaine par la création de zones débroussaillées spécifiques (confinement ou regroupement).

Nous proposons également une régulation des flux touristiques dans ces massifs, par une interdiction d'accès aux massifs selon les conditions météorologiques du jour.

De plus, l'importance du risque a conduit les services de lutte à préparer les interventions de secours à mener sur le site en fonction des différents scénarios de feu envisagés. Ce travail s'est traduit sur certains massifs par la rédaction en commun (services de lutte et gestionnaires) de fiches réflexes d'intervention.

Enfin, les infrastructures envisagées doivent, du fait du caractère paysager et écologique exceptionnel de ces massifs, être réalisées sans atteintes fondamentales à leur spécificité. Il est nécessaire de recourir à des techniques particulières et à des pratiques spécifiques au nombre desquelles :

- le brûlage dirigé qui devient dès lors un outil indispensable dans le cadre de l'entretien des aménagements prévus à la PRMF, coupe ou réduction globale du combustible, dont les travaux seront essentiellement réalisés en manuel. Cette technique est actuellement utilisée à titre expérimental en Corse-du-Sud par les forestiers-sapeurs ;
- le pastoralisme : l'action du bétail est un appoint important dans la maîtrise de la charge énergétique.

## Conclusions

Ainsi, la stratégie départementale établit deux objectifs. Le premier est quantitatif et vise à la réduction des surfaces parcourues par les incendies dans les milieux naturels ordinaires. Le second est qualitatif et complète le premier, minimiser les surfaces parcourues et réduire les effets du passage des incendies sur les milieux naturels exceptionnels.

Sécuriser au mieux les personnes et minimiser l'altération du patrimoine naturel (en quantité et qualité) à l'occasion d'une mise à feu sont les objectifs prioritaires de la PRMF. Pour ce faire, aux trois actions clas-

siques qui sont à notre disposition au titre de notre stratégie départementale :

- informer, convaincre et surveiller pour restreindre les mises à feu ;
- détecter et intervenir au plus vite pour éteindre un feu naissant ;
- cloisonner les massifs pour canaliser l'incendie.

et que nous renforçons dans ce

cadre-là, nous avons ajouté les notions de :

- réduction globale de la charge en combustible pour sauver tout ou partie des peuplements arborés parcourus par le feu ;
- sécurisation du public présent dans ces massifs.

Enfin, une grande partie des équipements préconisés par la protection

rapprochée n'ont d'intérêt que s'ils sont associés à des moyens de lutte spécifiques et particulièrement performants. Pour cela, il convient de disposer de véhicules incendie gros porteurs (d'un minimum de 6 000 l avec canon) pour les zones accessibles, mais surtout d'un commando spécialisé pour mener des attaques en terrain difficile.







# Application

Philippe Caramelle

## Contexte

La tournée se déroule dans la forêt domaniale de l'Ospedale qui couvre une superficie de 4 557 ha. Située au nord-nord-ouest de Porto-Vecchio, elle s'étage en altitude de 100 m jusqu'à 1 314 m. Elle est au cœur du plus grand massif de pin maritime de l'île. Sa surface se décompose en :

- 37% d'improductifs (maquis...) ;
- 9% de vides (rochers) ;
- 41% de pin maritime ;
- 9% de pin laricio de Corse ;
- 3% de chêne vert ;
- 1% de sapin pectiné.

L'aménagement forestier en vigueur se termine en 2001. Il distinguait :

- une série de production pin laricio et pin maritime 1 396 ha
- une série de production pin maritime 1 256 ha
- une série de protection-production 1 224 ha
- une série d'attente 679 ha

Ses objectifs étaient :

- produire la plus grande quantité possible de bois d'œuvre de pin laricio et de pin maritime ;
- substituer le pin laricio au pin maritime (raisons : moindre vulnérabilité à l'incendie et longévité supérieure) ;
- donner la structure de futaie dense aux peuplements de basse altitude situés en limite des terrains privés ;
- assurer la protection contre l'incendie ;
- limiter l'accueil du public notamment sur le plateau de Marghese déjà fortement occupé.

Les points particuliers suivants sont à retenir dans le cadre de la protection rapprochée de massif forestier (PRMF) :

- très forte combustibilité du milieu qui n'a



La coupure de combustible de L'Ospedale

plus subi de grand feu depuis 1943 contrairement aux cinquante années précédentes : 2 430 ha brûlés par sept grands incendies ;

- présence de quatre hameaux habités en forêt ou en lisière ;
- explosion de la fréquentation touristique principalement sur le site de la cascade de Piscia di Gallo (1 000 personnes sur le site par jour en été).

## Coupure de combustible de l'Ospedale

L'ouvrage prioritaire de la PRMF se situe en crête à l'ouest du massif.

La coupure de combustible présentée ici vient en deuxième priorité en cas d'insuccès ou de non-utilisation de l'ouvrage prioritaire. Elle a toutefois été retenue pour des commodités de réalisation, vu le manque de références locales dans ce type de milieu arboré.

Philippe  
Caramelle

ONF de Corse  
Direction régionale  
Résidence « La  
Pietra »  
Av. de la Grande  
Armée  
20000 Ajaccio

L'ouvrage s'étend du hameau de Cartalavonu au col d'Illarata en s'appuyant sur la route départementale D368 et en intégrant le lac de barrage de l'Ospedale. Le segment présenté et actuellement réalisé va du lac jusqu'au col d'Illarata.

La coupure représente une longueur totale d'environ 10 km pour une superficie de 106 ha, dont 76 pour le segment qui nous intéresse.

### ■ Renseignements administratifs et financiers

La maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre sont assurées par l'ONF.

L'opération a été découpée en trois tranches de programmation sur les années 1997, 1998 et 1999 avec des subventions d'État (ministère de l'Agriculture), de la collectivité territoriale de Corse et de l'Europe pour 95% du montant hors taxes.

Elle a fait l'objet de trois dévolutions de travaux dont deux sont réalisées en quasi-totalité pour 76 ha et une va être lancée prochainement pour 30 ha.

Les travaux sont effectués par des entreprises, seules quelques finitions ont été faites par les ouvriers forestiers de l'ONF.

Le coût total de l'ouvrage a été estimé à 3 511 000 Fht ; à ce jour, 1 521 086 Fht ont été dépensés et il est vraisemblable que le coût final sera inférieur au prévisionnel.

L'entretien de cette coupure, comme pour tous les ouvrages classés DFCl, est assuré par les forestiers-sapeurs placés sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général.

### ■ Conception et caractéristiques techniques

#### Conception

Le principe qui a présidé à l'étude et à la réalisation de l'ouvrage est l'association et la concertation permanente des utilisateurs potentiels, des services de gestion et d'entretien et des financeurs.

L'ensemble des intervenants s'est accordé sur une démarche progressive lors de la réalisation de l'ouvrage, compte tenu de l'absence de références locales de Licagif en milieu très arboré et du souci d'éviter tout dogmatisme tant d'un point de vue lutte (ex : les bords des houppiers doivent être systématiquement distants de plus de 10 m) que d'un point de vue forestier (ex : ne pas toucher au peuplement forestier, ou le moins possible).

La démarche technique comprend donc les phases suivantes :

- débroussaillage complet de toute la strate basse ;
- enlèvement des pins n'atteignant pas 8 m de hauteur et 15 cm de diamètre de tronc ;
- éclaircie complémentaire en fonction du sentiment de sécurité et d'efficacité des services de lutte (pompiers, forestiers-sapeurs) ;
- élagage à 5 m (ou 30% de la hauteur pour une hauteur < 10 m).

Au stade de réalisation actuel, des travaux complémentaires ont été reconnus comme nécessaires, notamment en matière d'éclaircies sur certains secteurs encore trop denses (col de Baroccaggio par exemple, où les forestiers crai-

gnaient des chablis sur un peuplement trop ouvert).

La réflexion sur la conception se poursuit actuellement puisqu'une visite technique interservices durant l'été 1999 a permis de préconiser des réalisations supplémentaires permettant de faciliter la gestion de tronçons d'ouvrage en brûlage dirigé ou de sécuriser davantage les conditions de lutte contre l'incendie (surlargeurs en débroussaillage).

#### Caractéristiques techniques

L'ouvrage s'appuie tout du long sur la route départementale qui constitue donc la bande de roulement.

Le débroussaillage est réalisé sur 50 m au minimum de part et d'autre de la route.

Des surlargeurs ponctuelles sont pratiquées pour répondre aux nécessités opérationnelles (lutte) ou d'entretien (appui sur barres rocheuses pour brûlage dirigé).

Les arbres sont mis à distance et élagués pour faire retomber un éventuel feu total (et donc de cimes) en feu courant et permettre une lutte efficace.

Sur l'ensemble de l'ouvrage sont prévues huit citernes de 30 m<sup>3</sup> régulièrement disposées, dont cinq sur le segment lac-col d'Illarata.

Pour les secteurs où le brûlage dirigé sera pratiqué, une bande décapée est créée sur les limites extérieures de la bande débroussaillée.

À ce jour, 76 ha sont aménagés, trois citernes installées et 7 km de bande décapée ouverts.

## Objectifs opérationnels

Jean-Jacques Peraldi

### Descriptif de l'ouvrage

Cette coupure s'inscrit dans l'aménagement de protection rapprochée de massif forestier de l'Ospedale. Il s'agit d'un ouvrage secondaire, l'ouvrage principal étant situé sur la ligne de crête dans la partie ouest à une distance variant entre 500 m et 1 km. D'une largeur minimum de 100 m, elle relie le barrage de l'Ospedale au col d'Illaratta. Des surlargeurs ont été créées dans les cols et talwegs. Trois citernes sur les cinq prévues sont aujourd'hui implantées.

### Objectifs de l'ouvrage

Il a pour objectif de permettre aux moyens de lutte de limiter la propagation d'un incendie qui aurait franchi partiellement l'ouvrage principal par un feu courant ou par des sautes.

Pour que les moyens de lutte restent opérationnels, il est indispensable qu'ils soient dans les meilleures conditions de sécurité possible.

Cette coupure doit apporter une réponse pour des conditions de vent inférieur à 60 km/h (vent synoptique d'orientation ouest-nord-ouest).

### Caractéristique du feu attendu

Dans des conditions météo précisées ci-dessus, le type de feu attendu est supposé être un feu avec un embrasement généralisé de la végétation. La hauteur maximale des flammes pouvant être estimée de 20 à 25 m.

Toujours pour les mêmes conditions météorologiques, l'ouvrage peut-être divisé en trois tronçons ayant des caractéristiques différentes :

- sur le premier (du barrage au col de Barrocaggio) ; on attendra un feu de face,

descendant. Sur ce tronçon, on devrait avoir un vent moins violent (à l'abri du relief) mais avec plus de turbulences ;

- sur le second (le col de Barrocaggio) et sur une courte distance, un feu de face sur un terrain plat, plus virulent que sur le premier tronçon en raison de l'accélération du vent dans le col ;
- sur le troisième (du col de Barrocaggio au col d'Illarata), un feu de flanc virulent mais ayant tendance à remonter par effet de pente sur le relief à l'amont de l'ouvrage.

### Les moyens de secours mobilisables

Pendant la période critique ( $\pm 15$  juillet à fin septembre) :

- sur le secteur : 1 CCFM (2500 l), 2 légers (600 l) ;
- dans les 10–15 minutes : 2 CCFM, 1 léger ;
- dans les 30 –50 minutes : 1 GA (3 CCFM), 2 CCFS, 4 CCFM, 1 section UISC (3 CCFM + 1 CCI).
- Soit dans l'heure qui suit l'alerte : 13 CCFM, 2 CCFS, 1 CCI, 3 légers.

### Réponses attendues sur l'ouvrage

Ramener le feu généralisé en feu courant au sol. Celui-ci, d'une intensité limitée, doit permettre l'engagement des moyens de lutte.

Cette évolution ne se produira pas instantanément et une distance variable sera nécessaire pour faire retomber le feu au sol. Cette distance appelée zone de transition, devrait être moins importante sur le premier et le troisième tronçon, que sur la partie centrale de l'ouvrage. Dans les conditions météo définies, le feu doit être retombé au sol au plus tard dans le premier tiers entre le début du débroussaillage et la position des moyens de lutte. Dans tous les cas, l'échauf-

Jean-Jacques  
Peraldi

SDIS de Corse-du-Sud  
Av. Noël Franchini  
BP 552  
20090 Ajaccio cedex 2

fement constaté sur ce type de coupures doit permettre aux moyens de lutte positionnés sur la bande de roulement d'être dans les meilleures conditions de sécurité possible.

Les citernes implantées doivent offrir un volume d'eau suffisant à l'alimentation des engins de lutte.

## Idée de manœuvre

Les actions de lutte seront exclusivement dirigées contre :

- le feu courant sur l'ouvrage ;
- les sautes sur l'ouvrage et à la proximité immédiate de l'ouvrage.

Positionnement des CCFM tous les 50 à 80 m avec une attention toute particulière pour les cols et talwegs.

Les moyens aériens, s'ils sont disponibles, seront prioritairement utilisés pour le traitement des sautes de feu.

# Adaptation de l'ouvrage aux moyens de lutte

Jean-Louis Nicolai & Jean-Yves Duret

## Adaptation de l'ouvrage à des fins opérationnelles

**Largeur** : Conformément aux conclusions de l'étude protection rapprochée de massif forestier, la largeur envisagée pour cette coupure était de 100 m (50 m de part et d'autre de la route départementale). Cette largeur a été augmentée sur certains secteurs à la demande des services de lutte. Il s'agit essentiellement des talwegs, cols, etc., où une aggravation de la propagation de l'incendie est redoutée du fait de conditions topographiques et aérologiques plus sévères.

**La densité** des arbres sur un ouvrage de lutte est un facteur à prendre en compte pour répondre aux deux objectifs suivants.

Le premier est lié à la dynamique du feu. La mise à distance des houppiers doit permettre de réduire le risque de continuité de l'incendie sur la coupure par propagation du feu aux houppiers des arbres maintenus.

Le second relève de critères opérationnels liés aux actions de lutte réalisées. Ici, le facteur densité intervient directement sur l'efficacité des moyens de lutte engagés sur la coupure :

- lutte aérienne : une densité trop importante des houppiers peut diminuer la quantité d'eau arrivant au sol ;
- lutte terrestre : véhicules lourds équipés de canons. Une densité trop importante des troncs réduit la surface mouillée.

En théorie cette problématique, purement opérationnelle, est différente selon où l'on se trouve sur la coupure :

- en limite forêt-coupure, le couvert arboré devrait être réduit avec pour objectif de faire tomber au sol, le plus rapidement possible, un feu total qui arriverait sur l'ouvrage ;
- entre cette limite et la bande de roulement, en l'occurrence la route, une densité



Exemple d'utilisation du canon sur la coupure de L'Ospedale (cl. Clopez)

té plus importante peut être acceptée ;

- en limite de bande de roulement, la densité des arbres doit être à nouveau réduite pour faciliter l'utilisation des canons sur les CCF lourds.

**L'élitage** des arbres sur une hauteur suffisante (selon la taille des arbres) répond également aux objectifs précédents.

**Dynamique du feu** : en admettant que le feu soit intégralement tombé au sol sur la coupure, l'élitage a pour but de diminuer le risque d'embrasement ponctuel des arbres par des flammes en sous-étage.

**Critères opérationnels** : les acteurs de la lutte doivent avoir la meilleure visibilité possible sur l'ouvrage.

En bord de bande de roulement, l'élitage optimise aussi l'utilisation des canons. Pour cela et dans la mesure du possible, il doit être plus important à l'aval de la bande de roulement.

Jean-Louis Nicolai

SDIS de Corse-du-Sud  
CSP de Porto Vecchio  
20137 Porto Vecchio

Jean-Yves Duret

ONF de Corse-du-Sud, atelier des forestiers-sapeurs  
Quartier La Poreta  
20137 Porto Vecchio

**La qualité de l'entretien** est un point déterminant pour la réussite opérationnelle sur ce type de coupe. L'accumulation de litières, de résidus des travaux d'ouverture (broyat...), les repousses d'herbes et de broussailles, favorisent un feu courant au sol. Plus ce volume de combustible est important, plus le feu sera puissant et nécessitera des moyens importants pour le combattre. L'entretien par brûlage dirigé, en supprimant une grande partie de ce combustible, permet d'améliorer

considérablement la qualité de l'ouvrage.

### Démonstration de l'engagement d'un CCFL en milieu arboré

Matériel utilisé : CCFL du service des forestiers-sapeurs de Corse-du-Sud :

- capacité de 6 500 l + 500 l de produit additif ;

- pompe de 2 500 l/min ;
- canon à jet et débit variable (360° en site).

Démonstration (si possible avec moussant).

Une densité d'arbres trop importante en bord de bande de roulement crée des « zones d'ombre » qui diminuent l'efficacité, la précision, et augmentent la quantité d'eau nécessaire à une intervention avec des véhicules équipés de canon.



# Intégrer les contraintes

---



*Intégrer les contraintes, synthèse (D. Tasso)*

**Contraintes paysagères et écologiques (P. Quertier)**

**Contraintes sociologiques et foncières (P. Detry-Fouque, J. Regad & F. Carrer)**

**Contraintes spatiales et temporelles (P.C. Herzog)**

*Débats*

## Animateur

Dominique Tasso  
Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de Corse  
Ajaccio

Trois thèmes ont été traités au travers des trois communications :

Le débat consécutif aux interventions s'est focalisé sur la prise en compte des contraintes écologiques et paysagères et sur les questions sociologiques et foncières.

### ■ CONTRAINTES PAYSAGÈRES ET ÉCOLOGIQUES (Pierre Quertier)

Sur le premier aspect, face à une réelle faiblesse du référentiel scientifique et technique, et en l'absence de stratégie claire en la matière, chacun semble un peu camper sur ses positions.

Les aménageurs et les forestiers-sapeurs, en faisant valoir leurs responsabilités en matière de DFCI, et notamment leurs obligations de résultats quant à l'efficacité des ouvrages qu'ils réalisent et sont chargés d'entretenir,

Les services chargés de la lutte, en exprimant leurs craintes face au risque de voir le principe même de « coupure stratégique » fragilisé par de nouvelles contraintes, mais aussi en faisant preuve d'une évidente mauvaise foi sur le thème : faudrait savoir si ce sont des forêts ou bien des pelouses qu'il nous est demandé de protéger ?

Les naturalistes en estimant qu'il est possible de concilier des impératifs de la lutte et la protection des milieux et des espèces lorsqu'il existe des enjeux écologiques particuliers (préservation des espèces rares ou sensibles, protection, voire restauration d'habitats menacés).

Pour autant, les positions des uns et des autres ne sont pas forcément antinomiques. On a vu, notamment au travers des échanges sur les « milieux ouverts », qu'il existe une convergence d'intérêts : milieux généralement favorables à la biodiversité et se caractérisant par une biomasse combustible faible.

Mais la recherche de ce compromis suppose qu'un certain nombre de réponses soient apportées, notamment en ce qui concerne :

- la synthèse des connaissances et leur transfert vers les acteurs opérationnels ;
- la réalisation d'inventaires écologiques et d'états des lieux préalables qui, le cas échéant, devront être suivis d'études d'impact ou de la rédaction de notices d'impact ;

- le financement des surcoûts, à la réalisation des ouvrages, puis lors des opérations d'entretien, liés aux mesures de protection préconisées ;
- la prise en compte des contraintes liées aux espaces faisant l'objet de classements particuliers, comme les zones Natura 2000.

Sans chercher à mettre tout le monde d'accord, Jean-Louis Roussel a néanmoins rappelé la hiérarchie des priorités assignée par les pouvoirs publics à la politique de protection des forêts contre les incendies :

1. Protéger les hommes.
2. Protéger la forêt et, le cas échéant, certains milieux associés.

S'agissant des zones Natura 2000, enjeu parmi d'autres, il a rappelé que la France avait des engagements vis-à-vis de l'Union européenne, avec des obligations de résultats (en particulier, l'obligation de réaliser une étude lourde à chaque fois qu'un aménagement est projeté sur une zone figurant à l'inventaire).

### ■ CONTRAINTES SOCIOLOGIQUES ET FONCIÈRES (Françoise Carrer, Jacques Regad & Patricia Detry-Fouque)

Les principales interventions ont porté :

- sur l'absence de statut juridique des coupures de combustible, comme d'ailleurs de la plupart des ouvrages de DFCI, en dehors des cas -rarissimes- où il y a eu recours à la DUP ;
- sur les contraintes liées au POS, et notamment aux espaces boisés classés, ce qui vient compliquer singulièrement la réalisation des ouvrages ; d'où une nouvelle fois la question de la prise en compte effective du contenu des PIDAF par les POS ;
- sur le non-remboursement actuel de la TVA pour les travaux de DFCI réalisés sur des propriétés foncières domaniales ou privées par des communes ou groupements de communes ; la future loi d'orientation sur la forêt devrait apporter une amélioration significative sur ce point.

### ■ CONTRAINTES SPATIALES ET TEMPORELLES (Pierre-Christophe Herzog)

L'auteur a inventorié l'ensemble des contraintes rencontrées lors de la conception puis de la réalisation d'un projet. Il insiste sur la nécessité de disposer d'un agent permanent qui suivra le projet dans sa totalité.



# Contraintes paysagères et écologiques

Pierre Quertier

## Introduction

Afin de situer l'intervention ciblée sur des applications très concrètes permettant la prise en compte du paysage et de l'écologie lors de la conception, de la réalisation et de l'entretien d'une coupure de combustible, je commencerai par apporter quelques précisions sur la notion de paysage à travers plusieurs extraits d'une intervention de Jean Viard, sociologue au CNRS, intitulée « Le conflit social, gardien du paysage », puis par distinguer paysage et écologie.

Les questions de la motivation de la prise en compte du paysage et de celle d'un objectif écologique viendront ensuite.

### Précisions sur la notion de paysage

Le paysage est un art de voir, ce n'est pas un phénomène objectif. Une grille de lecture historiquement élaborée se superpose en fait à un site élaboré, lui, dans une autre histoire... Ces grilles de lecture et ces règles d'organisation sont inséparables du processus social qui les a mises en circulation. Ici indéniablement, c'est le tourisme qui généralise cette manière de voir et de regarder. Tourisme qui très concrètement a contribué à construire des paysages et des lieux d'observation ; pensons à la mode des corniches des années 1850-1880.

« La deuxième question à aborder touche au rapport entre cette histoire du paysage avec ses codes et des sociétés locales, car peu à peu celles-ci ont compris que ce fameux paysage pouvait être un élément de négociation dans leur relation avec les passants et avec la civilisation urbaine » (extrait de l'intervention de Jean Viard « Le conflit social, gardien du paysage ». Conférence Mardis du paysage à l'École Nationale Supérieure du Paysage de Versailles).

## Écologie et paysage : les objectifs

Un objectif de la prise en compte du paysage pourrait être le maintien ou l'amélioration de la qualité d'un cadre de vie. Cette qualité induira des retombées économiques positives essentiellement liées au tourisme mais également liées à la valorisation de certaines activités locales (le plus souvent de type agricole) qui pourront motiver cette prise en compte.

Les exemples choisis se limiteront au traitement de l'impact visuel des actions sur les paysages.

Les objectifs écologiques sont des objectifs de protection de milieux naturels, d'habitats ou d'espèces, basés sur des travaux scientifiques. Ils obéissent à des principes de conservation du patrimoine naturel formalisés au travers de conventions ou de textes de loi.

Les objectifs paysagers et écologiques pourront souvent être atteints à travers des modes de gestion cohérents dans l'espace et dans le temps (ex. : agriculture permettant le maintien d'un espace ouvert favorable à certaines espèces, et l'entretien de paysages appréciés).

## Prise en compte des objectifs écologiques<sup>1</sup>

### ■ Ouverture

L'ouverture est réalisée par broyage d'une végétation de type maquis ou d'un sous-bois dense avec conservation d'une trame arborée lâche.

En prenant l'exemple d'interventions en chênaie-liège claire en Provence cristalline (Maures, Estérel), l'ouverture sera réalisée par broyage du maquis en préservant les

<sup>1</sup> Quertier P., Aboucaya A. Extrait d'une communication aux 10<sup>es</sup> rencontres de l'ARPE à Hyères, octobre 1998, non publiée.

Pierre Quertier

ONF du Var  
Les Gravettes -  
Chemin de San Peyre  
83220 Le Pradet

chênes-lièges et sans passer trop près des arbres.

On observera les événements survenant dès le printemps suivant avec, selon les cas :

- un enrichissement en espèces expansionnistes ou opportunistes héliophiles, voire xérophiles et en général nitrophiles (ex. pelouses de Graminées) ;
- l'apparition d'espèces biologiquement intéressantes par expression de la banque de graines du sol (exemple : *Genista linifolia* L., genêt à feuilles de lin en suberaie littorale sèche, *Delphinium requienii* DC. ou *D. staphisagria* L. en sol humifère sous chênaie). Cet espace pourra être colonisé à partir des semenciers extérieurs (diverses espèces d'Orchidées par exemple).

### ■ Entretien

Si l'entretien est effectué par pastoralisme afin de limiter la strate herbacée, un sursemis peut être envisagé quand les ressources alimentaires sont insuffisantes pour les troupeaux. Il est à cantonner aux zones biologiquement peu fragiles.

Il peut être intéressant d'évaluer le volume d'introduction d'espèces par le bétail (par zoochorie : endozoochorie), principalement chez les animaux transhumants. Parmi les 473 taxons introduits recensés en Corse, 1,9% sont des plantes fourragères introduites volontairement, et 3% le sont involontairement, peut-être par des graines contenues dans des foin importés.

Si des populations d'espèces biologiquement intéressantes ont été identifiées, un plan de gestion spécifique sera élaboré et mis en place.

Dans certains cas, des plantes remarquables occupent de vastes espaces de manière diffuse, il faut en tenir compte pour ne pas les menacer de disparition à la mise en place d'un dispositif de DFCI.

À la demande de la Commission des Communautés Européennes, une étude a été réalisée par l'équipe du professeur Loisel de l'université d'Aix-Marseille III, ainsi que plusieurs publications sur ce thème (Loisel *et al.*, 1992 ; Gomila, 1993). Ces documents mettent tous en évidence les problèmes exposés au chapitre suivant.

## ■ Les problèmes posés

### Baisse de fertilité des sols

« La répétition des coupes entraîne une baisse de la fertilité des sols, sauf quand le débroussaillage permet l'installation de certaines structures de végétation, absentes des zones témoins lorsque la fermeture du couvert arborescent est totale. C'est le cas des faciès à Légumineuses arbustives observés dans les Bouches-du-Rhône (*Coronilla emerus*), le Centre Var (*Cytisus sessilifolius*) et le massif des Maures (*Cytisus triflorus*) ». (Loisel *et al.*, 1992).

### Érosion des sols

Elle se traduit par la modification ou la perte des litières et le lessivage du limon : « Les sols et en particulier les horizons supérieurs, sont soumis à l'érosion : la perte en limon (ou l'enrichissement en sable) est d'autant plus accusée que les sols sont plus en pente et que la couverture végétale ... est plus clairsemée » (Loisel *et al.*, 1992).

### Le cas des plantes exotiques envahissantes

Le débroussaillage peut induire une indésirable et très vigoureuse repousse de souche (c'est le cas du mimosa, *Acacia dealbata* Willd). D'autre part, il peut fournir une porte d'entrée à des plantes envahissantes : *Oxalis cernua* Trunb., l'oxalis du Cap, fréquent en bord de piste, pénètre ainsi dans le milieu naturel.

### Inflammabilité

Ce traitement induit dans certains cas une prolifération de la flore herbacée héliophile. Il est alors important de prévoir un entretien par fauche ou pastoralisme afin d'éviter le maintien d'une strate sèche très inflammable en été. Lorsque cet entretien n'est pas assuré, le pare-feu est rendu inopérant, voire augmente les risques de mise à feu.

« Ces conclusions nous conduisent tout naturellement à recommander que les débroussaillages les plus drastiques ... ne soient pratiqués que lorsque les exigences de la lutte contre l'incendie l'imposent, afin de favoriser l'installation et le déplacement de soldats du feu » (Loisel *et al.*, 1992).

## Perte de diversité biologique

Elle résulte d'un manque de prise en compte des éléments intéressants et d'une banalisation de la flore par prolifération d'espèces résistantes aux herbicides et d'espèces nitrophiles. Il est primordial d'observer de près la réaction de la végétation après l'ouverture et lors des entretiens de façon à optimiser la gestion des coupures de combustible. Cela permet de réaliser des économies de moyen et un accompagnement de la préservation de la diversité biologique.

### ■ Préconisations pour aller vers une gestion durable

Un état des lieux préalable permettra d'apprécier la situation et en particulier la présence d'espèces remarquables et de milieux fragiles.

### Défense contre l'incendie et milieux sensibles

Il existe un certain nombre de milieux naturellement stables à faible biomasse et faible dynamique. Ce sont souvent des milieux d'une très grande richesse biologique en termes d'habitats et d'espèces.

Citons les exemples des crêtes ventées et des communautés amphibies méditerranéennes.

Il est indispensable d'apprécier au préalable la dynamique de la végétation pour vérifier la pertinence d'une intervention. Si elle se justifie, celle-ci devra de toute façon rester périphérique, cantonnée à l'extérieur des milieux remarquables.

Les pratiques pastorales qui ont pu créer ou maintenir les milieux de crêtes ventées étaient des pratiques extensives (parcours), sans modification du couvert végétal en place par apport d'engrais ou d'autres espèces (les pratiques plus intensives étant réservées aux zones agricoles riches). Les animaux étaient mobiles, sans parage sur site, avec élevage ovin majoritaire.

Pour les communautés amphibies méditerranéennes : les pratiques extensives peuvent être favorables, mais ces milieux seraient menacés en cas de modification du substrat et de la couverture végétale (apport d'engrais, sursemis), ou en cas de labour du sol qui bouleverserait ces écosystèmes.

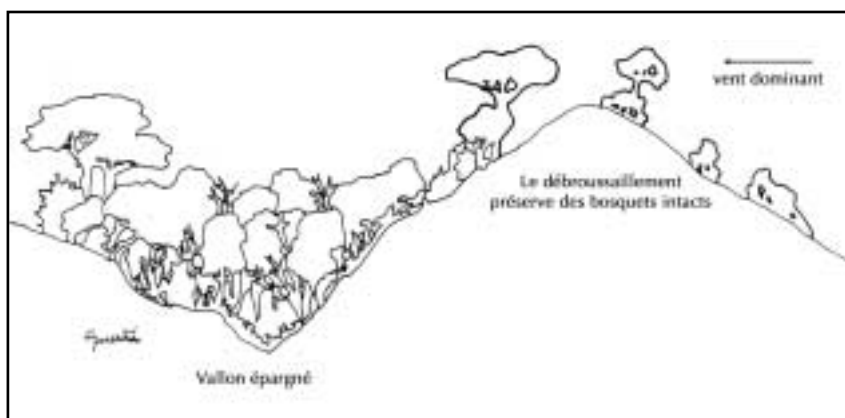


Figure 1. Préservation de formations matures ou de forêts de berge en fond de vallon lors d'opérations de débroussaillage

Ces habitats rares seront localisés au préalable avec appréciation de la richesse en espèces rares, de la densité et de la qualité des habitats. Deux cas peuvent se présenter :

- exceptionnellement des mares de grande taille, exemple : Catcheou, les interventions toujours périphériques devront contourner l'ensemble de l'écosystème (mares d'environ 400 m<sup>2</sup> et bassin versant) ;
- dans le cas de pelouses à Orchidées (*Serapias sp. pl.*) plus diffuses sur de vastes territoires, on localisera les espèces les plus rares, et on gardera le potentiel en évitant une application homogène et drastique du procédé (sous-zones non transformées en mosaïque dont la surface sera appréciée selon les enjeux au cas par cas). La mise en place d'un suivi pour les endroits transformés par rapport à des zones témoins, permettra d'appréhender les mécanismes de l'évolution et de la régression, les transformations de la végétation et d'apprécier l'évolution de la biomasse après coupe.

Il faudra par exemple laisser des lentilles intactes dans un dispositif sylvo-pastoral en cas de travail du sol et/ou de sursemis ; adapter les calendriers de pâturage et de débroussaillage aux cycles des plantes, et éventuellement adapter les pratiques pastorales ou le type de traitement à la problématique...

On tentera de prendre en compte les différents types de contraintes notamment en phasant les interventions (variation annuelle, pluviométrie...), en amorçant l'action par un test à petite échelle avec observation de la réactivité du milieu et des adaptations. Dans tous les cas on évitera les gros trau-

matismes : par exemple on préférera phaser un sursemis pour tenir compte de la possibilité d'une mauvaise année (très sèche), plutôt que de le réaliser complètement en un an...

Quelle que soit la situation, il faut éviter absolument l'utilisation des herbicides sur les sites.

#### Les milieux forestiers ou préforestiers frais : vallons et ubacs

L'humidité relative et l'exposition (vents dominants) rendent les milieux forestiers d'ubac beaucoup moins sensibles au feu.

Ils abritent souvent des formations matures, à microclimat particulièrement frais, propice à accueillir une faune et une flore rares pour la région, d'affinités plus septentrionales (rôle de refuge).

Exemple : en sous-bois de yeuse-raies et chênaies-châtaigneraies des Maures (*Blechnum spicant* L.) Roth, *Osmunda regalis* L., *Doronicum plantagineum* L., *Lilium martagon* L., *Vicia* 2 sp., *Smyrniolum perfoliatum* L.

Les châtaigneraies sont traditionnellement gérées sous forme de vergers sur pelouses fauchées. Une intervention pour la DFCI peut être rendue nécessaire dans les châtaigneraies abandonnées, en voie d'enrichissement. Dans ce cas, il faut éviter tout débroussaillage qui déstabiliserait le sol surtout dans les pentes (engins mal adaptés, trop lourds). Il est nécessaire de garder les vieux arbres qui ancrent le sol. En cas de rénovation des vergers, leur conversion sera progressive (on peut vacciner les vieux arbres et accompagner leur vieillissement). Pour la pelouse de sous-

bois, on évitera absolument la surcharge pastorale et le parage : érosion du sol par élimination de la couche végétale protectrice, élimination des plantes les plus rares et remplacement par des espèces pionnières plus inflammables (espèces de cistaies, de maquis).

De la même façon, on évitera le surpâturage dans une forêt mature équilibrée (ex. : chênaie pubescente d'ubac).

En fond de vallon, se trouvent souvent des forêts de berge ou des formations très matures (fig.1). Les conditions écologiques et microclimatiques liées au relief amoindrissent la sensibilité au feu.

En conséquence, les débroussaillages doivent éviter le fond de vallon (les lianes et plantes grimpantes et la ripisylve font partie intégrante de l'écosystème). Les coupures stratégiques se feront sur la crête au vent (préserver l'intégrité du bassin versant sous le vent).

#### La gestion du pare-feu proprement dit

En ouverture ou en entretien, il faut maintenir des matras végétales et un accompagnement arbustif des arbres isolés. Ces bosquets conserveront un microclimat plus frais permettant la régénération et évitant le dessèchement (fig.2). Ils réduiront la vitesse du vent et des eaux de ruissellement.

Différents protocoles à tester sont mis au point à l'ONF pour tenter de pallier les inconvénients des techniques de débroussaillages traditionnelles. Ils offrent plusieurs avantages : éliminer le surcoût des dégagements d'arbres pied à pied et des taillis d'arbustes, améliorer l'aspect paysager des pare-feu, lutter contre l'érosion, éviter les dégradations des machines contre les éperons rocheux, permettre la régénération naturelle de la couverture arborée.

Ils permettent aussi de préserver les essences les moins inflammables : lentisques, filaires, arbusiers.

Dans les vastes espaces dégradés tels que les garrigues à chêne kermès, le pare-feu pourra préserver de grands bosquets de chênes kermès d'un seul tenant, en simulant le faciès naturel de dégradation dit en « peau de léopard », dans un but écologique et paysager.

### Il faut absolument éviter tout traitement par herbicides

Ces produits détruisent de manière irréversible certaines espèces. Ils induisent une modification de la flore en sélectionnant des végétaux très résistants qui n'apportent pas forcément une réponse meilleure à la DFCI.

Les produits rémanents entraînent des pollutions à grande échelle (compartiments hydriques, chaîne alimentaire...).

## Prise en compte des objectifs paysagers, problématiques illustrées

On pourra se rapprocher de l'auteur pour obtenir des documents relatifs aux cas listés ci-dessous.

### ■ À l'échelle d'un versant en milieu naturel

Prise en compte du paysage lors du débroussaillage d'une bande de sécurité en bordure de piste traversant une garrigue basse (exemple : garrigue à chênes kermès).

Prise en compte du paysage lors du débroussaillage d'une bande de sécurité traversant un maquis en Provence cristalline (exemple : subéraie dégradée) (fig.3).

Prise en compte du paysage lors du traitement d'une bande de sécurité traversant une végétation forestière haute (exemple : pinède à pin d'Alep).

Illustration de consignes à prendre en compte lors de la création d'une piste.

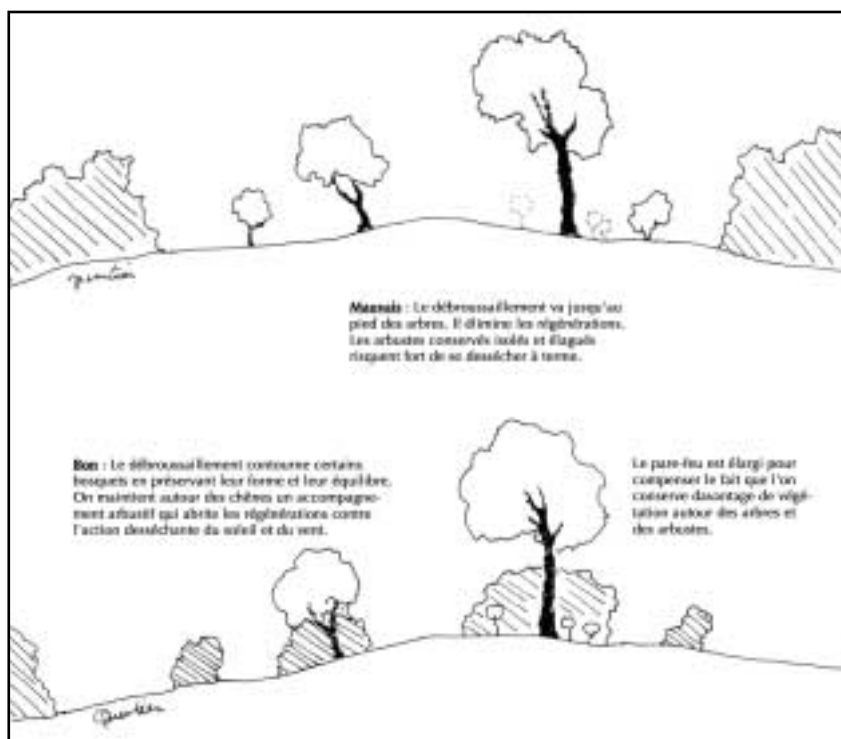


Figure 2. Préservation de bosquets protecteurs des arbres et arbustes lors d'opérations de débroussaillage

### ■ Approche plus globale à l'échelle d'un massif

Le massif du Malmont, un exemple de la nécessité du traitement des interfaces de la forêt avec la ville.

À l'horizon d'un nouveau village, une proposition d'équipements associés au bâti.

Sur le massif du Coudon, à proximité de Toulon, la prise en compte de quelques caractéristiques écologiques et paysagères à l'amont de la réalisation d'un PIDAF.

Des systèmes agroforestiers et principalement les châtaigneraies cons-

truisent les paysages forestiers des Maures et les défendent contre les incendies

En conclusion, quelques messages importants pour le traitement de la végétation sur les coupures de combustible :

- éviter les fonds des vallons qui présentent des risques d'érosion ;
- s'inspirer de la mosaïque naturelle de la végétation ;
- éviter de pratiquer une taille sévère des arbres et surtout des arbrisseaux, mais laisser des bosquets intacts quitte à les mettre à distance.

## Références

- Gomila H. (1993). *Incidences du débroussaillage sur la flore, la végétation et le sol dans le Sud-Est de la France*. Doct. écologie Aix-Marseille III. 195p.
- Loisel R., Gomila JH. (1992). Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et préforestiers par un indice de perturbation. *Ann. Soc. Sc. Naturelles Toulon & Var*.

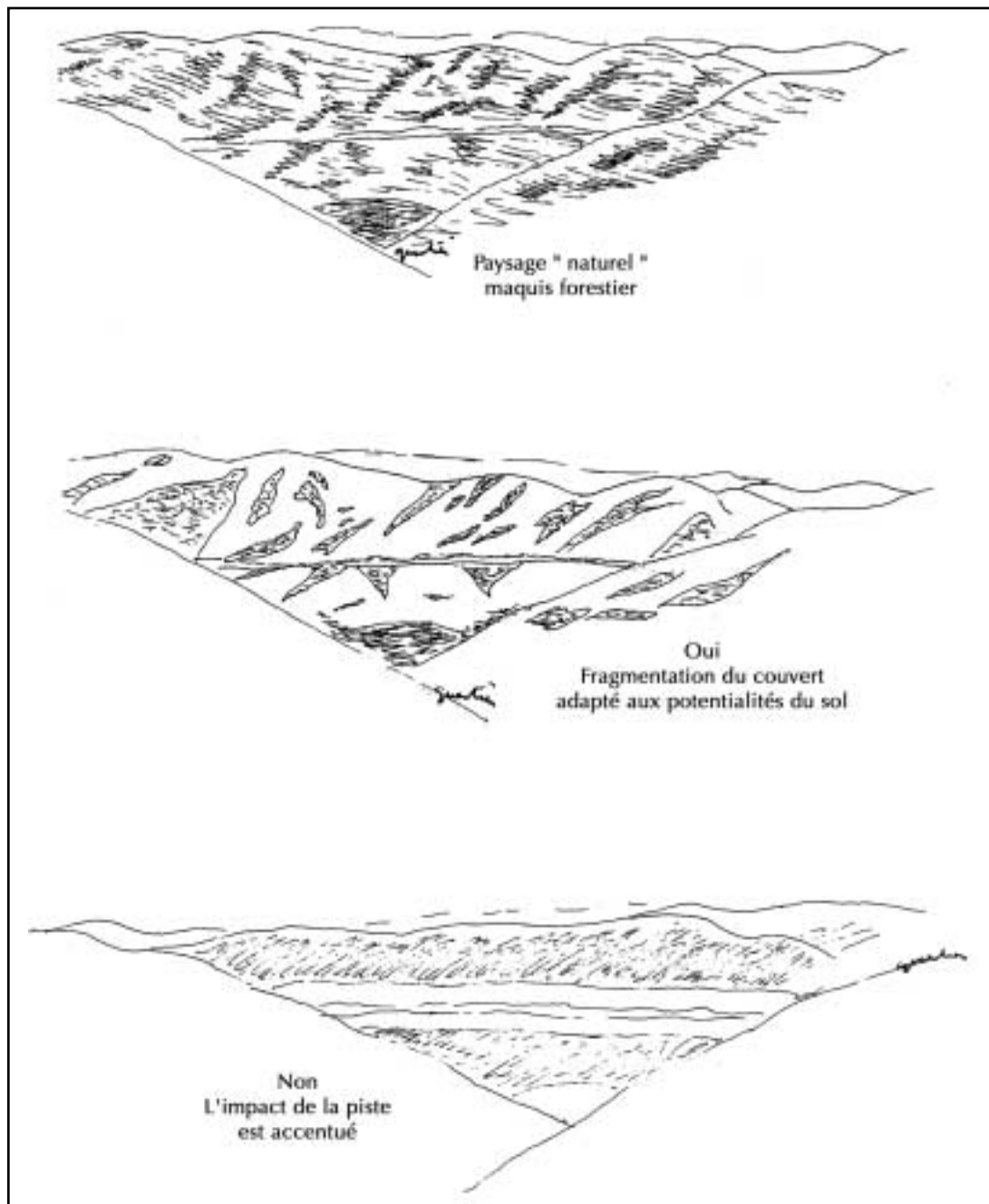


Figure 3. Prise en compte du paysage lors du débroussaillage d'une bande de sécurité (suberaie dégradée)



# Contraintes sociologiques et foncières

Patricia Detry-Fouque, Jacques Regad & Françoise Carrer

## Introduction

Les coupures de combustible sont les éléments essentiels du cloisonnement des massifs, complémentaires des infrastructures classiques (pistes, hydrants, coupures de combustible). Vastes milieux ouverts implantés dans des secteurs stratégiques, ils doivent être fonctionnels et pérennes pour remplir leur rôle. Lors de l'étude ou de la réalisation d'une coupure de combustible, les maîtres d'œuvre sont confrontés à de très fortes contraintes foncières, notamment lorsque la collectivité, maître d'ouvrage, intervient sur fonds privés (même si la coupure constitue un élément essentiel du cloisonnement d'un massif et relève de l'intérêt général). Des contraintes liées à la nature des enjeux protégés sont également à prendre en compte. Enfin, selon le mode d'entretien retenu, débroussaillage spécifique (exemple de l'intervention des unités forestiers-sapeurs) ou mise en valeur agricole pour limiter le coût pour la collectivité, des contraintes spécifiques apparaissent.

L'intervention présente vise à faire l'inventaire de ces contraintes, au travers de l'expérience menée dans deux départements : le Var, en matière de création de zones d'appui stratégiques, et le Gard, orientée vers la mise en place de coupures vertes agricoles.

## Contraintes sociologiques

La forêt est aujourd'hui investie par de nombreux usagers et les collectivités, maîtres d'ouvrages, sont légitimement à l'écoute de ces préoccupations. Si l'opinion des usagers de la forêt sur les équipements de DFCI est plutôt positive, une concertation la plus large possible doit être organisée lors de l'étude préalable à la mise en place d'une coupure de combustible, afin de désamorcer à temps d'éventuels conflits.

Les chasseurs constituent une catégorie d'usagers souvent difficiles à convaincre et sont des opposants potentiellement puissants. Ils n'hésitent pas à user de leur pouvoir électoral dans certaines communes plus ou moins rurales, et sont souvent représentés au sein de toutes les instances communales : conseils municipaux, CCFF, sapeurs-pompiers. Il faut tenter de les intéresser à l'établissement de coupures en forêt en leur proposant des sites pour leurs emblavures, en aménageant des points d'abreuvement, des cultures à gibier, en leur faisant reconnaître l'utilité des coupures dans l'exercice de la chasse (ligne de tir, introduction de nouveau gibier par l'ouverture du milieu), et l'intérêt des pistes pour accéder aux zones de chasse.

Pour les autres catégories d'usagers (grand public, randonneurs, cyclistes, ramasseurs de champignons, naturalistes...), il faut surtout privilégier l'information : préciser l'objectif recherché par la collectivité, justifier le choix du site et des techniques retenues, limiter l'impact paysager des ouvrages.

Les agriculteurs et les éleveurs voient dans la création de ces espaces ouverts l'opportunité d'étendre leurs zones de culture (olive-raies, vignes...) ou leurs parcours, et sont encouragés en ce sens par diverses mesures incitatives financières (exonération de taxe de défrichement, mesures agri-environnementales), la difficulté pour les collectivités résidant dans la planification et la cohérence de ces mises en culture en forêt. Certaines contraintes supplémentaires peuvent apparaître sur les coupures entretenues par le sylvopastoralisme (respect des parcs et des clôtures, convention de pâturage...).

Les propriétaires forestiers sont généralement favorables à la protection de leur patrimoine mais peuvent être plus réticents lorsqu'ils sont directement concernés par l'emprise des travaux.

Patricia Detry-Fouque  
Jacques Regad  
DDAF du Gard  
9 rue B. Aton

30032 Nîmes cedex

Françoise Carrer  
DDAF du Var  
Avenue P. Arène  
83300 Draguignan



Photo 1 : Dans l'Hérault, sur le domaine de Restinclières, les parcelles agroforestières sont déchaumées au 15 juin (cl. Dupraz)

Les contraintes naissent de l'existence d'une piste au sein de la coupe. Si les travaux de débroussaillage sont, dans la grande majorité des cas, bien perçus, il n'en est pas de même de la piste, source de nuisances pour le propriétaire, entraînant une pénétration mal contrôlée sur sa propriété. De fait l'interdiction de circuler matérialisée à l'entrée des pistes par un panneau, est difficile à faire appliquer.

Les propriétaires forestiers, dotés de PSG et désireux d'effectuer des récoltes de bois, sont réticents face aux contraintes de gestion forestière mise en place par arrêté préfectoral sur les zones de débroussaillage d'intérêt général.

Certains propriétaires sont opposés à l'intervention dans le peuplement arboré : ils reconnaissent généralement l'intérêt d'éliminer la brousse, mais l'éclaircie est souvent mal perçue et doit être réalisée progressivement, au fur et à mesure des entretiens ultérieurs. A contrario, la réalisation d'une coupe d'éclaircie sur l'emprise d'une grande coupe (Figanières, Var) a emporté l'adhésion des propriétaires privés (recettes engendrées par la vente de bois) et a permis d'atteindre une densité arborée compatible avec les exigences des services de lutte. Le coût des travaux d'établissement, y compris le broyage des rémanents de coupe, a été considé-

ablement réduit (de 11 000 à 6 400 Fht/ha).

De nombreux petits propriétaires craignent d'être dépossédés et de voir leur droit de propriété menacé par la réalisation d'équipements structurants, notamment lorsque des parcelles entières sont concernées par la coupe.

### Contraintes techniques liées à la valorisation agricole

Au-delà des contraintes techniques liées aux travaux d'ouverture de coupures, de multiples facteurs sont à considérer lorsqu'une valorisation agricole est envisagée dans ces zones stratégiques. L'analyse des potentialités humaines, économiques et agricoles du secteur est indispensable.

#### ■ Position stratégique de la coupe verte

À l'instar de la mise en place des pistes DFCI, la position de la coupe verte doit être pensée après une analyse précise du risque et des enjeux à défendre : une carte de sensibilité des feux est en train d'être étudiée à l'échelle du 1/20000, pour chaque massif gardois, afin d'intégrer judicieusement ces aménagements aux infrastructures DFCI de tous les plans de massifs.

#### ■ Potentialités humaines

Un des problèmes des aménagements DFCI est la non-implication des acteurs locaux (agriculteurs, résidents...) dans l'implantation des infrastructures (pistes, hydrants), à moins d'être directement impliqués (chemin passant sur leur propriété...). Sur la coupe verte de Portes (Gard), nous sommes partis de la volonté de deux propriétaires, soucieux de leur espace, pour mettre en place des parcelles agroforestières (abricotiers avec prés ou feuillus précieux avec pâtures). Ces parcelles ont ouvert un milieu fermé par les accrus naturels de pins maritimes et servent désormais de vitrine de démonstration pour les propriétaires riverains et concernés par la continuité territoriale de l'aménagement de la coupe verte. Nous pouvons ainsi parler de l'effet « tâche d'huile » des aménagements démonstratifs.

À l'origine de l'aménagement, ces propriétaires privés, agriculteurs de leur état, se sont appropriés l'aménagement au-delà du temps et de leur espace privatif (ils visualisent leur futur espace tel qu'ils le voudraient voir aménagé). animateurs bénévoles, ils commencent à profiter du label « coupe verte » pour la mise en valeur des produits qu'ils commercialisent (confitures, agneaux, gîtes ruraux...).

La commune dont le territoire est le plus concerné, adhère à l'association, maître d'ouvrage de la coupe verte. Cependant, passé le stade initial de la démonstration, il serait préférable qu'une collectivité intercommunale (SIVU, SIVOM...) prenne le relais de la maîtrise d'ouvrage, ce à quoi nous nous employons à l'heure actuelle.

La durabilité de l'ouvrage a été recherchée par l'installation de cultures pérennes (agroforesterie, pastoralisme, arboriculture...) et par un mécanisme incitatif d'aides à la plantation, en amont, et de mesures agri-environnementales qui se transformeront en contrats territoriaux d'exploitation pour l'entretien de ces aménagements. Ces aides sont indispensables et compensatoires pour ceux qui acceptent d'exploiter des zones qui, de par leur localisation agro-pédo-climatique, sont peu propices à de forts rendements, mais rendent un servi-





Photos 2 : Dans le Gard, sur les parcelles de l'ASL du col de Portes (cl. Étienne)

ce à la collectivité (notion d'intérêt général). La contractualisation de la mise à disposition du foncier est aussi un outil important : dans le Gard, nous allons nous appuyer plus précisément sur la commission consultative départementale de pâturage (article R137-1 du Code forestier) qui permet à l'ONF, gestionnaire de grandes parcelles soumises au régime forestier, de mettre à la disposition des éleveurs qui le demandent, du foncier, par convention pluriannuelle.

Avec l'aide d'un cahier des charges approprié, liant maître d'ouvrage et utilisateur, le maître d'ouvrage doit être, face aux financeurs, le garant de la pérennité de la coupure de combustible.

## Contraintes foncières

Pour être opérationnelle, une coupure doit occuper un espace continu, sur un site stratégique. La nature foncière du site retenu est un point crucial dans le montage de ces opérations. Cette maîtrise des terrains est relativement aisée sur des fonds appartenant à l'État (forêts domaniales) et aux collectivités, pour peu qu'un maître d'ouvrage soit identifié. Il en est autrement, lorsque les sites sont sur des fonds privés, ou sur des terrains appartenant à la fois à l'État, à des collectivités et à des privés. Selon la nature du projet et de l'organisme porteur et gestionnaire de l'aménagement, public (SIVU, SIVOM, commune, département, ONF...) ou privé (ASL, ASA, AFP, AFA...), différentes procédures sont envisageables pour lever l'obstacle foncier.

### ■ Dispositions actuelles du Code forestier

#### Déclaration d'utilité publique

L'article L321-6 du Code forestier précise les dispositions particulières à mettre en place à la demande du ministre chargé des forêts, d'une collectivité territoriale ou d'un groupement de collectivités territoriales. Les travaux contribuant au cloisonnement des massifs par une utilisation agricole peuvent faire l'objet d'une déclaration d'utilité publique dans le cadre de cet article.

Les collectivités ne désirent pas avoir recours à cette procédure, lourde et peu populaire. C'est pourtant une voie efficace en cas de désaccord de propriétaires et qui permet de faciliter la mise en valeur agricole (défrichement...).

#### Servitude de passage et d'aménagement

La rédaction actuelle de cet article ne permet pas de rendre cette procédure vraiment opérationnelle dans le cas des grandes coupures. Plusieurs points sont en suspens : qu'entend-on par continuité des voies ? Le statut de voie spécialisée est imprécis en droit, l'assiette de la servitude ne peut excéder une largeur de 6 m sauf recours à l'enquête publique, une bande débroussaillée d'une largeur maximum de 50m de part et d'autre de l'axe de l'emprise est comprise dans la servitude (art. L321-5-2) ce qui est insuffisant pour une grande coupure.

Le projet de loi d'orientation et de modernisation forestière apporterait quelques améliorations notables, en modifiant l'article

L321-5-1 de la façon suivante :

- la servitude est établie par l'État au profit d'une collectivité publique ;
- la notion de continuité des voies est explicitée par le rajout de l'itinéraire constitué ;
- la servitude est étendue aux autres équipements de protection ;
- la largeur de 6 m est remplacée par la largeur permettant l'établissement d'une bande de roulement de 6 m pour les voies (mise en cohérence avec de nouvelles normes techniques relatives au gabarit des voies) ;
- enfin, l'article L321-5-3 introduit une définition plus conforme de la voie de DFCI.

Néanmoins, il reste encore à déterminer les « voies de défense contre l'incendie et itinéraires constitués » : l'agrément par la CCDSA semblerait pouvoir les « officialiser » et permettre l'application de l'article ainsi modifié.

Enfin, l'inscription au POS des ouvrages DFCI, matérialisés sous la forme d'emplacements réservés, pourrait également être envisagée.

### ■ L'aménagement foncier

L'aménagement foncier recouvre un ensemble de procédures qui interviennent très en amont de la création d'une grande coupure inscrite dans un PIDAF ou tout autre schéma directeur équivalent. Ce cadre permet des échanges fonciers généralisés au sein d'un périmètre permettant le cas échéant à une collectivité ou à un porteur de projet de libérer des espaces fonciers destinés à un tel aménagement.

Trois formules peuvent être envisagées pour la mise en place des coupures (pistes propositionnelles) :

La procédure aménagement foncier forestier (art. L512-1 à 512-7 du Code forestier) ou celle du foncier agricole/forestier (art. L126-4 et L126-5 du Code rural).

Les mécanismes de mise en valeur des terres incultes (art. L125-1 à L125-15 du Code rural et L321-11 du Code forestier).

Les commissions communales ou intercommunales d'aménagements fonciers

Le titre II du livre 1<sup>er</sup> du Code rural régit leur création et leur fonctionnement et met à leur disposition trois formes d'action sur les structures foncières :

- les échanges généralisés basés sur la liberté des parties (échanges de parcelles de gré à gré par acte notarié finalisé en fin de procédure) ;
- la réorganisation foncière qui s'appuie sur la valeur vénale des biens (possibilités d'échanges non gré à gré par acte administratif) ;
- le remembrement dont le principe est fondé sur la valeur de productivité des terres (refonte totale du parcellaire par acte administratif).

### ■ Regroupement des propriétaires fonciers

Ces formules permettent de fédérer des propriétaires concernés par un objectif commun. Elles semblent particulièrement adaptées à des projets de valorisation agricole et pastorale des ouvrages.

**L'association syndicale** : elle a pour objet de réaliser l'un ou quelques-uns des travaux énumérés dans l'article 1<sup>er</sup> de la loi du 21 juin 1865. Ils sont au nombre de quatorze, dont les aménagements contre les incendies de forêt. L'association syndicale libre (loi du 21 juin 1865 et décret du 18 décembre 1927) semble une bonne formule pour démarrer des aménagements (qui serviront de vitrines de démonstration), mais fragile face à des propriétaires récalcitrants. Par autorité administrative, le préfet peut alors transformer l'association syndicale libre, en association syndicale autorisée, en association foncière

agricole ou en association foncière pastorale, sur demande de ses adhérents, si certaines conditions de majorité sont remplies.

**L'association foncière agricole** : elle est régie par les dispositions du Code rural art. L136-1 et suivants. Elle peut être constituée sur l'ensemble du territoire, à l'identique des ASL. Elle est constituée en vue de réaliser des opérations destinées à assurer ou faire assurer l'exécution, l'aménagement, l'entretien et la gestion des travaux ou des ouvrages collectifs permettant la mise en valeur agricole, pastorale ou forestière des fonds et à réaliser, des travaux autres qu'agricoles (chemin de randonnée...) s'ils contribuent au développement rural dans le périmètre de l'association.

**L'association foncière pastorale** : Régie par la loi 72-12 du 3 janvier 1972 relative à la mise en valeur pastorale des régions d'économie montagnarde. Son champ d'application s'étend à tous les territoires situés en zone pâturable et extensive. Le département du Gard en fait intégralement partie. Créée pour répondre, en zone de montagne, à l'abandon progressif des terres en raison du morcellement et du grand nombre de propriétaires, elle doit permettre d'assurer la mise en valeur et la gestion des fonds à destination pastorale ou agricole.

### Limites des procédures actuelles

En matière de servitude, les maîtres d'œuvre se contentent généralement d'obtenir une autorisation écrite délivrée par le propriétaire du terrain traversé par la zone d'appui. Cette autorisation, non sanctionnée par un acte authentique (inscription au bureau des hypothèques), n'a qu'une valeur très limitée car elle n'engage pas le propriétaire dans le temps (il peut revenir sur sa décision) et encore moins les héritiers ou acquéreurs éventuels.

Le cas vient de se produire à Cavalaire (Var) : un propriétaire a acquis un terrain sur lequel une piste avait été ouverte par les services techniques du Conseil Général à la demande de la commune, puis

débroussaillée par le SIVOM, maître d'ouvrage du PIDAF. Ce propriétaire a porté plainte pour le passage d'une piste DFCI sur sa propriété sans son autorisation, et a réclamé un million de francs de dommages. Il a pour l'instant été débouté par le tribunal de grande instance de Draguignan, mais a fait appel.

Parmi les attendus du jugement, on relève :

- qu'il ressort du plan de bornage [...] annexé à l'acte notarié [...] qu'il était fait état de l'existence d'un chemin de défense contre l'incendie passant notamment sur une partie de la parcelle [...] appartenant aujourd'hui à M.X. ;
- que les travaux de débroussaillage effectués [...] par les services techniques départementaux ont pour but de permettre le passage des engins de lutte contre l'incendie et de faire du chemin un pare-feu dans une zone particulièrement sensible aux incendies ;
- que par tout ce qui précède M.X ne pouvait ignorer la situation de sa propriété et notamment l'existence de cette servitude d'espace boisé classé.

La commune et le SIVOM ont produit pour leur défense l'accord obtenu auprès de l'ancien propriétaire et ont argué de l'intérêt général DFCI de l'ouvrage réalisé.

D'autres problèmes relatifs à l'obtention de cette autorisation sont à citer :

- comment procéder lorsqu'un propriétaire est décédé et que la succession n'est pas réglée, ou que l'on a une adresse erronée, sans parler des BND ! Le défaut de mise à jour du cadastre entraîne ainsi des difficultés supplémentaires. La parade actuelle consiste à faire afficher en mairie pendant deux mois la demande d'autorisation concernée ;
- l'autorisation délivrée concerne la création de l'ouvrage. Doit-elle englober les entretiens ultérieurs ? De nombreux propriétaires attachent beaucoup d'importance à être informés des interventions sur leurs terrains ;
- les associations syndicales, quant à elles, nécessitent une charge de travail d'animation et ne permettent pas de garantir la continuité géographique d'une coupure de combustible.

## Pistes de réflexion

Les coupures ne font actuellement pas l'objet d'un statut juridique particulier. Elles obéissent aux dispositions de la loi 85-1273 du 4 décembre 1985 sur l'aménagement dans le sens de la valorisation et de la protection de la forêt. Toutefois, si le porteur du projet n'est pas une col-

lectivité, aucune déclaration d'utilité publique ne peut être mise en route.

La faiblesse des revenus issus d'une coupure agricole (la fonction principale est plus l'occupation de l'espace que la rentabilité) et la notion d'intérêt général lié à l'entretien du territoire devraient pouvoir être pris en compte dans les mesures environnementales des

contrats territoriaux d'exploitation DFCI (pastoralisme, gestion des friches, mesures DFCI...).

Animer pour faire émerger des solutions foncières, pour constituer des associations et des conventions de gestion, reste une priorité nécessitant des moyens humains et des moyens financiers spécifiques.



# Contraintes spatiales et temporelles

Pierre-Christophe Herzog  
avec la collaboration de Claude Perrin

## Méthodologie

Nous avons cherché à lister toutes les contraintes susceptibles de se présenter de la naissance d'un projet jusqu'à sa réalisation définitive afin de mieux pouvoir les intégrer pour la réussite future de celui-ci.

Cette liste n'est bien entendu pas exhaustive et servira de base au débat ; de la même manière, la « hiérarchisation » de ces contraintes peut être discutée, d'autant que les problématiques peuvent être radicalement différentes d'une région à l'autre.

L'examen de ces contraintes se fera de manière chronologique, tout au long de la vie du projet.

## Principes de base

Quand un projet est jugé utile en fonction d'un objectif précis, cela nécessite qu'il soit conduit à son terme dans les meilleurs délais : il convient de mettre à disposition des services de lutte un outil, une coupure de combustible, pleinement efficace.

**Durant tout le processus, l'objectif initial défini ne doit pas être oublié : créer un ouvrage permettant de contenir un sinistre caractérisé par un large front de feu.**

Deux contraintes conditionnent l'existence même du projet :

- l'existence d'une structure porteuse du projet ;
- la possibilité d'obtenir des financements adéquats.

### Contrainte 1 : structure porteuse du projet

Compte tenu de la complexité de la mise en œuvre d'un ouvrage tel qu'une coupure de combustible (ce que nous allons essayer de vous démontrer à travers cet exposé), il devient impératif de trouver une structure

qui portera le projet de sa naissance à sa réalisation définitive. Celle-ci peut être :

- un individu, le propriétaire par exemple ;
- une collectivité, une commune ;
- une structure intercommunale (SIVU, SIVOM, SEM...).

Cette structure sera, dans tous les cas, issue d'une volonté politique forte portée par les élus qui ont le pouvoir décisionnel.

Dans un but d'efficacité, il est souhaitable de voir les élus s'entourer des services publics compétents (ou d'associations, syndicats professionnels...).

**Nécessité d'avoir un assistant technique pour élaborer et coordonner le projet de sa naissance à son accomplissement.**

Compte tenu du nombre d'intervenants ou d'acteurs, ce rôle d'animation reste primordial dans l'acceptation du projet par tous, dans son déroulement dans le temps et sa cohérence ; cette efficacité se trouve encore renforcée quand le suivi administratif et technique du projet est effectué par le concepteur du projet, la même personne ou structure.

### Contrainte 2 : l'obtention de financements

L'attribution de subventions reste la condition sine qua non de la réalisation d'un ouvrage DFCL quelle que soit sa taille ; en effet, au vu des recettes financières que peut apporter la forêt méditerranéenne, ni les propriétaires forestiers, ni les collectivités ne peuvent, ni ne souhaitent, autofinancer ces ouvrages à 100%.

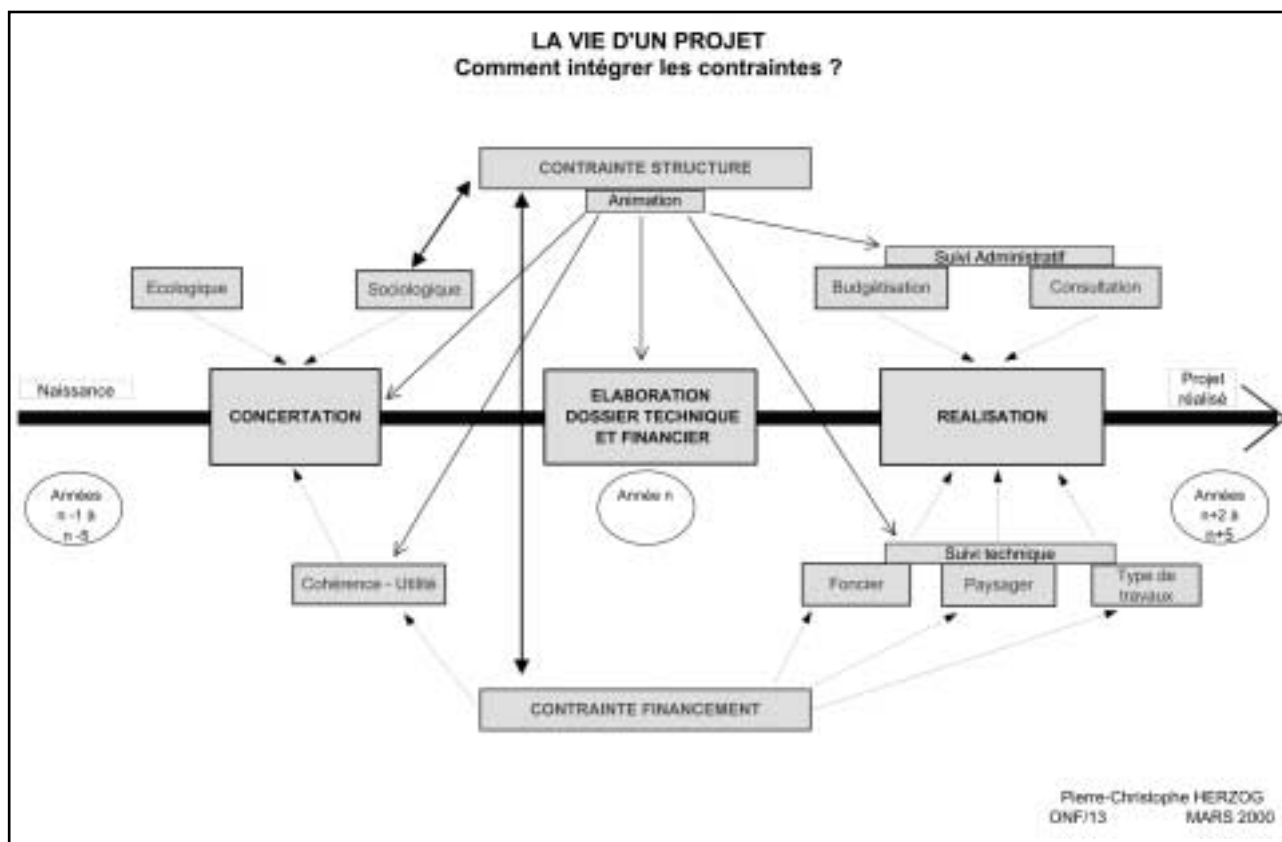
Nous constaterons tout à l'heure que cette contrainte apparaîtra tout au long de la vie du projet, tant au niveau de la conception (cohérence avec les politiques DFCL engagées) qu'au niveau de la réalisation (propriétaires concernés, type de travaux effectués, coûts...).

Pierre-Christophe Herzog

ONF des Bouches-du-Rhône  
46, av. Paul Cézanne  
13098 Aix en  
Provence cedex 2

Claude Perrin

DDAF de Corse-du-Sud  
Le Solférino  
8 crs Napoléon  
20176 Ajaccio



Cela est d'autant plus vrai que les enveloppes budgétaires ne sont pas extensibles et que les demandes vont croissant, ce qui a pour conséquences :

- la généralisation des financements multi-partenariaux (deux voire trois subventionneurs) ;
- la réalisation de ces travaux par tranches successives ;
- la définition de critères d'éligibilité restrictifs (exemple : coûts des travaux).

#### Nécessité d'avoir des financements suffisamment importants ponctuellement ainsi que dans le temps.

Il est important de noter que ces deux contraintes essentielles restent interactives :

- sans structure, certains financements restent impossibles. Par exemple, dans les Bouches-du-Rhône, pour obtenir des subventions sur CFM, il y a obligation de passer par une structure intercommunale (syndicat de PIDAF), la commune seule ne pouvant y prétendre ;
- la structure existante peut bénéficier d'aides pour mettre en œuvre des projets : par exemple, aide à l'animation en région PACA.

### Phase de conception du projet

Différentes conceptions peuvent se faire jour dans les différents départements de l'Entente pour ce qui concerne les premières phases d'études préliminaires conduisant à la décision de créer un ou plusieurs ouvrages de type coupures de combustible.

Cette phase d'étude est particulièrement importante car elle conditionne le bon déroulement du projet.

Ces études peuvent être issues :

- d'un plan de gestion ou d'un aménagement s'il s'agit d'une propriété privée ou publique ;
- d'un PIDAF s'il s'agit d'un zonage intercommunal ;
- d'une étude plus systématique sur l'ensemble d'un département à partir d'un découpage en microrégions (ex. Corse-du-Sud).

Toutes ces études mettent en évidence et doivent intégrer les contraintes qui suivent.

#### ■ Contrainte écologique

Sous cette rubrique sont réunis en fait tous les facteurs contribuant à l'évaluation :

- du risque DFCI : climat, topographie, peuplements, historique des feux...
- des zones protégées : inventaires ZNIEFF, ZICO, faune et flore protégées...
- de l'occupation humaine : habitats, occupation du sol, agriculture, sites classés.

#### ■ Contrainte sociologique

Il reste primordial de pouvoir associer l'ensemble des acteurs sociaux concernés :

- les élus locaux : maires, conseillers généraux des territoires concernés qui sont les décideurs ;
- les services forestiers et de lutte, souvent à l'origine des projets ;
- les propriétaires fonciers concernés ;
- les représentants des usagers de la forêt : chasse, associations diverses (protection de la nature, randonneurs, CCFF...) ;
- les professionnels susceptibles de participer à l'aménagement et à la mise en valeur des espaces (filère bois, agriculteurs, éleveurs...).

**Nécessité d'implication très forte des élus qui restent les maîtres d'ouvrage des travaux à entreprendre.**

### ■ **Contrainte cohérence et utilité du projet**

Compte tenu des enjeux financiers, le porteur du projet doit rester très vigilant quant à :

- l'inscription du projet dans un cadre plus général : cohérence avec les schémas départementaux ou les PIDAF existants ; cette condition reste par endroits indispensable pour une acceptation financière du dossier ;
- le souci permanent de ne pas oublier l'objectif poursuivi. Exemple vécu : priorité dictée par la présence d'un agriculteur ou éleveur au détriment d'un secteur inexploité mais dont le traitement reste indispensable au niveau DFCI.

**Nécessité pour l'animateur du projet de vérifier la cohérence des actions engagées.**

## Phase de réalisation du projet

Soumis aux aléas des financements, si le projet peut être mis en œuvre, il reste néanmoins soumis à différentes contraintes qui peuvent retarder sa réalisation, voire même le remettre en question. En voici deux exemples.

### ■ **Contrainte suivi administratif**

Les règles administratives restant très compliquées, celles-ci peuvent

ralentir considérablement le projet :

- au niveau de la budgétisation : par exemple, la structure doit anticiper l'acceptation de subventions sous peine de voir la réalisation de travaux reportée d'au moins 6 mois ;
- au niveau de la consultation des entreprises, la règle des marchés publics s'applique pour des travaux d'un montant supérieur à 300 000 F (délai augmenté de trois mois environ).

La structure porteuse du projet peut être source de complications et de tracasseries administratives : le massif forestier correspond rarement aux limites administratives (communales ou intercommunales).

De même, il n'est pas rare que les arrêtés de subvention aient du mal à arriver, surtout quand un projet est « multifinancé », le démarrage de la mise en œuvre des travaux étant conditionné par l'arrivée de tous les arrêtés.

### ■ **Contrainte suivi technique**

Le maître d'œuvre des travaux est lui aussi confronté à des contraintes parfois fortes dans la réalisation concrète des travaux :

- au niveau du foncier, où l'accord des propriétaires concernés est indispensable ;
- au niveau paysager, où les ouvrages DFCI peuvent avoir du mal à s'intégrer, compte tenu de leur taille et de leur impact sur la végétation ;

- au niveau du type de travaux à mettre en œuvre.

Souvent le projet n'est qu'un assemblage de tâches élémentaires qui doivent se succéder dans le temps et qui allongent la durée de vie du projet : par exemple, débroussaillage puis labour puis plantation.

De la même manière, il n'est pas souhaitable de réaliser les travaux pendant la saison estivale, ni en conditions extrêmes (vent violent..).

**Dans un souci d'efficacité, nécessité d'un même animateur pour le suivi administratif et technique des travaux.**

## Conclusion

La vie d'un projet fait intervenir un nombre considérable d'organismes, de décideurs, plusieurs niveaux hiérarchiques de compétences ; ce processus reste fragile.

Il met en activité une chaîne de compétence, un grand nombre d'interrelations administratives et humaines.

Il ne doit donc souffrir aucun leadership de quelque organisme que ce soit.

Il ne peut se traduire par l'addition d'intérêts particuliers mais par un travail collectif pour la satisfaction générale.

## ■ CONTRAINTES ÉCOLOGIQUES

**L. Marsol** : Les enjeux dans le siècle à venir seront l'entretien des milieux ouverts. Environ 90% des espèces végétales protégées tant au niveau de la directive européenne que de la liste française ou des listes régionales sont des espèces de milieux ouverts. Il y a un an, j'étais service gestionnaire du conservatoire du Littoral dans le secteur de la Plaine des Maures. Nous n'avons pas remis en cause la DFCI, c'est-à-dire que le principe des grandes coupures a été maintenu ; simplement il a fallu faire quelques aménagements pour ne porter atteinte ni à la flore, ni à la faune. Au niveau de la flore, les pelouses temporaires sur zones humides peuvent être gérées par un feu modéré de type brûlage dirigé ou par un débroussaillage manuel, mais on ne peut pas se permettre de faire passer des chenilles qui pourraient déchausser les rhizomes ou retourner le mince substrat qui est présent. Il a donc fallu faire un aménagement qui considérerait des microzones sur les coupures de combustible. Pour ce qui est de la faune, il y a une concentration de tortues d'Hermann sur ces milieux. Cette espèce s'installe préférentiellement là où des zones débroussaillées sont ouvertes. Elle y trouve le milieu qui lui convient, mais selon les spécialistes, elle hibernerait sur les zones de maquis voisines non touchées. Il a donc été choisi de réaliser les débroussaillages d'entretien pendant la période d'hibernation. Et si le débroussaillage ne pouvait être fait avant la sortie d'hibernation des tortues (mi-mars), il fallait systématiquement quadriller le terrain avec des spécialistes pour en ramasser le plus possible. Évidemment les surcoûts ont été pris en charge par le conservatoire du Littoral. La question est posée : qui doit prendre en charge les surcoûts sur d'autres espaces.

**P. Quartier** : Le problème de la tortue d'Hermann n'est pas si simple. Il y a des contraintes juridiques qui concernent la manipulation et le ramassage d'espèces protégées. Il y a aussi le problème de la diffusion de l'information, depuis les personnes spécialistes de cette espèce qui détiennent des cartes précises de présence, jusqu'aux personnes qui interviennent sur le terrain. Il faut organiser un accompagnement afin que les scientifiques soient au cœur de la gestion, et éviter d'agir dans l'urgence quand on apprend qu'un débroussaillage va avoir lieu dans une zone à tortues. L'idéal serait qu'un mois, voire un an avant les grosses opérations, les partenaires se réunissent pour ajuster au mieux la manière de faire. Cela demande du temps et de la confiance entre les gens. En ce qui concerne les travaux, effectivement les tortues hibernent, mais l'idéal est quand même d'éviter complètement le passage des engins sur certaines zones. On préconise alors la mise en place du pastoralisme selon des modalités à définir.

**F. Carrer** : Comme participante au comité de gestion de ce domaine du conservatoire du Littoral, et pour être en contact direct avec les gestionnaires PIDAF du site, je voudrais simplement souligner le problème de ces surcoûts occasionnés par ces mesures de protection. Les gestionnaires seraient tout à fait prêts à prendre des mesures particulières, notamment de débroussaillage manuel aux abords de certaines zones particulièrement remarquables, mais ils n'ont absolument aucun crédit pour faire face à ces surcoûts. On nous annonce depuis deux ans des crédits européens, relatifs à la gestion de ces sites, qui ne sont, à ma connaissance, toujours pas disponibles.

**P. Quartier** : En ce qui concerne les crédits, j'ai une amorce de réponse. Le Centre d'Études des Écosystèmes de Provence (CEEP) qui travaille sur certains problèmes naturalistes et sur les mares temporaires en particulier, vient d'obtenir un financement Life qui va permettre de commencer à organiser, à chiffrer et à payer des gens pour cadrer les choses et ensuite les appliquer sur le terrain. Mais ce n'est qu'un début et tout est à faire.

**M. Costa** : Pour créer des coupures de combustible on réouvre des milieux qui, si j'ai bien compris, avaient tendance à s'appauvrir, et on favorise ainsi l'implantation soit d'espèces végétales, soit d'espèces animales. Il me paraît paradoxal que quelques années plus tard, quand il va être question d'entretenir ces espaces ouverts, on nous reproche d'endommager des espèces favorisées par cette opération initiale d'ouverture qu'il faut maintenant absolument protéger. Alors j'en reviens à la question : qui va supporter les surcoûts en phase d'entretien ? Quelle est la position des environnementalistes quand on impose des mesures particulières pour préserver des espèces animales ou végétales remarquables lors de l'entretien des coupures de combustible et non pas 100 m plus loin à l'agriculteur qui gyrobroie tous les ans son champ à l'intérieur duquel les mêmes espèces se trouvent ?

## ■ COUPURES DE COMBUSTIBLE ET MAINTIEN DE MILIEUX OUVERTS

**J.L. Guiton** : Il y a une évolution considérable ces dernières années concernant la préservation des milieux ouverts et notamment les habitats de pelouse à brachypode rameux classés prioritaires au niveau européen. Par ailleurs, les pompiers nous demandent des zones à combustibilité réduite. Ces deux objectifs vont dans le même sens et je crois qu'il faut réfléchir à coupler la restauration des pelouses et la DFCI, sans oublier toutes les contraintes liées à la DFCI. La semaine dernière dans le Gard, nous avons réalisé un brûlage dirigé avec les pompiers dans cet esprit, et sur cette opération sont intervenus des crédits Life de la Communauté Européenne pour la restauration de milieux ouverts pour les passereaux.

**C. Favre** : Cela remonte à quelques années, certains d'entre vous, des gens des DDAF, de l'ONF, m'ont appris qu'il fallait protéger la forêt pour éviter qu'elle ne se dégrade en garrigues, maquis, puis finalement en pelouse



par le passage de feux successifs. Je crois comprendre le contraire aujourd'hui, alors sans être du tout polémique, il faudra mieux nous préciser tout cela de façon qu'en matière de lutte on comprenne ce que vous souhaitez et que l'on réoriente notre façon de faire et il faudra nous dire, pourquoi pas, s'il y a certains endroits où il n'est pas inutile que le feu passe.

**P. Quertier** : Cette remarque est intéressante, je parlais de transfert de connaissances, tout le monde a le droit de savoir de quoi on parle, il y a des choses visibles (des plantes, des habitats, des milieux), on peut les montrer et elles ne sont pas difficiles à comprendre. Par exemple quand on discute dans le cadre de Natura 2000 des crêtes de la Sainte Baume, tout le monde comprend que ce n'est pas la même chose que les champs du plateau de Plan d'Aups. On arrive très bien à s'entendre sur les termes et sur les enjeux. Mais il faut prendre du temps et avoir les moyens pour la mise au point de documents de vulgarisation, pour organiser des réunions, pour arriver à ce que tout le monde parle bien le même langage.

**P.C. Herzog** : Je voudrais juste répondre au colonel Favre qu'il ne faut surtout pas qu'il oublie tout ce qu'on lui a appris et qui est l'essentiel. Après, il faut simplement dire qu'on prend de plus en plus en compte d'autres paramètres et en particulier des paramètres écologiques, mais qu'il ne faut surtout pas perdre de vue les objectifs initiaux. Dans certaines zones, l'état naturel est tellement dégradé qu'il ne faut absolument plus que le feu passe.

**L. Marsol** : On est actuellement en France entre deux phases, entre le début du siècle où les milieux ouverts étaient généralisés, et un futur où la forêt sera mature à peu près partout, du fait d'ailleurs de l'effort entrepris par tous les services. Actuellement les milieux sont fermés par des peuplements banals de type maquis ou garrigue, les espaces ouverts tendent à devenir rares et les inventaires montrent qu'il y a très peu de forêts matures. Donc, entendons-nous bien, continuez à défendre la forêt contre l'incendie, car les enjeux sont aussi d'avoir des forêts matures.

**J.M. Ningre** : Quand j'ai rédigé les orientations régionales forestières, je me suis assez vite heurté à la difficulté de savoir ce qu'était la gestion durable des forêts méditerranéennes qui sont très différentes des forêts du Nord de la France. Dans les critères d'Helsinki de la gestion durable, un des critères méconnus est que la gestion des forêts ne doit pas nuire au respect des autres milieux. Il est demandé au forestier, et c'est une vraie révolution culturelle, de savoir respecter les autres milieux notamment les milieux ouverts qui existent en forêt. C'est une révolution culturelle, qui est en fait très largement engagée, il faudrait peut-être même que par un jeu de balancier, les forestiers n'aillent pas trop loin de l'autre côté.

#### ■ SAVOIR HIÉRARCHISER LES PRIORITÉS

**J.L. Roussel** : Je voudrais revenir sur l'intervention du colonel Favre et sur son sentiment de confusion et de message brouillé. Je force volontairement le trait car on voit de plus en plus se développer différentes réglementations et sur-réglémentations. À force de dire que tout est prioritaire, plus rien ne l'est. Pour la question des coupures de combustible, les objectifs sont, dans l'ordre, de protéger les hommes, les biens, les activités économiques et après la forêt, et puis ensuite d'autres choses, et notamment les espaces remarquables. Cette clé de hiérarchisation doit être validée selon les territoires : sur certains d'entre eux, la présence humaine peut être limitée et d'autres enjeux peuvent prendre le pas. Je voudrais aussi revenir sur Natura 2000, qui est un enjeu parmi d'autres, mais n'oublions pas qu'il y a une directive communautaire sur laquelle la France a des obligations de résultats. S'agissant de l'impact des ouvrages de protection contre les incendies, l'article 6 de cette directive indique que tout plan ou projet susceptible de porter atteinte au milieu de façon significative - qualificatif à préciser - doit faire l'objet d'une étude préalable et d'une autorisation. Cette obligation n'est pas encore retranscrite en droit français, mais à terme, il sera demandé, lors de la conception d'un ouvrage de type coupure, de prendre en compte cette dimension, aussi bien dans la réalisation de l'ouvrage que dans les travaux connexes.

**P. Quertier** : Il est indispensable d'avoir un état des lieux pour mesurer les contraintes et les enjeux.

**B. Foucault** : Le support juridique des linéaires de traitement de surface est essentiel déjà aujourd'hui, mais aussi pour demain. Les études ou les notices d'impact sont des documents qui sont précisés par la loi et je trouve dommage que les forestiers, dans le cadre de la DFCI, aient tenté de simplifier le droit commun. Il faut une réflexion approfondie au moment de la mise en place de Natura 2000 sur la prise en compte en droit des études et notices d'impact. Donc j'insiste très lourdement sur la manière de traduire en droit les travaux d'inventaire sur les enjeux écologiques. De plus, les travaux de surface seront extrêmement difficiles à mettre en œuvre dans tous les départements soumis à une forte pression urbaine comme le Var, les Alpes-Maritimes, les Bouches-du-Rhône, l'Hérault ou le Gard. Quand vous allez aborder la problématique des plans de prévention des risques d'incendie de forêt, vous devrez préciser, face aux documents d'urbanisme, le statut juridique des coupures que vous aurez à implanter, qu'il s'agisse d'interfaces forêt-urbanisme, ou qu'il s'agisse d'imposer à des communes qui ne subissent pas directement la pression du feu, des traitements d'interfaces pour justement protéger les espaces forestiers qui les intéressent peu. Il y a une palette d'articles dans le Code forestier, et il y a ceux des autres codes.

Je m'étonne qu'on oublie en permanence les dispositions de l'article L151-36 du Code rural qui porte sur des travaux d'intérêt général et qui devraient permettre facilement aux communes de planter dans le décor des coupures à finalité agricole ou autre.

**O. Chaumontet** : Le rôle de chacun est un peu oublié, maître d'ouvrage, maître d'œuvre, conseiller technique, chargé de mission pour une problématique donnée. Je me demande s'il n'aurait pas été nécessaire de commencer par une lecture de la loi, pour savoir qui est missionné pour mettre en place la politique DFCI et quelles sont les responsabilités de chacun. Je vais me présenter, je suis représentant d'un maître d'ouvrage qui est chargé conformément à la loi de mettre en place les équipements de prévention et de lutte contre les incendies, et à ce titre-là j'ai des responsabilités et des obligations de réussite. Il y a des gens qui m'abordent au quotidien pour me faire part de leurs préoccupations, archéologues, promeneurs, écologistes... Les travaux ne peuvent se faire chez un propriétaire privé sans que l'on ait obtenu son autorisation, c'est entendu, mais c'est compliqué parce que ce sont des milliers de contacts à établir et à maintenir. Il ne faut pas oublier qu'il y a une obligation de résultat par rapport aux utilisateurs des équipements que sont les pompiers. Je suis prêt à entendre les demandes de toutes les personnes qui ont aussi des préoccupations, mais je crois qu'il faut discerner demandes et exigences. Je n'ai pas à connaître toutes les espèces de la faune ou de la flore, les gens compétents doivent dire leurs préoccupations et la collectivité chargée de mettre en place une politique DFCI doit décider si elle peut intégrer ces préoccupations par rapport à ses obligations.

**J.L. Nicolai** : Est-ce que des crédits DFCI sont intervenus sur la coupure de combustible des petits fruits rouges ?

**P. Detry-Fouque** : Les petits fruits rouges existaient déjà avant, ils n'ont donc pas été mis en place avec des crédits DFCI. Ce qui a été mis en place, c'est l'arboriculture et les parcelles agroforestières avec des crédits complémentaires de la région puisque c'est aussi une valorisation agricole pour soutenir l'effort du CFM.

**J.L. Nicolai** : Cette coupure a-t-elle été mise en place après une étude réalisée par les pompiers pour couvrir un certain risque, ou bien simplement parce qu'elle était en ligne de crête, et parce qu'on avait un propriétaire à mettre dessus ?

**P. Detry-Fouque** : La première proposition est la bonne. Une cartographie de sensibilité au feu est en train d'être élaborée massif par massif, et cette coupure est située sur une position stratégique de haute importance.

**J.L. Nicolai** : Si je comprends bien, les services de lutte sont intervenus en amont de la création de la coupure de combustible.

**P. Detry-Fouque** : La cartographie qui est à l'étude est faite par la DDAF et non pas par les services de lutte, mais ceux-ci sont impliqués dans l'élaboration et la conception de la coupure de combustible. J'ajouterais que la valorisation agricole n'est qu'une partie de l'aménagement ; aux endroits où elle n'est pas possible, on continue à faire du débroussaillage, du brûlage dirigé, pour obtenir une continuité de l'aménagement.

## ■ CONTRAINTES FONCIÈRES

**T. Vallon** : La question des contraintes foncières relatives à l'implantation de coupures de combustible a été présentée par des représentants de départements qui subissent une forte pression des incendies. D'autres départements dont le Vaucluse que je représente, n'ont pas encore d'historique établi du problème des incendies de forêt et il est alors très difficile de faire prendre conscience à nos interlocuteurs du niveau de risque et de faire passer la politique d'aménagement. On aurait peut-être besoin d'arguments réglementaires plus affinés que ceux qui nous ont été présentés et qui restent très flous.

**R. Jeannin** : Je voulais aussi revenir sur les contraintes foncières. J'ai l'expérience d'une piste DFCI sur laquelle les services de l'État ont mis en œuvre une DUP. Au départ, le maire de la commune concernée avait décidé de créer cette piste DFCI si 80% des autorisations de passage étaient obtenus. Cinquante propriétaires étaient concernés, et 49 autorisations ont été obtenues. En même temps il avait mené le débat en créant une association foncière pastorale dans la mesure où la piste devait comporter des zones débroussaillées pour l'appui à la lutte. L'AFP ne serait créée que si la piste pouvait l'être et vice-versa. Donc dans ce contexte, le propriétaire, complètement marginalisé sur le principe de l'adhésion à l'objectif assigné, a dû céder. Ensuite, il a été décidé d'inscrire toutes ces autorisations de passage au bureau des hypothèques, et de faire la DUP sur l'ensemble de la piste en inscrivant une servitude de passage au profit de cette collectivité locale. Tout s'est bien déroulé, sauf que nous avons été confrontés à une incohérence fiscale, à savoir que sur ce type d'ouvrage le maître d'ouvrage collectivité locale ne pouvait prétendre au fonds de compensation de la TVA, ce qui est un problème majeur.

**J.L. Roussel** : Le projet de loi d'orientation sur la forêt prévoit effectivement de modifier l'article 16-15 du Code général des collectivités territoriales et de rendre éligible au remboursement du fonds de compensation de la TVA, les travaux d'investissement DFCI exclusivement, réalisés par les communes et les groupements de communes, sur des fonds, soit du domaine privé de l'État, soit des particuliers.



# Prendre en compte l'entretien

---



*Prendre en compte l'entretien, synthèse (M. Dimanche)*

**Les choix techniques (O. Chaumontet)**

**L'exemple du pastoralisme (C. Millat, P. Thavaud, M. Dimanche)**

*Débats*

**Animateur** | Marc Dimanche  
Service Inter-chambres d'Agriculture Montagne Élevage  
Montpellier

Deux communications ont été présentées lors de cette session :

- **Les choix techniques** (Olivier Chaumontet)
- **L'exemple du pastoralisme** (Claire Millat, Pascal Thavaud & Marc Dimanche)

L'entretien d'une coupure de combustible est :

- une question clé...
- et une question à intégrer dès la conception de l'ouvrage.

## ■ QUELQUES CONSTATS TECHNIQUES

Des demandes précises des services de lutte concernant la garantie de l'entretien des ouvrages (sécurité des personnels en intervention).

Souvent des équipements, prioritaires sur le plan stratégique, à l'abandon (pistes, bandes débroussaillées de sécurité...).

La disponibilité des références techniques.

Les difficultés foncières rencontrées lors de l'entretien des ouvrages en raison de leur lisibilité par les propriétaires ou les usagers.

Les problèmes d'application de l'obligation d'entretien autour des habitations et la question de l'entretien des bords de route.

L'échange des références techniques.

## ■ QUELQUES CONSTATS FINANCIERS

D'avantage de difficultés à financer l'entretien des aménagements (budget « fonctionnement ») qu'à financer les aménagements eux-mêmes (budget « investissements »).

La substitution des financements DFCI par les mesures agri-environnementales ou MAE (anciennes OLAE « Pâturage & DFCI »).

La question de l'entretien des ouvrages posée quelquefois après la réalisation de l'aménagement (notamment lors de l'entretien par le pâturage).

La planification financière de l'entretien rarement intégrée dans les projets de création de coupures de combustible.

## ■ DES RÉPONSES STRATÉGIQUES MULTIFORMES EN MATIÈRE D'ENTRETIEN DES COUPURES

Les dispositifs départementaux de forestiers-sapeurs mis en œuvre dans certains départements.

La mise en place des « auxiliaires de protection de la forêt méditerranéenne » (APFM) en régions PACA et LR.

Les travaux d'entretien réalisés en régie par certaines collectivités ou effectués par les services forestiers (ONF).

L'appel aux activités d'élevage pour l'entretien des coupures pastorales.

La sollicitation des équipes spécialisées de brûlage dirigé dans le cadre des cellules départementales.

Le recours aux prestataires privés : agriculteurs équipés de matériels adéquats ou entreprises de travaux forestiers.

## ■ LES PRINCIPAUX OUTILS FINANCIERS SOLlicitÉS

Le budget du Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne.

Le cofinancement des collectivités territoriales.

Les compléments de financement des contrats de plan État-régions et du PDR.

Les démarches contractuelles agri-environnementales (opérations locales des MAE) pour l'entretien réalisé par les agriculteurs.

Une opportunité particulière : le recyclage des boues d'épuration sur les coupures permettant d'autofinancer leur entretien.

## ■ LE CARACTÈRE INDISPENSABLE DE L'ENTRETIEN DES OUVRAGES

L'entretien des ouvrages est indispensable pour assurer leur efficacité, active et passive, et garantir leur utilisation par les services de lutte.

« Garantir un entretien par gyrobroyage d'au minimum 80% de la surface des ouvrages » selon les services de Corse-du-Sud.

Réfléchir aux combinaisons techniques adéquates à la faveur des expériences et des références acquises.

## ■ RÉFLÉCHIR À L'ENTRETIEN DE L'OUVRAGE DÈS SA CONCEPTION

Intégrer nécessairement les contraintes d'entretien dès la conception d'une coupure ...

Afin d'éviter de profondes modifications de l'aménagement par la suite ...

Portant même sur la faisabilité de l'ouvrage, son dimensionnement, voire sa localisation.

Exemples :

- pas de coupures « clés en main » lors du recours à l'entretien par l'élevage ;
- utilisation d'un critère de choix discriminant portant sur la possibilité de mécanisation des ouvrages.

## ■ BUDGÉTISER L'ENTRETIEN DE L'OUVRAGE DÈS SA CONCEPTION

Comptabiliser le coût de l'entretien dès l'évaluation de la faisabilité financière d'une coupure.

Intégrer ce coût dans les programmations financières (disponibilité des lignes de financement).

Utiliser les références disponibles en matière de coût des combinaisons techniques.

Évaluer l'impact du recours à l'entretien pastoral ou agricole et aux lignes afférentes de financement (agri-environnement).

## ■ QUELLES POSSIBILITÉS OFFERTES PAR LES CONTRATS TERRITORIAUX D'EXPLOITATIONS ?

Mise en œuvre possible du volet territorial et environnemental des CTE au moyen de cahiers des charges spécifiques :

- maîtrise de la strate herbacée et de l'embroussaillage par le pâturage ;
- et par les techniques associées (brûlage dirigé et débroussaillages manuels et mécaniques).

Mais d'importantes contraintes budgétaires : enveloppes départementales insuffisantes et plafonds par exploitation trop bas.

Quelles possibilités de mise en œuvre d'enveloppes spécifiques extra-départementales ?

## Les choix techniques

Olivier Chaumontet

### Présentation du PIDAF

**Maître d'ouvrage** : SIVOM pays des Maures et du golfe de Saint-Tropez

**Surface du massif** : 63 200 ha

**Surface forestière** : 53 500 ha

**Cadre** : PIDAF approuvé par arrêté préfectoral du 11 février 1987.

**Normalisation** : Les travaux réalisés sont en cours de normalisation, suite à l'adoption en juillet 1999 de normes départementales (arrêté préfectoral du 15 juillet 1999).

**Conception** : La conception de ce PIDAF est basée sur une infrastructure de zones d'appui qui cloisonnent le massif, et complètent des coupures de combustible existantes (agricole ou urbaine).

#### Que sont les zones d'appui ?

Les zones d'appui sont des bandes continues d'une largeur de 50 à 150 m, positionnées généralement sur des crêtes sur lesquelles le combustible est géré de manière à optimiser la lutte susceptible de s'y dérouler. Toute coupure de combustible dispose d'un accès, même très sommaire, aux véhicules de lutte, et de réserves en eau.

Il est important de souligner que pistes et points d'eau sont des accessoires de la coupure de combustible, certes indispensables, mais qui ne priment pas au moment de la conception, notamment pour le positionnement des zones d'appui.

#### Surface des zones d'appui mise en œuvre :

Surface prévue au PIDAF (après révision) : 3200 ha

Surface réalisée : 2517 ha

Surface entretenue au cours des trois dernières années : 935 ha (respectivement 195, 272 et 468 ha en 1997, 1998 et 1999).

#### Évolution des travaux dans le temps (fig.1)



Photo 1. Reprise des boues sur l'aire de stockage avant épandage (cl. Sivom du Pays des Maures)

### Choix retenus pour le positionnement des zones d'appui

#### Premier critère de choix, l'efficacité de la lutte

À ce titre, l'aérologie a été définie comme critère prépondérant. Aussi les équipements situés sur les versants nord, très exposés au mistral, n'ont pas été retenus. Lorsque le traitement des crêtes exposées a été retenu, c'est en prenant la précaution d'étendre l'équipement sur le versant protégé du vent, autant que possible. La visualisation du positionnement des équipements au regard de la carte de propagation du feu permet de vérifier le principe énoncé.

#### Second critère de choix retenu, la possibilité de mécaniser les travaux de débroussaillage

Ce critère de mécanisation qui s'applique à plus de 80% des sites créés, conditionne la faisabilité financière et technique. Ce phéno-

Olivier  
Chaumontet

SIVOM du pays des  
Maures et du golfe  
de St-Tropez  
Maison des Maures,  
14 rue Carnot  
83310 Cogolin

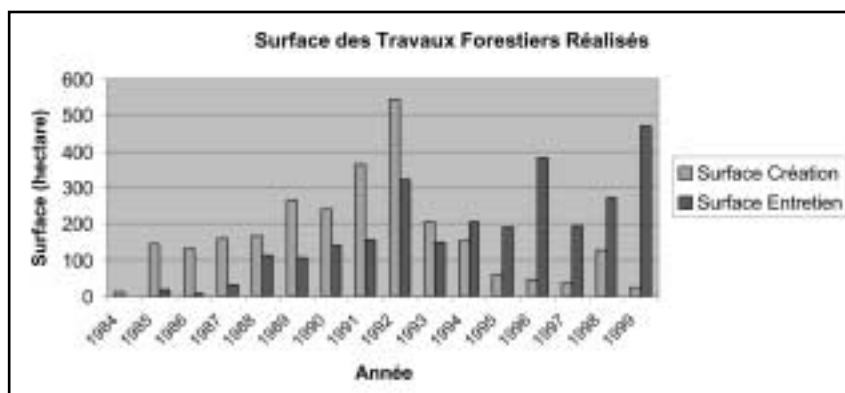


Figure 1. Évolution des travaux forestiers de 1984 à 1999

mène intervient à plusieurs niveaux :

- en permettant de mécaniser des opérations de type broyage de la végétation, et de faire ainsi, par rapport à l'intervention manuelle classique, une économie de 100 à 200% à chaque intervention. à titre d'exemple, les marchés d'entretien passés en 1999, qui portaient sur une surface de 310 ha, ont été attribués à un prix moyen de 7 150 Fttc ;
- en ouvrant la possibilité de mettre en œuvre des techniques de type dessouchage et revégétalisation qui aujourd'hui ne sont plus envisageables manuellement.

## État du projet

Les résultats obtenus sont moyens, pour trois raisons principales.

### ■ Un financement insuffisant

La figure 2 compare les surfaces annuellement entretenues sur l'ensemble du réseau de coupures de combustible du massif des Maures avec les besoins d'entretien théoriques, selon une fréquence de repasse de trois ou cinq ans. Cette figure montre que, ces dernières années, les repasses à trois ans ne sont jamais réalisées, et que celles

à cinq ans ne le sont que rarement.

Pour compléter cette analyse, signalons que ce retard d'entretien concerne aussi certains équipements prioritaires stratégiques, dont la végétation dépasse cinq années de repousse.

### ■ Des difficultés foncières

Trois mille parcelles cadastrales ont été concernées à ce jour par la réalisation d'une zone d'appui. Afin de pouvoir gérer les relations avec les propriétaires, il a été nécessaire d'informatiser le cadastre. Cet outil, qui permet d'améliorer la communication et d'informer au mieux les intéressés, ne change rien au problème des propriétaires qui ne comprennent pas ou qui font de l'obstruction pour de multiples raisons. Les demandes de déclaration publique sollicitées auprès des services de l'État, à plusieurs reprises, n'ont pas abouti à ce jour.

### ■ Un manque de cohérence dans la stratégie

La protection de la forêt requiert la disponibilité des moyens de lutte. Aujourd'hui, dans la plupart des grands feux, les moyens de lutte sont concentrés sur la protection

des zones urbaines. La seule mise en place de zones « interfaces » complémentaires au débroussaillage obligatoire, permettrait de diminuer considérablement ce besoin en moyens de lutte autour des habitations.

## Choix techniques originaux mis en œuvre

### ■ Préalable

La gestion du combustible au sol est prioritaire. Nous nous efforçons également d'appliquer, avec le maximum de rigueur, les règles élémentaires pour faire face au risque de propagation de l'incendie entre les étages de végétation et au sein de l'étage arboré.

Ces principes que nous avons élaborés peu à peu, sont spécifiées dans notre cahier des clauses techniques particulières applicables aux travaux DFCI :

- gestion de la strate arbustive : « Les rejets seront conservés uniquement en cas d'absence d'arbre dans un rayon de 5 m ou d'autres rejets déjà sélectionnés, dans ce même rayon » ;
- élagage : « L'élagage est à prévoir, chaque fois qu'il est nécessaire sur une hauteur moyenne de 1,5 m » ;
- choix des espèces : « Parmi les rejets du premier débroussaillage, seront conservées, par ordre de priorité, les espèces suivantes : chênes, arbousiers et espèces particulières, à préciser, le cas échéant, par le maître d'œuvre ». Cette règle prend en compte la combustibilité des espèces et non pas la coutume qui confère à certaines d'entre elles des valeurs diverses, souvent d'ordre paysager ou cynégétique, difficilement compatibles avec les objectifs DFCI.

La mise à distance des houppiers qui est fondamentale, ne figure pas de manière systématique au CCTP visé ci-dessus, en raison des difficultés foncières. En effet, l'éclaircie qui se révèle pourtant être, dans la plupart des cas, tout à fait en adéquation avec le meilleur choix sylvicole, est malheureusement rarement comprise et admise par les propriétaires des sols. Aussi cette règle est appliquée au cas par cas, quand le propriétaire en est d'accord. Le seul fait de ne pas pouvoir

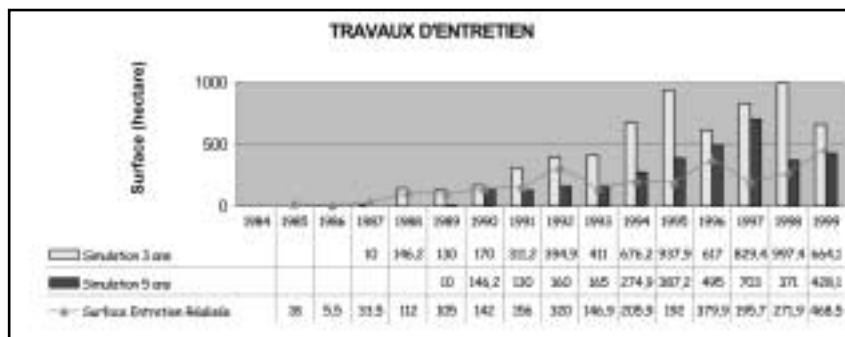


Figure 2. Simulation des besoins d'entretien en comparaison des entretiens effectivement réalisés (ha), selon la fréquence de repasse.

Communes	Coût épandage F/ha	Montant disponible pour entretien F/ha
Collobrières	974	52
Roquebrune/Argens	1217	1345
La Garde-Freinet	2712	- 692
Cogolin	1306	2701

Tableau 1. Bilan d'exploitation. Valorisation des boues de station d'épuration

Intervention	Année	Type	Mode	PU (F)	Surface (ha)	Intervalle
1	1988	Création	Broyage	6 293	10	
2	1991	Entretien	Broyage	4 000	10	3 ans
3	1992	Création	Broyage	8 500	5	
4	1996	Entretien	Dessouchage Semis et Fertilisation	5 668	13	5 ans
5	1999	Entretien	Broyage et Fertilisation	5 765	16	3 ans

Tableau 2. Caractéristiques des interventions. Site de Carbonnel, commune de Ramatuelle

systématiser la règle, fait que le résultat obtenu en ce domaine est mauvais.

Au sein de ce CCTP, dans un tout autre objectif que celui de la propagation, la règle de l'élagage est développée de la manière suivante : « Cet élagage sera à réaliser impérativement sur 3 m de hauteur à l'aplomb de la voie de circulation. Le cas échéant, les arbres seront abattus de manière à ce que rien ne fasse obstacle à la circulation sur les dites voies, signalées sur la cartographie du site ».

Il s'agit bien sûr d'une mesure élémentaire (mais appliquée depuis peu) pour permettre une circulation normale des moyens de lutte. Là encore les difficultés foncières compliquent lourdement la tâche, même lorsque la volonté du maître d'ouvrage est effective. Un procès, un seul, a été infligé au SIVOM du Pays des Maures, pour avoir appliqué cette règle, mais combien d'autres procès sont latents !

### ■ Synthèse des principaux objectifs poursuivis par le choix des techniques d'intervention sur zones d'appui

Réduction du combustible au sol.

Stabilité dans le temps du niveau de combustibilité.

Réduction du risque de propagation du feu entre les étages de végétation.

Adaptation des zones d'appui à la circulation des véhicules de lutte.

### ■ Choix de techniques pour le traitement de la végétation

La faculté de rejeter de souche caractérise la plupart des espèces qui constituent le maquis (milieu acide). C'est la raison pour laquelle, dès les premières années de mise en œuvre du PIDAF, on a opté pour la solution du dessouchage. Il faut également souligner, et ceci nous est apparu avec la pratique du brûlage dirigé, que l'élimination du broyat au sol est une mesure quasiment indispensable à l'efficacité de la lutte. Le travail du sol, réalisé dans le but de limiter la repousse de certaines espèces, a donc également comme avantage d'incorporer le broyat au sol et de le rendre, par là même, incombustible.

Les techniques permettant d'aboutir à l'extraction des souches de bruyère et d'arbusier (objectif premier visé par la mise en œuvre du dessouchage) ont évolué dans le temps. Ont été mis en œuvre, le râteau flecco, la charrue à disque et les outils rotatifs. Après avoir testé les deux premiers, ce sont les outils rotatifs qui ont fait l'objet de notre préférence. Leur mise en œuvre nécessite dans tous les cas un broyage préalable de la végétation initiale (sauf pour la cistaie). En milieu à bruyère arborescente, le dessouchage peut intervenir sur des rejets de trois à quatre années, sans broyage préalable.

Ce principe de traitement est complété par la mise en œuvre fréquente de phases de revégétalisation qui succèdent à la phase de dessouchage afin de mieux maîtriser l'évolution de la végétation. Les espèces introduites à l'heure actuelle, pour mener à bien cette séquence de revégétalisation, sont les suivantes : trèfle souterrain *Dalhia C* 10%, dactyle *Lully* 30%, ray-grass d'Italie *Tenor* 10%, fétuque élevée

*Centurion* 30%, fétuque rouge traçante *Pernille* 12%, trèfle blanc nain *Huia* 5%, plantain lancéolé 3%.

### ■ L'introduction de boues de station d'épuration

Le recyclage des boues de station d'épuration après dessouchage a un double intérêt :

- il permet d'obtenir une fertilisation intéressante pour la croissance de la végétation herbacée que l'on cherche à développer dans le cadre des opérations de revégétalisation ;
- il permet de financer un entretien fréquent du site d'épandage (tabl.1).

Les recettes générées par la valorisation des boues varient selon les caractéristiques des boues et selon celles du site.

Compte tenu des volumes traités, les recettes représentent en moyenne 1 355 F/ha/an. Cette somme résulte de la différence entre le coût d'épandage et le coût d'évacuation des boues reversé au SIVOM par l'exploitant de la station d'épuration.

La mise en œuvre de cette pratique nécessite impérativement que :

- les boues soient aptes par leur composition à une valorisation agricole, sans risque de pollution ;
- les propriétaires des terrains concernés donnent leur accord ;
- le stockage puisse être organisé sur une aire aménagée sur le site.

Sont à considérer comme éléments favorables :

- la présence d'une piste centrale et de pistes sommaires en lisière, permettant le passage de l'épandeur ;
- une végétation arborée et arbustive limitée en densité de manière à ne pas nuire à la bonne répartition des boues.



Photo 2. Épandage de boues avant entretien (cl. Sivom du Pays des Maures)



Photo 3. Broyage de la végétation après épandage des boues (cl. Sivom du Pays des Maures)

## Présentation de sites représentatifs

Trois cas de figure sont proposés pour illustrer l'alternance des techniques.

### ■ Site de Carbonnel, commune de Ramatuelle (tabl.2)

Site facile par son relief, l'intervalle entre deux interventions ne dépasse pas cinq ans. Le coût moyen des interventions est de 5 603 F/ha et le coût de gestion de 467 F/ha/an.

C'est le site idéal. Le profil en long qui ne dépasse pas 10% en témoigne. Le profil en travers est pratiquement plat.

### ■ Site de Mocouar, commune de Collobrières (tabl.3)

Site extrêmement difficile par son relief, l'intervalle entre deux interventions ne dépasse pas cinq ans. Le coût moyen des interventions est de 8 100 F/ha et le coût de gestion de 1 158 F/ha/an.

Seule la technique de dessouchage a été utilisée, y compris dans sa phase de création, cela en raison du relief, comme en témoigne le profil en travers : la pente moyenne est de 45%.

Le fait de ne pas avoir broyé la végétation en première intervention a généré des andains qu'il a fallu incinérer par la suite.

Il faut tout de même souligner que ce site est extrêmement bien placé sur un plan aérologique.

### ■ Site des Petites Maures, commune de Roquebrune-sur-Argens (tabl.4)

Ce site de 25 ha a été créé en 1988.

Site de crête par excellence, il présente un relief qui permet de mécaniser la totalité des travaux.

Il a la particularité de recevoir des boues de station d'épuration à une dose de 3,04 tMS/ha depuis 1995.

Les travaux s'échelonnent selon le tableau 4.

Lors des phases d'entretien de 1997, 1998 et 1999, le temps d'intervention varie entre 9 h/ha et 9,7 h/ha. Cela équivaut à un prix de 4 000 F/ha.

On peut donc estimer que, dans ces conditions de milieu, l'entretien du site peut être autofinancé par l'épandage des boues tous les trois ans. Cela à condition de disposer de boues pâteuses et non pas de boues liquides comme c'était le cas en début d'opération (la rémunération se fait en matière sèche).

Cette périodicité est, dans le cas présent, satisfaisante compte tenu du fait que ce site est également pâturé quatre à cinq mois par an.

À noter que sur ce site comme sur tous les sites similaires, l'étude d'un plan d'épandage est un préalable obligatoire, et qu'un suivi annuel est transmis aux services préfectoraux.

Intervention	Année	Type	Mode	PU (F)	Surface	Intervalle
1	1988	Création	Dessouchage	8 648		
2	1992	Entretien	Dessouchage	8 672		5 ans
3	1995	Entretien	Dessouchage	7 000		3 ans
4	2000	Entretien	Broyage			5 ans

Tableau 3. Caractéristiques des interventions. Site de Mocouar, commune de Collobrières

Intervention	Année	Type	Mode	PU (F)	Surface (ha)	Intervalle
1	1989	Création	Broyage	10 000	25	
2	1994	Entretien	Dessouchage et semis	14 188	25	5 ans
	1995-97	Épandage de boue	Liquide			
3	1997	Entretien	Dessouchage et semis	5 000	8,7	3 ans
	1998	Épandage de boue	Solide			
4	1998	Entretien	Broyage	3 500	2	4 ans
5	1999	Entretien	Broyage	3 500	11,5	5 ans

Tableau 4. Caractéristiques des interventions. Site des Petites Maures, commune de Roquebrune-sur-Argens



## L'exemple du pastoralisme

Claire Millat, Pascal Thavaud & Marc Dimanche

### Importance de l'entretien des coupures de combustible par le pastoralisme

La contribution de l'élevage à l'entretien des coupures de combustible s'est développée depuis près d'une vingtaine d'années.

Avant 1990, les opérations associant les troupeaux et le débroussaillage se faisaient dans le cadre d'une phase de recherche et d'expérimentation. Depuis 1990, une phase de développement s'est amorcée, avec une multiplication des projets dans l'ensemble de la région méditerranéenne.

Cette expansion s'explique, du côté des forestiers, par l'accroissement des surfaces débroussaillées à objectif DFCI, les obligeant à chercher des moyens d'entretenir leurs dispositifs à moindre coût et, du côté des éleveurs, par le besoin de s'adapter aux nouvelles contraintes économiques de la politique agricole commune.

L'intérêt de l'élevage dans l'entretien des coupures de combustible s'est traduit, depuis 1991, par la mise en place de mesures agri-environnementales (article 19, puis mesure 2.8 du règlement 2078/92). Celles-ci rémunèrent l'impact du pâturage des troupeaux sur la végétation arbustive des zones débroussaillées, avec, selon les cas, un travail complémentaire de la part des éleveurs.

Il faut noter que ces mesures concernent également des surfaces autres que les zones stratégiques du point de vue de la DFCI, mais primordiales pour le fonctionnement des projets pastoraux (dénommées zones de renfort pastoral au sein du Réseau Coupures de combustible).

La carte ci-après présente les sites où le pâturage participe à l'entretien de coupures débroussaillées : pour l'ensemble des trois

régions PACA, Languedoc-Roussillon et Corse, cela représente 37 225 ha de coupures et 700 exploitations ; les mesures agri-environnementales à objectif DFCI sont présentes dans huit départements ; 18 848 ha de coupures et 437 exploitations sont concernés (source : CERPAM, DDAF 2A, ODARC, SIME). Ces chiffres recouvrent des réalités sur le terrain très différentes. En effet, la notion de coupure de combustible est très variable selon les départements, ainsi que la contribution du pâturage à l'entretien des zones débroussaillées à objectif DFCI.

### Les systèmes d'élevage impliqués

Ils sont très diversifiés en ce qui concerne tant la nature de l'élevage (ovin, bovin, caprin) que le type de production (lait, viande, fromage...).

Le critère de différenciation généralement retenu est lié à la plus ou moins grande proximité de l'exploitation par rapport à la coupure de combustible.

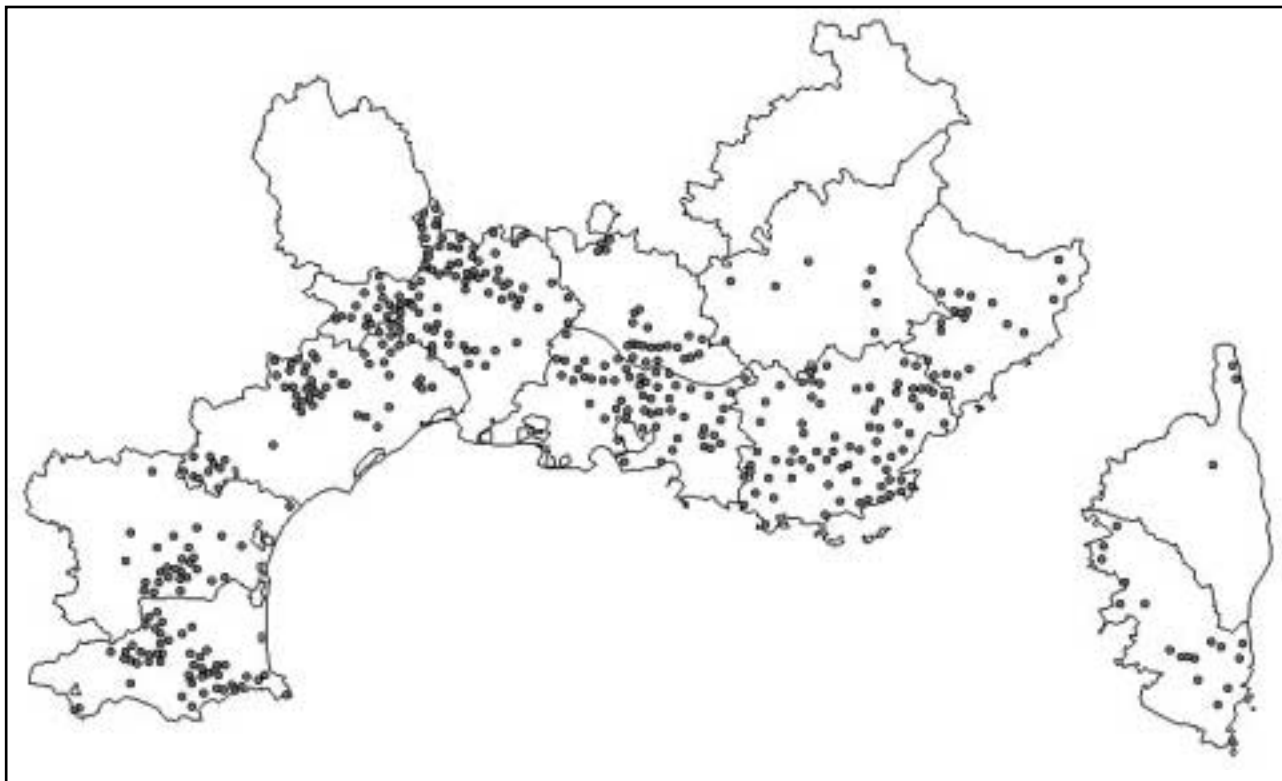
On distingue :

- **la transhumance hivernale** : il s'agit d'élevages montagnards ovins ou bovins qui descendent des animaux à faibles besoins sur des coupures en zone de plaine pour assurer leur alimentation en hiver ; la période de transhumance peut commencer dès le début de l'automne, et se prolonger jusqu'à la fin du printemps ; les sites sont généralement de grande taille pour satisfaire les besoins de gros troupeaux ;
- **le redéploiement pastoral** : l'éleveur a son siège d'exploitation à proximité de la coupure ; celle-ci apporte un appoint fourrager pendant une période plus ou moins longue à tout ou partie du troupeau ; la superficie des coupures de combustible concernée est généralement plus réduite que précédemment ;
- **l'installation sylvopastorale** : la création

Claire Millat  
Association des  
Communes  
Forestières du Var  
Maison du Pays des  
Maures, BP J  
83312 Cogolin  
cedex

Pascal Thavaud  
CERPAM  
Maison de  
l'Agriculture  
11 rue P. Clément  
83300 Draguignan

Marc Dimanche  
SIME  
Maison des  
Agriculteurs  
Domaine de Saporta  
34970 Lattes



Carte. Localisation des coupures de combustible où le pâturage participe à l'entretien

d'une exploitation d'élevage est réalisée essentiellement sur une ou plusieurs coupures complétées par d'autres surfaces fourragères de proximité nécessaires pour couvrir les besoins de l'ensemble du troupeau ; il s'agit d'une opération lourde aussi bien en investissement financier qu'en moyens d'animation.

- de diminuer des coûts, en particulier d'alimentation des troupeaux pendant la période hivernale, et de structure (bâtiments) ;
- d'accéder à une nouvelle légitimité sociale au travers de nouvelles fonctions d'entretien et de protection de l'environnement reconnues et, si possible, rémunérées par la société.

lité des projets, a des conséquences précises sur le mode de conception des coupures de combustible.

### Compatibilité avec les contraintes DFCI de la coupe

En matière d'entretien, les gestionnaires des coupures de combustible ont une double attente bien précise : le moins de combustible possible permettant l'établissement de moyens de lutte en toute sécurité sur l'équipement, pour un coût d'entretien le plus faible possible. Face à ces deux exigences, le pastoralisme peut apporter une contribution intéressante, mais il entraîne lui-même des contraintes bien particulières.

La plupart des coupures de combustibles sont créées dans des milieux peu favorables au pastoralisme (peu ou pas de ressource fourragère, pas de possibilité d'abreuvement), et leur situation rend difficile la gestion pastorale (forme linéaire située en crête et d'accès difficile). Quand les coupures ont un intérêt pastoral immédiat, elles sont en général utilisées par les animaux préalablement au débroussaillage.

### Les objectifs de l'éleveur

Quel que soit le système concerné, il est nécessaire d'insister sur le fait qu'il s'agit d'exploitations agricoles ayant une vocation économique.

L'éleveur a toujours des objectifs de production avec des contraintes liées au marché. La fonction principale des exploitations reste, dans la plupart des cas, la production agricole.

L'engagement d'un éleveur sur une coupe de combustible est une attitude opportuniste qui vise à obtenir de nouveaux espaces pastoraux afin :

- d'augmenter les effectifs de son troupeau ou la taille de son exploitation (évolution particulièrement sensible chez les éleveurs ovins ces dernières années avec un niveau de prime fixé à la tête de bétail ou en relation avec le développement de la PMSEE) ;

### Les moyens nécessaires

Ces nouvelles surfaces pastorales doivent pouvoir satisfaire les besoins du troupeau à l'époque désirée.

Pour cela, elles doivent répondre à des caractéristiques précises :

- être accessible dans le temps (convention pluriannuelle de pâturage) et dans l'espace (accès sur l'ouvrage, pénétrabilité suffisante pour le troupeau) ;
- permettre la mise en œuvre de pratiques pastorales viables : ressources de qualité suffisante, eau disponible, équipements pastoraux (clôtures, abris pour le bétail, dans certains cas logement pour l'éleveur ou son berger, liaison éventuelle avec des zones d'appoint fourrager proches du site, etc.).

L'ensemble de ces conditions à respecter, indispensables à la viabi-

Pour répondre à l'attente des forestiers, le pâturage doit être efficace sur la végétation arbustive : il faut donc que la coupeure présente, comme cela a été développé précédemment, de la ressource pastorale, des possibilités d'abreuvement et des équipements pastoraux pour permettre un réel impact des troupeaux. Ce sont ces conditions d'exploitation qui entraînent d'importants investissements lors de la création de la coupeure, notamment en ce qui concerne les améliorations fourragères.

Après les aspects purement techniques, les projets sylvopastoraux à objectif DFCI ont d'autres incidences importantes sur la façon de mettre en œuvre l'aménagement de la coupeure :

- une étude de faisabilité du projet, du point de vue aussi bien technique qu'économique ;
- une négociation foncière qui doit porter sur l'aspect pluriannuel des conventions indispensable à la pérennité des élevages.

Pour espérer le maximum de réussite, cette élaboration doit être réalisée avec le concours de l'éleveur qui utilisera le site.

L'interaction d'un projet pastoral avec l'ensemble de l'environnement socio-économique est plus étendue que pour les actions seules de débroussaillage. Les acteurs et usages concernés sont plus nombreux : chasseurs, touristes (pédestre, équestre, cyclisme et même motorisé...), cueilleurs (feuillage, champignons), riverains, naturalistes, protecteurs de la nature et des animaux, autres éleveurs, agriculteurs ou producteurs... Aussi, lors de la mise en place de ces actions, le travail d'animation de l'ensemble des partenaires est-il plus important et doit-il être, en général, prolongé tout au long de la vie du projet.

## Conséquences de l'introduction de l'élevage au sein d'une coupeure de combustible

Les questions de compatibilité de l'élevage avec les contraintes DFCI et les conditions d'implication des éleveurs dans les coupeures de combustibles évoquées plus haut indi-

quent que la question de l'entretien des coupeures par le pastoralisme n'est pas pertinente partout. La condition minimale étant de trouver suffisamment d'intérêt pastoral aux zones proposées, le risque pourrait en effet consister à une trop grande transformation ou artificialisation du milieu, au moyen de travaux lourds qui grèveraient fortement le coût de la réalisation, mais qui pourraient également ne pas assurer la pérennité de l'activité d'élevage sur des zones vraiment inadaptées.

En revanche, la recherche de l'entretien des coupeures par des activités d'élevage a des conséquences qui mériteraient d'être intégrées dès le départ de la réflexion.

En effet, cette question se pose souvent après l'élaboration du schéma stratégique DFCI à l'échelle d'un massif ou d'une simple coupeure. Une fois les schémas SDAFI, PAFI ou PIDAF établis, les aspects d'entretien vont être examinés et les éventuelles possibilités d'intervention de l'élevage vont être recherchées.

À partir de là, la procédure d'intégration va se mettre en place :

- analyse des possibilités de ressources pastorales ;
- recherche des opportunités d'élevage ;
- définitions des pratiques pastorales adéquates ;
- planification des besoins en investissements complémentaires nécessaires à l'activité pastorale (aménagements pastoraux, clôtures, points d'eau, remise à niveau de la végétation, ouvertures, etc.) ;
- négociation foncière et contractualisation foncière et/ou agri-environnementale.

Dans ce cas de figure, l'introduction de l'élevage va avoir une influence économique, mais restera marginale sur la conception de la coupeure elle-même, son emplacement, sa forme, sa largeur, etc.

Le fait d'introduire l'élevage sur une coupeure va de fait susciter de nouvelles questions qui dépassent les aspects techniques d'élevage et qui concernent la conception de la coupeure elle-même, par exemple :

- l'élargissement de la coupeure vers des zones en proximité d'intérêt pastoral ou déjà pâturées, ce

qui pourra augmenter l'efficacité du dispositif ;

- la liaison avec les zones tampon d'intérêt pastoral ou « zones de renfort pastoral » (ZRP) qui vont influencer sur la pérennité de l'activité mais également sur son efficacité ;
- l'adaptation des techniques d'ouverture et/ou de remise en valeur du milieu, ainsi que des combinaisons de techniques d'entretien (pâturage associé aux broyages de végétaux ou au brûlage dirigé, etc.) ;
- l'adaptation des équipements, notamment pistes et points d'eau.

Le traitement de l'ensemble de ces questions démontre que le fait d'intégrer le pâturage en tant qu'outil d'entretien des coupeures de combustible n'est pas neutre du point de vue de leur conception.

Il est souvent nécessaire de réfléchir en amont de l'élaboration des schémas stratégiques aux conditions d'entretien des coupeures par les activités d'élevage, mais également des autres activités agricoles.

L'intégration de l'existant, zones pastorales ou agricoles pouvant constituer des coupeures de fait, l'adaptation des emplacements et tracés des coupeures à l'introduction d'activités d'élevage ou agricoles (voire la modification éventuelle des schémas classiques d'aménagement de coupeure, par exemple : traitement des massifs en mosaïque), et finalement le souci de la pérennité de l'entretien des aménagements et de leur financement, doivent nécessairement faire l'objet d'une réflexion approfondie lors de l'élaboration d'un projet de création de coupeure de combustible.

## Influence du pastoralisme sur les coûts de conception

L'intervention de l'élevage sur une coupeure de combustible entraîne des surcoûts au moment de la conception.

Le groupe « Économie des coupeures de combustible » du Réseau a travaillé sur cette question en distinguant :

- les coûts de négociation foncière permettant d'obtenir des conventions pluriannuelles de pâturage ;
- les coûts d'étude de faisabilité



Exemples d'équipements pastoraux à comptabiliser dans les coûts

pastorale et de conception des équipements ;

- les coûts de mobilisation et d'organisation des éleveurs ;
- les coûts directs liés aux investissements pastoraux.

Ces coûts peuvent entraîner largement le doublement des coûts habituels de création des coupures de combustible. Ils sont en général pris en charge par les financements publics, au même titre que les travaux purement DFCI. L'objectif recherché est d'obtenir, à terme,

une prise en charge de tout ou partie de l'entretien de la coupure (maîtrise de l'embroussaillage) par l'élevage.

Il s'agit d'une opportunité pour l'éleveur qui bénéficie d'aménagements à moindre coût en échange d'un engagement contractuel avec la collectivité.

Il s'agit d'une opportunité également pour le gestionnaire qui voit diminuer ses coûts d'entretien, pris en charge par des sources financières extérieures (ex : MAE, CTE, éleveurs).

On a estimé, au travers de l'analyse de plusieurs exemples de coupures pâturées, que le coût d'entretien en phase de stabilisation varie de 600 à 1000 F/ha/an suivant le type d'opérations.

Enfin, au-delà des économies d'entretien, il faut insister sur les autres incidences du pastoralisme : création d'activités en zone de déprise économique, présence humaine voire surveillance à l'intérieur des massifs, intérêt écologique et paysager...



**J.C. Valette** : Vous nous avez présenté le pastoralisme comme un outil d'entretien de la coupure. Vous avez évoqué la filière « lait », la filière « viande ». Mais si la filière est en difficulté, qu'en est-il de la viabilité du système d'élevage sur la coupure ?

**P. Thavaud** : Il s'agit de systèmes économiques : il y a donc au départ une filière avec des produits, mais les surcoûts induits par l'engagement des éleveurs sur ces coupures exigent une rémunération complémentaire pour permettre la viabilité de l'opération. Les produits ne permettent pas, en général, de viabiliser le fonctionnement du pastoralisme sur ces coupures.

**C. Millat** : Dans le document sur l'évaluation économique des coupures de combustible du RCC, où treize aménagements ont été étudiés, seul le cas de l'élevage caprin est viable sans aide, sinon tous les autres nécessitent des aides compensatrices.

**P.C. Herzog** : Le très gros avantage d'un entretien par le pastoralisme par rapport à tous les autres est que la présence humaine permanente sur le site permet une surveillance.

**C. Millat** : C'est effectivement un avantage sur le plan DFCI ; en revanche la présence permanente de quelqu'un en forêt peut aussi poser des problèmes vis-à-vis des autres usagers, notamment en période de chasse ou de récolte de champignons. Quelqu'un a une activité économique quand d'autres voudraient pratiquer leur loisir.

**P. Thavaud** : Ces projets sont très lourds par rapport à des systèmes d'entretien classiques avec des passages en débroussaillage tous les trois ou cinq ans. Car il y a vraiment un travail en continu, il y a une présence permanente de l'« outil » d'entretien sur la coupure.

**B. Foucault** : Il serait intéressant d'expliquer comment fonctionne budgétairement le Sivom des Maures, car l'écart est grand entre gérer une coupure de quelques hectares et passer à une politique publique, c'est-à-dire gérer un massif de 60 000 à 70 000 ha.

**O. Chaumontet** : Les premiers travaux de création ont été financés à hauteur de 80% par la collectivité, dans le cadre de programmes européens (le FEOGA puis le règlement 21-58), ou dans le cadre du contrat de plan. Ces travaux d'investissements ont été suivis par des travaux d'entretien financés par le Conseil Général et le conseil régional à hauteur de 60%, les communes prenant en charge 40% des coûts d'entretien. Ces travaux d'entretien sont-ils réalisés aussi régulièrement qu'ils le devraient ? Malheureusement c'est ce qui pêche le plus à l'échelon départemental dans le Var : on voit de très belles cartes avec beaucoup de PIDAF, mais les travaux n'ont pas la régularité qu'imposent les besoins de la lutte. Dans les Maures, un effort très important est fait dans ce sens. Pour arriver à une programmation régulière et suffisante, un système de financement à deux entrées a été mis en place auprès des communes :

- un fond de participation qui assure une solidarité entre les communes ; en permettant aux communes riches de soutenir les communes pauvres. Toutes les communes payent ainsi une cotisation de 12 F/hab/an, qui alimente le budget forestier du SIVOM. Les communes les plus riches étant aussi les plus peuplées, on voit là le jeu d'entraide mis en place entre les communes ;
- ensuite, ces communes fournissent un autofinancement proportionnel à la surface du programme réalisé : 1 000 F/ha/an pour les travaux neufs et 2 000 F/ha/an pour les travaux d'entretien, ceux-ci étant moins largement financés par l'extérieur. Cette forfaitisation de l'autofinancement est importante car elle facilite la gestion financière des communes et permet une programmation à long terme.

Notons enfin que beaucoup de travaux sont réalisés en régie. Cette solution qui impose la gestion d'une entreprise, constitue également un facteur d'appropriation de l'outil par les communes.

Malgré cela, le retard des entretiens est important, et j'insiste sur ce fait parce que j'estime que la collectivité publique n'a pas ce droit. Quand un problème de sécurité se pose sur un équipement routier, l'intervention est immédiate. Dans notre cas, il y a un problème de sécurité sur les zones d'appui, mais l'intervention ne se fait que trop rarement en temps utile par manque de financements. Évidemment vous pourriez me répondre que les communes n'ont qu'à payer plus. Aujourd'hui, la charge annuelle d'entretien représente pour chacune d'entre elles entre 100 000 et 400 000 F. C'est souvent beaucoup au regard des budgets communaux. Soulignons enfin que nous sommes malheureusement toujours dans le schéma qui sépare la création de l'entretien, ce qui est complètement stupide. Une coupure n'est jamais terminée ! Il est nécessaire de travailler par approches successives, en essayant de répondre aux besoins des utilisateurs, en prenant en compte l'évolution des moyens qu'ils mettent en œuvre. Il faudrait démarrer l'étape supérieure qui considérerait la mise aux normes comme progressive et permanente, sans que cela ne soit vu comme quelque chose de très dépensier. C'est seulement une question d'approche et de redéfinition des priorités en matière de financement.

**J.C. Valette** : Sur quelles recettes les communes asseyent-elles ces dépenses ? Est-il prévu dans la taxe de séjour une contribution à l'entretien ?

**O. Chaumontet** : Malheureusement c'est une dépense brute. La seule démarche actuelle qui génère des recettes est celle du recyclage de boues de station d'épuration sur zone d'appui DFCI. Dans ce domaine on est sorti de l'échelon expérimental puisqu'en 2000, cette technique s'applique à 30% des boues produites sur l'ensemble du Sivom. Cette solution présente un double avantage : elle offre une alternative économique aux projets d'incinération, et elle constitue de plus un apport financier qui peut être investi dans l'entretien du site, favorisant ainsi une meilleure gestion du combustible arbustif. Notons que quelquefois, en parallèle des actions DFCI, se greffent d'autres activités, notamment en matière d'accueil du public. Ces zones d'appui revégétalisées sont des sites bien appréciés notamment du fait de leur localisation en crête. Les recettes générées sont cependant très difficiles à identifier. Le Rock d'Azur – la plus grosse manifestation VTT du monde – emprunte le dernier site DFCI que je vous ai présenté, où il y a du recyclage de boues de station d'épuration. Cette manifestation a un chiffre d'affaire fantastique, mais sans retombées directes sur la gestion du site.

**M. Costa** : L'entretien par le pastoralisme est-il inclus dans le coût moyen d'entretien de 500 F/ha de l'ouvrage présenté ?

**O. Chaumontet** : Tous les coûts présentés sont réels, exhaustifs. Il s'agit des coûts des travaux inscrits aux comptes administratifs de la collectivité certifiés par le percepteur. On a la chance d'avoir eu l'idée d'emmagasiner les données financières et techniques dès les premiers programmes de travaux mis en œuvre en 1985. Néanmoins le bénéfice du pastoralisme est très difficile à identifier en termes financiers. Sur les 2500 ha de coupures du Sivom, 1000 ha sont parcourus par des animaux qui contribuent à leur entretien. Cela permet-il de diminuer le coût moyen annuel d'entretien, je ne peux y répondre. Ce qui est sûr, c'est que le pastoralisme apporte une amélioration de la qualité de l'équipement par la régularité du prélèvement de biomasse. Est-ce significatif ? Vous avez vu la variabilité : sur un site facile le coût de gestion est de 500 F/ha/an, sur un site difficile il est de 1500 F/ha/an. Dans cette plage de 1 à 3, où se situe le pastoralisme ? Est-on capable de faire le calcul ? Il est certain que sur le site facile qui a une dizaine d'années d'ancienneté, on a peut-être économisé une rotation, mais est-ce significatif ?

**M. Dimanche** : Si le pastoralisme a un effet sur la qualité, il est très en relation avec l'agri-environnement. À titre indicatif, l'agri-environnement doit représenter sur les départements méditerranéens entre 12 et 15 millions de francs par an de fonctionnement. Une des questions évoquées a été aussi celle des CTE, cela fait partie des questions d'opportunité financière, sachant que l'on est dans une logique contractuelle intéressante qui peut apporter cette garantie d'entretien de qualité des coupures de combustible.

**J.L. Roussel** : Il a été souligné l'opportunité que pouvait représenter le pastoralisme comme outil d'entretien des coupures. Qu'en est-il des autres types de mise en valeur agricole ? Je pense notamment à l'arboriculture, la ligniculture et la viticulture, et à l'efficacité de ce type d'intégration dans la gestion des coupures.

**M. Dimanche** : Des réalisations existent dans plusieurs départements de la région Languedoc-Roussillon : Gard, Aude, Pyrénées-Orientales et, dans une moindre mesure, Hérault. Elles sont moins nombreuses en région PACA.

**O. Chaumontet** : Sur les 2500 ha de coupures du Sivom des Maures, chaque année, un à deux hectares sont mis en culture, généralement en vignes sur classement AOC, et plus exceptionnellement en olivier. On pourrait faire plus, mais il y a de nombreuses contraintes.

**É. Rigolot** : Puisqu'on est dans le thème crucial des séquences techniques – depuis l'intervention d'ouverture jusqu'à l'entretien – et du coût de ces techniques, je voudrais simplement rappeler que cette problématique a été à l'origine du fondement du Réseau Coupures de combustible. Beaucoup d'ouvrages cités en exemple ce matin sont suivis par le Réseau. Aujourd'hui nous manquons de moyens de fonctionnement pour maintenir ces suivis qui sont, à mon sens, fondamentaux pour évaluer de l'efficacité de ces combinaisons de techniques, et l'impact sur la végétation, et pour choisir les itinéraires techniques les plus appropriés à chaque situation.







# Des programmes de recherche

---



*Des programmes de recherche, synthèse (D. Alexandrian)*

**Le phénomène des sautes de feu. Un programme de recherches européen :  
Saltus (P.Y. Colin)**

**Efficacité des coupures de combustible (É. Rigolot & J.L. Dupuis)**

**Retour d'expériences après incendies touchant des coupures de combustible  
(B. Lambert, A. Gaulier & A. Massaiu)**

*Débats*

Animateur | Daniel Alexandrian  
Agence MTDA  
Aix-en-Provence

### ■ LE GROUPEMENT D'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE « INCENDIES DE FORÊT »

Ce séminaire est une occasion de rappeler l'existence et de présenter succinctement le groupement d'intérêt scientifique « Incendies de forêt ». Créé officiellement le 11 septembre 1998, date de la dernière signature, le GIS n'est rien d'autre qu'une convention entre neuf organismes : Armines, le Cemagref, le CEREN, le CNRS, l'INRA, Météo-France, l'agence MTDA, l'ONF, et l'université de Provence. Sans identité juridique, il a surtout un rôle d'animation, puisque ses objectifs sont de :

- favoriser la coopération et développer des synergies entre les équipes de recherche ;
- élaborer et coordonner des programmes de recherche sur les incendies de forêt ;
- aider à structurer l'offre de recherche, notamment au regard des financements disponibles aux plans régional, national ou international ;
- assurer la diffusion et la valorisation des résultats obtenus.

Les projets en cours ou réalisés sont récapitulés dans le tableau ci-dessous. Le projet présenté au cours de ce séminaire sur l'efficacité des coupures de combustible est l'un des projets discutés au sein du GIS.

### ■ PRÉSENTATIONS FAITES AU COURS DU SÉMINAIRE

Trois projets ont été présentés au cours de cette session.

#### **Le phénomène des sautes de feu. Un programme de recherches européen : Saltus** (Pierre-Yves Colin)

Les sautes de feu sont « normales », loin d'être rares ; l'enquête a montré que 50% des feux étudiés au cours de l'été 1998 (toutes surfaces confondues) avaient connu des sautes de plus de 100 m. D'où des conséquences importantes en matière d'aménagement et de lutte.

### **Évaluation de l'efficacité des coupures de combustible**

(Jean-Luc Dupuy & Éric Rigolot)

Les modèles complets permettent de prévoir le comportement du feu sur quelques mètres. Il faut donc encourager les travaux dans le domaine de la modélisation physique, afin que dans quelques années, ces prévisions puissent être étendues à l'échelle qui intéresse le gestionnaire.

#### **Retour d'expérience sur incendie touchant des coupures de combustible : acquis du Réseau Coupures de combustible et du projet Pyroscope** (Alexandra Gaulier, Bernard Lambert & Antonella Massaiu)

L'analyse de cas réels est très riche d'enseignement. Bien que coûteuse en temps, il a été clairement démontré qu'elle nécessitait à la fois une approche globale et une approche locale, complémentaires dans la compréhension des phénomènes.

### ■ LA RECHERCHE : POUR QUOI FAIRE ?

Les recherches en cours présentées ont permis de formuler quelques observations générales :

- au moins deux des trois projets ne correspondaient pas à une demande « formelle » des gestionnaires, comme Saltus, dont certains s'étonnent aujourd'hui qu'on ne s'y soit pas intéressé plus tôt ! Dans le passé, la même situation a été observée avec les brûlages dirigés : il a fallu dix ans d'expérimentations à petite échelle, se heurtant parfois à beaucoup de scepticisme, avant de provoquer un certain engouement ;
- la session sur la recherche a suscité peu de débats ; l'intérêt manifesté lors de la présentation de certains résultats laisse néanmoins penser que des questions sur les coupures de combustible existent ;
- les méthodes d'investigation évoluent ; souvent cantonnées au laboratoire (feuille de papier ou ordinateur), elles s'étendent au terrain, simple lieu de validation de modèles et/ou véritable laboratoire extra-muros ;
- enfin, les participants ont souligné le « courage » des chercheurs de présenter des résultats provisoires, simplifiés ; le fait est assez peu fréquent pour mériter d'être souligné.

Année	Projets	Équipes
1997	État des connaissances sur l'impact des incendies	Toutes
1998	Efficacité des coupures de combustible	INRA, IUSTI, ONF, Armines
1998	Cartographie du risque d'incendie : mise en adéquation des besoins, des données et des méthodes	CEMAGREF, Armines, MTDA
1998	Potentialités d'inflammation des formations végétales méditerranéennes	CEREN, IMEP
1999	Instrumentation et mesures de données sur les incendies de forêt	CNRS, SDIS13, CEREN
1999	Analyse spatiale et fonctionnelle de la réponse des écosystèmes après incendie en basse Provence calcaire	IMEP, CEMAGREF

# Le phénomène des sautes de feu

## Un programme de recherches européen : Saltus

Pierre-Yves Colin

### Sautes de feu et incendies de forêt

Les sautes de feu sont des projections de particules enflammées ou incandescentes (brandons) à l'origine de foyers secondaires en avant du front de flamme.

Les brandons, entraînés dans la colonne de convection et transportés par le vent, peuvent parcourir des distances plus ou moins longues (plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs kilomètres) selon les conditions du milieu.

*Remarque : Les flammes franchissant des obstacles (routes, canaux...) ne sont pas des sautes de feu.*

Ce phénomène a d'importantes conséquences sur les stratégies de prévention et de lutte :

- mise en danger des combattants du feu ;
- destruction de biens matériels ;
- réduction de l'efficacité des coupures de combustible ;
- incidences sur certains brûlages dirigés ;
- non-prise en compte dans les modèles de propagation des feux.

Le phénomène semble dépendre de nombreux facteurs, qui sont étudiés par le programme Saltus : vitesse du vent, pente, l'humidité relative de l'air, nature de la végétation au point de départ de la saute, caractéristiques du combustible récepteur (*recouvrement, nature, teneur en eau, compacité, structure*).

On distingue trois phases au cours d'une saute de feu :

- Décollage, ou arrachage de la particule de son support.
- Transport.
- Ignition d'un foyer secondaire.

### Objectifs du programme Saltus

Acquérir des connaissances, aussi exhaustives que possible, sur le phénomène et les mécanismes mis en jeu dans les sautes de feu.

Développer des modèles de prévision des sautes de feu.

Les résultats du programme SALTUS permettront aux responsables de la prévention et de la lutte de mieux prendre en compte le phénomène des sautes de feu dans leurs décisions et leurs actions.

### Méthode et organisation

La méthode proposée combine deux approches complémentaires :

- une approche statistique basée sur l'étude de 250 feux passés, pris dans les cinq pays du programme (Espagne, France, Grèce, Italie, Portugal). Cette approche permettra de développer un modèle de prévision des probabilités de sautes et des distances d'essaimage en fonction des conditions du milieu ;
- une approche théorique et expérimentale combinant la simulation numérique du transport des particules et l'expérimentation en laboratoire sur le déclenchement des foyers secondaires. Cette approche est complétée par le suivi de feux pendant qu'ils se produisent. Les données collectées sur ces feux permettront de valider les résultats.

La durée totale du programme Saltus est de trois ans. Il a débuté le 1<sup>er</sup> avril 1998.

#### ■ Approche statistique

Elle concerne les trois phases de la saute de feu.

**Sélection, pour chaque pays, de 50 feux étudiés**

- choix d'une ou plusieurs zones à risque

Pierre-Yves Colin  
Cemagref  
Le Tholonet BP 31  
13612 Aix-en-Provence cedex 1

dans chaque pays ;

- sélection des N jours où se sont déroulés les 50 plus grands feux : le but est de n'étudier que des feux qui se sont déroulés dans des situations potentiellement à risque ;
- tirage d'un échantillon de 100 feux ayant eu lieu au cours de ces N jours, en équilibrant les classes de surfaces, cela afin de mesurer l'effet de la surface du feu sur la probabilité d'apparition des sautes ;
- élimination des 50 feux les moins bien documentés et de ceux qui ont concerné des forêts de petite surface (sans possibilité réelle de s'étendre).

### Collecte des données

Les données collectées sur les feux passés concernent les conditions météorologiques et topographiques ainsi que les caractéristiques de la végétation et du feu. Elles sont récoltées à partir :

- de la consultation de documents ;
- d'enquêtes auprès des témoins de l'incendie (services de lutte et de gestion) ;
- de visites sur le terrain.

### Traitement des données

Les variables explicatives sont recherchées grâce à des traitements simples. Une typologie des situations est bâtie, par analyses multivariées (analyse factorielle des correspondances, classification hiérarchique ascendante...). Enfin, on recherche les réponses à des questions particulières, par exemple :

- test du modèle de sautes de feu d'Albini ;
- étude des conséquences opérationnelles des sautes : surface brûlée supplémentaire, influence sur la vitesse de propagation, mobilisation de moyens ;
- mise en évidence des conditions entraînant certains types de saute de feu, par exemple :
- sautes se produisant sur de longues distances (plus de 100 m) ;
- sautes faisant partie du mode de propagation « normal », qui devraient impérativement être intégrées dans les modèles de propagation.

### Échantillon de 10 feux complémentaires, afin de valider le modèle

Ces feux de 1999 doivent :

- présenter une certaine diversité

(taille, conditions...) ;

- pour 1/3 d'entre eux, être sans saute.

## ■ Approche théorique et expérimentale

### Simulation numérique

Elle ne concerne que la phase de transport du brandon.

Elle consiste à modéliser le comportement des brandons sur ordinateur. Les calculs numériques permettront de prédire la trajectoire d'une particule portée par le vent et par la colonne de convection due à l'incendie. Le travail de simulation est divisé en quatre étapes :

- modélisation du vent en fonction de la topographie, avec une couche limite atmosphérique neutre ;
- modélisation du vent en fonction de la topographie, avec stratification thermique de la couche limite atmosphérique ;
- prise en compte de l'effet thermique d'un incendie de forêt (interaction vent – colonne de convection) ;
- introduction d'un brandon et prédiction de sa trajectoire.

La prise en compte de la végétation, dans la simulation numérique, fait l'objet d'un travail particulier. L'influence de la structure de la végétation sur le vent est étudiée grâce à des mesures sur le terrain et à des études en soufflerie.

### Expérimentation en laboratoire

Elle concerne le transport du brandon et le déclenchement du foyer secondaire.

Elle porte à la fois sur la caractérisation des brandons et sur l'inflammabilité des combustibles récepteurs.

Elle comprend trois grandes études :

1. Caractéristiques des brandons (poids, rapport surface/volume, coefficient de traînée<sup>1</sup>, caractéristiques de combustion, énergie calorifique, teneur en cendres, décomposition thermique). Cette première étude fournit des résultats nécessaires à la modélisation numérique :

- pour onze types de matériaux (aiguilles de pin d'Alep, frag-

ments d'écorce de pin d'Alep, de pin radiata, de pin pignon, d'eucalyptus et de chêne-liège, écailles de cône de pin d'Alep, de pin radiata, de pin pignon et de pin maritime, feuilles de chêne vert) ;

- pour deux états hydriques (sec à l'air, sec étuvé).

2. Influence des caractéristiques des brandons (nature, poids, géométrie, caractéristiques de combustion) sur l'inflammation (fréquence et délai) du combustible récepteur :

- pour trois modalités (brandons incandescents avec vent [deux vitesses] et enflammés sans vent) ;
- pour dix types de brandons (brindilles de pin d'Alep et de pin pignon, fragments d'écorce de chêne-liège, de pin d'Alep et de pin pignon, écailles de cônes de pin d'Alep et de pin pignon, cônes de pin d'Alep, feuilles de chêne vert, glands de chêne vert) ;
- pour deux combustibles récepteurs :
  - litière d'aiguilles de pin d'Alep, dans deux états hydriques différents (sèche à l'air, sèche étuvé) ;
  - tapis d'herbes sèches.

3. Influence des caractéristiques de la litière (nature, charge, état hydrique) sur son inflammation (fréquence, délai, durabilité) :

- pour neuf types de litière (pin d'Alep, pin maritime, pin pignon, eucalyptus, chêne pubescent, chêne vert, arbousier, houx, tapis d'herbacées) ;
- en utilisant un brandon normalisé.

### Suivi des incendies

Les données à collecter portent sur les trois étapes des sautes de feu (arrachage, transport, allumage).

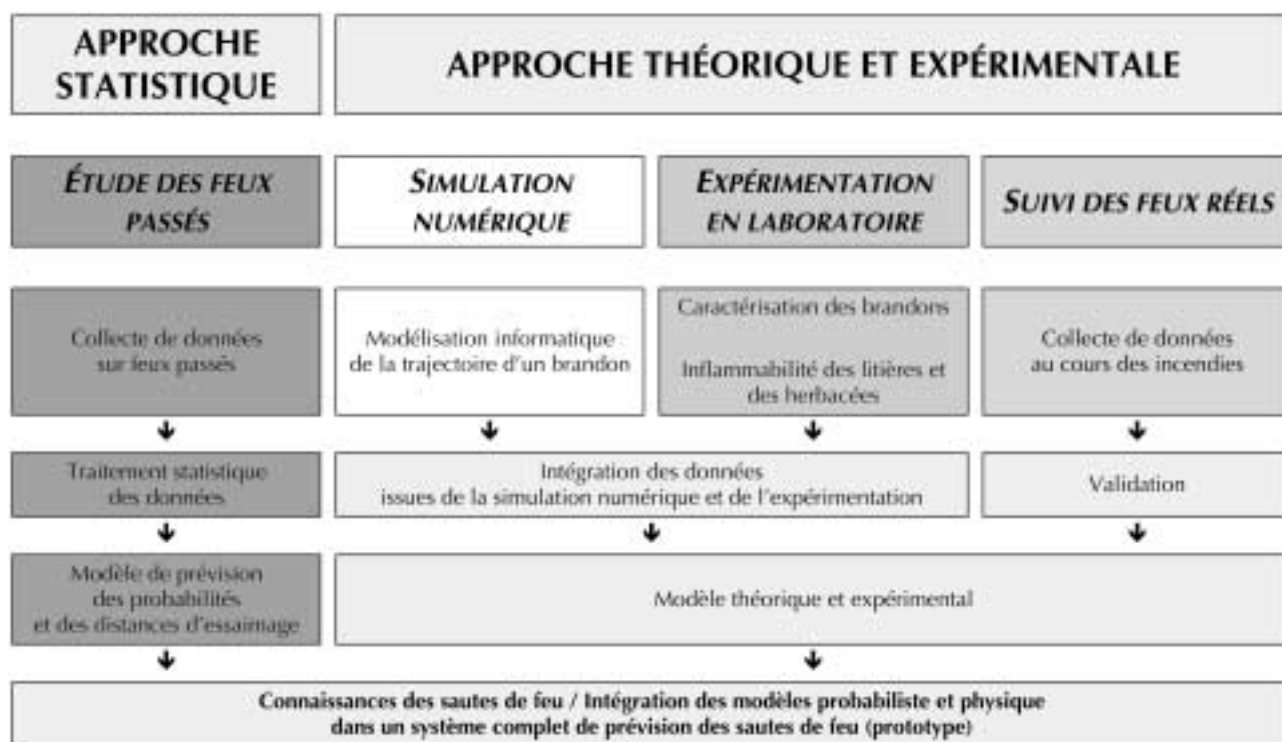
Les données collectées sur tous les incendies suivis concernent :

- les caractéristiques du feu et de sa propagation (type de feu, évolution et vitesse du front, description des flammes) ;
- les conditions météorologiques générales et locales (vent synoptique et vent local, humidité relative et température de l'air) ;
- la végétation (composition, structure, teneur en eau).

Dans le cas de feux avec sautes, des données complémentaires sont récoltées :

- végétation au point de départ du

<sup>1</sup> Le coefficient de traînée traduit l'influence de la géométrie d'un objet sur sa résistance au déplacement dans l'air.



feu (composition et structure) ;

- végétation au point d'ignition (nature, taux de couverture, teneur en eau du combustible) ;
- topographie du site ;
- distance sautée ;
- durée du transport ;
- type de brandon ;
- description de la colonne de convection.

Les équipes chargées de la collecte des données pendant les incendies travaillent en étroite collaboration avec les services de lutte.

Ces données permettront d'améliorer la connaissance qualitative du phénomène de sautes de feu et de valider le modèle expérimental et théorique.

## Partenariat

Dix équipes dans les cinq pays du sud de l'Union européenne.

### France

Cemagref

Agence MTDA

Espaces Méditerranéens

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS-IRPHE)

### Espagne

Instituto Nacional de Investigacion y Tecnologia Agraria y Alimentaria, Centro de Investigacion Forestal

Xunta Galicia, Conselleria de Medio Ambiente, Centro de Investigaciones Forestales – Departamento de Incendios Forestales y Proteccion Ambiental

### Portugal

Universidade de Tras-Os-Montes e Alto Douro

Instituto Superior Tecnico

### Italie

Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale Della Regione Sarda

### Grèce

Mediterranean Agronomic Institute of Chania

### Organismes associés

France : Institut National de la Recherche Agronomique

Espagne : Direction Générale de la Conservation de la Nature (ministère de l'Environnement)

**Coordonnateur :** Cemagref, groupement d'Aix-en-Provence, division Agriculture et Forêt méditerranéennes, équipe protection des forêts contre l'incendie

**Financement :** Contribution de la Commission européenne, DG XII et autofinancement des partenaires.

## Sautes de feu et coupures de combustible

Les coupures de combustible sont des bandes de terrain aménagées afin de limiter la puissance et la progression du feu pour permettre aux équipes de secours de lutter contre l'incendie dans les meilleures conditions d'efficacité et de sécurité.

Les coupures de combustible concernent le feu se propageant par continuité au sein de la végétation, et non par sautes de feu.

L'efficacité d'une coupure est mise en défaut si une saute de feu allume un nouveau foyer au-delà de la ligne de défense. La sécurité des équipes de lutte peut alors être menacée. Or des sautes longues peuvent aisément traverser des coupures de plusieurs centaines de mètres de largeur.

Les résultats du programme Saltus, déterminant les conditions propices aux sautes de feu (végétation au point de départ, végétation au point d'arrivée, topographie), pourront être utilisés pour aider à l'implantation et au calibrage des coupures de combustible.

Surface	Nombre
Moins de 1 ha	11
De 1 à 10 ha	61
De 10 à 100 ha	60
De 100 à 1 000 ha	51
Plus de 1 000 ha	18
<b>Total</b>	<b>201</b>

Tableau 1. Répartition des feux étudiés par classe de surface

Pays	Total	Avec sautes	Pourcentages
Espagne	31	21	68
France	47	32	68
Grèce	44	25	57
Italie	36	22	61
Portugal	43	25	58
<b>Total</b>	<b>201</b>	<b>125</b>	<b>62</b>

Tableau 2. Nombre de feux étudiés présentant des sautes

Pays	Total	Avec sautes	Pourcentages
Espagne	75	60	80
France	58	42	72
Grèce	47	25	53
Italie	69	31	45
Portugal	62	34	55
<b>Total</b>	<b>276</b>	<b>176</b>	<b>64</b>

Tableau 3. Nombre de situations intermédiaires étudiées présentant des sautes

Pays	Distance maximale	Distance moyenne
Espagne	2 400	271
France	1 100	263
Grèce	800	153
Italie	450	171
Portugal	500	53
<b>Total</b>	<b>2 400</b>	<b>199</b>

Tableau 4. Longueur des sautes observées

Département	Nb feux étudiés	Longueurs maxi observées
7	4	60
11	6	640
13	6	1 100
30	5	520
34	5	250
48	2	0
66	1	430
83	6	400
2A	5	466
28	7	300
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>1 100</b>

Tableau 5. Nombre de feux étudiés et longueurs maximales des sautes par département français

## Premiers résultats

Les travaux devant durer 3 ans, les résultats ne sont encore que partiels. Cependant :

- les enquêtes sur les feux passés sont maintenant achevées, et des traitements simples des informations recueillies permettent déjà de dégager quelques tendances et quelques données quantitatives ;
- les suivis d'incendies au cours des étés 1998 et 1999 ont donné lieu à des observations qualitatives qui seront complétées par de nouveaux suivis au cours de l'été 2000. Ils donnent aussi des informations sur les quantités de brandons émis et reçus ;
- en ce qui concerne les travaux d'expérimentation, les études des caractéristiques des brandons et de l'inflammation des combustibles récepteurs permettent de dégager des premiers résultats simples ;
- la modélisation numérique montre les possibilités de simuler le vent sur des topographies complexes. Il est encore trop tôt pour disposer de résultats concernant la trajectoire d'un brandon.

**Tous les résultats présentés ci-dessous sont des résultats préliminaires, donnés à titre d'illustration.**

### ■ Importance des sautes de feu en Europe

*Résultats préliminaires issus de l'étude des feux passés en Europe*

Les enquêtes des feux passés ont concerné 201 incendies (tabl.1) entre le 25/08/94 et le 06/08/99, dont 174 pour la seule période du 30 juin au 30 octobre 1998. Ces 201 feux correspondent à 276 situations intermédiaires (positions du front de feu au cours de l'incendie). La surface des feux étudiés varie de 0 à 6 587 ha.

**Les sautes de feu représentent un phénomène très courant :**

- fréquence des feux étudiés avec sautes en Europe : 62% (tabl.2) ;
- fréquence des situations intermédiaires avec sautes en France : 72% (tabl.3)

**Les longueurs de saute (tabl.4) peuvent être très importantes :**

*Un maximum de 2 400 m a été trouvé en Espagne.*

Il faut distinguer :

- les petites sautes, inférieures à

100 m, très nombreuses, qui représentent un phénomène différent des sautes plus longues et qui sont plus facilement maîtrisables ;

- les grandes sautes, supérieures à 100 m.

### ■ Importance des sautes en France

*Résultats préliminaires issus de l'étude des feux passés en France (tabl.5)*

À l'exception de la Lozère, les sautes de feu concernent tous les départements méditerranéens français.

### ■ Quelques analyses concernant les sautes de feu en France et au Portugal

*Résultats préliminaires issus des suivis d'incendie au Portugal en 1998 et en France (Corse-du-Sud) en 1999 (sept feux et onze sautes) et quelques travaux d'expérimentation réalisés en France et en Espagne.*

#### Les brandons

Les particules végétales émises, transportées et reçues (sans considérer leur capacité à allumer un foyer secondaire) sont très variables :

- en nature (écorce, feuilles, brindilles) ;
- en espèces (*Pinus pinaster*, *Castanea sativa*, *Eucalyptus*, *Cytisus*, *Quercus pyrenaica*, fougères) ;
- en tailles (inférieures à 0,5 cm jusqu'à 8 cm observées en vol).

Le tableau 6 montre :

- des départs très fréquents (pluie) de feuilles de grandes dimensions ;
- des arrivées fréquentes de morceaux d'écorce.

On note une forte fréquence des particules de petites tailles (tabl.7), qui représente un phénomène normal des incendies de forêt.

Le tableau 8 détaille les observations de morceaux d'écorce transportés à plus de 1000 m, et des feuilles de châtaigniers à 350 m.

En conditions expérimentales, les gros brandons, de forme massive, (cônes entiers, fragments d'écorce, brindilles, écailles de cônes de pin pignon) enflamment plus facilement une litière d'aiguilles que les

Nature	Quantité émise	Quantité reçue	Espèce	Taille (cm)
écorce	variable	fréquents	<i>Pinus pinaster</i>	0,5-1
écorce		fréquents	<i>Pinus pinaster</i>	1-2
écorce		fréquents	<i>Pinus pinaster</i>	1-5
feuille	pluie	isolés	<i>Quercus pyrenaica</i>	1-5
feuille	pluie		<i>Eucalyptus</i>	
feuille	pluie		<i>Castanea sativa</i>	
feuille	pluie	isolés	<i>Castanea sativa</i>	8
feuille			Fougère	<0,5
brindille			fréquents	
brindille	<i>Cytisus</i> sp.	1-5		

Tableau 6. Quantités de particules émises et reçues en fonction de leur nature (France et Portugal)

Taille (cm)	Quantité émise	Quantité reçue	Nature	Espèce
<0,5cm	fréquents	pluie	brindille	<i>Cytisus sp. (mort)</i>
0,5-1cm		fréquents	écorce	<i>Pinus pinaster</i>
1-2cm		fréquents	écorce	<i>Pinus pinaster</i>
1-5cm		fréquents	brindille	<i>Cytisus sp.</i>
1-5cm	variable	fréquents	écorce	<i>Pinus pinaster</i>
1-5cm	pluie	isolés	feuille	<i>Eucalyptus</i>
>5cm			feuille	<i>Castanea sativa</i>
8 cm			feuille	<i>Castanea sativa</i>

Tableau 7. Quantités de particules émises et reçues en fonction de leur taille (France et Portugal)

Nature	Espèce	Forme	Taille (cm)	Distance (m)
écorce	<i>Pinus pinaster</i>	plat	0,5-1	200
écorce	<i>Pinus pinaster</i>	plat	1-2	> 1 000
écorce	<i>Pinus pinaster</i>	plat	1-5	500 à 750
feuille	<i>Castanea sativa</i>	plat	1-5	60 à 300
feuille	<i>Eucalyptus</i>	plat	1-5	
feuille	<i>Castanea sativa</i>	plat	8	
feuille	<i>Castanea sativa</i>	plat	>5	> 400
feuille	<i>Quercus pyrenaica</i>	plat		< 150
feuille	Fougère	plat		< 150
brindille	<i>Cytisus sp. (mort)</i>	filiforme	<0,5	20
brindille	<i>Cytisus sp.</i>	filiforme	1-5	< 50

Tableau 8. Types de particules et distances de transport (France et Portugal)

brandons plus petits ou de forme aplatie (écailles de cône de pin d'Alep, feuilles de chêne vert).

### Les combustibles récepteurs

Ils sont également de nature variable :

- à l'échelle du combustible élémentaire : bois pourri (très souvent présent), litière, souche, humus, herbacées, ronce ;
- à l'échelle de la formation végétale : maquis, pinède, aulnaie.

En conditions expérimentales, les litières d'aiguilles sont plus difficiles à enflammer que les tapis d'herbacées.

## ■ Les situations à risque en France

Résultats préliminaires issus de l'étude des feux passés en France

### Formations végétales

#### Émission (tabl.9)

95% des pinèdes sont à l'origine de sautes, contre moins de 50% pour les maquis.

La fréquence de sautes augmente avec l'accroissement :

- de la hauteur des arbres ;
- du couvert forestier ;
- du diamètre des arbres.

Pin maritime et chêne-liège donnent toujours des sautes supérieures à 100 m.

#### Réception (tabl.10)

Les zones favorables à l'émission ne sont pas favorables au déclenchement d'un foyer secondaire. En revanche, les végétations basses du type maquis paraissent propices à l'allumage.

Les peuplements à base de pin semblent très propices à l'émission de brandons, tandis que les végétations basses, type maquis, paraissent les plus propices au déclenchement d'un foyer secondaire. La succession dans le sens du vent de ces deux types de peuplement augmente le risque de sautes de feu.

### Position topographique (tabl.11)

#### Émission

Positions favorables : pentes descendantes et sommets.

Type	% de situations avec sautes	Distance maximale
Pin d'Alep	95	1 100
Pin maritime	100	640
Chêne vert ou liège	70	466
Chêne pubescent	67	100
Garrigue ou maquis	47	300
Divers	0	0
Total	72	1 100

Tableau 9. Types de végétation émettrice (France)

Type	Nb situations	% du total
Pin d'Alep	6	14
Pin maritime	5	12
Chêne vert ou liège	5	12
Chêne pubescent	4	10
Garrigue ou maquis	20	48
Divers	0	0
Châtaignier	2	5
Total	42	100

Tableau 10. Types de végétation réceptrice (France)

Type de paramètre	Critère	% de situations avec sautes
Combustible	Pin d'Alep, pin maritime	95
	Hauteur > 4 m	92
	Diamètre > 20 cm	100
	Biomasse > 20 t/ha	84
Topographie	Pente descendante	82
Météo	Vitesse moyenne du vent > 5m/s	84
	Vitesse maximale du vent > 20m/s	80
	Indice forêt Météo > 67	88
Physique	Surface déjà brûlée > 15 ha	91
	Vitesse de propagation > 0,6 km/h	92
	Longueur des flammes > 6m	93
	Intensité du front > 1 000 kW/m	83

Tableau 11. Influence de différents paramètres sur la fréquence de sautes (France)

### Réception

Positions favorables : pentes montantes et fonds de vallon.

Les situations les plus propices ne sont pas toujours celles que l'on imagine a priori. Ainsi, la situation la plus courante (en France) est la saute d'un versant descendant vers un versant montant, mais cela sem-

ble être le contraire au Portugal.

**Météorologie (tabl.11)** : Beaucoup de facteurs semblent n'avoir aucun effet (température, nombre de jours sans pluie).

En revanche, une valeur de l'**indice Météo France** supérieure à 67 entraîne de nombreuses sautes.

**Vent** : La plus forte rafale, c'est-à-dire la vitesse maximale  $V_{\max}$  au cours de la journée joue sur la longueur des sautes. Les sautes sont plus longues si  $V_{\max}$  est supérieur à 20 m/s.

**Caractéristiques physiques du feu** : Leur influence sur les sautes est résumée dans le tableau 11.

### Illustration du phénomène de sautes sur l'incendie de Miramas du 21 août 1999



Photo 1. Végétation au point d'émission des particules : pinède de pin d'Alep (cl. MTDA)



Photo 2. Trajectoire de la saute ayant parcouru 300 m au-dessus d'un champ labouré (cl. MTDA)



Photo 3. Point de réception : végétation au niveau du foyer secondaire (garrigue) (cl. MTDA)



# Efficacité des coupures de combustible

Éric Rigolot & Jean-Luc Dupuy

## Introduction

L'évaluation de l'efficacité des coupures de combustible est l'objectif de l'un des groupes de travail du Réseau Coupures de combustible (RCC) depuis 1997. Les bases de la méthode d'évaluation à dire d'experts ont été élaborées dans ce cadre. À partir de novembre 1998, l'étude s'est transformée en un projet de recherche plus complet financé par la DERF dans le cadre du groupement d'intérêt scientifique (GIS) sur les incendies de forêt pour une durée de trois ans. Ce projet de recherche est coordonné par l'équipe prévention des incendies de forêt de l'INRA d'Avignon et regroupe comme autres partenaires l'unité d'Écodéveloppement de l'INRA d'Avignon, l'Institut Universitaire des Systèmes Thermiques et Industriels (IUSTI) de l'université de Provence à Marseille, la section technique interrégionale de l'ONF à Avignon, le pôle des Cindyniques de l'École des Mines de Paris à Sophia-Antipolis.

## Objectifs finalisés

L'objectif premier d'une coupure de combustible, en termes de DFCl, est qu'un feu incident ne puisse la franchir. L'efficacité locale, c'est-à-dire l'efficacité à l'échelle d'un segment de coupure (une centaine de mètres) que l'incendie est supposé atteindre suivant un scénario donné, doit être appréciée en ce sens.

L'étude vise à donner des éléments d'évaluation de l'efficacité locale d'une coupure de combustible afin d'apporter une aide à la décision à la fois aux gestionnaires chargés de la conception de coupures ou de la programmation de travaux d'entretien, et aux services de lutte contre les incendies, utilisateurs de l'ouvrage. À ce jour, seuls des seuils d'embroussaillage très empiriques sont disponibles à cet effet. Cette démarche s'ins-



La coupure de combustible de Cadenet (Vaucluse)

crit dans le sens d'une optimisation des dépenses engagées pour la conception et l'entretien des ouvrages de prévention.

La finalité de ce projet est de proposer des critères d'évaluation plus pertinents, qui prennent mieux en compte le rôle des caractéristiques de la végétation d'un segment de coupure et de son voisinage, ainsi que l'implantation et les équipements de ce segment, sur le niveau de sécurité et la facilité d'action pour les forces de lutte amenées à utiliser l'ouvrage, et finalement sur son niveau d'efficacité selon les conditions météorologiques locales.

L'évaluation de l'efficacité de la coupure de combustible, prise dans sa globalité, est volontairement exclue des objectifs du projet. Les paramètres appréciables concernant la globalité de la coupure, comme la continuité de l'ouvrage. Les délais d'accès, la qualité des accès, ... ne sont pas pris en compte dans l'évaluation des segments présentés. Ces aspects seront abordés dans une étude ultérieure avec un protocole approprié.

Éric Rigolot  
Jean-Luc Dupuy  
INRA  
Équipe de prévention  
des incendies de  
forêt  
Avenue A. Vivaldi  
84000 Avignon

Zone d'étude	Départements	Chêne vert	Pin d'Alep	Chêne-îège	Pin maritime	Total
Provence calcaire	84	4	2	0	0	6
	13	0	7	0	0	7
	30	1	0	0	0	1
Provence cristalline	83	0	0	5	1	6
Corse	2A	0	0	2	3	5
	<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>25</b>

Tableau 1. Répartition des segments retenus pour la campagne d'évaluation 1999

## Contexte scientifique

La possibilité d'arrêter un incendie se produisant sur un segment de coupe suivant un scénario donné (conditions météorologiques, configuration du feu) dépend (i) des caractéristiques attendues du feu incident et du feu sur la coupe, (ii) de la perception du niveau de sécurité des moyens engagés et du niveau de difficulté de la lutte.

Deux approches complémentaires sont mises en œuvre pour tenir compte de ces deux composantes. La première approche passe par la modélisation physique du comportement du feu (dite approche par modélisation). La seconde passe par l'expertise effectuée par des pompiers, et plus largement par des personnes ayant une expérience de la lutte contre les incendies de forêt (dite approche à dire d'experts).

L'approche par modélisation s'appuie sur le développement récent par l'IUSTI de modèles physiques du comportement du feu qui fournissent un cadre théorique robuste pour la description du phénomène. Dans cette approche dite « mécaniste », le feu de forêt est considéré comme un écoulement multiphasique, réactif et radiatif. De premiers résultats encourageants ont été obtenus à l'échelle du laboratoire. L'élaboration de modèles issus de l'approche mécaniste, adaptés à des échelles plus grandes, est actuellement un enjeu de recherche. Parce que l'évaluation de l'efficacité des coupures de combustible impose des échelles de prédiction plus grandes mais demeurant raisonnables, elle offre un cadre attractif à la fois pour montrer les potentialités de l'approche mécaniste, pour l'éprouver, et pour améliorer le contenu des modèles qu'elle produit. Cette voie est aujourd'hui la seule possible pour aborder les problèmes de

composition hétérogène et de répartition spatiale non uniforme de la végétation rencontrée sur les coupures de combustible, et pour fournir les prédictions adéquates de la difficulté de combattre le feu.

L'approche à dire d'experts repose sur le recueil d'avis d'experts mis en situation sur des segments de coupures de combustible préalablement décrits avec précision (végétation, topographie, équipements). Il s'agit, pour un segment et un scénario donnés, de demander aux experts (i) d'évaluer les caractéristiques attendues du feu incident et du feu sur la coupe, (ii) de fournir des informations en relation avec la lutte contre l'incendie pour identifier les points faibles de la coupe, (iii) d'émettre un avis sur le risque de franchissement de ce segment de coupe par le feu et les raisons de ce risque.

Une fois recueillie cette connaissance, il convient de mettre en relation le niveau d'efficacité de la coupe avec les caractéristiques du segment de coupe et les scénarios envisagés. L'efficacité dépend de critères à identifier et à combiner pour définir des niveaux.

En terme scientifique, l'intérêt de l'approche à dire d'experts réside dans la mise au point de méthodes adaptées à l'analyse et la structuration d'informations tirées du retour d'expérience de la lutte contre les incendies de forêt.

L'approche par modélisation ne permet pas de fournir directement une évaluation de l'efficacité. En revanche, elle permet de déterminer objectivement des critères relatifs au comportement attendu du feu. Il convient donc d'en tirer des éléments synthétiques contribuant, avec la connaissance tirée de l'approche à dire d'experts, à quantifier le niveau d'efficacité d'un segment de coupe.

## Démarche scientifique et premiers résultats

### ■ Typologie des coupures de combustible et choix des segments

Cette tâche vise à réaliser une typologie opérationnelle des coupures de combustible et à identifier les critères d'échantillonnage des segments à retenir pour les expertises.

La typologie réalisée a largement servi de base à celle présentée en début d'ouvrage (« *Mises au point préliminaires* ») à laquelle on se reportera. Le premier critère retenu pour la sélection des segments est relatif aux strates de végétation, avec, (i) pour la strate arborée, la nature de l'espèce dominante, la densité des arbres sur la coupe et, dans certains cas, le type de sylviculture, et (ii) pour la strate arbustive, le niveau d'embroussaillage. Les autres critères pris en compte sont relatifs aux caractéristiques de la coupe, avec notamment sa largeur, sa position topographique et l'emplacement de la piste.

Pour la campagne d'évaluation 1999, 25 segments ont été retenus. Le tableau 1 donne leur répartition selon l'espèce d'arbre dominante et la localisation géographique. Une seconde série de segments complétant la première sera sélectionnée pour l'année 2000.

### ■ Description du combustible

Il s'agit de caractériser la végétation en termes de quantité, de composition et de structure, sur le segment, en détaillant certains paramètres nécessaires à l'approche par modélisation.

La méthode retenue consiste en la description des différentes strates de végétation sur des segments de coupe de 50 m de large et d'une longueur égale à la largeur de la coupe augmentée de 25 m dans le peuplement non débroussaillé de part et d'autre de la coupe. Les évaluations sont effectuées sur des carrés unitaires de 25 m de côté. Sur chaque carré unitaire, et pour chaque strate de végétation, les mesures du recouvrement et de la hauteur des trois espèces dominantes et de l'ensemble de la strate sont complétées par une évaluation de la fragmentation/agrégation du

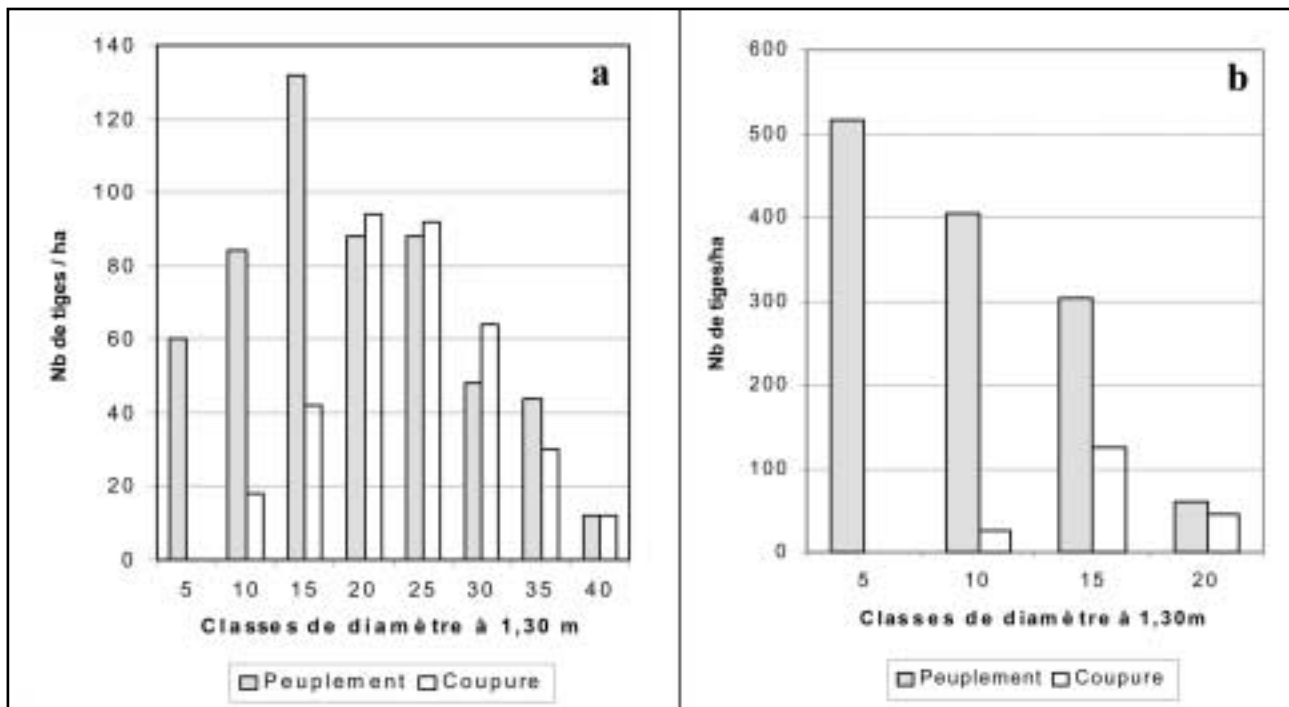


Figure 1. Distribution des classes de diamètre des arbres sur la coupure de combustible et dans le peuplement voisin sur les segments des Taillades (1a) et de Cadenet (1b).

combustible. De plus, un transect médian de l'ensemble de la bande décrite, permet une description fine de la structure de la végétation.

Des procédures automatisées sont actuellement mises au point pour transformer les données de base récoltées sur le terrain en données d'entrée pour les modèles.

Les premières descriptions de segments font apparaître des comparaisons inédites entre les caractéristiques de la végétation sur la coupure de combustible et dans le peuplement adjacent, notamment en ce qui concerne la structure de la strate arborée. Deux cas peuvent illustrer ce propos :

La coupure de combustible des Taillades dans le Vaucluse est une interface forêt-urbanisme en piémont ouest du massif du Petit Luberon. Le segment étudié d'une longueur de 100 m, est dominé par du pin d'Alep de 8 à 16 m de hauteur. La figure 1a illustre l'éclaircie réalisée sur les pins d'Alep lors de la création de la coupure de combustible en diminuant la densité des arbres de 500 à 350 tiges/ha.

La coupure de combustible de Cadenet est une coupure stratégique en position de crête au cœur d'un massif isolé en plaine de Durance (Vaucluse). Le segment

étudié d'une largeur de 80 m est dominé par du chêne vert de 4 à 8 m de hauteur. La figure 1b illustre la forte éclaircie réalisée, notamment dans les cépées de chêne vert, pour structurer la strate arborée de la coupure par balivage, ramenant la densité des arbres de 1300 à 200 tiges/ha.

### ■ Modélisation du comportement du feu

Les coupures présentent un milieu combustible caractérisé par des discontinuités horizontales et verticales. Il s'agit successivement de :

- Simuler numériquement le passage du feu de touffe à touffe, de touffe à houppier, ou encore de houppier à houppier, à l'aide des modèles d'écoulement multiphasique « complets ». Ces simulations seront validées à l'aide d'expériences de laboratoire qui seront conduites dans les prochains mois sur un nouveau dispositif mis en place par l'équipe INRA-PIF (feux « statiques »).
- Élaborer des modèles approchés de ces phénomènes sur la base de la compréhension et de la description physique, apportées par les simulations précédentes. Ces modèles approchés sont destinés à simuler le comportement du feu à l'échelle de la coupure. Outre la volonté de prendre en compte l'effet des discontinuités

de la végétation sur le comportement du feu, ces modèles approchés innoveront dans le traitement (i) des écoulements de gaz autour du foyer et de leurs conséquences sur la propagation du feu et (ii) des flux thermiques à distance.

Ces différents types de modèles, leurs possibilités et leurs limites actuelles, sont présentés plus haut (chapitre Préparer le terrain, « Apports de la physique du feu »).

### ■ Approche à dire d'experts

Dans chacune des trois zones géographiques du tableau 1, un groupe d'évaluateurs a été constitué d'une dizaine de pompiers et de forestiers ayant une expérience des incendies de forêt. Une grille d'évaluation de l'efficacité des segments de coupure de combustible a été mise au point et les évaluateurs ont été entraînés à son utilisation. Quatre scénarios d'incendie ont été définis, qui combinent la direction de propagation du feu (feu de face ou de flanc) et la vitesse du vent (60 km/h et 20 km/h). Sur chaque segment visité, un ou plusieurs scénarios sont proposés au groupe d'évaluateurs. Lors de la campagne d'évaluation 1999, 25 segments ont été visités pour un total d'une quarantaine de paires segment/scénario (tabl.1).

L'information recueillie est traitée en mettant en relation des paramètres de description des segments et des indicateurs d'efficacité, en combinant des méthodes statistiques de correspondance entre classes et des méthodes d'extraction de la connaissance. Dans un deuxième temps, des critères d'évaluation de l'efficacité des coupures sont construits à partir des paramètres pertinents retenus par ces deux méthodes.

Deux groupes d'indicateurs d'efficacité sont actuellement élaborés : (i) des indicateurs de franchissement de la coupure de combustible (probabilité de saute, probabilité de feu de cime, probabilité de feu courant) et des (ii) indicateurs de facilité de lutte (sentiment de sécurité, manœuvrabilité, gêne des fumées). Chaque indicateur d'efficacité est relié à des paramètres pris en compte dans les descriptions de segments. Ainsi la probabilité de franchissement en cime peut être exprimée notamment en fonction de la hauteur et de la densité des arbres et de la largeur de la coupure de combustible. L'analyse statistique permet d'identifier la combinaison des meilleurs prédicteurs de chaque variable à expliquer.

Dans l'attente d'une analyse approfondie de l'ensemble des données recueillies, une analyse préliminaire des évaluations réalisées met en évidence la très forte préoccupation des évaluateurs par rapport à la strate arborée. La trop forte densité des arbres sur les coupures de combustible visitées est le point le plus souvent souligné. Ce point est renforcé par la difficulté rencontrée, lors de la phase d'échantillonnage, pour localiser des segments de coupure avec une faible densité d'arbres.

À titre d'illustration, les segments des Taillades et de Cadenet ont été évalués de la manière suivante dans le cadre d'un scénario avec

vent à 20 km/h et feu de face.

Question 8 : Pensez vous arrêter le feu sur ce segment de coupure ?

Sur le segment des Taillades, 75% des évaluateurs imaginent un passage en cime généralisé sur la coupure, et 67% d'entre eux envisagent d'arrêter le feu par diverses actions de lutte. Tous les évaluateurs proposent l'éclaircie des pins comme première mesure d'amélioration du segment.

Sur celui de Cadenet, aucun évaluateur n'imagine un passage en cime généralisé sur la coupure, et tous pensent être en mesure de bloquer l'incendie sur ce segment. Aucune amélioration du segment n'est proposée.

Malgré une moindre largeur et des arbres plus petits, le segment de Cadenet semble plus efficace aux évaluateurs parce que les arbres y sont plus éloignés : la distance moyenne entre cimes sur la coupure est de 2 m au Taillades contre 12 m à Cadenet. L'éclaircie aux Taillades a éliminé les arbres de petits diamètres, sans mettre à distance les gros arbres conservés (fig.1a).

## ■ Validation des résultats

### Feux de validation des modèles de comportement

Comme déjà mentionné, certaines étapes de l'amélioration des modèles ou de la conception de nouveaux modèles, nécessitent d'être validées en réalisant des feux expérimentaux de laboratoire (banc thermique). Ces travaux sont actuellement en cours.

Des feux expérimentaux de terrain très instrumentés vont aussi être réalisés l'hiver prochain sur des coupures de combustible afin de valider les modèles à ce nouveau niveau d'échelle. Les conditions de brûlage devront, si possible, être bien différenciées en termes de

structure du combustible et de scénarios météorologiques. Bien entendu, ces feux expérimentaux ne peuvent pas être conduits dans les périodes où les conditions sont les plus sévères. Des situations de transition seront également recherchées : passage de touffe à touffe ou non, passage aux cimes localisé...).

### Analyses après incendies

Des rapprochements seront effectués entre les études de cas réalisées dans le cadre des analyses après incendies touchant des coupures de combustible (cf. intervention Lambert et al. « *Retour d'expériences...* », ci-après) et les segments analysés dans le cadre de l'approche à dire d'experts. Basés sur des structures de végétation et des contextes météorologiques sensiblement différents des cas des segments expertisés, ces rapprochements ne permettront qu'une validation partielle des critères d'évaluation proposés.

Enfin, les enseignements des retours d'expérience, effectués par les services de lutte sur des coupures similaires aux coupures étudiées, seront intégrés dans ces analyses.

## Conclusion

L'efficacité locale d'un segment de coupure constitue un des critères conditionnant les décisions du gestionnaire ou des services de lutte quant aux actions à conduire. Le niveau de ce critère doit être traduit en termes de règles pour l'action :

- seuils d'embroussaillage ;
- seuils caractérisant les discontinuités dans la répartition du combustible, y compris la strate arborée ;
- espèces végétales à favoriser ou à éliminer ;
- position topographique et largeur locale de la coupure ;
- caractéristiques et emplacement des équipements (pistes, bandes décapées...).

# Retour d'expériences après incendie touchant des coupures de combustible

Bernard Lambert, Alexandra Gaulier & Antonella Massaiu  
illustrations de Marc Clopez

La coupure de combustible devant avant tout être une zone d'appui à la lutte, l'analyse de son comportement lors de l'incendie requiert l'étude conjointe de trois composantes : la coupure de combustible, l'incendie et les actions de lutte qui sont menées. La description de ces trois pôles de l'événement permet ensuite de comprendre comment elles ont interagi. Voir à ce propos le document n°2 du Réseau Coupures de combustible publié en octobre 1999 aux éditions de la Cardère.

## Approche globale, approche locale, quels enseignements en tirer ?

### ■ L'approche globale

L'approche globale décrit et analyse successivement les six points suivants :

*(En préambule : présentation du patrimoine que doit protéger la coupure et caractères principaux de l'incendie.)*

- Le type d'incendie
- De l'alerte à la première intervention
- L'organisation des moyens de lutte
- La coupure
- L'efficacité de la coupure
- Les enseignements généraux

### Exemple de la coupure de Pianella dans l'incendie de Piana du 24/07/1999 (Corse-du-Sud)

Pour la retranscription des grandes étapes de l'incendie et des principales actions de lutte qui ont été menées (composantes 2 et 3 de l'approche globale), c'est la méthode de «retour d'expérience croisée et relative au feux de forêt» proposée par la Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne qui a été utilisée.

### Principal enseignement

Malgré des problèmes de visibilité, la coupure a permis de lutter en toute sécurité, pour un véhicule – et même pour un homme à pied luttant à la branche –, contre un front montant de l'incendie (dans les conditions rencontrées ce jour-là). La progression de la tête du feu a été stoppée.

Intérêt de l'approche globale : C'est la démarche de l'analyse globale, avec la reconstitution du déroulement de l'incendie en confrontant plusieurs « vécus », qui a permis de déterminer le changement de la direction générale de propagation de l'incendie (d'une direction générale de propagation latérale, l'incendie est passé dans une seconde phase à une propagation montante).

### ■ L'approche locale (le segment)

Par un effet de zoom, il s'agit de reconstituer et d'analyser le comportement du feu sur les milieux et dans les situations topographiques les plus caractéristiques.

Le segment, zone de l'étude locale, est un 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.

L'approche locale prend en compte :

- la météo ;
- le combustible ;
- la configuration et la vitesse du front ;
- la puissance du front en relation avec la lutte sur la coupure ;
- les manœuvres sur la coupure.

### Exemple de la Licagif de la D668 lors du passage de l'incendie de Pont-de-l'Oso du 18/8/1994 (Corse-du-Sud)

Une comparaison est faite entre deux segments qui sont soumis au même type d'in-

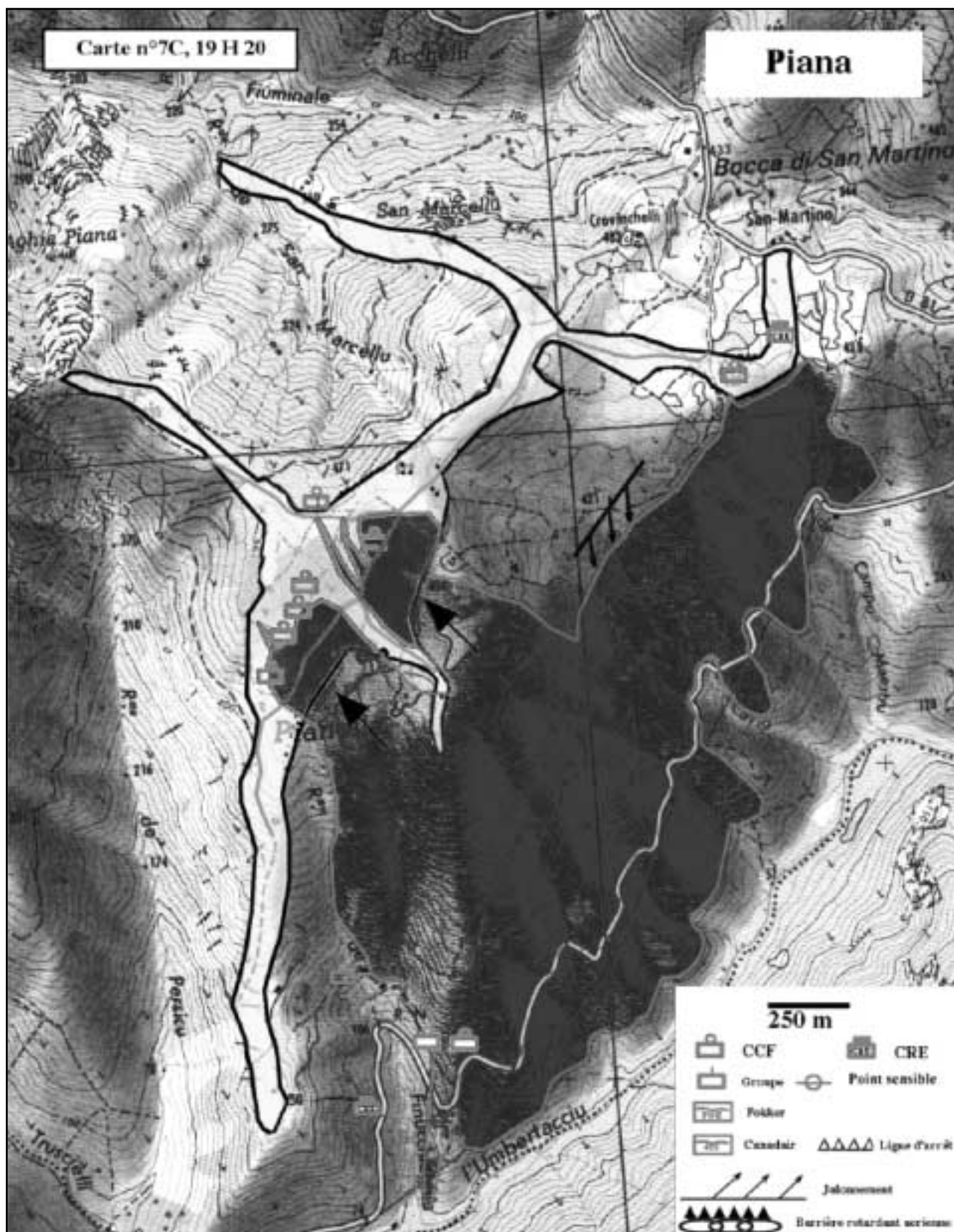
Bernard Lambert  
SIME  
2 rue du Soleillé  
66500 Prades

Alexandra  
Gaulier  
Antonella  
Massaiu

Espaces  
Méditerranéens  
Les Plaines de  
Lambert  
83670 Fox Amphoux

Marc Clopez

DDAF de l'Hérault  
Maison de  
l'Agriculture  
Place Chaptal  
34261 Montpellier  
cedex 2



**Propagation de l'incendie de Piana du 24/7/1999 et sa position par rapport à la coupure de Pianella à 19h20.** Carte extraite du document « Analyse de l'incendie de Piana du 24 juillet 1999 - Rôle joué par la Licagif de Pianella », réalisé dans le cadre du programme Pyroscope (voir note infra page 137).

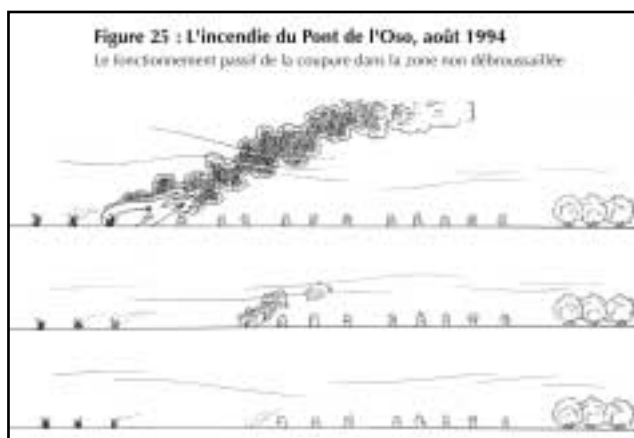
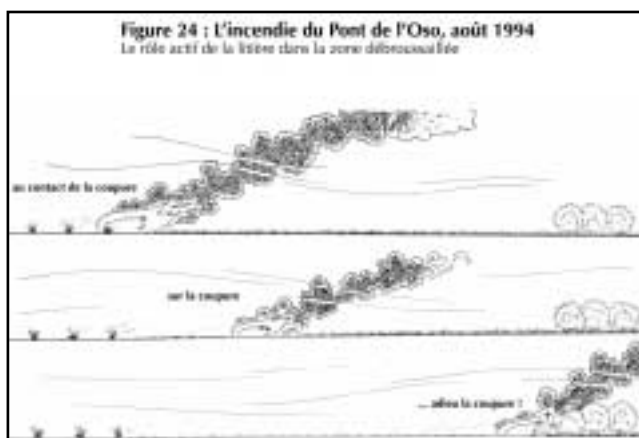
cendie (un feu d'été moyen, descendant la pente ou à plat, poussé par un vent modéré) mais qui diffèrent par l'état de la coupure :

- une cistaie de deux ans débroussaillée et broyée quelques semaines auparavant pour le premier segment ;
- une cistaie âgée de deux ans non

débroussaillée pour le second.

#### Principal enseignement

Le feu est passé sur le segment débroussaillé et broyé alors qu'il



**Les segments étudiés sur l'incendie du Pont-de-l'Oso du 18 août 1994** (Extrait du document n°2 du Réseau Coupures de combustible « Analyse après incendie de six coupures de combustible »)

s'est arrêté sur le segment non débroussaillé. Les deux segments avaient la même quantité de biomasse mais la structure du combustible était différente.

La litière de broyat (complétée par un peu de brachypode) présentait un bon vecteur pour permettre aux têtes de l'incendie de traverser la coupure par l'intermédiaire de langues de feu courant au sol (il aurait été intéressant de brûler ce broyat avant l'été). Ce feu courant était toutefois aisément maîtrisable par des moyens légers, malheureusement non disponibles.

A contrario, dans la zone non débroussaillée, la discontinuité de la litière n'a pas permis pas aux langues de feu de franchir la coupure. La coupure n'a donc pas fonctionné de manière totalement passive sur ce secteur.

## Le recueil des données. Les grandes étapes de la méthodologie proposée

En raison des contraintes sociales et institutionnelles qui accompagnent souvent les grands feux, il est préférable de se concentrer sur l'étude des feux moyens – de l'ordre de la centaine d'hectares – sur lesquels il est possible d'avoir une vision objective et cohérente. Ainsi, quand l'observation directe d'un incendie n'a pas été possible et que l'on doit choisir l'incendie à étudier (le recueil de données commence alors à l'étape n° 2), on préférera les feux moyens aux grands feux.



### Des techniciens chargés du retour d'expériences

Ils connaissent le feu de forêt, leurs secteurs (connaissance du milieu, du PIDAF) et ont été formés à la méthode.

Ils sont en écoute radio, prêts à partir sur l'incendie. Ils peuvent néanmoins avoir une autre activité (tourné de terrain...) qu'ils devront délaissier en cas d'incendie déclaré.

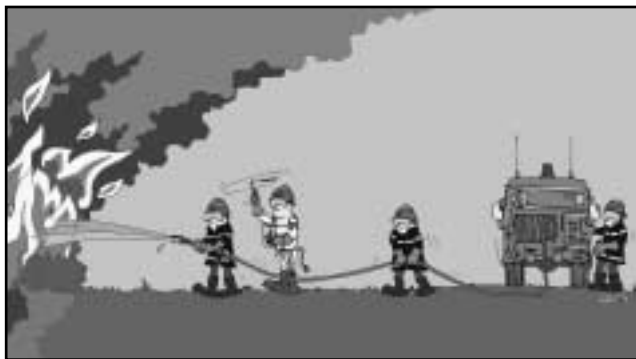


### Étape n° 1A. L'observation « en direct » de l'incendie en restant tout d'abord à distance

Il est très important de faire un premier point à distance quand on arrive sur l'incendie. Il servira de repère pour la reconstitution du déroulement de l'incendie.

L'observation à distance permet : une mesure des paramètres météorologiques, des prises d'images vidéo ou photo, des cartographies horaires du contour du feu, des évaluations de la vitesse du feu...

L'observateur peut retransmettre des informations au CODIS ou au commandant des opérations de secours.



### **Étape n° 1B. L'observation de l'incendie « au contact »**

Les relevés doivent être réalisés en toute sécurité : le technicien doit avoir une connaissance du comportement de l'incendie et un bon équipement personnel. Il doit être identifié et intégré par le dispositif de lutte.

L'observateur consigne dans une fiche standard les relevés de végétation, les mesures des hauteurs de flammes, des paramètres météo...

C'est l'occasion d'une enquête « à chaud » auprès du personnel de lutte, juste après l'action.



### **Étape n°2. Collecte « au calme » et première analyse des données**

Même si la collecte de données est fructueuse pendant l'incendie, il manque toujours beaucoup d'éléments pour pouvoir analyser, aussi bien à l'échelle globale que locale.

De nombreux documents vont être nécessaires pour la poursuite de la réflexion : mains-courantes des services incendies, documents sur la conception et la réalisation de la coupure (cartes, PIDAF...), documents sur le contexte de l'incendie (indice de risque, état hydrique de la végétation, ...).

Une première enquête « au calme », mais à faire rapidement après l'incendie, auprès de personnes présentes sur le feu, apportera déjà un grand nombre de réponses.

Certaines données manquantes pourront être calculées (vitesse du feu, phytomasse,...).



### **Étape n° 3. Le débriefing**

L'objectif du débriefing est d'identifier des « phases intermédiaires » du déroulement du feu, schématisant les grandes étapes de l'incendie en intégrant à la fois son déroulement et les principales actions de lutte menées.

Cette réunion confronte les points de vue des personnes présentes sur l'incendie (acteurs de la lutte, gestionnaire des aménagements DFCI, autres témoins du feu).

Cette réunion doit être préparée à l'avance (avoir une première reconstitution de la montée en puissance des moyens, une cartographie du contour final de l'incendie, ...). Elle tire son intérêt de la confrontation des visions partielles de l'incendie qu'ont eues chacun des participants.

C'est une réunion informelle, animée (dans tous les sens du terme !), où l'on doit veiller à ne pas porter de jugement sur les actions de lutte menées. L'animateur doit être « neutre », ne pas être impliqué ni dans la conception de l'ouvrage étudié, ni dans l'opération de lutte qui a été menée.



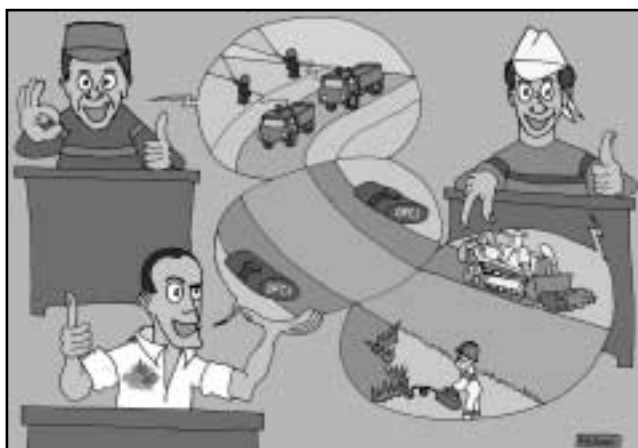


#### Étape n°4. Le retour sur le terrain avec le témoin principal

Le technicien chargé du retour d'expérience et le témoin principal (souvent un acteur de la lutte) de l'événement retournent ensemble sur le terrain pour valider les reconstitutions du débriefing et la fiabilité des données collectées.

C'est l'occasion de compléter « au calme » les données locales sur le segment.

À l'issue de ce travail de terrain, toutes les possibilités de collecte de données ont été épuisées.



#### Étape n° 5. Le temps de la réflexion et de la validation

La synthèse et l'analyse des données se font en termes :

- d'efficacité de la coupure face à l'incendie ;
- d'enseignements généraux qui peuvent être tirés de cette étude de cas.

L'ensemble des structures départementales impliquées dans la prévention et la lutte contre les incendies valide l'étude de cas. Cela permet :

- une réflexion entre concepteurs et utilisateurs de la coupure ;
- l'émergence de propositions d'amélioration pour ce type de coupure à partir d'un cas concret ;
- une discussion inter-organismes sur la stratégie du département.

## Conclusions

### Les atouts du retour d'expérience

En plus de toutes les propositions d'amélioration qui concernent directement la coupure étudiée, le retour d'expérience permet de confronter les points de vue de tous les organismes impliqués dans la prévention et la lutte contre les incendies. Ces discussions, souvent animées, peuvent servir de point de départ à des propositions pour la conception des coupures au niveau départemental ainsi qu'à l'élaboration de nouvelles stratégies d'utilisation par les services de lutte, fondées sur l'étude de cas concrets.

### La nécessité d'une méthode commune

Le retour d'expérience sur coupures de combustible touchées par un incendie est un travail qui demande beaucoup de disponibilité et d'investissement personnel. Il faut reconstituer l'incendie pas à pas, et même lorsque l'on était présent sur le feu, il demeure toujours des données manquantes que les enquêtes, le débriefing ou le retour sur le terrain n'ont pas pu compléter. Il faut alors reconstituer ces données tant

bien que mal à partir de méthodes d'extrapolation qui ont leurs limites. Au technicien chargé du retour d'expérience de compléter avec discernement la reconstitution de l'incendie.

L'exploration de toutes les possibilités de collecte de données, l'organisation de réunions de débriefing inter-services, les synthèses et réflexions à mener nécessitent de disposer de beaucoup de temps pour réaliser une étude de cas.

Le temps de travail est chiffré à environ un mois pour le technicien chargé du retour d'expérience (sans doute un peu moins si son équipe a pu observer l'incendie « en direct »<sup>1</sup>), temps auquel s'ajoute le travail des acteurs locaux :

- les journées passées en enquête pour le témoin principal ;

- le temps passé par chacun des organismes impliqués, relais indispensables au bon déroulement de la reconstitution.

Aussi un objectif réaliste serait de traiter un cas par département chaque année. Il faudrait alors que tous les départements utilisent la même méthode afin de pouvoir mettre en commun les études de cas. On pourrait ainsi en tirer un grand nombre d'enseignements, aussi bien en termes techniques qu'en termes d'évaluation des politiques DFCI en place.

Toujours dans le souci d'utiliser une méthode commune, la méthode du « retour d'expérience croisée » proposée par la Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne paraît tout à fait adaptée à la reconstitution des différentes phases du déroulement de l'incendie, une des étapes importantes de la démarche générale du retour d'expérience sur l'efficacité des coupures de combustible.

Une méthodologie détaillée pour le retour d'expérience sur les incendies ayant touché des coupures de combustibles peut être obtenue auprès des auteurs.

<sup>1</sup> Le programme Pyroscope a pour objet de réaliser en Corse-du-Sud un retour d'expérience incluant systématiquement le suivi sur incendie, axé sur trois phénomènes : l'efficacité des coupures de combustible, les sautes de feu et l'autorésistance des peuplements. Il a pour objectif, entre autres, de définir les modalités pratiques du suivi sur incendie, le nombre de personnes nécessaire pour constituer une équipe départementale, et la disponibilité que doit avoir cette équipe (fin du programme Pyroscope avril 2001).

#### ■ INTÉRÊT DU BROYAGE ET GESTION DU BROYAT

**G. Vannier** : Selon le type de broyeur utilisé (à chaînes, à marteaux fixes ou à marteaux mobiles), le broyat et le travail obtenus sont différents. Avec un broyeur à chaînes, le broyat est peu dense et devient très combustible dès que les particules ont séché. Avec un broyeur à marteaux, le broyat est plus dense et partiellement enfoui dans les horizons superficiels du sol ; il est donc moins combustible.

**M. Costa** : La taille des particules n'a pas été mesurée. J'ai observé sur deux incendies récents que le feu se propage très rapidement dans le broyat même si les flammes sont plus petites. Je préconise de compléter le broyage par le brûlage dirigé du broyat ou son enfouissement comme le fait le SIVOM des Maures.

**É. Rigolot** : Si broyer c'est bien, il faut préciser que broyer et brûler, c'est mieux.

**J.C. Valette** : Le broyage réduit le phytovolume et augmente la compacité du combustible, ce qui induit une réduction de la hauteur de la flamme et de la dynamique du feu. Mais il accroît le danger, au moins au cours du premier été, la teneur en eau du combustible mort étant 8 à 10 fois plus faible. Pour réduire la quantité d'énergie libérée, il faut compléter le broyage par la réduction de la phytomasse du combustible en associant le brûlage dirigé ou l'enfouissement. Mais le combustible enfoui brûle en un feu qui couve, long à maîtriser. Les herbicides permettent de limiter la repousse après broyage. La mise en andains du broyage, suivi du brûlage de ces andains, ne me paraît pas une solution satisfaisante, il est plus facile de brûler le broyat régulièrement réparti au sol qu'un andain dans lequel la terre est mélangée aux particules.

**F. Binggeli** : Le broyage demeure une technique coûteuse, et dans les zones où des problèmes d'érosion ne se posent pas, la mise à nu à l'aide de la lame de buteur est une solution efficace et économique.

**J.L. Guiton** : Le broyage réduit la taille des flammes, ce qui facilite la lutte.

#### ■ LE RETOUR D'EXPÉRIENCES

**A. Jardinet** : Sur l'exemple de Piana, je voudrais savoir si la direction du vent a effectivement changé ou si le feu est remonte vers l'ouvrage grâce à la pente.

**G. Duplaa** : J'étais présent sur les lieux, il y a eu inversion de la direction du vent et donc conjonction des effets de la pente et du vent.

**A. Gaulier** : Les interviews effectuées lors du retour d'expérience le confirment aussi.

**M. Costa** : Quelle confiance accorder aux dires des témoins lorsque deux agents indiquent des hauteurs de flammes de 3 et de 30 m ? Comment utiliser l'information ?

**A. Gaulier** : C'est au responsable du retour d'expériences, grâce à la connaissance de la situation qu'il a acquise au cours de sa collecte d'informations, de faire le tri dans les témoignages.

**B. Foucault** : La Délégation a lancé deux opérations, l'une dans l'Ardèche, l'autre dans l'Aude ; l'analyse des résultats n'est pas aisée car toutes les fiches ne sont pas encore revenues. J'insiste sur le fait que le retour d'expériences n'est pas un outil de validation. Un rapport d'expertise ne peut être utilisé comme un retour d'expériences que si le destinataire décide de le diffuser. Le retour d'expérience ne doit pas concerner que les feux catastrophes, savoir pourquoi un feu a pu être « éteint dans l'œuf » est aussi riche d'enseignements. Sur les crédits 2000, la Délégation a prévu 100 KF pour permettre aux départements qui le souhaitent, de réaliser des retours d'expériences. En Corse-du-Sud, le crédit incitatif du Conservatoire a permis de réaliser des opérations comme celle de Piana. Je pense qu'un groupe de travail ou qu'un réseau sera probablement nécessaire pour faire avancer la question.

**A. Gaulier** : J'insiste sur le fait que la méthode décrite et les jugements qui sont portés ne concernent en aucun cas la lutte, mais l'efficacité de la coupure ; ce sont des enseignements généraux sur la conception, la réalisation et l'entretien des coupures.

**A. Gaulier** : L'équipe est composée de quatre personnes (deux sur le terrain et deux à distance) et elle assure un suivi du 1<sup>er</sup> août au 15 septembre. Il n'est pas facile pour l'équipe d'être présente au tout début du feu.

**M. Costa** : Lors des feux catastrophes, l'équipe dispose ensuite du temps nécessaire pour l'analyse.

**J.C. Valette** : Je rappelle que, pour moi et les membres du GIS qui ont évalué le projet, Pyroscope n'est pas un projet de recherche, la présentation conforte que, plus généralement, le retour d'expériences n'est pas un sujet de recherche.

**M. Costa** : Nous avons besoin d'outils pour connaître les raisons des succès ou des échecs afin de répondre aux décideurs avec des données les plus objectives possibles. Cette démarche permet une convergence possible avec les équipes qui ont besoin de cas types pour évaluer les modèles ; les suivis d'incendies peuvent jouer ce rôle mais pas les interviews.

**J.C. Valette** : Je rappelle mon souhait de pouvoir conduire un feu expérimental perpendiculairement à la coupure de Margaretaju et pour lequel l'objectif ne serait absolument pas de valider la coupure et encore moins l'efficacité de la lutte mais de disposer ainsi de résultats et d'observations à comparer aux prédictions du modèle de comportement du feu.

## ■ LES SAUTES DE FEU

**P.Y. Colin** : Le but de l'étude sur les sautes de feu est bien d'apporter des éléments pour le calibrage des coupures et de proposer des adaptations éventuelles à leur conception.

**D. Alexandrian** : Le modèle probabiliste sera établi à partir des données de 200 feux et 50 autres serviront à valider le modèle.

**Y. Duché** : L'observation des sautes est particulièrement aisée de nuit, une multitude de particules rougeoyantes arrive au sol devant le front, une petite partie contribue à l'avancement général du front, une infime partie donne naissance à des nouveaux foyers.

**P.Y. Colin** : Seules les longues sautes (plus de 10 m) ont été comptabilisées et au laboratoire il a été démontré que le vent doit être suffisamment fort au sol pour activer les braises et déclencher une nouvelle éclosion.

## ■ COMMUNICATION ET TRANSFERT VERS LES UTILISATEURS

**O. Chaumontet** : Comment faire passer le message de la recherche vers les utilisateurs ? Le réseau est-il le seul moyen ?

**É. Rigolot** : Le réseau est un vecteur important mais il appartient ensuite à ses membres de relayer l'information au sein de leurs organismes respectifs ; même si le bilan actuel est encourageant, il faut persévérer.

**D. Alexandrian** : Il y a sans doute un déficit de communication du GIS « Incendies de forêt » qui étudie actuellement comment mieux diffuser les acquis des travaux de ses membres.

**J.C. Valette** : Je voudrais revenir sur la nécessité de répondre aux questions des utilisateurs. Si la phase de travail au laboratoire est, en général, indispensable, il faut ensuite poursuivre à une échelle proche de celle du terrain. Les chercheurs ont besoin de travailler avec les utilisateurs pour disposer de sites où ils pourront « faire de la casse » et ainsi déterminer les limites à ne pas dépasser ; mais aussi pour observer ensemble des phénomènes qui ne se produisent pas à l'échelle du laboratoire. Les utilisateurs sont alors des partenaires qui dialoguent avec les chercheurs, précisent les questions et énoncent des réponses adaptées.





# Conclusions et annexes

---



Post-scriptum (M. Étienne)

Exposé de clôture (J.L. Roussel)

Remerciements et perspectives (T. Queffelec)

*Glossaire*

*Liste des participants et intervenants au séminaire*



## Post-scriptum

Michel Étienne

Les quelques lignes qui suivent ont été écrites à partir des notes prises lors de l'écoute des cassettes d'un séminaire auquel je n'ai pas participé mais sur lequel j'avais souhaité avoir un autre regard que celui d'un lecteur de communications de quatre pages, structurées selon un plan préétabli et correspondant parfois au seul avis de leur auteur. Je souhaitais surtout écouter les débats, faire le bilan des consensus tout en repérant les divergences, évaluer les acquis tout en listant les questions importantes restées sans réponse, mesurer le degré d'intégration des démarches tout en évaluant les faiblesses de la communication entre les acteurs de la PFCI. Cela m'a amené à regrouper mes impressions en quatre points :

- les problèmes de la recherche ;
- les questions techniques essentielles ;
- les problèmes de transmission de l'information ;
- les grandes règles à retenir pour la conception des grands ouvrages de PFCI.

### Recherche

De nombreuses méthodes de diagnostic ont été mises au point et partiellement validées sur de nombreux aspects des coupures de combustible (évaluation du risque, répartition des équipements, chiffrage des coûts, mesure de l'efficacité pour la lutte, ...). De nombreuses données sont disponibles sur les techniques de création et d'entretien, sur la dynamique des milieux traités, sur le comportement du feu. Il est temps semble-t-il de faire un gros effort pour formaliser et structurer ces connaissances pour en faire un « package » utilisable par les gestionnaires et par les utilisateurs des grandes coupures.

Plusieurs modèles sont en cours de construction sur la propagation du feu, sur la dynamique du combustible, sur les contraintes aérologiques... Ils posent des problèmes de validation certains, ils posent surtout la ques-

tion de leur transformation en des outils réellement utilisables pour aider à une prise de décision la plus documentée possible. On retrouve alors les inquiétudes habituelles du chercheur sur l'excès de simplification, sur la perte de contrôle de l'utilisation de l'outil qu'il a créé, sur l'écart entre modèle théorique et modèle appliqué sur des situations concrètes.

En ce qui concerne l'état des connaissances, trois domaines ont été pour le moment peu explorés. Ils couvrent des aspects très contrastés de la PFCI mais ont fait l'objet de grosses interrogations lors du séminaire dans la mesure où ils sont directement liés à l'application de politiques publiques nouvelles.

Le premier concerne l'impact des aménagements DFCI sur l'environnement. Cette question pose à la fois des problèmes méthodologiques énormes (quel indicateur choisir, quel suivi, sur quelle durée) et renvoie à des questions plus générales sur l'intérêt biologique des milieux ouverts, sur les seuils de fragmentation supportables par un paysage ou sur la sélection des types de milieux à protéger.

Le deuxième concerne la gestion durable, terme galvaudé qui pose la question de l'adéquation entre le maintien d'un dispositif de prévention efficace et répondant aux exigences sécuritaires des pompiers avec le maintien durables d'acteurs capables d'assurer l'entretien du dispositif.

Enfin, le troisième couvre les aspects juridiques et réglementaires liés à l'affectation d'un enjeu collectif (arrêter le feu) sur des espaces souvent privés (ma parcelle, ma piste) dans le cadre de la gestion d'un risque non localisé (le feu peut passer presque partout).

### Technique

Malgré l'énorme travail réalisé depuis une dizaine d'années, en particulier au sein du

Michel Étienne  
INRA  
Unité d'Écodéveloppement  
Domaine Saint-Paul,  
Site Agroparc  
84914 Avignon  
cedex 9

RCC ou par les techniciens directement concernés par la gestion des grandes coupures, plusieurs aspects techniques ont besoin d'être étudiés.

Le principal est sans nul doute le statut des arbres sur une coupure. Faut-il les conserver ou non, voire en planter, si oui à quelle densité, selon quelle répartition ? Faut-il préférer certaines espèces à d'autres, y appliquer une sylviculture originale ? La présence d'une composante forestière sur la coupure renvoie aussi au problème de la dynamique de la litière, facteur clef de la propagation et de la vitesse du feu.

Un autre domaine à approfondir est le choix du meilleur compromis dans le calendrier des travaux entre des objectifs multiples et parfois contradictoires :

- diminuer la quantité de combustible ;
- éviter l'accumulation de litière continue ;
- épuiser les réserves des plantes ligneuses indésirables ;
- protéger des espèces animales ou végétales rares ;
- conserver un certain couvert forestier.

Ce meilleur compromis devra d'ailleurs être évalué aussi bien en termes d'efficacité par rapport au feu que de facilité de mobilisation des moyens techniques ou de réduction des coûts.

D'autres points ont été abordés comme l'expérimentation d'autres spéculations agricoles que l'élevage dans la participation à l'entretien des coupures ou bien la mise au point de techniques spécifiques pour l'autoprotection des maisons afin de libérer des moyens de lutte pour les utiliser davantage en forêt.

## Information

J'ai été surpris, à l'écoute des discussions, de constater que malgré notre structure en réseau, malgré notre participation à des forums, malgré nos efforts de publication, l'information circulait très mal entre les différents acteurs de la PFCI. Cette lacune est flagrante entre les différents types d'acteur mais aussi entre une région et sa voisine.

Pour évoquer quelques aspects du problème, on peut citer (i) la

demande des pompiers d'avoir à disposition les données sur l'aérodynamisme, (ii) l'intérêt des chercheurs et des techniciens pour être informés des résultats des retours d'expérience, (iii) le besoin des pompiers de mieux comprendre pourquoi telle végétation est à protéger plutôt qu'une autre. Le besoin d'explicitation de la démarche de conception d'une grande coupure vers les usagers non directement concernés par la PFCI comme les chasseurs ou les « amoureux de la nature » a été aussi plusieurs fois mentionné.

L'appel fréquent à des exemples concrets, le besoin d'application des concepts discutés sur des réalisations concrètes, voire l'appel à une implication directe des chercheurs dans l'utilisation de leurs modèles, montrent également qu'un gros effort doit être mené pour élaborer des outils de communication adaptés et pour ajuster le rythme de diffusion de l'information. Le RCC avait plutôt bien réussi à faire réfléchir ensemble les partenaires de la PFCI, il lui faut maintenant trouver les moyens de restituer efficacement et en continu les multiples résultats de cette réflexion.

## Conception des ouvrages

Un consensus général a été obtenu pour privilégier une démarche de conception faisant appel à un large éventail de partenaires dès le début de la mise en place du projet, la présence des pompiers étant considérée comme incontournable. Mais plusieurs points complémentaires intéressants ont été évoqués comme (i) le souhait de n'avoir qu'un seul porteur de projet, (ii) le besoin de bien hiérarchiser les objectifs d'entrée de jeu et (iii) la nécessité de considérer l'ouvrage comme pouvant jouer différents rôles face à l'incendie (passif ou actif, outil d'arrêt frontal ou latéral).

Le respect d'un minimum de réalisme a été plusieurs fois mentionné pour assurer une existence durable de la coupure. Parmi les principaux obstacles à éviter, les participants au séminaire ont signalé (i) les contraintes de mécanisation (80% de l'emprise de la coupure doit être mécanisable), (ii) les problèmes d'accès (le réseau de pistes doit être conséquent), (iii) l'ajustement des exigences sécuritaires des pom-

piers au contexte local de topographie et de végétation, et enfin (iv) la prise en compte des enjeux naturalistes (le surcoût doit être compensé financièrement). Le réalisme est même allé jusqu'à demander de ne pas imposer à la coupure ce qui n'est pas demandé à l'agriculteur qui gère des parcelles sur lesquelles elle s'appuie, ce qui a relancé le débat sur le décalage entre les cahiers des charges des CTE sur coupure DFCI et ceux sur parcelle cultivée.

Mais les points les plus discutés concernent le financement et les aspects légaux.

Le premier point pourrait se résumer dans la phrase d'un des intervenants : créer c'est facile, maintenir en état c'est beaucoup plus difficile. On a retrouvé là l'éternel débat entre crédits d'investissement et crédits de fonctionnement, les premiers étant toujours plus faciles à trouver que les seconds. C'est même l'ensemble de la procédure de financement qui a été remise en cause par la proposition de revoir complètement la hiérarchisation des priorités en affectant l'essentiel de l'argent public à la création et l'entretien des coupures stratégiques, au détriment des débroussaillages obligatoires des bords de voies d'accès. En effet ces derniers sont considérés comme relativement peu efficaces dans une stratégie de lutte contre les grands incendies, alors qu'ils consomment l'essentiel des crédits disponibles.

Sur les aspects légaux, la maîtrise du foncier est apparue comme l'obstacle majeur. Malgré l'arsenal juridique à disposition (DUP, servitude de passage, voie DFCI, ASA, ASL, AFA, AFP...), aucune solution applicable de façon systématique et globale n'est disponible. Tous les maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage reconnaissent qu'ils sont condamnés au consensus, aux accords à l'amiable. Mais une fois levées les quelques incohérences juridiques et fiscales de l'ancienne loi d'orientation forestière, il faudra bien imaginer un cadre légal solide pour faciliter la mise en place des aménagements PFCI et réglementer de façon claire et précise les droits des uns et des autres sur la gestion de la végétation, l'utilisation des pistes et la prise en charge des dommages éventuels.



## Orientations politiques et démarche qualité

Jean-Louis Roussel

De façon succincte, je voudrais vous rappeler quelques données d'actualité avant de focaliser mon propos sur l'appréciation et sur quelques jugements sur ce que j'ai entendu ces trois jours.

### La future loi d'orientation sur la forêt et les questions de DFCI

L'actualité concerne le projet de loi d'orientation sur la forêt dont le timing est le suivant : une présentation en conseil des ministres mercredi prochain, une première lecture à l'Assemblée nationale durant la deuxième quinzaine de mai et avec une première lecture au Sénat à l'automne pour une adoption probable du projet de loi avant la fin de l'année.

Sur le fond, quelques mots : le projet de loi consacre la question de la gestion durable des forêts, et également celle de l'amélioration de la performance et de la compétitivité économique de la filière. Quand on parle de gestion durable, il faut entendre de façon toute simple la réponse en termes politiques et organisationnels aux demandes adressées à la forêt par la société en général. Cela s'appuie sur les trois rôles susceptibles d'être remplis par les forêts au sens large, y compris par les forêts méditerranéennes, en termes économiques, sociaux et environnementaux.

À côté de ces principes généraux, tout un article est consacré à une révision des dispositions relatives à la DFCI. Nous avons travaillé sur des propositions remontant du terrain avec une approche pragmatique, avec une finalité opérationnelle. Les solutions proposées, sans entrer dans le détail, sont de faire en sorte d'améliorer l'application des mesures de prévention, notamment du débroussaillage obligatoire autour des habitations, des infrastructures, et des installations de toute nature, qui, il faut bien l'a-

vouer, est mise en œuvre aujourd'hui de façon très insatisfaisante.

D'autre part, il faut privilégier la cohérence et la synergie des mesures sur les espaces où les risques sont les plus forts, quitte à les restreindre en les définissant mieux, c'est-à-dire focaliser les efforts sur les zones à risques.

Troisième objectif, clarifier et faciliter le rôle des autorités et des acteurs intéressés par la mise en œuvre de la DFCI, notamment par une insertion de la DFCI dans l'aménagement du territoire afin qu'elle soit davantage prise en compte. Les moyens et les mesures passent d'abord par une meilleure désignation des espaces auxquels les mesures s'appliquent. Ensuite, une différenciation des mesures et des moyens mis en œuvre en fonction de la situation des espaces vis-à-vis du risque. Enfin, devant la complexité d'articuler les différentes dispositions législatives ou réglementaires les unes avec les autres (code de l'urbanisme et code forestier par exemple), on s'est efforcé de rechercher une meilleure articulation entre les dispositions du code forestier et celles relatives au plan de prévention des risques naturels prévisibles (les PPR), car le traitement des interfaces forêt-urbanisme correspond à un enjeu majeur pour lequel on ne peut pas rester sans rien faire.

Une dernière catégorie de mesures vise à faciliter l'intervention des communes ou de leurs groupements, que ce soit en matière d'équipement de protection des massifs forestiers contre l'incendie, ou dans la réalisation du débroussaillage de protection des habitations et des installations. Une grande famille de mesures concerne d'une part l'habilitation à effectuer ou faire effectuer les travaux de débroussaillage, et d'autre part, l'éligibilité des travaux d'investissements réalisés sur des fonds privés, domaniaux ou communaux, au fonds de

Jean-Louis  
Roussel

Direction de l'Espace  
Rural et de la Forêt  
Ministère de  
l'Agriculture  
19 av. du Maine  
75732 Paris cedex 15

compensation de la TVA dans la mesure où ces travaux sont sous la maîtrise d'ouvrage de collectivités locales au sens large.

À côté de ces éléments d'actualité relatifs à la loi d'orientation sur la forêt, je ferais quelques flashes : le premier sur deux ou trois outils actuellement mis en place pour régler des aspects d'ordres procédurier, financier ou administratif. Le règlement de développement adopté en mai dernier a fait l'objet, au niveau français, d'un plan national de développement rural qui comporte une partie sylvicole incluant un certain nombre de dispositions liées à la protection des massifs contre les incendies. Il s'agit là d'une opportunité et d'une source de financement supplémentaire. Au plan national, une circulaire relative à la mise en œuvre des investissements forestiers à rôle protecteur, écologique et social est en train d'être préparée. Elle a pour origine d'une part la disparition du Fonds forestier national et l'intégration des dépenses et des charges correspondantes dans le budget de l'État, et d'autre part, la publication au mois de décembre dernier d'un décret portant réforme au décret relatif aux subventions de l'État. Il y a là une relation évidente avec ce qui a été dit en matière d'entretien des ouvrages lors du séminaire. Ce décret porte sur les investissements et contient notamment une clause relative à l'octroi de ces subventions d'investissements, en particulier en DFCI, qui précise que le bénéficiaire de l'aide s'engage à entretenir l'investissement aidé. Cette règle est incontournable et il faut en prendre acte.

## Bilan du séminaire

S'agissant du séminaire, je tiens à m'associer aux remerciements que Monsieur Rigolot a adressés aux différents organisateurs, en particulier à la mairie de Porto-Vecchio qui a facilité l'organisation de la manifestation, au groupe des cinq (le Conseil Général, le SDIS, les forestiers-sapeurs, l'ONF et la DDAF de Corse-du-Sud), et aux animateurs du RCC, mais aussi au concours actif de Monsieur le sous-préfet chargé de la DPFM et de ses agents pour la préparation et la réalisation de ce séminaire.

Je me hasarderai à quelques réflexions et jugements sur ce que j'ai entendu et pour cela, je voudrais repartir des questions posées en début de séminaire sur le pourquoi d'une telle manifestation.

Première question rappelée par Bernard Foucault : est-il pertinent ou réaliste d'envisager une transposition aux coupures de combustible de ce qui a été fait pour d'autres équipements DFCI ?

Deuxième question : est-il envisageable d'avoir un outil d'aide à la décision à la localisation, à la conception, à l'entretien et à l'évaluation des coupures de combustible ? Et de façon transversale, comment prendre en compte les questions relatives à l'entretien des coupures ?

Par rapport à ces questions au plan de la forme, j'ai un satisfecit très fort, j'ai assisté à un échange d'expériences, de savoir-faire et faire-savoir qui me semble tout à fait essentiel. Il y a les aspects matériels, ce que l'on peut écrire, ce que l'on peut communiquer, mais également l'immatériel, c'est-à-dire les échanges formels et informels qui ont eu lieu pendant ces trois jours. Sur ce dernier point, le séminaire m'apparaît très positif.

Si je reviens sur le fond, et à ma première question, la réalité de ce que j'ai vu et entendu des débats me conduit à avoir un discours, ou du moins une question un peu plus nuancée sur la pertinence des normes. Et je suis assez tenté de retenir de ce que j'ai entendu le mot de « qualité », et d'essayer d'appliquer la démarche de qualité aux coupures de combustible, et donc aux différentes séquences relatives à leur conception, à leur réalisation, à leur entretien et à leur évaluation. Quand je parle de qualité, je pense à la définition AFNOR.

La qualité est l'ensemble des caractéristiques explicites et implicites d'un produit, d'un service ou d'un bien, sensé répondre aux attentes d'un consommateur. On peut donc transposer cette définition au produit ou au service qu'est la coupure. La question qui se pose est : est-il pertinent d'investir sur des normes ou des caractéristiques liées au produit ? Cela me semble délicat. La question est plutôt de travailler sur la normalisation, c'est-à-dire sur la façon d'obtenir ce produit de qualité. Cette deuxième voie consiste plutôt à rechercher la normalisation de la procédure d'obtention de la qualité. Le sujet est éminemment complexe et je le qualifierais de « pluri-quelque chose ».

Les coupures sont « pluri-phénomènes », phénomène naturel, sociologique ; elles sont pluri-objectifs, elles sont pluri-acteurs et elles sont pluri-moyens. C'est la raison pour laquelle il est plus raisonnable de s'investir dans une démarche qualité, donc de normalisation, non pas du produit ou des composantes effectives du produit, mais sur la façon de définir ses composantes, donc sur la normalisation de la procédure et du processus de conception, de réalisation, d'entretien et d'évaluation des coupures.

## Remerciements et perspectives

Thierry Queffelec

Je tiens à remercier et à féliciter Monsieur le maire de Porto-Vecchio, Monsieur de Rocaserra, de nous avoir accueillis dans une ville splendide, et d'avoir mis à notre disposition le centre culturel municipal. Je remercie également les DRAF, les DDAF, les trois régions, l'ONF, les conseils généraux, les services pastoraux des régions, les SDIS, l'INRA, le Cemagref, l'université de Corte, Météo France sur l'ensemble de la zone qui regroupe les trois régions, et je m'excuse auprès de ceux que j'aurais oubliés.

Je voudrais féliciter, pour l'organisation de cette première réunion nationale qui pourra avoir un retour européen, les deux personnes les plus marquantes : Monsieur Costa, de la DDAF 2A, qui a consacré beaucoup de son temps à l'organisation de ce séminaire. Il était incontournable car le terrain se situe en Corse pour une grande partie de ce séminaire. Je remercie également Monsieur Rigolot de l'INRA qui su animer et gérer des problèmes larges hors chaîne hiérarchique, ce qui est toujours très difficile et l'on a l'autorité que les gens vous concèdent. Je les félicite.

Mon point final sera très simple : tout d'abord des points positifs et ensuite des points qui ne doivent pas devenir négatifs.

Les points positifs de ce séminaire, ce sont d'abord des restitutions de qualité. À travers les discussions que j'ai pu avoir avec chacun d'entre vous, j'ai vu aussi une volonté de relier pensée et action. L'intérêt général y est systématiquement gagnant et je crois que vous en avez fait la démonstration.

L'assemblée est ici hétéroclite, mais homogène dans l'idée de combattre les feux de forêt, particulièrement grâce aux coupures de combustible.

Un deuxième point, c'est la qualité des recherches qui doivent se situer au plus proche des réalités. Les gens en ont le souci permanent. Il

y a une attente vis à vis de la recherche, et je crois que donner des réponses claires et simples, compréhensibles par tout un chacun, c'est un gain de démocratie et de stabilité des fondements de notre république.

Un troisième point positif, c'est le souci de développer des expériences pratiques en prenant en compte les contraintes économiques et même juridiques.

Les points qui ne doivent pas devenir négatifs : tout d'abord c'est la perte de ce travail et de ces journées de Porto-Vecchio, de cette synthèse qui doit exister et qui va nécessiter un certain ascétisme et une grande abnégation. Il faut maintenant rédiger, lire, être synthétique et avoir l'objectivité de l'intérêt général. Concrètement, il faudra procéder sans guerre de chapelle, sans spécificité et sans culture bien définie, travailler pour l'intérêt général et être compréhensible et donc accessible à tout le monde. J'ai une certaine confiance sur le devenir de ces journées. Ce sera tout d'abord une restitution auprès de l'Entente, des conseils généraux, et des élus du peuple. Ils vont comprendre, et croyez-moi je participe suffisamment aux réunions au sein de l'Entente pour savoir que des projets clairs, biens définis, ont toutes les chances d'aboutir. C'était le cas du projet de SIG numérisé, où des élus, d'un certain âge, découvraient les premiers effets de la numérisation ; mais grâce à des explications claires, les gens ont compris que c'était l'avenir, et ils ont voté les crédits dans ce sens.

La deuxième restitution de ce travail sera les prochaines Rencontres euroméditerranéennes à Hyères, un forum international où différents continents seront représentés. Ce rendez-vous constitue une référence et de nombreuses personnes vont être intéressées, car la qualité de la recherche en France est reconnue mondialement. À nous de savoir la diffuser. C'est aussi une façon de rayonner

Thierry Queffelec

Sous-préfet, chargé de mission à la protection de la Forêt méditerranéenne  
Délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne  
66A rue Saint-Sébastien  
13006 Marseille

dans le monde.

En troisième point, j'aurai un œil assidu avec mes chargés de mission, mais vous pouvez d'ores et déjà savoir que vous aurez le soutien systématique du CFM. Je conçois la mission du CFM comme une prestation de service. On est à l'écoute des besoins et l'on peut faire l'interface entre les besoins et les demandes. J'en suis persuadé, nous avons une très grande mobilité. La DERF nous concède des budgets relativement importants sur lesquels nous avons une grande

ouverture d'esprit. Un des objectifs du CFM, auquel j'adhère, est de tirer les gens vers l'avenir dans le cadre de la prévention.

Nous sommes des gens de terrain. Je vous rappelle qu'un des éléments de ma fonction, en plus de celle du Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne, est la sécurité civile pour la zone de défense Sud. Cela veut dire le Languedoc-Roussillon, la Corse et la région PACA, en complément des départements, pour gérer les renforts zonaux et nationaux. Tout cela

pour dire que nous travaillons dans le cadre de la sécurité de tout un chacun, des citoyens. On compte le nombre d'hectares, pas le nombre de morts. Dans d'autres pays, les gens comptent le nombre de morts. Il faut être bien conscient que la sécurité n'a pas de prix, mais elle a un coût. On est prêt à s'engager. C'est bien clair, ce coût est réparti différemment, et c'est à nous, à vous, d'être efficace.

Je vous remercie toutes et tous.



# Glossaire

SIGLE	Développé
ACFV	Association des Communes Forestières du Var
AFA, AFP	association foncière autorisée, association foncière pastorale
AFNOR	Association Française de Normalisation
APD	avant-projet détaillé
APFM	auxiliaires de protection de la forêt méditerranéenne
ARMINES	Association pour la recherche et le développement des méthodes et processus industriels (École des Mines)
ASA, ASL	association syndicale autorisée, association syndicale libre
BDS	bande débroussaillée de sécurité
BND	biens non délimités (biens en indivision)
CCDSA	commission consultative départementale de sécurité et d'accessibilité
CCF	camion-citerne feux de forêt
CCFF	comités communaux feux de forêt
CCFL	camion-citerne feux de forêt lourd (forestiers-sapeurs, 6 000 l)
CCFM	camion-citerne feux de forêt moyen (2 500 l)
CCFS	camion-citerne feu super (véhicule d'intervention de plus de 5 000 litres de capacité)
CCI	camion-citerne incendie
CCR	comité consultatif restreint
CCTP	cahier des clauses techniques particulières
CEEP	Centre d'Études des Écosystèmes de Provence
CEMAGREF	Centre d'Études du Machinisme Agricole, du Génie Rural et des Eaux et Forêts
CEREN	Centre d'Étude et de Recherche de l'Entente
CERPAM	Centre d'Études et de Réalisations Provence Alpes Méditerranée
CFM	Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne
CIS	Centre d'Intervention et de Secours
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CODIS	Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
COS	Centre Opérationnel de Secours
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
CTE	contrat territorial d'exploitation
DDAF	Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
DD SIS	Direction Départementale des Services d'Incendie et de Secours
DERF	Direction de l'Espace Rural et de la Forêt (ministère de l'Agriculture et de la Pêche)
DFCI	défense des forêts contre l'incendie
DPCI	défense des personnes contre l'incendie

SIGLE	Développé
DPFM	Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne
DUP	déclaration d'utilité publique
GA	groupe d'attaque
GI	groupe d'intervention
HBE	hélicoptère bombardier d'eau
IMEP	Institut Méditerranéen d'Écologie et de Paléoécologie (université de Provence)
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
IUSTI	Institut Universitaire des Systèmes Thermiques et Industriels (université de Provence)
LICAGIF	ligne de combat préparée à l'avance pour la lutte contre les grands incendies de forêt
MAE (OLAE)	mesures agri-environnementales (anciennement opérations locales agri-environnementales)
MAP	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ONF	Office National des Forêts
PAFI	plan d'aménagement des forêts contre les incendies
PDR	plan de développement rural
PFCI	protection des forêts contre l'incendie
PIDAF	plan intercommunal de débroussaillage et d'aménagement forestier
PMSEE	prime au maintien des systèmes d'élevage extensifs
POS	plan d'occupation des sols
PPR	plan de prévention des risques naturels prévisibles
PRMF	protection rapprochée des massifs forestiers
PSG	plan simple de gestion
RCC	Réseau Coupures de combustible
SDAFI	schéma départemental d'aménagement des forêts contre les incendies
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours
SEF	service environnement forêts (DDAF)
SEM	société d'économie mixte
SIG	système d'information géographique
SIME	Service Inter-chambres d'Agriculture Montagne Élevage
SIVOM	syndicat intercommunal à vocations multiples
SIVU	syndicat intercommunal à vocation unique
UISC	unité d'intervention de la sécurité civile
ZICO	zone d'intérêt ornithologique
ZNIEFF	zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique ou floristique
ZRP	zone de renfort pastoral

## Adresses des participants et intervenants

### ALBERTINI Jeanne-Marie

Office de développement agricole et rural  
de la Corse, service pastoral  
Avenue P. Giacobbi, BP 618  
20601 Bastia  
odarc@oec.fr

### ALEXANDRIAN Daniel

Agence MTD  
298, avenue du Club Hippique  
13090 Aix en Provence  
mtda@pacwan.fr

### ANDRE Jacques

ONF de Haute-Corse - service forestiers-  
sapeurs  
8, Rte de Muro  
20220 Santa Reparata  
04 95 60 56 19

### ANTONY Roger

SDIS de l'Aude  
Z.I la Bouriette  
Rue Aristide Berges BP 1053  
11870 Carcassonne cedex 9  
04 68 79 59 11

### AUDIBERT Marc

DDAF de Corse-du-Sud  
Le Solférino, 8 cours Napoléon  
20176 Ajaccio

### BENIAMINO Frédéric

ONF du Var  
Les Gravettes - Chemin de San Peyre  
83220 Le Pradet  
04 98 01 32 72

### BIDET Jacqueline

Météo France, service interrégional Sud-Est  
2 bd Château Double  
13098 Aix en Provence  
jacqueline.bidet@meteo.fr

### BINGGELI François

Espaces Méditerranéens  
Les Plaines de Lambert  
83670 Fox Amphoux  
binggeli\_mediterrea@compuserve.com

### BONFILS Philippe

SDIS du Vaucluse  
5 rue Prosper Mérimée BP 827  
84021 Avignon cedex 2  
04 90 81 18 18

### BORIE Denis

SDIS du Gard - corps de secours de  
Genolhac  
Route de FLORAC  
30450 Genolhac  
04 66 54 27 27

### BRASSEUR Patrick

SDIS du Var  
Centre Jacques Vion  
87 bd Maljournal BP255  
83007 Draguignan  
ddsis83@promethee.com

### BROSSE-GENEVET Emmanuelle

SIME service élevage 19 rue Florian  
30100 Alès  
brosse@sime-lr.org

### BRUNO Claude

Météo France  
Centre départemental de la Corse-du-Sud  
Aéroport de Campo dell'Oro BP 904  
20700 Ajaccio cedex 9  
claudio.bruno@meteo.fr

### CARAMELLE Philippe

DRONF de Corse  
Résidence « La Pietra »  
Av. de la Grande Armée  
20000 Ajaccio  
philippe.caramelle@wanadoo.fr

### CARRER Françoise

DDAF du Var  
Avenue P. Arène  
83300 Draguignan  
francoise.carrer@agriculture.gouv.fr

### CASANOVA Jean-Baptiste

Office de développement agricole et rural  
de la Corse, service pastoral  
Avenue P. Giacobbi, BP 618  
20601 Bastia  
odarc@oec.fr

### CESARI P.P.

Conseil général de Corse-du-Sud  
Service des Transports et de la Prévention  
des incendies  
Hôtel du département BP 414  
20183 Ajaccio cedex 1  
04 95 29 12 80

### CHALLOT André

Entente  
Centre F. Amighi  
Domaine de Valabre RD 7  
13120 Gardanne  
04 42 94 95 00

### CHAUMONTET Olivier

SIVOM du pays des Maures et du golfe de  
St-Tropez  
Maison des Maures, 14 rue Carnot  
83310 Cogolin  
omaures@wanadoo.fr

### CLOPEZ Marc

DDAF de l'Hérault  
Maison de l'Agriculture  
Place Chaptal  
34261 Montpellier cedex 2  
promethee-coor.ddaf34@agriculture.gouv.fr

### COLIN Pierre-Yves

Cemagref  
Le Tholonet, BP 31  
13612 Aix en Provence cedex 1  
colin@servaix1.aix.cemagref.fr

### COSSU Ange

Conseil général de Corse-du-Sud  
Service des Transports et de la Prévention  
des incendies  
Hôtel du département BP 414  
20183 Ajaccio cedex 1  
04 95 29 12 80

### COSTA Michel

DDAF de Corse du Sud  
Le Solférino, 8 cours Napoléon  
20176 Ajaccio  
ddaf2a@promethee.com

### DAMIANI Dominique

Office de développement agricole et rural  
de la Corse, service pastoral  
Avenue P. Giacobbi, BP 618  
20601 Bastia  
04 95 30 95 15

### DETRY-FOUQUE Patricia

DDAF du Gard  
9 rue B. Aton  
30032 Nîmes cedex  
patricia.detry-fouque@agriculture.gouv.fr

### DEVAUCHELLE Bernard

DDAF de Haute-Corse  
Centre administratif  
Rond-point Noguès  
20200 Bastia  
04 95 32 84 00

### DIMANCHE Marc

SIME  
Maison des agriculteurs  
Domaine de Saporta  
34970 Lattes  
dimanche@sime-lr.org

### DIROSA Jean-Michel

ONF de Corse-du-Sud, service des  
forestiers-sapeurs  
Résidence « La Pietra »  
Av. de la Grande Armée  
20000 Ajaccio  
04 95 20 15 79

### DUCHE Yvon

ONF - service départemental des Alpes-  
Maritimes  
Nice Leader, Immeuble Apollo BP 1286  
06205 Nice cedex 3  
onf06yd@promethee.com

### DUPLAA Guy

ONF de Corse-du-Sud, service des  
forestiers-sapeurs  
Immeuble Le Goëlan, Av. de la Gde Armée  
20000 Ajaccio  
04 95 70 29 66

### DUPUY Jean-Luc

INRA-Forêts  
Avenue A. Vivaldi  
84000 Avignon  
dupuy@avignon.inra.fr



**DURET Jean-Yves**

ONF de Corse-du-Sud, atelier des forestiers-sapeurs  
Quartier La Poreta  
20137 Porto Vecchio  
forsap2a@wanadoo.fr

**ÉTIENNE Michel**

INRA-Ecodéveloppement  
Domaine Saint-Paul, Site Agroparc  
84914 Avignon cedex 9  
etienne@avignon.inra.fr

**FAVRE Christian**

SDIS du Var  
Centre Jacques Vion  
87 boulevard Maljournal BP255  
83015 Draguignan  
04 94 60 37 05

**FIAT Laurent**

Ministère de l'Agriculture, DERF  
19 avenue du Maine  
75732 Paris cedex 15  
01 49 55 52 59

**FOUCAULT Bernard**

Délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne  
66A rue Saint-Sébastien  
13006 Marseille  
dpfmbf@promethee.com

**GAULIER Alexandra**

Espaces Méditerranéens  
Les Plaines de Lambert  
83670 Fox Amphoux  
gaulier\_mediterra@netcourier.com

**GENIAUX Ghislain**

INRA-Ecodéveloppement  
Domaine Saint-Paul, Site Agroparc  
84914 Avignon cedex 9  
geniaux@avignon.inra.fr

**GIULIANI**

Office de développement agricole et rural de la Corse, service forêts  
Avenue P. Giacobbi BP 618  
20601 Bastia  
odarc@oec.fr

**GRELU Amaury**

ONF du Var – cellule sylvopastorale  
166 Bd des Acacias  
83330 Le Brulat  
04 94 90 45 12

**GRELU Jacques**

Délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne  
66 A rue Saint-Sébastien  
13006 Marseille  
dpfmg@promethee.com

**GROSSIORD Raphaël**

INRA-Forêts  
Avenue A. Vivaldi  
84000 Avignon  
grossiord@avignon.inra.fr

**GUITON Jean-Luc**

ONF du Gard  
Mas de la Couasse  
Avenue du Pont du Gard  
30210 Remoulins  
04 66 37 40 44

**HERZOG Pierre-Christophe**

ONF des Bouches-du-Rhône  
46, av. Paul Cézanne  
13098 Aix en Provence cedex 2  
cherzog@onf.fr

**JARDINET Alain**

SDIS des Alpes-Maritimes  
89 avenue des Anciens Combattants BP 99  
06271 Villeneuve Loubet cedex  
sdis06.sdis@sdis06.fr

**JEANNIN Roger**

DDAF de la Drôme  
33 avenue de Romans BP 2145  
26021 Valence cedex  
ddaf26@promethee.com

**KMIEC Lionel**

ONF du Vaucluse  
1175 chemin du Lavarin  
84000 Avignon  
lionel.kmiec@onf.fr

**LAMBERT Bernard**

SIME  
2 rue du Soleil  
66500 Prades  
lambert@sime-lr.org

**LASSERRE J.M**

Conseil général de l'Aude  
52, rue Jean Bringer  
11855 Carcassonne cedex 9  
04 68 11 67 81

**LE GARREC**

DDAF de Haute-Corse  
Centre administratif  
Rond-point Noguès  
20200 Bastia

**MARSOL Laurenc**

DDAF Corse-du-Sud  
Le Solérino  
8 cours Napoléon BP 309  
20176 Ajaccio cedex 1

**MARTELLI Antoine**

ONF de Haute-Corse, service des forestiers-sapeurs  
41, Hameau de Pietraltata  
20256 Corbara  
04 95 60 56 19

**MASQUELIER P.**

Conseil général des Bouches-du-Rhône  
Domaine du Petit Arbois BP 64  
13545 Les Milles cedex 4  
04 42 97 10 10

**MASSAIU Antonella**

Espaces Méditerranéens  
Les Plaines de Lambert  
83670 Fox Amphoux  
massaiu\_mediterra@netcourier.com

**MILLAT Claire**

Association des communes forestières du Var  
Maison du Pays des Maures, BP 1  
83312 Coglin cedex  
millatcofor@club-internet.fr

**NICOLAI Jean-Louis**

SDIS de Corse-du-Sud  
CSP de Porto Vecchio  
20137 Porto Vecchio  
04 95 70 96 90

**NINGRE Jean-Michel**

DRAF - SERFOB PACA  
Parc de Marveyre  
13272 Marseille cedex 08  
jean-michel.ningre@agriculture.gouv.fr

**PANAOITIS**

ODARC service forêts  
Avenue P. Giacobbi BP 618  
20601 Bastia  
odarc@oec.fr

**PERALDI Jean-Jacques**

SDIS de Corse-du-Sud  
Av. Noël Franchini BP 552  
20090 Ajaccio cedex 2  
04 95 29 18 67

**PERRIN Claude**

DDAF de Corse-du-Sud  
Le Solérino, 8 cours Napoléon  
20176 Ajaccio  
04 95 51 86 67

**PLANELLES Gilles**

ONF de Corse-du-Sud, atelier des forestiers-sapeurs  
Quartier La Poreta  
20137 Porto Vecchio  
forsap2a@wanadoo.fr

**QUEFFELEC Thierry**

DPFM  
66A rue Saint-Sébastien  
13006 Marseille  
dpfntq@promethee.com

**QUERTIER Pierre**

ONF du Var  
Les Gravettes – Chemin de San Peyre  
83220 Le Pradet  
04 98 01 32 72

**RAYMOND Pierre**

DDAF des Alpes-de-Haute-Provence  
68 Bd Gassendi BP 217  
04003 Digne cedex  
promethee.ddaf04@agriculture.gouv.fr

**RESPLANDY Patrick**

SDIS de l'Hérault – groupement Ouest  
« Les terrasses du Parc »  
55 avenue Wilson  
34500 Béziers  
04 67 35 80 70

**RIFFARD Olivier**

Office de développement agricole et rural de la Corse, service forêt  
Avenue P. Giacobbi BP 618  
20601 Bastia  
04 95 30 95 30

**RIGOLOT Eric**

INRA-Forêts  
Avenue A. Vivaldi  
84000 Avignon  
rigolet@avignon.inra.fr

#### **RINIERI D.**

Université de Corse  
Systèmes physiques pour l'environnement  
SPE URA CNRS 2053  
BP 52  
20250 Corte  
rinieri@univ-corse.fr

#### **RIVALIN Jean-Paul**

Délégation à la protection de la Forêt  
méditerranéenne  
66A rue Saint-Sébastien  
13006 Marseille  
dpfmjpr@promethee.com

#### **ROUSSEL Jean-Louis**

Ministère de l'Agriculture, DREF  
19, Avenue du Maine  
75732 Paris cedex 15  
jean-louis.rousseau@agriculture.gouv.fr

#### **SANTONI Paul**

Université de Corse  
Systèmes physiques pour l'environnement  
SPE URA CNRS 2053  
BP 52  
20250 Corte  
santoni@univ-corse.fr

#### **SAUVAGNARGUES-LESAGE**

##### **Sophie**

SDIS du Gard  
982, avenue Joliot Curie  
30900 Nîmes  
sophie.sauvagnargues-lesage@ema.fr

#### **SIMEONI Antoine**

Université de Corse  
Systèmes physiques pour l'environnement  
SPE URA CNRS 2053  
BP 52  
20250 Corte  
simeoni@univ-corse.fr

#### **TASSO Dominique**

DRAF, SERFOB Corse  
Le Solliérino  
8 cours Napoléon BP 309  
20176 Ajaccio cedex 1  
dominique.tasso@agriculture.gouv.fr

#### **THAVAUD Pascal**

CERPAM  
Maison de l'Agriculture, 11 rue P. Clément  
83300 Draguignan  
04 94 85 04 83

#### **TIENGOU Tiphaine**

DDAF de Corse-du-Sud  
Le Solliérino, 8 cours Napoléon  
20176 Ajaccio  
tiphaine.tiengou@agriculture.gouv.fr

#### **TORRE Fabrice**

DDAF de Haute-Corse  
Centre administratif  
Rond-point Noguès  
20200 Bastia  
fabrice.torre@agriculture.gouv.fr

#### **TRAMONI Patrick**

Conseil général de Corse-du-Sud  
Bureau de l'Environnement, service  
prévention des incendies de forêt  
Cours Leclerc BP 414  
20180 Ajaccio  
04 95 29 13 56

#### **VALETTE Jean-Charles**

INRA-Forêts  
Avenue A. Vivaldi  
84000 Avignon  
jean-charles.valette@avignon.inra.fr

#### **VALLON Thierry**

DDAF du Vaucluse  
Cité administrative, BP 1055  
84099 Avignon cedex 9  
thierry.vallon@agriculture.gouv.fr

#### **VANNIER Gérard**

DDSiS des Bouches-du-Rhône  
ZI La Delorme, 14 av. de Boisbaudran  
13227 Marseille cedex  
gvannier@sdis13.fr

#### **VITTORI Robert**

SDIS de Corse-du-Sud  
CSP de Porto Vecchio  
20137 Porto Vecchio  
04 95 70 96 90



Achevé d'imprimé sur les presses de  
Ideogram en Avignon (Vaucluse) en janvier 2001

dépôt légal janvier 2001  
ISBN 2-914053-04-5