

La prévision : limiter le développement du feu

6



Coupure de combustible (France)

sommaire

- 6.1 La détection p 71
- 6.2 Débroussaillments localisés p 77
- 6.3 Compartimentation de l'espace p 79
- 6.4 Techniques de débroussaillage p 81
- 6.5 Sylviculture préventive. p 89
- 6.6 Équipements de terrain p 93
- 6.7 Plan d'aménagement du territoire p 99

Introduction

La prévision est définie dans ce guide comme l'ensemble des actions réalisées au préalable et visant à empêcher que les feux ne se développent ainsi qu'à limiter les conséquences des incendies. Les mesures de prévision sont de deux types :

- Les mesures qui préparent la limitation du phénomène de façon active, au moyen de la lutte, en :

- Maîtrisant les éclosions au stade initial.
- Limitant l'extension des incendies qui n'ont pas pu être éteints au stade initial.

- Les mesures qui visent à agir sur le phénomène de façon passive, en réduisant la puissance naturelle du feu, par une action préalable sur la végétation.

En pratique, ces deux approches sont étroitement liées. En effet, la réduction de la puissance naturelle du feu facilite le travail des équipes de lutte et leur permet d'agir dans de meilleures conditions de sécurité.

Maîtriser les éclosions au stade initial

En matière de lutte contre les incendies, le temps est une composante essentielle, surtout lorsque les conditions climatiques sont critiques. La rapidité d'intervention sur un feu naissant conditionne l'évolution de ce feu. Un feu facilement maîtrisable initialement peut dégénérer en un incendie catastrophique si les délais d'intervention sont trop longs. Le seuil d'intervention au-delà duquel l'incendie devient difficilement maîtrisable dépend bien entendu des spécificités de chaque pays, notamment du point de vue de la végétation, du climat, de la topographie et des moyens de lutte disponibles.

Ex : Seuil estimé subjectivement à 10 minutes pour la France, à 15 minutes en Grèce.

La réduction des délais d'intervention repose sur quelques principes :

- La mise en place d'un réseau de surveillance permettant de détecter rapidement tout départ de feu. Cette surveillance peut avoir également un rôle dissuasif et répressif et limiter ainsi le nombre de départs de feu.

- La mise en place d'un dispositif de première intervention : mobilisation préventive sur le terrain par prépositionnement des moyens de lutte permettant une intervention rapide (ex : guet armé terrestre ou aérien, équipes de lutte stationnées en forêt).

- La création d'équipements (routes, pistes).

- Une bonne connaissance du terrain (accès, estimation de la propagation du feu...), complétée par une signalisation efficace sur le terrain et une

cartographie à jour.

- La centralisation de l'information relative à la surveillance et à la lutte pour coordonner toutes les opérations.

Limiter l'extension des incendies

L'échec de l'attaque initiale ouvre la voie aux développements de l'incendie qui peut alors devenir catastrophique.

Les actions de prévision doivent permettre aux équipes de lutte d'attaquer l'incendie dans les meilleures conditions d'efficacité et de sécurité :

- Définition de stratégies de lutte adaptées, mise en place et organisation des moyens humains et matériels correspondants.

- Réalisation d'équipements de terrain : routes, pistes, zones préparées pour la lutte, points d'eau.

Action sur la végétation

Les débroussailllements et des opérations sylvicoles adaptées permettent de limiter la puissance naturelle du feu et de réduire les dommages causés par les feux.

Débroussaillage

La puissance d'un feu est étroitement liée à la quantité de phytomasse combustible. Sa propagation dépend en partie de la continuité spatiale entre les végétaux.

Le débroussaillage est l'élimination de la strate basse de la végétation, c'est-à-dire celle qui est la plus propice à la propagation du feu. Il permet de limiter la puissance et la propagation d'un feu, en réduisant la biomasse combustible et en créant des discontinuités spatiales, horizontales et verticales.

Le débroussaillage joue un rôle particulièrement important dans l'aide à la lutte, notamment en permettant la création de zones de lutte privilégiées, telles que les coupures de combustibles qui cloisonnent la forêt.

Sylviculture préventive

La sylviculture préventive vise à contrarier la progression du feu et à limiter les dommages causés aux arbres.

6.1 La détection

Il est essentiel de mettre en place un réseau de surveillance efficace qui permette de réduire le délai entre l'écllosion et la détection du feu, focalisé plus particulièrement sur tous les types d'activité pouvant être à l'origine d'un incendie.

La surveillance repose sur l'association de différents moyens d'observation et de détection, mobiles ou fixes, terrestres ou aériens.

L'association, les jours à risques très élevés, de la surveillance et de la première intervention réalisées par une même équipe disposant de moyens terrestres ou aériens adéquats, se révèle particulièrement efficace pour intervenir rapidement sur un feu naissant.

Guet fixe

Il est préférable que le guet fixe soit assuré à partir d'infrastructures spécifiques : les tours de guet, encore appelées postes vigies. L'absence de construction rend la surveillance plus difficile.

Les tours doivent être situées sur des points hauts dégagés, permettant d'avoir une bonne visibilité de l'ensemble du territoire. Leur nombre peut être variable, notamment en fonction du relief qui peut limiter fortement la visibilité, mais l'essentiel est d'assurer la meilleure couverture possible du territoire.

Ces tours doivent être protégées du feu (débranchement, système d'arrosage).

La qualité de la surveillance par un réseau de vigies fixes dépend principalement de trois facteurs :

- Le choix de l'implantation des postes.
- Les caractéristiques de l'équipement (qualités techniques des postes et des instruments qui les équipent).
- Les règles d'exploitation du réseau (présence et qualité du personnel, consignes de travail).

CONCEPTION D'UN RÉSEAU OPTIMAL DE POSTES VIGIES FIXES

Le réseau de postes vigies doit permettre, pour le plus grand nombre possible de feux déclarés :

- Une alerte rapide.
- Une bonne localisation du foyer (précision de l'ordre du kilomètre).

Pour cela :

- La surface couverte par le réseau doit englober le maximum de zones dangereuses.

- Il faut rechercher la couverture simultanée des zones à risque par 2 ou 3 tours pour permettre la localisation rapide et précise des foyers par recoupement des visées.

Étude du milieu en fonction du phénomène feu

Avant tout choix d'implantation des postes vigies, il est important d'étudier la région afin de pouvoir délimiter les zones devant être couvertes par le réseau. Cette délimitation résulte de la synthèse de différentes études :

- Cartographie du risque d'incendie (aléa et vulnérabilités) et notamment de l'aléa d'écllosion.

- Analyse de la difficulté de la lutte (topographie, éloignement des centres de secours, équipements DFCL...).

- Analyse des éléments existants pouvant donner l'alerte. Une vigilance efficace de la population dans certaines zones (révélée par exemple par l'étude d'archives) permet de tolérer une moins bonne couverture de ces zones, surtout lorsque cela permet de faire une économie importante d'investissements (villages situés au fond de vallées encaissées dont la visibilité à partir d'une tour de guet est difficile).

Première sélection des emplacements disponibles

Un inventaire de tous les points susceptibles de présenter un intérêt est fait à partir de la carte des zones devant être couvertes par le réseau.

Un premier tri est ensuite réalisé après des visites sur le terrain, de façon à conserver un nombre de points encore supérieur à celui qui devra être finalement retenu.

Établissement des zones vues à partir de chaque poste sélectionné

La longueur de la portée de vue

Pour une zone donnée, il convient en premier lieu de déterminer la limite de portée des vues, c'est-à-dire la distance maximale admissible de découvertes de fumée

Types de fonds	Observations	Temps très clair		Temps modérément clair		Temps brumeux		Temps très brumeux	
		Midi	8 h ou 16 h	Midi	8 h ou 16 h	Midi	8 h ou 16 h	Midi	8 h ou 16 h
Fonds sombres (pins sombres)	Vers le soleil	23,3	24,1	17,7	18,5	12,8	12,8	8,0	8,0
	A l'opposé du soleil	22,5	22,5	16,9	16,9	12,0	12,0	8,0	8,0
Fonds clairs	Vers le soleil	22,5	23,3	16,9	17,7	12,0	12,8	8,0	6,0
	A l'opposé du soleil	19,3	18,5	14,5	14,5	10,4	10,4	7,2	6,4
Fonds très clairs (herbes sèches)	Vers le soleil	21,0	22,5	16,1	17,7	11,2	12,0	7,2	8,0
	A l'opposé du soleil	15,3	14,5	12,0	11,2	8,8	8,8	5,6	5,6

Distances limites de visibilité dites de sécurité (km)

pendant les périodes à risques. Celle-ci est fonction :

- Des facteurs liés au guetteur (acuité visuelle, expérience, état de fatigue, attention au travail...).

- Des facteurs atmosphériques :
 - * Brume, fumées urbaines ou domestiques et poussières. Elles diminuent la visibilité.
 - * Position du soleil. Plus l'observateur fait face au soleil, plus une fumée lui paraît claire. La distance maximale à laquelle des petites fumées peuvent être aperçues dépend plus du contraste de clarté entre la fumée et son fond que du contraste de couleur.

Le tableau ci-dessus donne les distances limites de visibilité dites de sécurité (70 % de la portée réelle de la vue de l'observateur), en kilomètres. Il a été établi à partir d'études faites avec des fumigènes reproduisant sensiblement la fumée d'un feu de 18 m² de litière de *Pinus ponderosa* un jour sec du milieu de l'été.

Lorsque le fond, moins éclairé, tend à devenir uniforme, une petite fumée apparaît alors comme un point blanc sur le fond.

Bien qu'il soit plus désagréable et fatigant pour la vue d'inspecter un paysage avec le soleil devant soi, la recherche faite dans ces conditions semble plus fructueuse.

D'autres facteurs interviennent dans la détection d'une fumée :

- Le vent couche et disperse les fumées de feux qui débutent, ce qui complique le travail de localisation.

- La hauteur et la densité du couvert forestier influencent le temps d'apparition de la fumée à la vue de l'observateur.

La limite de portée de vue sera en général fixée entre 20 et 25 km, mais pourra descendre jusqu'à 10 km pour des zones avec de mauvaises conditions de visibilité moyenne (brume, fond clair...).

Hauteur de l'œil de l'observateur

C'est la hauteur au-dessus du sol que doit avoir l'œil de l'observateur pour minimiser les zones cachées. Cette hauteur est essentiellement fonction de la hauteur qui sera donnée à la cabine d'observation du poste vigie. En terrain vallonné, cette hauteur influe peu sur la visibilité des zones éloignées, mais peut être déterminante pour les zones situées en contrebas de la tour.

Établissement des zones vues et des zones cachées

Lorsque l'emplacement de la tour ainsi que sa hauteur ont été déterminés, il convient d'établir les zones vues et les zones cachées. Cela peut se faire :

- En utilisant une carte avec courbes de niveau (ex : carte au 1/50 000 ème avec une équidistance des courbes de niveau égale à 10 m) :

- * Tracés des profils rayonnant à partir du point choisi pour implanter la tour (ex : 60 profils tous les 6 degrés).
- * Sur ces profils, matérialisation des lignes de vues depuis le poste vigie et détermination des limites des versants vus et des versants cachés (cf schéma p.73).

- * Report de ces limites sur la carte et dessin par interpolation des limites des zones correspondantes.

- En utilisant un ordinateur et un modèle numérique de terrain.

Détermination du réseau optimal

Les contours correspondant à chacun des emplacements envisagés sont confrontés. Le choix définitif des points d'implantation des postes est complexe et la décision sera le résultat d'un compromis tenant compte :

- Du taux de couverture à réaliser, qui pourra atteindre par exemple :

- * 80 à 90 % de la surface des zones de risque très élevé.
- * 75 à 85 % de la surface des zones de risque élevé.
- * 50 à 60 % de la surface des zones de risque modéré ou faible.

- De la couverture simultanée par deux ou trois postes vigies.

L'utilisation de l'informatique et d'un Système d'Information Géographique permet de synthétiser les études réalisées pour les emplacements envisagés.

Ex : la Turquie possède un réseau très important comprenant 783 tours, qui répond aux exigences d'un relief montagneux (superficie forestière : environ 20 millions d'hectares).

CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉQUIPEMENT

Types de tour

Le choix du type d'installation est fonction :

- De la hauteur au-dessus du sol à laquelle doit se trouver l'œil de l'observateur.
- Du matériel que le guetteur utilise.
- Du choix éventuel de loger les guetteurs sur place.
- Des moyens financiers.

Trois types de postes de vigie possibles sont présentés ci-dessous :

- Caravane. Mauvaise visibilité – Possibilité de loger les guetteurs.
- Pylône avec plate-forme au sommet. Bonne visibilité – Bon équipement possible si la plate-forme est vaste et couverte – Possibilité de loger les guetteurs dans des installations annexes.
- Tour en dur. Bonne visibilité – Bon équipement possible - Possibilité de loger les guetteurs – Coût élevé.

Certaines constructions ont une double utilité. Ex : En Syrie, le bas de la tour est réservé à la police forestière qui contrôle les activités illégales et le haut à la détection. Les centres opérationnels anti-incendie possèdent également un local de surveillance à l'étage le plus élevé.

Équipement des tours

Les guetteurs pourront disposer du matériel de détection et de localisation :

- Cartes avec report des zones vues et des zones cachées.
- Une paire de jumelles.
- Appareils de mesure de l'azimut (boussole, goniomètre...) permettant de localiser le point d'éclosion.

Il est impératif que chaque tour soit équipée d'un



Tour de guet (Chypre)

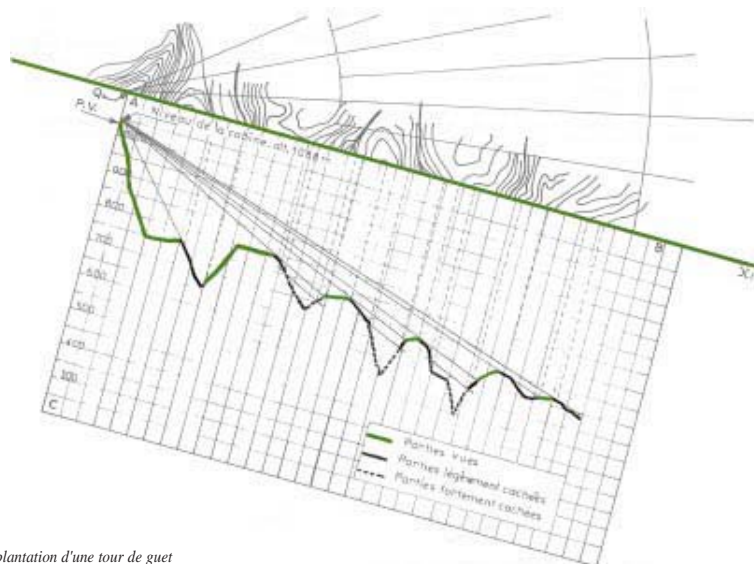
moyen de communication (radio ou téléphone) pour transmettre très rapidement aux centres responsables les informations sur tout départ de feu.

RÈGLES D'EXPLOITATION

Mobilisation

La surveillance doit être assurée prioritairement durant la période de risque maximal (ex : 3 mois en France, 7 mois à Chypre) ; pour les zones les plus sensibles présentant des risques en dehors de la saison des feux, il peut être judicieux de conserver quelques tours en fonctionnement toute l'année (ex : Turquie).

La durée de surveillance journalière dépend des moyens humains et matériels disponibles et de la répartition temporelle des départs de feu. La surveillance peut être effectuée uniquement de jour, ou 24 heures sur 24, mais la visibilité de nuit est très réduite.



Méthode d'implantation d'une tour de guet

Organisation

Le personnel est composé de 2 à 3 personnes travaillant en alternance. Dans certains cas, la tour est aménagée en lieu d'habitation pour assurer une permanence. La surveillance peut être assurée de deux façons différentes mais qui peuvent être complémentaires :

- Par un personnel ayant une très bonne connaissance du terrain, capable de localiser très précisément une fumée sans avoir recours à du matériel perfectionné (les jumelles sont tout de même fortement recommandées).

- Par un personnel disposant du matériel de détection et de localisation décrit ci-dessus.

Le personnel de surveillance doit être également capable d'indiquer clairement aux services de lutte la localisation du départ d'incendie.

Guet mobile terrestre

Un guet mobile terrestre complète utilement la surveillance à partir de postes fixes. Il s'agit de patrouilles à pied, à bicyclette, à cheval ou en voiture, ayant un rôle de détection des feux, d'information du public, de contrôle des activités humaines pouvant présenter des risques d'incendie, de dissuasion et parfois de répression.

Les patrouilles disposent d'une radio pour informer l'organisme responsable.

Dans le cas de guet armé, les patrouilles sont équipées de matériel de première intervention (réserve d'eau, motopompe...).

L'efficacité de la première attaque dépend de la rapidité de la détection et de l'intervention, mais aussi de la qualité du message d'alerte. Les patrouilles sont plus performantes si les personnels qui les composent sont des professionnels qui connaissent le comportement du



Véhicule de première intervention (France)

feu, plutôt que des bénévoles. Le message d'alerte est alors beaucoup plus riche d'informations (pente, végétation, colonne de fumée, moyens de lutte nécessaire...).

Guet aérien

La surveillance à l'aide de moyens aériens est de deux types :

- Le guet aérien. L'avion a pour seule mission de

France

Patrouilles de terrain

La mise en œuvre d'une stratégie d'attaque rapide des feux naissants, reposant sur la mobilisation préventive des moyens d'intervention en période de risque, est un élément important de la doctrine française de Protection des Forêts Contre l'Incendie. Cela se traduit par la mise en œuvre d'un dispositif terrestre (quadrillage du terrain par des patrouilles de surveillance et par des unités d'intervention) ainsi que par l'engagement de moyens aériens (prépositionnement, guet aérien armé).

Les personnels impliqués dans les patrouilles de surveillance, constituées d'une équipe de deux hommes disposant d'un véhicule adapté, sont des agents d'établissements publics (DDAF, ONF, forestiers-sapeurs...) ou de collectivités territoriales (sapeurs-pompiers, membres des Comités Communaux Feux de Forêt) ou encore membres d'association (scouts de France...).

Parallèlement, lors du déclenchement du "Plan alarme" les jours à risque élevé, les Services d'Incendie et de Secours mettent en place des détachements de surveillance et de première intervention. Ces détachements sont tous composés du même module de base :

- Un Véhicule Léger Tout terrain.
- Quatre engins de lutte.

Les détachements ainsi formés sont placés sous l'autorité d'un même chef, mais les véhicules ne restent pas pour autant groupés. Ils sont affectés :

- Soit à des détachements préventifs fixes, dans les zones à risque élevé, prêts à intervenir sur un feu à proximité.

- Soit à des patrouilles mobiles, qui font de la surveillance dissuasive, de l'information et de la détection de départ de feu.

Les engins de lutte peuvent être organisés selon de multiples combinaisons :

- Quatre fixes.
- Un groupe de deux fixes, un groupe de deux mobiles
- Quatre mobiles isolés

...

détecter d'éventuels départs de feu et d'avertir les services de lutte.

- Le guet aérien armé. L'avion possède une réserve d'eau et associe surveillance et première intervention. Il s'agit d'avions de repérage (de type Tracker S2F par exemple), munis d'une petite réserve d'eau et pouvant intervenir directement sur les départs de feu.

Ce type de surveillance reste peu développé dans le Bassin Méditerranéen. Les réticences proviennent du coût inhérent à ce système de détection. Le guet aérien armé est néanmoins très utile pour les zones non accessibles par voie terrestre.

Systèmes automatisés

Ce mode de surveillance, grâce à l'arrivée de nou-

France

Guet aérien armé

Chaque année, une dizaine d'itinéraires aériens sont prédéfinis et pour chacun d'entre eux, la distance de parcours, le type d'avion (Tracker S2F, Fokker, Hercules C130 ou Canadair CL 415) et le temps de vol sont précisés.

Le guet aérien n'est déclenché que les jours à risque très important. Son coût élevé (25 000 F par avion et par heure) est à considérer relativement aux résultats obtenus, 75 % des départs de feu étant éteints par ce dispositif lorsqu'il est actionné.

velles technologies, commence à se développer. Il est utilisé soit en doublure sur les tours de guet, soit de façon autonome.

Il existe trois grands types de matériel :

- **Caméras "visibles"**. La réception des images est effectuée par une caméra opérant dans le domaine visible. Les images sont transmises au poste d'observation. La détection d'un feu est faite sur écran par un observateur ou par comparaison automatique d'images. L'inconvénient est que ce matériel ne peut être utilisé que de jour.

- **Capteurs vidéo**. Le système est composé de plusieurs caméras vidéo CCD et d'une unité de traitement capable d'identifier la "signature" d'une fumée de feux

Italie et Espagne

Surveillance par détecteurs infrarouges

Ce type de surveillance est développé en Italie (Province de Turin, Sardaigne) et en Espagne (Andalousie) pour pallier le manque de personnel.

Le rayonnement émis par les corps chauds est relevé par un capteur infrarouge placé sur une tour, à une hauteur de 30 m environ. Le capteur est en rotation à la vitesse de 360 degrés/mn. Il mémorise plusieurs cartes successives du territoire. La confrontation de ces cartes successives permet de savoir si l'émission de rayons infrarouges est en augmentation en un point donné. Le mécanisme d'alarme est déclenché au-delà d'un certain seuil d'augmentation.

Ces dispositifs peuvent signaler des feux de quelques m² à des distances supérieures à 10 km. Leurs performances sont cependant réduites si la végétation est trop dense, et si un obstacle (rocher, colline, ...) s'intercale entre le détecteur et le foyer.

de forêt. De nuit comme de jour, il assure les fonctions de détection de fumée sur une surface d'environ 3 000 ha et d'envoi rapide des informations à un ou plusieurs postes de commandes.

- **Capteurs infrarouges**. Un capteur opère dans le domaine infrarouge thermique (longueur d'onde de 10 à 12,5 µm). La détection est faite par comparaison automatique d'images. Ces capteurs ont l'avantage de pouvoir être utilisés la nuit, mais les coûts d'installation sont élevés.

Tous ces appareils fonctionnant uniquement en visée directe, le relief souvent tourmenté des bords du Bassin Méditerranéen impose de multiplier les capteurs si l'on veut couvrir correctement le territoire.

Intervention de la population

La participation de la population à la détection des feux peut être d'une grande utilité. Un numéro d'appel mis gratuitement à la disposition du public renvoie directement aux centres de coordination, aux services forestiers ou à la police.



Autocollant distribué au public (Turquie)

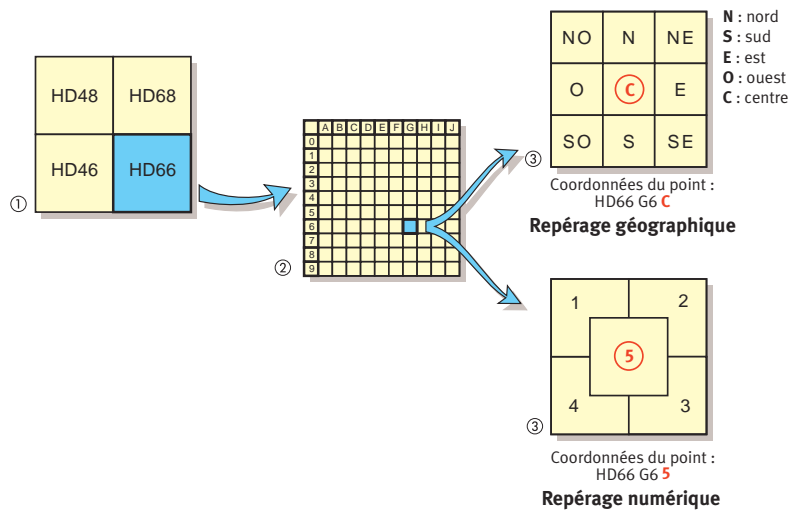
Localisation des départs de feu

Les personnes informant les secours du départ d'un feu doivent préciser la localisation de celui-ci le plus précisément possible. L'utilisation d'un système de coordonnées permet de synthétiser la localisation sous forme de code et de s'affranchir de descriptions parfois imprécises.

France

Carroyage des cartes

- Pour localiser un feu, la France utilise un système de repérage par quadrillage du territoire :
- Le territoire est divisé en carrés couvrant une surface de 400 km^2 ; chaque carré est repéré par deux lettres et deux chiffres (1).
 - Chaque unité est une nouvelle fois divisée en 100 carrés de 4 km^2 , repérés en abscisse par une lettre et en ordonnée par un chiffre (2).
 - Enfin, chaque sous division est découpée en 5 ou 9 carrés (3).



Pour plus d'informations, se reporter à la bibliographie en fin de guide

6.2 Débroussailllements localisés

Les débroussailllements localisés permettent de sécuriser les installations humaines et de créer des zones de lutte pour les équipes de secours.

Débroussaillage le long des voies de circulation : bandes de sécurité

Les abords des **voies de circulation publique** sont débroussaillés :

- Pour sécuriser le transit.
- Pour éviter les départs de feu, sous réserve de destruction systématique de toute la végétation (bandes anti-mégots). Si l'entretien est insuffisant, les éclosions peuvent être favorisées par le développement de la strate herbacée.



Le débroussaillage des bandes de sécurité le long des **routes** et des **pistes DFCI** répond à deux objectifs :

- Maintenir des conditions de sécurité suffisantes pour la circulation des véhicules de lutte et de surveillance. La largeur débroussaillée dépend de la hauteur de la végétation et de la pente, et elle est au minimum de 5 m de chaque côté de la voie.



- Constituer des zones d'intervention en cas d'incendie. La largeur minimale des bandes débroussaillées est alors de 25 m de chaque côté de la voie.



Les largeurs des bandes débroussaillées doivent en fait répondre aux demandes des équipes de lutte, principaux utilisateurs des équipements DFCI.

Compte tenu des conditions de relief et de vent du site, le débroussaillage peut être dissymétrique. Par exemple, la largeur débroussaillée doit être plus grande du côté du vent dominant ou du côté aval d'une voie de circulation située sur un versant. En effet, le feu a une plus forte probabilité d'aborder la voie par ce côté, et y sera plus puissant.



Débroussaillage autour des habitations

Les habitations en forêt représentent un double risque :

- Elles constituent des sources potentielles de départs de feu (feux pour la cuisson des aliments, barbecue, brûlage des rémanents des débroussailllements, feux de jardin...)

- Lorsqu'un feu se déclare dans un massif forestier, elles peuvent être directement menacées.

Pour protéger les habitations, il est nécessaire de débroussailler leurs alentours.

Cette consigne s'applique également aux zones industrielles, très sensibles aux incendies, ainsi qu'aux zones de loisir (camping, aires de pique-nique...).

La dissémination des habitations en forêt consti-



tue un problème important, même lorsque le débroussaillage est effectué correctement. Elle entraîne en effet la dispersion des moyens de lutte dont la priorité est de protéger les vies et les biens, aux dépens des zones

forestières. De plus, les voies de desserte de ces habitations sont souvent des impasses et l'entrée et la sortie peuvent être coupées par le feu.

France

Obligation de débroussailler

Cette obligation est destinée à la protection rapprochée des installations humaines et à faciliter la lutte.

L'obligation de débroussailler nécessite une définition légale du débroussaillage :

“On entend par débroussaillage, la destruction par tous moyens des broussailles et morts-bois et, si leur maintien en état est de nature à favoriser la propagation des incendies, la suppression des végétaux et sujets d'essences forestières ou autres lorsqu'ils présentent un caractère dominé, dépérissant ou une densité excessive de peuplement, ainsi que l'élagage des sujets conservés”.

Le code forestier précise les zones dans lesquelles le débroussaillage est obligatoire, par exemple :

- Les abords des constructions et installations de toutes sortes sur une profondeur de 50 m, pouvant être portée à 100 m par les maires, et le long des chemins d'accès privés sur une profondeur de 10 m de part et d'autre.

- Les terrains situés dans les zones urbaines délimités par les Plans d'Occupation des Sols (POS) rendus publics ou approuvés.

Le code forestier précise également qui doit réaliser le débroussaillage et son entretien.



Débroussaillage entre 0 et 3 m

Interfaces forêt / zones agricoles

Les activités agricoles en périphérie de zones forestières constituent une source potentielle de départ de feu (écobuage, brûlis...). Il faut donc, pour limiter le risque de propagation vers la forêt, réduire la biomasse combustible en périphérie des massifs boisés.

Ex : A Chypre, au début du mois de juin, des ceintures de 30 à 50 m sont brûlées en bordure de forêt, puis passées au broyeur pour mettre le sol à nu.

Autres zones sensibles

Les dépôts d'ordures, les lignes électriques et les voies de chemin de fer constituent également des sources potentielles d'incendie. Il est donc conseillé de créer une zone débroussaillée à proximité de ces installations, lorsque celles-ci sont proches d'un massif forestier.

Ex : Au Maroc, l'Office National d'Électricité doit assurer le débroussaillage sous les lignes électriques ; l'Office National des Chemins de Fer est contraint à la même obligation le long des voies ferrées.



Le vent rapproche le câble électrique de la végétation. Au moment du contact, la végétation fait masse et l'énergie électrique est dissipée le long de l'arbre ; cela suffit à provoquer un début d'incendie

Pour plus d'informations, se reporter à la bibliographie en fin de guide

6.3 Compartimentation de l'espace

La réalisation de grandes discontinuités spatiales associant débroussaillage, mesures sylvicoles et activités agricoles ou pastorales (coupures de combustibles, pare-feu) a pour objectif la création :

- De zones d'appui pour la lutte.
 - De zones forestières partiellement isolées, où le feu pourra être plus facilement contenu.
- Ces discontinuités peuvent être installées en périphérie des massifs forestiers (aux interfaces forêt / zone d'activités humaines) ou à l'intérieur de ceux-ci.

Le fonctionnement passif d'une coupure, c'est-à-dire l'arrêt du feu sans avoir recours à la lutte, est exceptionnel.

Les opérations de lutte sur ces équipements permettent d'y arrêter les incendies de faible et de moyenne puissance. Ces grandes discontinuités sont cependant souvent franchies par les incendies de grande puissance.

Lorsque le vent est fort, ces coupures voient leur efficacité réduite, en raison des brandons emportés par le vent qui peuvent les franchir et allumer des foyers secondaires de l'autre côté.

Les pare-feu ou tranchées pare-feu

Les pare-feu au sens strict sont des discontinuités linéaires destinées à compartimenter l'espace forestier et à contenir l'incendie dans les massifs isolés ainsi créés. La végétation y est absente ou réduite à une strate herbacée rase. Ils sont le plus souvent situés aux interfaces forêt / zone d'activités humaines ou implantés selon la ligne de plus grande pente ou sur les crêtes. Ils sont établis au bulldozer ou de façon manuelle et possèdent une largeur minimale de 20 m pour permettre les déplacements et les interventions des équipes de lutte, tout en assurant leur sécurité.

Ces discontinuités présentent néanmoins des inconvénients :

- Elles sont facilement traversées par le feu. Les opérations de lutte y sont souvent très difficiles ou impossibles (faible largeur, forte pente). Leur largeur est très insuffisante pour empêcher qu'une saute de feu ne rallume un foyer secondaire au-delà du pare-feu.

- Elles nécessitent un entretien très régulier avec une périodicité de 1 à 4 ans, pour maîtriser voire éliminer la végétation, manuellement, au bulldozer ou au moyen de produits chimiques phytocides.

- Du fait de l'absence ou de la réduction de la couverture végétale, elles sont très sensibles à l'érosion, surtout quand les pentes sont fortes. Les techniques d'entretien accentuent ce risque.

- L'absence de rugosité au vent due à l'absence de végétation favorise l'accélération du feu.

- Elles ont un impact paysager négatif.

Les coupures de combustible

L'objectif de ces coupures de combustible est de créer une discontinuité dans le couvert végétal, pour diminuer la puissance du feu et permettre l'attaque de l'incendie par les moyens de lutte. Les coupures de combustible sont donc pourvues d'équipements destinés aux opérations de lutte (pistes, points d'eau). Ces infrastructures sont généralement valorisées par des activités pastorales ou agricoles.

COUPURES ARBORÉES

D'une largeur minimale de 100 m, elles ont pour but de limiter la propagation du feu par réduction des contacts entre les végétaux en créant :

- Des discontinuités horizontales : mise à distance des arbres par éclaircies, élimination du sous-étage par débroussaillage.

- Des discontinuités verticales : suppression de l'interface houppier/sous-bois par élagage et débroussaillage.

La couverture arborée étant faible, la reprise de la végétation est rapide et les entretiens doivent donc être réguliers.



Tranchée pare-feu d'une largeur de 25 m (Maroc)

Certaines coupures sont composées de deux parties :

- Un noyau dur, central, qui est la zone d'intervention privilégiée sur la biomasse.
- La zone d'appoint fourrager, contiguë au noyau dur, qui est une zone simplement pâturée par les animaux, sans travaux de mise en valeur. Elle participe à l'amélioration des conditions de lutte contre les incendies en forêt, par une réduction de la biomasse combustible aux abords de la zone centrale de la coupure de combustible.

Pour les techniques de débroussaillage et les techniques de sylviculture, voir fiches 6.4 et 6.5



Arrêt de l'incendie au niveau de la zone agricole (France)

COUPURES AGRICOLES

La création de discontinuités spatiales peut également reposer sur l'occupation du sol par certaines cultures agricoles (ex : vignes, vergers, oliveraies...) qui, si elles sont régulièrement entretenues, constituent des obstacles pour le feu.

Les limites entre parcelles agricoles (talus, fossés...) doivent être débroussaillées pour ne pas constituer des mèches permettant le passage du feu.

Nota : Les LICAGIF sont des coupures de combustible où les infrastructures destinées à la lutte sont très développées. Ces équipements sont décrits dans la fiche 6.6



Quelques exemples de coupure de combustible - Source : réseau coupure de combustible, 1999

Pour plus d'informations, se reporter à la bibliographie en fin de guide

6.4 Techniques de débroussaillage

Le choix d'une technique de débroussaillage dépend des conditions de sa mise en œuvre :

- Ouverture ou entretien.
- Nature et importance de la végétation.
- Topographie et nature du terrain.

On distingue deux phases dans le débroussaillage :

- L'opération initiale, le débroussaillage d'ouverture : il s'agit souvent d'une opération coûteuse car la biomasse peut être importante.
- Les débroussaillages d'entretien destinés par la suite à limiter la repousse de la végétation. Ils doivent être effectués régulièrement, selon une fréquence variant suivant la vigueur de la végétation et les techniques employées. Cette opération est moins coûteuse par passage, compte tenu du moindre développement des végétaux, mais nécessite une continuité du financement dans le temps.

Lorsque la biomasse est importante, lors de l'ouverture initiale par exemple, il est conseillé de réaliser un débroussaillage manuel ou mécanique, ou d'avoir recours au brûlage dirigé. Si la biomasse est plus réduite, il est possible d'utiliser d'autres techniques : produits chimiques phytocides ou sylvopastoralisme.

Les diverses techniques de débroussaillage sont décrites ci-dessous. Elles peuvent être combinées, par exemple une ouverture mécanique suivie d'entretien par sylvopastoralisme.

La périodicité des passages dépend de la vigueur de la repousse de la broussaille, des objectifs des gestionnaires (biomasse maximale tolérée) et des capacités financières. Elle est donnée ci-dessous pour chaque technique en moyenne et à titre indicatif.

Débroussaillages manuels

Matériel : outils à main (serpe) ou à moteur (débroussailleuse, tronçonneuse).

Périodicité des interventions : tous les 3 à 4 ans.

Avantages

- Travail de qualité qui permet la sélectivité et donc la conservation de la régénération.
- Méthode " douce " si elle est utilisée régulièrement.
- Peut être utilisé en conditions topographiques difficiles ou sur sol empierré.
- Permet de favoriser les espèces les moins combustibles au détriment des plus combustibles.

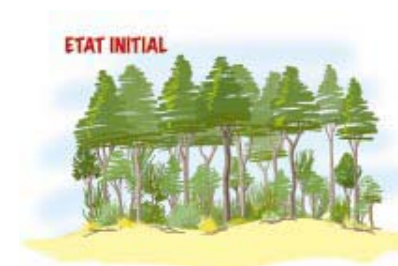
Inconvénients

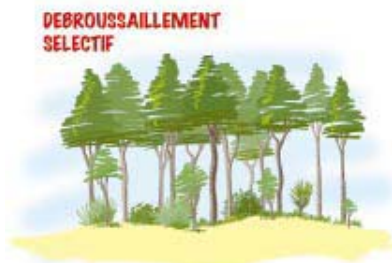
- Faible rendement surtout en conditions difficiles.
- Coût important si celui de la main d'œuvre est élevé.
- Les rémanents doivent être brûlés ou broyés.

Cette technique est privilégiée par les pays où le coût de la main d'œuvre est peu élevé.



Débroussaillage manuel sur une terrasse (France)





Quelques exemples

Bulldozer

- Engin de travaux publics à réserver pour les coupures de combustible ou pour les espaces à densité arborée faible.
- Efficace pour éliminer la végétation mais la mise à nu du sol favorise l'érosion.



Broyeur à axe horizontal



Râteau fléco

Débroussailllements mécaniques

Matériel : dérivés de tracteurs agricoles ou d'engins de travaux publics

Périodicité des interventions : tous les 3 à 4 ans

Avantages

- Rapidité.
- Prix de revient intéressant sur terrains faciles.

Inconvénients

- Le matériel représente un investissement important et sa maintenance est coûteuse.
- Les conditions de milieu (topographie, type de sol, densité arborée) peuvent être un obstacle à l'utilisation du matériel.
- Ce matériel lourd a une incidence sur le sol par tassement, incidence toutefois cantonnée aux zones débroussaillées qui ne représentent qu'une faible part de la surface forestière.
- Le dessouchage qui met le sol à nu peut entraîner des phénomènes d'érosion sur les fortes pentes.
- Les rémanents doivent être brûlés ou broyés.
- Favorise les espèces qui rejettent le mieux de souche et qui peuvent être très combustibles.



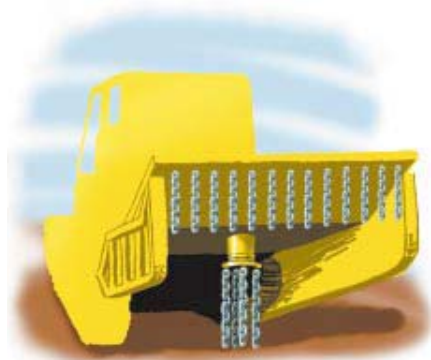
Tête d'épareuse

Râteau fléco
 - Lame à dents permettant d'éliminer les souches, ce qui entraîne une repousse de la végétation moins rapide.
 - Associé à un broyeur, il évite l'accumulation des rémanents.

Eparreuse
 - Broyeur de taille plus petite, portés au bout d'un bras articulé.
 - Intéressant en terrain accidenté car peut travailler jusqu'à 7 m de l'axe de l'engin.

Broyeur à axe horizontal
 - Tambour de grand diamètre sur lequel sont montés des marteaux ou des couteaux.
 - Réalise un travail de qualité mais la maintenance est coûteuse.

Broyeur à axe vertical
 - Rotor à axe vertical portant des chaînes ou des couteaux
 - Permet le gyrobroyage de la végétation qui repousse moins vite, surtout avec l'utilisation de broyeur à chaînes.



Broyeur à axe vertical

Débroussailllements chimiques

Les débroussailllements peuvent être réalisés par épandage de produits chimiques phytocides (herbicides, débroussaillants) ou nanifiants. L'emploi de ces produits chimiques constitue une solution intéressante lorsque l'entretien mécanique n'est pas envisageable (forte pente, blocs rocheux...) ou lorsqu'il convient d'agir à moindre coût dans le cas d'entretien de débroussailllements. Les produits utilisés sont en général systémiques, ils pénètrent essentiellement par le feuillage ou par les racines et sont transférés par systémie (véhiculés par la sève) jusqu'aux autres organes. Ils présentent une persis-

tance allant de quelques heures (glyphosate par exemple) à quelques mois (hexazinone).

Selon leur nature, ils contribuent :

- **À la destruction sélective d'espèces combustibles** avec la mort progressive de végétaux tels que graminées, herbacées dicotylédones, plantes semi-ligneuses et ligneuses. Cette destruction, à pratiquer hors de la saison à hauts risques, impose ensuite un recépage de la partie aérienne avant l'été. Cette intervention est intéressante sur la végétation pérenne qu'on empêche ainsi de rejeter. On réduit ainsi les dépenses ultérieures d'entretien. De plus, l'élimination de la seule partie aérienne des végétaux en laissant subsister leurs systèmes racinaires participe à la préservation de sols exposés à des risques d'érosion.

- **À la limitation de la croissance ou du développement de la végétation** avec réduction temporaire des accroissements ligneux et des développements foliaires, inhibition de la germination ou destruction des graines en cours de germination. Cet effet conduit à réduire la masse

combustible qui devient alors moins dangereuse (produits classés parmi les nanifiants ou les antigerminatifs).

Pour l'utilisation de ces substances chimiques en PFCL, il conviendra de se conformer à la réglementation en vigueur.

Des combinaisons judicieuses de produits et de mode d'application permettront :



Rotor à chaînes



Rotor à couteaux

France

Utilisation des produits chimiques pour les débroussailllements

La réglementation française stipule que :

- Ne doivent être utilisées que des spécialités commerciales homologuées pour l'usage envisagé (catégories "forêts" ou "zones non cultivées" pour les pare-feu sans aucune végétation). L'homologation est délivrée par pays par le Ministre de l'Agriculture et de la Pêche dans un cadre réglementaire européen.

- Les traitements doivent être appliqués par des entreprises agréées pour ce type de travail où le personnel est encadré par du personnel certifié (certificat d'applicateur et de distributeur de produits agropharmaceutiques).

- De trouver des solutions techniques adaptées aux circonstances : choix du ou des produits selon l'objectif poursuivi et les conditions d'emploi.

- De traiter en tout terrain : matériel choisi en fonction de l'accessibilité et de la surface du secteur à traiter.
- D'effectuer rapidement les traitements : emploi du matériel le plus adapté.

Quelques exemples d'herbicides, débroussaillants ou nanifiants...		
À pénétration foliaire (organes chlorophylliens)	Glyphosate, herbicide non sélectif (détruit tout ce qui est vert au traitement). Fosamine ammonium, nanifiant débroussaillant.	
À pénétration racinaire	Propyzamide, inhibiteur de la levée de graines superficielles. Diuron ou aminotriazole, herbicides à réserver aux zones non cultivées, nocifs par voie racinaire pour les essences forestières.	
À pénétration mixte	Hexazinone, herbicide contrôlant les graminées, les dicotylédones et les ligneux au stade herbacé ; sélectif des résineux, notamment des pins en période de végétation.	
...et de modes d'application		
<ul style="list-style-type: none"> • Lances à jet réglable. • Pulvérisateur à pression et transport pneumatique porté. • Pulvérisateur mécanique à pression entretenue ou pneumatique. • Rampes portées équipées de buses à fente. • Pulvérisation par hélicoptère envisageable uniquement pour les pare-feu non arborés. 		
Exemples d'utilisation		
Type d'intervention	Bande anti-mégot	Création de coupures dans une végétation combustible plus ou moins arborée
Objectif	Constituer une bordure complètement dés herbée et débroussaillée, au moins en période de plus grand risque d'incendie.	Limiter les masses végétales des strates herbacées et ligneux bas en deçà des seuils dangereux.
Mise en œuvre du traitement et précaution d'emploi	<ul style="list-style-type: none"> • Soit pulvérisation de bouillie en plein assurant une excellente répartition au sol. • Soit application localisée d'émulsion de matières actives (illégal à ce jour), dans le cas de végétation ligneuse dispersée. Éviter : <ul style="list-style-type: none"> • La création d'une couverture végétale morte continue, responsable de l'éclosion et du développement de feux courants. • Le traitement de zones érosives ou drainantes en laissant une bande enherbée le long des réservoirs d'eau de quelque nature qu'ils soient et des fossés. 	Choix d'un traitement : <ul style="list-style-type: none"> • Soit nanifiant d'espèces végétales peu inflammables, afin de réduire leur biomasse. • Soit sélectif en employant un produit spécifique ou un mode d'application dirigé et localisé. Ce traitement peut : <ul style="list-style-type: none"> • Soit détruire les 2 strates : herbacée et ligneuse basse • Soit détruire une seule strate
Type de produits	Il est possible suivant le cas, d'associer : <ul style="list-style-type: none"> • Un anti-germinatif (peu soluble) : propyzamide • Un herbicide (qui pénètre par les toutes premières feuilles et pousses) : aminotriazole glyphosate • Un débroussaillant : triclopyr (ester ou amine) fosamine ammonium • Une phytohormone : 2,4-D ou fluroxypyr • Un graminicide : dalapon 	<ul style="list-style-type: none"> • Contre les ligneux ou semi-ligneux : triclopyr, fosamine ammonium, glyphosate • Contre les dicotylédones herbacées : 2,4-D, fluroxypyr, glyphosate, triclopyr • Contre les graminées : dalapon, glyphosate
Fréquence d'application des produits	Annuelle	<ul style="list-style-type: none"> • Entre la 1ère et la 2ème application : 2 à 4 ans • Entre la 2ème et la 3ème application : 3 à 5 ans
Période d'application	<ul style="list-style-type: none"> • Propyzamide : en novembre - décembre • Aminotriazole, triclopyr et phytohormone : en croissance active • Glyphosate et fosamine ammonium : après croissance active et 1 mois avant sénescence • Dalapon : début de croissance 	Idem ci-contre
Traitements associés	Le premier traitement provoque une substitution de flore. Des graminées remplacent par exemple les broussailles détruites par un débroussaillant. Un second traitement peut alors être envisagé pour obtenir un sol nu.	On peut associer les traitements à du pâturage, du brûlage dirigé, des semis d'espèces moins combustibles.
Produits à éviter	Matières actives solubles et/ou persistantes (piclorame-dicamba) car le risque de transfert est important sur sol nu. Matières actives toxiques pour la faune aquatique en bordure de réservoirs d'eau (triclopyr ester)	Idem ci-contre bien que le risque de transfert de matière active soit plus faible en raison du maintien d'une végétation au sol.

Tableau mis à jour par A.Gama, Y. Dumas. Cemagref Nogent-sur-Vernisson.

Remarque : Les matières actives proposées le sont à titre d'exemple. L'utilisateur devra se conformer aux indications portées sur la notice d'utilisation fournie avec le produit pour choisir la dose adaptée.

Brûlage dirigé

Cette technique consiste à utiliser le feu pour éliminer la végétation, en le contenant dans un espace délimité. Elle reste généralement peu développée dans le Bassin méditerranéen, sauf :

- En France où 3000 ha ont été débroussaillés de cette façon en 1999.
- Au Portugal où cette méthode a été très utilisée dans les années 1980 (plus de 2000 ha de pin maritime traités dans la région du Minho) et, après une période creuse, connaît un regain d'intérêt actuellement.

Les obstacles au développement de cette technique sont :

- Des réticences psychologiques, par simple peur du feu ou par crainte des effets sur les peuplements.
- Le manque de formation spécifique au brûlage dirigé dans certains pays.
- Les problèmes de responsabilité juridique en cas d'accident (feu échappant au contrôle).

Le brûlage dirigé peut être utilisé pour le débroussaillage d'entretien, mais également pour le débroussaillage d'ouverture, même lorsque la quantité de biomasse est importante. C'est le cas par exemple d'ouvertures :

- Dans un objectif strictement PFCL, sur maquis denses de bruyère et callune pouvant atteindre jusqu'à 2,5 m de haut ou sur garrigues denses à chêne kermès de 1 m de haut.
- Dans un objectif pastoral, sur landes à genêt purgatif ou sur landes à genêt à balais.

Périodicité des interventions : tous les 3 à 4 ans.

Avantages

- Pas de restriction par rapport à la topographie.
- Efficace sur la végétation ligneuse.
- Réduction du combustible fin et moyen.
- Élimine la couverture morte au sol (ex : litière de pin).

Inconvénients

- Nécessite la présence de spécialistes.
- Surveillance obligatoire.
- Impact négatif pour les jeunes sujets ou les arbres à écorce fine, sauf lorsqu'une éclaircie thermique est recherchée.
- Conditions climatiques à respecter.

COMMENT UTILISER LE BRÛLAGE DIRIGÉ ?

Conditions d'utilisation

Le brûlage dirigé nécessite le choix de conditions météorologiques et d'humidité de la végétation adaptées à la topographie du chantier, aux caractéristiques de la végétation, ainsi qu'au mode de conduite du feu envisagé afin d'éviter que le feu ne sorte de la zone définie et de protéger la strate arborée quand elle est présente. Par exemple :

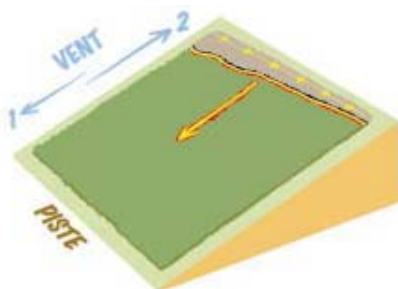
- Sur terrain pentu exposé est, on préférera un vent d'est qui permet de conduire le feu descendant contre le vent.
- Sous strate arborée, on préférera souvent un vent bien installé pour coucher les fumées chaudes, favoriser leur dispersion et éviter qu'elles ne stagnent trop longtemps au niveau des houppiers.

Préparation du terrain

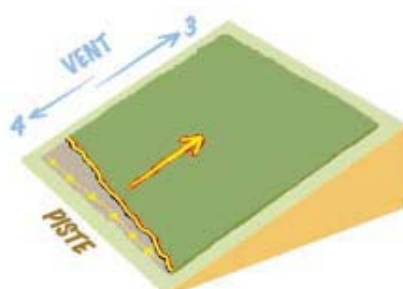
Lors d'un brûlage dirigé, le feu doit être contenu dans un espace bien défini. Il faut donc délimiter le périmètre du chantier :

- Soit par des barrières existantes (pistes, ruisseaux, cultures, zones rocheuses...).
 - Soit par des barrières artificielles créées spécialement par débroussaillage ou mise à nu du sol, et dont la largeur est fonction :
 - * De la position de la barrière.
 - * De la topographie, de la végétation, des conditions météorologiques, de la conduite du feu envisagée...
- Ex : en brûlage forestier conduit avec un feu à la recule (à

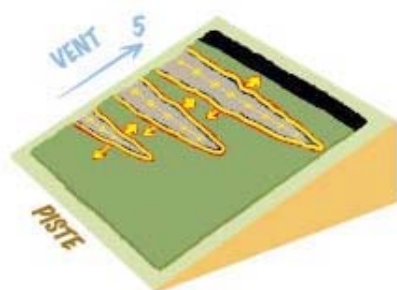
Les différents types de conduite du brûlage dirigé



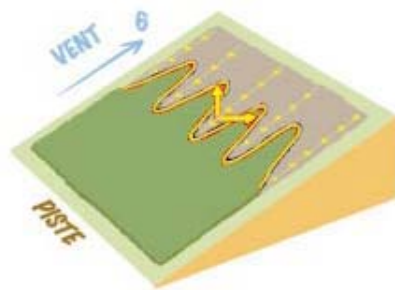
1 Feu au vent descendant (à la recule)
2 et à contrevent descendant



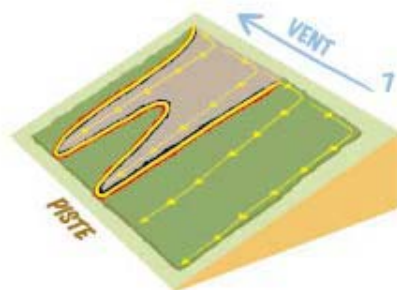
3 Feu au vent montant
4 ou à contrevent montant



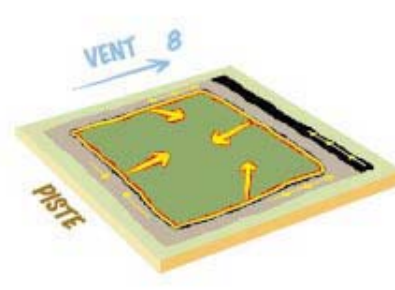
5 Feu par courbes de niveau successives



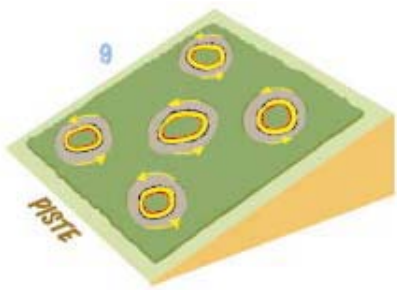
6 Feu par lignes simultanées dans la pente (en râteau)



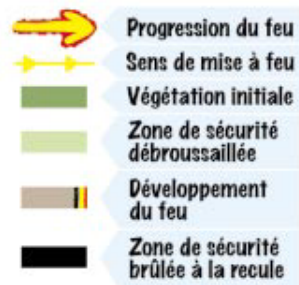
7 Feu par lignes successives dans la pente



8 Feu périmétral



9 Feu par bosquets



contre vent descendant), un ratissage de la litière jusqu'au sol sur une largeur de 50 cm crée une bande de sécurité suffisante.

Il est également conseillé, pour limiter les dégâts physiologiques et paysagers sur les troncs, de protéger le pied des arbres, notamment ceux à écorce fine, en utilisant une des méthodes suivantes :

- La protection la plus couramment utilisée est le ratissage de la litière au pied des arbres, jusqu'au sol, pour maintenir les flammes suffisamment loin du tronc. La largeur de ce ratissage est au minimum de 50 cm mais



Peuplement de chêne blanc juste après un brûlage dirigé (France)

peut atteindre 3 m à l'aval du pied des arbres en cas de feu intense, les flammes sur une pente étant plus destructrices vers l'amont.

- On peut aussi humidifier le tronc (en ajoutant éventuellement un produit moussant) à l'aide d'un seau-pompe quand le feu est peu violent, ou à la lance incendie quand le feu est plus intense.

Avant la mise à feu, il est indispensable de bien vérifier le dispositif mis en place. Les points faibles sont à surveiller tout particulièrement.

Conduite du feu... quelques exemples

Feu à contrevent descendant : par mesure de sécurité, le brûlage est généralement conduit de façon à contrarier la dynamique naturelle du feu. La mise à feu a lieu sur le point le plus haut et à contrevent.

Feu par courbes de niveau successives : le feu est allumé par bandes successives (de haut en bas) selon les courbes de niveau. Cette technique permet de brûler des surfaces plus importantes, mais la puissance du feu est plus élevée, ce qui nécessite de créer des barrières adaptées. Elle s'applique par exemple aux landes et maquis lorsque les brûlages sont réalisés en conditions humides.

LA TORCHE DE BRÛLAGE

Conçues aux USA et importées d'Amérique du Nord (le marché européen est encore trop étroit), les torches de brûlage sont l'outil essentiel d'une parfaite conduite du feu. D'une contenance de 5,7 l, elles se composent d'un bidon avec anse, d'une prise d'air servant aussi à régler le débit, d'un conduit doté en double protection anti-retour d'une bille et d'une boucle. Son extrémité est constituée d'un bec verseur et d'une veilleuse.

Ce matériel utilisé depuis longtemps est très fiable et vieillit bien. Seule la veilleuse s'encrasse au fil du temps. Indiquées pour fonctionner avec du kérosène en Amérique du Nord, les torches sont utilisées en Europe sans incident depuis 15 ans avec un mélange d'essence à 30-50 % et de gas-oil à 70-50 %. La proportion 1/3 essence - 2/3 gasoil est la plus commode, la plus usuelle et la moins chère.



Torche d'allumage (France)



En utilisant ce mélange essence gas-oil, il convient d'être vigilant et :

- De toujours faire le plein des torches, ou de les ouvrir, loin de toute source de feu : brûlage en cours, braise, mais aussi cigarette.
- De s'assurer avant et après usage que le couvercle est correctement vissé.
- De tenir la torche à l'ombre du rayonnement des feux dynamiques et du soleil (du printemps à l'automne tout particulièrement) pour éviter les effets de piston dus à la dilatation des gaz dans le récipient.

Sylvopastoralisme

Le sylvopastoralisme est l'utilisation de la forêt comme lieu de parcours pour le bétail. Dans de nombreux pays, c'est une technique couramment utilisée par les populations locales. Cependant, s'il n'est pas contrôlé, le pâturage devient l'ennemi de la forêt, par abrutissement de la régénération, frottements sur les troncs... En revanche, cette activité, si elle est bien gérée, peut être d'une grande efficacité dans l'entretien des zones fores-



Chèvres dans un arganier (Maroc)

tières. On parle alors de pâturage contrôlé car les zones de pacage et de parcours sont bien définies et délimitées.

Le sylvopastoralisme introduit dans un objectif DFCI ne peut réussir que si les espaces forestiers à entretenir sont bien intégrés dans l'ensemble des ressources pastorales dont dispose l'éleveur. Celui-ci privilégiera toujours la santé et l'alimentation correcte de son troupeau par rapport à l'action de débroussaillage. Il faut donc partir d'une étude fine du système d'élevage de l'éleveur pour y intégrer éventuellement l'entretien des zones débroussaillées, et non partir d'une définition a priori des zones à entretenir en espérant que l'éleveur accepte de lourdes contraintes modifiant et perturbant son système d'élevage préexistant.

Le pâturage contrôlé au moyen d'animaux lourds peut être utilisé lors du débroussaillage initial, mais uniquement dans le cas des zones d'appoint fourrager des coupures de combustible, et dans certains milieux (chêne blanc avec strate arbustive faible, taillis de chêne vert assez haut).

Le choix des animaux dépend des caractéristiques du site et des objectifs à atteindre :

- Caprins : les plus efficaces mais les plus difficiles à gérer en raison des dégâts sur la régénération.
- Ovins : prélèvements plus faibles, nécessitent des améliorations pastorales.
- Bovins : diminution de la biomasse surtout par piétinement et peu par prélèvement.
- Équins : impact sur la végétation par piétinement principalement.

Avantages

- Maîtrise de la végétation.
- Gestion de la ressource existante.
- Revalorisation de l'élevage et des milieux abandonnés dans certains pays.
- Maintien d'une activité humaine en forêt.

Inconvénients

- Nécessité de protéger la régénération contre les abrutissements.
- Irrégularité des ressources : des compléments alimentaires sont parfois nécessaires (ex : amélioration

pastorale par semis).

- Nécessité d'éliminer les refus des animaux.
- Impacts négatifs sur le milieu
- * Tassement du sol, surtout dans le cas d'animaux lourds.
- * Risques d'érosion si la pression des animaux est trop forte.

Israël

Sylvopastoralisme

L'État israélien encourage le sylvopastoralisme pour réduire le plus possible la charge combustible en forêt.

Le contrôle du pâturage s'exerce de deux façons :

- Des licences de pâturage sont délivrées en fonction du troupeau et de la zone pâturée.
- Des clôtures ont été installées par le Département des Forêts.

Combinaisons de méthodes

Les différentes méthodes peuvent être utilisées successivement pour améliorer l'efficacité du débroussaillage.

Deux combinaisons pour l'ouverture puis l'entretien des coupures arborées sont présentées ci dessous.

Débroussaillage mécanique et pâturage contrôlé.

L'ouverture du milieu est réalisée par un débroussaillage mécanique, accompagné si possible d'un dessouchage. Le pâturage contrôlé limite ensuite la reprise de la végétation, régulièrement aboutie. Une amélioration pastorale (ex : sur-semis sans travail du sol) constitue un enrichissement alimentaire pour les animaux. Un débroussaillage manuel élimine les refus du bétail. Cette combinaison permet de réduire la fréquence des entretiens.

Brûlage dirigé et pâturage contrôlé. Le milieu est ouvert par brûlage, puis entretenu par les animaux, par pâturage intensif en début de période estivale. Les refus peuvent également être éliminés par brûlage.

Pour plus d'informations, se reporter à la bibliographie en fin de guide

6.5 Sylviculture préventive

L'objectif de la sylviculture préventive est d'obtenir une composition et une structure des peuplements permettant :

- De contrarier la progression du feu et de limiter sa puissance.
- De limiter les dommages causés aux arbres par le passage du feu.

Ces deux objectifs sont étroitement liés. Toutes les mesures visant à réduire la puissance du feu tendent à limiter les dommages occasionnés aux arbres. Si le feu reste courant et ne passe pas en cime, les houppiers seront moins touchés et les chances de survie d'un plus grand nombre d'arbres du peuplement seront alors augmentées.

Les études sur la sylviculture préventive dans les peuplements méditerranéens sont peu nombreuses. Les travaux sylvicoles se heurtent à la faible rentabilité des peuplements et dépendent fortement :

- Des moyens financiers que l'on peut investir.
- Du revenu et des produits que l'on peut tirer de la forêt.

On se contentera de donner ici quelques pistes pour une sylviculture de prévention.

Quels peuplements rechercher ?

Les caractéristiques du peuplement pouvant avoir un effet sur sa sensibilité au feu sont :

- La structure : existence de discontinuités verticales ou horizontales.
- La densité du couvert, directement et par son action sur la végétation des strates inférieures.
- La composition en essences.

DISCONTINUITÉS DANS LA STRUCTURE

Absence de continuité entre le sol et les houppiers

La présence d'une strate arborée unique, isolée du sol, sans étages intermédiaires, évite la propagation du feu du sol vers la cime des arbres. Les sujets dominés ou malades, ainsi que les branches basses des arbres, peuvent être éliminés par éclaircie et élagage.

Mosaïque de peuplements différents

Une mosaïque de parquets (1 à 5 ha) d'âges et d'essences différents, en créant des ruptures à l'intérieur du massif forestier, semble la structure la plus adaptée pour limiter la sensibilité du peuplement au passage du feu. Ces parquets doivent posséder une profondeur suffisante afin que le feu puisse perdre de la puissance en y pénétrant. Cette taille minimale est fonction de la topographie et du peuplement.

En revanche, les taillis avec leurs cépées denses et

les futaies jardinées qui multiplient les strates de végétation sont des formations qui favorisent la propagation du feu.

Afin de diminuer les risques de propagation du feu, un taillis vigoureux peut être converti en futaie sur souches : pour chaque cépée, on ne conserve à la fin qu'un à deux brins. Cette conversion nécessite cependant des interventions fréquentes et progressives (réduction à 3 ou 4 puis 2 ou 3 puis 1 ou 2 brins) pour limiter la repousse des rejets et des gourmands.

DENSITÉ DU COUVERT

Un couvert forestier dense et sombre :

- contrarie la progression du feu dans les strates basses par :

- limitation de la dessiccation de la végétation et accélération de la dégradation de la matière organique, en raison de l'augmentation de l'humidité de l'air dans le sous-bois.

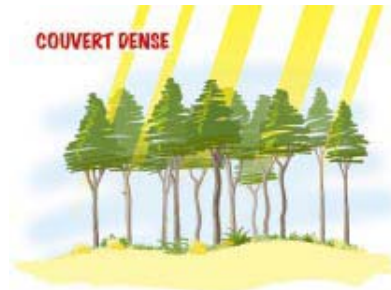
- réduction de la biomasse arbustive et élagage naturel, en raison de la diminution du rayonnement photosynthétique sous le couvert.

- favorise la progression du feu dans les houppiers.

La création et le maintien d'un couvert dense permettent de limiter la puissance des feux courants mais augmentent le risque de feux de cimes. Pour éviter le développement d'un feu total, un couvert dense doit donc absolument être accompagné d'un sous-bois propre.

Un couvert dense est obtenu par :

- Le choix d'espèces méditerranéennes possédant un feuillage dense. En fait, la qualité du feuillage d'une



Influence du rayonnement sur la végétation basse

essence dépend de la richesse du sol sur laquelle elle pousse. Le pin d'Alep, dont le feuillage est généralement clair, présente un feuillage dense qui couvre bien le sol lorsqu'il est installé dans une station riche. Le pin pignon possède généralement un feuillage bien fourni mais il exige des stations riches.

- Une sylviculture dynamique avec des éclaircies suffisamment fortes, le couvert se referme par développement et jonction des houppiers. Un couvert dense ne doit pas être synonyme de peuplement serré et mal éclairci et de forte densité avec de nombreux arbres dominés et dépérissants.

Une éclaircie vigoureuse présente l'inconvénient d'ouvrir temporairement le couvert, ce qui stimule le développement des strates basses. Cette opération doit être accompagnée d'un débroussaillage.

Après la régénération du peuplement, les stades juvéniles sont favorables à la propagation du feu. On s'efforcera de les limiter dans le temps en allongeant les durées de révolution.

La densité arborée doit être plus importante en lisière exposée à un vent fort pour former un brise-vent.

Un peuplement avec un couvert dense ne peut pas être recherché partout dans le Bassin méditerranéen. Il faut d'une part que les conditions du milieu s'y prêtent (fertilité suffisante) d'autre part qu'il soit compatible avec les objectifs de la forêt et les disponibilités financières.

Dans le cas particulier des pare-feu et coupures de combustibles, la densité arborée préconisée est beaucoup plus faible (cimes non jointives) pour éviter la propagation du feu entre houppiers, ainsi que pour permettre la circulation et les actions des équipes de lutte. Cette ouverture du milieu favorisant le développement de la végétation au sol, les opérations de débroussaillage doivent être beaucoup plus fréquentes.

COMPOSITION EN ESSENCES

En ce qui concerne la propagation du feu, la composition en essences joue un rôle beaucoup moins important que la structure.

Diversité. Le mélange d'essences permet de réduire la sensibilité d'un massif au feu. Il faut choisir des espèces qui possèdent les mêmes caractéristiques de croissance, afin d'éviter la formation de plusieurs strates arborescentes créant une continuité verticale.

Essences à croissance juvénile forte. Elles assurent une reconstitution rapide du couvert donc limitent le développement de la végétation au sol. Elles sont en outre très compétitives par rapport à la végétation arbustive.

Essences moins inflammables et moins combustibles. Elles doivent être privilégiées lors des interventions sylvicoles dans les peuplements existants, lors des débroussaillages manuels ainsi que lors des reboisements.

Essences résistant au passage du feu. Les peuplements composés d'arbres à écorce suffisamment épaisse résisteront mieux à des feux courants qui n'auront qu'une intensité faible ou moyenne. Le chêne liège est particulièrement résistant, sauf lorsqu'il a été démasclé récemment.

Opérations sylvicoles

ÉCLAIRCIES

Dans le contexte spécifique de la protection des forêts contre l'incendie, l'éclaircie a pour objectif principal de diminuer la combustibilité du peuplement, notamment en réduisant la biomasse. A cet objectif PFCI peut s'ajouter un objectif secondaire d'amélioration de la production de bois.

Nature

L'éclaircie préventive est tout d'abord sélective : les sujets dominés sont supprimés et, dans certains cas, des individus à avenir de production sont sélectionnés. Elle peut être également sanitaire quand elle permet l'élimination des arbres dépérissants.



Peuplement de chêne liège éclairci (Espagne)

Type

On réalise une éclaircie vigoureuse et par le haut :

- Si les tiges conservées sont aptes à bien réagir à l'éclaircie, en développant leur houppier et en reconstituant rapidement le couvert.
- Dans le cas d'une coupure de combustible où l'objectif est d'obtenir des houppiers distants les uns des autres.

Dans le cas contraire, une éclaircie par le bas permet d'éliminer les arbres dominés.



Le choix des individus à conserver peut être fait dans un objectif de production (arbres d'avenir) ou de mécanisation (alignements pour permettre le passage d'engins d'entretien), mais les lignes d'arbres restants constituent des mèches pour la propagation de l'incendie.

Intensité

Les éclaircies peuvent être fortes si la reconstitution rapide du couvert est possible.

Pour les coupures de combustibles, l'intensité d'éclaircie doit être très forte pour mettre à distance les arbres.

Périodicité

Elle est variable suivant les essences, mais généralement les éclaircies se font tous les 10 à 15 ans, lorsque le peuplement a atteint 20 à 30 ans. L'idéal est de réduire la rotation (durée entre deux passages) pour intervenir plus fréquemment de façon moins intense. Cependant, cela est souvent difficilement réalisable économiquement compte tenu de la faible rentabilité des peuplements forestiers.



Peuplement de pin de l'Eldar élagué (France)

DÉPRESSAGE

Le dépressage consiste à réduire la densité des tiges dans une parcelle en régénération pour favoriser la croissance des brins restants. Dans un objectif purement DFCL, sauf dans le cas d'une coupure de combustible, il doit être réalisé de façon modérée car il favorise le développement du sous-étage.

ÉLAGAGE

Cette opération consiste à couper les branches basses des arbres. En tant qu'action de PFCI, elle a pour objectifs :

- De créer une discontinuité entre le couvert arboré et les strates basses. L'élagage complète les travaux de débroussaillage. Tous les arbres doivent être élagués jusqu'à une hauteur de 2 mètres et l'intervention est généralement coûteuse.
- De faciliter la pénétration dans les peuplements

et donc les opérations d'entretien.

Lorsqu'il s'agit d'un peuplement possédant également un objectif de production, l'élagage permet d'améliorer la qualité du bois, en éliminant les nœuds.

ÉLIMINATION DES RÉMANENTS

Les rémanents des éclaircies et des élagages, dont l'accumulation favorise la propagation du feu, doivent être éliminés par broyage.

Pour plus d'informations, se reporter à la bibliographie en fin de guide

6.6 Équipements de terrain

Les équipements sont réalisés pour la lutte. Ils ont pour objectifs :

- De permettre aux équipes de lutte d'accéder au feu le plus rapidement possible (voies de circulation).
- De faciliter l'intervention des moyens de secours (zones d'appui, points d'eau).

Leur conception et leur réalisation doivent permettre aux équipes de secours de travailler dans les meilleures conditions de sécurité possibles.

Les voies de circulation peuvent également être utilisées pour la surveillance (patrouilles, guet armé terrestre).

Voies de circulation

Pour accéder au feu, se positionner sur des points stratégiques ou se ravitailler en eau, les véhicules de lutte utilisent l'ensemble des voies de circulation disponibles : réseau routier, pistes à usages divers (défense des forêts contre l'incendie, circulation publique, exploitation forestière...).

Les voies de circulation remplissent les fonctions suivantes :

- Permettre les déplacements des engins de lutte (accès rapide au feu et ravitaillement en eau).
- Constituer dans certains cas des zones sécurisées où les équipes de lutte peuvent combattre le feu.
- Assurer la circulation des patrouilles de surveillance dans un cadre préventif.

RÉSEAU ROUTIER

Le réseau routier doit être débroussaillé le long des tronçons situés à proximité de massifs forestiers (cf. fiche 6.1).

PISTES

Les pistes constituent un équipement très important pour la protection des forêts contre les incendies. Reliées au réseau routier, elles doivent permettre les déplacements et la lutte à l'intérieur d'un massif forestier ou en périphérie, et cela en toute sécurité. On distingue différents types de pistes, selon leur fonction principale :

- Les voies de transit et d'accès au massif. Ce sont de véritables routes forestières permettant à des véhicules à pleine charge d'eau d'avoir accès rapidement aux zones sensibles du massif.

- * Leur infrastructure doit permettre les déplacements rapides des engins de lutte : pente modérée, faible dévers, largeur suffisante pour permettre le croisement des véhicules ou zones de croisement en nombre suffisant et régulièrement espacées, places de retournement.

Quelques spécificités

En Israël, les pare-feu ont été remplacés par un réseau très dense de routes, car l'entretien manuel des pare-feu est très coûteux. Les routes constituent donc à la fois des voies de circulation, des compartimentations de l'espace et des accès pour l'exploitation forestière. Elles sont entretenues à l'aide de débroussaillages mécaniques et chimiques (herbicides).

En Turquie, certaines pistes appelées "routes sécurisées" jouent également le rôle de pare-feu (largeur : 10 à 20 m). Elles sont en général bordées de *Cupressus sempervirens* ou de feuillus (*Quercus* sp., *Acer* sp. ...) :

- Soit pour en sécuriser l'accès par le choix d'essences moins inflammables ou constituant des brise-vent.
- Soit pour créer des zones d'attaque privilégiées en diminuant la puissance du feu.

Entretenues régulièrement au bulldozer, ces routes sécurisées sont malheureusement soumises à une érosion très forte due à une forte pente et à l'absence de végétation, ce qui limite dans certains cas le passage des engins de lutte.

En Syrie, en cas de grand incendie, de nouvelles pistes peuvent être ouvertes au bulldozer ; elles sont ensuite détruites ou intégrées au plan d'aménagement.

- * Elles sont bordées de chaque côté d'une bande débroussaillée assurant la sécurité du transit.

- Les lignes de lutte permettent de lutter contre un feu modéré.

- * Elles sont plus sommairement aménagées que les voies de transit.

- * En revanche, le débroussaillage des bandes de sécurité doit être soigneusement étudié et réalisé.

- Les pistes sommaires permettent de s'approcher d'un feu naissant ou d'un feu de faible puissance.
- * Leur longueur doit être inférieure à 1000 m. Elles peuvent être ouvertes au bulldozer.
- * Elles sont bordées de chaque côté d'une bande débroussaillée de sécurité.

Les impasses sont à éviter afin d'assurer l'évacuation des hommes en toutes circonstances. Toute voie sans issue doit être signalée et pourvue à son extrémité d'une large place de retournement débroussaillée.

De nombreuses pistes ont de multiples usages : exploitation forestière, voies de communication entre villages, accès aux habitations, tourisme. Cette multifonctionnalité augmente les risques d'incendie liés aux activités

humaines en forêt. Pour limiter la fréquentation des massifs forestiers, certaines pistes situées dans des zones sensibles peuvent être interdites au public durant la saison des feux, voire toute l'année.

IMPLANTATION D'UN RÉSEAU DE PISTES

Deux éléments essentiels sont à prendre en compte dans le choix de l'implantation des pistes :

- Le relief.
- Les scénarios de feu.

En terrain plat, le réseau de pistes peut former un quadrillage régulier. En zone de relief, les pistes seront

France

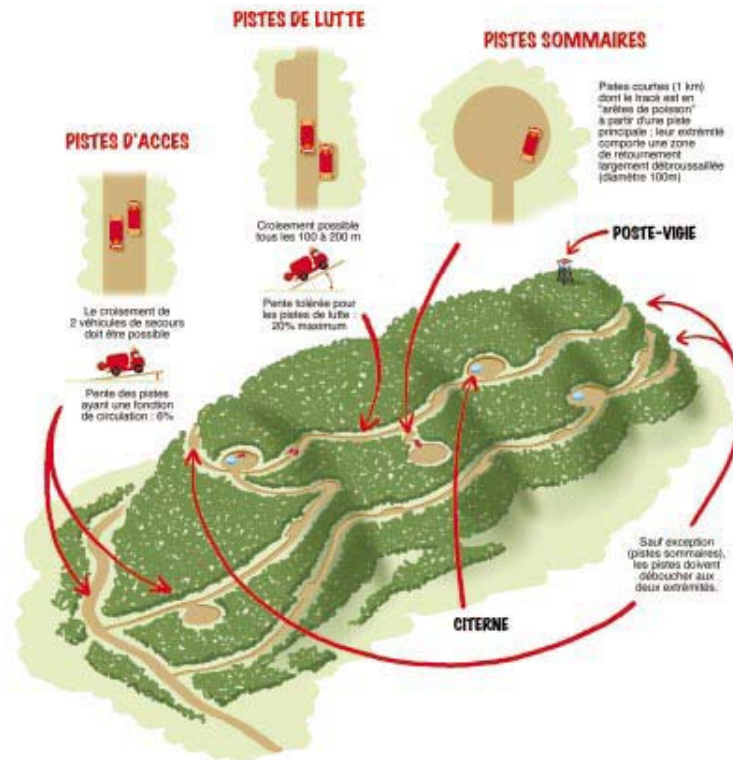
Normalisation des pistes DFCI

La Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne* a établi une normalisation des équipements DFCI de terrain en fonction de leurs conditions d'accessibilité et de sécurité. En ce qui concerne les pistes qui doivent absolument être balisées et clairement identifiées, trois catégories ont été déterminées : les deux premières sont détaillées dans le tableau ci-dessous ; la troisième regroupe les pistes ne remplissant pas les conditions des catégories 1 et 2.

Certaines pistes, interdites au public, sont fermées à l'aide de clés dont les différents acteurs de la lutte et de la prévention (ex : patrouilles de surveillance) possèdent un exemplaire.

Caractéristiques techniques	Catégorie 1	Catégorie 2
Gabarit	Largeur minimale de 6 m de roulement ou largeur minimale de 4 m avec des aires de croisement tous les 200 m environ	Largeur minimale de 4 m de roulement avec des aires de croisement tous les 500 m environ
Retournement (surface minimale de 250 m ² sur 8 à 10 m de large, débroussaillée sur un rayon minimal de 50 m en fin de piste)	Aucune impasse	Une aire de retournement tous les kilomètres et à l'extrémité de la piste dans le cas d'une impasse
Points noirs (limitation de tonnage, de hauteur, de largeur, difficultés d'accès)	Aucun	Doivent être signalisés
Pente en long	Pente moyenne de 10% avec des tolérances ponctuelles (pentes instantanées ne dépassant pas 20%)	
Dévers	5% au maximum	
Virages	Payon de courbure intérieure compris entre 9 et 11 m avec une surlargeur de 1,5m, jusqu'à un rayon de 50 m	
Débroussaillage	Débroussaillage latéral d'une largeur minimale de 2x10m (de chaque côté de la piste), comprenant éclaircie et élagage du peuplement arboré si nécessaire	

* Représentation interministérielle



Implantation d'un réseau de pistes

implantées selon les schémas ci-dessus.
L'implantation d'un réseau de pistes peut aussi prendre en compte, dans certains cas, la contrainte paysagère.

Densité du réseau

Il n'existe pas de norme pour la densité des pistes.

France		
<i>Densités indicatives</i>	<i>Type de réseau</i>	<i>Densité préconisée</i>
	<i>Réseau très dense (risques d'incendie et enjeux élevés)</i>	<i>Piste de lutte : 2 km pour 100 ha Piste d'accès : 0,5 km pour 100 ha Zones débroussaillées : 12 ha pour 100 ha</i>
	<i>Réseau intermédiaire (risques et enjeux moyens)</i>	<i>Piste de lutte : 1 km pour 100 ha Piste d'accès : 0,25 km pour 100 ha Zones débroussaillées : 6 ha pour 100 ha</i>
	<i>Réseau peu dense (risques faibles, enjeux limités)</i>	<i>Piste de lutte : 0,5 km pour 100 ha Piste d'accès : 0,125 km pour 100 ha Zones débroussaillées : 3 ha pour 100 ha</i>

Celle-ci dépend de la sensibilité au feu de la zone, des enjeux de la protection, mais également des contraintes financières car les équipements sont coûteux.

Zones d'appui - Lignes de combat préparées à l'avance : LICAGIF

Les débroussaillages localisés (le long des pistes par exemple) ou sur de plus grandes étendues (coupures de combustibles) constituent des zones d'appui essentielles dans la lutte, la végétation combustible y étant beaucoup moins importante.

RENFORCEMENT DES ZONES DE LUTTE

Certaines pistes utilisées pour la lutte et fortement débroussaillées sur leurs côtés peuvent être renforcées par une deuxième ligne d'attaque. Il peut s'agir par exemple d'une piste secondaire située du côté du vent et constituant un premier écran contre le feu.

COMPARTIMENTATION DE L'ESPACE

Les discontinuités spatiales sur de grandes surfaces (pare-feu ou coupures de combustibles) sont des zones d'appui sécurisées pour l'attaque du feu (cf. fiche 6.3).

LIGNES DE COMBAT PRÉPARÉES À L'AVANCE

Les grands incendies sont caractérisés principalement par une propagation sous la forme d'un front étendu (plusieurs centaines de mètres) et de forte intensité. Les Lignes de Combat préparées à l'Avance contre les Grands Incendies de Forêts (LICAGIF) sont des structures spécifiques, composées d'un ensemble d'équipements de prévision, permettant de lutter contre ces incendies catastrophiques.

Une LICAGIF permet de créer une ligne d'arrêt en concentrant des moyens de lutte le long d'un axe routier (route ou piste) en avant du front de feu, dans le but d'arrêter l'avancée du sinistre sur une seule ligne ou au moins de le fractionner en petits fronts.

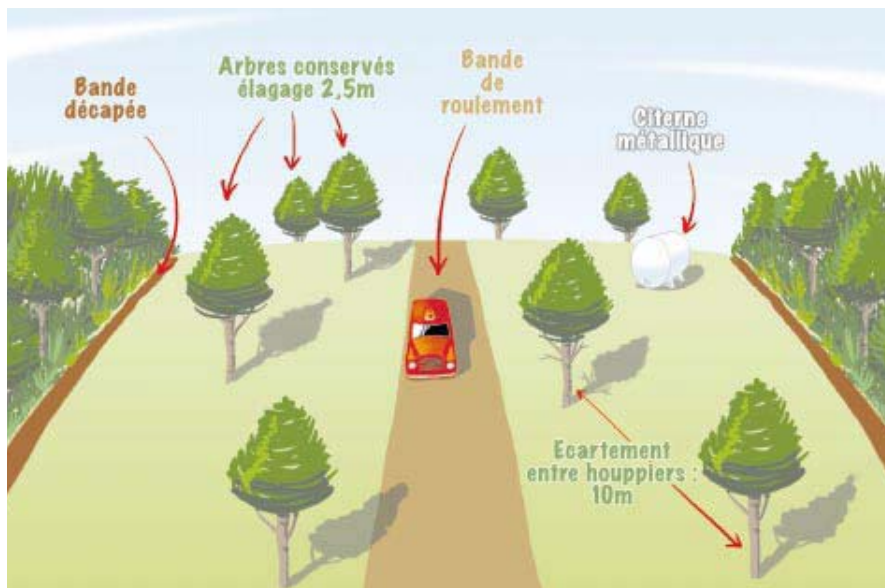
Implantation

Pour endiguer des fronts de feu importants, la LICAGIF doit présenter une continuité entre des zones d'ancrages quasiment infranchissables : masses rocheuses, plans d'eau, autre LICAGIF.

L'implantation en crête de cet équipement est directement liée au ralentissement des feux sur ces secteurs. Le choix des lignes de crêtes à équiper découle des études de scénarios de feux et correspond à des choix stratégiques de lutte.

Les éléments de la LICAGIF

La **bande de roulement** est l'axe routier le long



Éléments constitutifs d'une LICAGIF - Source : DDAF 2A

duquel seront concentrés les moyens de lutte. Il est choisi en fonction du relief et de l'aérogologie du secteur.

La **profondeur de débroussaillage** de part et d'autre de la bande de roulement est définie :

- En fonction de la nature de la végétation existante et de la topographie du secteur.

- Comme un minimum opérationnel permettant l'organisation de la lutte à partir de la bande de roulement.

- De façon à ce que personnels et matériels ne soient jamais directement soumis aux effets de l'incendie.

La largeur minimale totale retenue est de 100 mètres.

Le maintien d'un couvert arboré correspond ici à la nécessité de créer une barrière visant à limiter les sautes de feu par projection de matière en ignition et de "diluer" le vent sur la surface de la LICAGIF. Il permet en outre une meilleure intégration paysagère de l'équipement.

La **mise en réserve d'eau** est assurée par le positionnement de citernes métalliques fermées, d'une capacité de 30m³ et réparties le long de la bande de roulement tous les 700 à 1000 mètres environ.

Des **bandes décapées** créent une rupture complète de combustible entre la végétation et la surface de la LICAGIF. Elles faciliteront l'entretien de la zone débroussaillée par la technique du brûlage dirigé et pourraient éventuellement servir de ligne d'allumage à un contre-feu.

Accès à la LICAGIF

Le dernier facteur de réussite de la ligne d'arrêt est la possibilité de regrouper rapidement et en toute sécurité tous les types de véhicules de lutte. Il faut donc disposer d'un réseau routier stratégique cohérent par rapport aux schémas de lutte envisagés :

- Composé de tout axe routier existant (nationale, départementale, communale, piste) complété par la création éventuelle de nouvelles pistes.

- Aménagé, partout où cela s'avérera utile, de façon à mettre en sécurité les personnels et les moyens (cf. paragraphe sur les routes et les pistes).

Points d'eau

Les capacités de stockage des engins de lutte étant limitées, il faut recourir à des réserves d'eau artificielles ou naturelles. Celles-ci doivent être en nombre suffisant et bien réparties pour réduire les distances donc les durées de ravitaillement et optimiser les interventions sur le feu.

Le ravitaillement des engins de lutte peut se faire auprès de points d'eau de natures très diverses, réservés à la protection des forêts contre les incendies ou à usages multiples (lutte contre les incendies, agriculture, approvisionnement en eau potable...).

PLANS D'EAU

Il s'agit de grandes étendues d'eau, naturelles

(lacs) ou artificielles (retenues d'eau). Elles doivent être aménagées localement pour permettre les manœuvres des engins terrestres et sont très utiles pour le ravitaillement des avions amphibies. Les Canadiens nécessitent un plan d'eau d'une longueur minimale de 2000 m, de largeur 100 m et de profondeur 2 m.

CITERNES

Citernes fixes : en béton ou métalliques, elles peuvent être enterrées ou apparentes. De capacité variable, de 10 à 150 m³ en général, elles sont alimentées naturellement (captage de source, construction d'un impluvium pour récolter l'eau de pluie...) ou artificiellement.



Citerne et impluvium (Tunisie)

Le ravitaillement des engins de lutte doit s'effectuer à l'aide de motopompes en profitant de la topographie pour donner suffisamment de pression à l'eau. Certaines citernes peuvent être équipées spécialement pour le ravitaillement des hélicoptères, par exemple à l'aide d'une trappe située sur le dessus de la citerne pour le ravitaillement par aspiration.

Citernes mobiles : de capacité beaucoup moins importante, ces citernes, métalliques ou parfois en tissu imperméable, ont l'avantage de pouvoir amener la réserve d'eau très près de la zone de lutte.

Les citernes doivent être bordées par une zone de manœuvre pour permettre aux camions qui viennent se réapprovi-



Citerne mobile (France)

sionner d'évoluer sans entraves.

Les piscines peuvent être utilisées localement par les services de lutte pour alimenter des engins terrestres et par les propriétaires pour protéger leur habitation.

Ex : En Turquie, certains hôtels utilisent l'eau de leur piscine à l'aide d'une motopompe pour protéger l'établissement en cas d'incendie.

Quelques spécificités...

En Italie, les citernes en tissu imperméable, soutenues par des structures métalliques tubulaires, ont l'avantage d'être facilement maniables (capacités réduites : 2 à 25 m³) mais sont aussi beaucoup plus fragiles.

En Turquie, les citernes mobiles sont tirées par des tracteurs appartenant généralement à la population locale, qui participe activement à la lutte.

RÉSEAU D'EAU POTABLE

Le réseau d'eau potable peut être utilisé par les engins de lutte par l'intermédiaire de bornes d'incendies, qui ont l'avantage de délivrer de l'eau sous pression. Cependant lorsque plusieurs engins se ravitaillent, la pression diminue fortement. En Syrie, le château d'eau fournissant l'eau potable au village est généralement situé près du centre anti-incendie.

DENSITÉ D'UN RÉSEAU DE CITERNES

Le nombre et l'emplacement des citernes dépendent du risque d'incendie, de la topographie des sites, de la taille des citernes, de la contenance des véhicules et de l'éloignement des autres points d'eau.

Une densité de une citerne de 60 m³ tous les 4 km de pistes semble correcte. Le long d'une coupure de combustible, on peut placer une citerne tous les 1 ou 2 km.

ENTRETIEN

Les points d'eau doivent être régulièrement contrôlés (remplissage, fonctionnement, accès) chaque semaine en période de risque élevé et un rapport d'état doit être envoyé aux services responsables (forestiers, pompiers).

Brumisation

La brumisation crée un nuage de fines gouttelettes d'eau dont l'objectif est de limiter la progression du feu. Ce nuage hydrique atténue les radiations infrarouges émises par le feu, ce qui retarde ou empêche l'élévation de la température du végétal et par conséquent diminue son dessèchement et empêche la pyrolyse.



Approvisionnement à une borne d'incendie (France)

Chypre

Points d'eau

Des citernes en béton d'une capacité de 90 m³ sont construites à proximité de sources captées qui assurent le remplissage. Elles sont reliées en aval à différents points d'eau signalisés par la lettre H, fermés avec une clé spéciale dont un exemplaire est donné aux équipes de lutte uniquement. Avec le dénivelé, l'eau acquiert suffisamment de pression, ce qui évite d'avoir recours à des pompes.

Cette réserve en eau est complétée par des poteaux incendie installés sur des conduites d'eau potable ou d'irrigation, et par des étangs artificiels.

En moyenne, une citerne ou un point d'eau se trouvent tous les 6 km ; ces réserves d'eau assurent le ravitaillement des engins terrestres essentiellement, voire d'hélicoptères.



Citerne de 90 m³ en béton (Chypre)

L'émission d'eau sous la forme de gouttelettes peut être assurée par des tuyaux métalliques verticaux, fixes ou mobiles, implantés dans un peuplement. Certains engins de lutte peuvent également être équipés de canons brumiseurs.

Cette technique peut également être utilisée dans le cadre de la prévention, pour réduire les risques d'éclosion d'un feu lorsque les conditions climatiques sont excessives.

Pour plus d'informations, se reporter à la bibliographie en fin de guide

6.7 Plan d'aménagement du territoire

La réalisation d'un ensemble d'actions et d'infrastructures de lutte, de prévision et de prévention aboutit inévitablement à un échec si aucune réflexion préalable sur son organisation n'a été menée.

Le plan d'aménagement du territoire est un document qui, sur une zone forestière donnée :

- Définit les actions et les équipements à réaliser, en fonction des stratégies de lutte et des besoins des utilisateurs et les planifie dans le temps.
- Assure leur cohérence, entre eux et avec l'aménagement général du territoire.

Le plan d'aménagement du territoire est fondé sur l'analyse des différentes composantes du milieu naturel (climat, relief, végétation) et humain (occupations et installations humaines, attitudes, comportements, usages).

Délimitation du périmètre d'intervention

Le risque d'incendie dans un massif forestier ne connaissant pas les limites administratives, il faut définir un bassin de risque c'est-à-dire une zone continue à l'intérieur de laquelle le phénomène incendie doit être étudié pour appréhender sa dimension physique.

Le bassin de risque sera facile à délimiter dans une région ayant un taux de boisement modéré, inférieur à 40 %, où les massifs forestiers sont généralement bien individualisés. Dans le cas contraire, différentes méthodes sont utilisables pour délimiter ce bassin de risque :

- Rechercher des limites semi-étanches. En analysant les incendies passés et les données météorologiques sur la direction des vents dominants, il est possible de trouver les limites que le feu n'a jamais franchies ou a très peu de chances de franchir.
- Augmenter la dimension de la zone d'étude pour s'affranchir des phénomènes de bordure.

Concertation

La nécessité de travailler à l'échelle d'un bassin de risque impose que les différents acteurs concernés collaborent à l'élaboration du plan d'aménagement.

La concertation entre les responsables des unités administratives, les différents partenaires de la défense des forêts contre l'incendie et les usagers de la forêt est indispensable, pour dégager un compromis entre les différentes parties, dans l'optique d'une protection optimale de la zone concernée.

Maroc

Plan directeur de protection des forêts contre les incendies dans le Rif

Ce plan, élaboré à partir de 1998, résulte de la coopération entre la région du Rif (Tétouan, Larache et Chefchaouen) et le gouvernement autonome d'Andalousie (Espagne).

Objectifs. Ce plan, qui concerne à la fois la prévention et la lutte contre les incendies, a pour but :

- D'analyser et d'évaluer les besoins en équipements de base en fonction des enjeux.
- D'organiser la répartition des équipements de défense (pistes, points d'eau, matériel de lutte...) entre les différents partenaires concernés.
- D'établir un ordre de priorité entre les massifs forestiers en fonction des enjeux et de leur vulnérabilité. Cette hiérarchisation détermine l'intensité des opérations à mener pour la protection des forêts contre les incendies (équipements, interventions sylvicoles, affectation des moyens de lutte...).

Moyens. Ce plan préconise la création d'un Centre d'Opérations Régional et, pour chaque province, de Centres d'Opérations Provinciaux, divisés eux-mêmes en Unités Territoriales de Surveillance et d'Extinction des Incendies. Les Centres d'Opérations ont pour mission :

- D'assigner et de coordonner l'utilisation des moyens humains et matériels qui leur sont octroyés.
- D'assurer le suivi des interventions.
- De faciliter la formation du personnel.

Mise en œuvre. Elle a été entamée au début de l'année 1999, avec l'équipement du massif pilote de Bouhachem :

- Équipement de la salle de coordination du Centre d'Opérations Régional de Chefchaouen.
- Construction et équipement d'un poste vigie.
- Installation d'un point d'eau de 50 000 litres.
- Formation de 20 personnes, ingénieurs et ouvriers des équipes de lutte.
- Réhabilitation d'une piste sur une longueur de 20 km

Élaboration d'un plan d'aménagement

ANALYSE DE LA ZONE ÉTUDIÉE

Un plan d'aménagement nécessite une bonne connaissance du milieu par l'analyse de ses composantes, tant écologiques (climat, relief, types de végétation...) que socio-économiques (usages de la forêt, occupation du sol...).

L'étude des feux antérieurs permet d'appréhender les risques d'incendie pesant sur la forêt par le passé. Une extrapolation au risque actuel nécessite cependant de prendre en compte les évolutions des milieux naturel et humain et doit être menée avec prudence.

SCÉNARIOS D'INCENDIES

Compte tenu des résultats de l'analyse, des scénarios sont déterminés en définissant les causes les plus probables d'éclosion et les modalités de propagation du feu. Pour élaborer ces scénarios, il est essentiel de faire appel au retour d'expérience, c'est-à-dire aux situations vécues par les personnels de lutte lors des incendies antérieurs. Pour estimer la progression du feu, il est possible d'utiliser des modèles de propagation.

France

Les acteurs du plan d'aménagement des forêts contre l'incendie (PAFI)

Ce plan est réalisé par un groupe d'étude formé en général des représentants :

- Des communes concernées (maire, adjoints, conseillers municipaux).
- Des services départementaux et locaux d'incendie et de secours.
- Des services forestiers.
- Des propriétaires privés.
- Des comités communaux feux de forêts.
- Des usagers de la forêt.
- D'organismes scientifiques.

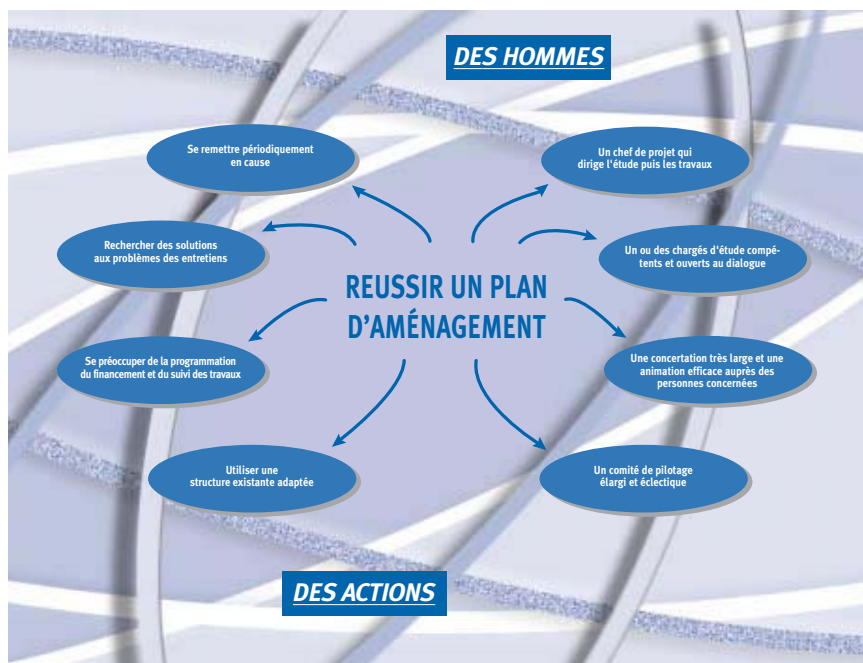
PROPOSITION D' ACTIONS PRÉVENTIVES

Pour chaque scénario, il faut proposer différentes actions permettant de :

- Réduire le risque d'éclosion.
- Limiter les surfaces parcourues.
- Limiter les dommages causés par les incendies.

Ces diverses actions peuvent être :

- Sensibilisation de la population et participation de celle-ci à des actions préventives en forêt.



Points clés d'un plan d'aménagement

Italie

Plan anti-incendie

Définition et objectifs

Les plans anti-incendie définissent dans l'espace et dans le temps les actions et les équipements de prévention, d'extinction et de reconstitution des forêts après incendie à mettre en œuvre afin de limiter les dommages causés par le feu. Ils s'appliquent à de grandes surfaces telles que les régions.

Principes généraux

Les plans sont fondés sur la description du territoire et la prévision du comportement du feu. Les principes fondamentaux sont :

- La prise en compte des dommages acceptables.
- La prise en compte de la prévention, de la lutte et de la réhabilitation du peuplement après incendie et la recherche de l'équilibre et de la cohérence entre ces trois domaines d'action.
- La confrontation des résultats obtenus avec les résultats prévus.
- L'intégration des innovations scientifiques et techniques.

Élaboration

Afin de définir les dommages acceptables, on utilise la notion de "surface brûlée annuelle admissible" : c'est la surface maximale que l'on accepte de voir parcourue par le feu annuellement sur le territoire couvert par le plan et qui peut être effectivement respectée grâce aux équipements prévus. Plus les dommages causés par le passage du feu sur l'unité de surface sont susceptibles d'être graves, plus il faut réduire la surface brûlée admissible et plus les coûts des actions et des équipements à réaliser sont importants.

Pour évaluer cette surface brûlée annuelle admissible :

- On détermine les surfaces boisées pour lesquelles le passage du feu entraînera le moins de préjudices. On accepte de voir ces surfaces parcourues par le feu.
- Sur ces zones, on évalue le comportement probable du feu.
- On prend la décision d'accepter le feu tel quel ou d'intervenir pour modifier son intensité et réduire les dommages.

Source : G. Bovio

La structure du plan

Des zones homogènes doivent être définies pour y développer les objectifs.

Les étapes du zonage sont les suivantes :

- **Zones comprises dans le plan.** Dans cette première phase, on doit définir les zones à inclure dans le plan, en tenant compte surtout des données historiques.

- **Zonage actuel.** On définit des zones homogènes en fonction de l'incidence du problème au moment où l'on commence la planification. Ces zones homogènes sont définies en fonction du danger (résultat de nombreux facteurs qui influent sur l'éclosion et la propagation des incendies) et de la gravité (conséquences des incendies sur un territoire) et représentent les bases permettant de déterminer les interventions successives.

- **Zonage des objectifs.** Ce zonage est fondamental pour le plan car il décrit pour les différentes parties du territoire les objectifs à atteindre en relation avec les interventions à réaliser. Pour chaque situation homogène décrite dans le zonage actuel, on définit le comportement probable du front de flamme et les conséquences prévisibles. On détermine une surface maximale pouvant être brûlée mais aussi une intensité du feu maximale acceptable. Il est nécessaire d'être concret, en distinguant ce qui peut être atteint pendant le plan de ce qui le sera après.

- **Descriptions des interventions.** Pour chaque zone issue du zonage des objectifs, on décrit les interventions à réaliser, en précisant leur positionnement sur le territoire et la nature des opérations et des équipements.

Utilisateurs et usages opérationnels du plan

Les utilisateurs sont les personnes chargées de la planification, de la prévision et de la gestion des interventions anti-incendie.

Le plan oriente le choix des travaux de prévention, de surveillance, de contrôle et de programmation de feux prescrits.

Le plan doit être structuré pour satisfaire les exigences d'extinction des incendies : mise en œuvre des forces et moyens d'intervention. Il doit permettre de déterminer les priorités d'intervention entre différentes couvertures boisées et informer sur les techniques d'extinction les plus opportunes.

- Installation d'infrastructures préventives (tours de guet, pistes, points d'eau, coupures de combustible...).
- Interventions sur les peuplements (débranchements, opérations sylvicoles...).

SYNTHÈSE

A partir de différents scénarios envisagés et des actions préventives déterminées, il faut trouver le meilleur compromis possible assurant la cohérence et l'efficacité du système de prévention. Ce choix est bien sûr fortement dépendant des capacités financières.

Mise en œuvre de l'étude

Lorsque le document final est achevé et approuvé, il faut mettre en œuvre les propositions formulées dans l'étude, c'est-à-dire :

- Programmer les actions et les travaux prévus.
- Rechercher les financements.
- Réaliser les actions et les aménagements concrètement sur le terrain, puis entretenir les équipements.

Il est également important de remettre en cause certains éléments du plan d'aménagement pour tenir compte de situations nouvelles. En particulier, après un incendie sur la zone du plan, il est recommandé de tirer parti de l'expérience de ce feu pour améliorer les équipements de protection. Ce retour d'expérience se fait par concertation entre les acteurs à partir des témoignages relatifs à l'incendie.

Syrie

Exemple d'un plan d'aménagement intégré anti-incendie

Localisation. Ce plan d'aménagement a été mis en place sur la commune de Om-Altoyour, à 30 km de la ville de Lattaquié sur la côte.

Caractéristiques de la zone étudiée. C'est une zone très représentative de la problématique feux de forêts en Syrie :

- Ses caractéristiques écologiques la rendent très sensible au feu, notamment du fait de peuplements monospécifiques de *Pinus brutia*.

- La pression de la population locale sur la forêt est très élevée.

* *Pinus brutia* constitue une ressource en bois de feu importante.

* Le développement économique est essentiellement basé sur une agriculture utilisant des techniques traditionnelles peu rentables nécessitant de grandes surfaces gagnées sur la forêt. Globalement, le taux de croissance de la population (3,5 % à l'échelle nationale) dépasse largement celui de la disponibilité en terres arables.

- La majorité des incendies résulte des activités agricoles (64,5 %).

Propositions d'aménagement intégré. Au vu des caractéristiques de la zone étudiée, différentes actions préventives intégrant la problématique socio-économique ont été proposées :

- Accroître l'auto-protection au feu des peuplements forestiers, en favorisant le mélange d'essences qui devra à terme remplacer les blocs monospécifiques de *Pinus brutia* et en créant des discontinuités dans le couvert.

- Améliorer le revenu de la population locale et diminuer sa dépendance vis-à-vis des activités agricoles. Les opérations sylvicoles peuvent ainsi fournir des emplois temporaires et l'introduction d'espèces forestières à usages multiples diversifie les ressources.

Ex : *Ceratonia siliqua* est utilisée pour ses valeurs médicales, mellifères et alimentaires (alimentation humaine et animale).

Ces diverses opérations permettent de faire prendre conscience aux habitants de la nécessité de protéger la forêt. Il s'agit de trouver un compromis entre la préservation des forêts contre les incendies et le développement socio-économique de la population locale.

Projet FAO GCP/INT/539/ITA

Tunisie

Un Plan d'aménagement contre les incendies d'un massif pilote

Localisation. Ce plan d'aménagement est en cours de réalisation dans le massif de Dj. Mansour qui est à cheval sur les Gouvernorats de Zaghuan et de Siliana.

Caractéristiques de la zone étudiée. Il s'agit d'un peuplement dominé par le pin d'Alep sur trois séries forestières totalisant environ 7000 ha. Les grands incendies se propagent généralement sous l'effet du sirocco, un vent chaud et sec de secteur sud-ouest.

Objectifs de l'aménagement. Les propositions d'aménagement visent à mettre en œuvre les principes suivants :

- Ne plus penser l'aménagement à l'échelle de la série forestière, mais à celle du massif forestier dans son ensemble, et s'assurer de la parfaite cohérence des équipements.

- Disjoindre la notion d'infrastructure parcellaire de celle de compartimentation des forêts vis-à-vis du feu.

- Hiérarchiser clairement les coupures de combustible sur des critères fonctionnels : coupures stratégiques, bandes de sécurité le long des pistes, interfaces habitat-forêt, coupures agricoles.

- Améliorer la circulation des engins de lutte sur les coupures de combustible.

- Développer l'utilisation des arbres comme brise vent, tout en empêchant les feux de cime.

- Tester les techniques de débroussaillage alternatives au travail manuel (broyage, dessouchage, herbicide, éventuellement brûlage dirigé...) pour les zones où la main d'œuvre se raréfie.

- Évaluer systématiquement les conséquences de toute réorientation d'ordre technique sur le domaine social.

Les équipements. Les équipements proposés répondent à deux grands objectifs :

- Les ouvrages destinés à faciliter les premières interventions sur les feux naissants.

- Les ouvrages destinés à constituer des zones d'appui à la lutte sur des incendies bien établis qui auraient échappé à la première intervention.

Les coupures de combustible de traitement des feux naissants seront essentiellement des bandes débroussaillées de sécurité bordant des voies de circulation le long desquelles de nombreuses éclosions de feux ont été constatées ces dernières années. Pour réaliser la seconde catégorie d'ouvrages les anciennes tranchées pare-feu localisées sur des axes stratégiques seront élargies par des travaux d'éclaircies fortes accompagnées de débroussailllements périodiques.

Ce projet pilote est accompagné par la mise en place d'une équipe de recherche destinée à suivre et à évaluer les nouvelles options choisies.

Projet FAO GCP/REM/056/FRA

Source : E. Rigolot

Pour plus d'informations, se reporter à la bibliographie en fin de guide