

2

Politiques de prévention et de réhabilitation en réponse aux origines des incendies de forêts

6

Les sautes de feu en Europe
Résultats du programme européen Saltus

8

Bulletin à découper

Ce numéro est consacré aux résultats de deux programmes importants : Saltus et le guide international PFCI. Saltus, projet européen sur l'étude des sautes de feux, a impliqué des équipes portugaises, italiennes, espagnoles, grecques et françaises, coordonnées par le Cemagref. Ce dernier a conçu et réalisé le guide international PFCI, ouvrage qui concerne l'ensemble des pays du bassin méditerranéen.



Politiques de prévention et de réhabilitation en réponse aux origines des incendies de forêt

Exemple de quatre pays du bassin méditerranéen
(Chypre, Maroc, Syrie, Tunisie)

Qu'en est-il des incendies de forêt de l'autre côté de la Méditerranée ? Les feux sont-ils importants au Maghreb ? Comment les populations et les responsables syriens perçoivent-ils la forêt et les dégâts dus aux incendies ?

C'est ce que nous sommes allés voir, pour le compte de la FAO qui a demandé au Cemagref d'Aix-en-Provence d'écrire un guide technique sur la Protection des Forêts Contre l'Incendie (PFCI), destiné à l'ensemble des pays du bassin méditerranéen. Ce guide permet à chaque pays d'avoir accès aux informations issues des autres pays, et de dis-

poser ainsi d'éléments supplémentaires pour ses prises de décision. Il est destiné à tous ceux qui jouent un rôle dans la protection de la forêt contre l'incendie, tels que les responsables de la lutte, les personnels de la sécurité civile, les techniciens et ingénieurs forestiers, les propriétaires forestiers...

Nous avons parcouru, entre autres, le

Politiques de prévention et de réhabilitation (suite de la première page)

Maroc, la Tunisie, Chypre et la Syrie. Nous avons rencontré les forestiers et les pompiers sur le terrain ainsi que les responsables de la forêt et de la PFCI, dans les régions et dans les ministères. Nous vous proposons une visite de ces quatre pays, afin d'y découvrir les actions de prévention et de réhabilitation qui y sont menées. Suivez le guide !

Ces quatre pays sont eux aussi confrontés aux incendies, qui sont parfois ressentis comme un véritable fléau puisqu'ils amputent des massifs forestiers parfois déjà peu conséquents et morcelés. À cette conscience du caractère destructeur des feux de végétation s'opposent souvent les besoins d'une population rurale en mal de nouvelles terres à cultiver. Par exemple, dans certaines régions de Syrie, les paysans prennent le risque d'aller en prison en allumant des feux de rémanents trop près des lisières, espérant ainsi que les flammes se propageront à la forêt voisine et qu'ils disposeront ensuite de nouveaux espaces agricoles.

Les quatre pays utilisent la même panoplie d'outils pour prévenir les incendies et réhabiliter les zones parcourues par le feu. La mise en œuvre de ces outils dépend bien sûr des moyens humains et financiers disponibles, mais aussi du contexte socio-économique et culturel du pays et de la nature des feux.

En ce qui concerne la prévention

Pour mieux appréhender les risques liés aux incendies, chacun des quatre pays développe actuellement une base de données contenant tous les feux de forêt touchant son territoire.

La prévision du risque, spatiale ou temporelle, est une préoccupation générale des quatre pays, mais n'en est généralement qu'à ses débuts. Des indices météorologiques sont utilisés en Tunisie et à Chypre, et des méthodes de cartographie de risque sont actuellement développées en Tunisie et au Maroc.

Les quatre pays possèdent un réseau de surveillance (postes vigies, patrouilles) activé au cours de la saison à risque. Ces réseaux sont dotés de tours de guet en dur qui comportent souvent un logement pour les guetteurs. Cependant, au Maroc, certains postes vigies sont de simples points culminants. De nombreux départs de feu sont signalés par les populations locales.



Pépinière en Syrie

Des pare-feu ont été implantés dans les quatre pays et Chypre a créé des ouvrages de type « coupures de combustible ».

Au Maroc, en Tunisie et en Syrie, la sensibilisation est principalement destinée à une population rurale vivant de la forêt et/ou en « conflit » avec celle-ci. À l'inverse, à Chypre, la sensibilisation cible également les touristes locaux ou étrangers. La répression semble proportionnelle aux menaces qui pèsent sur l'existence de la forêt (Syrie, Maroc).

La sylviculture destinée uniquement à protéger les peuplements contre l'incendie est inexistante. En revanche, lorsque les peuplements possèdent une fonction de production, des opérations syl-

vicoles à vocation de production et de protection sont parfois mises en œuvre. C'est le cas des élagages dans les peuplements résineux marocains.

En ce qui concerne la réhabilitation

Les quatre pays mettent tout en œuvre pour que les peuplements incendiés ne perdent pas leur vocation forestière. Les reboisements artificiels remplacent la régénération naturelle au Maroc et en Syrie, non pas pour des raisons techniques mais pour protéger la reforestation de la pression humaine – parcours des animaux au Maroc ou appropriation du terrain en Syrie.

Des pays confrontés aux incendies de forêt

	Surface totale		Surface forestière		Surface incendiée (années 1981 - 1997)	
	1000 ha	1000 ha	% surface totale	totale ha / an	% surface forestière	
Chypre	924	140	15.2%	130	0.09%	
Maroc	44 630	3 835	8.6%	3 459	0.09%	
Syrie	18 378	219	1.2%	1 312	0.60%	
Tunisie	15 536	555	3.6%	1 468	0.26%	

Source : FAO

Des forêts et des hommes

Commençons par un regard général. La surface occupée par les forêts varie de 1,2 % à 15,2 % de la surface totale du pays.

Dans certains pays, la surface des forêts est stabilisée : c'est le cas de la Tunisie depuis l'indépendance. Au Maroc, en revanche, elle est en régression de 15000ha par an, soit près de 0,4 % de la surface boisée.

L'accroissement de la population se traduit par une pression sur les surfaces boisées. En effet, les populations locales ont

besoin d'espaces supplémentaires pour pallier leurs besoins en logements et en nourriture. En Tunisie et au Maroc, 10% de la population vivent en forêt.

Dans les quatre pays, les forêts appartiennent majoritairement à l'État. L'appropriation, par des particuliers, de terrains pour les constructions ou pour l'agriculture, n'est pas possible en présence d'un bornage sans équivoque, d'une cartographie des propriétés et d'une loi appliquée sur le devenir des terrains après incendie. À Chypre et en Tunisie les forêts de l'État sont clairement délimitées sur le terrain, et une cartographie est disponible. Au

Maroc, la délimitation des forêts est en cours. Enfin, en Syrie, si le bornage des forêts sur le terrain existe, il peut être facilement détruit par la population.

Le principal produit de la forêt est le bois. Seul le Maroc produit une quantité importante de bois d'œuvre et d'industrie (600 000 m³/an) Au Maroc et en Tunisie, les populations rurales prélèvent des quantités importantes de bois de feu pour le chauffage et la cuisson. La confection du charbon de bois en forêt, souvent de façon illicite, constitue également une activité non négligeable. Au Maroc, la production de liège s'élève à 65 000 stères par an, ce qui en fait le troisième producteur mondial.

À côté de ces productions, la forêt fournit une grande variété de menus produits : Les habitants ramassent pour leur usage personnel du romarin, du myrte, des câpres, des graines de pin d'Alep (Tunisie) ou de pin pignon, des glands de chêne liège (Tunisie, Maroc) et du bois mort. Au Maroc et en Tunisie, les forêts servent fréquemment de parcours pour les troupeaux, tandis que le parcours est plus réglementé en Syrie.



Charbonnière au Maroc

Qu'il s'agisse de tourisme local ou international, la forêt est un lieu de promenades et de récréation (repas familiaux). La chasse est répandue au Maroc et en Tunisie, et interdite en Syrie.

Enfin, dans les quatre pays, les forêts contribuent fortement à la protection des sols et à la prévention de l'érosion.

La forêt joue donc un rôle social important dans chacun des pays. Par exemple, les bénéfices liés aux droits d'usage en forêt représentent par usager la moitié du salaire de base d'un Marocain.

Réciproquement, les usagers de la forêt ont une influence importante sur les espaces forestiers, positive grâce au nettoyage du sous-bois, à la détection des feux naissants, à leur participation à la lutte contre les incendies, et négative par la forte pression qu'ils exercent sur la forêt (agriculture, tourisme) et par les mises à feu qu'ils provoquent.

Des forêts et des incendies

La surface parcourue annuellement par les incendies varie entre 140 ha et 3835ha,



Chèvres dans les arganiers, Maroc

soit de 0,09 % à 0,60 % de la surface forestière. Ces superficies peuvent ne pas sembler importantes, mais il faut les replacer dans le contexte de pays possédant des faibles surfaces forestières. Actuellement, afin de mieux connaître les feux, le service forestier de chaque pays travaille à l'élaboration d'une base de données, en coopération avec la FAO. Cette base est constituée sur le modèle européen, et un « socle commun » définit les informations minimales devant être retenues pour décrire un feu. Des données spécifiques sont également définies pour chaque pays. Cette base de données est fonctionnelle depuis 1985 en Tunisie et plus récemment dans les trois autres pays (1993 à 1998).

Les informations concernant les incendies doivent cependant être interprétées avec précaution, en gardant à l'esprit que les termes utilisés (forêt, incendie...) et leur définition varient d'un pays à l'autre. En ce qui concerne les causes, de nombreux incendies ont une origine inconnue (39% en Tunisie, 32% à Chypre) et certaines origines peuvent être regroupées ou apparaître sous des dénominations différentes qu'il est impossible de recouper.

Des incendies et des hommes

Qu'elles soient accidentelles (lignes électriques, dépôts d'ordure non contrôlés) ou dues à des imprudences, les causes humaines involontaires sont les principales causes de départ des feux dans les quatre pays visités.

Les causes connues de départ de feu peuvent être mises en relation avec les fonctions principales de la forêt.

Ainsi, les incendies dus aux activités en forêt (chauffage, récolte du miel, carbonisation et pastoralisme) ont une place

prépondérante en Tunisie et au Maroc, où une partie importante de la population vit en forêt. En revanche, en Syrie, les incendies sont principalement dus à une agriculture à proximité de la forêt. Dans ces 2 cas, il devient alors nécessaire de trouver un compromis entre la préservation de la forêt et le développement socio-économique des communes avoisinantes. La population urbaine est également responsable de nombreux incendies en Syrie ainsi qu'à Chypre. Les touristes étrangers peuvent être à l'origine d'incendies, c'est le cas à Chypre notamment.

Les nouveaux espaces dont a besoin une population en fort accroissement sont gagnés sur la forêt, par des incendies qui permettent un défrichement rapide et efficace et une appropriation du terrain. Ce phénomène est très présent en Syrie, au Maroc et dans quelques régions de Tunisie. Ceci crée une ambiguïté sur la nature accidentelle ou volontaire de certains départs de feu en lisière.

Prévenir...

Prévoir le risque

La prévention contre les incendies nécessite de savoir quand et où les feux risquent de survenir.

Ainsi, en Tunisie, l'Institut national de la météorologie a mis au point en 1992 un indice de risque météorologique. Depuis cette date, cet institut établit pendant la période du 1^{er} mai au 31 octobre un bulletin météorologique quotidien spécial pour le risque incendies de forêt.

À Chypre, la valeur d'un indice de risque, basé sur les conditions météorologiques et l'humidité de la végétation, est diffusée quotidiennement. Elle présente mal-



Pare-feu au Maroc

heureusement une trop faible variation et reste généralement élevée durant tout l'été, mais joue cependant un rôle important dans la sensibilisation du public.

Sensibiliser

Dans les quatre pays visités, la sensibilisation de la population aux incendies de forêt apparaît comme une pièce maîtresse du dispositif de prévention. Cette sensibilisation vise à rappeler aux habitants les bénéfices que leur offre la forêt et à les informer des comportements à risque. Les thèmes abordés et les moyens utilisés diffèrent selon les fonctions de la forêt, la nature des causes d'incendie et la culture de la population.

Au Maroc, des actions de sensibilisation de la population ont lieu au marché du village et dans les mosquées et mettent l'accent sur l'intérêt de la forêt pour le parcours (80% du cheptel caprin parcourt en forêt), pour le bois mort gisant,

pour la construction ou pour les plantes médicinales vendues en ville.

La sensibilisation des populations vivant de la forêt peut prendre des formes moins directes. En Syrie, conscients que les revenus liés à la pérennité de la forêt sensibilisent la population à la préservation des espaces boisés, les forestiers essaient d'assurer quelques emplois lors des travaux de reboisement par exemple.

La sensibilisation n'a d'efficacité que s'il existe une relation de confiance entre ses promoteurs et les populations cibles. En Syrie, les relations entre les forestiers et la population étaient autrefois très mauvaises, ceux-ci étant en effet perçus uniquement comme des agents de répression. Les forestiers ont alors organisé des campagnes de sensibilisation en présentant aux habitants les bénéfices de la forêt pour leur vie quotidienne. En 1997, sur les conseils de la FAO, une section de «vulgarisation forestière» a été

créée, formée d'équipes d'hommes et de femmes qui réalisent des panneaux d'information, établissent des contacts, organisent des séminaires.

La sensibilisation peut être intégrée à un dispositif de prévention et de lutte. La direction régionale des Eaux et forêts du Rif (Maroc) a créé un système original permettant de sensibiliser les villageois et de les associer à la lutte. Ce dispositif – **les comités de vigilance et de lutte immédiate** – a pour objectifs :

- La sensibilisation de la population.
- La mobilisation et l'intervention immédiate en cas d'incendie,
- La responsabilisation des personnes par rapport à leur territoire.

Ces comités sont organisés selon la hiérarchie administrative (commune, annexe, province), chacun de ces niveaux disposant d'un comité conçu sur le modèle standard. En cas d'incendie, lorsque le comité communal est dépassé, il fait appel au comité de l'annexe qui peut alors mobiliser des moyens de lutte supplémentaires.

Ces comités sont quadripartites et sont composés de :

- Un représentant du ministère chargé des Eaux et forêts (chef de triage...)
- Un représentant du ministère de l'intérieur (Moqqadem, Cheick...)
- Un élu.
- Un notable qui représente la population (Faik de la mosquée...)

Légiférer

La protection des forêts contre l'incendie fait l'objet d'une abondante législation. Il peut s'agir entre autres de textes de loi régissant les activités humaines en forêt, ou de dispositions pénales.

En Syrie, la loi forestière autorise l'exploitation rationnelle des surfaces forestières au profit des populations locales. Les villages forestiers peuvent bénéficier de la forêt avoisinante dans les limites administratives du village ou dans un rayon de 5 km au plus du centre de celui-ci. Les droits d'usage mentionnés dans cette loi sont :

- Le bois mort, en tant que source d'énergie.
 - Le bois nécessaire pour la construction des habitations.
 - Le pâturage des animaux domestiques à l'exception des caprins et des chameaux.
- Un dispositif de répression dissuasif complète cette loi.

Au Maroc, pour lutter contre la pression de la population, la loi interdit qu'un terrain portant une forêt incendiée soit détourné de sa vocation forestière.

Aménager

Les quatre pays visités ont créé et entretiennent un réseau de tranchées pare-feu. À Chypre, des coupures de combustible sont réalisées dans les zones d'interfaces forêt-champ. Au Maroc, les pare-feu sont conçus comme des ouvrages de défense passive, et ne sont pas toujours accessibles aux engins de lutte. En Syrie, les pare-feu sont le plus souvent créés au cours de l'incendie.

Malheureusement, les contraintes techniques ou foncières font que l'implantation de ces ouvrages n'est pas toujours idéale quant à leur efficacité.

Cultiver la forêt

La réduction de la biomasse combustible, surtout dans les strates basses, permet de réduire le risque de propagation du feu. Au Maroc et en Tunisie, ce résultat est souvent obtenu par le pâturage en forêt et le prélèvement qui nettoient le sous-bois.

Au Maroc, les élagages de peuplements résineux qui constituent les principales opérations sylvicoles de production de bois de meilleure qualité, permettent également une prévention contre les feux de forêt. Dans les suberaies de montagne de la région du Rif, le sous-bois très dense est éliminé pour favoriser la pénétration et la récolte de liège. La pérennisation du débroussaillage de ces suberaies est ensuite assurée par le pastoralisme.

Les bénéfices tirés ou espérés des produits de la forêt (bois, liège) incitent les forestiers à la pratique d'une sylviculture valorisant ces produits et diminuant souvent les risques d'incendies.

Surveiller

Les quatre pays sont équipés de postes de vigie. Les guetteurs sont toujours recrutés parmi la population locale et connaissent donc suffisamment le terrain pour indiquer la localisation du feu détecté sans utiliser de carte.

En Syrie, la surveillance du territoire est faite également par des patrouilles de police forestière. Au Maroc, des guetteurs de périmètres parcourent la forêt, certains d'entre eux étant financés par les allocataires de chasse.

À Chypre, des patrouilles régulières sont effectuées le long de la ligne de délimitation de la forêt. Elles sont chargées de la détection, de l'alerte et de la première intervention, mais aussi de l'information du public et de la répression. Cette surveillance est très efficace et permet de réduire le nombre d'éclosions de feu. Les jours à haut risque, les camions de lutte partent également en patrouille, le long des routes et autour des forêts, l'objectif prioritaire étant d'intervenir le plus rapidement possible sur un feu.



Poste de Vigie à Chypre

Et réhabiliter

La technique utilisée pour régénérer le peuplement après l'incendie dépend des conditions naturelles, des moyens disponibles mais aussi et surtout des fonctions de la forêt et des pressions s'exerçant sur elle.

Après incendie, le cas le plus répandu en Tunisie est la mise en défens des zones incendiées afin de favoriser la régénération naturelle. Les essences rejetant de souche sont recépées. De très belles régénérations sont fréquemment observées dans les peuplements incendiés de pin d'Alep. Le reboisement n'intervient qu'en absence de régénération naturelle.

Il en est de même à Chypre, où le service forestier tend actuellement plutôt à favoriser la régénération naturelle avant toute action de reboisement, principalement pour des raisons paysagères.

En revanche, au Maroc, les terrains incendiés sont systématiquement reboisés. Les reboisements sont effectués et pris en charge par des financements du service des Eaux et forêts. La zone reboisée est mise en défens durant six ans. Dans la majorité des cas, la régénération naturelle est susceptible d'assurer le renouveau des peuplements incendiés et le recours au reboisement a pour objectif de rassurer la population sur la «renaissance rapide» de la forêt mais aussi de permettre cette renaissance, les mises en défens de plantations étant mieux respectées que celles de régénérations naturelles. Dans la suberaie de la Mamora (environ de Rabat), les arbres brûlés sont coupés puis les zones incendiées sont mises en défens, pour éviter que la population locale ne ramasse les glands.

En Syrie, chaque zone incendiée est re-

boisée immédiatement, dès la saison suivante pour profiter des pluies. Ces reboisements artificiels ont pour vocation d'occuper le terrain et d'empêcher ainsi son appropriation par la population locale. Les plantations sont surveillées par un garde, recruté parmi les habitants du village, qui interdit la pénétration des animaux domestiques et de la population.

Dans les pays visités, la régénération naturelle, par voie germinative ou par voie végétative, semble très souvent possible après incendie. Cependant, au Maroc et en Syrie, où la forêt est confrontée à une très forte pression des populations rurales, seule la plantation permet de soustraire les surfaces régénérées à la convoitise des habitants ou à la dent du bétail.

Face au problème des feux de forêt, chacun des pays visités imagine et met en œuvre des solutions adaptées à son contexte socio-économique et à l'origine des incendies. Cela est particulièrement visible en ce qui concerne la sensibilisation du public et la reforestation. Malgré des moyens matériels parfois limités, la diversité des solutions mises en œuvre améliore l'efficacité de la protection des forêts contre l'incendie. Notre souhait est que le guide international reflète cette diversité et soit un outil de coopération entre tous les pays du bassin méditerranéen.

Nous remercions vivement toutes les personnes qui nous ont accueillis chaleureusement lors de nos déplacements à Chypre, au Maroc, en Syrie et en Tunisie.

Pierre-Yves COLIN
Marielle JAPPIOT

Cemagref, équipe Protection des forêts
contre l'incendie

Les sautes de feu en Europe

Résultats du programme européen Saltus

En avril 1998, dix équipes de recherche européennes débutaient le programme européen Saltus dont l'objet d'étude était les sautes de feu. Aujourd'hui, les travaux sont finis et les rapports ont été envoyés à Bruxelles. Alors, qu'en est-il des sautes de feu ?

Très rapidement, nous nous sommes rendus compte de l'importance de ce phénomène au cours des incendies :

L'essaimage, un phénomène très commun en Europe :

56 % des feux présentent une ou plusieurs sautes de feu d'une distance supérieure à 10 m
32 % des feux présentent une ou plusieurs sautes de feu d'une distance supérieure à 100 m

Des distances d'essaimage parfois très longues :

La « saute moyenne » observée est de 228 m
Des sautes très longues (supérieures à 500 m) dans 8 % des feux
La saute la plus longue est de 2 400 m
Au Portugal, la chute de fragments d'écorce calcinés a été observée jusqu'à 17 km de l'incendie

Avant d'aller plus loin dans les résultats, revenons sur les objectifs et les travaux de Saltus.

L'objectif du programme était double :

- Acquérir des connaissances aussi exhaustives que possible sur le phénomène et les mécanismes mis en jeu dans les sautes de feu.
- Développer des modèles de prévision des sautes de feu.

Nous avons utilisé des moyens d'investigation variés et complémentaires, allant des observations de terrain aux calculs théoriques les plus récents en passant par les expériences de laboratoire et les analyses statistiques. La démarche proposée combinait ainsi quatre méthodes structurées en deux approches complémentaires :

- Une **approche statistique** fondée sur l'étude de 201 feux passés pris dans les cinq pays du sud de l'Europe.
- Une **approche théorique** et expérimentale combinant la **simulation numérique, l'expérimentation en laboratoire** et le **suivi de feux**. Cette dernière méthode a permis de récolter des informations au cours de 48 incendies, et d'analyser de nombreuses sautes.

Cette démarche était ambitieuse

- Un **large appel à l'observation** : L'étude des feux passés a fait appel à la mémoire des témoins des incendies tandis que les suivis d'incendies ont permis de récolter des observations au cours des incendies. La réalisation de plusieurs milliers d'expériences en laboratoire a exigé beaucoup de rigueur ainsi qu'une infinie patience de la part des personnels impliqués dans ces travaux.

- Un **contexte dangereux** : Pour faire des observations à proximité des feux, il était nécessaire de suivre des règles de sécurité draconiennes, de ne pas gêner le travail des personnels de lutte, de mettre au point une méthode rigoureuse permettant des prises d'informations rapides et précises, ceci en supposant qu'il existe des incendies au cours des périodes de mises en alerte des équipes d'observateurs.

- L'**utilisation de méthodes d'analyse de données pointues** : Nous avons construit trois bases de données européennes – feux passés, suivis des incendies et expérimentation. Nous avons analysé les informations rassemblées dans chacune d'entre elles à l'aide de méthodes statistiques complexes afin de mettre en évidence l'influence des paramètres sur les variables à expliquer ainsi que les interactions entre paramètres.

- Le **recours aux développements les plus récents du calcul informatique** : La simulation numérique permet de reproduire un phénomène, tel que l'incendie avec sautes de feu, grâce à la puissance de calcul d'un ordinateur. Cela nécessite de résoudre des problèmes théoriques complexes, comme la façon de représenter la source de chaleur produite par l'incendie, et d'utiliser ensuite les solutions adoptées pour la simulation de cas concrets, tels qu'un incendie dans un massif montagneux avec un vent violent. Ces simulations informatiques sont très gourmandes en temps de calcul, sollicitant chacune jusqu'à plusieurs jours de calcul à un ordinateur très puissant.



© Corinne Cabaret

Mesure de l'inflammabilité de la litière d'arbousier

Ces différentes façons d'aborder le problème n'étaient pas indépendantes les unes des autres. Ainsi, certains feux suivis sur le terrain ou analysés pour l'étude statistique ont pu être ensuite simulés sur ordinateur.

Les travaux de Saltus ont permis de construire un premier modèle probabiliste des sautes de feu capable de prévoir avec une précision satisfaisante la probabilité et la distance d'essaimage dans les situations les plus courantes et d'acquies de nombreuses connaissances sur les conditions – topographie, milieu, végétation, météorologie – favorables à l'apparition des sautes de feu.

Quels sont les résultats apportés par Saltus ?

Déjà cité en début d'article : une probabilité élevée de voir apparaître des sautes au cours d'un incendie ; les distances importantes qu'elles peuvent parcourir ; mais encore, **un phénomène complexe qui peut apparaître lors de tout incendie** :

- **Des sautes exceptionnellement très longues observées hors saison estivale** en France et en Espagne.

- **Des sautes plus fréquentes au cours de la journée**, mais qui peuvent se produire à n'importe quelle heure du jour et de la nuit. Les sautes les plus longues, supérieures à 1 km, se produisent généralement l'après-midi.
- **Des sautes longues plus fréquentes lorsque la surface brûlée est supérieure à 10ha**, mais des sautes exceptionnellement longues ont été observées pour des feux de très faible taille (1ha, 5ha, 6 ha,...) en Espagne, en France et en Italie.

L'analyse des informations issues des travaux de Saltus permet de mettre en évidence l'influence de certains paramètres sur l'apparition et la longueur des sautes de feu :

- La biomasse doit être en quantité importante pour qu'il y ait saute. On peut penser que ceci est en relation avec les plus grandes quantités d'énergie libérées par les incendies parcourant des formations végétales à forte biomasse. De la même façon, les feux de cimes occasionnent un pourcentage élevé de sautes.
- Les pinèdes sont à l'origine de nombreux brandons, ceci certainement en raison de la présence d'une écorce qui se détache facilement et est projetée dans la colonne de convection. En revanche, les landes sont un milieu favorable à l'allumage de foyers secondaires et les herbacées présentent une inflammabilité plus élevée que celle des litières de pin ou de feuillus. Les milieux en mosaïque landes et forêts sont donc propices à l'apparition de sautes, alors qu'ils sont considérés comme moins favorables que d'autres à la propagation du feu au sol.
- Les feuilles et les fragments d'écorce, fréquemment observées lors des suivis d'incendie, atteignent les distances les plus grandes.
- Dans l'ensemble, la probabilité d'inflammation d'un lit de combustible est fortement liée au type de brandon. Quand les brandons arrivent au sol dans leur phase incandescente, la probabilité d'inflammation s'accroît avec leur masse. Ceci s'accorde avec le transfert de chaleur par conduction.
- Le vent influe plus par ses rafales que par son comportement moyen. Les accélérations brutales arrachent sans doute les particules à la végétation. Le vent joue certainement un rôle tout au long de la saute, tant sur la possibilité de départ de la particule que sur la distance à laquelle elle est entraînée et que sur la probabilité d'allumer un nouveau foyer en apportant de l'oxygène au système brandon - combustible récepteur. En conditions expérimentales, un brandon incandescent n'enflamme jamais



© Giorgio Lobbio

Éclosion de foyers secondaires après l'extinction du foyer principal, Sardaigne

le combustible récepteur en l'absence de vent.

- En ce qui concerne la topographie, les résultats sont plus complexes. Les zones de relief sont favorables à l'apparition de sautes longues. Les études par simulation numérique confirment l'importance du relief sur le comportement du vent et de la colonne de convection. Cependant, l'influence précise de la pente n'apparaît pas clairement.
- L'utilisation de la simulation numérique pour représenter deux incendies étudiés au cours de Saltus (Mouries en France et Buendia en Espagne) a permis de reproduire la colonne de convection de manière satisfaisante. En particulier, les résultats font apparaître les phénomènes de vortex et d'intermittence observés dans la réalité et qui sont susceptibles d'arracher et de transporter des brandons loin en avant du feu. Ces phénomènes dépendent fortement de la vitesse du vent, de la puissance du feu et de l'orographie.
- La simulation a permis d'obtenir un large champ des distances d'essaimage. Celles-ci sont liées aux vitesses initiales des particules.

Qu'apportent ces résultats à la protection des forêts contre l'incendie

Les résultats de Saltus donnent parfois des réponses à des questions précises mais offrent le plus souvent des éléments de réflexion.

Les aménagements sont vulnérables aux sautes.

Il faut être conscient de la vulnérabilité des aménagements préventifs face aux très grandes sautes (plus de 500 m), dont la fréquence est toutefois faible.

Pour limiter le nombre d'éclosions sur les coupures de combustible, il convient d'éliminer au maximum la litière et le

tapis herbacé. La création de bandes décapées – en particulier la piste de desserte – dans le sens de la longueur permet de canaliser les nouveaux foyers.

Le contrôle des herbacées est prioritaire sur celui des litières forestières, vu leur forte réactivité à la chute de brandons et, une fois l'éclosion survenue, vu leur propension à une rapide propagation du feu.

Le débroussaillage limite la production de sautes.

Le fort pouvoir d'émission de brandons du pin maritime provient essentiellement de son écorce. Cela semble pouvoir s'appliquer au pin d'Alep et probablement aux autres pins. Comme il semble que le pouvoir d'essaimage des pinèdes soit lié à l'intensité et au temps de résidence du feu, il paraît tout à fait possible de le réduire en agissant sur la charge en combustible qui se trouve en sous-étage. Dans certains cas cependant, le débroussaillage augmente la sensibilité à l'éclosion.

Les habitations doivent être protégées.

Les sautes de feu peuvent toucher les périmètres forestiers habités, les hameaux, les villages et les banlieues urbaines. Le nettoyage des toitures et de leurs gouttières situées à proximité d'arbres est une mesure efficace pour éliminer le risque d'embrasement des feuilles et aiguilles qui s'y accumulent souvent. Il en va de même pour les tas de bois.

La connaissance des sautes de feu est importante lors de la lutte.

Les sautes peuvent contrarier les opérations de lutte et mettre en danger la sécurité des pompiers. Les résultats de Saltus devraient améliorer les conditions de sécurité des personnels et pourront être intégrés dans les stratégies et les tactiques de lutte.

L'allumage de contre-feu apparaît comme un facteur d'augmentation du risque d'émission de brandons et de possibles sautes de feu.

est édité avec
la participation
financière de :



MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR



© Mercedes Guijaro

Dispositif pour mesurer l'inflammabilité des herbacées

Les sautes de feu sont à prendre en compte lors des enquêtes après incendies.

Des allumages de nouveaux foyers constatés à l'avant du front de feu, dans le cône d'essaimage, sont souvent portés au crédit d'incendiaires qui chercheraient à déstabiliser l'organisation de la lutte. Ce sujet délicat est fréquemment l'objet de polémiques.

La méthodologie d'enquête et de suivi mise au point dans le cadre de Saltus pourrait être aisément adaptable pour permettre aux services d'enquête sur les causes d'incendie de mieux intégrer la réalité démontrée des sautes de feu, même sur de longues distances.

Les résultats de Saltus seront diffusés lors d'une journée d'informations qui se déroulera dans le courant de l'hiver. À cette occasion, un CD-Rom multimédia sera distribué. Une présentation des résultats scientifiques aura lieu à Coimbra en novembre 2002 lors de la « Quatrième conférence internationale sur la recherche sur les feux de forêt ».

Il est donc très important de prendre en compte le phénomène de sautes de feu dans les actions de prévention des feux et de lutte contre les incendies,

ainsi que dans les travaux de recherche, notamment ceux concernant l'élaboration de modèles de propagation du feu.

*Pierre-Yves COLIN
Corinne CABARET
Cemagref, équipe Protection
des forêts contre l'incendie*

**Journée de présentation
des résultats concernant
les sautes de feu**

La date et le lieu seront fixés
très prochainement

Renseignement et inscription

Sur le site internet : saltus.aix.cemagref.fr
Par mail : durpoix@servaix1.aix.cemagref.fr
Le nombre de places est limité
à 100 personnes

infos DFCI
Bulletin du Centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie
Cemagref - Le Tholonet, D.P. 31,
13612 Aix-en-Provence cedex 01, France
Tél. 04 42 66 99 01 - Fax 04 42 66 88 65
Courriel : catherine.nouals@cemagref.fr
Courriel : raymond.schiano@cemagref.fr
Rédaction
Catherine Nouals, Raymond Schiano

Mise en pages : Michel Brun, Égouilles - Impression : Roger Rimbaud, Cavailhon



Pour recevoir ce bulletin régulièrement, veuillez détacher (ou photocopier) et renvoyer ce coupon

Nom : Profession :

Adresse :

.....

Remarques et suggestions :

.....

Autres personnes auxquelles ce bulletin peut être adressé :

.....