

Projet CypFire

Mise en œuvre du « système cyprès » pour des barrières vertes coupe-feu

par Gianni DELLA ROCCA, Roberto DANTI, Paolo RADDI,
Bernabé MOYA & José MOYA

Malgré les progrès faits ces dernières années en matière de prévention et de lutte contre les incendies de forêt, les effets du changement climatique conduiront à un accroissement des risques.

Il ne faut pas relâcher la vigilance et continuer à expérimenter de nouvelles techniques. Dans cet article, les auteurs présentent un essai de barrières vertes coupe-feu réalisées en cyprès méditerranéen.

Introduction

Chaque année, le nombre d'incendies et les surfaces brûlées augmentent. Nous devons nous demander pourquoi, malgré des décennies de recherches sur les causes des incendies et après avoir consacré autant d'efforts à la prévention et au contrôle aux niveaux régional, national et européen (FAO, 2007). Ces données négatives (nombre de feux/an et superficie brûlée en ha/an) nécessitent de nouvelles études et des approches innovantes, basées sur les caractéristiques propres de la végétation et sur de nouvelles techniques pour prévenir l'apparition et la propagation des incendies.

C'est le but du projet « CypFire : barrières vertes de cyprès contre l'incendie - Une solution faisable, écologique et économique pour sauvegarder les régions méditerranéennes » (2010 - 2013), co-financé par des fonds FEDER du programme Med de coopération territoriale de l'Union européenne, qui a été développé en collaboration avec des partenaires de neuf pays méditerranéens : Italie, France, Portugal, Grèce, Malte, Espagne, Tunisie, Israël et Turquie.

En ce qui concerne les incendies, la sylviculture préventive comprend un ensemble de règles et de stratégies visant à inclure dans la gestion

1 - INIA : Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
CIFOR : Centro de investigación forestal

forestière, la réalisation de structures boisées présentant un moindre degré d'inflammabilité et rendant difficile la propagation des incendies. La modification de la structure de la végétation est réalisée grâce à la diversification des espèces, des peuplements forestiers et la création de discontinuités, par la suppression totale ou partielle de combustible dans des zones stratégiques de la forêt. Les interventions les plus courantes consistent à créer des coupe-feu traditionnels, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur du périmètre des peuplements, dans des zones appropriées comme les vallées, les ravins, les cours d'eau, les lignes de crêtes, les interfaces rural-urbain-forêt, les zones agricoles et pastorales, les zones destinées aux activités de loisirs, les décharges, les installations industrielles et minières, les infrastructures de communication et de services (lignes électriques, conduites de gaz, chemins de fer, autoroutes et routes), ainsi que les zones particulièrement sensibles, qui se distinguent par un fort risque incendie, leur valeur patrimonial ou des zones de défense.

La mise en place de structures forestières, grâce à des modèles de combustible qui limitent et réduisent la vitesse de propagation du feu (modèles 8 et 9 du système BEHAVE) est obtenue par différents types d'actions, réalisées aussi bien dans le peuplement entier que dans des plantations d'alignement (haies), afin de créer des discontinuités verticales et horizontales du combustible, mais aussi par la plantation d'espèces moins inflammables et qui permettent un moindre développement de la strate arbustive.

Photo 1 :

Vue d'ensemble d'un peuplement adulte de *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* dans une interface rural-forêt, produisant un paysage hétérogène linéaire selon les principes du «Système Cyprès». Florence, Italie.
Photo B. Moya & J. Moya.



Les propriétés du cyprès méditerranéen

Les variétés à port horizontal de cyprès méditerranéens peuvent être utilisées comme coupe-feu, constituant ce qu'on appellera le « système Cyprès » qui présente une série de caractéristiques botaniques, écologiques et environnementales qui le rendent particulièrement intéressant pour établir des structures de végétation plus résistantes aux incendies de forêt. Son utilisation, en adéquation avec les principes régissant la sylviculture préventive, peut s'intégrer et être compatible avec les autres actions.

Les propriétés du cyprès méditerranéen (*Cupressus sempervirens* var. *Méditerranée*. *horizontalis*) ont été mises en évidence dans des études de laboratoire menées par l'Institut pour la protection des plantes (IPP) de Florence et l'INIA - CIFOR¹ de Madrid, sur l'inflammabilité et les propriétés de combustion à l'échelle de la particule. Les principaux résultats ont montré : une forte teneur en eau tout au long de l'année, une faible inflammabilité, une moindre longueur de la flamme, les COV (composés organiques volatiles) émis pendant le processus de combustion ne s'enflamment pas, une faible inflammabilité de la nécromasse, etc.

A l'échelle de l'arbre, les variétés de cyprès méditerranéen horizontal produisent une moindre quantité de nécromasse que les autres espèces méditerranéennes. En outre, elles présentent une compacité plus élevée et une plus grande capacité de rétention de l'humidité. Caractéristiques auxquelles il faut ajouter une faible incidence du phénomène d'autoélagage du cyprès qui conserve ainsi des branches vivantes basses, ce qui signifie une moindre permanence des rameaux secs, accompagnée d'une densité élevée du houppier.

A l'échelle du peuplement, dans les plantations et dans les petits bois de cyprès, on note une présence très faible de biomasse arbustive, une grande uniformité et compacité de la structure forestière et l'effet bien connu de brise-vent des cyprès.

Aussi bien à l'échelle de l'arbre que du peuplement, la faible accumulation de combustible au sol est un facteur important, car il contribue à faciliter la présence de peuplements forestiers présentant un faible degré de combustibilité, qui empêchent la propagation de feux de surface, appelés « moteur de

l'incendie » tout en réduisant les coûts d'entretien (courte période de végétation) des coupe-feu traditionnels.

Au niveau écologique, il faut noter que l'espèce est adaptée aux étages xéro, méso et thermo méditerranéens, et à une distribution irrégulière des précipitations. Le cyprès est classé comme xérophile, bien que très plastique, et peut afficher une croissance rapide dans des conditions favorables, il présente une grande tolérance à la chaleur et résiste à des températures basses jusqu'à -10° C. Il est indifférent à la nature du sol et au pH et peut se développer sur des sols squelettiques, arides, pauvres et dégradés. Par ailleurs, *Cupressus sempervirens* n'a pas un comportement envahissant dans les zones de la région méditerranéenne où il a été introduit depuis des millénaires.

Mise en place opérationnelle du « système cyprès » de barrière coupe-feu

Les barrières coupe-feu du « système Cyprès » intègrent toutes ces caractéristiques et propriétés du cyprès, à travers des plantations en bosquets ou petits bois, en



Photo 2 : Vue d'une parcelle du projet CypFire. On note la présence d'une faible nécromasse et biomasse de surface dans la parcelle. Photo B. Moya & J. Moya.

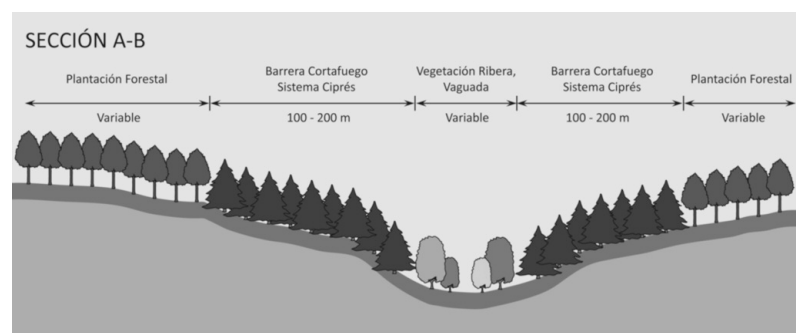
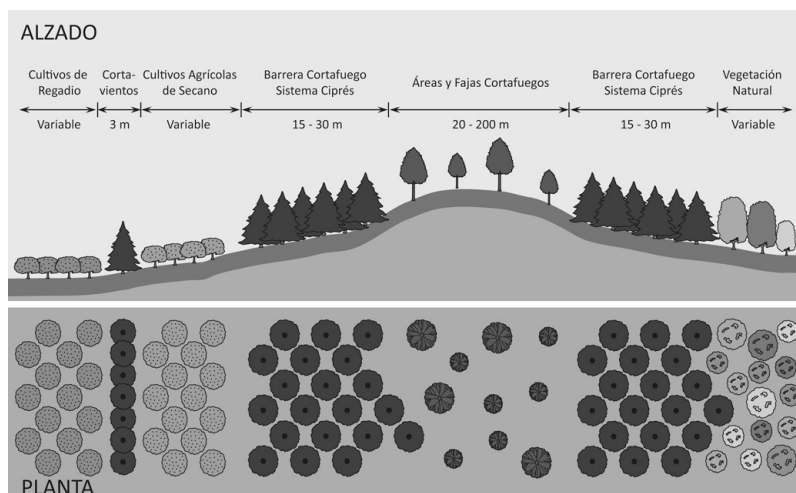
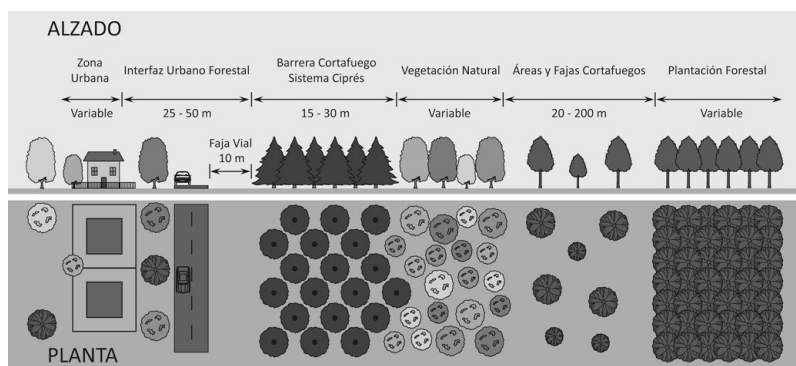
tant que structure de végétation présentant le plus bas degré de combustibilité et pouvant entraver la propagation du feu.

Les arbres utilisés sont des variétés sélectionnées de *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*, dans laquelle les branches sont insérées dans le tronc selon un angle compris entre 45 ° et 90 °. Elles sont résistantes au chancre du cyprès (*Seiridium cardinale*) et sont sélectionnées pour leur capacité d'adaptation au sol, aux conditions climatiques et environnementales des différentes zones de la Méditerranée (DANTI *et al.*, 2013). La sélection liée à la résistance aux maladies

Tab. I : Principales caractéristiques du « système Cyprès » vis-à-vis des incendies de forêt ; à l'échelle des particules, de l'arbre et de la structure de végétation. Source G. Della Rocca, R. Danti, P. Raddi, B. Moya, J. Moya.

Au niveau des particules (test de laboratoire)		Au niveau de l'arbre	Au niveau du peuplement (y compris alignements)
Comparaison avec d'autres espèces forestières méditerranéennes		Connaissances et observations post-incendie dans des forêts naturelles et des peuplements de Cyprès	
Biomasse	Litière		
Plus grande teneur en eau	Plus forte rétention d'eau	Adaptation aux climats chaud et sec	Canopée serrée et dense
Temps d'inflammation plus long	Plus forte compacité	Capacité de croissance sur tous les sols	Capacité à former des coupe-vent avec des variétés sélectionnées
Plus haute T° d'inflammation	Teneur en cendres plus élevée	Faible accumulation de matériel mort dans le houppier (pour la var. <i>horizontalis</i>)	Forte capacité d'auto-élagage dans le houppier (discontinuité verticale)
Plus forte teneur en cendres	Temps d'inflammation plus long	Houppier compact	Capacité à maintenir un houppier dense, de la cime jusqu'au sol (cas de plantation «écran» en extérieur)
Les COV ne participent pas au processus de combustion	Faible hauteur de flamme lors de la combustion	Pas de dépérissement du houppier et d'écoulement de résine (sélection de variétés résistantes aux maladies)	Développement réduit du sous-étage (discontinuité verticale)
Pas de différence d'inflammabilité suivant la hauteur et l'orientation du houppier		Forte résilience des surfaces affectées par le dessèchement du houppier	Pour <i>C. sempervirens</i> var <i>horizontalis</i> : fort effet «écran» face au flux de chaleur
Faible hauteur de flamme lors de la combustion		Les cônes de <i>C. sempervirens</i> ne sont pas projetés (brandons) lors des incendies	
		Le cyprès fait partie de la culture et du paysage méditerranéen	
		Le cyprès est une espèce originaire ou naturalisée des pays méditerranéens	

Les barrières du "système Cyprès" ne sont point des haies. Elles doivent être réalisées avec des variétés sélectionnées de cyprès, développant leur forme naturelle, jamais taillées ni élaguées. Recommandation : enlever la biomasse morte de l'intérieur des haies (feuilles, brindilles, branches)



De haut en bas :

Fig. 1 :

Proposition de plantation pare-feu du « Système Cyprès » dans une interface habitat-forêt.

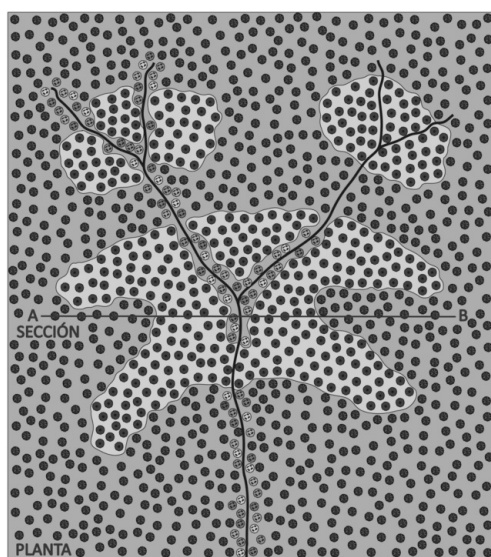
Fig. 2 :

Proposition de plantation pare-feu du « Système Cyprès » dans une interface rural-forestier, et zones pare-feu.

Fig. 3 et 4 :

Proposition de plantation pare-feu du « Système Cyprès » dans des zones de vallées et de ravins boisés.

B.Moya - J. Moya.



est très importante, parce que les arbres malades présentent une faible teneur en eau, des branches mortes dans le houppier et des écoulements de résine sur les branches et le tronc, facteurs qui les rendent plus inflammables.

Dans les formes linéaires du « système Cyprès », la distance de plantation entre les individus est comprise entre 3 et 5 m, en maintenant une séparation entre les lignes de 3 et 5 m, avec un agencement en quinconce entre les lignes, dans le but de présenter un maximum d'effet d'écran. Le nombre minimum de lignes, ou de la largeur de la structure, est de cinq.

Ce type de structure linéaire du « système Cyprès » peut être appliqué et adapté pour renforcer les coupures de combustibles à l'intérieur ou en périphérie des peuplements, les bandes débroussaillées le long des pistes ou les coupures stratégiques (ou zones d'appui à la lutte). Mais il peut constituer également un véritable pare-feu, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur de périmètres de peuplements forestiers naturels ou plantés, ainsi que dans les zones d'interface forêt-rural-urbain, dans les zones d'activités et de loisirs en forêt, près des installations industrielles, des décharges, dans les zones d'exploitation minière, dans les infrastructures de communication et de services...

Le système de plantation linéaire en groupe du « système Cyprès » peut être maintenu pour des plantations de masses, mais peut également être réalisé sous la forme d'une plantation naturelle irrégulière, à condition que soit maintenue la continuité de la masse végétative vivante de cyprès, permettant la constitution de petits bosquets. Dans tous les cas, les plantations du « système Cyprès » doivent s'adapter à la topographie et être intégrées dans le paysage et les forêts de manière naturelle.

Ces formations pare-feu du « système Cyprès » peuvent être utiles pour créer des zones tampons qui entravent ou empêchent une évolution rapide des incendies de forêt dans le long des vallées, des pistes et des ravins. Lieux qui facilitent par leur forme linéaire, la pénétration, la progression et la transmission des feux de forêt dans le milieu, aussi bien forestier qu'agricole, entre différentes masses de végétation isolées les unes des autres.

L'utilisation du « système Cyprès » dans des endroits stratégiques vise à retarder la



propagation des feux de surface et des feux de cime. Dans ce cas, les individus de cyprès méditerranéen de variété horizontale sélectionnés, gardent leur port naturel tout au long de leur vie, en créant une continuité végétale du sol jusqu'à la cime, en formant ainsi un écran. La capacité à servir de barrière contre le feu provient de la somme des propriétés que présente l'ensemble des individus qui forment la barrière. La structure et la densité du système de plantation « Cyprès » offre une bonne perméabilité au passage des personnes et des animaux. Il diffère totalement des objectifs, du contexte, des variétés, des aménagements, des plantations et de l'entretien des haies de cyprès ornemental.

Dans tous les cas, la mise en œuvre de coupe-feu du « système Cyprès » aura lieu sur la base des cartes de l'indice d'inflammabilité et des cartes dynamiques de risque en fonction des caractéristiques de la végétation, de l'usage des sols, de la topographie, des risques d'incendie, des zones de défenses, etc. Son application doit suivre les principes généraux de la planification qui régissent les réseaux de défense liés aux coupures de combustible, selon la législation en vigueur. On peut ainsi l'intégrer dans les zones de traitement du combustible dans l'objectif de limiter la propagation du feu.

Sites pilotes expérimentaux

La nécessité de transférer les résultats à grande échelle et de pouvoir les appliquer, a conduit la Députation de Valence, à travers le Département des Arbres monumentaux et de l'entreprise publique IMELSA, à concevoir et planifier les premières plantations

expérimentales de coupe-feu « système Cyprès » afin de faire avancer la recherche et améliorer l'efficacité de la lutte contre les incendies de forêt.

À cette fin, IMELSA va créer des zones pilotes situées dans différentes localités de la province de Valence pour planter 10 000 plants de cyprès sélectionnés par l'IPP pour une utilisation en tant que coupe-feu, mais aussi pour l'adaptation à la désertification, la production de bois, de brise-vent, l'utilisation paysagère et en jardinage, et la conservation *ex situ* de la diversité génétique, des espèces et variétés d'arbres de cyprès provenant du monde entier en 2014 et 2015.



Photos 3 et 4 :

Lignes de progression des incendies à travers gorges et vallées. Lieux où l'on propose l'installation de barrières coupe-feu du « Système Cyprès ». Feu d'Andilla, 2012
Photo B. Moya - J. Moya

Bernabé MOYA
José MOYA
Projet CypFire
Departamento
Árboles
Monumentales
IMELSA, Diputación
de Valencia
C/ Conde Trenor 9,
46003, Valencia
ESPAGNE
E-mail: arboles.
monumentales@
imelsa.es

Gianni DELLA ROCCA
Roberto DANTI
Paolo RADDI
Institute of Plant
Protection
Florence
ITALIE
Email :
p.raddi@ipp.cnr.it

Photo 5 :

Production de variétés sélectionnées de *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*, à l'IPP-CNR de Florence.
Photo B. Moya - J. Moya.

Note de la rédaction

Il nous semble utile de porter à la connaissance de nos lecteurs les éléments suivants :

- l'intérêt du cyprès pour limiter la propagation du feu suite à la survie de quelques cyprès au sein du grand incendie d'Andilla en Espagne (2012) a fait l'objet d'un vif débat au sein de la communauté scientifique. D'autres raisons ont été invoquées pour expliquer pourquoi le feu avait épargné cette plantation ;
- alors que les cyprès sont largement utilisés en Turquie pour renforcer les coupures de combustibles, en France les retours d'expérience montrent la dangerosité des haies de cyprès à l'interface habitat-forêt ;
- les travaux des scientifiques sur la production et l'émission de composés organiques volatils (COV) chez les conifères, montrent que ceux-ci produisent des polyphénols qui diffusent dans l'air pour constituer des nappes inflammables contrairement aux chênes qui gardent ces substances secondaires dans leur feuillage.

Ainsi, on peut imaginer que les effets obtenus dépendent sans doute du contexte local et probablement des modes d'aménagement retenus. Comme le proposent justement les auteurs de cet article, il est nécessaire de poursuivre les expérimentations et les recherches dans le domaine. Notre revue se fera volontiers l'écho des avancées de chacun...

Bibliographie

- Alexandrian, D., *et al.*: Le feu dans la nature, mythes et réalité. Les Ecologistes de l'Euzière, Prades-le-Lez
- Anderson H.E.: Forest fuel ignitibility. *Fire Technology* 6, 1970.
- Barthélémy, D. - Édelin, C. - Hallé, F.: «Some architectural aspects of tree ageing». *Ann. Sci. For.* n° 46. Francia, 1989.
- Bartoli P., Simeoni A., Biteau H.: Determination of the main parameters influencing forest fuel combustion dynamics. *Fire Safety Journal* 46(1-2), 2011.
- Ceballos, L. - Ruiz de la Torre, J.: Árboles y arbustos de la España Peninsular. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 1979.
- Danti, R., Della Rocca G. and Panconesi A. 2013. Cypress canker, pp. 359-375 in *Infectious Forest Disease* edited by G. Nicolotti and P. Gonthier. CABI Press, Oxfordshire, England.
- Dibble A.C., White R.H., Lebow P.K.: Combustion characteristics of north-eastern USA vegetation tested in the cone calorimeter: invasive versus non-invasive plants. *International Journal of Wildland Fire* 16, 2007.
- Elvira L., Hernando C.: Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque. Monografía INIA n° 68, Ministerio de Agricultura, Madrid, 1989.
- FAO 2007. State of the World's Forests 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2007. <http://www.fao.org/> ISBN 978-92-5-105586-1.
- FAO: Situación de los bosques en el mundo 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma 2011.
- Ganteaume A., Jappiot M., Lampin C., Guijarro M., Hernando C.: Flammability of Some Ornamental Species in Wildland-Urban Interfaces in Southeastern France: Laboratory Assessment at

Particle Level. Environmental Management, 2013.

García L., Guindeo A., Peraza C., Palacios P.: La madera y su anatomía. Fundación Conde Valle de Salazar, AITIM, 2003.

Gill A. M.: Landscape fires as social disasters: An overview of 'the bushfire problem'. *Environmental Hazards*, 6, 2005.

Hallé, F. - Oldeman, R.A.A.: Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Masson. Paris, 1970.

Madrigal J., Hernando C., Guijarro M.: A new bench-scale methodology for evaluating flammability of live forest fuels. *Journal of Fire Sciences* 31(2), 2013

Moya, B. - Moya, J. V. - Della Rocca, G., *et al.*: Cipreses monumentales. Patrimonio del mediterráneo. Ed. Diputación de Valencia-Imelsa. Valencia, 2007.

Moya, B. - Moya, J.V.: Monumental trees and mature forests threatened in the mediterranean landscapes. Ed. Diputación de Valencia-Imelsa. Valencia 2013.

Moya, B. - Moya, J.V.: El sistema cipres de barreras cortafuegos: selvicultura preventiva. Ed. Diputación de Valencia-Imelsa. Valencia 2013.

Panconesi, A., *et al.*: Il cipresso, dalla leggenda al futuro. Ed. CNR, IPP, Florencia 2007.

Raddi, P. - Della Rocca, G. - Danti, R. - Torracca, G. - Moya, B. - Moya, J. V.: Cypress and forest fires: a practical manual. Diputación de Valencia. Firenze, 2012.

Sociedad Catalana de Geografia: Treballs de la Societat Catalana de Geografia, 71-72, Monogràfic sobre incendis forestals. Societat Catalana de Geografia, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona 2011.

Teissier E., Ducrey M., Barthelemy D., Pichot C., Giannini R., Raddi P., Roques A., Sales J., Thibaut B., [coord.]: Los cipreses: un manual práctico. Florencia, 1999.

Valette J.Ch. : Inflamabilité tener en eau et turgescence de quatre espèces forestières méditerranéennes. Documentos del Seminario sobre Métodos y Equipos para la Prevención de Incendios Forestales. ICONA, MAPA. Madrid, 1988.

Valette J.Ch. : Inflamabilités des espèces forestières méditerranéennes. Conséquences sur la combustibilité des formations forestières. *Revue Forestière Française*, n° spécial, 1990.

Velez, R. [coord.]: La Defensa contra incendios forestales, fundamentos y experiencias, 2ª edición. McGraw-Hill, España 2010

Velez, R. [coord.]: Protection contre les incendies de forêt: principes et méthodes d'action. CIHEAM N° 26, Options Méditerranéennes". Zaragoza, 1999.

White R.H., Zipperer W.C.: Testing and classification of individual plants for fire behaviour: plant selection for the wildland-urban interface. *International Journal of Wildland Fire*. 2010

WWF/Adena: ¿Recuperando bosques o plantando incendios?. WWF/adena, Madrid 2010.

Résumé

Le projet européen « CypFire » a permis l'étude, la recherche et la gestion de zones d'expérimentation en cyprès, situées dans neuf pays de la région méditerranéenne. Le projet a consisté à analyser le comportement et les fonctionnalités de barrières coupe-feu en cyprès méditerranéen ; à caractériser le sous-bois de ces peuplements de cyprès ; à évaluer les caractères morpho-physiologiques et à étudier en laboratoire l'inflammabilité et la combustibilité de la biomasse et de la nécromasse.

Les résultats obtenus fournissent de précieux renseignements, qui permettent de définir les bases d'une mise en œuvre de coupe-feu en cyprès méditerranéen, qui permettent de réduire la masse de combustible et de retarder la propagation du feu, selon les principes de la sylviculture préventive.