

Prévenir les risques d'incendies de forêt dans un contexte de changement global

Les changements climatiques associés aux évolutions des paysages, au développement des villes et des infrastructures conduisent à une augmentation de la zone exposée aux incendies de forêt, à un allongement de la durée de la saison favorable aux feux, et à une augmentation des grands incendies ou des incendies au comportement extrême. Les stratégies sylvicoles et territoriales sont essentielles pour atténuer les effets de ces évolutions sur le long terme et d'une manière durable, et rendre les forêts plus résilientes et plus résistantes au feu. Cet article présente et discute différentes stratégies d'atténuation des incendies de forêt et de leurs impacts qui ont été développées au cours des dernières décennies en Europe.



Chaque année, les incendies de forêt détruisent environ dix millions d'hectares de forêts dans le monde, soit l'équivalent de ce que causent la surexploitation forestière et le défrichement de la forêt primaire pour l'agriculture et l'élevage. Ce chiffre tend à augmenter dans

beaucoup de régions du globe, et notamment autour du bassin méditerranéen. En France, les forêts méditerranéennes sont touchées par les feux chaque année et les forêts de montagne ou tempérées sont aussi concernées plus localement.

L'incendie de forêt est à juste titre perçu par le grand public comme un risque, tant les dommages potentiels sur les biens et les personnes peuvent être importants. Mais le feu de végétation est aussi une perturbation naturelle millénaire à laquelle les écosystèmes, notamment forestiers se sont progressivement adaptés. De sorte que le passage du feu est parfois nécessaire au maintien de certains écosystèmes. Beaucoup de forêts méditerranéennes sont ainsi constituées d'essences adaptées au feu comme le chêne-liège ou le chêne vert, ou la plupart des pins méditerranéens. En montagne, les forêts de mélèze sont aussi soumises à des feux réguliers depuis des millénaires. Toutes ces espèces ont développé des stratégies d'adaptation pour résister au passage du feu ou se régénérer après feu : écorce épaisse, cônes sérotineux s'ouvrant pour libérer les graines après le passage du feu, croissance en

hauteur rapide pour mettre le houppier hors de portée des flammes. Chaque type d'écosystème forestier est ainsi adapté à un régime d'incendie (encadré 1) particulier caractérisé par des feux d'une certaine fréquence, intensité, saisonnalité ou taille.

Mais ces régimes d'incendies ont été profondément modifiés par l'Homme et par les changements climatiques au cours des dernières décennies. Les changements de régimes de perturbations peuvent avoir des effets négatifs sur le maintien de certaines forêts sur le long terme.

La problématique croissante des incendies de forêt en Europe

Les incendies de forêt sont présents dès lors que trois conditions minimales sont réunies : la présence d'une végétation combustible suffisante, des conditions météorologiques favorables, et la présence d'une source d'ignition qui cause le départ du feu. Les incendies sont particulièrement importants et fréquents quand ces trois facteurs sont au maximum. C'est le cas en région méditerranéenne en été : la végétation est abondante et sèche, la sécheresse et la chaleur (voire le vent) augmentent la probabilité d'ignition et rendent le feu très dynamique et intense, et les départs de feu sont très fréquents du fait de la densité humaine et touristique (95 % des feux sont allumés par l'Homme en Europe du Sud).

Les incendies de forêt étaient un processus naturel généré par la foudre au cours des millénaires précédents, mais ils sont devenus un phénomène contrôlé par l'action humaine et par l'environnement. En effet, si l'Homme génère actuellement la plupart des départs de feux, il est aussi très actif pour les prévenir et les combattre : les politiques forestières prévoient la prévention des incendies de forêt, et les stratégies de sécurité civile et de lutte visent à limiter l'extension des feux établis. Le régime d'incendies actuel évolue rapidement du fait des changements climatiques en cours, des évolutions des paysages (déprise agricole, fermeture des paysages, embroussaillage, extension des forêts), et du développement urbain et des infrastructures. Toutes ces évolutions conduisent depuis quelques décennies à une augmentation de la zone exposée aux incendies, à un allongement de la durée de la saison favorable aux feux, et à une augmentation des grands incendies ou des incendies au comportement extrême (Chatry *et al.*, 2010). Par ailleurs, les changements climatiques ont aussi un effet direct sur les forêts en augmentant les dépérissements et la mortalité des espèces les plus sensibles, ce qui accroît en retour leur vulnérabilité au feu (encadré 2).

Les conséquences humaines, économiques et environnementales de cette augmentation de l'aléa et de l'exposition des forêts aux incendies sont multiples : dommages aux biens et aux personnes, impacts directs sur les forêts, et conséquences à long terme sur le climat et les émissions de CO₂, de composés organiques volatils et de particules.

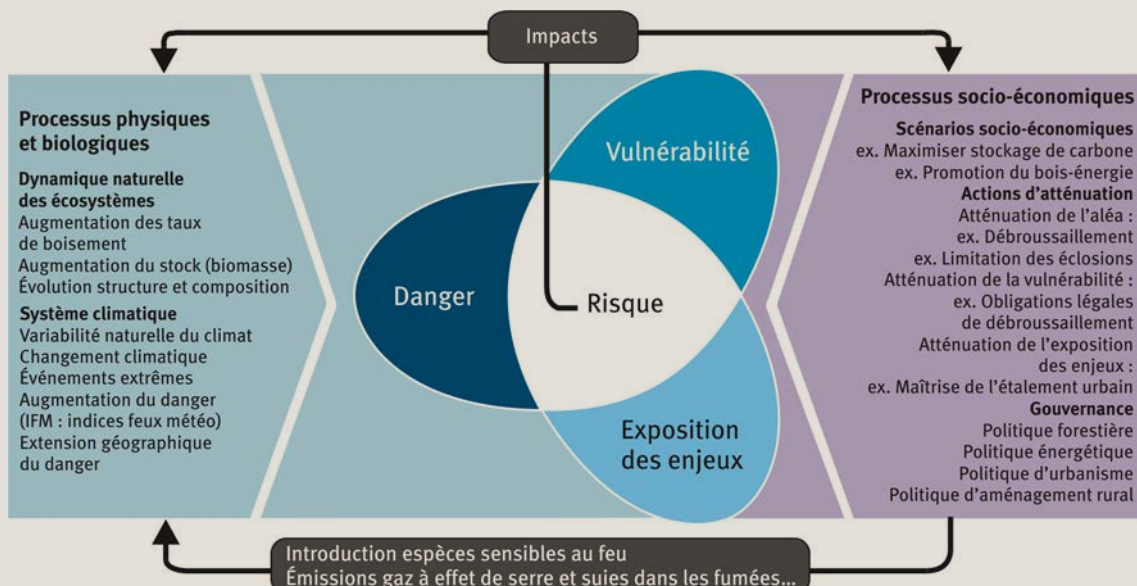
1 DU RÉGIME DE PERTURBATIONS À LA PYRODIVERSITÉ

La notion de régime de perturbations s'applique à une échelle de temps et d'espace suffisamment vaste pour permettre d'analyser les interactions entre les perturbations et les écosystèmes forestiers. Les régimes de perturbations sont caractérisés par différentes modalités : distribution dans l'espace, distribution dans le temps, magnitude (intensité/durée). Pour les incendies de forêts, le régime est généralement défini par la fréquence, l'intensité, la saisonnalité et la taille des incendies. On peut définir plusieurs régimes de feux selon les types de végétation.

La plupart des écosystèmes des climats méditerranéens sont des zones arbustives ou arborées adaptées aux régimes de feux de cime, comme par exemple en région méditerranéenne française. Mais certains écosystèmes forestiers de Californie ou d'Australie occidentale sont adaptés aux régimes de feux fréquents d'intensité faible à modérée. Il s'agit là de grandes tendances de comportement du feu, mais en tant que perturbation, une occurrence d'incendie génère une large gamme d'impacts sur un écosystème donné selon différents facteurs agissant sur le comportement et la puissance locale du feu (végétation combustible, aérologie, topographie...). Cette variabilité locale combinée à la diversité des régimes de feux, permet d'aborder la notion de pyrodiversité qui mesure l'impact du feu sur la biodiversité. La pyrodiversité contribue à l'hétérogénéité locale et paysagère et de ce fait entretient une certaine diversité biologique.

2 LE RISQUE INCENDIE DE FORÊT

Le risque incendies de forêt est classiquement défini comme l'interaction entre les trois composantes du risque : aléa, enjeux et vulnérabilité (schéma adapté du GIEC, 2014). L'aléa est défini principalement par la fréquence et l'intensité du feu. Les enjeux exposés à l'aléa sont les biens (écosystèmes forestiers, infrastructures, habitats...) et les personnes menacées, et ils s'évaluent en terme de pertes potentielles liées aux dommages et en fonction de leurs valeurs propres. La vulnérabilité est caractérisée par la propension du système à subir des dommages (inflammabilité et combustibilité de la végétation, taux de mortalité et difficulté de régénération après le passage du feu, précarité de certaines populations, fragilité au feu des infrastructures). Pour définir l'aléa, on distingue un aspect plutôt intrinsèque lié au territoire considéré (topographie, végétation, occupation du sol, historique...), qualifié souvent d'aléa structurel, et un aspect plutôt conjoncturel, le danger, composante quotidienne résultant de la météorologie qui conduit à la disponibilité au feu du combustible, caractérisée à un instant donné par sa teneur en eau.



Les limites des stratégies classiques de gestion des incendies de forêt

Beaucoup de pays européens ont été confrontés à une augmentation du nombre des incendies, de leur taille ou de leur intensité au cours des dernières décennies. Ils ont souvent opté pour une stratégie renforcée de suppression des feux. C'est le cas de la France qui a répondu aux multiples incendies des années 1990, dont certains sont dans le top 10 des plus grands incendies connus en métropole. La stratégie française a consisté à renforcer la prévention, la prévision journalière du risque, mais surtout de la lutte. Cette nouvelle stratégie a été efficace à court terme car elle a réduit d'un quart le nombre de feux, et de moitié la surface brûlée par rapport aux années 1970-1990. Pourtant, cette stratégie n'est pas durable sur le long terme : les changements climatiques et des paysages conduisent déjà à une recrudescence des grands incendies. Le dernier en date, l'incendie de Rognac-Vitrolles en 2016, a été un avertissement sans frais, ne faisant heureusement pas de victimes alors que plus de deux mille constructions étaient sous le feu et des centaines d'automobilistes piégés sur les axes routiers. Nos proches voisins n'ont pas eu cette chance : au Portugal, l'incendie de Pedrógão Grande en juin 2017, et la tempête de feux du 15 octobre la même année ont fait en deux jours plus de cent victimes et des dommages d'une ampleur jamais connue en Europe. D'autres mégafeux récents meurtriers ont touché l'Espagne ou la Grèce (Molina *et al.*, 2019). Ces très grands incendies intenses impactent fortement les enjeux humains et augmentent les coûts de la lutte. Dans ce contexte, la suppression massive des feux n'est pas la bonne solution sur le long terme, car elle permet paradoxalement l'augmenta-

tion de la biomasse dans le paysage (Sande Silva *et al.*, 2010). Tout système de protection a ses limites. Comme le démontrent les grands incendies récents dans les pays européens, l'amélioration des dispositifs est insuffisante pour empêcher les feux les plus intenses ou les plus dynamiques (Costa *et al.*, 2011).

Un rapide tour d'horizon des stratégies sylvicoles d'atténuation

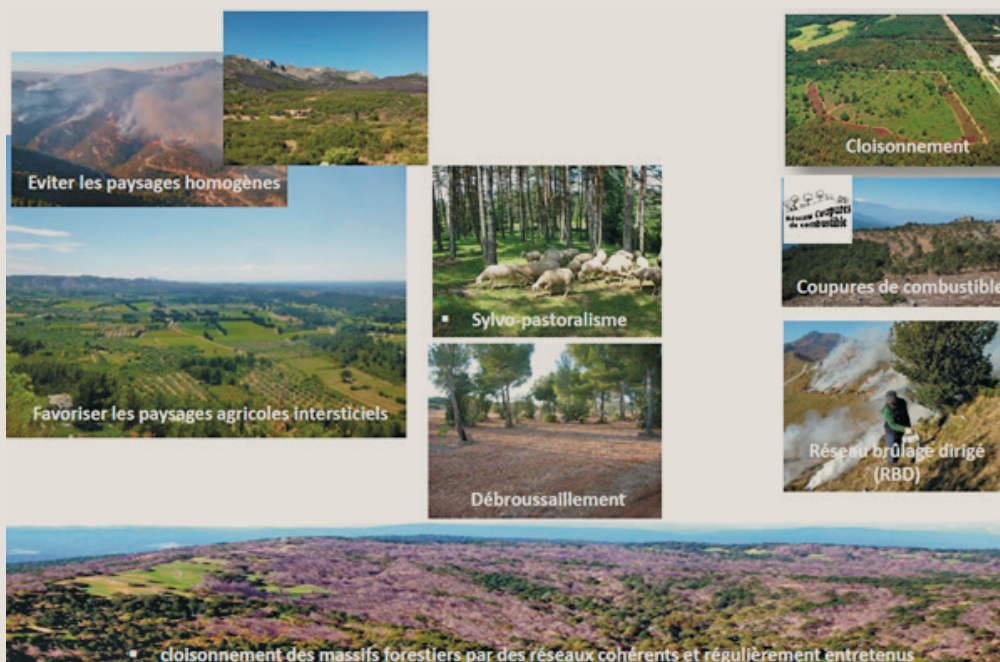
Les stratégies territoriales pour limiter le développement de grands feux

Face à ces constats de développement de grands incendies, un consensus se dégage de plus en plus clairement en Europe : pour limiter durablement le nombre de grands incendies et leurs impacts, il faut s'attaquer aux causes structurelles profondes et adapter les forêts et les territoires. Les stratégies sylvicoles et territoriales d'atténuation du risque incendie jouent un rôle crucial pour résoudre la problématique des grands feux incontrôlables.

Plusieurs concepts ou approches ont été développées et parfois testées en forêt : leur objectif est de réduire les grands incendies dévastateurs et indésirables tout en acceptant et en maintenant le régime de feux adapté et nécessaire à la forêt. Une traduction pratique de ces objectifs est de promouvoir des paysages moins inflammables (ou plus résistants aux feux), et surtout de minimiser les impacts sur les hommes et les forêts. Cette approche consiste à gérer l'espace rural et les zones de contact entre urbanisation et forêt de manière raisonnée à l'échelle du paysage :

- en fragmentant le paysage par des productions agricoles moins combustibles pour limiter la propagation du feu ;

1 Favoriser des paysages résistants à la propagation du feu.



- en débroussaillant localement pour créer des coupures de combustible qui, avec l'appui des pompiers, vont ralentir le feu et diminuer son intensité : dans les zones de départ de feux, en lisières de forêts, dans des positions topographiques favorables (crêtes), mais aussi dans les zones habitées exposées aux feux ;
- en développant le brûlage dirigé, une solution très efficace pour contrôler la végétation en sous-bois ou dans les formations non arborées ;
- en augmentant les prélèvements en forêt : produits bois et biomasse ;
- en sélectionnant des espèces moins inflammables et/ou résilientes après feu ;
- en favorisant les mélanges d'espèces, qui augmentent la probabilité de récupération post-feu.

Les paysages ruraux et forestiers entretenus selon ces modalités peuvent ainsi devenir des paysages gérés intelligemment pour éviter la propagation des feux (*fire-smart landscapes*) (figure 1).

La gestion forestière est un moyen très efficace de réduire les incendies de forêt et leurs impacts : la forêt landaise en est un bon exemple, avec des incendies rares et de faible surface. La gestion sylvicole y est permanente, et les revenus tirés de l'exploitation du bois permettent de mettre en place des voies d'accès, des tours de guet, des citernes et des débroussailllements qui rendent la lutte beaucoup plus efficace. La topographie plane favorise aussi la détection des feux et l'accès des pompiers.

La forêt méditerranéenne ne peut pas prétendre à la même gestion car elle est beaucoup plus morcelée, moins rentable économiquement, et la topographie et l'accès sont souvent complexes. Mais elle a aussi des atouts car elle produit des biens marchands et non marchands (tourisme, biodiversité, paysage) qui peuvent être valorisés. Le développement d'une forte bio-économie circulaire fondée sur des solutions basées sur la nature, des énergies renouvelables et la mobilisation et la valorisation des matériaux bois dans des circuits courts est une solution intéressante à long terme (Martinez de Arano *et al.*, 2018).

L'intégration de la prévention des incendies de forêt dans les programmes et les politiques forestières nationales et dans les stratégies d'adaptation aux changements climatiques doit se décliner de manière très volontariste au-delà des injonctions sans suite (EFIMED, 2011).

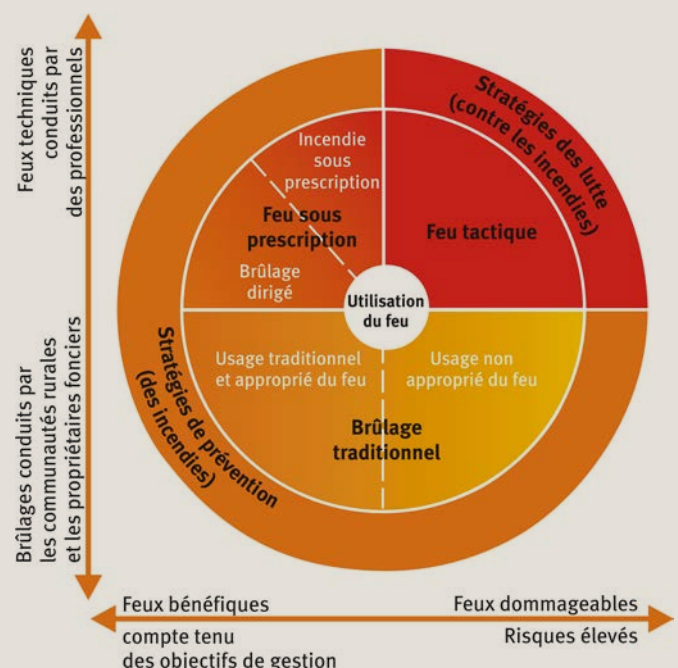
Une gestion paysagère et territoriale du risque incendie implique que non seulement la forêt, mais aussi l'agriculture et les autres activités anthropiques susceptibles de générer des départs de feux soient aussi gérées afin de limiter les éclosions en conditions favorables aux grands incendies. Le maintien de zones agricoles bien entretenues et dépourvues de combustible fin et sec en période à risque (par exemple, arboriculture ou viticulture pas ou peu enherbée) a montré son efficacité comme coupures de combustible dans le paysage, lors des retours d'expérience après feu. Les zones pastorales bien entretenues sont aussi très efficaces. Un autre sujet crucial est la question des zones d'interfaces habitat-forêts : il s'agit des zones dans lesquelles l'habitat (isolé ou groupé) tend à s'installer et à augmenter à proximité des forêts et des milieux naturels (garrigues, maquis, zones embroussaillées). Ces zones sont préoccupantes à deux

titres : elles génèrent beaucoup de départs de feux, et elles sont exposées aux incendies. Leur protection par les pompiers est souvent très difficile et accapare trop de moyens désorganisant complètement les secours. Ces interfaces augmentent depuis des décennies, notamment dans la région méditerranéenne très attractive. Un pré-requis est la mise en application de l'obligation légale de débroussaillage qui impose au propriétaire de tout bâtiment situé dans la zone exposée au risque d'incendie de forêts de maintenir un espacement entre les arbres, et de réduire les broussailles et bois morts dans un rayon de cinquante mètres autour de sa construction (Pimont *et al.*, 2019). Plus globalement, la maîtrise de l'urbanisation est un élément-clé dans ces paysages mixtes de forêts et d'habitations. Rendre ces paysages fire-smart ne concerne donc pas seulement la politique forestière, mais nécessite une vision et une coordination intersectorielle avec des incidences notamment en matière d'urbanisme (limitation de l'étalement urbain, favoriser l'utilisation du bois dans la construction), d'aménagement rural (maintien du tissu agricole) et de politique énergétique (développement du bois énergie).

Vers une gestion intégrée du risque incendies de forêt

Un concept clé développé au cours des dernières années est celui de la gestion intégrée du risque (Sande Silva *et al.*, 2010 ; EFIMED, 2010 ; EFIMED, 2011). La gestion intégrée du feu est une approche qui reconnaît et accepte les deux facettes du feu : le feu est un agent potentiellement très destructeur, mais par ailleurs, le feu a été de tout temps utilisé par l'Homme. Ces deux facettes du feu, constituent le paradoxe du feu. La gestion intégrée du feu vise à limiter les feux dommageables et à promouvoir les feux utiles. Dans ce concept, l'utilisation du feu est centrale (figure 2).

2 Le concept de gestion intégrée du risque incendie de forêt (d'après Sande Silva *et al.*, 2010)



Il s'agit de réguler les usages non acceptables du feu et développer les usages les plus appropriés. Parmi les usages appropriés du feu, il y a d'abord l'utilisation traditionnelle du feu par les populations rurales, bien entendu quand il s'agit de bonnes pratiques, conformes à la réglementation. Le besoin de ces populations à utiliser le feu pour la gestion des terres et des ressources doit être reconnu et accompagné. Les politiques européennes doivent passer d'une attitude systématiquement répressive vis-à-vis des usages du feu dans l'espace rural et pastoral, à une attitude positive, parce que ces feux contribuent, quand ils sont bien faits, à la gestion du combustible.

Le brûlage dirigé, l'utilisation du feu par des équipes spécialisées pour le débroussaillage, pour réduire le risque d'incendie, est aussi à développer ; il convient de rajouter cet outil à la palette des techniques de débroussaillage du forestier.

Enfin, l'utilisation du feu dans la lutte contre les incendies de forêt, le feu tactique, appelé aussi contre feu, est en plein développement en France et en Europe (Ribet *et al.*, 2018). C'est le seul outil de lutte dont l'efficacité augmente avec la puissance de l'incendie combattu.

Conclusion

La gestion intégrée du feu débouche sur un rééquilibrage des politiques nationale et européenne de gestion des feux avec plus de moyens alloués à la prévention des incendies et à la gestion du combustible. La gestion forestière, la prévention des incendies et les pratiques d'atténuation et de préparation des populations devraient être renforcées par rapport aux pratiques basées essentiellement sur la lutte.

Une gestion forestière adaptative – dans un cadre territorial élargi – est la meilleure garantie de réduire les incendies de forêts et leurs impacts sur le long terme face aux changements climatiques et de paysages. Il s'agit d'une gestion forestière qui se fonde sur la diversité des options de gestion, en testant à grande échelle des modalités innovantes de sylviculture préventive, directement intégrées dans des dispositifs en forêts publique et privée. La gestion adaptative, c'est aussi organiser des retours d'expériences, mettre en place une traçabilité pour surveiller les effets des actions testées afin d'informer les futures décisions de gestion, en y intégrant les nouvelles connaissances, dans un processus d'ajustement continu. Cette démarche doit s'appliquer aussi à la réduction de la biomasse combustible et la gestion paysagère du risque pour éviter le développement de grands incendies dynamiques dans le futur.

Cette approche appelle à un nouveau partenariat recherche-gestion, qui se met en place progressivement à l'échelle française, notamment dans le cadre de l'infrastructure de recherche In Sylva. Les besoins d'expérimentations et de recherches restent en effet importants pour identifier pour chaque décision les avantages et les risques à court et à long terme au plan écologique, économique, et sociétal et déboucher sur les meilleurs compromis pour la gestion intégrée des risques. ■

Les auteurs

Thomas CURT

Aix Marseille Univ, INRAE, UR RECOVER,
13182 Aix-en-Provence, France.

✉ thomas.curt@inrae.fr

Éric RIGOLOT

INRAE, URFM, UR629,
84914 Avignon Cedex, France.

✉ eric.rigolot@inrae.fr

EN SAVOIR PLUS...

- 📖 **CHATRY, C., LE GALLOU, J., LE QUENTREC, M., LAFITTE, J., LAURENS, D., CREUCHET, D., GRELU, J., 2010,** *Rapport de la mission interministérielle « Changements climatiques et extension des zones sensibles aux feux de forêts » (National Report on Climate Change and the Extension of Fire Prone Areas in France)*, Rapport Min. Alimentation Agriculture Pêche, n° 1796, 89 p. + annexes.
- 📖 **COSTA, P., CASTELNOU, M., LARRANAGA, A., MIRALLES, M., KRAUS, D., 2011,** *Prevention of large wildfires using the fire types concept*, Fire Paradox Report, EFI, 34 p.
- 📖 **EFIMED, 2010,** *Plan Stratégique de Recherche sur les Forêts méditerranéennes*, FAO - European Forest Institute Mediterranean Regional Office (EFIMED), 32 p.
- 📖 **EFIMED, F., 2011,** *Wildfire Prevention in the Mediterranean. A key issue to reduce the increasing risks of Mediterranean wildfires in the context of Climate Changes. A Position Paper*, in : *Second Mediterranean Forest Week*, Avignon (France) April 2011.
- 📖 **FUME, 2014,** *FUME Project: Forest fires under climate, social and economic changes in Europe, the Mediterranean and other fire-affected areas of the world. Lessons learned and outlook*, European Community 7th Framework Programme, José M. MORENO (Ed.), 32 p.
- 📖 **MARTINEZ DE ARANO, I. (Coordinateur), MUYS, B., TOPI, C., PETTENELLA, D., FELICIANO, D., RIGOLOT, E., LEFÈVRE, F., PROKOFIEVA, I., LABIDI, J., CARNUS, J.-M., SECCO, L., FRAGIACOMO, M., FOLLESA, M., MASIERO, M., LLANO-PONTE, R., 2018,** *A forest-based circular bioeconomy for southern Europe: visions, opportunities and challenges*, Jensuu, FIN : European Forest Institute, 124 p.
- 📖 **MOLINA-TERRÉN, D.M., XANTHOPOULOS, G., DIAKAKIS, M., RIBEIRO, L., CABALLERO, D., DELOGU, G.M., VIEGAS, D.X., SILVA, C.A., CARDIL, A., 2019,** *Analysis of forest fire fatalities in Southern Europe: Spain, Portugal, Greece and Sardinia (Italy)*, *International Journal of Wildland Fire*, January 2019, disponible sur : <https://doi.org/10.1071/WF18004>
- 📖 **PIMONT, F., DUCHÉ, Y., DUPUY, J.-L., RIGOLOT, E., REYMOND, B., SAVAZZI, R., LINN, R., 2019,** *Évaluation par un modèle de simulation d'incendie de l'intérêt du débroussaillage pour la sécurité des constructions et des personnels de secours, Forêt Méditerranéenne*, sous presse.
- 📖 **RIBET, N., BONTEMS, V., ESCUDIÉ, D., RIGOLOT, E., 2018,** *Feu : ami ou ennemi*, Ed. Dunod, 224 p.
- 📖 **SANDE SILVA, J., REGO, F., FERNANDES, P., RIGOLOT, E., (Eds.), 2010,** *Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox*, European Forest Institute Research Report 23 (European Forest Institute), 228 p.



Le sylvo-pastoralisme, un des outils de prévention des risques d'incendie de forêt.