

# Protection des forêts méditerranéennes contre le feu

## Adaptation d'un indice journalier de risque d'incendie de forêt au contexte méditerranéen

par Stefano CHELLI, Pierluigi MAPONI, Giandiego CAMPETELLA,  
Eleonora PARIS, Claudio CARLONE & Luigi VISSANI

***Les risques d'incendies de forêt sont l'une des caractéristiques majeures des espaces boisés méditerranéens. Dans le projet Protect, plusieurs partenaires se sont regroupés pour adapter un indice journalier de risque d'incendie de forêt aux conditions méditerranéennes. Pendant la saison des feux, chaque jour, des décisions doivent être prises concernant le dimensionnement et la localisation des moyens alloués. En apportant des indications détaillées pour la prévention et la lutte contre les incendies, cet indice peut apporter une aide utile aux gestionnaires des feux.***

### Contexte

Les forêts sont essentielles pour un développement économique et social équilibré du continent européen, parce ce qu'elles ne fournissent pas seulement des arbres, mais elles permettent aussi le développement de produits inestimables dérivés des écosystèmes parmi lesquels : la production d'oxygène, le stockage de carbone, la préservation des sols, la protection des paysages, la préservation de la qualité des sols, la purification des eaux de surface, la régulation du climat. De plus, elles représentent un facteur clé du contrôle des cycles hydrologiques, elles abritent la biodiversité, des éléments essentiels pour la qualité de vie des citoyens européens et du reste du monde.

En plus de jouer un rôle significatif dans le développement social et économique des zones rurales, les forêts sont très importantes pour la survie des espèces, elles contribuent au patrimoine et aux connaissances locales, et constituent une source d'énergie et une réserve naturelle de médicaments et de nourriture.

Les incendies de forêt représentent un danger majeur pour les forêts méditerranéennes, impactant les communautés végétales et animales, les activités de gestion forestière, la valeur des ressources et des biens, et même les modes de vie (LAVOREL *et al.* 2007). Pour la seule année 2003, 740 000 hectares ont brûlé dans le sud de l'Europe, et chaque année, des millions d'euros sont dépensés pour la prévention et la lutte contre les incendies de forêt (PELIZZARI *et al.* 2008). En 2007, la Grèce a connu les conditions estivales les plus chaudes jamais enregistrées, ainsi qu'une sécheresse prolongée, accompagnée d'incendies très destructifs (FOUNDA &

GIANNAKOPOULOS 2007). De plus l'Europe méditerranéenne devrait connaître des étés plus chauds et plus secs d'ici la fin du siècle (SANCHEZ *et al*, 2004), et devrait donc potentiellement souffrir de risques d'incendies de forêt accrus (PINOL *et al*, 1998). Ce scénario général pourrait donc s'aggraver du fait des changements climatiques. Considérant enfin que les gestionnaires des feux font face à des sollicitations grandissantes et à des budgets en baisse, la production de modèles prédictifs fiables pour l'évaluation du risque d'incendie est donc un enjeu de grande importance pour la région méditerranéenne (BONAZOUNTAS *et al*, 2005).

## Description générale du projet

Le projet PROTECT ([www.protect-med.eu](http://www.protect-med.eu)) est né de la nécessité d'une large diffusion, par une approche transnationale, d'un modèle intégré pour la prévention des feux de forêt.

Au sein des politiques communautaires de prévention et d'atténuation des catastrophes naturelles, l'objectif du projet était de développer un modèle intégré commun pour la prévention des incendies de forêt, et en particulier :

- développer des méthodes et des techniques partagées pour la cartographie, l'évaluation et le suivi des risques,
- développer un modèle économique et éco-compatible pour la gestion forestière et pour la valorisation de la biomasse issue de ces forêts,
- informer et communiquer pour des comportements responsables des citoyens et des touristes dans les régions à risque.

Les activités ont été développées en deux phases principales. En partant de l'analyse des situations existantes dans les pays des partenaires, et par l'identification des meilleures pratiques, les experts du projet ont contribué au travers de sessions de formation, de journées d'information et de simulations, à réaliser les tâches suivantes :

- développer un modèle intégré pour la prévention des incendies de forêt, résultat du travail de trois groupes de travail,
- appliquer le modèle aux territoires concernés au travers d'une planification concrète et l'élaboration de « plans d'actions »,
- tester le modèle au travers de la mise en œuvre de projets pilotes et de simulations sur place.

La Province de Macerata (Italie) a été chef de file du projet qui comprend huit autres partenaires : cinq collectivités territoriales, en Espagne (Province de Malaga), en Grèce (Région du Péloponnèse), en Croatie (Région d'Istrie), au Portugal (Autorité Nationale Forestière), à Chypre (Ministère des Forêts) et trois universités, en Italie (Université de

Camerino), au Portugal (Université de l'Algarve) et en France (Aix-Marseille Université). L'implication de ces collectivités, provenant de différentes zones géographiques, où les incendies de forêt sont des phénomènes fréquents, ainsi que de compétences scientifiques dans des domaines variés, était justifiée par le besoin de connaissances et d'expertise dans les champs relatifs au projet PROTECT.

Les partenaires ont travaillé au sein de trois groupes de travail (WP), couvrant les trois thèmes analysés, comme suit :

- WP1 : méthodes et techniques de cartographie, d'évaluation et de suivi du risque,
- WP2 : gestion durable de la forêt incluant la valorisation de la biomasse, favorisant ainsi l'utilisation des énergies renouvelables,
- WP3 : stratégies pour améliorer l'information, la formation et la sensibilisation pour un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement dans les zones à risques.

## Un nouvel outil pour la prévision journalière du risque d'incendie : l'un des résultats les plus importants

L'un des plus importants résultats du projet PROTECT, a été l'élaboration d'un modèle destiné à prédire le risque journalier d'incendie de forêt.

Pendant les dernières décennies, plusieurs indices ont été mis au point à travers le monde pour faire face aux incendies de forêt. Ces indices peuvent être utilisés pour identifier les périodes les plus sensibles au risque d'incendies de forêt et peuvent être divisés en trois catégories différentes :

- les indices de risque de long terme ou indices structurels : ils sont calculés sur la bases de caractéristiques de la zone qui ne varient pas rapidement, comme la topographie, l'orientation (nord, sud...), le type de végétation ; ces indices indiquent la vulnérabilité d'un territoire donné,
- les indices de risque à court terme ou indices dynamiques : ils sont calculés sur la base de caractéristiques du territoire qui sont susceptibles de changer très rapidement comme l'humidité relative, la température, la vitesse du vent, la qualité, la distribution et le statut du combustible forestier ; ces indices ont généralement une durée de validité journalière et ils tentent d'évaluer la probabilité d'un incendie sur un territoire donné,
- les indices de risque hybrides ou indices intégrés : ils sont la fusion des deux types précédents, ils essaient de prendre en compte

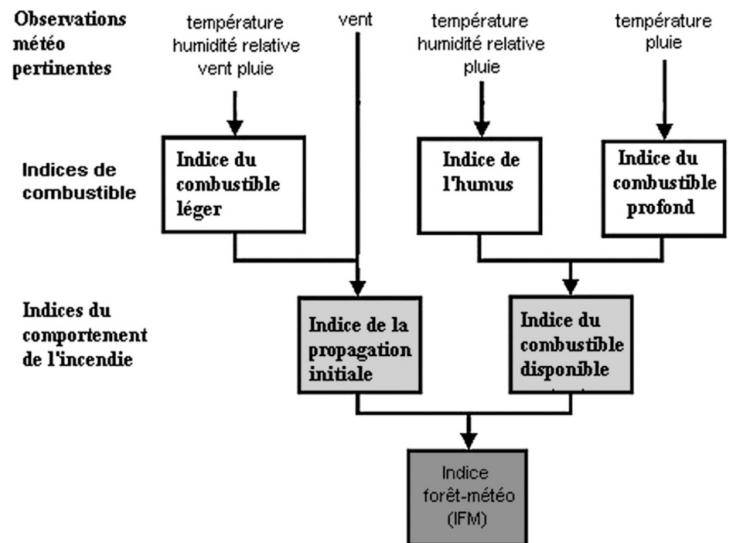
simultanément la vulnérabilité propre d'un territoire donné et des variables météorologiques. L'approche intégrée est fondée sur l'hypothèse que l'éclosion et la propagation du feu sont conditionnées par différents facteurs, ce qui implique par conséquent une analyse intégrée.

Ces dernières années, de nombreux chercheurs ont publié des papiers, à la fois de niveau national et de niveau européen, comparant les différentes méthodes pour prédire le risque d'incendie de forêt. L'information publiée disponible met en avant un indice dynamique, l'IFM (Indice Forêt Météo), aussi connu sous le nom de méthode canadienne, comme étant l'une des méthodes les plus efficaces pour prédire le risque d'incendie de forêt de manière opérationnelle.

Le système IFM consiste en une série de sous-indices numériques qui sont des indicateurs relatifs du comportement potentiel du feu dans les types les plus communs de combustible des forêts boréales (STOCK *et al.* 1989). VAN WAGNER (1987) décrit dans le détail la structure du système IFM et de ses composantes (Cf. Fig. 1). Ce système tient compte des effets de la teneur en eau du combustible sur le comportement du feu, mais les équations du IFM ont été établies et testées sur les forêts boréales canadiennes, qui ont des caractéristiques différentes comparées à la végétation et au climat méditerranéens : en particulier, l'IFM a été conçu pour rendre compte de la teneur en eau dans une forêt standard de pin banksiana et pin contorta.

Il semble que l'IFM canadien soit bien adapté aux climats humides, mais il a été démontré que les modèles avaient aussi le potentiel d'évaluer le risque d'incendie en Europe du sud, mais, en même temps, il a été recommandé de conduire des tests complémentaires du système dans les conditions plus sèches de l'environnement méditerranéen (DIMITRAKOPOULOS *et al.* 2011). En plus d'avoir été élaboré dans des conditions climatiques différentes, les modèles de l'IFM canadien ont été développés à partir de données issues de sous-bois de forêts denses, alors que les forêts méditerranéennes sont souvent moins denses, avec des combustibles directement exposés au soleil. Pour ces raisons, une calibration du modèle pour prendre en compte ces différences est une étape indispensable pour obtenir une méthode efficace pour évaluer le risque d'incendie de forêt dans les paysages et climat méditerranéens. Pendant le projet PROTECT, l'Université de Camerino et la Province de Macerata ont proposé d'adapter l'IFM aux conditions locales en mesurant la teneur en eau du combustible sur le terrain.

Une procédure standard rigoureuse a été élaborée afin de collecter la teneur en eau des dif-



**Fig. 1 :**  
Structure de base du système de l'Indice Forêt Météo canadien (IFM).  
De Groot *et al.* 2007.

férents types de combustible forestier entrant dans l'IFM. Pendant le projet, quatre partenaires ont réalisé les collectes de données sur le terrain : la Province de Macerata, la Région de l'Algarve, la Province de Malaga et la Région du Péloponnèse.

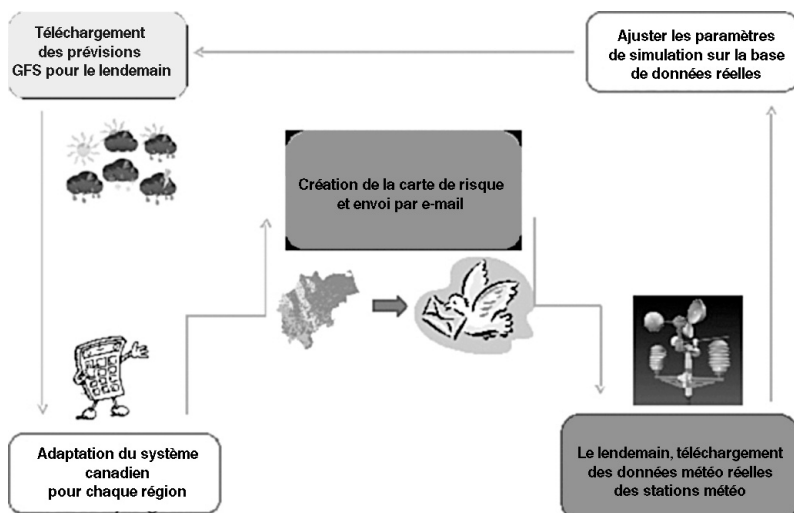
Les données ont été très utiles pour calibrer l'IFM pour chacun des territoires considérés, en utilisant une procédure mathématique spécifique. Ces adaptations sont déjà une contribution importante du projet, mais en plus une application informatique dédiée a été développée afin d'accroître l'efficacité et l'utilisation de la prédiction.

## L'application informatique

Le prototype de l'application informatique est capable de produire des prédictions journalières du risque d'incendie en utilisant un Indice Forêt Météo adapté à chaque territoire. L'information, jointe à une carte journalière du risque, est envoyée automatiquement par courrier électronique aux autorités locales.

Chaque jour, l'application télécharge les prévisions météorologiques à partir du SPG (Système de prévision global de NOAA) pour les quatre variables nécessaires à l'élaboration de l'IFM (humidité relative de l'air, température de l'air à midi, précipitations journalières cumulées, vitesse du vent). Avec ces informations et en utilisant l'IFM adapté, l'application produit la carte du jour, qu'elle envoie à la personne chargée du suivi du risque d'incendie.

Le lendemain, pour produire la prévision suivante, le système a besoin des données passées réelles en provenance des stations météorologiques locales, qui sont obtenues directement des serveurs des services météorologiques locaux. Cette dernière étape est fondamentale afin de ne pas accumuler d'erreur au fil du



**Fig. 2 :**  
Fonctionnement  
de l'application  
informatique.  
Auteur Paolo Monteverde

temps et pour fournir une prévision plus précise. La densité des stations météorologiques sur le terrain conditionne le grain spatial de la prévision. Un schéma du fonctionnement de l'application informatique est représenté dans la fig. 2.

## Conclusions et perspectives

Pendant la saison des feux, les gestionnaires des feux doivent prendre chaque jour des décisions concernant le dimensionnement et la localisation des moyens alloués. L'adaptation locale de l'IFM peut apporter une aide utile avec des indications détaillées pour la prévention et la lutte contre les incendies. Compte tenu de l'hétérogénéité de la végétation méditerranéenne, l'adaptation de l'IFM doit prendre en compte les différents types de combustible.

L'approche mise en œuvre pendant le projet PROTECT démontre que la méthode employée produit des résultats efficaces et prometteurs, dans différentes conditions de végétation et météorologiques du milieu méditerranéen.

La Commission Européenne, consciente de ce que les incendies posent comme problèmes aux populations et à l'environnement, a commencé à partir des années 90 à développer des méthodes et des applications pour contribuer à

la protection des forêts fondées sur des données cohérentes au niveau européen. Résultat de cet effort, le Centre Commun de Recherche (CCR) a lancé le Système européen d'information sur les feux de forêt (EFFIS) depuis les années 2000 (CAMIA, 2011), fondé sur l'IFM canadien standard depuis 2007. EFFIS fournit, parmi d'autres services, une prévision journalière à grand échelle du risque d'incendie en Europe.

Une perspective prometteuse serait d'intégrer les outils développés pendant le projet PROTECT au système EFFIS, de manière à produire des cartes de risque très détaillées adaptées aux conditions climatiques et environnementales locales.

## Références

- Bonazountas M, Killidromitou D, Kassomenos PA & Passas N. 2005. Forest Fire Risk Analysis. Human and Ecological Risk Assessment: an International Journal. 11(3): 617-626.
- De Groot WJ, Field RD, Brady MA et al. 2007. Development of the Indonesian and Malaysian Fire Danger Rating Systems. Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change. 12: 165-180.
- Dimitrakopoulos AP, Bemmerzouk AM & Mitsopoulos ID. 2011. Evaluation of the Canadian fire weather index system in an eastern Mediterranean environment. Meteorol. Appl. 18: 83-93.
- Founda D & Giannakopoulos C. 2009. The exceptionally hot summer of 2007 in Athens, Greece. A typical summer in the future climate? Global and Planetary Change. 67: 227-236.
- Lavorel S, Flannigan MD et al. 2007. Vulnerability of land systems to fire: Interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems. Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change. 12: 33-53.
- Pelizzari A, Goncalves RA, Caetano M. 2008. Information extraction for forest fire management. Studies in computational intelligence. 133: 295-312.
- Pinol J, Terradas J & Lloret F. 1998. Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. Climatic Change. 38: 345-357.
- Sanchez E, Gallardo C, Gaertner MA et al. 2004. Future climate extreme events in the Mediterranean simulated by a regional climate model: a first approach. Global and Planetary Change. 44: 163-180.

## Résumé

Les incendies de forêt représentent un danger majeur pour les forêts méditerranéennes, impactant les communautés végétales et animales, les activités de gestion forestière, la valeur des ressources et des biens, et même les modes de vie. Le projet PROTECT, dont le chef de file était la Province de Macerata (Italie), avait pour objectif de créer et de partager un modèle commun et intégré pour la prévention des feux de forêt en région méditerranéenne. L'un des plus importants résultats du projet PROTECT, a été l'élaboration d'un modèle destiné à prédire le risque journalier d'incendie de forêt, à travers l'adaptation spécifique de l'Indice Forêt Météo canadien (IFM) aux conditions locales. Pendant la saison des feux, les gestionnaires des feux doivent prendre chaque jour des décisions concernant le dimensionnement et la localisation des moyens alloués. L'adaptation locale de l'IFM peut apporter une aide utile avec des indications détaillées pour la prévention et la lutte contre les incendies.

Stefano CHELLI,  
Pierluigi MAPONI,  
Giandiego  
CAMPETELLA,  
Eleonora PARIS,  
Claudio CARLONE,  
Luigi VISSANI

Email: stefano.chelli@  
gmail.com