

LIVEFIRE, DISPOSITIF DE GEOLOCALISATION AUTOMATISEE ET TEMPS-REEL DE PRISES DE VUES AEROPORTEES DANS LE CADRE DE LA LUTTE CONTRE LES FEUX DE FORET

MERLET N.(1), CROMBETTE P.(2), MATEU F.(3), GALTIE J.F.(4), LANDRIEU C.(3)

(1) IMFT (Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse), GEODE (Laboratoire de Géographie de l'Environnement), TOULOUSE, FRANCE ; (2) M2 Professionnel SIGMA (INP-ENSAT, Université de Toulouse), TOULOUSE, FRANCE ; (3) SDIS 66 (Service Départemental d'Incendie et de Secours des Pyrénées Orientales), PERPIGNAN, FRANCE ; (4) SDIS 46 (Service Départemental d'Incendie et de Secours du Lot), CAHORS, FRANCE

L'incendie de forêt, naturel ou provoqué par l'homme, est considéré comme un risque naturel majeur en France. Sa gestion se révèle de plus en plus complexe en raison d'une évolution des territoires, essentiellement caractérisée par l'augmentation des interfaces habitat-forêt, ou encore le phénomène de déprise agricole (ce qui entraîne une augmentation de la quantité et de la continuité du combustible). Et depuis un peu plus d'une décennie, on constate l'émergence d'incendies de grande ampleur, aux effets beaucoup plus dévastateurs et aux impacts écologiques, environnementaux, économiques voire humains très importants. Sur le pourtour méditerranéen, le contexte des incendies est aussi souvent aggravé par une propagation rapide (due aux conditions bio-climatiques), des zones de feu difficilement accessibles, et un relief accidenté compliquant l'engagement des moyens.

Face à ce risque, le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) des Pyrénées Orientales (66), acteur de la Défense des Forêts Contre l'Incendie (DFCI), se veut novateur par la recherche et le développement de nouvelles technologies. Cette démarche s'inscrit de longue date dans le cadre de partenariats privés et publics, dont plusieurs laboratoires de recherche universitaire, et suit les directives préconisées par le Ministère de l'Intérieur : amélioration des actions de prévention, de la lutte et du Retour d'Expérience (REX). Au-delà de la nécessité d'améliorer la prévention et la lutte contre l'aléa « feu de forêt », cela vient en outre faire écho à la démarche relativement récente de constitution et de structuration d'unités en charge du Retour d'Expérience appliqué aux risques naturels majeurs prévisibles, ou encore à la recherche des causes d'incendies. Il s'agit alors d'impliquer la totalité des acteurs publics ou privés justement concernés par les problématiques autour de la DFCI : Sécurité Civile, sapeurs-pompiers, forces de l'ordre, directions départementales (DDAF par exemple...), Office National des Forêts, syndicats de propriétaires forestiers sylviculteurs, etc.

Le projet LiveFire répond au besoin de disposer d'outils d'aide à la décision facilitant l'interprétation du comportement des incendies (phénoménologie) et le suivi de leur développement (propagation) en situation opérationnelle. En effet, face à un incendie de grande ampleur, la lutte peut s'avérer complexe en raison de conditions de propagation défavorables, et souvent difficiles à estimer dans un contexte spatio-temporel très particulier (fumées importantes, propagation rapide, sautes de feu, fronts de feux multiples...). Aussi dès 1987, le SDIS 66 s'est doté d'un avion de surveillance, de reconnaissance et d'observation. L'apport d'un dispositif aéroporté plus complet, en l'occurrence embarqué à bord d'un avion départemental, couplé aux observations plus classiquement réalisées au sol, représente de fait une source accrue d'information.

Adaptée aux besoins des sapeurs-pompiers et plus largement de la Sécurité Civile, la solution LiveFire permet l'acquisition, le traitement et la transmission d'images, tout en fournissant une aide à la localisation à bord de l'aéronef. Techniquement le dispositif s'appuie sur des prises de vues réalisées par deux caméras, l'une opérant dans le domaine du moyen infrarouge (MIR) et l'autre dans celui du visible. Il est complété par de la photographie oblique. Une plateforme logicielle spécifiquement développée permet la localisation exacte et temps-réel des zones d'intervention (coordonnées géographiques et coordonnées en projection Lambert et « DFCI » métier, et nom de la commune survolée, y compris en zone frontalière), l'extraction automatisée des contours de feu et le géoréférencement des images, entre autre grâce à un positionnement GPS et l'analyse des trajectoires, ou encore la corrélation avec un modèle numérique de terrain (MNT) embarqué. La transmission numérique des images est ensuite assurée en temps-réel vers le poste de commandement des opérations de secours, au sol, et d'éventuels autres véhicules tel qu'un 4x4 en charge du retour d'expérience.

Parmi les nombreuses innovations du dispositif, il convient de mentionner ici l'apport essentiel de l'imagerie moyen infrarouge (MIR), car si l'imagerie thermique est bien plus répandue, elle offre une

visualisation très peu discriminante. Or dans le cadre de la localisation et du suivi de la progression de fronts de feux, indispensables à l'engagement des renforts aériens et au positionnement des moyens de lutte au sol, il convient plutôt d'identifier précisément les « points chauds ». En opérant dans une bande du spectre différente et plus réduite, la caméra MIR employée identifie justement les seuls points incandescents sur lesquels la lutte doit être concentrée, plutôt que de visualiser des zones moins actives (propagation « à la recule », par exemple). Et la prise en compte de l'appui aérien dans l'ordre de mission opérationnel permettant une pleine et entière intégration de l'aéronef par rapport aux autres moyens aériens, notamment nationaux, les prises de vues sont effectuées grâce à des passages verticaux successifs, représentant autant de séquences du déroulement de l'évènement. La totalité du périmètre du feu peut alors être immédiatement cartographiée, ce qui s'avère particulièrement complexe, voire impossible, en prises de vues obliques (lesquelles sont souvent effectuées à moyenne distance).

La transmission numérique air-sol des images vient remplacer les équipements analogiques depuis 2010. Là encore, un choix particulièrement innovant a été effectué. Alors que l'attribution et l'utilisation de fréquences réservées (ressources dites « rares ») nécessitait un processus d'autorisation annuelle auprès des autorités compétentes, le dispositif s'appuie désormais sur une architecture constituée de liaisons point-à-point à courte portée établies grâce à du matériel grand public. Ainsi, les moyens de transmission sont disponibles et opérationnels en permanence, sans restriction géographique notoire. Dans un scénario de crise où les liaisons radio seraient interrompues, le dispositif serait alors toujours pleinement fonctionnel (ce cas s'est produit au printemps 2010). On ajoutera que l'apport de la transmission numérique permet aujourd'hui de simplifier considérablement les procédures de récupération des données au sol, celles-ci étant entièrement automatisées. L'information transmise est fortement valorisée dans la mesure où elle peut désormais contenir nombre de métadonnées.

Quant aux processus de traitement automatisés à bord de l'aéronef, ceux-ci répondent aux contraintes très particulières liées aux conditions d'exploitation du dispositif. L'utilisation d'interfaces homme-machine (IHM) en contexte opérationnel a nécessité un important travail de recherche en ergonomie, pour ne déléguer au final qu'un minimum d'actions à l'opérateur chargé de la mise en oeuvre du dispositif. L'engagement d'un aéronef léger (en l'occurrence de type CESSNA T207A jusqu'en 2010) s'il offre des performances indéniables sur le plan aéronautique pour un faible coût d'exploitation, rend naturellement complexe tout travail informatique à bord lors du survol des incendies. Considérant ces restrictions éventuelles, le dispositif a d'abord été construit pour garantir une efficacité et un appui opérationnel en toutes circonstances : les matériels et la solution logicielle ont été prévus pour pouvoir fonctionner en mode dégradé, par exemple si l'opérateur venait à être absent ou remplacé par une personne de moindre qualification. A terme, les interfaces et l'ergonomie doivent permettre une prise en main rapide par n'importe quelle personne susceptible d'être embarquée à bord de l'aéronef.

On notera en outre que ce projet à visée opérationnelle et scientifique repose exclusivement sur des développements logiciels réalisés en propre, sans apport de code source extérieur, ce qui constitue une réelle indépendance technique et garantit l'évolutivité du dispositif sur les plans matériel et logiciel. L'absence de code source propriétaire permet de plus aux différents porteurs du projet de bénéficier d'une liberté de diffusion de la solution LiveFire. Concrètement développée sous sa forme actuelle à partir de 2008, et face à l'éventuelle très rapide obsolescence de tels dispositifs informatiques, une phase de développements additionnels et l'achat de matériels neufs sont prévus au printemps 2011 pour une exploitation à bord d'un nouvel aéronef dès la saison estivale 2011.

Cette chaîne de traitement intégrée contribue donc de manière importante à l'anticipation des moyens à engager ou des actions à mettre en oeuvre en fonction des enjeux. Bien que des systèmes similaires existent, ce projet est novateur dans la mesure où il se révèle être une solution pragmatique, conçue pour répondre à une demande spécifique, dans des conditions particulières, et économiquement exploitable dans un contexte opérationnel.

Conçu de façon modulaire, le projet peut tout aussi bien être déployé à minima, par le simple apport de moyens de localisation, que proposer une solution plus complète venant s'inscrire dans une logique de mutualisation des moyens : l'équipement de véhicules de commandement au sol dans des départements limitrophes (on pense à l'échelle régionale si l'on se limite au concours d'aéronefs légers) pouvant alors bénéficier d'un appui aéroporté ponctuel dans le cadre de renforts interdépartementaux, par exemple. Et de renforcer tout l'intérêt de telles solutions pragmatiques et immédiatement opérationnelles dans l'actuel contexte de réductions budgétaires.

C'est d'ailleurs dans cet état d'esprit que l'extension du dispositif au département de l'Aude, limitrophe des Pyrénées Orientales, est acquis pour la saison estivale « feux de forêt » 2011. Et plusieurs autres départements ont d'ores et déjà établis des contacts en vue de l'établissement de conventions de partenariat

et/ou étudient les modalités d'intégration du dispositif dans son ensemble, par l'équipement de nouveaux aéronefs.

Enfin on constate que l'émergence d'une telle solution, par son faible coût relatif, ouvre de nouvelles perspectives opérationnelles au-delà de la seule lutte contre les incendies de végétation. En situation de crise face à n'importe quel autre risque naturel (inondation, tempête...) ou technologique (pollution...), le dispositif « LiveFire » propose un moyen immédiat pour la reconnaissance, l'observation et la transmission d'informations en temps-réel sur les zones impactées. Indépendant de toute infrastructure par son architecture air-sol point-à-point, ce projet tend à réduire la vulnérabilité en améliorant les capacités de résilience.

On peut raisonnablement penser que les très bons résultats obtenus dans le contexte particulier des incendies de forêts dans le département des Pyrénées-Orientales, l'extension en cours sur le pourtour méditerranéen et dans un large quart sud-ouest de la France, ainsi que les perspectives de déploiement sur d'autres missions de Sécurité Civile à court ou moyen terme seront tout autant de raisons de s'interroger sur l'approche conceptuelle de ce projet innovant. On ne peut qu'insister sur la démarche pragmatique qui aura permis de se conformer aux logiques et contraintes économiques des collectivités territoriales (les sapeurs-pompiers étant financés par les départements). Par cette approche qui aura su réunir avec succès l'expérience des hommes de terrain, tous les acteurs de la DFCL, SDIS en tête, et des compétences issues du monde de la recherche et de l'entreprise, on aboutit aujourd'hui à une solution immédiatement opérationnelle.

Les apports en termes de cartographie mobile et embarquée et de dispositifs aériens devront être quantifiés, afin de ne pas manquer d'étudier les probables possibilités d'extension de ce savoir-faire.