



Les drones pour la sécurité des personnes en Californie du Sud

Le 26 février 2025 Par Dawn MK Zoldi (colonel, USAF, retraité)

Alors que la Californie est aux prises avec sa saison d'incendies de forêt la plus dévastatrice de mémoire récente, le rôle des drones dans la gestion des incendies de forêt est devenu plus évident.



Image : Shutterstock

Alors que les vents extrêmes qui ont alimenté les incendies de forêt en Californie ont en grande partie

immobilisé les petits drones pendant les incendies actifs, la technologie des drones s'est avérée inestimable dans les efforts de prévention et de rétablissement grâce à des opérations critiques de cartographie, d'inspection et de surveillance.

Cet article explore la manière dont les premiers intervenants ont déployé des drones avant et après les incendies de forêt afin d'améliorer la sécurité et de limiter les dégâts grâce à des techniques de cartographie avancées et des inspections aériennes. Il aborde également certains des travaux de recherche et développement (R&D) en cours visant à exploiter pleinement le potentiel des drones pour la surveillance et la collecte de données à toutes les phases des crises liées aux incendies de forêt, de la prévention à la lutte active et au rétablissement post-incendie.

L'HIVER ARDENT DE LA CALIFORNIE : UNE SAISON DE DESTRUCTION

La saison des incendies 2025 en Californie a débuté tôt et avec une violence sans précédent. Depuis le 7 janvier, de nombreux incendies ont ravagé le sud de la Californie. Les incendies de Palisades et d'Eaton ont causé les dégâts les plus importants. Au total, ces deux incendies ont brûlé 15 000 hectares, détruit 16 255 structures et endommagé 2 090 autres. Le bilan total des victimes s'élève à au moins 29 personnes. Ces incendies ont également entraîné d'importantes pertes économiques. Selon les premières estimations, ils pourraient figurer parmi les incendies de forêt les plus coûteux de l'histoire des États-Unis.

Tandis que ces incendies sans précédent continuaient de faire rage, des incendies de moindre ampleur se sont également déclarés dans l'État. Le 22 janvier, l'incendie Hughes s'est déclaré près du lac Castaic, dans la région de Santa Clarita. En seulement 24 heures, il a détruit plus de 4 000 hectares. Si l'on ajoute à la superficie totale brûlée à Palisades et Eaton, ces incendies ont consumé près de 20 000 hectares.

Un ensemble de conditions météorologiques exceptionnelles a contribué à la propagation rapide et à l'intensité de ces incendies. Le sud de la Californie a connu une sécheresse exceptionnelle. Le comté de Los Angeles n'a reçu pratiquement aucune précipitation (0,00 pouce) de fin 2024 à début 2025. Cette sécheresse, combinée aux vents de Santa Ana qui ont atteint des vitesses supérieures à 96 km/h, a créé un environnement propice à la propagation d'incendies catastrophiques.



Le capitaine des pompiers Andreas « AJ » Johansson, du service d'incendie de Corona, porte de petits capteurs corporels lors d'un essai pratique du WIFIRE en novembre 2023 à Corona, en Californie. Image : Corona FD

Les vents violents ont non seulement accéléré les incendies, mais ont également fortement entravé les efforts de lutte contre les incendies, notamment les opérations aériennes. Avec des rafales régulières dépassant 6 à 80 km/h, des conditions trop dangereuses pour de nombreux aéronefs, les petits systèmes d'aéronefs sans pilote (sUAS) n'ont pas pu fonctionner en toute sécurité lors des interventions. Cela dit, dans le domaine de la prévention des incendies de forêt, les drones se sont révélés un outil crucial pour l'évaluation et l'atténuation des risques.

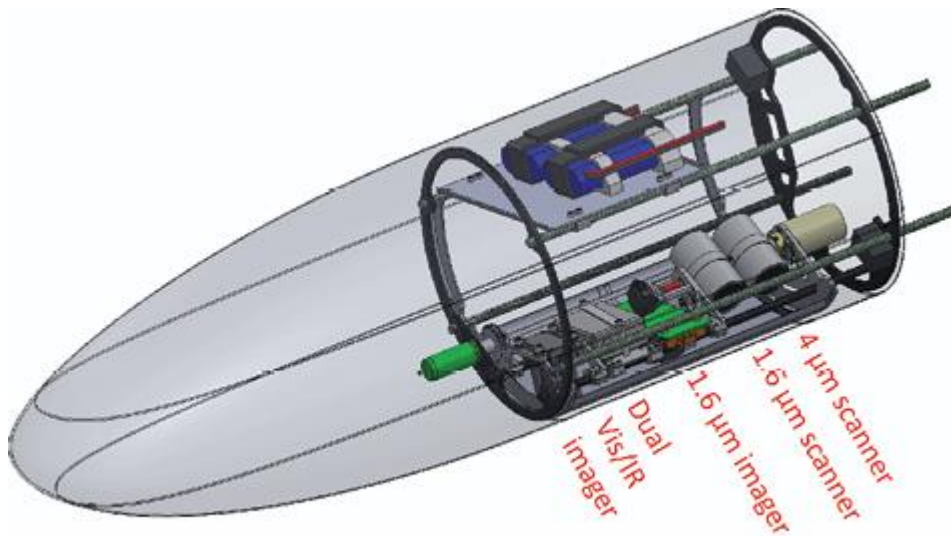
PRÉVENTION : LES DRONES FONT LA DIFFÉRENCE « À GAUCHE DE BANG »

L'interface entre les zones sauvages et les zones urbaines, appelée interface forêt-urbanisme (IFU), demeure un domaine crucial pour la prévention des incendies. Les services d'incendie et les agences de gestion du territoire ont de plus en plus recours aux drones pour inspecter et cartographier l'IFU. Cela permet d'identifier et d'atténuer les risques d'incendie et de réduire potentiellement la probabilité et la gravité des incendies de forêt catastrophiques.

Andreas « AJ » Johansson, capitaine des pompiers avec plus de 30 ans d'expérience et au service d'incendie de Corona en Californie depuis 2005, a souligné l'intérêt des drones dans la planification pré-incendie. Il a expliqué : « Je peux utiliser les drones pour inspecter des propriétés. Prendre des photos aériennes de cette interface urbaine nous permet d'évaluer visuellement les risques potentiels d'incendie et de les communiquer efficacement au public. »

Les inspections aériennes par drones offrent plusieurs avantages par rapport aux méthodes terrestres traditionnelles, qui consistent essentiellement à « marcher sur place ». Les drones constituent une solution économique pour surveiller de vastes zones. Cela permet de réaliser des inspections plus fréquentes et plus approfondies à moindre coût.

Les drones permettent également d'accéder plus facilement à des terrains difficiles ou à des zones trop difficiles ou dangereuses pour le personnel à pied. Ils améliorent ainsi considérablement la sécurité des opérations de prévention des incendies en réduisant la nécessité pour le personnel d'inspecter physiquement les terrains dangereux. En bref, ils protègent les pompiers.



Représentation de la charge utile légère NightFOX (Nighttime Fire Observations eXperiment) destinée aux petits drones à voilure fixe, afin de combler les lacunes critiques en matière de lutte contre les incendies. Image : NOAA

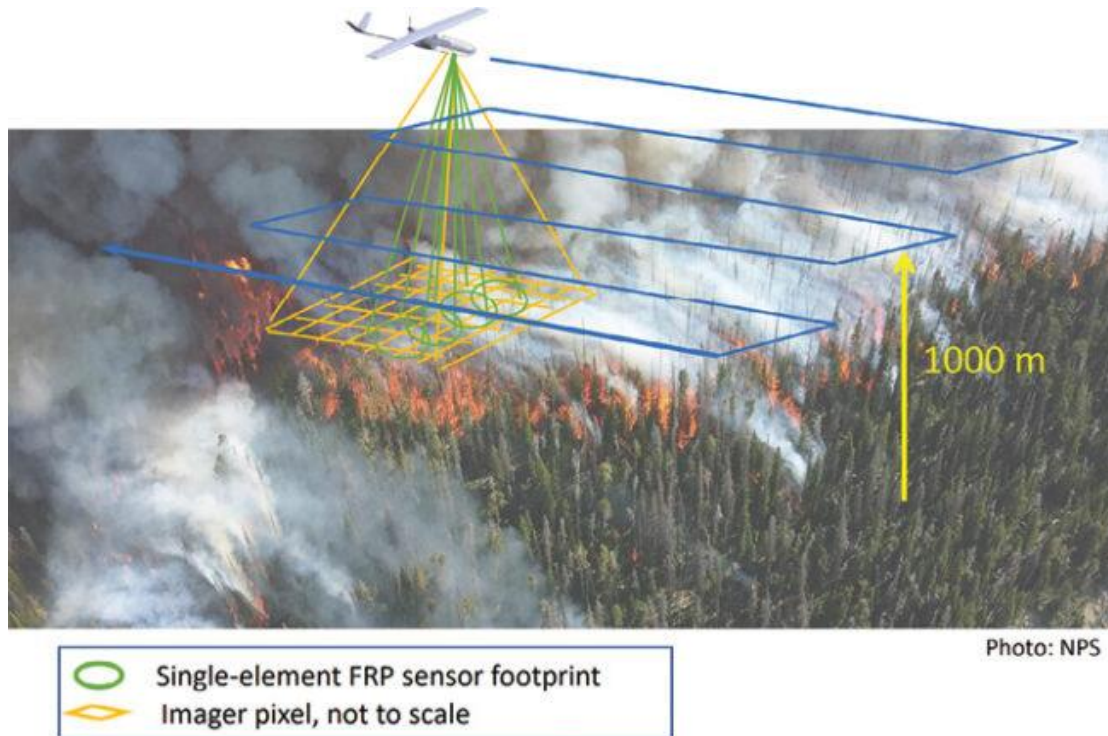
L'imagerie aérienne haute résolution des drones offre une vue plongeante sur le paysage pour des inspections plus complètes. Ce point de vue peut révéler des risques potentiels d'incendie qui pourraient ne pas être apparents depuis le niveau du sol.

Enfin, les drones peuvent également recueillir et transmettre rapidement des informations actualisées pour permettre aux services de lutte contre les incendies de réagir rapidement à l'évolution des risques d'incendie. Cela permet potentiellement d'arrêter les incendies avant qu'ils ne deviennent incontrôlables.

Cette combinaison d'efficacité, de rapidité, de sécurité et de données de haute qualité fait de la technologie UAS un atout inestimable dans les efforts modernes de prévention et de gestion des incendies de forêt.

Mais il ne s'agit pas seulement de la qualité des données collectées grâce aux inspections et à la cartographie des drones ; il s'agit aussi des informations exploitables qui en découlent, permettant aux agences de déterminer les mesures de prévention appropriées. Les données haute fidélité collectées par drones peuvent être facilement intégrées aux systèmes d'information géographique (SIG) et aux logiciels

de modélisation du comportement des incendies existants afin d'améliorer les stratégies globales de gestion des incendies. En combinant l'imagerie des drones avec d'autres sources de données, les agences peuvent créer des modèles de risque d'incendie plus précis, mettre en œuvre des stratégies de prévention ciblées et sensibiliser les habitants à la préparation aux incendies de forêt.



Un drone à voilure fixe surveille les feux de forêt à 1 000 mètres d'altitude grâce à un capteur de puissance radiative du feu (PRF). L'illustration superpose les empreintes de détection du capteur (ovales verts) et la couverture des pixels de l'imageur (grille jaune) pour représenter les schémas de collecte de données.
Image : NPS

Les drones équipés de divers capteurs peuvent fournir des données détaillées sur la santé de la végétation, l'humidité du sol et la topographie. Ces données d'inspection aérienne permettent d'identifier les zones de végétation dense ou d'arbres morts présentant un risque élevé d'incendie. Ces informations orientent les efforts ciblés de réduction des combustibles. Ces efforts peuvent inclure la planification, l'exécution (par allumage aérien) et la surveillance des brûlages dirigés, un outil essentiel pour réduire les charges de combustible en zones forestières. Johansson explique : « Nous effectuons des brûlages dirigés à gauche du point d'impact, du côté de l'atténuation. Allumer un feu contrôlé de faible intensité brûle le combustible potentiel de la zone. »

RÉPONSE : LIMITES ET INNOVATIONS

Les drones permettent d'avoir une connaissance en temps réel de la situation lors des incendies de forêt. Cela aide les commandants d'intervention à prendre des décisions éclairées concernant l'allocation des ressources et les stratégies de lutte contre les incendies. À titre d'exemple, le Département des forêts et de la protection contre les incendies de Californie (CAL FIRE) a étendu son utilisation des drones à des

tâches critiques telles que la maîtrise des incendies de forêt et les évaluations en temps réel.

Cependant, les conditions extrêmes des feux de forêt peuvent limiter l'utilisation ou l'efficacité des drones lors des interventions. La fumée, qui peut perturber l'imagerie visuelle et infrarouge, pose des problèmes lors des feux de forêt actifs. En Californie, des vents violents ont cloué au sol la plupart des petits drones.

Pour ces raisons, plusieurs agences gouvernementales continuent de développer activement des solutions innovantes pour pallier certaines de ces limitations. Par exemple, la NASA travaille sur une technologie qui pourrait permettre aux drones et aux hélicoptères télépilotés de voler simultanément pendant les incendies de forêt, même lorsque la fumée et d'autres facteurs réduisent la visibilité.

Johansson et plusieurs services d'incendie locaux de Californie ont participé à la collaboration entre la Direction des sciences et technologies (S&T) du Département de la Sécurité intérieure (DHS) et l'Université de Californie à San Diego (UC San Diego) afin d'évaluer WIFIRE Edge. Ce système peut intégrer des données provenant de diverses sources, notamment des drones et des capteurs avancés installés sur les pompiers et leurs équipements, afin de recueillir des données environnementales détaillées. Il exploite l'informatique de pointe et l'IA pour générer des modèles précis de comportement des incendies. Intégrés à d'autres technologies comme le Team Awareness Kit (TAK), ces modèles permettent de réaliser des simulations d'incendie accessibles, même aux pompiers en première ligne. Lors de plusieurs démonstrations, cette technologie a amélioré la connaissance situationnelle des équipes de gestion des incendies, y compris dans les zones où la connexion internet est faible, voire inexistante. Elle a également réduit le temps de création des simulations de plusieurs heures à quelques minutes.



Drone Black

Swift. Image : NOAA

De son côté, le Laboratoire des sciences chimiques (CSL) de la NOAA a développé Nighttime Fire Observations eXperiment (NightFOX), un outil d'observation des feux de forêt de pointe pour combler les lacunes critiques en matière de lutte contre les incendies. Conçu comme une charge utile légère pour les petits drones à voilure fixe, NightFOX utilise des capteurs infrarouges et une technologie d'imagerie avancés pour mesurer l'étendue et l'intensité des feux de forêt avec une résolution inférieure à 20 mètres depuis une altitude d'un kilomètre. Contrairement aux méthodes traditionnelles, qui reposent sur des avions coûteux ou des données satellitaires à faible résolution, NightFOX offre une alternative économique et haute résolution, particulièrement utile pour les observations nocturnes lorsque les feux brûlent à faible intensité et que les autres méthodes sont limitées. Sa suite d'instruments comprend des télescopes infrarouges sur mesure, des imageurs grand angle, un télémètre laser et une double caméra visible/infrarouge. Cela permet une télédétection détaillée sans les risques ni les coûts des mesures in situ. Développé par une équipe dirigée par le Dr Ru-Shan Gao et le Dr Troy Thornberry, en collaboration avec Black Swift Technologies (BST), basé à Boulder, dans le Colorado, NightFOX peut fournir aux gestionnaires des incendies de forêt des données essentielles pour améliorer les stratégies de réponse tout en réduisant les frais opérationnels.

BST, dirigée par le Dr Jack Elston, PDG de BST, a collaboré non seulement avec la NOAA, mais aussi avec la NASA et plusieurs autres agences pour développer des plateformes de drones capables d'opérer dans des conditions extrêmes, essentielles à la gestion des feux de forêt. L'entreprise a notamment développé des drones pour explorer l'atmosphère de Vénus et observer les panaches volcaniques. BST a équipé ces drones de capteurs avancés pour mesurer la vitesse du vent, la thermodynamique atmosphérique et la distribution des particules, des capacités essentielles pour comprendre le comportement du feu et

prédire sa propagation. L'entreprise travaille également à l'intégration de sa technologie aux logiciels de gestion des feux de forêt existants afin de fournir une solution complète de lutte contre les incendies de forêt.

Toutes ces innovations constituent des avancées progressives dans notre capacité à exploiter pleinement le potentiel de la technologie des drones pendant la phase de réponse difficile des efforts de lutte contre les incendies de forêt.

RÉCUPÉRATION : LES UAS AU COURS DES TEMPS

Après les incendies de forêt, les drones jouent un rôle crucial dans l'évaluation des dommages et la planification du rétablissement. Caltrans, le département des Transports de Californie, utilise des drones pour cartographier les zones touchées par les récents incendies de forêt dans le comté de Los Angeles. Ces relevés aériens peuvent fournir rapidement des données précises sur les dommages aux infrastructures. Cela aide l'agence à prioriser les efforts de réparation et à allouer efficacement les ressources.

Johansson a décrit son expérience avec les drones pour créer des orthomosaïques des zones touchées. Ces cartes détaillées et géométriquement corrigées se sont révélées précieuses pour évaluer l'étendue des dégâts et planifier les opérations de rétablissement. Johansson a découvert l'utilisation à grande échelle des orthomosaïques lors de l'incendie de Camp en 2018. Une équipe de la baie de San Francisco a utilisé les drones pour capturer des images aériennes des zones touchées. Ces cartes ont fourni une vue d'ensemble des impacts de l'incendie, essentielle à l'évaluation initiale des dégâts. Impressionné par cette technologie, Johansson a utilisé ces données pour son mémoire de master afin d'explorer plus avant comment accélérer le processus de création et d'utilisation de ces cartes pour l'évaluation des dégâts. Aujourd'hui, a-t-il déclaré, « Notre équipe utilise les drones pour mener des missions de cartographie post-incendie, assembler les images, les compresser avec un logiciel et transférer le produit final sur le serveur TAK pour téléchargement. Cela fonctionne très bien. »

Alors que la cartographie orthomosaïque à grande échelle nécessite souvent des drones plus imposants ou des aéronefs habités, Johansson voit le potentiel d'utiliser des drones plus petits pour la cartographie ciblée de zones spécifiques préoccupantes. Cette approche pourrait fournir des renseignements rapides et localisés pour soutenir les efforts de rétablissement ainsi que la planification future de la prévention des incendies.

REGARDER VERS L'AVENIR : L'AVENIR DES DRONES DANS LA GESTION DES INCENDIES DE FORÊT

Face à des saisons d'incendies de plus en plus intenses, l'innovation continue dans la technologie des drones offre un potentiel considérable pour améliorer la sécurité des personnes grâce à des capacités avancées de cartographie, d'inspection et de surveillance. Les récents incendies en Californie ont mis en évidence à la fois les promesses et les limites actuelles de l'utilisation des drones lors des feux de forêt. Si des conditions météorologiques extrêmes peuvent parfois immobiliser ces moyens aériens, les efforts continus de R&D promettent d'accroître leurs capacités et leur résilience. L'intégration de l'IA, de capteurs avancés et de systèmes de communication robustes permettra aux drones de fonctionner plus

efficacement dans des conditions difficiles, améliorant ainsi leur capacité à effectuer des tâches critiques de cartographie et d'inspection. À mesure que ces technologies gagneront en maturité, nous pouvons nous attendre à ce que les drones jouent un rôle encore plus crucial dans la protection des personnes et des biens contre les effets dévastateurs des feux de forêt, grâce à des capacités de surveillance et de détection précoce améliorées.