Chapitre 7 : Gestion de crise, sécurité civile et comportements en situation de crise

Résilience des interfaces urbaines face aux incendies de végétation en contexte de changement climatique

Rapport de l'expertise scientifique collective

VII. Gestion de crise, sécurité civile et comportements en situation de crise

Table des matières du chapitre VII

VII. Gestion de crise, sécurité civile et comportements en situation de crise 340

1. Description/introduction du thème abordé 342

2. Présentation du corpus du chapitre 344

3. Analyse & discussion 345

3.1. Doctrines en usage face à la crise incendie 345

3.1.1. La doctrine « *Stay* and *Defend or Leave Early* » et sa remise en cause 345

3.1.2. Planifier dans le détail l'ensemble des scénarios dans une démarche collaborative 348

3.2. L'alerte officielle et sa réception par le public 351

3.2.1. Les déterminants de l'efficacité des systèmes d'alerte 352

3.2.2. La recherche d' information en temps réel et le paradoxe des sources de confiance 354

3.3. La décision d'évacuation face aux incendies 356

3.3.1. Les déterminants de la décision d'évacuation 356

3.3.2. La décision comme processus dynamique 359

3.3.3. Rester pour défendre son habitation 362

3.4. Outils et cadres d'aide à la décision pour la gestion de crise 362

3.4.1. Observation, détection précoce et suivi opérationnel 363

3.4.1.1. La télédétection multi-échelles et l'apport de l'imagerie satellitaire 363

3.4.1.2. L'hyper-résolution : capteurs sur site, objets connectés et flottes de drones 364

3.4.1.3. Opportunités offertes par le traitement automatique du langage naturel et l'analyse des réseaux sociaux 365

3.4.2. L'orientation et l'analyse 367

3.4.2.1. Simulation de la propagation et anticipation du comportement du feu 367

3.4.2.2. Anticipation des conséquences et aide à la décision opérationnelle 368

3.4.3. La prise de décision 369

3.4.3.1. Décision tactique et allocation des moyens 370

3.4.3.2. Formalisation de la décision d'évacuation 370

3.4.3.3. Cartographie et représentation de la décision 371

3.4.4. L'action, son évaluation et le retour d'expérience 372

3.4.4.1. Une efficacité toujours dépendante du contexte 372

3.4.4.2. Évaluer l'efficacité des moyens : le cas des moyens aériens 372
3.4.4.3. Évaluer les doctrines et les systèmes de gestion 373
3.4.4.4. Le retour d'expérience : transformer l'action en apprentissage 374
3.5. Ruptures de modèles : le cas des feux extrêmes 375
3.5.1. Anticiper les feux extrêmes 375
3.5.1.1. Les modèles couplés feu-atmosphère 375
3.5.1.2. Les indices et signaux précurseurs des feux extrêmes 377
3.5.2. Adapter les stratégies face aux feux extrêmes 378
3.5.2.1. Les sautes de feu : une manifestation opérationnelle du changement de régime 379
3.5.2.2. Les limites de la suppression face aux feux extrêmes 379
3.5.2.3. De la défense de chaque bâtiment à la protection du territoire 379
4. Lacunes de connaissance et controverses éventuelles 380
5. Conclusion 381
6. À retenir 382
7. Liste de références du chapitre VII 382

Essentiels

La **gestion de crise commence lorsqu'un aléa fort est établi et déclenche l'activation de dispositifs de vigilance, de préparation et de pré-positionnement des moyens de lutte,** ainsi que la mise en sécurité et la surveillance des lieux susceptibles de constituer des points d'éclosion. Elle relève ainsi d'un système plus large de détection, de préparation, d'analyse, de prise de décision et de coordination. Les **outils mobilisables ne se réduisent pas à de simples technologies au sens strict, mais constituent un ensemble articulé de moyens humains et techniques.** Ils s'appuient sur des dispositifs variés, tels que la télédétection satellitaire, les réseaux sociaux, ainsi que des systèmes de prévision numériques de comportement de l'incendie. L'intérêt opérationnel majeur de ces outils réside dans leur capacité à actualiser continuellement la situation, et à permettre une analyse prenant en compte la qualité et les incertitudes de ces prévisions.

La doctrine française combine, sous le contrôle des autorités, évacuation et confinement passif. Elle se situe ainsi dans une position intermédiaire entre la doctrine nord-américaine, fondée principalement sur les évacuations massives, et la doctrine australienne, qui admet la possibilité de rester sur place afin de défendre activement son habitation. **L'évacuation précoce (quand elle est possible) est toutefois unanimement considérée dans la littérature comme la stratégie la plus sûre pour protéger les vies humaines.**

La décision d'évacuer est néanmoins un processus complexe, influencé par des facteurs individuels, sociaux, institutionnels et logistiques imbriqués ainsi que la disponibilité d'un plan préétabli. Les alertes officielles sont les signaux les plus efficaces pour déclencher un plan d'urgence individuel, mais leur impact dépend fortement de leur précision, clarté et pertinence locale. Ces alertes ne peuvent se substituer à la préparation individuelle, car elles peuvent être tardives, incomplètes ou ne pas parvenir aux populations exposées.

Enfin, **les feux extrêmes marquent un changement de régime dans lequel la logique d'extinction atteint ses limites**. L'enjeu devient alors prioritairement la protection des infrastructures et la mise en sécurité des populations. Cette évolution renforce l'importance de la préparation des individus et de la détection précoce du basculement à un feu extrême, favorisant l'émergence de nouveaux outils et indices dédiés au risque extrême, encore peu intégrés aux dispositifs classiques de gestion de crise.

1. Description/introduction du thème abordé

La gestion de crise incendie dans les interfaces entre espaces naturels et zones habitées ne se limite ni à la lutte contre l'incendie ni à l'évacuation des populations. Elle repose sur un système socio-technique complexe combinant anticipation, surveillance, communication, prise de décision, coordination des acteurs et protection des personnes et des biens. La crise débute dès lors qu'un aléa fort est identifié (cf. Chapitre 2 sur l'aléa), déclenchant l'activation de dispositifs de vigilance, de préparation et de pré-positionnement des moyens, même si aucun départ de feu ne survient finalement. La gestion de crise s'inscrit ainsi dans un continuum qui débute bien avant l'incendie lui-même et se prolonge jusqu'au retour d'expérience, en mobilisant des acteurs, des outils et des décisions qui évoluent au fil de la dynamique du feu.

La doctrine française de lutte contre les incendies est historiquement fondée sur l'attaque rapide et massive des feux naissants afin de les supprimer avant qu'ils ne prennent de l'ampleur. Cette stratégie a longtemps permis de limiter efficacement les surfaces brûlées et les dommages. Toutefois, l'évolution récente des régimes de feu, marquée par des incendies plus fréquents, plus rapides et plus intenses, conduit de plus en plus souvent à des situations dans lesquelles les capacités de suppression sont dépassées. Dans ces configurations, l'objectif prioritaire n'est plus uniquement l'extinction du feu, mais la protection des populations, des infrastructures et des biens, en recherchant les stratégies qui minimisent les pertes humaines et matérielles. La gestion de crise doit

alors intégrer des arbitrages complexes entre évacuation, confinement, protection des habitations, engagement des moyens de lutte et préservation de la sécurité des intervenants.

Cette évolution s'accompagne d'un recours croissant aux technologies de détection, de surveillance et d'aide à la décision. Les gestionnaires disposent aujourd'hui d'outils variés permettant de détecter précocement les départs de feu, de suivre leur propagation, de prévoir leur évolution probable, de diffuser des alertes ou encore de construire des scénarios tactiques facilitant la décision. Satellites, drones, systèmes d'information géographique, modèles de propagation, plateformes de communication ou outils d'aide à la décision constituent désormais des composantes essentielles de la gestion opérationnelle. Néanmoins, ces technologies ne remplacent pas l'expertise humaine : elles viennent l'appuyer en réduisant les incertitudes et en améliorant la capacité d'anticipation des décideurs.

Parallèlement, les recherches montrent que l'efficacité des stratégies de gestion de crise dépend tout autant des comportements des populations que de la qualité des dispositifs techniques. Les décisions d'évacuer, de rester pour défendre son habitation, d'attendre davantage d'informations ou de modifier sa stratégie au cours de l'événement conditionnent fortement les conséquences humaines des incendies. Ces comportements sont influencés par de nombreux facteurs : perception du risque, confiance dans les autorités, expérience passée, caractéristiques du foyer, attachement au domicile, contraintes logistiques ou encore qualité des messages d'alerte. Comprendre ces mécanismes apparaît aujourd'hui comme une composante indispensable de la gestion des crises.

Ce chapitre a pour objectif de proposer une synthèse des connaissances scientifiques relatives à la gestion de crise des incendies de végétation dans les interfaces ville — espace naturel. Il cherche plus particulièrement à répondre aux questions suivantes : quelles sont les doctrines actuellement mises en œuvre et comment ont-elles évolué sous l'effet de l'intensification des incendies ? Comment concevoir des systèmes d'alerte capables de réduire efficacement l'incertitude des populations, en agissant sur le contenu des messages, les canaux de communication et les dispositifs de diffusion ? Comment les individus réagissent-ils à ces alertes, et quels facteurs psychologiques, sociaux et contextuels expliquent leurs décisions d'évacuation, de confinement ou d'attente ? Quels outils permettent aujourd'hui de détecter les incendies, d'anticiper leur évolution et de soutenir les décisions opérationnelles ? Enfin, quelles sont les limites des doctrines, des outils et des moyens de lutte lorsque les incendies deviennent extrêmes et dépassent les capacités d'intervention ?

Pour répondre à ces questions, ce chapitre est organisé en cinq parties complémentaires.

- La première présente les principales doctrines de gestion de crise développées face aux incendies de végétation, en comparant notamment les approches française, australienne et américaine, afin d'en dégager les principes, les évolutions récentes et les enseignements.
- La deuxième s'intéresse aux systèmes d'alerte et analyse les caractéristiques des messages, des canaux de communication et des dispositifs de diffusion qui favorisent une réduction de l'incertitude et une prise de décision rapide et adaptée.
- La troisième examine les comportements individuels de la population face à l'alerte en mettant en évidence les mécanismes de recherche d'information, les déterminants des décisions d'évacuation ou de confinement, ainsi que les écarts observés entre les comportements attendus et les comportements effectivement adoptés.
- La quatrième présente les principaux outils d'aide à la décision mobilisés au cours de la gestion de crise, depuis la détection des départs de feu jusqu'aux modèles de propagation, de prévision et d'allocation des moyens, en intégrant les apports récents de la télédétection, des réseaux sociaux et de l'intelligence artificielle.
- Enfin, la cinquième partie analyse les situations dans lesquelles les doctrines, les outils et les capacités opérationnelles atteignent leurs limites. Elle montre comment les incendies extrêmes remettent en cause

les modèles traditionnels de lutte et conduisent à réorienter la gestion de crise vers l'anticipation des ruptures capacitaires, la protection des populations et l'adaptation des organisations de secours.

2. Présentation du corpus du chapitre

Le chapitre s'appuie sur un corpus scientifique pluridisciplinaire d'environ 150 publications internationales (dont une très faible proportion en langue française), s'échelonnant du milieu des années 1990 à 2026. On observe une nette accélération des publications à partir de 2010, sous l'effet des retours d'expérience majeurs consécutifs aux incendies meurtriers du *Black Saturday* (Australie, 2009), puis un second essor particulièrement marqué après les saisons catastrophiques de 2017-2018 (Portugal, Grèce, Californie), les méga-feux australiens de 2019-2020 (*Black Summer*) et les incendies exceptionnels de l'été 2022 en France ou de début 2025 en Californie.

La littérature scientifique mobilisée provient majoritairement des États-Unis et de l'Australie, où les incendies de grande ampleur sont étudiés depuis plusieurs décennies, faute de travaux encore nombreux en France et plus largement en Europe sur les situations de crise extrême. Les enseignements issus de ces recherches apparaissent néanmoins largement transférables au contexte français. Les populations y mobilisent des sources d'information similaires et présentent des comportements comparables face à la menace et à l'incertitude. Surtout, ces pays disposent d'une expérience importante des situations de rupture capacitaire, dans lesquelles les moyens de suppression sont dépassés, ce qui a favorisé le développement de connaissances solides sur les procédures d'évacuation, les doctrines de gestion de crise et les outils d'aide à la décision mobilisés dans les interfaces entre habitat et espaces naturels. Côté européen, ce sont principalement l'Espagne, le Portugal et la Grèce qui alimentent les travaux consacrés aux grands feux méditerranéens et à l'évaluation des doctrines de lutte. Si la France a longtemps constitué un point aveugle de la littérature internationale sur les crises extrêmes — du fait de l'efficacité historique de sa doctrine d'attaque initiale rapide des feux naissants —, les grands incendies de 2022 en Gironde font désormais l'objet d'études empiriques approfondies portant sur la gouvernance de crise, la coordination entre réseaux formels et informels et l'ancrage territorial de la réponse d'urgence.

Le corpus présente une articulation disciplinaire singulière entre les sciences humaines et sociales et les sciences pour l'ingénieur : d'une part, la psychologie cognitive, la sociologie des organisations et des crises, les sciences de l'information et de la communication ainsi que les sciences de gestion éclairent les doctrines opérationnelles, la conception et la diffusion des alertes, les mécanismes psychosociaux de la décision individuelle (évacuation précoce, défense active, attente passive) et la coordination inter-institutionnelle sous contrainte de temps. D'autre part, la physique de la combustion, la modélisation météorologique et aérologique, la télédétection spatiale et aéroportée, l'intelligence artificielle (traitement automatique du langage naturel, vision par ordinateur) et la recherche opérationnelle fournissent les fondements des technologies de surveillance, d'anticipation et d'optimisation tactique.

Pour structurer et analyser la diversité des technologies d'aide à la décision recensées dans la littérature, les outils sont organisés dans ce chapitre selon le cycle décisionnel militaire **OODA** (*Observer, Orienter, Décider, Agir*), particulièrement opérant pour représenter la gestion d'une crise incendie en situation d'incertitude dynamique :

1. **Observer (acquisition et surveillance) :** regroupe la télédétection satellitaire multi-échelles, les capteurs connectés, les flottes de drones à hyper-résolution et l'extraction en temps réel des signaux d'alerte issus des réseaux sociaux par traitement automatique du langage naturel ;
2. **Orienter (assimilation et simulation) :** rassemble les modèles de propagation rapide et d'assimilation dynamique de données (paradigme DDDAS), jusqu'aux modèles couplés feu-atmosphère indispensables pour anticiper les comportements éruptifs ou pyroconvectifs des feux extrêmes ;
3. **Décider (aide à la décision tactique et stratégique) :** englobe l'allocation des moyens terrestres et aériens, la formalisation de seuils d'évacuation spatio-temporels couplés à la simulation du trafic routier,

ainsi que la sémiologie graphique des représentations cartographiques pour la prise de décision opérationnelle et l'information du public ;

4. **Agir et évaluer (évaluation tactique et apprentissage) :** couvre l'évaluation objective de l'efficacité des moyens de suppression, notamment des largages aériens, l'analyse de la résilience organisationnelle face aux ruptures de coordination et les cadres méthodologiques de retour d'expérience (RETEX) permettant de transformer les interventions en apprentissage pérenne.

Le caractère cyclique du modèle OODA suppose toutefois que chaque nouvelle observation puisse être intégrée suffisamment rapidement pour réorienter l'action et maintenir la décision dans un domaine maîtrisable. Cette continuité peut être rompue lors des situations extrêmes : une accélération brutale du feu, un changement de régime de propagation, l'apparition d'une dynamique pyroconvective ou la saturation des capacités de lutte peuvent rendre les représentations et les options tactiques antérieures obsolètes plus rapidement qu'elles ne peuvent être réévaluées. L'extrême se manifeste alors également comme une **rupture de la boucle décisionnelle**, lorsque les outils, les doctrines ou les temporalités de décision adaptés au fonctionnement courant ne permettent plus de suivre l'évolution du phénomène. La gestion de crise nécessite alors un changement de cadre, d'échelle ou d'objectifs opérationnels plutôt qu'une simple poursuite de la boucle existante. Cette notion de rupture constitue un fil directeur important pour analyser les limites des technologies d'aide à la décision face aux incendies dépassant les capacités ordinaires de gestion.

Cette littérature technologique révèle par ailleurs une très forte disparité dans les niveaux de maturité. Alors que certains outils relèvent de standards opérationnels matures largement intégrés dans les centres de commandement (systèmes d'information géographique, plateformes d'alerte par diffusion cellulaire, simulateurs 2D opérationnels), un pan important des publications relève encore de preuves de concept ou de prototypes de laboratoire, à l'instar des modèles couplés 3D en temps réel d'anticipation, des essaims autonomes de drones ou des algorithmes prédictifs appliqués aux réseaux sociaux. Le passage du modèle théorique à l'outil opérationnel fiable et suffisamment rapide pour être mobilisable dans l'urgence constitue ainsi l'une des tensions majeures documentées dans le corpus.

Enfin, le chapitre fait appel à plusieurs analogies et transpositions conceptuelles : la transposition du cadre militaire OODA face au « brouillard informationnel » de la crise ; l'analogie avec d'autres crises socio-environnementales rapides (ouragans, inondations subites, tsunamis) pour analyser les comportements d'évacuation et de recherche d'information ; l'emprunt à l'ingénierie de la sécurité incendie urbaine pour appréhender la transmission du feu au bâti ; et la mobilisation des théories de la résilience organisationnelle et des organisations à haute fiabilité (HRO). Comme pour l'analyse des politiques de prévention, la littérature reste toutefois dominée par des études de cas rétrospectives (*ex post*) fondées sur des données déclaratives, notamment des enquêtes après sinistre, ce qui limite la portée des comparaisons systématiques entre cadres institutionnels et souligne la difficulté de mesurer objectivement l'efficacité des moyens en conditions réelles d'intervention.

3. Analyse & discussion

3.1. Doctrines en usage face à la crise incendie

3.1.1. La doctrine « *Stay* and *Defend or Leave Early* » et sa remise en cause

Face à la crise incendie, la doctrine française tendait jusqu'à récemment à privilégier le confinement sur place plutôt qu'une évacuation systématique, sans que cela soit clairement identifié dans la littérature scientifique. Le manque de littérature hexagonale fait que les travaux développés en Australie, et plus marginalement aux États-Unis et au Canada, constituent les principales sources d'information sur les doctrines de gestion de crise et les comportements individuels en situation d'incendie. Ces travaux examinent notamment la pertinence de la

doctrine australienne dite « *Stay and Defend or Leave Early* » (SDLE), qui invite les habitants à formaliser en amont un plan individuel précisant dans quelles conditions ils resteront pour défendre leur habitation ou évacueront précocement. Cette doctrine s'oppose à la doctrine américaine « *Ready! Set ! Go !* », qui privilégie plus explicitement une évacuation précoce et planifiée tout en insistant sur les mesures de prévention mises en œuvre avant la crise. Si ces doctrines diffèrent de la doctrine française, une étude comparative récente (Vaiciulyte et al. 2022) indique que les comportements observés en France face à la crise se situent à mi-chemin entre ceux documentés en Australie et ceux documentés aux États-Unis. Ils traduisent une posture plus attentiste, cohérente avec la doctrine française, et suggèrent ainsi une transférabilité au moins partielle des enseignements internationaux au contexte français.

Si la notion d'« évacuation précoce » reste sujette à interprétation[1] tant les situations peuvent varier (e.g., présence d'enfants ou de personnes dépendantes, gestion d'animaux de compagnie ou de bétail, proximité de végétation combustible, accessibilité des routes d'évacuation), la littérature converge aujourd'hui pour considérer qu'elle constitue l'option la plus sûre pour protéger les vies humaines (Khorasani et al. 2023 ; Strahan et Gilbert 2021b). La défense active peut néanmoins limiter les dommages matériels, à condition que les habitants soient correctement préparés, que leur habitation soit défendable et que les conditions de l'incendie permettent effectivement une telle stratégie (Handmer et O'Neill 2016). Et de fait, les habitations défendues brûlent moins souvent que celles laissées sans défense, même si les chiffres varient légèrement selon les études : 20 % vs 44 % selon McLennan et al. (2013), 27 % vs 56 % selon Whittaker et al. (2013).

La doctrine SDLE repose sur une logique de responsabilité partagée entre pouvoirs publics et citoyens : les autorités informent, préparent et alertent, tandis que les habitants anticipent leur réponse en élaborant un plan de survie adapté à leur situation. Cette approche est née du constat que toutes les populations ne peuvent être évacuées rapidement, que de nombreuses victimes décèdent lors d'évacuations tardives et que des habitations correctement préparées peuvent parfois être protégées avec succès lorsque les conditions restent compatibles avec une intervention humaine (Paveglio, Boyd, et Carroll 2012). Cette option peut d'autant plus se justifier que les ordres d'évacuation tardent parfois à parvenir (Mutch et al. 2011). Les données empiriques recueillies à la suite des incendies du Black Saturday de 2009 en Australie ont toutefois profondément remis en question cette doctrine. Le retour d'expérience a montré qu'elle reposait sur plusieurs hypothèses rarement vérifiées en pratique, à savoir que les habitants aient une connaissance suffisante du risque qu'ils aient préparé leur habitation, qu'ils disposent d'un plan de survie et soient capables de prendre une décision adaptée dans un contexte d'incertitude extrême.

Plus grave, la recherche montre que la majorité des gens, en Australie comme aux États-Unis, ne décident pas à l'avance entre SD (*Stay and Defend*) et LE (*Leave Early*) (Johnson, Johnson, et Sutherland 2012 ; Rhodes 2011 ; Strahan et Gilbert 2021a) : ils planifient souvent « de faire tout leur possible pour protéger leur propriété et de ne partir que si le feu la menace directement ou l'atteint » (30 %), « d'attendre de voir comment évolue l'incendie avant de décider de rester pour défendre ou de partir » (entre 25 et 30 %) ou « d'attendre les instructions de la police, des pompiers ou d'autres services d'urgence le jour de l'incendie » (entre 8 et 13 %). Pour Strahan et Gilbert (2021a), l'attente est considérée en amont comme une forme de compromis pour minimiser l'erreur de décision en contexte d'incertitude. Le problème est que les personnes qui planifient d'attendre manquent généralement de préparation : elles préparent moins la propriété, élaborent moins de plans d'évacuation, ne sont ni organisées logistiquement ni prêtes psychologiquement, et sous-estiment ainsi les dangers d'une évacuation tardive (Strahan et Gilbert 2021a). Flammes, braises, fumée dense, mauvaise visibilité, vents violents, arbres tombés et embouteillages augmentent en effet le risque de blessures, de décès et d'être piégé dans un abri indéfendable. Des recherches éclairent la décision d'attendre. Pour McNeill et al. (2015), la personnalité de l'individu, et notamment son besoin de cognition et son incapacité à prendre une décision, ne sont pas en cause, pas plus que sa perception du risque ou le fait qu'il évite les responsabilités. La faible différence

[1] Pour McLennan et al. (2019), cela peut être la veille d'un épisode météorologique de fort risque d'incendie annoncé, à la suite d'une alerte des autorités ou de l'observation de fumée, de flammes ou de brandons incandescents.

d'attractivité perçue entre les deux options (SD vs LE) explique seule l'absence de choix préalable en amont du feu (McNeill et al. 2015 ; Walpole, Wilson, McCaffrey et al. 2020).

Afin d'évaluer la transférabilité de la doctrine australienne du SDLE aux États-Unis, Paveglio et al. (2010) et McCaffrey et al. (2014) ont interrogé en face à face des professionnels et des habitants issus de communautés qui testaient les deux approches : SD vs LE. Les entretiens portaient sur les facteurs pris en compte pour déterminer l'approche la plus appropriée, ainsi que les avantages et inconvénients perçus des deux approches. Les résultats montrent des opinions partagées sur l'approche la plus appropriée. Tous reconnaissent l'évacuation comme la solution la plus sûre pour protéger les vies humaines. Au-delà, les professionnels y voient aussi un moyen de réduire leur responsabilité juridique et de simplifier la gestion opérationnelle de la crise (e.g., moins de civils à secourir, moins de confusion et de risques), notamment ceux qui ont le moins d'expérience ou évoluent dans des structures très bureaucratiques. Cependant, cette stratégie présente aussi des limites aux yeux des personnes interrogées. Les professionnels mentionnent les évacuations tardives, souvent mortelles en raison de routes étroites ou encombrées et d'une propagation rapide du feu quand certains habitants mentionnent le coût émotionnel et économique d'évacuations jugées excessives, la frustration de ne pas pouvoir rentrer chez eux, et le manque d'informations sur l'état de leur propriété. Si Paveglio et al. (2010) indiquent que de nombreux habitants considèrent les professionnels comme les mieux à même de savoir quel plan appliquer, McCaffrey et al. (2014) suggèrent au contraire que beaucoup souhaitent être davantage considérés comme des acteurs capables de décider par eux-mêmes et poussent à envisager des approches alternatives fondées sur la responsabilisation et la préparation des habitants. Fournir des informations pratiques à ceux qui ne peuvent ou ne veulent pas partir est vu par certains agents comme un devoir moral, et par d'autres comme un moyen d'encapaciter la population pour qu'elle puisse mieux se protéger. Dans certaines communautés, rester et défendre sa maison est perçu comme une façon d'économiser les ressources limitées des pompiers pour protéger les maisons et de les protéger, et donc de renforcer la résilience collective. Néanmoins, les autorités restent prudentes : elles maîtrisent moins bien l'approche alternative et considèrent que donner trop d'informations sur la défense à domicile pourrait inciter davantage de personnes à rester et augmenter les risques. Les résidents, eux, jugent cette réticence paternaliste et plaident pour une communication plus transparente. Tous s'accordent néanmoins sur un point : seule une préparation renforcée, tant matérielle que psychologique, permet d'articuler sécurité publique et autonomie individuelle.

À la suite des incendies du Black Saturday en 2009 en Australie, la Commission royale australienne a formulé plusieurs recommandations et critiques concernant la doctrine du SDLE. Le principe d'une responsabilité partagée entre pouvoirs publics et citoyens qui sous-tend cette doctrine est critiqué : la doctrine du SDLE serait trop binaire pour faire face à la diversité et la complexité des situations réelles d'incendie et insuffisante pour assurer la sécurité de la population face à des situations extrêmes, notamment la sécurité des publics les plus vulnérables. (McLennan, Elliott, et Elliott 2012 ; McLennan et Handmer 2012 ; Paveglio et al. 2014 ; Whittaker et al. 2013). Ce retour d'expérience a notamment invalidé l'hypothèse principale de la doctrine en place : de fait, les personnes exposées au risque ne disposent pas d'une bonne connaissance de celui-ci (ou ont des difficultés à l'acquérir) et sont donc incapables d'agir en fonction de cette connaissance pour faire face au risque. La Commission royale australienne a donc considéré que les autorités devaient davantage intervenir pour donner aux citoyens les moyens de faire face dans le cadre d'une responsabilité partagée réaffirmée. Cette recommandation a conduit à une approche révisée intitulée « *Prepare. Act. Survive* », qui ne remet pas en cause le SDLE, mais met l'accent sur les dangers d'une évacuation tardive lors d'une alerte et sur ceux liés au fait de rester chez soi dans des conditions météorologiques extrêmes de risque d'incendie, ainsi que sur la nécessité de mieux préparer les citoyens face au risque, tant sur le plan matériel que psychologique, d'améliorer les systèmes d'alerte (e.g., « *Code Red* » pour encourager fortement l'évacuation) et de multiplier les options d'abris (e.g., « *Neighbourhood Safer Places* ») où se réfugier en dernier recours en cas d'évacuation tardive.

De manière très concrète, la révision de l'*Australian Fire Danger Rating System* en 2022 offre des recommandations pratiques pour mettre concrètement en œuvre le SDLE en précisant les rôles complémentaires des différents acteurs avant et pendant les journées à risque élevé d'incendie (Dwyer et Schauble 2023). Avant un incendie, les autorités (i.e., chefs des pompiers, responsables d'incidents, agents d'information) doivent planifier,

évaluer le danger, informer les communautés et diffuser des consignes claires. Les responsables publics et coordinateurs de sécurité communautaire développent les programmes d'éducation au risque et mettent en relation les différentes parties prenantes. Les leaders locaux et bénévoles accompagnent les habitants dans l'élaboration de plans familiaux intégrant différents scénarios (partir ou rester) et encouragent la coopération locale. Les jours de danger extrême, les autorités actualisent les informations et les résidents doivent activer leur plan de survie rapidement. L'ensemble vise à renforcer la coordination et la préparation collective face au risque d'incendie dans une logique de responsabilité partagée.

Au-delà, la littérature considère que l'approche SDLE a été mal comprise (Dwyer et Schauble 2023 ; Eriksen et Prior 2013). On ne doit pas opposer SD à LE de manière trop binaire, au risque de choisir une réponse et de ne pas préparer l'autre, mais guider la préparation et la prise de décision bien avant que le feu ne menace. Partir ou rester n'est ni bon ni mauvais en soi : tout dépend des conditions du feu et du niveau de préparation. Sur la nécessité de ne pas opposer SD et LE dans une approche trop binaire, Wilkinson et al. (2016) rappelle que le SDLE repose implicitement sur l'hypothèse centrale, mais de moins en moins réaliste, d'une présence de l'ensemble des résidents au domicile lorsque le feu débute. Or, l'expansion des zones d'interface ville — espace naturel, combinée à l'augmentation des résidences secondaires, des propriétés isolées et à une culture du travail impliquant des déplacements quotidiens en voiture, augmentent la probabilité de déplacements dangereux lorsque tous les résidents ne sont pas chez eux au moment où un incendie se déclare (e.g., les enfants sont à l'école, la personne la mieux préparée au feu travaille loin quand des personnes vulnérables ou des animaux sont à la maison). Pour éviter les déplacements dangereux vers les zones d'incendie, il convient d'éviter de quitter le domicile lors des journées à haut risque, ce qui suppose une vigilance quotidienne vis-à-vis des alertes. Il faut également disposer d'un plan clair des décisions à prendre si la personne en charge du plan d'évacuation ou de confinement n'est pas physiquement présente au domicile lorsque l'alerte est déclenchée (i.e., à quel moment tout déplacement doit être évité, quelle préparation pour les enfants si l'on doit les laisser à la maison un jour de risque, qui sont les voisins sur place qui peuvent prendre soin des animaux).

Finalement, pour Handmer et O'Neill (2016), le SDLE ne peut être pertinent que si les habitants sont préparés à tous les scénarios. Il suppose en particulier un plan de survie décrivant des intentions comportementales claires, efficaces et adaptées en cas de feu et un front de feu unique passant en maximum 20 minutes. À cet égard, il n'est pas adapté en cas d'incendies extrêmes et peu prévisibles, à l'instar de ceux du Black Saturday, d'autant que dans ce cas, la majorité des gens n'était pas préparée (Whittaker et al. 2017) et la moitié n'avait pas formalisé de plan de survie préalable (Handmer et O'Neill 2016). De manière générale, peu de résidents établissent des plans d'évacuation ou de refuge (Paveglio et al. 2014). Certains doutent par ailleurs de leur capacité à reconnaître un événement extrême comme déclencheur de leur décision d'évacuation (McLennan et al. 2019).

3.1.2. Planifier dans le détail l'ensemble des scénarios dans une démarche collaborative

L'enjeu n'est pas tant de choisir entre SD et LE que de s'y préparer. En l'absence de préparation, ce choix devient finalement contraint (Mutch et al. 2011) : « It is not the major options that matter (stay or evacuate), but the details: 'What does "prepare" involve? What does 'leave early' involve? How do these questions apply to different people in different situations?' » (p. 15). Pour Thomas et al. (2025), toute préparation essentielle non réalisée en amont peut retarder l'évacuation, ce qui est particulièrement préoccupant dans un contexte d'augmentation des incendies rapides à proximité de zones densément peuplées.

La formalisation préalable d'un plan de survie est cruciale, car il est difficile de prendre des décisions éclairées au moment de l'incendie. Même avec une formation adéquate, une bonne condition physique, un équipement approprié et l'état d'esprit requis, des civils qui n'ont jamais été exposés au feu peuvent difficilement anticiper leur réaction face à une pluie de braises, à une visibilité réduite, au rugissement d'une tempête de feu ou à la chaleur rayonnante d'un incendie à proximité immédiate (Cova et al. 2009 ; Whittaker et al. 2017). Les plans élaborés en amont permettent alors de s'appuyer sur des routines et de conserver son calme dans une situation complexe et fortement stressante (Cohn, Carroll, et Kumagai 2006 ; Strahan et Gilbert 2021b). Leur clarté est

toutefois essentielle, bien qu'elle soit rendue plus difficile par la multiplication des messages dans un contexte de responsabilisation accrue des habitants. Une prise de décision informée, construite en collaboration avec des professionnels, pourrait contribuer à renforcer cette clarté (Paveglio et al. 2012).

Pour McNeill et al. (2015), les autorités gagneraient en particulier à pousser les habitants à clarifier la valeur qu'ils associent aux deux alternatives et à formaliser un plan de réponse individuel contingent clair (e.g., un plan A si..., un plan B si...). Dans cette perspective, Cova et al. (2009) considèrent que le SIP (*shelter-in-place*[2]) doit a minima être considéré comme un plan B dans tout plan de réponse global car s'il est correctement mis en œuvre, il peut être la meilleure solution lorsque l'évacuation n'est pas ou plus possible, et notamment quand les voies d'évacuation sont incertaines du fait du risque d'engorgement des routes ou du fait de l'éloignement des habitations (Paveglio, Carroll, et Jakes 2008). Dans ces cas, le meilleur refuge peut être le domicile lui-même, mais cela nécessite au préalable une évaluation experte de la structure, de la zone d'inflammabilité du logement, des caractéristiques démographiques du ménage, des besoins spécifiques, des équipements disponibles, de la formation, ainsi que d'un ensemble de facteurs liés au risque incendie. Or précisément, le fait de se concentrer sur un plan d'évacuation limite de manière dangereuse l'adoption de toute autre mesure de réduction du risque (Paveglio et al. 2012). A contrario, en cas de feux qualifiés d'« extrêmes », voire de « catastrophiques », l'évacuation est le seul plan à appliquer (Paveglio et al. 2012). Les autorités gagneraient donc à inviter les habitants à préparer un plan global de protection contre les incendies incluant un plan de confinement ET un plan d'évacuation.

Au-delà des déclencheurs de la décision individuelle d'évacuer à identifier à l'avance, le plan d'évacuation doit identifier les destinations et itinéraires d'évacuation susceptibles d'être sûrs et encourager la planification de déplacements progressifs vers des lieux de plus en plus sûrs au fur et à mesure que le niveau de menace augmente au cours d'un incendie (McLennan et al. 2019). Il doit donc inclure l'évaluation des refuges de proximité, notamment pour les ménages qui choisissent de défendre leur habitation sans présenter les conditions nécessaires (McNeill et al. 2015). Il doit également identifier les solutions d'accueil (notamment adaptées aux animaux) et accompagner par des conseils sur des préparatifs de départ à la fois peu contraignants et suffisants, notamment sur quoi mettre dans un « go bag » (McLennan, Elliott, Elliott, et al. 2012 ; Strahan et Gilbert 2021a, 2021 b). À ce sujet, Cohn et al. (2006) suggèrent de se préparer à une absence de deux semaines et de n'emporter que ce qui ne peut pas être remplacé, et notamment les 3 « Ps » (*pills, pets, pictures*).

Le plan de confinement doit anticiper un ensemble d'actions volontaires, incluant une surveillance régulière de l'évolution de l'incendie ainsi que des conditions à l'intérieur et à l'extérieur du lieu de mise à l'abri, ainsi que des actions destinées à protéger l'abri et ses occupants, comme l'extinction de départs de feu, la prévention de l'infiltration de fumée ou la prise en charge des personnes vulnérables (Whittaker et al. 2017).

Dresser un plan global permet d'identifier les bonnes questions à se poser au moment de l'incendie comme le suggèrent Cova et al. (2009), qui ajoutent que les réponses à ces questions dépendent de facteurs multidimensionnels (i.e., liés aux incendies, au contexte local, aux délais d'alerte et d'évacuation, et au cadre politique et réglementaire) dont la majorité sont dynamiques et très incertains au moment de l'incendie. Il s'agit de renforcer la préparation aux différents scénarios sans s'appuyer uniquement sur la réception d'alertes officielles des autorités incendie, qui peuvent ne pas parvenir en cas d'événements extrêmes (Handmer et O'Neill 2016). Le plan global individuel doit définir à l'avance un arbre de décision (Paveglio et al. 2008) précisant dans quelles circonstances les habitants se défendent ou évacuent et consigner les déclencheurs précis de leur décision d'évacuer précocement ou de ne plus évacuer car cela devient trop dangereux (Cova et al. 2009). L'anticipation de l'évacuation comme solution la plus sure et du confinement comme plan B forme ainsi la pierre angulaire de la nouvelle doctrine dite du « *Ready! Set ! Go !* » (Paveglio et al. 2012).

[2] Le SIP est un label utilisé par les chercheurs américains, mais ne désigne pas toujours la même chose. Pour Cova et al. (2009), il fait référence à un comportement de protection active, qui inclut à la fois le fait de se réfugier chez soi pour défendre son habitation ou de se réfugier ailleurs, dans une structure en dur, une zone de sécurité ou à proximité d'un point d'eau. Pour Paveglio et al. (2010), le SIP se distingue du « stay and defend » par sa posture passive.

La figure 1, synthétisant les différents scénarios décrits dans la littérature, illustre cette logique en représentant les principaux embranchements décisionnels susceptibles de conduire, selon les conditions rencontrées, à l'évacuation, au confinement avec ou sans défense, au confinement en abri ou à une solution alternative d'urgence.

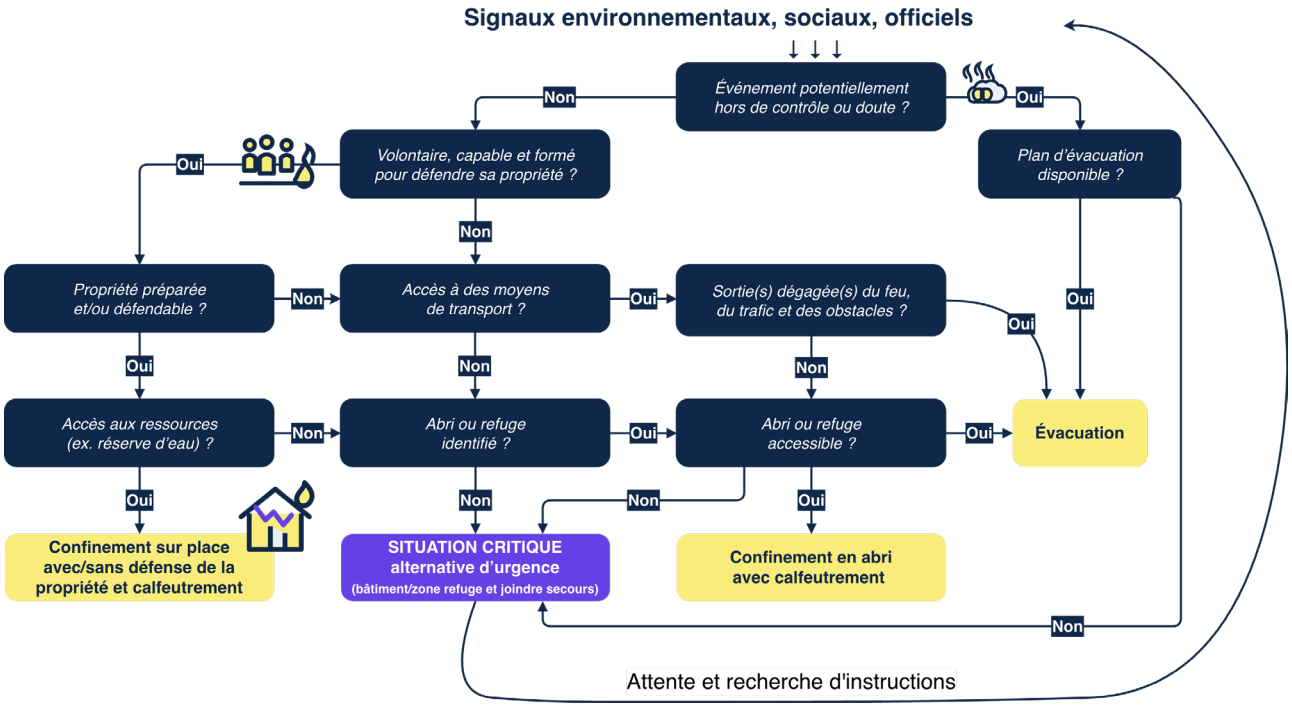


Figure 1 : Scénarios décisionnels pour les citoyens face à l'incendie (inspirée de Cova et al. [2009]).

Les plans de survie constituent un outil précieux pour les habitants vivant dans des zones exposées au risque d'incendie. Ces plans prévoient notamment l'identification de seuils déclencheurs d'action, la répartition des rôles entre les membres du foyer et des stratégies alternatives en cas d'échec du plan initial. Les services d'incendie recommandent aux résidents de rédiger, tester et discuter ces plans avant la saison des feux. Eriksen et al. (2016) montrent, en Australie, que : (a) les agences fournissent des informations claires et concises, notamment sous la forme de PDF, pour aider les individus à formaliser leurs plans de survie ; (b) le type de plan adopté dépend du type de propriété, du niveau de risque incendie perçu pour le logement et du niveau de préparation auto-évalué, mais pas de la distance à la végétation ou du type d'assurance ; (c) en l'absence de plans écrits, discutés et pratiqués, la prise de décision lors d'un incendie peut être altérée par l'anxiété et le stress, avec des conséquences potentiellement fatales (disposer d'un plan donne un sentiment de contrôle).

En 2016, Eriksen et al. (2016) indiquent que seuls 15 % des ménages australiens ont formalisé un plan écrit et que c'est plus souvent le fait de ceux qui choisissent de rester et défendre. Dans leur étude récente de 2025, Thomas et al. (2025) montrent que la majorité des personnes interrogées en 2022-2023 en Californie disposent d'un plan d'évacuation. Deux études[3] conduites après les incendies de janvier 2025 en Californie contredisent toutefois cette observation en indiquant qu'entre deux tiers et trois quarts des évacués n'avaient pas formalisé de plans d'évacuation.

Une brochure de planification de l'évacuation, structurée sous forme de guide étape par étape, peut aider les habitants à s'engager dans une évacuation rapide et opportune (Taylor et al. 2005). Toutefois, les plans de survie gagnent à être co-construits *bottom-up*, avec les autorités locales et l'ensemble des membres du foyer (femmes et enfants compris). Towers (2015) montre d'ailleurs que des enfants (8 à 12 ans) qui ont été impliqués dans l'élaboration de plans incendie au sein de leur foyer ont de meilleures connaissances sur les risques et une plus grande compréhension des principes fondamentaux de la réponse d'urgence en termes d'évacuation (i.e., quoi

[3] https://www.lewis.ucla.edu/research/evacuation-challenges-during-the-eaton-fire-initial-insights/?mc_cid=b553f3b2bd&mc_eid=cf8b8317e4 / https://www.lewis.ucla.edu/research/evacuation-challenges-during-the-palisades-fire-initial-insights/?mc_cid=b553f3b2bd&mc_eid=cf8b8317e4

emporter, choisir une destination et identifier les déclencheurs de départ), de confinement (i.e., en amont de l'incendie, à mesure que le feu se rapproche, et au moment de l'impact du feu) ou de mise à l'abri (i.e., quels bâtiments, points d'eau ou abris souterrains). La formalisation des plans de survie doit tenir compte de la construction sociale du genre dans la décision du foyer face au feu et de la présence d'animaux domestiques, mais également prévoir les inspections qui seront ultérieurement faites des habitations (Mutch et al. 2011).

Les besoins, les contraintes et les capacités d'action variant selon les ménages et les situations (Cova et al. 2009), les agences de gestion des incendies gagneraient à cibler davantage leurs interventions quand elles cherchent à encourager les habitants à formaliser un plan individuel de survie précisant les conditions d'une évacuation ou d'un confinement. Elles pourraient s'appuyer sur les sept archétypes de non-évacuation identifiés par Strahan et al. (2018) auprès de ménages australiens récemment confrontés à un incendie :

- les *Threat Deniers*, qui nient la menace ;
- les *Responsibility Deniers*, qui ne se sentent pas responsables d'eux-mêmes ;
- les *Dependent Evacuators*, qui sont incapables d'assumer la responsabilité de leur évacuation en toute sécurité ;
- les *Considered Evacuators*, qui sont résolus à évacuer prudemment ;
- les *Community Guided*, qui s'en remettent aux conseils de leur communauté ;
- les *Worried Waverers*, qui souhaitent rester, mais doutent de leur capacité à le faire sans risque ;
- les *Experienced Independents*, expérimentés, autonomes et bien préparés, qui choisissent de rester, tout en étant susceptibles d'évacuer si les conditions deviennent défavorables.

La priorité peut également être donnée aux cibles vulnérables, parmi lesquelles les femmes, les enfants, les personnes âgées, les migrants ou les propriétaires d'animaux domestiques (Strahan et Gilbert 2021b). Khorasani et al. (2023) identifient d'autres critères de vulnérabilité liés à de faibles niveaux d'éducation ou socio-économique (pauvreté, chômage), à une moindre maîtrise de la langue, à des caractéristiques démographiques (très jeunes ou très vieux, handicapés, parents isolés) et à des caractéristiques logistiques (pas de véhicule, mobile-homes ou immeubles). (voir Chapitre 3 sur la vulnérabilité pour davantage de détails).

3.2. L'alerte officielle et sa réception par le public

La majorité des recherches conduites sur la communication de crise à destination du public provient de l'ouest des États-Unis ou de l'Australie. Publiées dans des revues de disciplines variées (e.g., sciences environnementales et forestières, sciences de gestion et économie, santé publique, sociologie, management public, psychologie, sciences de l'information et de la communication), ces recherches visent le plus souvent à en évaluer l'efficacité auprès des habitants (Santo, Huber-Stearns, et Smith 2022).

Une récente étude sur les incendies de janvier 2025 en Californie indique qu'entre un quart et la moitié des personnes évacuées n'avaient reçu aucun ordre d'évacuation, bien que se situant dans la zone d'évacuation[4]. Les alertes peuvent ne pas parvenir en cas d'événements extrêmes du fait de la destruction des infrastructures de communication ou des coupures d'alimentation électrique (Handmer et O'Neill 2016 ; Mutch et al. 2011 ; Taylor et al. 2005), mais également parce que les habitants ont plus de mal à accéder à des informations actualisées et précises à l'échelle locale lorsqu'ils ont entrepris d'évacuer (McLennan et al. 2019; Taylor et al. 2007), ou parce qu'ils se trouvent dans une zone blanche (Whittaker, Taylor et Bearman 2020).

[4] https://www.lewis.ucla.edu/research/evacuation-challenges-during-the-eaton-fire-initial-insights/?mc_cid=b553f3b2bd&mc_eid=cf8b8317e4 / https://www.lewis.ucla.edu/research/evacuation-challenges-during-the-palisades-fire-initial-insights/?mc_cid=b553f3b2bd&mc_eid=cf8b8317e4

En 2009, les survivants de communautés touchées par le feu dans l'État de Victoria identifient le manque d'alertes officielles sur l'existence d'un risque d'incendie et d'informations sur la localisation et la direction de propagation du feu comme un facteur explicatif majeur de leurs décisions dans la période précédant immédiatement l'incendie (McLennan, Elliott, Elliott, et al. 2012 ; McLennan et al. 2013 ; Whittaker et al. 2013). Faute d'expérience du feu, cette absence d'information a nourri leur incertitude. Les signaux environnementaux, particulièrement les flammes et les braises qui sont davantage interprétées que la fumée comme des signaux d'un danger immédiat, ont plus d'influence que les signaux sociaux en France comme en Australie (Vaiciulyte et al. 2022). Les signaux officiels, quand ils parviennent aux habitants, sont les plus efficaces, que ce soit aux États-Unis, où seuls 13 % des Américains refusent d'évacuer après un ordre d'évacuation (Paveglio et al. 2014), en France ou en Australie (Vaiciulyte et al. 2022).

3.2.1. Les déterminants de l'efficacité des systèmes d'alerte

Kuligowski et al. (2023) ont analysé 1284 *Wireless Emergency Alerts*, diffusées via l'*Integrated Public Alert and Warning System* entre 2020 et 2022 aux États-Unis. Ils montrent que certaines composantes informationnelles — telles que le nom de l'événement, la localisation (e.g., juridictions administratives, segments du réseau routier, points de repère spécifiques, mais très rarement zones d'évacuation) et les consignes à suivre — sont plus fréquemment incluses que d'autres (e.g., la source du message, la description du danger, ses conséquences ou les informations temporelles). 34 % des messages utilisent des acronymes ; 22 % incluent des URL (en .com,. gov, .net,. org), notamment les messages longs (360 vs 90 caractères). Kuligowski et al. (2023) montrent encore des incohérences, tant entre États qu'au sein d'un même État, dans la terminologie utilisée pour déclencher l'évacuation (i.e., « *Evacuation warning* » et « *Evacuation order* » : 49 % des messages, « Level 1, Level 2, Level 3 » : 19 %, « *Voluntary evacuation* » et « *Mandatory evacuation* » : 15 %, « *Ready, Set, Go* » : 13 %, « *Pre-evacuation* » : < 2 %). Ils n'évaluent pas l'efficacité de ces différents formats de communication, bien qu'une homogénéisation des pratiques d'alerte publique sur un même territoire semble souhaitable (Sorensen 2000).

Les méta-analyses conduites (McLennan et al. 2019; Strahan et Gilbert 2021b) définissent qu'une alerte efficace doit avant tout fournir des informations suffisamment précises pour être perçues par les habitants comme pertinentes pour leur situation. La consigne « *leave early* » n'est à cet égard pas suffisamment précise pour engager la décision d'évacuation, notamment en l'absence de signes visibles d'incendie à proximité (Johnson et al. 2012). L'invitation, lors de journées classées « catastrophiques », à considérer que les habitations ne sont pas défendables et à quitter les zones à risque avant même qu'un feu ne se déclare ne revêt pas non plus de signification personnelle suffisante, car elle ne correspond pas à la manière dont les individus envisagent leur propre réaction face à l'incendie (Whittaker et al. 2020). Cinq précisions sont au contraire essentielles : la nature du danger, sa localisation, les consignes à suivre, le moment (temporalité) du risque, ainsi que la source de l'information (Sorensen 2000). La fourniture de détails supplémentaires tels que les itinéraires d'évacuation et les lieux sûrs augmente fortement la probabilité d'une évacuation en temps opportun (Handmer et O'Neill 2016 ; Strahan et Gilbert 2021b).

En ligne avec le travail séminal de Drabek (1969), plus les signaux sont nombreux et directs (délivrés en face-à-face), perçus comme officiels (évacuation volontaire, voire obligatoire), et individualisés, voire géolocalisés, plus on évacue (Folk et al. 2019 ; Strahan et Gilbert 2021b). Une communication individualisée signifie que les informations concernent moins l'ampleur et la progression du feu que le fait qu'il menace précisément la maison ou le voisinage des résidents concernés et suppose donc une fourniture en temps réel (e.g., via un site Internet) à l'échelle des rues et des quartiers, en mobilisant par exemple des systèmes d'information géographique ou des images satellitaires (Cohn et al. 2006). Si les autorités redoutent généralement de submerger la population par un excès d'informations, il semble que le public ne reçoit jamais trop d'informations d'urgence dans les messages d'alerte : l'important est de veiller à la spécificité du message, sa cohérence, son exactitude, son degré de certitude et sa clarté (Sorensen 2000).

Selon Strahan et Gilbert (2021 b), les signaux ambigus conduisent fréquemment à l'inaction. L'efficacité d'une alerte dépend non seulement de la qualité de l'information transmise, mais aussi de la capacité des individus à l'interpréter correctement. Or, cette interprétation peut être mise en difficulté chez les personnes maîtrisant mal

la langue utilisée pour l'alerte (Strahan et Gilbert 2021b) ou dont les capacités cognitives sont altérées par le stress inhérent à une situation de crise (Cohn et al. 2006; McLennan et al. 2019). Même lorsque les messages sont relativement bien compris, des difficultés persistent. Aux États-Unis, par exemple, les alertes météorologiques liées aux incendies sont globalement bien interprétées, mais une confusion importante demeure entre les niveaux « *fire weather watch* » et « *red flag warning* ». Cette interprétation est meilleure chez les personnes retraitées, augmente avec le niveau de diplôme et le degré de préoccupation vis-à-vis du risque incendie, mais diminue avec la vulnérabilité sociale (Thomas et al. 2025). Ces résultats plaident en faveur de systèmes d'alerte gradués, éventuellement associés à un code couleur (par exemple Code Red pour inciter fortement à évacuer), afin de renforcer la clarté des messages et d'en faciliter l'interprétation (McLennan, Elliott, et Elliott 2012 ; Paveglio et al. 2014). L'Australie a ainsi mis en place une échelle de danger allant de *low-moderate* à *catastrophic*, en passant par *high, very high, severe et extreme* (Whittaker et al. 2020). De même, l'intégration de supports visuels, tels que des cartes précises et régulièrement actualisées diffusées à la télévision, sur les sites web ou via les réseaux sociaux, pourrait améliorer la compréhension des situations et faciliter la prise de décision (McLennan et al. 2019; Strahan et Gilbert 2021b ; Taylor et al. 2007).

À partir d'une modélisation de la diffusion des alertes précoces à travers quatre canaux de communication (SMS, télévision, réseaux sociaux et *Disaster Information Officers* — DIO), selon deux scénarios d'émission (14 h vs 20 h), Fang et al. (2025) montrent que les SMS constituent le canal le plus efficace pour diffuser rapidement une alerte et atteindre le plus grand nombre de destinataires. Les auteurs recommandent toutefois une stratégie multi-canaux, chaque support présentant des avantages et des limites selon le contexte et le moment de diffusion. Les DIO, bien que plus lents, conservent leur efficacité lorsque les infrastructures de communication sont dégradées. La télévision offre une couverture particulièrement adaptée aux territoires à topographie complexe, tandis que les réseaux sociaux sont plus performants dans les zones urbaines et les régions bénéficiant d'une forte connectivité Internet. Le moment de la diffusion constitue également un déterminant majeur de l'efficacité des alertes. Une diffusion à 14 h exige une transmission rapide afin de limiter les risques liés aux activités extérieures, tandis qu'une diffusion à 20 h bénéficie de la présence des habitants à leur domicile et favorise une propagation plus rapide via la télévision et Internet (Fang et al. 2025). Au-delà du choix des canaux, demeure une question plus fondamentale : à quel moment faut-il déclencher l'alerte ? (Cohn et al. 2006). Faut-il avertir suffisamment tôt pour laisser aux habitants le temps de se préparer et d'évacuer dans de bonnes conditions, au risque qu'un délai trop important rende ensuite certaines voies impraticables, provoque des embouteillages ou gêne l'accès des équipes de secours ? À l'inverse, faut-il attendre davantage, au risque de réduire le temps disponible pour la préparation et l'évacuation ? Enfin, comment gérer les alertes nocturnes, qui soulèvent des enjeux spécifiques de réveil, de compréhension et de prise de décision ? Ces arbitrages illustrent toute la complexité du choix du moment optimal pour diffuser une alerte.

À partir des incendies survenus en Australie en 2017, Whittaker et al. (2020) montrent que les personnes menacées ou affectées jugent les messages d'alerte faciles à comprendre, opportuns et utiles. Pourtant, cette bonne compréhension ne se traduit pas systématiquement par le comportement attendu. Nombre d'entre elles choisissent de rester afin de défendre leur habitation et leurs biens, d'aider d'autres personnes ou de protéger leurs animaux domestiques ou d'élevage, tandis que d'autres attendent d'être directement menacées avant d'évacuer. Ces résultats soulignent l'importance d'une communication répétée, multicanale et portée par des sources officielles jugées crédibles, dont les messages sont relayés et confirmés par d'autres canaux (McLennan et al. 2019 ; Taylor et al. 2005). Une telle stratégie limite les recherches d'informations entreprises par les résidents faute de mises à jour régulières (Taylor et al. 2005) et renforce la perception que la menace est réelle, ce qui favorise une évacuation plus rapide (McLennan et al. 2019). La répétition des alertes présente toutefois des limites. D'une part, des messages trop fréquents peuvent accroître l'anxiété, voire alimenter la panique chez certains individus (Whittaker et al. 2020). D'autre part, des alertes répétées qui ne sont pas suivies d'événements peuvent provoquer un effet de *cry wolf* (Sorensen 2000) ou une *warning fatigue* (McLennan et al. 2019), susceptibles de diminuer la probabilité d'évacuer lors d'alertes ultérieures (McLennan, Elliott, Elliott, et al. 2012). Cette relation demeure néanmoins discutée dans la littérature, plusieurs travaux ne retrouvant pas systématiquement cet effet (Khorasani et al. 2023 ; Strahan et Gilbert 2021b).

Finalement, l'efficacité des alertes repose avant tout sur leur capacité à réduire l'incertitude quant à l'étendue, à l'évolution et à l'imminence de la menace. Cela suppose d'améliorer leur précision, leur rapidité, leur niveau de détail, leur ancrage local et leur personnalisation, plutôt que de recourir à des messages génériques (Cohn et al. 2006; Strahan et Gilbert 2021a). Plus largement, l'alerte doit être envisagée comme un système articulant des composantes scientifiques, technologiques, managériales et sociales, reliées entre elles par une diversité de processus de communication (Sorensen 2000). Un système d'alerte performant limite ainsi le recours des habitants à des sources d'information alternatives, dont la fiabilité est parfois incertaine. Cependant, même performant, un système d'alerte ne peut garantir que l'information parvienne toujours aux populations concernées. Les alertes officielles peuvent être tardives ou ne jamais être diffusées lors d'événements extrêmes en raison de la destruction des infrastructures de communication ou de coupures d'alimentation électrique (Handmer et O'Neill 2016 ; Mutch et al. 2011 ; Taylor et al. 2005). De même, les personnes ayant commencé à évacuer rencontrent souvent des difficultés pour accéder à des informations locales actualisées (McLennan et al. 2019 ; Taylor et al. 2007), tandis que d'autres résident dans des zones dépourvues de couverture réseau (Whittaker et al. 2020).

Ces limites rappellent que la sécurité des populations ne peut reposer uniquement sur les systèmes d'alerte. Elles plaident pour un renforcement de la préparation des habitants en amont des incendies. Ainsi, McLennan et al. (2019) recommandent que les autorités expliquent clairement aux résidents qu'ils ne doivent pas attendre d'être contactés individuellement pour décider de partir. Ils devraient, au contraire, définir à l'avance leurs propres « déclencheurs » d'évacuation et suivre activement l'évolution de la situation à travers les médias ainsi que les signaux observables dans leur environnement. Cette préparation doit également concerner les institutions et les services de secours. Les opérations d'évacuation conduisent en effet à des arbitrages éthiques complexes, notamment lorsqu'il s'agit de hiérarchiser les priorités entre différentes catégories de population (résidents permanents ou touristes, ménages favorisés ou défavorisés, personnes âgées, personnes en situation de handicap ou ne maîtrisant pas la langue locale). Face à ces inégalités systémiques et aux tensions éthiques qu'elles soulèvent, Xu et al. (2025) recommandent d'intégrer des scénarios de prise de décision éthique dans les exercices de préparation afin de tester et d'affiner les protocoles de priorisation des secours.

3.2.2. La recherche d'information en temps réel et le paradoxe des sources de confiance

La complexité des facteurs comportementaux qui influencent les réactions des résidents après une alerte d'évacuation constitue un défi majeur pour la modélisation des évacuations en contexte d'incendie de végétation : en pratique, les habitants ne se comportent généralement pas comme les modèles le prévoient (Adam et al. 2016). Dans leur méta-analyse, McLennan et al. (2019) rappellent notamment que les résidents disposent rarement d'informations suffisamment précises, actualisées et localisées. Ainsi, face à une menace imminente, leur premier réflexe n'est généralement pas d'évacuer, mais de rechercher des informations « en temps réel » leur permettant d'évaluer la situation. Cette recherche les conduit à mobiliser des réseaux informels alternatifs, alimentés à la fois par des sources de confiance et par des rumeurs circulant publiquement (McLennan et al. 2019 ; Taylor et al. 2007).

Cette recherche d'information emprunte de multiples canaux. Les résidents échangent avec leur famille, leurs amis ou leurs voisins, consultent Internet, des applications mobiles, la télévision, la radio, les journaux ou les réseaux sociaux, contactent les services d'incendie (Steelman et al. 2015 ; Taylor et al. 2005 ; Whittaker et al. 2020) et peuvent même se déplacer pour observer directement l'incendie (Strahan et Gilbert 2021a). Ils cherchent avant tout à connaître la localisation précise du feu, son ampleur et sa direction de propagation afin de confirmer la réalité du danger et d'éviter une évacuation perçue comme inutile ainsi que les coûts qui lui sont associés (Taylor et al. 2007 ; Whittaker et al. 2020). Le recours à ces différentes sources dépend des connaissances des individus, de leur expérience des incendies et des actions de préparation qu'ils ont déjà mises en œuvre (Velez, Diaz, et Wall 2017). En 2017, la télévision constituait le principal canal d'information en situation d'incendie (Velez et al. 2017). Plus récemment, Thomas et al. (2025) montrent que les citoyens consultent également de manière intensive Internet et les applications météorologiques. Des différences territoriales

apparaissent également : les habitants des zones rurales s'appuient davantage sur la télévision, la radio, les systèmes d'alerte téléphonique (*Reverse 911*) ainsi que sur leur entourage (famille et amis), tandis qu'ils recourent relativement moins aux sites d'information en ligne et à la presse quotidienne (Velez et al. 2017).

Plusieurs travaux mettent en évidence un décalage entre les sources utilisées et celles jugées les plus utiles ou les plus fiables. À partir d'une enquête portant sur les incendies de 2009 et 2010, Steelman et al. (2015) montrent que les répondants accordent davantage de confiance aux sources officielles et interactives, telles que les services locaux d'incendie, les cartes, les représentants du service forestier, les équipes de gestion de l'incident ou encore les échanges avec les proches. À l'inverse, les télévisions régionales et les journaux, souvent perçus comme sensationnalistes, sont jugés moins fiables, tandis que certaines radios locales ou certains sites Internet privés apparaissent plus utiles (Taylor et al. 2007). Ce décalage s'explique en partie par le fait que les individus consultent spontanément les médias qu'ils utilisent habituellement en dehors des périodes d'incendie (Steelman et al. 2015 ; Velez et al. 2017). Il reflète également un arbitrage entre fiabilité et disponibilité : les professionnels du feu inspirent davantage confiance, mais communiquent souvent moins fréquemment, alors qu'Internet, malgré une crédibilité parfois limitée, offre un flux continu d'informations actualisées (Velez et al. 2017).

Cette quête d'information ne favorise pas systématiquement une évacuation rapide. Elle peut au contraire retarder la prise de décision, y compris lorsque l'alerte annonce un incendie catastrophique et que les conditions rendent précisément l'accès à l'information plus difficile (Taylor et al. 2005). Ce risque est particulièrement marqué lorsque les résidents sont confrontés à des informations concurrentes, inexactes ou contradictoires, notamment concernant l'existence supposée de lieux refuges ou les risques associés aux itinéraires d'évacuation, qu'elles proviennent de la télévision, de la radio ou du voisinage (Cohn et al. 2006). Les autorités doivent donc privilégier une diffusion rapide d'informations exactes, localement pertinentes et accessibles via une multiplicité de canaux, plutôt que chercher à contrôler strictement les flux d'information (Taylor et al. 2005). Dans cette perspective, Taylor et al. (2007) recommandent de collaborer avec les acteurs assurant déjà une fonction locale d'information, tant pour les opérations de lutte contre les incendies (par exemple en diffusant des informations précises sur la défendabilité des communautés ou l'accessibilité des équipements de lutte contre le feu) que pour la couverture médiatique. Ils suggèrent également de désigner, au sein des équipes de terrain, une personne chargée d'assurer toutes les une à deux heures la remontée d'informations vers un Joint Information Center.

La recherche d'information ne s'interrompt pas une fois la décision d'évacuer prise. La littérature souligne qu'elle se poursuit tout au long de la crise, les résidents cherchant notamment à connaître les conséquences de l'incendie pour leur communauté et leur habitation, ainsi que les conditions de leur retour (Taylor et al. 2007). Cette continuité s'accompagne d'une évolution des besoins informationnels. McCaffrey et al. (2013) confirment ainsi l'importance d'une information précise, fiable, rapide, locale et interactive, tout en montrant que ces besoins diffèrent selon que les individus ont été évacués ou non. Les évacués recherchent l'information de manière plus active et accordent davantage d'importance aux sources interactives, telles que les services locaux d'incendie ou les réunions publiques organisées par le US Forest Service, qu'ils jugent plus utiles et plus fiables. À l'inverse, ils accordent moins de valeur aux conférences de presse, à la radio ou aux journaux, probablement en raison du caractère trop général des informations diffusées. Si, dans les deux groupes, l'évolution de l'incendie constitue la principale préoccupation, les évacués expriment un besoin plus marqué d'informations concernant les évacuations, les fermetures de routes, la protection des habitations et des biens ainsi que la reconstruction post-incendie. Ils se déclarent également moins satisfaits de l'accessibilité de ces informations pourtant jugées essentielles. Enfin, si tous considèrent que la trajectoire de l'incendie est l'information la plus importante, les évacués accordent davantage d'importance aux décisions de gestion de l'incendie et aux justifications qui les accompagnent.

3.3. La décision d'évacuation face aux incendies

Au-delà des différences entre doctrines nationales, la littérature cherche désormais à comprendre pourquoi, confrontés à une même menace et à des recommandations identiques, certains habitants évacuent rapidement tandis que d'autres retardent leur départ, voire choisissent de rester.

La majorité des recherches consacrées à la décision d'évacuation ont été menées en Australie afin d'évaluer la doctrine nationale de gestion des incendies, en particulier à la suite des incendies du Black Saturday de 2009, au cours desquels plus de la moitié des personnes décédées étaient restées confinées au moment de leur décès (Whittaker et al. 2017). Ces travaux ont été complétés, dans une moindre mesure, par des recherches conduites aux États-Unis (Paveglio et al. 2008 ; Strahan et Gilbert 2021a) et au Canada (Cote et McGee 2014), notamment pour examiner dans quelle mesure les enseignements australiens étaient transférables à d'autres contextes.

Aux États-Unis, la doctrine « *Ready! Set ! Go !* » préconise une évacuation précoce et planifiée face au risque d'incendie, tout en insistant sur les mesures de prévention mises en œuvre en amont (gestion de la végétation, matériaux de construction résistants au feu, préparation des habitations). Pourtant, dans les faits, une large majorité des résidents choisissent de ne pas évacuer (Paveglio et al. 2014), soit parce qu'ils sous-estiment le risque, soit parce qu'ils estiment être en mesure d'y faire face (Paveglio et al. 2008). Des résultats similaires sont observés au Canada (Cote et McGee 2014). En Australie, toutefois, la succession d'incendies catastrophiques a progressivement modifié les intentions déclarées : la proportion de personnes indiquant qu'elles évacueraient précocement est passée de 19 % à 33 % après le Black Saturday et pourrait atteindre 40 % (Strahan et Gilbert 2021b). Cette évolution est cohérente avec le changement de doctrine opéré en Australie, où les autorités ont rappelé dès 2012 que l'évacuation précoce constitue désormais la stratégie la plus sûre pour protéger les vies humaines, tout en continuant à privilégier une approche fondée sur la responsabilité individuelle plutôt que sur l'évacuation contrainte (McLennan et al. 2019).

3.3.1. Les déterminants de la décision d'évacuation

De nombreuses recherches se sont attachées à identifier les déterminants de la décision d'évacuation. À partir d'une simulation multi-agents réaliste reposant sur l'architecture BDI (*Beliefs—Desires—Intentions*) et mobilisant les outils TDF et GAMA BDI, Adam et al. (2016) montrent que les comportements évoluent de manière dynamique en fonction de la situation, et plus particulièrement de la sévérité perçue de l'incendie, davantage qu'en fonction des caractéristiques sociodémographiques des individus. Ainsi, ce n'est souvent que lorsque les signaux environnementaux (par exemple l'observation de fumée, de flammes ou de braises) et/ou sociaux (par exemple le départ des voisins, les recommandations transmises par les médias ou les appels de proches) deviennent suffisamment convergents que certains prennent conscience de l'imminence de la menace et décident d'évacuer, parfois alors même que cette décision est devenue beaucoup plus risquée (Johnson et al. 2012 ; Whittaker et al. 2020).

Au niveau individuel, ceux qui évacuent précocement le font généralement parce qu'ils se sont engagés à l'avance dans cette stratégie ou parce qu'ils considèrent qu'elle constitue le meilleur moyen de réduire le risque et de protéger leur sécurité ainsi que celle des membres les plus vulnérables de leur foyer (Strahan et Gilbert 2021b). Ils acceptent plus facilement la perte potentielle de leur habitation ou les conséquences financières qui en découlent, souvent atténuées par la couverture assurantielle. Ils perçoivent également un niveau de risque plus élevé, notamment parce qu'ils doutent de la capacité de leur logement à résister au feu, de leurs propres capacités à le défendre ou encore du caractère réellement protecteur d'un confinement sur place. Cette incertitude résulte notamment d'un manque de préparation, d'équipement, d'accès à une source d'eau fiable, de connaissances sur les incendies, de capacités physiques limitées des membres du foyer ou encore de la proximité d'une végétation insuffisamment entretenue.

Cette préparation apparaît toutefois très inégale. Dans leur étude menée en Californie, Thomas et al. (2025) montrent que la majorité des habitants disposent d'un plan d'évacuation, possèdent un téléphone portable chargé, ont préparé un sac d'urgence (go bag) et suivent activement l'évolution de la situation. En revanche,

une proportion plus faible anticipe les aspects logistiques du départ, comme positionner son véhicule pour faciliter une évacuation rapide ou repérer à l'avance des itinéraires alternatifs. Les auteurs montrent également que la préparation est plus fréquente chez les personnes préoccupées par le risque incendie, ayant déjà vécu un incendie et présentant un faible niveau de vulnérabilité sociale, ce qui suggère qu'une communication renforçant la perception du risque réel pourrait favoriser les comportements de préparation (voir Chapitre 6 sur la prévention).

Les études réalisées à la suite des incendies de janvier 2025[5] en Californie nuancent toutefois ce constat. Elles indiquent qu'entre deux tiers et trois quarts des personnes ayant effectivement évacué n'avaient pas formalisé de plan d'évacuation préalable (Thomas et al. 2025). Elles montrent également que la quasi-totalité des évacués utilisent leur voiture, que près d'un ménage sur deux mobilise deux véhicules et qu'environ deux tiers trouvent refuge chez des proches. Les principaux obstacles rencontrés sont la congestion du trafic, les fermetures de routes et les obstacles présents sur la chaussée. Ces résultats soulignent l'importance d'intégrer la gestion des flux de circulation dans la planification des évacuations et, plus largement, dans les stratégies de gestion des situations d'urgence (voir Chapitre 8 sur l'urbanisme, l'aménagement et la gouvernance).

Certaines recherches adoptent une démarche plus positiviste en mobilisant des modèles théoriques visant à expliquer la décision d'évacuation. Le plus utilisé est le *Protective Action Decision Model* (PADM) (McCaffrey, Wilson, et Konar 2018 ; Strahan et Watson 2019), lui-même fondé sur la théorie du comportement planifié et la théorie de la motivation à se protéger (McLennan et al. 2014). Considéré comme le cadre théorique dominant dans ce champ (Khorasani et al. 2023), le PADM décrit la manière dont les individus interprètent une situation d'incertitude à partir de signaux officiels (e.g., avertissements ou ordres d'évacuation émis par les autorités), environnementaux (e.g., fumée, flammes, exposition directe au danger) ou sociaux (e.g., comportements observés chez les proches ou les voisins) afin de déterminer la réponse de protection la plus appropriée (Folk et al. 2019).

Les tests empiriques de ce modèle, principalement fondés sur des enquêtes auprès des populations exposées, mettent en évidence l'influence simultanée d'un grand nombre de facteurs, confirmant ainsi la nature multidimensionnelle et complexe de la décision d'évacuation. À titre d'exemple, McCaffrey et al. (2018) identifient, aux États-Unis, plusieurs facteurs augmentant significativement la probabilité d'évacuer, parmi lesquels :

- Les caractéristiques de l'information reçue, notamment l'existence d'un ordre d'évacuation, particulièrement lorsqu'il est obligatoire, et le crédit accordé aux recommandations officielles (McLennan et al. 2019 ; Strahan et Gilbert 2021b) ;
- Le degré de préparation préalable, notamment l'existence d'un plan d'évacuation, même informel ;
- Les croyances relatives à l'efficacité de l'évacuation comme stratégie de protection ;
- L'aversion au risque, pour soi-même comme pour les membres de son foyer.

À l'inverse, plusieurs facteurs augmentent la probabilité de choisir de rester pour défendre son habitation. C'est notamment le cas de l'importance accordée aux signaux physiques de l'incendie, de l'efficacité perçue de cette stratégie de protection, de l'aversion à la perte de sa propriété ou aux conséquences financières d'une évacuation, ainsi que de la connaissance des mesures de réduction du risque. En revanche, le fait d'avoir effectivement mis en œuvre ces mesures n'influence pas directement la décision d'évacuer (McCaffrey et al. 2018).

La décision est également influencée par des facteurs familiaux et affectifs. Face au risque d'inondation, la présence d'enfants favorise l'évacuation, indépendamment de leur nombre ou de leur âge, tandis que la présence d'animaux domestiques augmente la probabilité de rester sur place lorsque le ménage ne compte pas d'enfant, notamment en l'absence de moyens de transport adaptés pour les animaux (Heath et al. 2001).

[5] https://www.lewis.ucla.edu/research/evacuation-challenges-during-the-eaton-fire-initial-insights/?mc_cid=b553f3b2bd&mc_eid=cf8b8317e4 / https://www.lewis.ucla.edu/research/evacuation-challenges-during-the-palisades-fire-initial-insights/?mc_cid=b553f3b2bd&mc_eid=cf8b8317e4

Les caractéristiques sociodémographiques jouent également un rôle, bien que leur influence apparaisse généralement moins marquée que celle des variables cognitives et motivationnelles. Les hommes, les personnes disposant de revenus élevés, les résidents davantage isolés de leurs voisins ou exerçant une activité dans le secteur forestier ou de l'assurance sont plus susceptibles de choisir de rester pour défendre leur habitation, tandis que les résidents à temps partiel et les femmes évacuent plus fréquemment (Paveglio et al. 2014 ; Stasiewicz et Paveglio 2021 ; Whittaker et al. 2013 ; Whittaker et Handmer 2010). Strahan et Gilbert (2021 b) suggèrent que les femmes sont souvent moins impliquées, voire exclues, des discussions relatives aux incendies, ce qui favorise l'apathie, le déni ou un sentiment d'impuissance, rendant leurs décisions plus hésitantes en situation de crise. Dans ce contexte, l'évacuation précoce constitue souvent une stratégie simple de réduction du risque.

D'autres caractéristiques individuelles influencent également la décision. Folk et al. (2019) montrent que les personnes plus diplômées, récemment installées dans la région ou ayant déjà vécu un incendie, voire la destruction de leur habitation, sont davantage susceptibles d'évacuer. Les contraintes spatiales interviennent également : un logement situé loin d'un refuge ou difficilement accessible peut limiter les possibilités d'évacuation. Enfin, les migrants présentent un risque plus élevé de ne pas évacuer, notamment en raison d'une moindre compréhension des messages d'alerte et d'une préférence pour rester dans un environnement familier (Strahan et Gilbert 2021b).

Le statut d'occupation du territoire influence également la décision d'évacuation. Labhiri et al. (2024) montrent que les touristes présentent peu de spécificités par rapport aux résidents permanents. Ils sont toutefois davantage susceptibles d'évacuer lorsqu'ils sont internationaux, qu'il s'agit de leur première visite ou que leur séjour est de courte durée. Les touristes internationaux recherchent également plus activement des informations, en sollicitant notamment le personnel de leur hébergement, les offices de tourisme, les autorités locales ou les réseaux sociaux. Ces résultats soulignent l'importance, pour les structures accueillant du public, notamment les campings, de disposer de plans d'évacuation et de refuge adaptés aux clients comme au personnel (Cohn et al. 2006).

Les travaux australiens confirment que l'efficacité perçue de l'action de protection constitue le principal déterminant de la décision. Les individus qui considèrent que l'évacuation est la meilleure manière de protéger leur famille sont plus enclins à partir, tandis que ceux qui estiment que rester est la meilleure stratégie pour protéger leur habitation choisissent davantage de défendre leur propriété (McLennan et al. 2014 ; Strahan et Watson 2019). Strahan et Watson (2019) montrent également que la réception de signaux officiels et environnementaux constitue un prédicteur significatif de l'évacuation. À l'inverse, croire que la protection de son habitation nécessite des compétences techniques réduit la probabilité d'évacuer, tandis que percevoir cette stratégie comme peu coûteuse l'augmente. Les auteurs observent également que le risque perçu pour les biens constitue un indicateur indirect du risque personnel, les deux étant fortement corrélés. Enfin, la confiance dans la responsabilité des médias favorise l'évacuation, alors que la croyance selon laquelle les médias sont particulièrement compétents et bien informés tend, de manière plus paradoxale, à la réduire. De même, attribuer aux voisins un rôle de protection diminue légèrement la probabilité d'évacuer.

Dans le prolongement de ces travaux, McLennan et al. (2014) montrent que l'attitude envers l'évacuation, les normes subjectives favorables à cette décision, le contrôle comportemental perçu (la conviction que l'évacuation sera réalisable) et le sentiment d'auto-efficacité augmentent tous la probabilité d'évacuer. À l'inverse, le fait de s'identifier comme une personne « du genre à défendre sa maison » réduit cette probabilité, tandis que le sentiment que la décision dépend uniquement de soi (autodétermination) la renforce.

Pris ensemble, ces travaux montrent que la décision d'évacuer dépend moins des caractéristiques sociodémographiques ou des mesures de réduction du risque effectivement mises en œuvre que de facteurs cognitifs et psychosociaux, au premier rang desquels figurent l'efficacité perçue des différentes stratégies de protection, les normes sociales, le contrôle comportemental perçu et l'interprétation des signaux de danger. Cette conclusion est cohérente avec les résultats de McLennan et al. (2014), qui montrent que les variables issues de la théorie du comportement planifié expliquent mieux la décision d'évacuer que celles de la théorie de la motivation à se protéger.

3.3.2. La décision comme processus dynamique

Si la littérature s'est largement attachée à comprendre les facteurs qui conduisent les individus à décider d'évacuer ou non, certains travaux montrent que cette décision ne constitue en réalité qu'une étape d'un processus beaucoup plus large.

À partir de l'analyse de trois évacuations survenues aux États-Unis entre 2000 et 2002, Cohn et al. (2006) proposent ainsi de considérer l'évacuation non comme un événement ponctuel, mais comme un processus dynamique, institutionnalisé et structuré en cinq étapes : l'anticipation, l'alerte, le déplacement, l'information sur l'état du domicile, puis le retour et le rétablissement. Chacune de ces étapes est associée à des contraintes situationnelles spécifiques et soulève des problèmes différents pour les résidents et pour les autorités (Cohn et al. 2006) :

- Anticipation
- *Contrainte* : Le manque de connaissances sur l'incendie limite la capacité des résidents et des autorités à élaborer des plans de préparation individuels et des plans d'intervention d'urgence.
- *Problèmes* **:** Résidents : Évaluer l'ampleur de la menace et se préparer à une éventuelle évacuation. Autorités : Mettre en œuvre un plan de gestion de crise (plan de contingence) pour la communauté.
- Alerte
- *Contrainte* : Le délai disponible pour informer les résidents de leur statut d'évacuation ou leur permettre de se préparer à évacuer est très limité.
- *Problèmes* : Résidents : Interpréter les informations, les indices et les rumeurs, évaluer le risque, et décider de partir ou de rester. Autorités : Alerter la population, préparer les résidents et réduire les risques ainsi que les complications.
- Déplacement (évacuation)
- *Contrainte* : Les services et les ressources nécessaires aux besoins essentiels sont limités.
- *Problèmes* : Résidents : Réduire l'incertitude en obtenant des informations sur l'état de leur habitation. Autorités : Fournir des informations appropriées sur l'état des habitations et les communiquer de manière rapide, adaptée et respectueuse.
- Retour et rétablissement

Contrainte : Les préoccupations liées à la sécurité et le manque de ressources ralentissent le retour à une vie normale.

Problèmes : Résidents : Rentrer chez eux, nettoyer, reprendre une vie normale et effectuer les démarches d'indemnisation auprès des assurances. Autorités : Déterminer le moment opportun pour lever l'ordre d'évacuation, gérer les demandes d'indemnisation et préparer la réponse aux futurs événements.

Enfin, Cohn et al. (2006) mettent en évidence un clivage structurel dans la manière dont l'évacuation est perçue par les différents acteurs. Pour les responsables de la sécurité publique, elle constitue avant tout une mesure de protection des personnes et des biens. À l'inverse, certains résidents l'interprètent comme une mesure excessive, voire coercitive, susceptible de limiter leur capacité à protéger eux-mêmes leur habitation et leurs biens, ce qui peut conduire à remettre en question sa légitimité. Ces auteurs concluent que l'amélioration de la communication avec les populations et de leur préparation en amont constitue un levier essentiel pour rendre les évacuations plus efficaces.

Cette diversité de perceptions se traduit par une grande variété de comportements. Face à un incendie, la décision ne se résume pas à une opposition entre évacuer et rester défendre son habitation (Johnson et al. 2012 ; McLennan et al. 2019 ; Whittaker et al. 2020). La littérature distingue notamment :

- les personnes qui évacuent très tôt, avant même qu'un incendie ne menace directement leur région ;
- celles qui évacuent dès la réception d'un ordre d'évacuation ;
- celles qui attendent d'observer l'évolution du feu tout en conservant encore une possibilité de partir en sécurité ;
- celles qui retardent leur départ jusqu'à ce que les braises ou le front de flammes soient très proches, s'exposant alors à un risque considérable ;
- celles qui choisissent de rester pour défendre leur habitation, qu'elle soit effectivement défendable ou non ;
- enfin, celles qui tentent de retourner à leur domicile après l'alerte afin de protéger leurs biens ou des personnes.

Ces travaux montrent ainsi que la décision est processuelle, réversible et évolutive, davantage qu'un choix binaire entre partir ou rester. La stratégie dite wait and see (« attendre et voir ») illustre particulièrement cette dynamique. Certains ménages prévoient délibérément d'attendre avant de décider, tandis que d'autres y sont conduits par les circonstances : caractère soudain et imprévisible de l'incendie, inadéquation des plans élaborés en amont, désaccords au sein du foyer sur le moment opportun pour partir ou encore manque d'informations fiables permettant d'évaluer correctement la situation (Handmer et O'Neill 2016).

McLennan et al. (2012) montrent que cette stratégie ne traduit pas nécessairement une absence de perception du risque. Les personnes qui choisissent d'attendre invoquent principalement la conviction que cette attente présente un faible risque (52 %), la croyance qu'elles seraient averties ou protégées en cas de danger (19 %), la confiance dans leur propre capacité à survivre (16 %) ou encore les coûts et les risques associés à une évacuation (9 %). À l'inverse, lorsqu'elles renoncent à défendre leur habitation, elles expliquent principalement leur décision par le danger potentiel (58 %) ou par l'incertitude quant à la gravité réelle de l'incendie (21 %). Ces résultats suggèrent que le comportement « attendre et voir » relève moins d'un défaut de conscience du risque que d'une évaluation continue de la menace et des différentes options de protection disponibles.

Les données empiriques confirment d'ailleurs que les intentions initiales évoluent fréquemment au cours de l'événement, comme illustré par la figure 2. À partir d'une enquête réalisée après les incendies du Black Saturday, Whittaker et al. (2013) montrent qu'environ un quart des résidents prévoyaient initialement d'« attendre et voir » (*wait and see*). Parmi ceux qui avaient l'intention d'attendre avant de décider, 63 % ont finalement évacué à l'approche du feu, dont 22 % après avoir commencé à défendre leur habitation. De même, parmi les personnes qui envisageaient d'attendre des consignes des autorités, 52 % ont finalement évacué, dont 4 % après avoir entamé une défense de leur logement. L'étude met également en évidence un écart parfois important entre les intentions déclarées avant l'incendie (reconstituées *a posteriori*) et les comportements effectivement adoptés. Ainsi, 28 % des personnes qui prévoyaient de défendre leur habitation ont finalement évacué, souvent tardivement. Plus largement, parmi celles qui envisageaient de rester pour défendre leur maison tout en n'évacuant qu'en cas de danger imminent, seuls 17 % sont effectivement restées jusqu'au bout, tandis que 20 % ont évacué après avoir commencé à défendre leur habitation et 33 % sont parties dès que le feu est devenu menaçant (Whittaker et al. 2013).

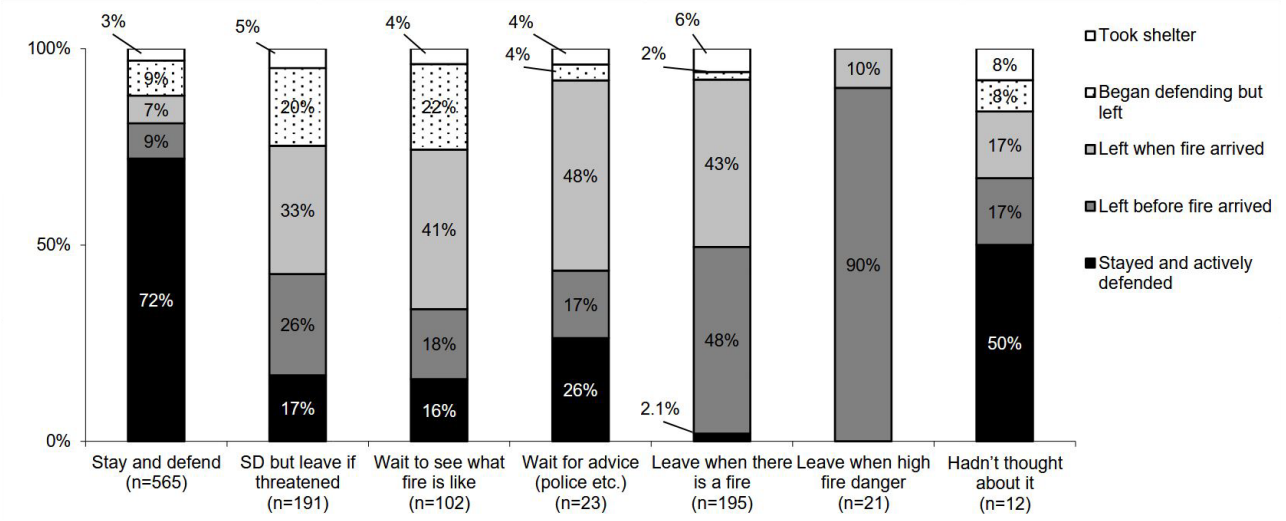


Figure 2 : Actions réellement entreprises selon les intentions préalables par les habitants touchés par les incendies du Black Saturday (questionnaire, N = 1109) (Whittaker et al. 2013)

Ces résultats montrent que la décision d'évacuer est un processus dynamique plutôt qu'un choix arrêté à l'avance. Les plans préalables constituent des intentions révisables à mesure que la situation évolue. Ils soulignent également qu'une préparation insuffisante accroît le risque de décisions prises dans l'urgence, telles qu'une évacuation tardive, une défense devenue intenable ou un confinement subi.

Plusieurs facteurs peuvent également retarder la décision d'évacuer. Les désaccords au sein des couples hétérosexuels constituent notamment une source de délais (Tyler et Fairbrother 2018). Les auteurs observent fréquemment une configuration dans laquelle le partenaire masculin envisage de rester pour défendre l'habitation, tandis que la partenaire féminine prévoit d'évacuer avec les éventuels enfants. Cette répartition peut résulter d'une adhésion implicite aux rôles de genre, mais, en l'absence de discussions et de préparation préalable, elle conduit souvent à des désaccords au moment critique où il faut décider de passer de l'attente à l'évacuation, augmentant ainsi le risque de décisions prises trop tardivement. La présence d'animaux de compagnie, souvent considérés comme des membres de la famille, constitue un autre facteur susceptible de retarder l'évacuation (Cohn et al. 2006 ; Taylor et al. 2015). Les résidents consacrent alors du temps à rechercher leurs animaux, à s'informer sur les modalités d'évacuation avec eux, choisissent parfois de rester dans leur véhicule plutôt que de rejoindre un refuge, délèguent un membre du foyer pour rester sur place ou retournent à leur domicile afin de récupérer l'animal, autant de comportements susceptibles d'accroître leur exposition au danger.

La question de l'attentisme a été examinée dans une perspective comparative entre la France et l'Australie par Vaiciulyte et al. (2022) : les auteurs montrent que les Français choisissent plus fréquemment d'attendre avant de décider que les Australiens, mais moins que les Américains. Ils occupent ainsi une position intermédiaire, ce qui suggère qu'une partie des enseignements issus des recherches australiennes et américaines est susceptible d'être transposable au contexte français, sous réserve des spécificités de la doctrine nationale. Les déterminants de cette stratégie diffèrent toutefois selon les pays. En Australie, où les habitants sont davantage exposés aux incendies, le risque perçu pendant l'événement influence fortement la décision. En France, en revanche, ce risque perçu n'apparaît pas comme un déterminant significatif, ce qui contribue à expliquer une posture plus attentiste. Cette spécificité peut être rapprochée de la doctrine française, qui considère que, lorsqu'une habitation est correctement préparée (débroussaillement, accessibilité pour les secours, matériaux résistants au feu) et que les consignes sont respectées, le confinement peut être plus sûr qu'une évacuation improvisée ou non demandée. Dans cette étude, l'existence d'un plan préalable n'influence d'ailleurs pas la décision d'attendre. En revanche, le fait de disposer d'une assurance habitation augmente la probabilité d'attendre chez les Français, tandis que, chez les Australiens, le fait d'avoir préalablement choisi un lieu d'évacuation — généralement une ville voisine (83 %) ou un refuge situé à proximité (17 %) — réduit cette probabilité. Enfin, la présence d'animaux ou de personnes dépendantes conduit les Français à évacuer plus rapidement.

3.3.3. Rester pour défendre son habitation

Ceux qui choisissent de rester pour défendre leur propriété le font généralement parce qu'ils se sont préalablement engagés dans cette stratégie ou parce qu'il est devenu trop dangereux d'évacuer (McLennan, Elliott, Elliott, et al. 2012 ; McLennan et al. 2013). Ils sont souvent plus attachés à leur habitation et à leur communauté, et se sentent davantage responsables de leur propre sécurité que ceux qui choisissent d'évacuer. Pour Cote et McGee (2014), ils restent principalement parce qu'ils hésitent à laisser leur maison, leurs biens ou leurs animaux sans protection, tout en reconnaissant que cette décision n'optimise pas leurs chances de survie.

Ces résidents sont également plus susceptibles d'avoir adopté des mesures de réduction du risque, telles que la diminution du combustible végétal, l'éclaircissement forestier, l'élagage des branches basses, l'installation de doubles vitrages, l'acquisition d'un générateur, la constitution d'une réserve d'eau destinée à la lutte contre l'incendie, le dégagement des voies d'accès pour les véhicules de secours, l'installation de gicleurs extérieurs couvrant jusqu'à 15 mètres autour de l'habitation, l'entreposage du bois de chauffage à plus de 9 mètres ou encore le retrait des matériaux inflammables dans un rayon de 1,5 mètre (Cote et McGee 2014 ; Stasiewicz et Paveglio 2021). En conséquence, ils présentent généralement un niveau d'auto-efficacité plus élevé et estiment plus souvent que leur propriété est suffisamment préparée pour ne pas nécessiter l'intervention des pompiers (Stasiewicz et Paveglio 2021).

Cette confiance peut toutefois conduire à une surestimation de leurs capacités. En effet, les personnes qui choisissent de défendre leur habitation ne disposent pas nécessairement d'une meilleure compréhension du risque. Les travaux de McLennan et al. (2012), McLennan et al. (2013) ne montrent pas de manière systématique qu'elles possèdent une meilleure connaissance du comportement du feu ou une perception plus fine des conditions météorologiques le jour de l'incendie. Ils ne mettent pas davantage en évidence de différences concernant la prise de conscience de la menace ou la préparation psychologique à agir face au danger. Dans le même sens, Cote et McGee (2014) soulignent que certains ne disposent pas des connaissances nécessaires pour identifier le moment où un incendie devient trop intense pour être défendu ou pour assurer leur propre sécurité sur place. Leur capacité d'action est en outre parfois surestimée : moins d'un quart d'entre eux disposent effectivement d'une source d'eau dédiée à la lutte contre l'incendie (Paveglio et al. 2014). Enfin, la présence de personnes vulnérables au sein du foyer complexifie encore la défense de l'habitation (Whittaker et al. 2017).

Les témoignages des survivants confirment cet écart entre les capacités perçues et la réalité de l'événement. Bien qu'ils présentent des niveaux plus élevés d'auto-efficacité et d'efficacité perçue, ceux qui ont défendu leur habitation décrivent unanimement cette expérience comme extrêmement stressante, voire effrayante, et reconnaissent le plus souvent avoir sous-estimé l'intensité de l'incendie ainsi que la difficulté à y faire face (McLennan et al. 2013). À partir des témoignages de survivants, restés ou évacués, McLennan et al. (2013) identifient les principaux facteurs ayant compromis leur sécurité : le manque de temps pour se préparer (37 % des mentions), le manque d'équipement permettant de disposer d'eau (33 %), le manque d'informations officielles (25 %), la panique, la peur ou l'anxiété (18 %), le manque d'eau (14 %), une intensité du feu supérieure aux attentes (13 %), la vulnérabilité du logement (13 %) ainsi que les blessures ou la fatigue d'un membre du foyer (10 %). Comparativement aux personnes ayant évacué, celles qui sont restées mentionnent plus fréquemment le manque d'équipement, le manque d'eau, la vulnérabilité de leur habitation et les blessures ou la fatigue d'un occupant du foyer, mais moins souvent le manque d'informations officielles, tout en présentant des niveaux de préparation plus élevés, tant sur le long terme que le jour de l'incendie.

3.4. Outils et cadres d'aide à la décision pour la gestion de crise

La gestion de crise débute dès la phase de montée en charge attendue. Lorsque les conditions rendent probables des éclosions d'incendie, notamment d'origine humaine, l'objectif est d'anticiper la demande opérationnelle afin d'ajuster le pré-positionnement des moyens et leur allocation. Les systèmes de prédiction de l'occurrence des incendies sont directement mobilisables pour préparer cette phase de la journée opérationnelle, y compris lorsqu'aucun départ de feu ne se produit finalement (Woolford et al. 2020).

Lorsque l'aléa devient avéré, puis tout au long de la gestion de l'incendie jusqu'au retour d'expérience, d'autres outils viennent appuyer la prise de décision. Il ne s'agit pas uniquement de technologies au sens strict, mais plus largement d'un ensemble de moyens humains et techniques mobilisés à différentes étapes d'un cycle continu d'« observation, orientation/analyse, décision et action » (Penney et al. 2022). La figure 3 propose une représentation synthétique de ce cycle et des principaux moyens susceptibles de soutenir chacune de ses étapes.

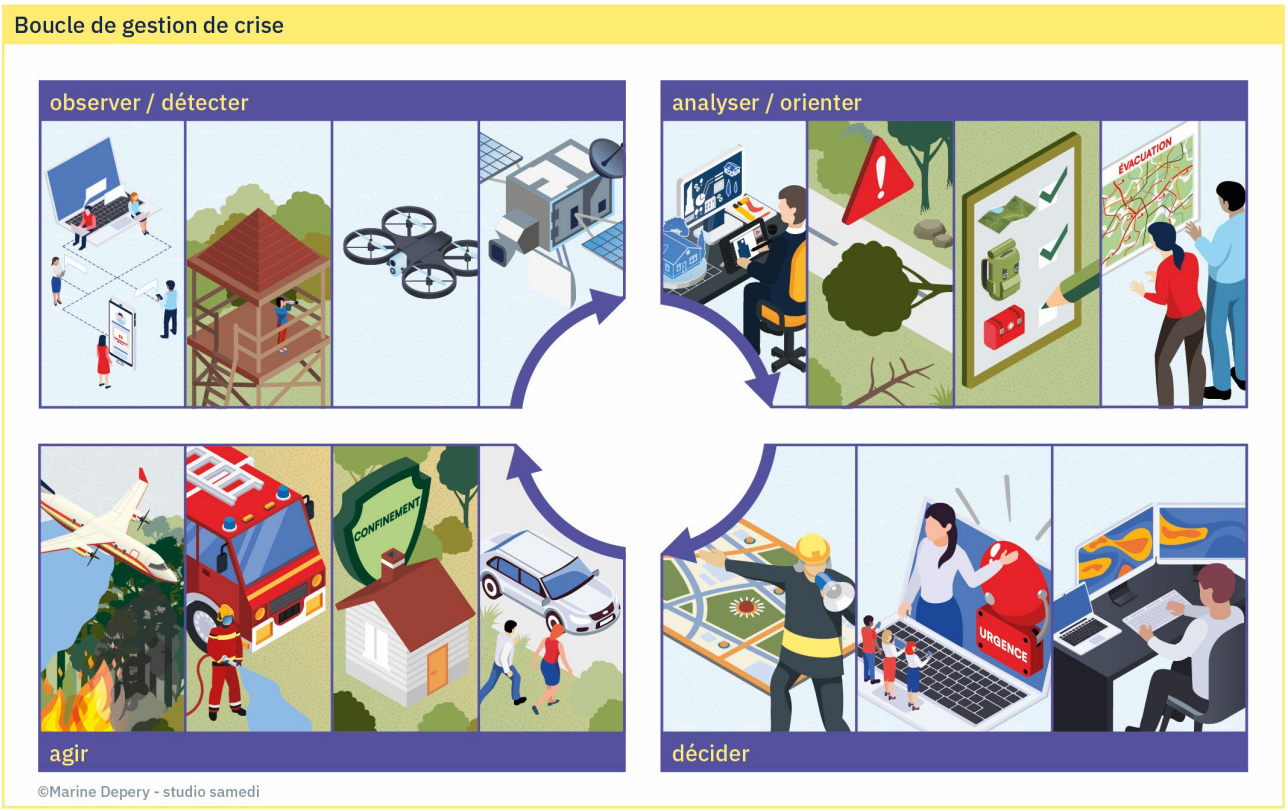


Figure 3 : Boucle et phases de gestion de crise

3.4.1. Observation, détection précoce et suivi opérationnel

La détection des incendies repose sur une diversité de dispositifs d'observation, parmi lesquels l'observation humaine, les systèmes optiques, les capteurs terrestres et les satellites, dont les performances sont variables selon les contextes d'utilisation (Alkhatib 2014). Si les systèmes automatisés offrent des capacités de surveillance étendues, leur efficacité demeure souvent limitée par un nombre important de fausses alertes et par des délais de détection parfois incompatibles avec une intervention suffisamment précoce.

3.4.1.1. La télédétection multi-échelles et l'apport de l'imagerie satellitaire

La télédétection satellitaire occupe une place à part. Les satellites américains MODIS et VIIRS fournissent des données essentielles pour détecter les feux actifs, estimer leur puissance et cartographier les surfaces brûlées (Sobrino 2024 ; Wooster et al. 2021). Leur principale limite réside dans leur discontinuité temporelle, qui restreint leur intérêt pour l'alerte immédiate (Chuvieco et al. 2020). Les évolutions récentes, en particulier la fusion des données issues de plusieurs satellites et le déploiement de Meteosat de troisième génération, permettent toutefois un suivi désormais quasi continu à l'échelle européenne (Xu et al. 2026 ; Yang, Huang, et Yu 2024) (figure 4).

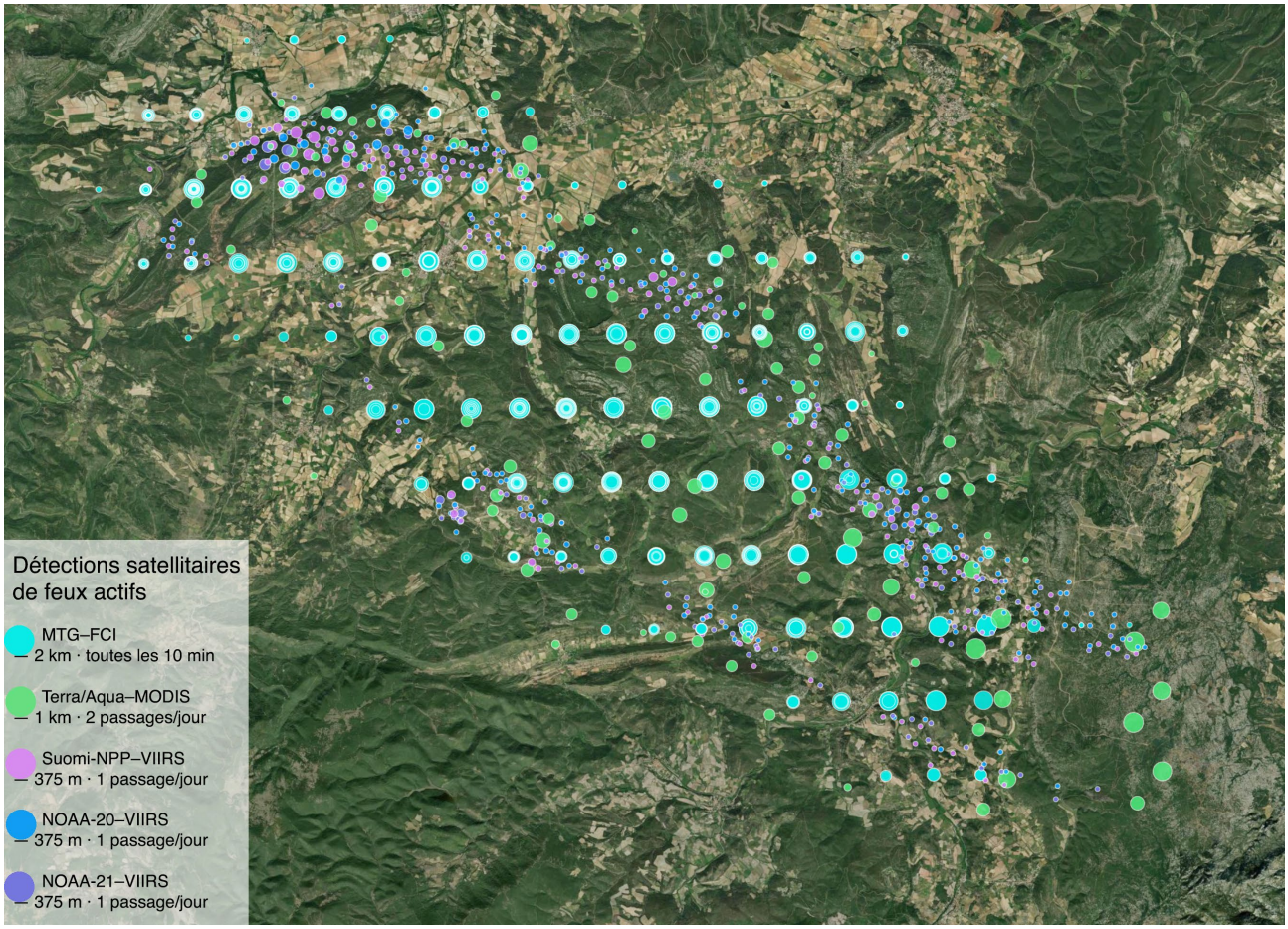


Figure 4 : Données NASA FIRMS et EUMTSAT traitées par LSA/SAF. Détection et suivi satellite de l'incendie des Corbières en août 2025. En bleu clair, les détections depuis le satellite géostationnaire MTG (fréquence 10 minutes, résolution kilométrique) ; en vert clair depuis les satellites défilants MODIS (2 passages journaliers par 2 satellites, résolution kilométrique) ; et en petit (bleu/violet), les 3 satellites VIIRS (résolution de 375 m, passage quotidien de 3 satellites).

Cette évolution repose sur la complémentarité entre deux grandes familles d'orbites. Les satellites défilants offrent une résolution spatiale élevée, particulièrement utile pour localiser les points chauds et délimiter précisément les surfaces affectées. En contrepartie, ils n'observent un même territoire qu'à chacun de leurs passages, généralement une à deux fois par jour pour un satellite donné, même si la fréquence d'observation augmente lorsque plusieurs plateformes sont combinées. À l'inverse, les satellites géostationnaires observent en permanence le même disque terrestre, avec une image toutes les dix minutes environ. Ils permettent ainsi de suivre l'apparition et l'évolution rapide d'un incendie, au prix d'une résolution spatiale kilométrique et d'une moindre sensibilité aux foyers de faible taille ou de faible intensité.

3.4.1.2. L'hyper-résolution : capteurs sur site, objets connectés et flottes de drones

Les réseaux de capteurs connectés (IoT/WSN) et les drones complètent la télédétection satellitaire. Ils peuvent permettre une détection plus précoce à l'échelle locale ou un suivi très flexible à haute résolution spatiale et temporelle. Leur valeur opérationnelle dépend toutefois d'une doctrine d'emploi précisant où, quand et selon quels seuils d'alerte les mobiliser, ainsi que de contraintes logistiques (maintenance, alimentation énergétique, conditions de vol) et de leur intégration dans la chaîne décisionnelle. À défaut, l'accumulation de données risque davantage de générer du bruit opérationnel que d'améliorer la décision (Liu et al. 2023 ; Sairi et al. 2023).

D'autres dispositifs peuvent également contribuer à l'observation. Les radars météorologiques, encore peu mobilisés en Europe dans le domaine des incendies, sont principalement utilisés pour suivre l'intensité et la dynamique des feux (McCarthy et al. 2019).

Au-delà des performances propres à chaque technologie, la valeur opérationnelle de ces observations dépend de leur intégration dans un système partagé d'évaluation du danger. L'expérience canadienne montre qu'un tel système ne repose pas uniquement sur la qualité des indices produits. Il suppose également une infrastructure robuste de collecte et de diffusion des données, des standards communs entre les organismes impliqués, ainsi qu'un effort continu de formation, d'appropriation et de transfert vers les utilisateurs. Les outils d'observation deviennent alors des composantes d'une culture opérationnelle partagée, plutôt que de simples produits scientifiques (Taylor et Alexander 2006).

3.4.1.3. Opportunités offertes par le traitement automatique du langage naturel et l'analyse des réseaux sociaux

Les réseaux sociaux et les plateformes capables d'agréger différentes sources d'information peuvent également contribuer au suivi de la crise (Jia et al. 2020). Au-delà des alertes officielles, leur utilisation connaît une forte augmentation lors des catastrophes naturelles, offrant un accès rapide aux perceptions, aux émotions, aux besoins et aux réactions des populations exposées (Karimiziarani, Foroumandi, et Moradkhani 2025). Ce champ de recherche, relativement récent, montre que ces dispositifs peuvent jouer un rôle de capteurs d'urgence complémentaires, en permettant de suivre la dynamique sociale de la crise, d'identifier des relais d'information influents et d'appuyer la communication ou la priorisation de certaines interventions (Gong, Dimitrov, et Bartolacci 2024 ; Sherritt, Nejadgholi, et Amini 2025). Leur utilisation reste toutefois limitée par la qualité variable des données disponibles et par les risques de désinformation (Erokhin 2025).

L'appréciation portée sur ces informations a d'ailleurs évolué au fil du temps. En 2015, Steelman et al. (2015) montraient que les informations diffusées sur les réseaux sociaux étaient jugées peu utiles et peu fiables par les résidents confrontés aux incendies. Les travaux plus récents dressent un constat plus nuancé en montrant que, malgré leurs limites, ces données constituent une source précieuse pour comprendre le déroulement de la crise. Ainsi, l'analyse de messages publiés sur X entre 2018 et 2024 à partir de la catégorisation *WildFireCan-MMD* met en évidence la succession des préoccupations exprimées par la population : une hausse initiale des messages consacrés aux opérations de lutte contre les incendies est suivie par une augmentation des publications relatives aux évacuations et aux informations d'urgence, puis par un pic différé des messages concernant la fumée et la qualité de l'air (Sherritt et al. 2025). Les réseaux sociaux permettent ainsi de suivre en temps réel l'évolution des préoccupations collectives au cours de la catastrophe.

Ils permettent également d'analyser les mécanismes de circulation de l'information. À partir de tweets publiés pendant des incendies de forêt, Hocevar (2024) montre que le réseau d'information s'organise en plusieurs clusters au sein desquels les journalistes locaux, intervenant en tant que citoyens, occupent une position plus influente que les comptes gouvernementaux ou les médias nationaux dans la diffusion des informations de crise. À l'inverse, certaines informations parmi les plus relayées provenant de médias non locaux se révèlent erronées ou inexactes. Les auteurs en concluent que les responsables de la gestion de crise gagneraient à développer des relations privilégiées avec des journalistes influents implantés dans les territoires exposés aux incendies.

La question devient alors celle de l'exploitation opérationnelle de ces volumes importants de données non structurées afin de contribuer plus efficacement à la gestion de crise, notamment en réduisant les délais d'intervention (Gong et al. 2024 ; Sherritt et al. 2025). Dans cette perspective, Gong et al. (2024) proposent d'intégrer des indicateurs de Social Media Analytics (SMA) aux systèmes de gestion des incendies afin d'améliorer leur capacité à prédire, surveiller et gérer les incendies de manière plus précise et plus réactive. Leur architecture repose sur trois modules complémentaires.

- Un module de veille (*awareness*), destiné à suivre en temps réel l'évolution de la crise sur les réseaux sociaux. Il pourrait notamment intégrer :
    - le *Wildfire Social Media Volume*, qui comptabilise les publications contenant des mots-clés relatifs aux incendies dans une région et sur une période donnée ;
    - le *Wildfire Hashtag Cloud*, qui suit la fréquence des hashtags associés aux incendies afin d'identifier les thèmes émergents des discussions ;

  - le *Wildfire Influencer Impact Score*, qui mesure l'influence des principaux utilisateurs sur la diffusion des informations relatives aux incendies ;
  - le *Wildfire Engagement Rate*, qui évalue le niveau moyen d'interactions suscité par les publications consacrées aux incendies ;
  - le *Wildfire Social Sentiment* (WSS) Index calculé selon la formule (0,3 × WSP + 0,7 × WST), où le *Wildfire Social Popularity* (WSP) mesure le niveau d'engagement du public envers les publications relatives aux incendies, tandis que le *Wildfire Social Threat* (WST) estime la gravité perçue de la situation à partir de l'analyse automatique des sentiments et des thèmes abordés (*topic modeling*).

- Un module géospatial, permettant de géolocaliser les messages sur une cartographie interactive de la crise et de les croiser avec des informations contextuelles, notamment démographiques, afin d'orienter et de hiérarchiser les interventions.
- Un module de ressources, conçu comme un centre d'assistance d'urgence en ligne favorisant les échanges d'information entre les différentes parties prenantes. Les utilisateurs peuvent y solliciter une assistance, soit au moyen d'agents conversationnels fondés sur l'intelligence artificielle, soit directement auprès d'opérateurs humains, tandis que les autorités peuvent y diffuser des informations, répondre aux demandes et coordonner les actions de secours.

Dans la même perspective, Karimiziarani et al. (2025) mobilisent l'intelligence artificielle et des techniques avancées de traitement automatique du langage naturel (NLP) pour analyser des données issues du réseau social X collectées lors de l'incendie de Camp Fire en Californie en 2018. En combinant une analyse de sentiment, une classification en douze émotions et une catégorisation des messages selon six thématiques humanitaires (alerte, dégâts, évacuation, blessures, aide et soutien), les auteurs montrent que les réactions individuelles varient en fonction de la proximité au feu et évoluent au cours de la crise, passant progressivement de préoccupations immédiates liées à la sécurité vers des enjeux de reconstruction et de soutien.

Complétant ces résultats, Dmitry, Erokhin (2025) analyse les discours publics suscités par les incendies de janvier 2025 en Californie à partir de commentaires YouTube à fort engagement. Ils mettent en évidence un sentiment globalement neutre à positif, marqué par de nombreux messages d'espoir et d'encouragement, tandis que les contenus de désinformation, bien que très minoritaires (moins de 1 % des commentaires), se distinguent par une forte intensité émotionnelle, dominée par la tristesse et la colère. L'analyse thématique révèle par ailleurs des préoccupations portant sur la gouvernance, les enjeux financiers, les expériences personnelles, les conséquences environnementales ainsi que sur diverses théories complotistes, notamment autour de la gestion de l'eau ou des politiques de diversité.

Ces travaux illustrent le potentiel des méthodes d'analyse automatique des réseaux sociaux pour adapter la gestion de crise en temps réel. L'identification des émotions dominantes et des préoccupations exprimées par les populations peut contribuer à ajuster les messages de communication au fil de la crise (Karimiziarani et al. 2025), à renforcer les messages de solidarité et de résilience communautaire, à cibler les territoires où la confiance publique nécessite d'être consolidée par une communication plus transparente (Erokhin 2025), mais aussi à orienter l'allocation des ressources, notamment en matière de soutien psychologique, en fonction des besoins exprimés (Karimiziarani et al. 2025). Enfin, ces travaux soulignent l'importance de mettre en place des interventions ciblées contre la désinformation tout en veillant à ce que les stratégies institutionnelles répondent effectivement aux préoccupations du public (Erokhin 2025) (voir Chap. 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance).

Dans la même logique, Balogh et al. (2023) proposent un protocole générique destiné à assurer une communication efficace entre les services d'incendie et de secours et un grand nombre de citoyens présents sur le site de l'incident ou dans les zones environnantes. Ce protocole vise à structurer les flux d'information entre les différents acteurs de la crise au moyen d'une architecture intégrée reposant sur cinq composantes complémentaires :

- une application mobile permettant d'impliquer les citoyens dans la gestion de la crise, de diffuser des alertes et de faciliter les échanges avec les pompiers présents sur le terrain ;
- un module d'analyse des réseaux sociaux, chargé de collecter, traiter, extraire et diffuser les informations pertinentes issues des plateformes numériques ;
- un centre de données partagé, assurant la mise en commun des informations entre les différents centres de commandement impliqués dans la gestion de la crise ;
- une infrastructure de communication sans fil, pouvant notamment être déployée à l'aide de drones, afin de garantir la connectivité IP ainsi que la transmission en temps réel des données vidéo et des données issues des capteurs ;
- un tableau de bord décisionnel, regroupant au sein d'un portail unique les informations provenant des différents services afin d'offrir une vision opérationnelle commune de la situation.

Pris isolément, chacun de ces dispositifs répond à une fonction particulière ; leur valeur opérationnelle réside toutefois principalement dans leur interconnexion au sein d'un système d'information partagé permettant de transformer des données hétérogènes en une représentation commune de la situation.

3.4.2. L'orientation et l'analyse

Après la détection, la phase d'orientation et d'analyse consiste à transformer les informations disponibles en une représentation dynamique de la situation afin d'éclairer la décision. Elle vise à anticiper l'évolution probable de l'incendie, à en estimer les conséquences sur les populations, les infrastructures et les opérations de secours, puis à actualiser ces évaluations tout au long de la crise. Elle mobilise à cette fin des simulateurs de propagation, des modèles d'évaluation des impacts et des méthodes de représentation des incertitudes, afin d'alimenter en continu le cycle d'« observation, orientation, décision et action » (Penney et al. 2022).

3.4.2.1. Simulation de la propagation et anticipation du comportement du feu

Cadres de modélisation : modèles empiriques face aux modèles physiques

L'anticipation du comportement de l'incendie repose sur des simulateurs de propagation dont l'usage en situation de crise dépend à la fois du cadre de modélisation retenu, de la qualité des données d'entrée et de la manière d'intégrer l'incertitude. Certains modèles représentent explicitement les mécanismes de combustion et les interactions locales, mais demeurent souvent trop coûteux pour une conduite opérationnelle en temps réel. D'autres privilégient une représentation simplifiée du déplacement du front de feu afin de calculer rapidement son enveloppe potentielle (Sullivan 2009b, 2009a).

Il existe aujourd'hui de nombreux codes et chaînes de simulation. FARSITE, FlamMap et ForeFire ne sont cités ici qu'à titre d'exemples largement utilisés, sans prétendre établir une hiérarchie de performance. FARSITE constitue une référence historique pour la simulation bidimensionnelle de la croissance des incendies (Finney 1998). Son logiciel autonome n'est plus maintenu et ses fonctions de propagation sont désormais intégrées à FlamMap, également utilisé pour cartographier le comportement potentiel des incendies et les probabilités de brûlage (Costa-Saura et al. 2023). ForeFire propose quant à lui une architecture modulaire et scriptable particulièrement adaptée à son intégration dans des chaînes de calcul et des plateformes européennes (Filippi et al. 2025).

L'intérêt de ces outils réside moins dans le choix d'un code particulier que dans leur capacité à produire rapidement plusieurs scénarios de propagation, à les mettre à jour en fonction des nouvelles observations et à comparer leurs conséquences tactiques. Leurs performances demeurent toutefois fortement dépendantes de la qualité des données d'entrée, en particulier de la description des combustibles, dont la paramétrisation constitue encore un verrou majeur en contexte européen et méditerranéen (Dimitrakopoulos 2002). Dans ces conditions, leur usage opérationnel doit privilégier l'exploration de plusieurs scénarios et l'explicitation des incertitudes plutôt qu'une représentation unique présentée comme une prévision déterministe (González-Olabarría et al. 2023 ; Singh et al. 2025).

Données d'entrée : le verrou des combustibles en contexte européen

Ce choix de modèle ne résout cependant pas la question des données d'entrée. La plupart des paramétrisations empiriques ont été développées hors d'Europe, alors qu'une sortie apparemment correcte peut résulter d'une compensation d'erreurs si les combustibles sont mal décrits. En contexte méditerranéen, la variabilité de leur structure, de leur charge et de leur continuité limite fortement le transfert direct de modèles établis ailleurs (Dimitrakopoulos 2002). Une caractérisation explicite et actualisable des combustibles est donc une condition de l'usage crédible de tout outil d'anticipation.

Propagation en interface ville — espace naturel

Une récente revue de Stevens et Rush (2025) présente une synthèse des approches développées depuis les années 60 jusqu'à aujourd'hui en matière de modélisation de la propagation du feu en milieu urbain. Les premiers modèles physiques de propagation urbaine cherchaient déjà à représenter le transfert du feu entre bâtiments à partir des mécanismes thermiques et des caractéristiques du tissu urbain (Himoto et Tanaka 2008). Leur rapprochement avec les modèles de feu de végétation répond à une difficulté propre aux interfaces : les mécanismes dominants changent au cours d'un même événement, et le front continu n'est qu'une composante parmi les contacts de flamme, le rayonnement et les ignitions par brandons. Dans l'étude paramétrique unidimensionnelle de Purnomo et al. (2024), les propriétés de résistance au feu des structures ont un effet marqué sur la propagation, tandis que l'organisation spatiale du bâti (voir Chapitre 3 sur la vulnérabilité) et la présence d'îlots discontinus de combustibles modifient également la vitesse de transmission. Ce résultat aide à formuler des scénarios de réduction du risque, mais le caractère unidimensionnel et la représentation simplifiée de la variabilité spatiale en limitent la transposition directe.

Assimilation de données et mise à jour dynamique des prévisions

Le passage du modèle à l'outil opérationnel suppose ensuite une capacité de mise à jour. Le paradigme DDDAS (*Dynamic Data-Driven Application Systems*) décrit des simulations qui s'adaptent dynamiquement aux données observées. Appliqué aux incendies, il permet d'enchaîner des prévisions successives et de réinjecter régulièrement l'évolution du contour, du vent, de l'humidité ou de l'état des combustibles (Artés et al. 2015). La latence, la robustesse et l'intégration dans le processus de conduite deviennent alors aussi importantes que le modèle lui-même. L'objectif n'est pas de « prédire parfaitement », mais de maintenir, dans une boucle OODA courte, une représentation cohérente des scénarios, de leurs incertitudes et des marges de manœuvre disponibles (González-Olabarría et al. 2023).

Quantification des incertitudes et évaluation probabiliste des prévisions

Cette actualisation ne dispense pas d'évaluer les prévisions. Les cadres de représentation et de comparaison des simulations évitent de surinterpréter un scénario lorsque l'incertitude sur la météo, les combustibles ou les paramètres domine (Benali et al. 2016; Filippi, Mallet, et Nader 2014). Ils justifient un usage fondé sur des ensembles de scénarios ou des enveloppes probabilistes plutôt que sur un tracé unique. Même les heuristiques de terrain, telles qu'une vitesse de propagation estimée à 10 % de la vitesse du vent, doivent être bornées et contextualisées avant de servir de repère décisionnel (Cruz et al. 2020).

Ce continuum va désormais des approches empiriques aux modèles dynamiques et aux méthodes d'intelligence artificielle. Leur intérêt dépend de l'objectif (i.e., prévision à court terme, planification, alerte ou analyse de risque) et de contraintes concrètes de latence, d'interprétabilité et de robustesse hors du domaine d'apprentissage (Singh et al. 2025). Cette diversité renforce la nécessité d'une doctrine d'emploi : choisir l'outil en fonction de la décision à éclairer, puis savoir reconnaître le moment où ses hypothèses cessent d'être valides.

3.4.2.2. Anticipation des conséquences et aide à la décision opérationnelle

Les modèles de propagation n'ont d'intérêt opérationnel que s'ils permettent d'anticiper les conséquences de l'incendie sur les populations, les infrastructures et les opérations de secours, notamment en éclairant l'estimation des dommages, la planification des évacuations et le choix du moment de leur déclenchement.

Anticipation des dommages et vulnérabilité des bâtiments

L'anticipation des conséquences de l'incendie ne se limite pas à la simulation du front de feu. Elle suppose également de pouvoir estimer les dommages susceptibles d'affecter les bâtiments et les infrastructures exposés. Dans les interfaces ville — espace naturel, la difficulté augmente car il ne suffit plus de représenter la propagation du front : il faut également prendre en compte l'hétérogénéité du bâti, des jardins et des voiries, ainsi que les ignitions secondaires et les différents mécanismes de transmission du dommage. Les revues récentes identifient plusieurs verrous persistants concernant les données disponibles sur les bâtiments et les combustibles fins, la prise en compte de la micrométéorologie, les échelles de calcul et la validation des modèles (Price, Ondei, et Bowman 2025). Plusieurs approches ont été développées pour lever progressivement ces limitations.

Les approches semi-physiques fondées sur une représentation de type *level-set* permettent néanmoins de reconstruire les événements et de mieux attribuer les mécanismes de destruction (Dwi M.J. Purnomo et al. 2024). Elles font ainsi le lien entre la simulation de la propagation et l'analyse des dommages, en améliorant à la fois la calibration des modèles et les doctrines de protection des bâtiments.

Le passage à une reconstruction bidimensionnelle permet de confronter les simulations à des événements réels et de produire des cartes de flux thermique et de dommages (Dwi M.J. Purnomo et al. 2024). Une autre voie consiste à combiner les reconstructions, les observations post-incendie et l'apprentissage automatique. Sur cinq incendies californiens, Zamanialaei et al. (2025) identifient notamment l'espacement entre structures, leur exposition au feu, leur résistance à l'ignition et le débroussaillement autour des bâtiments comme des facteurs agissant conjointement sur leur probabilité de survie (voir Chapitre 3 sur la vulnérabilité). Leur classifieur atteint 82 % de justesse sur les données étudiées et leur scénario hypothétique combinant durcissement des bâtiments et espace défendable réduit les pertes estimées de 52 %. Ces résultats ne doivent toutefois pas être interprétés comme des performances universelles, puisqu'ils décrivent un corpus californien et un scénario contrefactuel. Ils conduisent néanmoins à une conclusion opérationnelle importante : la réduction des dommages doit être pensée conjointement à l'échelle du bâtiment, de la parcelle et du voisinage, et non à travers la seule défense du front de feu (voir également Chapitre 8 sur l'urbanisme, l'aménagement et la gouvernance).

Anticipation des évacuations

L'anticipation des évacuations repose sur l'estimation simultanée de la dynamique attendue du feu, de la capacité du réseau routier à supporter les déplacements des populations et des secours, ainsi que de la vulnérabilité des territoires exposés (Khorasani et al. 2023). La littérature propose généralement de définir, en amont de la crise, des seuils de déclenchement géolocalisés (trigger points) associés à des actions prédéterminées. Lorsque ces seuils sont atteints, l'alerte est émise afin d'engager les mesures prévues.

Les travaux les plus récents dépassent cette approche fondée sur des seuils fixes en couplant les modèles de propagation des incendies à des simulations de trafic afin d'estimer plus précisément les temps d'évacuation et de définir des seuils de déclenchement plus robustes (Li, Cova, et Dennison 2019 ; Ronchi et al. 2019). Ces approches permettent également d'identifier les secteurs où l'évacuation est susceptible d'être la plus difficile, en raison d'une capacité limitée du réseau routier, d'un risque de saturation des axes de circulation ou des caractéristiques sociales des populations concernées (Cova et al. 2013; Nunes et al. 2024).

Ces travaux traduisent une évolution des systèmes d'aide à la décision, qui ne cherchent plus seulement à prévoir la propagation de l'incendie, mais à anticiper simultanément son évolution, ses conséquences humaines et matérielles, ainsi que les options d'action disponibles. Ils montrent également que la qualité de la décision dépend moins d'une prévision unique que de la capacité à combiner plusieurs scénarios, à expliciter leurs incertitudes et à adapter les réponses au contexte local.

3.4.3. La prise de décision

La prise de décision consiste à transformer les informations produites au cours des phases d'observation et d'analyse en actions opérationnelles. Elle porte notamment sur l'allocation des moyens, le choix des stratégies de suppression, le déclenchement des évacuations ainsi que la priorisation des actions de protection. Les

systèmes d'aide à la décision cherchent à structurer ces arbitrages en intégrant des informations de plus en plus nombreuses et hétérogènes, tout en conservant une capacité d'action compatible avec les contraintes du temps réel. Ils visent ainsi moins à automatiser la décision qu'à rendre explicites les hypothèses, les scénarios envisageables et les conséquences attendues des différentes options d'action.

3.4.3.1. Décision tactique et allocation des moyens

Systèmes d'aide à la décision et allocation des ressources

La prise de décision opérationnelle s'appuie de plus en plus sur des systèmes d'aide à la décision destinés à structurer l'allocation des moyens, le pré-positionnement des ressources et le choix des stratégies d'intervention. Ces outils visent à expliciter les hypothèses retenues, à comparer plusieurs scénarios et à rendre les décisions plus traçables. Le *Wildland Fire Decision Support System* (WFDSS) constitue à cet égard une référence. Il permet d'intégrer des informations relatives au comportement attendu du feu, aux enjeux exposés et aux objectifs opérationnels afin de préparer différents scénarios d'engagement, y compris avant le départ d'un incendie (Noonan-Wright et al. 2011).

La littérature montre toutefois que la modélisation de la suppression demeure confrontée à plusieurs limites, notamment la disponibilité des données sur l'engagement effectif des moyens, l'hétérogénéité des contextes opérationnels et la difficulté de valider les modèles (Duff et Tolhurst 2015). Ces systèmes ne remplacent donc pas le jugement opérationnel ; ils constituent avant tout des outils d'aide permettant de rendre explicites les compromis associés aux différentes options d'intervention.

Les limites de la logique de suppression

Au-delà de son efficacité dans les situations courantes, la suppression atteint ses limites lors des incendies les plus extrêmes. La crise se caractérise alors par des points de rupture : l'objectif n'est plus uniquement d'éteindre le feu, mais de protéger les personnes et les biens, de limiter les impacts et d'adapter en permanence l'organisation des secours. L'analyse du rôle de la force de suppression sur les très grands incendies met ainsi en évidence des limites structurelles et des seuils implicites d'efficacité, au-delà desquels l'augmentation des moyens engagés ne produit plus les gains attendus (Fernandes et al. 2016; Silva et al. 2020). Dans cette perspective, le cadre de la résilience des opérations complète l'approche centrée sur la suppression en mettant l'accent sur la capacité des organisations à s'adapter aux ruptures de coordination, aux contraintes logistiques, à la fatigue des intervenants et à l'évolution rapide de la situation opérationnelle (Alfano 2025). Cette résilience organisationnelle est notamment illustrée par l'analyse du méga-feu de Landiras en 2022 (Gironde, plus de 20 000 ha) (Lacoste et Picaud-Bello 2026) : face au débordement capacitaire, l'action a reposé sur une articulation dynamique entre la hiérarchie formelle de commandement (SDIS, préfecture) et les réseaux informels locaux (sylviculteurs, DFCI, entrepreneurs forestiers). L'étude montre que cette coordination d'urgence est facilitée par des acteurs-frontières (*boundary spanners*) à double appartenance (e.g. sapeurs-pompiers volontaires et forestiers) et par un capital social territorialisé, favorisant l'émergence d'une communauté épistémique hybride qui conjugue expertise tactique des secours et connaissance intime du massif forestier.

Les décisions doivent également intégrer certaines contraintes structurelles. Les infrastructures électriques et ferroviaires occupent notamment une position ambivalente : elles constituent à la fois des sources potentielles d'ignition et des leviers de réduction du risque lorsque l'interruption préventive du service est envisageable (Babrauskas 2024 ; Nezval, Andrášik, et Bíl 2022).

3.4.3.2. Formalisation de la décision d'évacuation

L'aide à la décision peut également porter sur le déclenchement des évacuations. Elle repose sur le couplage entre la prévision de la propagation de l'incendie, la simulation des déplacements et l'évaluation des contraintes du réseau routier afin de déterminer quand évacuer, quelles zones prioriser et quels itinéraires privilégier.

Une première approche consiste à définir, avant la crise, des seuils d'évacuation associés à des repères géographiques (trigger points). Lorsque le front franchit ces seuils, une alerte est automatiquement déclenchée. Des ensembles de seuils (buffers) peuvent ainsi être construits pour un territoire donné en fonction des combustibles,

de la topographie et des conditions météorologiques, comme dans le système WUIVAC (Dennison, Cova, et Mortiz 2007).

Les développements récents dépassent cette logique fondée sur des seuils fixes en couplant les modèles de propagation avec des simulations explicites du trafic routier afin d'estimer les temps d'évacuation et de définir des seuils plus robustes, qu'ils reposent sur une approche probabiliste (Li et al. 2019) ou davantage fondée sur la physique (Ronchi et al. 2019).

Ces approches contribuent également à la sécurité des intervenants. Des zones de déclenchement peuvent être calculées en fonction des itinéraires de repli disponibles, des modalités d'évacuation et des conditions attendues du feu afin d'identifier le moment à partir duquel une équipe doit abandonner sa position. Les travaux utilisant WUIVAC montrent notamment que le temps nécessaire pour rejoindre une zone sûre constitue le principal déterminant de l'étendue de ces zones (Fryer, Dennison, et Cova 2013).

Ces modèles supposent toutefois que les ordres d'évacuation puissent effectivement être transmis. Lorsque ce n'est pas le cas, des applications mobiles sont susceptibles de proposer des itinéraires d'évacuation en temps réel, à condition de s'appuyer sur une anticipation suffisamment précise de la propagation et sur une notification très rapide après le départ du feu (Kamilaris et al. 2023).

Enfin, ces approches mettent en évidence une contrainte structurelle déterminante : lorsque la demande d'évacuation dépasse la capacité et la redondance du réseau viaire, les temps minimaux d'évacuation s'allongent fortement. Les méthodes d'identification et de classement des communautés à faible capacité de sortie (*low egress communities*) permettent alors de repérer les secteurs prioritaires pour la planification des évacuations, la maîtrise de l'urbanisation et le pré-positionnement des moyens (Cova et al. 2013) (voir Chapitre 8 sur l'urbanisme, l'aménagement et la gouvernance).

Ensemble, ces approches relient directement la prévision de la propagation — où et quand la menace atteint des seuils critiques — aux décisions d'évacuation. Elles permettent d'en préciser le déclenchement, les modalités de mise en œuvre, les itinéraires à privilégier et les priorités territoriales. Elles illustrent ainsi l'évolution de la littérature, qui passe progressivement de règles fondées sur des seuils géographiques fixes à des systèmes d'aide à la décision intégrant simultanément la dynamique de l'incendie, les contraintes du réseau routier, les capacités d'évacuation et les caractéristiques des territoires exposés.

3.4.3.3. Cartographie et représentation de la décision

La cartographie constitue un support transversal de la prise de décision, tant pour les gestionnaires de crise que pour les populations exposées. Elle permet de représenter la dynamique spatiale de l'incendie, d'orienter les décisions opérationnelles et de communiquer les informations essentielles aux personnes concernées.

Du côté des gestionnaires, les approches par simulation de l'exposition et de la transmission du risque permettent de mieux comprendre où se structurent les principaux « chemins » de propagation du risque et, en conséquence, d'orienter les décisions de protection, de pré-positionnement des moyens ou de renforcement de certains secteurs particulièrement exposés (Salis et al. 2021). Dans la même logique, l'étude de Nunes et al. (2024) au Portugal propose une cartographie croisant aléa et vulnérabilité sociale afin d'identifier les secteurs où les conditions d'évacuation sont les plus critiques. Elle prend notamment en compte le temps nécessaire pour rejoindre des abris à pied ou en voiture et peut servir de support à la décision pour prioriser les mesures de prévention (aménagements, localisation d'abris) ou déclencher les évacuations. Les cas étudiés concernent toutefois des villages et reposent sur un contexte rural qui ne permet pas de représenter les phénomènes de saturation susceptibles de se produire dans des territoires plus urbanisés.

Auprès des populations, les cartes constituent un outil privilégié pour communiquer les alertes précoces, dans la mesure où celles-ci comportent une grande quantité d'informations spatiales. Certaines agences restent néanmoins réticentes à diffuser des cartes précises et actualisées, craignant une mauvaise compréhension par le public ou une surcharge informationnelle. Les travaux expérimentaux de Cao et al. (2016) montrent au contraire que des cartes correctement conçues surpassent les messages exclusivement textuels pour communiquer la majorité des informations d'alerte incendie. Elles améliorent notamment la compréhension de la localisation

du feu, de sa direction de propagation, de la distance au foyer, de la position du domicile par rapport à la zone d'alerte, renforcent la perception du risque, augmentent l'attrait du message et favorisent l'adoption des comportements recommandés. Les auteurs montrent également que l'approche la plus efficace consiste à associer les cartes à des informations textuelles explicites et impératives, notamment le nom et l'adresse des refuges, les noms de routes ou de repères familiers, les routes fermées ainsi que des descripteurs synthétiques de la situation, tels que « hors de contrôle ». La conception des cartes doit respecter les principes de sémiologie graphique et privilégier une compréhension immédiate grâce à des couleurs auto-explicatives (par exemple rouge ou rouge-jaune pour les zones de danger), des symboles analogiques intuitifs et cohérents avec le phénomène représenté (lignes pour les routes fermées, flèches pour le vent), un fond de carte qui n'interfère pas avec les informations de risque, ainsi que des légendes courtes, centrées sur les informations critiques, non ambiguës et mises à jour en fonction de l'évolution de la situation. Plus généralement, les travaux sur la conception des cartes d'alerte montrent que leur efficacité dépend moins de leur sophistication technique que de leur lisibilité, des repères spatiaux proposés et de leur mise en contexte, qui conditionnent la capacité des usagers à se situer, à comprendre la menace et à identifier les actions attendues. Une partie de l'efficacité de la gestion de crise repose ainsi sur la compréhension et l'adhésion du public, ce qui plaide en faveur de produits cartographiques conçus avant tout pour soutenir la décision et faciliter l'action, plutôt que de cartes techniquement sophistiquées, mais peu utilisables en situation de crise (Cao, Boruff, et McNeill 2017).

3.4.4. L'action, son évaluation et le retour d'expérience

L'action ne constitue pas l'aboutissement du processus décisionnel, mais une nouvelle phase d'observation, d'évaluation et d'apprentissage. Son efficacité ne peut être appréciée indépendamment du contexte dans lequel elle est conduite, qu'il s'agisse d'évaluer un moyen particulier, une tactique ou une doctrine de suppression. Les décisions opérationnelles sont en effet façonnées par le comportement du feu, le moment de l'intervention, les enjeux à protéger, les conditions d'accès, les ressources disponibles, la coordination entre acteurs ainsi que par la manière dont la menace est interprétée et traduite en décisions (Penney et al. 2022). L'évaluation de l'action doit donc éviter de confondre l'effet propre des moyens engagés avec celui du contexte dans lequel ils sont mobilisés.

3.4.4.1. Une efficacité toujours dépendante du contexte

La littérature montre que l'efficacité tactique ne dépend jamais des seuls moyens engagés. Les choix de suppression, qu'ils relèvent d'une suppression totale ou partielle, résultent autant de contraintes techniques que de facteurs sociaux, environnementaux et organisationnels (Daniels et al. 2024 ; McLennan et Eburn 2014). À mesure que les incendies deviennent plus intenses, les limites intrinsèques de la lutte apparaissent plus nettement et les priorités évoluent : il ne s'agit plus uniquement d'éteindre l'incendie, mais aussi d'arbitrer entre plusieurs objectifs, d'adapter l'organisation opérationnelle et de renforcer la résilience du système de gestion (Alfano 2025 ; Fernandes et al. 2016 ; Tedim et al. 2018) (voir Tableau 1 : Principaux indices de basculement vers un feu extrême).

Dans cette perspective, l'action prolonge le processus décisionnel plutôt qu'elle ne l'achève. L'engagement des moyens, les décisions d'évacuation et les mesures de protection produisent de nouvelles informations qui alimentent en permanence l'appréciation de la situation. Cette logique correspond à la dernière étape de la boucle OODA : les résultats des actions entreprises et les nouvelles observations permettent d'actualiser la représentation de la menace, de réorienter la stratégie si nécessaire et de décider de nouvelles interventions.

3.4.4.2. Évaluer l'efficacité des moyens : le cas des moyens aériens

Les moyens aériens illustrent particulièrement bien la difficulté d'évaluer l'efficacité d'une intervention. Les analyses disponibles montrent que leur contribution ne peut être appréciée à partir du seul volume de ressources engagées. Elle dépend étroitement de la qualité des données disponibles sur les missions réalisées, les coûts, les objectifs tactiques poursuivis, les conditions environnementales et l'articulation avec les moyens terrestres (Calkin et al. 2014 ; Thompson et al. 2013). Les conditions météorologiques, les créneaux de vol, les contraintes logistiques et les caractéristiques du terrain modulent également fortement leur efficacité opérationnelle

(Stonesifer et al. 2016). Ces travaux invitent ainsi à interpréter avec prudence les évaluations fondées uniquement sur le nombre d'appareils mobilisés ou sur les volumes de retardant largués.

Cette prudence est confirmée par un rapport de revue systématique réalisée par Plucinski dans le contexte australien[6]. Les résultats les plus robustes concernent l'attaque initiale des départs de feu : lorsqu'ils sont engagés rapidement et que leur action est relayée sans délai par des équipes au sol, les moyens aériens augmentent la probabilité de contenir rapidement un incendie naissant, ce qui correspond à la doctrine mise en place en France par Battesti (1997). À l'inverse, lorsque les conditions météorologiques deviennent très sévères, certains incendies échappent à l'attaque initiale indépendamment de l'importance des ressources mobilisées, rendant beaucoup plus difficile l'identification de l'effet propre des aéronefs sur les grands feux. La revue souligne également que les résultats obtenus aux États-Unis ne peuvent être transposés directement au contexte australien, en raison des différences de flotte, de tactiques d'intervention, de végétation, de relief, de météorologie ou encore de disponibilité en eau (Plucinski 2025). Cette réserve s'étend plus largement à toute comparaison entre systèmes opérationnels différents, notamment lorsqu'il s'agit d'extrapoler ces résultats au contexte européen ou français.

L'évaluation de l'efficacité d'un largage doit ainsi partir de son objectif tactique précis — ralentir la propagation, diminuer l'intensité du feu, protéger un enjeu particulier ou soutenir une ligne d'intervention — avant d'examiner si le produit largué a effectivement interagi avec le feu et permis d'atteindre l'objectif fixé. Les résultats de l'étude américaine AFUE (à retrouver dans le rapport), illustrent cette difficulté : 11 % des largages observés n'ont pas interagi avec le feu, tandis que les objectifs les plus fréquemment recherchés, comme le ralentissement de la propagation ou la réduction de l'intensité, figurent parmi les plus difficiles à mesurer objectivement. Une évaluation rigoureuse suppose donc de croiser les trajectoires des aéronefs, les objectifs tactiques assignés, le comportement du feu, les conditions environnementales et les interventions des équipes terrestres. Les données de télémétrie permettent de localiser précisément les opérations réalisées, mais elles ne suffisent pas, à elles seules, à établir leur efficacité.

3.4.4.3. Évaluer les doctrines et les systèmes de gestion

L'évaluation d'une doctrine de suppression est plus complexe encore que celle d'un moyen isolé. Contrairement à une expérimentation contrôlée, les tactiques ne sont jamais mises en œuvre de manière aléatoire : elles sont choisies en fonction du comportement du feu, des enjeux menacés, des ressources disponibles, des contraintes opérationnelles ainsi que de la culture des organisations. Les différences observées entre plusieurs stratégies reflètent donc autant les caractéristiques des incendies auxquels elles sont appliquées que leurs effets propres. Toute comparaison entre doctrines doit ainsi éviter de confondre association statistique et relation causale.

L'étude de 374 incendies menée dans le nord des Rocheuses illustre cette difficulté. Daniels et al. (2024) montrent que la suppression totale est plus fréquemment mise en œuvre lorsque la densité de logements est élevée, à certaines périodes de l'année, selon le type de juridiction, lorsque le feu est d'origine humaine ou présente un fort potentiel de croissance. Ces résultats décrivent les conditions réelles dans lesquelles les décisions sont prises, mais ne permettent pas de conclure qu'une doctrine produirait, à elle seule, de meilleurs ou de moins bons résultats. Ils soulignent au contraire la nécessité d'intégrer les dimensions sociales, institutionnelles et organisationnelles dans toute évaluation des stratégies de suppression (voir Chap. 8, Urbanisme, aménagement, gouvernance).

Les travaux quantitatifs consacrés aux très grands incendies conduisent à une prudence comparable. En analysant les incendies portugais d'au moins 2 500 hectares, Fernandes et al. (2016) montrent que les caractéristiques de l'environnement du feu expliquent davantage la taille finale des incendies que le niveau des moyens engagés, tandis que leur influence respective apparaît plus équilibrée pour l'évolution de la surface brûlée. Les auteurs n'observent pas d'association entre l'augmentation des ressources mobilisées et la réduction du délai de fixation du feu (c'est-à-dire la fin de la croissance de la surface brûlée). Ils mettent plutôt en évidence

[6] Plucinski, Matt.2025 "Review of aerial suppression effectiveness research literature." *Natural Hazards Research Australia. Technical Report* 43 (2025): 2025-03.

l'importance de la rapidité de la mise sous contrôle et de la capacité à exploiter les occasions tactiques. Ces résultats ne signifient ni que les moyens seraient inefficaces ni qu'il existerait un seuil universel de ressources ; ils concernent un ensemble particulier de très grands incendies et demeurent dépendants des variables analysées ainsi que des méthodes retenues.

À une échelle temporelle plus longue, plusieurs travaux interrogent les effets cumulés des politiques de suppression sur les régimes d'incendie. Les simulations réalisées en Catalogne montrent que la reproduction de certains régimes régionaux nécessite de représenter explicitement les effets de la lutte contre les incendies, tout en soulignant que leur capacité à compenser les effets du changement climatique varie selon les sous-régions et les scénarios étudiés (Brotons et al. 2013). De son côté, le « biais de suppression » proposé par Kreider et al. (2024) suggère que l'élimination préférentielle des incendies de faible ou moyenne intensité pourrait conduire à une augmentation relative des surfaces brûlées dans des conditions extrêmes. Parce qu'ils reposent sur des modèles de simulation et des scénarios contrefactuels, ces travaux permettent d'interroger les conséquences à long terme d'une politique de suppression systématique, mais ils ne peuvent être transposés directement à la conduite d'une intervention particulière. Ils invitent ainsi à distinguer trois niveaux complémentaires d'évaluation : l'efficacité tactique pendant la crise, l'efficacité d'une doctrine à l'échelle de plusieurs saisons d'incendie et les effets écologiques à long terme des politiques de suppression, abordés dans le Chapitre 5 sur le changement global.

Au-delà de l'évaluation des doctrines, la littérature souligne que l'efficacité de la gestion des incendies dépend de la cohérence de l'ensemble du système décisionnel. Les revues récentes recommandent ainsi d'appréhender conjointement la prévention, la détection, la planification et l'engagement des moyens plutôt que d'évaluer isolément chaque technologie ou chaque tactique (Tezcan et Eren 2025). Dans cette perspective, les approches prédictives développées en milieu urbain cherchent également à estimer la durée probable des opérations afin d'améliorer l'allocation des ressources et d'anticiper la disponibilité des moyens, tout en nécessitant une validation dans chaque contexte opérationnel (Sahebi et al. 2025). Cette approche systémique rappelle également que les choix entre suppression totale et suppression partielle ne relèvent pas uniquement de considérations techniques. Ils traduisent aussi des arbitrages entre enjeux sociaux, économiques, environnementaux et politiques (Daniels et al. 2024). Comme le soulignent McLennan et Eburn (2014), ces arbitrages reposent sur des valeurs et des compromis qui demeurent souvent implicites et rarement débattus (voir Chap. 8, Urbanisme, aménagement, gouvernance).

3.4.4.4. Le retour d'expérience : transformer l'action en apprentissage

L'évaluation ne s'achève pas avec l'extinction de l'incendie. Le retour d'expérience constitue un levier essentiel d'apprentissage collectif, particulièrement face aux feux extrêmes dont la fréquence reste faible, mais dont les conséquences sont majeures (voir Chap. 4, Conséquences). Il permet de documenter les mécanismes d'accident, les séquences décisionnelles et les conditions environnementales ayant conduit à des situations critiques afin d'identifier les points de rupture et les améliorations possibles, notamment dans le cas des feux dits éruptifs (Athanasiou et al. 2025).

Pour que cet apprentissage soit cumulatif, les études post-incident doivent dépasser la seule analyse technique de l'incendie. Elles doivent associer de manière coordonnée les données physiques — périmètres, comportement du feu, exposition des enjeux, atteintes aux structures — aux données humaines et organisationnelles recueillies auprès des intervenants et, lorsque cela est pertinent, des populations concernées. Cette articulation permet de comprendre non seulement ce qui s'est produit, mais aussi pourquoi les décisions prises ont conduit à certains résultats.

La revue de Gaudet et al. (2020) propose à cet égard un cadre structuré distinguant trois étapes complémentaires : la préparation du déploiement des équipes d'étude, la collecte des données sur le terrain puis leur intégration dans un dispositif cohérent d'analyse. Les auteurs soulignent également les difficultés liées à la sécurité des équipes, aux contraintes logistiques et à l'hétérogénéité des données, qui compliquent la comparaison entre événements. Ce cadre ne permet pas, à lui seul, d'évaluer l'efficacité d'une doctrine de suppression. En revanche, il améliore la qualité, la comparabilité et la traçabilité des observations mobilisées pour cette

évaluation, limite les conclusions fondées sur des retours d'expérience incomplets et favorise l'accumulation progressive de connaissances.

Le retour d'expérience ne se limite cependant pas à l'analyse des opérations de lutte. Il vise à reconstituer l'ensemble de la trajectoire de la catastrophe, depuis l'origine du feu jusqu'aux conditions du relèvement. Une classification harmonisée des causes[7] facilite ainsi les comparaisons et l'apprentissage entre territoires, tandis que l'analyse des incendies à l'interface ville — espace naturel permet d'identifier des mesures adaptées aux combustibles, au bâti et aux pratiques locales (Gjedrem et Metallinou 2023).

Après la crise, la reconstruction concentre en quelques mois des décisions habituellement réparties sur plusieurs années — relogement, remise en état des réseaux, financement, réorganisation institutionnelle — selon des temporalités qui ne coïncident pas nécessairement. Cette « compression temporelle » explique pourquoi le retour d'expérience ne peut être conçu comme une activité postérieure à la crise, mais doit être préparé dès sa gestion afin d'alimenter les décisions de relèvement (Olshansky, Hopkins, et Johnson 2012). (voir Chap. 4 sur les conséquences post-crise, et le Chap. 8 sur la reconstruction).

3.5. Ruptures de modèles : le cas des feux extrêmes

Les incendies extrêmes posent un problème particulier, car ils ne correspondent pas seulement à une intensification du feu, mais à un changement d'échelle et parfois de régime de propagation susceptible de rendre toute tentative de suppression inefficace (Kreider et al. 2024). La littérature souligne que ces situations, rencontrées notamment lors des incendies à forts impacts humains (présentés au Chap. 4 sur les conséquences), tels que Mati en Grèce, Camp Fire ou Palisades en Californie, se caractérisent par des interactions complexes entre le feu et l'atmosphère. Elles mobilisent des phénomènes tels que la pyroconvection, les vents induits par le feu, la dynamique du panache ou le transport de brandons, qui compliquent simultanément l'interprétation de la situation, les comportements de mise en sécurité et l'action des secours. Lorsque ces interactions deviennent déterminantes, elles remettent également en cause les hypothèses sur lesquelles reposent les outils de prévision opérationnels. Les modèles fondés sur une météorologie prescrite indépendamment du feu décrivent alors difficilement les modifications locales du vent, les rétroactions entre le panache et la propagation, ainsi que certains comportements extrêmes qui en résultent (Bakhshaii et Johnson 2019 ; Filippi et al. 2018). Les sautes de feu constituent notamment un aléa tactique majeur en générant des foyers secondaires qui compliquent considérablement les opérations de lutte et la protection des personnes, du bâti et des infrastructures (Wang 2011).

3.5.1. Anticiper les feux extrêmes

Les simulateurs rapides répondent principalement à une question spatiale : où le front de feu est-il susceptible de se propager dans les prochaines heures ? Cette approche demeure indispensable pour l'aide à la décision quotidienne, mais elle suppose généralement une météorologie prescrite indépendamment du feu. Elle ne peut donc représenter le vent que l'incendie modifie lui-même, ni les rétroactions entre le panache, l'atmosphère et la propagation. L'anticipation des feux extrêmes suppose ainsi de compléter ces outils afin d'identifier les situations où ces hypothèses cessent d'être valables.

3.5.1.1. Les modèles couplés feu-atmosphère

Dans certains feux extrêmes, les interactions entre le feu et l'atmosphère deviennent suffisamment importantes pour modifier profondément le comportement de l'incendie. L'enjeu ne consiste alors plus seulement à prévoir la trajectoire du front de feu, mais à reconnaître un changement de régime dans lequel l'incendie influence lui-même les conditions de sa propagation. Les modèles couplés feu-atmosphère répondent à cette problématique en calculant simultanément l'évolution du feu et celle de l'écoulement atmosphérique. Ils permettent ainsi de représenter les modifications locales du vent, la dynamique de la colonne convective, les rétroactions entre le

[7] Classification harmonisée proposée par le Centre commun de recherche de la Commission européenne (European Commission 2013).

panache et la propagation, ainsi que certaines accélérations que les modèles non couplés décrivent difficilement (Bakhshaii et Johnson 2019 ; Filippi et al. 2018).

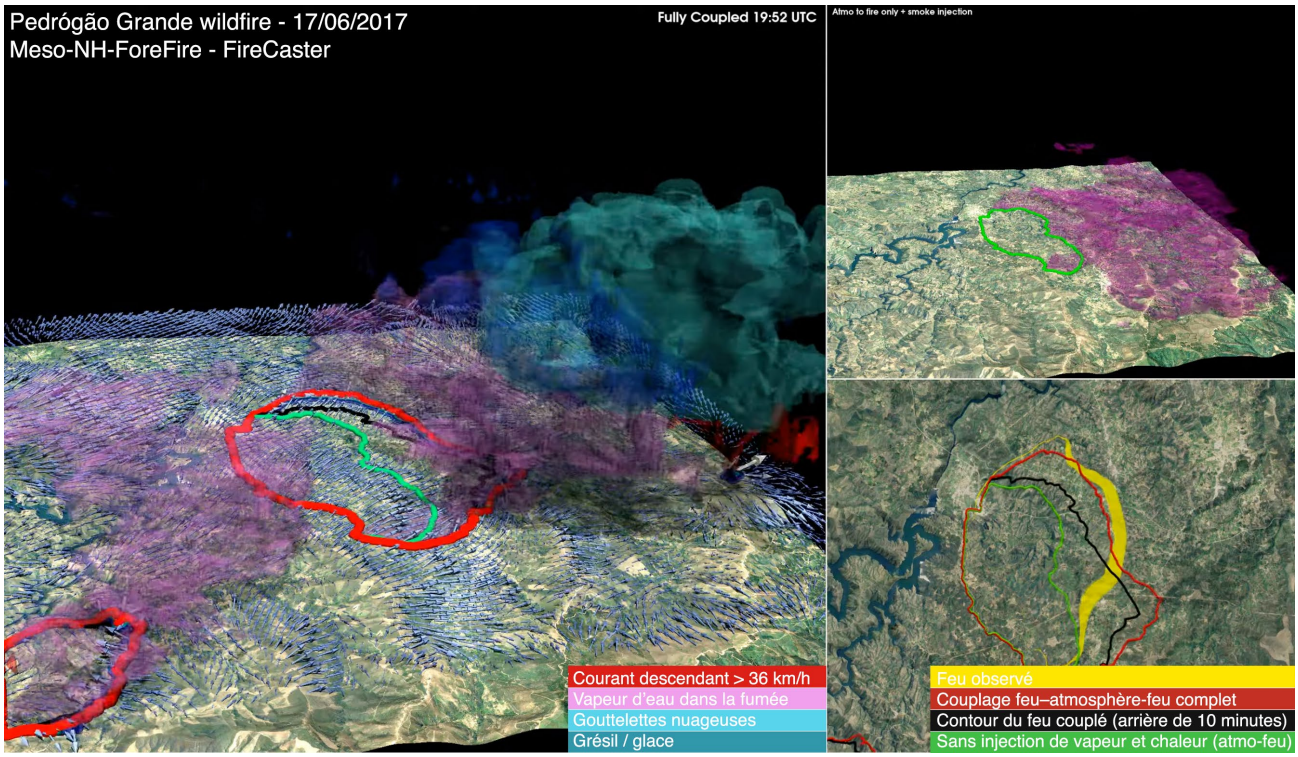


Figure 5 : Incendies de Pedrógão et de Góis (en bas à gauche), situation à 20 h. Simulation couplée (gauche, contours rouge et noir décalés de 10 minutes), simulation couplée sans injection de chaleur (droite, contours verts) et dynamique observée (jaune, épaisseur 10 minutes). Les flèches correspondent au vent au sol (maximum 30 m/s), le cyan à la présence de glace (hauteur maximale : 8 000 m) et le bleu à la présence de gouttelettes. Le volume rouge correspond à une zone où le vent vertical descendant dépasse 10 m/s (fortes rafales descendantes) (Couto et al. 2024).

Les modèles couplés n'ont toutefois pas vocation à remplacer les simulateurs rapides dans les centres opérationnels. Leur coût de calcul, leurs besoins en données et la difficulté de leur validation limitent encore leur emploi courant. Ils sont surtout mobilisés pour les situations qui sortent du domaine empirique des modèles de propagation, notamment les embrasements brutaux, les feux d'interface, les combustibles très hétérogènes et les régimes dominés par les interactions entre le feu et l'atmosphère (Mell et al. 2007). Parmi ces situations, la formation d'un pyrocumulonimbus constitue l'une des manifestations les plus spectaculaires du changement de régime. L'orage généré ou renforcé par l'incendie peut transporter massivement fumées et aérosols jusque dans la basse stratosphère, révélant un couplage entre le feu et l'atmosphère qui dépasse largement l'échelle du front (Fromm et al. 2010). De tels phénomènes illustrent les limites des approches fondées sur une météorologie prescrite indépendamment du feu et justifient le recours à des modèles couplés. La doctrine d'emploi devient ainsi graduée : les simulateurs rapides restent privilégiés pour actualiser les scénarios tactiques tant que leurs hypothèses demeurent valides, tandis que les modèles couplés, associés à des indicateurs spécifiques et à une expertise renforcée, sont mobilisés lorsque ces hypothèses cessent de l'être.

Les modèles couplés ne remplacent donc pas les simulateurs rapides ; ils étendent le domaine d'analyse en permettant de comprendre, de simuler et d'anticiper les situations dans lesquelles les hypothèses des modèles opérationnels cessent d'être satisfaites.

3.5.1.2. Les indices et signaux précurseurs des feux extrêmes

Pour être utiles à la décision, les outils de prévision doivent transformer une dynamique complexe, en particulier le couplage entre l'incendie et l'atmosphère, en indicateurs interprétables. Les indices d'interaction feu-atmosphère répondent précisément à cet objectif : ils fournissent une métrique permettant d'estimer la probabilité de comportements extrêmes et d'anticiper les bascules potentielles. En complément, les synthèses consacrées aux feux extrêmes jouent un rôle doctrinal en stabilisant un vocabulaire commun, en identifiant les principaux signaux précurseurs et en articulant les liens entre conditions météorologiques, comportement du feu et sécurité des intervenants. Elles constituent ainsi un support essentiel pour intégrer ces connaissances dans les procédures opérationnelles et les briefings des équipes (Artés et al. 2022 ; Werth et al. 2016).

Les situations à l'interface ville — espace naturel conduisent également à rapprocher l'anticipation de la propagation en milieu naturel de celle développée pour le milieu urbain. L'enjeu n'est plus seulement de suivre l'évolution d'un front de feu, mais aussi de représenter la transmission de l'incendie et des dommages au bâti. Ces approches nécessitent de modéliser les mécanismes de destruction des structures (Dwi M.J. Purnomo et al. 2024; Zamanialaei et al. 2025) et s'appuient en partie sur des modèles physiques initialement développés pour les incendies strictement urbains, comme celui proposé par Himoto et Tanaka (2008).

Cette évolution s'accompagne du développement d'outils capables non seulement de détecter les situations extrêmes, mais aussi d'anticiper les transitions vers un feu extrême. La littérature propose ainsi différents indices destinés à qualifier la probabilité de tels comportements et à repérer les bascules potentielles (Artés et al. 2022 ; Werth et al. 2016). Elle montre également que certains modèles de simulation du comportement du feu contribuent à cette anticipation, en particulier lorsqu'ils intègrent explicitement les interactions entre le feu et l'atmosphère ou permettent d'explorer rapidement des scénarios de propagation dans des configurations complexes (Filippi et al. 2018 ; Mandel et al. 2014). Ces travaux permettent d'identifier des signaux précurseurs et de mieux relier les conditions météorologiques, le comportement du feu et la sécurité des intervenants. Ils convergent vers l'idée que le franchissement de certains seuils s'accompagne d'une dégradation très rapide des possibilités de suppression, pouvant rendre localement impossible l'attaque directe de l'incendie (voir Zoom : Principaux indices de basculement vers un feu extrême). Cette limite ne résulte pas uniquement d'un manque de moyens ; elle traduit un véritable changement de régime du contexte d'intervention, comme le montrent les retours d'expérience sur les feux extrêmes (Athanasiou et al. 2025; Kreider et al. 2024).

Zoom : Principaux indices de basculement vers un feu extrême

La littérature ne met pas en évidence d'indicateur unique permettant, à lui seul, d'orienter la prise de décision face à un incendie susceptible de basculer vers un comportement extrême. Elle décrit plutôt un ensemble d'indices complémentaires, conçus pour compléter l'IFM (Indice Forêt Météo) en situation de crise. Ces outils caractérisent différentes dimensions du risque, notamment les conditions météorologiques propices au couplage feu-atmosphère, certaines métriques du comportement du feu et la difficulté potentielle de sa suppression. Cette littérature est particulièrement développée aux États-Unis et en Australie, où les incendies convectifs sont fréquents, bien documentés et souvent associés aux événements les plus sévères.

Indice	Description	Intérêt opérationnel
Continuous Haines (cHaines) (Mills et McCaw 2010)	Version continue de l'indice de Haines (DA 1988), généralement interprétée par rapport aux percentiles locaux.	Repère les conditions propices aux comportements erratiques et aux phénomènes pyroconvectifs ; particulièrement utilisé en Australie (Dowdy et al. 2019).
HDW (Hot-Dry-Windy Index) (Srock et al. 2018)	Combine la vitesse du vent, la sécheresse de l'air et le déficit de pression de vapeur (VPD) ; interprétation généralement fondée sur les percentiles.	Identifie les journées favorables à une transition vers un comportement extrême ; n'informe pas directement sur l'état des combustibles.
PFT (Pyrocumulonimbus Firepower Threshold) (Tory et Kepert 2021) Pu	Puissance minimale du front de feu nécessaire, dans une atmosphère donnée, pour déclencher une pyroconvection profonde ; exprimée en GW.	Permet d'identifier les situations susceptibles de conduire à une rupture majeure du comportement du feu ; approche encore largement expérimentale.
EFBI (Extreme Fire Behaviour Index) (Artés et al. 2022)	Indice de couplage feu-atmosphère fondé sur les profils verticaux de l'atmosphère ; absence de seuil universel.	Ant icipe une transition vers un incendie fortement convectif ; encore peu standardisé, mais développé notamment en Europe.
Vapor Pressure Deficit (VPD) (Burton et al. 2023)	Déficit de pression de vapeur de l'air (kPa), indicateur de sécheresse atmosphérique. Des valeurs de 4 à 7 kPa, combinées à une humidité des combustibles fins inférieure à 10 %, sont associées à des comportements extrêmes.	Indicateur complémentaire du risque de basculement vers un feu plus intense ; ne dispose pas de seuil universel.
Longueur de flamme/intensité de ligne (Andrews, Heinsch, et Schelvan 2011)	Indicateurs tactiques directement mobilisables. Une longueur de flamme supérieure à 3,4 m ou une intensité dépassant 3 500 kW/m (puissance dite de Byram [Nelson 1993])	Est généralement associée à des sautes de feu, des feux de cimes et une forte convection. Fournissent une aide directe à la décision tactique ; leur estimation reste parfois difficile sur le terrain.
SDI (Suppression Difficulty Index) (Silva et al. 2020)	Indice composite de difficulté de suppression intégrant la topographie, les combustibles, l'accessibilité et les moyens disponibles.	Utile pour le pré-positionnement des ressources et la priorisation des interventions ; indice relatif dépendant du contexte opérationnel.

Pris isolément, aucun de ces outils ne permet d'anticiper avec certitude un feu extrême. Leur intérêt réside dans leur combinaison avec les modèles de simulation, l'observation du comportement du feu et l'expertise des intervenants afin de reconnaître les situations susceptibles de changer de régime.

3.5.2. Adapter les stratégies face aux feux extrêmes

Reconnaître un feu extrême ne constitue toutefois qu'une première étape. Lorsque le changement de régime est engagé, les stratégies de lutte doivent elles aussi évoluer. Ces incendies remettent en cause plusieurs principes de l'intervention opérationnelle, depuis l'attaque directe jusqu'à la hiérarchisation des enjeux à protéger.

3.5.2.1. Les sautes de feu : une manifestation opérationnelle du changement de régime

Les sautes de feu constituent l'une des conséquences opérationnelles les plus caractéristiques des feux extrêmes. Le transport de brandons, ou pyrométéores, crée des foyers secondaires au-delà du front, provoque des franchissements inattendus et complique fortement les opérations de lutte ainsi que la protection des personnes, le bâti et les infrastructures. Les approches analytiques permettent d'estimer des distributions de portée et des probabilités relatives sous le vent (Wang 2011). Toutefois, les comparaisons avec les simulations couplées montrent que les trajectoires peuvent différer sensiblement lorsque les brandons évoluent dans une circulation tridimensionnelle, instationnaire et modifiée par l'incendie lui-même (Bhutia, Jenkins, et Sun 2010). Pour les opérationnels, cette incertitude justifie de ne pas limiter la menace au seul périmètre simulé et de conserver une marge de sécurité sous le vent lorsque le panache se développe. Les sautes de feu montrent ainsi que, lors des feux extrêmes, le front de feu ne résume plus à lui seul l'étendue réelle de la menace.

3.5.2.2. Les limites de la suppression face aux feux extrêmes

Le changement de régime modifie également les conditions de la lutte. L'attaque directe peut devenir localement inefficace lorsque la vitesse de propagation, l'intensité ou la complexité de l'incendie dépassent les possibilités d'engagement sûr et efficace des moyens disponibles. Ce seuil n'est pas uniquement déterminé par les caractéristiques physiques de l'incendie ; il dépend également des accès, du relief, des combustibles, des ressources mobilisables et de leurs délais d'intervention.

Les indices de difficulté de suppression permettent ainsi d'anticiper les secteurs où l'attaque initiale présente les plus faibles probabilités de succès et où la stratégie doit évoluer vers la protection des personnes, le repli ou la défense des enjeux sensibles (Cardil et al. 2025). Les classifications fondées sur les profils atmosphériques complètent cette approche en identifiant les configurations propices à la pyroconvection et aux accélérations extrêmes susceptibles de compromettre l'efficacité de la lutte (Castellnou et al. 2022).

Ces travaux montrent que l'évaluation de la suppression ne peut être identique pour les incendies courants et pour les feux extrêmes. Dans le premier cas, l'objectif est de limiter le nombre et la taille des incendies grâce à une intervention rapide. Dans le second, il s'agit d'adapter les stratégies à des situations où le comportement du feu peut rendre localement impossible toute attaque directe. Les outils mobilisés, les critères d'évaluation et les doctrines d'intervention ne sont alors plus les mêmes.

Cette distinction éclaire notamment les travaux montrant que la suppression modifie elle-même les régimes de feu observés. Dans le sud de la France, le renforcement de la politique de suppression engagé dans les années 1980 a réduit l'activité globale tout en déplaçant les grands incendies vers des situations combinant sécheresse des combustibles et vents forts (Ruffault et Mouillot 2015). Les modèles descriptifs calibrés sur les observations passées ne peuvent donc supposer cette relation stable, d'autant que les politiques de suppression transforment elles-mêmes les régimes qu'elles cherchent à représenter (Curt et Frejaville 2018 ; Hai et al. 2023).

L'efficacité de la suppression ne peut ainsi être appréciée uniquement à partir du nombre ou de la taille des incendies maîtrisés. Elle doit également être appréciée au regard de sa capacité à adapter les stratégies d'intervention lorsque le feu change de régime et que les objectifs de la lutte évoluent, passant progressivement de l'extinction du front à la protection des personnes et des enjeux les plus vulnérables.

3.5.2.3. De la défense de chaque bâtiment à la protection du territoire

Face à un feu extrême, la défense systématique de chaque bâtiment peut exposer les intervenants sans garantir sa sauvegarde. Les retours d'expérience invitent au contraire à reconnaître les limites de l'action, à les partager avec les acteurs concernés et à hiérarchiser explicitement les objectifs de protection (Battesti 1997). Le changement de régime du feu s'accompagne ainsi d'un changement de logique de l'intervention : il ne s'agit plus de défendre chaque construction, mais d'identifier les actions offrant le meilleur effet protecteur à l'échelle du territoire.

À l'interface ville — espace naturel, cette priorisation repose notamment sur les relations spatiales entre la végétation, les constructions et les mécanismes de propagation. L'analyse de ces réseaux permet d'identifier les structures ou les secteurs dont la protection est susceptible de limiter le plus efficacement la transmission de l'incendie (Chulahwat et al. 2022). Les modèles couplant propagation en espace naturel et incendie urbain permettent d'explorer différents scénarios de transmission et d'intervention. Ils demeurent toutefois des outils d'aide à la décision dont les hypothèses, les incertitudes et le domaine de validité doivent être explicités (Dwi M. J. Purnomo et al. 2024).

Cette logique s'étend également aux infrastructures critiques, dont les défaillances peuvent amplifier les conséquences de l'incendie. Les réseaux électriques sont à la fois exposés au feu, susceptibles de constituer une source d'ignition et concernés par des coupures préventives dont le coût social varie fortement selon la capacité des ménages à disposer de solutions de secours (Brown et Muehlenbachs 2024 ; Sfetsos et al. 2021). Les infrastructures ferroviaires soulèvent des enjeux comparables en matière de prévention et de ciblage des mesures de réduction du risque (Symmank, Mohammadzadeh, et Szymczak 2025). À une échelle plus locale, des ressources complémentaires, comme la récupération d'eau de pluie dans les casernes, peuvent renforcer l'autonomie logistique sans se substituer à la sécurisation des réseaux et des approvisionnements principaux (Vaz, Ghisi, et Souza 2023). Ces travaux montrent que la gestion des feux extrêmes ne consiste plus seulement à protéger des bâtiments isolés, mais à préserver le fonctionnement d'un territoire dans son ensemble en intégrant simultanément les populations, le bâti, les infrastructures critiques et les interdépendances qui les relient.

4. Lacunes de connaissance et controverses éventuelles

Les principales lacunes de la littérature concernent d'abord la transférabilité des connaissances. Une large partie des travaux empiriques provient de l'Australie et des États-Unis, où les doctrines opérationnelles, les infrastructures, les caractéristiques des interfaces ville — espace naturel et les niveaux de préparation des populations diffèrent parfois sensiblement des contextes européens. La généralisation de ces résultats à la France demeure donc incertaine et nécessite des travaux spécifiques de validation.

Cette limite est particulièrement visible concernant les comportements d'évacuation. Le débat reste ouvert sur la place respective de la responsabilité individuelle et d'un encadrement plus prescriptif des décisions d'évacuation (voir Chapitre 8 sur l'urbanisme, l'aménagement et la gouvernance). Malgré les progrès des systèmes d'alerte, les comportements consistant à « attendre et voir » (wait and see) ainsi que les évacuations tardives demeurent fréquents, alimentés par l'incertitude et des alertes non optimales (clarté, temporalité, niveau de détails) (Handmer et O'Neill 2016 ; McLennan, Elliott, et Elliott 2012 ; Strahan et Gilbert 2021b ; Vaiciulyte et al. 2022 ; Whittaker et al. 2013). La question de l'évacuation devient d'ailleurs de plus en plus critique avec l'urbanisation croissante des interfaces, qui s'accompagne rarement d'une adaptation de la capacité des réseaux routiers (Cova et al. 2013). Des travaux récents cherchent à intégrer davantage la vulnérabilité sociale dans l'évaluation des capacités d'évacuation. Au Portugal, par exemple, Nunes et al. (2024) proposent une méthodologie combinant aléa incendie et vulnérabilité sociale afin d'identifier les secteurs où les conditions d'évacuation sont les plus difficiles, en intégrant notamment les caractéristiques démographiques, l'accès aux ressources et les besoins spécifiques des populations. Ces approches restent toutefois principalement développées dans des contextes ruraux et prennent encore insuffisamment en compte les phénomènes de congestion susceptibles d'apparaître dans les espaces plus urbanisés.

Les connaissances demeurent également limitées concernant les doctrines opérationnelles et l'utilisation des outils d'aide à la décision en Europe. Les questions restent nombreuses concernant le pré-positionnement des moyens, leur allocation, le recours aux moyens aériens ou encore l'exploitation opérationnelle des simulations. Les recherches permettent encore difficilement d'identifier quelles sorties de modèles sont réellement actionnables, comment représenter l'incertitude (scénarios, enveloppes de propagation) ou comment intégrer simultanément les résultats des simulations, les observations de terrain et les contraintes opérationnelles dans la

décision (Calkin et al. 2014; Duff et Tolhurst 2015 ; Fernandes et al. 2016 ; Noonan-Wright et al. 2011 ; Thompson et al. 2013). Les preuves empiriques demeurent encore insuffisantes pour évaluer l'efficacité de ces chaînes socio-techniques, ce qui conduit à des recommandations souvent fortement dépendantes du contexte.

Enfin, plusieurs auteurs soulignent la nécessité de renforcer la robustesse scientifique des recherches consacrées à la gestion de crise. Santo et al. (2022) appellent notamment à une plus grande cohérence théorique et méthodologique dans les travaux consacrés aux systèmes d'alerte. Ils mettent en évidence un manque d'évaluations longitudinales ainsi que de recherches portant sur certains publics spécifiques, notamment les communautés autochtones, les professionnels du feu ou d'autres populations particulièrement exposées.

5. Conclusion

La littérature montre que la gestion de crise ne peut être réduite à une succession d'actions indépendantes. La qualité de la réponse dépend de l'articulation entre la préparation des populations, les dispositifs de surveillance et d'alerte, les outils d'aide à la décision, la capacité d'adaptation des stratégies de lutte et l'apprentissage issu des crises précédentes. Les feux extrêmes illustrent particulièrement cette nécessité d'une approche systémique : lorsque le comportement de l'incendie change de régime, les modèles de prévision, les doctrines de suppression et les priorités de protection doivent évoluer conjointement.

Cette capacité d'adaptation ne s'improvise pas au moment de la crise. Elle se construit en amont par la préparation des populations, l'entraînement des organisations, la qualité des dispositifs de surveillance et d'alerte, ainsi que par l'accumulation des connaissances issues des retours d'expérience. Chaque incendie contribue ainsi à enrichir les connaissances collectives, à améliorer la compréhension des situations réelles et à concevoir des politiques, des pratiques et des comportements de préparation mieux adaptés aux crises futures (Mutch et al. 2011). Si l'ampleur exacte des bénéfices demeure difficile à quantifier, un programme de préparation de qualité renforce la capacité de réponse des populations, tandis qu'une préparation insuffisante n'aura probablement qu'un impact limité (Sorensen 2000).

Dans cette perspective, une communication efficace — interactive, contextualisée, crédible, opportune et inscrite dans la durée — constitue un levier essentiel de préparation. Sans déterminer directement les choix de gestion, elle favorise l'acceptation sociale de stratégies plus flexibles pendant la crise et crée les conditions de leur mise en œuvre et de leur légitimation auprès des populations locales, notamment lorsqu'elles s'écartent des pratiques les plus conventionnelles (Steelman et McCaffrey 2013).

Plus largement, la littérature montre que les dispositifs de gestion de crise visent avant tout à réduire l'incertitude associée aux incendies. Les moyens d'observation, les capteurs, les satellites, les modèles de propagation, les cartes, les systèmes d'aide à la décision et les dispositifs d'alerte permettent d'améliorer la connaissance de la situation, d'anticiper les évolutions possibles, de raisonner en scénarios et de coordonner plus efficacement les décisions. De la même manière, les recherches consacrées aux comportements individuels soulignent l'importance de la préparation, de la qualité des alertes et de l'existence de plans d'action préétablis pour favoriser des décisions rapides et limiter les évacuations tardives.

Les feux extrêmes révèlent toutefois les limites de cette logique. Lorsque l'incendie change d'échelle ou de régime, les repères habituels de la gestion de crise deviennent moins robustes : les modèles atteignent leur domaine de validité, les doctrines de suppression doivent être révisées, les priorités de protection évoluent et les populations sont confrontées à des situations plus incertaines. Si la littérature a considérablement progressé dans la compréhension de ces phénomènes, elle répond encore imparfaitement à plusieurs questions majeures, notamment sur la détection précoce des basculements, l'interprétation des signaux d'alerte, la préparation des populations à des scénarios extrêmes et les modalités de pilotage des crises lorsque l'extinction directe du feu n'est plus l'objectif principal.

Au final, la littérature converge vers une même conclusion : la gestion de crise ne repose pas sur la recherche d'une réponse unique ou optimale, mais sur la capacité d'un système à apprendre, à anticiper et à adapter en permanence ses décisions à un environnement évolutif. À mesure que les feux extrêmes deviennent plus

fréquents, le principal défi n'est plus seulement de mieux prévoir les incendies, mais de concevoir des dispositifs suffisamment robustes et flexibles pour faire face à des situations qui dépassent les cadres habituels de la décision et de l'action.

6. À retenir

La gestion de crise commence lorsqu'un aléa fort est établi et déclenche l'activation de dispositifs de vigilance, de préparation et de pré-positionnement des moyens de lutte, ainsi que la mise en sécurité et la surveillance des lieux susceptibles de constituer des points d'éclosion. Elle relève ainsi d'un système plus large de détection, de préparation, d'analyse, de prise de décision et de coordination. Les **outils mobilisables ne se réduisent pas à de simples technologies au sens strict, mais constituent un ensemble articulé de moyens humains et techniques.** Ils s'appuient sur des dispositifs variés, tels que la télédétection satellitaire, les réseaux sociaux, ainsi que des systèmes de prévision numériques de comportement de l'incendie. L'intérêt opérationnel majeur de ces outils réside dans leur capacité à actualiser continuellement la situation, et à permettre une analyse prenant en compte la qualité et les incertitudes de ces prévisions.

La doctrine française combine, sous le contrôle des autorités, évacuation et confinement passif. Elle se situe ainsi dans une position intermédiaire entre la doctrine nord-américaine, fondée principalement sur les évacuations massives, et la doctrine australienne, qui admet la possibilité de rester sur place afin de défendre activement son habitation. **L'évacuation précoce (quand elle est possible) est toutefois unanimement considérée dans la littérature comme la stratégie la plus sûre pour protéger les vies humaines.**

La décision d'évacuer est néanmoins un processus complexe, influencé par des facteurs individuels, sociaux, institutionnels et logistiques imbriqués ainsi que la disponibilité d'un plan préétabli. Les alertes officielles sont les signaux les plus efficaces pour déclencher un plan d'urgence individuel, mais leur impact dépend fortement de leur précision, clarté et pertinence locale. Ces alertes ne peuvent se substituer à la préparation individuelle, car elles peuvent être tardives, incomplètes ou ne pas parvenir aux populations exposées.

Enfin, **les feux extrêmes marquent un changement de régime dans lequel la logique d'extinction atteint ses limites**. L'enjeu devient alors prioritairement la protection des infrastructures et la mise en sécurité des populations. Cette évolution renforce l'importance de la préparation des individus et de la détection précoce du basculement à un feu extrême, favorisant l'émergence de nouveaux outils et indices dédiés au risque extrême, encore peu intégrés aux dispositifs classiques de gestion de crise.

7. Liste de références du chapitre VII

Adam, Carole, Geoffrey Danet, John Thangarajah, et Julie Dugdale. 2016. « BDI Modelling and Simulation of Human Behaviours in Bushfires ». *Lecture notes in business information processing*. doi : 10.1007/978-3-319-47093-1_5.

Alfano, Nicolas. 2025. *La résilience des opérations de secours face aux crises majeures. Le cas des feux de forêts et d'espaces naturels. Rapport de recherche*. doi : 10.13140/RG.2.2.10078.14401.

Alkhatib, Ahmad. 2014. « A Review on Forest Fire Detection Techniques ». *International Journal of Distributed Sensor Networks*. doi : 10.1155/2014/597368.

Andrews, Patricia L., Faith Ann Heinsch, et Luke Schelvan. 2011. *How to Generate and Interpret Fire Characteristics Charts for Surface and Crown Fire Behavior*. RMRS-GTR-253. Ft. Collins, CO : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. doi : 10.2737/RMRS-GTR-253.

Artés, Tomás, Adrián Cardíl, Tomàs Margalef, Ana Cortés, Domingo Molina, Lucas Pelegrín, et Joaquín Ramírez. 2015. « Forest Fire Propagation Prediction Based on Overlapping DDDAS Forecasts ». *Procedia Computer Science*. doi : 10.1016/j.procs.2015.05.294.

Artés, Tomàs, Marc Castellnou, Tracy Houston Durrant, et Jesús San-Miguel. 2022. « Wildfire—Atmosphere Interaction Index for Extreme Fire Behaviour ». *Natural Hazards and Earth System Sciences* 22(2) : 509-22. doi : 10.5194/nhess-22-509-2022.

Athanasiou, Miltiadis, Athanasios Karadimitris, Gavriil Xanthopoulos, et Evangelia V. Avramidou. 2025. « Accidents and Incidents Related to Eruptive Fire Behavior in Greece ». *Fire* 8(2) : 58-58. doi : 10.3390/fire8020058.

Babrauskas, Vytenis. 2024. « Electricity-Caused Wildland Fires: Costs, Social Fairness, and Proposed Solution ». *Fire* 7(12):442. doi : 10.3390/fire7120442.

Bakhshaii, A., et E. A. Johnson. 2019. « A Review of a New Generation of Wildfire—Atmosphere Modeling ». *Canadian Journal of Forest Research* 49(6) : 565-74. doi : 10.1139/cjfr-2018-0138.

Balogh, Z., E. Gatial, S. Hassankhani-Dolatabadi, S. Dlugolinsky, M. Daltarella, M. P. Scipioni, D. Grunwald, M. Przybyszewski, A. Majlingova, Y. Brodrechtova, K. Y. Mojir, N. Olson, J. Levak, et K. Chandramouli. 2023. « Communication Protocol for Using Nontraditional Information Sources between First Responders and Citizens during Wildfires ». *Proceedings of the ... International ISCRAM Conference*. doi : 10.59297/yijk9098.

Battesti, A. 1997. « Vulcain ou l'histoire d'une tentative pour commencer à changer les choses dans le système » Feux de Forêts », par la transparence et la convivialité ». *Forêt Méditerranéenne* XVIII (2) : 143-45.

Benali, Akli, Ana R. Ervilha, Ana C. L. Sá, Paulo M. Fernandes, Renata M. S. Pinto, Ricardo M. Trigo, et José M. C. Pereira. 2016. « Deciphering the impact of uncertainty on the accuracy of large wildfire spread simulations ». *Science of The Total Environment*. doi : 10.1016/j.scitotenv.2016.06.112.

Bhutia, Sangay, Mary Ann Jenkins, et Ruiyu Sun. 2010. « Comparison of Firebrand Propagation Prediction by a Plume Model and a Coupled—Fire/Atmosphere Large—Eddy Simulator ». *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*. doi : 10.3894/james.2010.2.4.

Brotons, Lluís, Núria Aquilué, Miquel De Cáceres, Marie-José Fortin, et Andrew Fall. 2013. « How fire history, fire suppression practices and climate change affect wildfire regimes in Mediterranean landscapes ». *PLOS ONE*. doi : 10.1371/journal.pone.0062392.

Brown, David P., et Lucija Muehlenbachs. 2024. « The Value of Electricity Reliability: Evidence from Battery Adoption ». *Journal of Public Economics* 239:105216. doi : 10.1016/j.jpubeco.2024.105216.

Burton, Jamie E., Trent D. Penman, Alex I. Filkov, et Jane G. Cawson. 2023. « Multi-Scale Investigation of Factors Influencing Moisture Thresholds for Litter Bed Flammability ». *Agricultural and Forest Meteorology* 337:109514. doi : 10.1016/j.agrformet.2023.109514.

Calkin, David E., Crystal S. Stonesifer, Matthew P. Thompson, et Charles W. McHugh. 2014. « Large airtanker use and outcomes in suppressing wildland fires in the United States ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf13031.

Cao, Yinghui, Bryan Boruff, et Ilona M. McNeill. 2016. « Is a picture worth a thousand words? Evaluating the effectiveness of maps for delivering wildfire warning information ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2016.08.012.

Cao, Yinghui, Bryan Boruff, et Ilona M. McNeill. 2017. « The smoke is rising but where is the fire? Exploring effective online map design for wildfire warnings. » *Natural Hazards*. doi : 10.1007/s11069-017-2929-9.

Cardil, Adrián, Adrián Jiménez-Ruano, Santiago Monedero, Phillip SeLegue, Macarena Ortega, Raúl Quilez, Jeff Fuentes, Geoff Marshall, Robert Clark, Tim Chavez, Sergio de-Miguel, Tomás Quiñones, Fernando Bezares, Scott Purdy, Kristen Allison, Tim Metzger, Chris Waters, Midhun Mohan, et Joaquín Ramirez. 2025.

« Assessing the Suppression Difficulty of Wildland Fires for Initial Attack Response ». *International Journal of Wildland Fire* 34(12) : WF24160. doi : 10.1071/WF24160.

Castellnou, Marc, Mercedes Bachfischer, Marta Miralles, Borja Ruiz, Cathelijne R. Stoof, et Jordi Vilà-Guerau De Arellano. 2022. « Pyroconvection Classification Based on Atmospheric Vertical Profiling Correlation With Extreme Fire Spread Observations ». *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 127(22) : e2022JD036920. doi : 10.1029/2022JD036920.

Chulahwat, Akshat, Hussam Mahmoud, Santiago Monedero, Francisco Jośe Diez Vizcaíno, Joaquin Ramirez, David Buckley, et Adrián Cardil Forradellas. 2022. « Integrated Graph Measures Reveal Survival Likelihood for Buildings in Wildfire Events ». *Scientific Reports* 12(1) : 15954. doi : 10.1038/s41598-022-19875-1.

Chuvieco, Emilio, Inmaculada Aguado, Julián Salas, Mariano García, Marta Yebra, et Patricia Oliva. 2020. « Satellite Remote Sensing Contributions to Wildland Fire Science and Management ». *Current Forestry Reports*. doi : 10.1007/s40725-020-00116-5.

Cohn, Patricia J., Matthew S. Carroll, et Yoshitaka Kumagai. 2006. « Evacuation behavior during wildfires: Results of three case studies ». *Western Journal of Applied Forestry*. doi : 10.1093/wjaf/21.1.39.

Costa-Saura, José María, Donatella Spano, Costantino Sirca, et Valentina Bacciu. 2023. « Contrasting Patterns and Interpretations between a Fire Spread Simulator and a Machine Learning Model When Mapping Burn Probabilities: A Case Study for Mediterranean Areas ». *Environmental Modelling & Software* 163:105685-105685. doi : 10.1016/j.envsoft.2023.105685.

Cote, Doug W., et Tara K. McGee. 2014. « An exploration of residents' intended wildfire evacuation responses in Mt. Lorne, Yukon, Canada ». *Forestry Chronicle*. doi : 10.5558/tfc2014-100.

Couto, Flavio Tiago, Jean-Baptiste Filippi, Roberta Baggio, Cátia Campos, et Rui Salgado. 2024. « Triggering Pyro-Convection in a High-Resolution Coupled Fire—Atmosphere Simulation ». *Fire* 7(3) : 92. doi : 10.3390/fire7030092.

Cova, Thomas J., Frank A. Drews, Laura K. Siebeneck, et Adrian Musters. 2009. « Protective Actions in Wildfires: Evacuate or Shelter-in-Place? » *Natural Hazards Review*. doi : 10.1061/(asce)1527-6988 (2009) 10 : 4(151).

Cova, Thomas J., David M. Theobald, John B. Norman, et Laura K. Siebeneck. 2013. « Mapping Wildfire Evacuation Vulnerability in the Western US: The Limits of Infrastructure ». *GeoJournal* 78(2) : 273-85. doi : 10.1007/s10708-011-9419-5.

Cruz, Miguel G., Martin E. Alexander, Paulo M. Fernandes, Musa Kilinc, et Ângelo Sil. 2020. « Evaluating the 10% wind speed rule of thumb for estimating a wildfire's forward rate of spread against an extensive independent set of observations ». *Environmental Modelling and Software*. doi : 10.1016/j.envsoft.2020.104818.

Curt, Thomas, et Thibaut Frejaville. 2018. « Wildfire Policy in Mediterranean France: How Far Is It Efficient and Sustainable? » *Risk Analysis* 38(3) : 472-88. doi : 10.1111/risa.12855.

DA, Haines. 1988. « A lower atmospheric severity index for wildland fires ». *National Weather Digest*, 23-27.

Daniels, Molly C., Kristin H. Braziunas, Monica G. Turner, Ting-Fung Ma, Karen C. Short, et Adena R. Rissman. 2024. « Multiple Social and Environmental Factors Affect Wildland Fire Response of Full or Less-than-Full Suppression ». *Journal of Environmental Management* 351:119731. doi : 10.1016/j.jenvman.2023.119731.

Dennison, Philip E., Thomas J. Cova, et Max A. Mortiz. 2007. « WUIVAC: a wildland-urban interface evacuation trigger model applied in strategic wildfire scenarios ». *Natural Hazards*. doi : 10.1007/s11069-006-9032-y.

Dimitrakopoulos, A. P. 2002. « Mediterranean fuel models and potential fire behaviour in Greece. » *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf02018.

Dowdy, Andrew J., Hua Ye, Acacia Pepler, Marcus Thatcher, Stacey L. Osbrough, Jason P. Evans, Giovanni Di Virgilio, et Nicholas McCarthy. 2019. « Future Changes in Extreme Weather and Pyroconvection Risk Factors for Australian Wildfires ». *Scientific Reports* 9(1) : 10073. doi : 10.1038/s41598-019-46362-x.

Drabek, Thomas E. 1969. « Social Processes in Disaster: Family Evacuation ». *Social Problems*. doi : 10.2307/799667.

Duff, Thomas J., et Kevin G. Tolhurst. 2015. « Operational wildfire suppression modelling: a review evaluating development, state of the art and future directions ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf15018.

Dwyer, Graham, et John Schauble. 2023. « Better Bushfire Safety Decision-making: Making Sense of Complexities and Challenges Surrounding 'Stay or Go' and the Australian Fire Danger Rating System ». *Australian Journal of Public Administration* 83(3) : 496-501. doi : 10.1111/1467-8500.12592.

Eriksen, Christine, Trent D. Penman, Bronwyn L. Horsey, et Ross A. Bradstock. 2016. « Wildfire survival plans in theory and practice ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf14193.

Eriksen, Christine, et Timothy J. Prior. 2013. « Defining the importance of mental preparedness for risk communication and residents well-prepared for wildfire ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2013.09.006.

Erokhin, Dmitry. 2025. « Public Discourse Surrounding the 2025 California Wildfires: A Sentiment and Topic Analysis of High-Engagement YouTube Comments ». *Geosciences* 15(3):100-100. doi : 10.3390/geosciences15030100.

European Commission, Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability. 2013. *Harmonized Classification Scheme of Fire Causes in the EU Adopted for the European Fire Database of EFFIS*. LU : Publications Office.

Fang, Zhenqing, Duo Meng, Jun Hu, et Jinjin Wu. 2025. « Multi-Scenarios Simulation and Analysis of Wildfire Information Dissemination Through Different Media ». *Proceedings of the ... International ISCRAM Conference*. doi : 10.59297/gt832w75.

Fernandes, Paulo M., Abílio Pereira Pacheco, Rui M. Almeida, et João Claro. 2016. « The role of fire-suppression force in limiting the spread of extremely large forest fires in Portugal ». *European Journal of Forest Research*. doi : 10.1007/s10342-015-0933-8.

Filippi, Jean Baptiste, Frédéric Bosseur, Céline Mari, et Christine Lac. 2018. « Simulation of a Large Wildfire in a Coupled Fire-Atmosphere Model ». *Atmosphere*. doi : 10.3390/atmos9060218.

Filippi, Jean Baptiste, Vivien Mallet, et Bahaa Nader. 2014. « Representation and evaluation of wildfire propagation simulations ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf12202.

Filippi, Jean-Baptiste, Roberta Baggio, Ronan Paugam, Frédéric Bosseur, Antonio Leblanc, et Alberto Alonso-Pinar. 2025. « ForeFire: A Modular, Scriptable C++ Simulation Engine and Library for Wildland-Fire Spread ». *Journal of Open Source Software* 10(116) : 8680. doi : 10.21105/joss.08680.

Finney, Mark A. 1998. *FARSITE: Fire Area Simulator-Model Development and Evaluation*. RMRS-RP-4. Ft. Collins, CO : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. doi : 10.2737/RMRS-RP-4.

Folk, Lauren, Erica D. Kuligowski, Steven M. V. Gwynne, et John Gales. 2019. « A Provisional Conceptual Model of Human Behavior in Response to Wildland-Urban Interface Fires ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-019-00821-z.

Fromm, Michael, Daniel T. Lindsey, René Servranckx, Glenn Yue, Thomas Trickl, Robert Sica, Paul Doucet, et Sophie Godin-Beekmann. 2010. « The Untold Story of Pyrocumulonimbus ». *Bulletin of the American Meteorological Society* 91(9) : 1193-1210. doi : 10.1175/2010BAMS3004.1.

Fryer, Gregory K., Philip E. Dennison, et Thomas J. Cova. 2013. « Wildland firefighter entrapment avoidance: modelling evacuation triggers ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf12160.

Gaudet, Benjamin, Albert Simeoni, Steven Gwynne, Erica Kuligowski, et Noureddine Benichou. 2020. « A Review of Post-Incident Studies for Wildland-Urban Interface Fires ». *Journal of Safety Science and Resilience* 1(1):59-65. doi : 10.1016/j.jnlssr.2020.06.010.

Gjedrem, Anna Marie, et Maria Monika Metallinou. 2023. « Wildland-Urban Interface Fires in Norwegian Coastal Heathlands — Identifying Risk Reducing Measures ». *Safety Science* 159:106032. doi : 10.1016/j.ssci.2022.106032.

Gong, Garros, Stanko Dimitrov, et Michael R. Bartolacci. 2024. « Digital Strategies in Wildfire Management: Social Media Analytics and Web 3.0 Integration ». *Discover Sustainability* 5(1) : 92. doi : 10.1007/s43621-024-00274-7.

González-Olabarría, José Ramón, Jaime Carrasco, Cristóbal Pais, Jordi García-Gonzalo, David Palacios-Meneses, Rodrigo Mahaluf-Recasens, Olena Porkhum, et Andrés Weintraub. 2023. « A Fire Spread Simulator to Support Tactical Management Decisions for Mediterranean Landscapes ». *Frontiers in Forests and Global Change* 6. doi : 10.3389/ffgc.2023.1071484.

Hai, Jiaying, Ling Zhang, Cong Gao, Han Wang, et Jiansheng Wu. 2023. « How Does Fire Suppression Alter the Wildfire Regime? A Systematic Review ». *Fire* 6(11) : 424. doi : 10.3390/fire6110424.

Handmer, John, et Saffron O'Neill. 2016. « Examining bushfire policy in action: Preparedness and behaviour in the 2009 Black Saturday fires ». *Environmental Science & Policy*. doi : 10.1016/j.envsci.2016.05.011.

Heath, Sebastian E., Philip H. Kass, Alan M. Beck, et Larry T. Glickman. 2001. « Human and Pet-related Risk Factors for Household Evacuation Failure During a Natural Disaster ». *American Journal of Epidemiology*. doi : 10.1093/aje/153.7.659.

Himoto, Keisuke, et Takeyoshi Tanaka. 2008. « Development and Validation of a Physics-Based Urban Fire Spread Model ». *Fire Safety Journal* 43(7) : 477-94. doi : 10.1016/j.firesaf.2007.12.008.

Hocevar, Kristin Page. 2024. « Who Drives Disaster Communication? An Analysis of Twitter Network Structure and Influence during a Wildfire Crisis ». *Western Journal of Communication* 88(4):840-60. doi : 10.1080/10570314.2023.2169052.

Jia, Shenyue, Seung Hee Kim, Son V. Nghiem, Paul Doherty, Menas Kafatos, et Menas Kafatos. 2020. « Patterns of population displacement during mega-fires in California detected using Facebook Disaster Maps ». *arXiv: Computers and Society*. doi : 10.1088/1748-9326/ab8847.

Johnson, Peter F., Claire Johnson, et Carolyn Elizabeth Sutherland. 2012. « Stay or Go? Human Behavior and Decision Making in Bushfires and Other Emergencies ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-011-0213-1.

Kamilaris, A., J. B. Filippi, C. Padubidri, R. Koole, et S. Karatsiolis. 2023. « Examining the Potential of Mobile Applications to Assist People to Escape Wildfires in Real-Time ». *Fire Safety Journal* 136:103747. doi : 10.1016/j.firesaf.2023.103747.

Karimiziarani, Mohammadsepehr, Ehsan Foroumandi, et Hamid Moradkhani. 2025. « Natural Language Processing Insights from Twitter (X): An AI-Powered Analysis of Public Sentiment and Humanitarian Concerns during the California Fire ». *Environmental Modelling & Software* 106545-106545. doi : 10.1016/j.envsoft.2025.106545.

Khorasani, Negar Elhami, Max Kinateder, Vincent Lemiale, Samuel L. Manzello, Ido Marom, Leorey Marquez, Sayaka Suzuki, Maria Theodori, Yu Wang, et Stephen D. Wong. 2023. « Review of Research on Human Behavior in Large Outdoor Fires ». *Fire Technology* 59(4) : 1341-77. doi : 10.1007/s10694-023-01388-6.

Kreider, Mark R., Philip E. Higuera, Sean A. Parks, William L. Rice, Nadia White, et Andrew J. Larson. 2024. « Fire Suppression Makes Wildfires More Severe and Accentuates Impacts of Climate Change and Fuel Accumulation ». *Nature Communications* 15(1) : 2412. doi : 10.1038/s41467-024-46702-0.

Kuligowski, E. D., N. A. Waugh, J. Sutton, et T. J. Cova. 2023. « Ember Alerts: Assessing Wireless Emergency Alert (Wea) Messages in Wildfires Using the Warning Response Model ». *Natural Hazards Review, in Review*. doi : 10.1061/nhre-fo.nheng-1724.

Labhiri, Amina, Sandra Vaiciulyte, Erica Kuligowski, et Enrico Ronchi. 2024. « Evacuation decisions of tourists in wildfire scenarios ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 113:104836. doi : 10.1016/j.ijdrr.2024.104836.

Lacoste, Sylvie, et Katia Picaud-Bello. 2026. « Network Coordination in Environmental Crisis: Evidence from the Landiras Blaze ». *Industrial Marketing Management* 135:239-53. doi : 10.1016/j.indmarman.2026.05.008.

Li, Dapeng, Thomas J. Cova, et Philip E. Dennison. 2019. « Setting Wildfire Evacuation Triggers by Coupling Fire and Traffic Simulation Models: A Spatiotemporal GIS Approach ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-018-0771-6.

Liu, Fangqi, Janine A. Baijnath-Rodino, Tung-Chun Chang, Tirtha Banerjee, et Nalini Venkatasubramanian. 2023. « DOME : Drone-Assisted Monitoring of Emergent Events For Wildland Fire Resilience ». *Acm/Ieee Iccps '23, May 9-12, 2023, San Antonio, Tx, Usa* 56-67. doi : 10.1145/3576841.3585929.

Mandel, J., S. Amram, J. D. Beezley, G. Kelman, A. K. Kochanski, V. Y. Kondratenko, B. H. Lynn, B. Regev, et M. Vejmelka. 2014. « Recent Advances and Applications of WRF—SFIRE ». *Natural Hazards and Earth System Sciences* 14(10):2829-45. doi : 10.5194/nhess-14-2829-2014.

McCaffrey, Sarah, Alan Rhodes, et Melanie Stidham. 2014. « Wildfire evacuation and its alternatives: perspectives from four United States' communities ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf13050.

McCaffrey, Sarah, Anne-Lise K. Velez, et Jason Alexander Briefel. 2013. « Differences in Information Needs for Wildfire Evacuees and Non-Evacuees ». *International journal of mass emergencies and disasters*. doi : 10.1177/028072701303100102.

McCaffrey, Sarah, Robyn Wilson, et Avishek Konar. 2018. « Should I Stay or Should I Go Now? Or Should I Wait and See? Influences on Wildfire Evacuation Decisions ». *Risk Analysis* 38(7) : 1390-1404. doi : 10.1111/risa.12944.

McCarthy, Nicholas, Adrien Guyot, Andrew Dowdy, et Hamish McGowan. 2019. « Wildfire and Weather Radar: A Review ». *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 124(1) : 266-86. doi : 10.1029/2018JD029285.

McLennan, Blythe, et Michael Eburn. 2014. « Exposing hidden-value trade-offs: sharing wildfire management responsibility between government and citizens ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf12201.

McLennan, Blythe, et John Handmer. 2012. « Reframing responsibility-sharing for bushfire risk management in Australia after Black Saturday ». *Environmental Hazards*. doi : 10.1080/17477891.2011.608835.

McLennan, Jim, Sean Cowlishaw, Douglas Paton, Ruth Beatson, et George A. Elliott. 2014. « Predictors of south-eastern Australian householders' strengths of intentions to self-evacuate if a wildfire threatens: two theoretical models ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf13219.

McLennan, Jim, George A. Elliott, et Glenn. Elliott. 2012. « "Wait and see" : The elephant in the community bushfire safety room? » in *Proceedings of Bushfire CRC & AFAC 2012 Conference.*

McLennan, Jim, George A. Elliott, Glenn. Elliott, et Mary M. Omodei. 2012. « Householder decision-making under imminent wildfire threat: stay and defend or leave? » *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf11061.

McLennan, Jim, George A. Elliott, Mary M. Omodei, et Joshua Whittaker. 2013. « Householders' safety-related decisions, plans, actions and outcomes during the 7 February 2009 Victorian (Australia) wildfires ». *Fire Safety Journal*. doi : 10.1016/j.firesaf.2013.09.003.

McLennan, Jim, Barbara Ryan, Chris Bearman, et Keith Toh. 2019. « Should we leave now? Behavioral factors in evacuation under wildfire threat ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-018-0753-8.

McNeill, Ilona M., Patrick D. Dunlop, Timothy Skinner, et David Morrison. 2015. « Predicting delay in residents' decisions on defending v. evacuating through antecedents of decision avoidance ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf12213.

Mell, William E., Mary Ann Jenkins, Jim Gould, et Phil Cheney. 2007. « A physics-based approach to modelling grassland fires ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf06002.

Mills, Graham A., et Lachlan McCaw. 2010. *Atmospheric Stability Environments and Fire Weather in Australia — Extending the Haines Index*. 20. CAWCR.

Mutch, Robert W., Michael J. Rogers, Scott L. Stephens, et A. Malcolm Gill. 2011. « Protecting Lives and Property in the Wildland—Urban Interface: Communities in Montana and Southern California Adopt Australian Paradigm ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-010-0171-z.

Nelson, Rm. 1993. « Byram Derivation of the Energy Criterion for Forest and Wildland Fires ». *International Journal of Wildland Fire* 3(3) : 131-38. doi : 10.1071/WF9930131.

Nezval, Vojtěch, Richard Andrášik, et Michal Bíl. 2022. « Vegetation Fires along the Czech Rail Network ». *Fire Ecology* 18(1) : 15. doi : 10.1186/s42408-022-00141-8.

Noonan-Wright, Erin K., Tonja S. Opperman, Mark A. Finney, G. Thomas Zimmerman, Robert C. Seli, Lisa M. Elenz, David E. Calkin, et John R. Fiedler. 2011. « Developing the US Wildland Fire Decision Support System ». *Journal of Combustion*. doi : 10.1155/2011/168473.

Nunes, Adélia, Carlos Pinto, Albano Figueiredo, et Luciano Lourenço. 2024. « Planning Wildfire Evacuation in the Wildland—Urban Interfaces of Central Portugal ». *Fire* 7(6) : 199-199. doi : 10.3390/fire7060199.

Olshansky, Robert B., Lewis D. Hopkins, et Laurie A. Johnson. 2012. « Disaster and Recovery: Processes Compressed in Time ». *Natural Hazards Review*. doi : 10.1061/(asce)nh.1527-6996.0000077.

Paveglio, Travis B., Amanda D. Boyd, et Matthew S. Carroll. 2012. « Wildfire evacuation and its alternatives in a post-Black Saturday landscape: Catchy slogans and cautionary tales ». *Environmental Hazards*. doi : 10.1080/17477891.2011.635185.

Paveglio, Travis B., Matthew S. Carroll, et Pamela J. Jakes. 2008. « Alternatives to Evacuation— Protecting Public Safety during Wildland Fire ». *Journal of Forestry*. doi : 10.1093/jof/106.2.65.

Paveglio, Travis B., Matthew S. Carroll, et Pamela J. Jakes. 2010. « Adoption and perceptions of shelter-in-place in California's Rancho Santa Fe Fire Protection District ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf09034.

Paveglio, Travis B., Tony Prato, Douglas Dalenberg, et Tyron J. Venn. 2014. « Understanding evacuation preferences and wildfire mitigations among Northwest Montana residents ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf13057.

Penney, Greg, David Launder, Joe Cuthbertson, et Matthew B. Thompson. 2022. « Threat Assessment, Sense Making, and Critical Decision-Making in Police, Military, Ambulance, and Fire Services ». *Cognition, Technology & Work* 24(3) : 423-39. doi : 10.1007/s10111-022-00694-3.

Plucinski, Matt. 2025. « Review of Aerial Suppression Effectiveness Research Literature ». (45).

Price, Owen, Stefania Ondei, et David M. J. S. Bowman. 2025. « Progress and Prospects for Predicting Wildfire Spread through the Wildland-Urban Interface ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 105392-105392. doi : 10.1016/j.ijdrr.2025.105392.

Purnomo, Dwi M.J., Yiren Qin, Maria Theodori, Maryam Zamanialaei, Chris Lautenberger, Arnaud Trouvé, et Michael Gollner. 2024. « Reconstructing Modes of Destruction in Wildland—Urban Interface Fires Using a Semi-Physical Level-Set Model ». *Proceedings of the Combustion Institute* 40 (1-4) : 105755. doi : 10.1016/j.proci.2024.105755.

Purnomo, Dwi M. J., Yiren Qin, Maria Theodori, Maryam Zamanialaei, Chris Lautenberger, Arnaud Trouvé, et Michael J. Gollner. 2024. « Integrating an Urban Fire Model into an Operational Wildland Fire Model to Simulate One Dimensional Wildland—Urban Interface Fires: A Parametric Study ». *International Journal of Wildland Fire* 33(10). doi : 10.1071/WF24102.

Rhodes, Alan. 2011. « Opinion : Ready or Not?: Can Community Education Increase Householder Preparedness for Bushfire? » *The Australian journal of emergency management*.

Ronchi, Enrico, Steven M. V. Gwynne, Guillermo Rein, Paolo Intini, et Rahul Wadhwani. 2019. « An open multi-physics framework for modelling wildland-urban interface fire evacuations ». *Safety Science*. doi : 10.1016/j.ssci.2019.06.009.

Ruffault, Julien, et Florent Mouillot. 2015. « How a new fire-suppression policy can abruptly reshape the fire-weather relationship ». *Ecosphere*. doi : 10.1890/es15-00182.1.

Sahebi, Ali, Hojjat Sayyadi, Bahram Havasy, et Yousef Veisani. 2025. « Predicting Firefighting Operation Time in Urban Areas Using Machine Learning: Identifying Key Determinants for Improved Emergency Response ». *Discover Applied Sciences* 7(4) : 250. doi : 10.1007/s42452-025-06703-0.

Sairi, Amira, Said Labed, Badreddine Miles, et Akram Kout. 2023. « A Review on Early Forest Fire Detection Using IoT-Enabled WSN ». *2023 International Conference on Advances in Electronics, Control And* 1-6. doi : 10.1109/icaeccs56710.2023.10104887.

Salis, Michele, Bachisio Arca, Liliana Del Giudice, Palaiologos Palaiologou, Fermín J. Alcasena-Urdiroz, Alan A. Ager, Michele Fiori, Grazia Pellizzaro, Carla Scarpa, Matilde Schirru, Andrea Ventura, Marcello Casula, et Pierpaolo Duce. 2021. « Application of simulation modeling for wildfire exposure and transmission assessment in Sardinia, Italy ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2021.102189.

Santo, Anna R., Heidi Huber-Stearns, et Hollie Smith. 2022. « Communicating with the Public about Wildland Fire Preparation, Response, and Recovery: A Review of Recent Literature ». *Applied Environmental Education & Communication* 21(4) : 383-405. doi : 10.1080/1533015X.2022.2125105.

Sfetsos, Athanasios, Frederique Giroud, Alice Clemencau, Vassiliki Varela, Catherine Freissinet, Jean LeCroart, Diamando Vlachogiannis, Nadia Politi, Stelios Karozis, Ilias Gkotsis, George Eftychidis, Ralf Hedel, et Stefan Hahmann. 2021. « Assessing the Effects of Forest Fires on Interconnected Critical Infrastructures under Climate Change. Evidence from South France ». *Infrastructures* 6(2) : 16. doi : 10.3390/infrastructures6020016.

Sherritt, B., I. Nejadgholi, et M. Amini. 2025. « Analysis of Canadian Wildfire Tweets Over Seven Years ». *the 38th Canadian Conference on Artificial Intelligence, 26-29 May 2025,*. doi : 10.21428/594757db.49a48292.

Silva, Francisco Rodríguez y, Christopher D. O'Connor, Matthew P. Thompson, Juan Ramón Molina Martínez, et David E. Calkin. 2020. « Modelling suppression difficulty: current and future applications ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf19042.

Singh, Harikesh, Li-Minn Ang, Dipak Paudyal, Mauricio Acuña, Prashant K. Srivastava, et Sanjeev Kumar Srivastava. 2025. « A Comprehensive Review of Empirical and Dynamic Wildfire Simulators and Machine Learning Techniques Used for the Prediction of Wildfire in Australia ». *Technology Knowledge and Learning*. doi : 10.1007/s10758-025-09839-5.

Sobrino, Josè A. 2024. « Methodology for Burned Areas Delimitation and Fire Severity Assessment Using Sentinel-2 Data. A Case Study of Forest Fires Occurred in Spain between 2018 and 2023 ». *Recent Advances in Remote Sensing*. 1-13. doi : 10.62880/rars240002.

Sorensen, John H. 2000. « Hazard Warning Systems: Review of 20 Years of Progress ». *Natural Hazards Review*. doi : 10.1061/(asce)1527-6988(2000)1:2(119).

Srock, Alan F., Joseph J. Charney, Brian E. Potter, et Scott L. Goodrick. 2018. « The Hot-Dry-Windy Index: A New Fire Weather Index ». *Atmosphere* 9(7) : 279. doi : 10.3390/atmos9070279.

Stasiewicz, Amanda M., et Travis B. Paveglio. 2021. « Preparing for wildfire evacuation and alternatives: Exploring influences on residents' intended evacuation behaviors and mitigations ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2021.102177.

Steelman, Toddi A., et Sarah McCaffrey. 2013. « Best practices in risk and crisis communication: Implications for natural hazards management ». *Natural Hazards*. doi : 10.1007/s11069-012-0386-z.

Steelman, Toddi A., Sarah M. McCaffrey, Anne-Lise Knox Velez, et Jason Alexander Briefel. 2015. « What Information Do People Use, Trust, and Find Useful during a Disaster? Evidence from Five Large Wildfires ». *Natural Hazards* 76(1) : 615-34. doi : 10.1007/s11069-014-1512-x.

Stevens, Samuel, et David Rush. 2025. « Urban Fire Spread Modelling: A Review of Dynamic Computational Models and Potential for Application to Informal Settlement Fires ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 124:105528. doi : 10.1016/j.ijdrr.2025.105528.

Stonesifer, Crystal S., David E. Calkin, Matthew P. Thompson, et Keith D. Stockmann. 2016. « Fighting fire in the heat of the day: an analysis of operational and environmental conditions of use for large airtankers in United States fire suppression ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf15149.

Strahan, Kenneth, et John Gilbert. 2021a. « Protective Decision-Making in Bushfire Part 1: A Rapid Systematic Review of the 'Wait and See' Literature ». *Fire* 4(1) : 4. doi : 10.3390/fire4010004.

Strahan, Kenneth, et John Gilbert. 2021 b. « Protective Decision-Making in Bushfire Part 2: A Rapid Systematic Review of the 'Leave Early' Literature ». *Fire*. doi : 10.3390/fire4030042.

Strahan, Kenneth, et Stuart J. Watson. 2019. « The Protective Action Decision Model: When Householders Choose Their Protective Response to Wildfire ». *Journal of Risk Research* 22(12) : 1602-23. doi : 10.1080/13669877.2018.1501597.

Strahan, Kenneth, Joshua Whittaker, et John Handmer. 2018. « Self-evacuation archetypes in Australian bushfire ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2017.10.016.

Sullivan, Andrew L. 2009a. « A review of wildland fire spread modelling, 1990-present 2: Empirical and quasi-empirical models ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf06142.

Sullivan, Andrew L. 2009b. « Wildland Surface Fire Spread Modelling, 1990 - 2007. 1 : Physical and Quasi-Physical Models ». *International Journal of Wildland Fire* 18(4) : 349. doi : 10.1071/WF06143.

Symmank, Lars, Shahriar Mohammadzadeh, et Sonja Szymczak. 2025. « Embankment Fires on Railways—Where and How to Mitigate? » *Infrastructures* 10(12) : 337. doi : 10.3390/infrastructures10120337.

Taylor, Jonathan G., Shana C. Gillette, Ronald W. Hodgson, et Judith L. Downing. 2005. « Communicating with wildland interface communities during wildfire ». doi : 10.3133/ofr20051061.

Taylor, Jonathan G., Shana C. Gillette, Ronald W. Hodgson, Judith L. Downing, Matthew Burns, Deborah J. Chavez, et Justin Hogan. 2007. « Informing the network: Improving communication with interface communities during wildland fire ». *Human Ecology Review*. doi : 10.3133/fs20053033.

Taylor, Melanie R., Erin Lynch, Penelope Burns, et Greg Eustace. 2015. « The preparedness and evacuation behaviour of pet owners in emergencies and natural disasters ». *The Australian journal of emergency management*. doi : 10.3316/ielapa.176309304460819.

Taylor, Stephen W., et Martin E. Alexander. 2006. « Science, technology, and human factors in fire danger rating: the Canadian experience ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf05021.

Tedim, Fantina, Vittorio Leone, Malik Amraoui, Christophe Bouillon, Michael R. Coughlan, Giuseppe M. Delogu, Paulo M. Fernandes, Carmen Ferreira, Sarah McCaffrey, et Tara K. McGee. 2018. « Defining extreme wildfire events: Difficulties, challenges, and impacts ». *Fire* 1(1) : 9. doi : 10.3390/fire1010009.

Tezcan, Burcu, et Tamer Eren. 2025. « Forest Fire Management and Fire Suppression Strategies: A Systematic Literature Review ». *Natural Hazards* 121(9) : 10485-515. doi : 10.1007/s11069-025-07227-x.

Thomas, A., E. E. Schlickman, et J. E. Trujillo-Falcon. 2025. « Before the Flames: California Wui Residents' Understanding of Fire Weather Warnings and Personal Preparation around Wildfire ». *International Journal of Disaster Risk*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2025.105396.

Thompson, Matthew P., David E. Calkin, Jason M. Herynk, Charles W. McHugh, et Karen C. Short. 2013. « Airtankers and wildfire management in the US Forest Service: examining data availability and exploring usage and cost trends ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf11041.

Tory, K. J., et J. D. Kepert. 2021. « Pyrocumulonimbus Firepower Threshold: Assessing the Atmospheric Potential for pyroCb ». *Weather and Forecasting* 36(2) : 439-56. doi : 10.1175/WAF-D-20-0027.1.

Towers, Briony. 2015. « Children's knowledge of bushfire emergency response ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf13153.

Tyler, Meagan, et Peter Fairbrother. 2018. « Gender, households, and decision-making for wildfire safety. » *Disasters*. doi : 10.1111/disa.12285.

Vaiciulyte, Sandra, Lynn M. Hulse, Edwin R. Galea, et Anand Veeraswamy. 2022. « Exploring 'Wait and See' Responses in French and Australian WUI Wildfire Emergencies ». *Safety Science* 155:105866. doi : 10.1016/j.ssci.2022.105866.

Vaz, Igor Catão Martins, Enedir Ghisi, et João Carlos Souza. 2023. « Potential Use of Rainwater as a Tool for Fire Stations and Firefighting: Literature Review, Environmental and Cost Assessments ». *The Science of The Total Environment* 898:165510- 165510. doi : 10.1016/j.scitotenv.2023.165510.

Velez, Anne-Lise K., John M. Diaz, et Tamara U. Wall. 2017. « Public information seeking, place-based risk messaging and wildfire preparedness in southern California ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf16219.

Walpole, Hugh D., Robyn S. Wilson, et Sarah McCaffrey. 2020. « If you love it, let it go: the role of home attachment in wildfire evacuation decisions ». *Environment Systems and Decisions*. doi : 10.1007/s10669-019-09741-3.

Wang, Hai-Hui. 2011. « Analysis on Downwind Distribution of Firebrands Sourced from a Wildland Fire ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-009-0134-4.

Werth, Paul, Brian E. Potter, Martin E. Alexander, Craig B. Clements, Miguel G. Cruz, Mark A. Finney, Jason Forthofer, Scott L. Goodrick, Chad M. Hoffman, W. Matt Jolly, Sara McAllister, Roger D. Ottmar, et Russell A. Parsons. 2016. « Synthesis of knowledge of extreme fire behavior: volume 2 for fire behavior specialists, researchers, and meteorologists ». doi : 10.2737/pnw-gtr-891.

Whittaker, Joshua, Raphaële Blanchi, Katharine Haynes, Justin Leonard, et Kimberley Opie. 2017. « Experiences of sheltering during the Black Saturday bushfires: Implications for policy and research ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2017.05.002.

Whittaker, Joshua, et John Handmer. 2010. « Community Bushfire Safety: A Review of Post-black Saturday Research ». *The Australian journal of emergency management*.

Whittaker, Joshua, Katharine Haynes, John Handmer, et Jim McLennan. 2013. « Community Safety during the 2009 Australian "Black Saturday" Bushfires: An Analysis of Household Preparedness and Response ». *International Journal of Wildland Fire* 22(6) : 841. doi : 10.1071/WF12010.

Whittaker, Joshua, Melanie R. Taylor, et Chris Bearman. 2020. « Why don't bushfire warnings work as intended? Responses to official warnings during bushfires in New South Wales, Australia ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2020.101476.

Wilkinson, Carrie, Christine Eriksen, et Trent D. Penman. 2016. « Into the firing line: civilian ingress during the 2013 "Red October" bushfires, Australia ». *Natural Hazards*. doi : 10.1007/s11069-015-1982-5.

Woolford, Douglas G., David L. Martell, Colin B. McFayden, Jordan Evens, Aaron Stacey, B. Michael Wotton, et Dennis Boychuk. 2020. « The development and implementation of a human-caused wildland fire occurrence prediction system for the province of Ontario, Canada ». *Canadian Journal of Forest Research*. doi : 10.1139/cjfr-2020-0313.

Wooster, Martin J., Gareth Roberts, Louis Giglio, David P. Roy, Patrick H. Freeborn, Luigi Boschetti, Christ Justice, Charles Ichoku, Wilfrid Schroeder, David K. Davies, Diane Davies, Alistair Smith, Alberto Setzer, Ivan Csiszar, Terica Strydom, Philip Frost, Tianran Zhang, Weidong Xu, Mark C. de Jong, Joshua M. Johnston, Luke Ellison, Krishna Prasad Vadrevu, Jessica L. McCarty, Veerachai Tanpipat, Christopher C. Schmidt, et Jesús F. San-Miguel. 2021. « Satellite remote sensing of active fires: History and current status, applications and future requirements ». *Remote Sensing of Environment*. doi : 10.1016/j.rse.2021.112694.

Xu, Junxiang, Divya Jayakumar Nair, et S. Travis Waller. 2025. « Implementing Equitable Wildfire Response Plans ». *Science* 388(6743) : 158-59. doi : 10.1126/science.adv8893.

Xu, Weidong, Martin J. Wooster, Jiangping He, Andrea Meraner, Jose Gomez-Dans, Zixia Liu, Isabel F. Trigo, et Emanuel Dutra. 2026. « Major Improvements in Spaceborne Early Fire Detection and Small-Fire FRP Retrieval with the Meteosat Third Generation Flexible Combined Imager ». *Science of Remote Sensing* 13:100366. doi : 10.1016/j.srs.2026.100366.

Yang, Songxi, Qunying Huang, et Manzhu Yu. 2024. « Advancements in Remote Sensing for Active Fire Detection: A Review of Datasets and Methods ». *Science of The Total Environment* 943:173273. doi : 10.1016/j.scitotenv.2024.173273.

Zamanialaei, Maryam, Daniel San Martin, Maria Theodori, Dwi Marhaendro Jati Purnomo, Ali Tohidi, Chris Lautenberger, Yiren Qin, Arnaud Trouvé, et Michael Gollner. 2025. « Fire Risk to Structures in California's Wildland-Urban Interface ». *Nature Communications* 16(1) : 8041. doi : 10.1038/s41467-025-63386-2.