Chapitre 6 : Gestion et prévention du risque

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

Rapport de l'expertise scientifique collective

VI. Gestion et prévention du risque

Table des matières du chapitre VI

VI. Gestion et prévention du risque 260
1. Introduction 262
2. Présentation du corpus du chapitre 264
3. Analyse & discussion 265
3.1. Moyens d'atténuation et de gestion du bâti et de la végétation 265
3.1.1. Gestion du combustible 266
3.1.1.1. Aménagement du combustible 267
3.1.1.2. Sélection des végétaux 272
3.1.2. 274
3.1.3. Durcissement des constructions 275
3.1.3.1. Amélioration de l'enveloppe 275
3.1.3.2. Renforcement de la résistance au feu des ouvertures 277
3.1.3.3. Réduire les matériaux combustibles autour des constructions 277
3.1.3.4. Installer des mesures actives 278
3.1.4. Les habitats précaires et les campings 279
3.1.4.1. Les habitats précaires 279
3.1.4.2. Les campings 280
3.2. Plans de prévention 280
3.2.1. Les Plans de prévention du risque incendie de forêt en France (PPRIF) 280
3.2.2. Les plans communautaires états-uniens 281
3.3. Adhésion du public et adoption des mesures de prévention 287
3.3.1. Facteurs individuels 287
3.3.1.1. Variables socio-démographiques 287
3.3.1.2. Le statut et la durée de résidence 288
3.3.1.3. La perception du risque 289
3.3.1.4. Le rôle médiateur de l'efficacité perçue (capacité à agir et efficacité de l'action) 290
3.3.1.5. Attachement au lieu et conflits de valeurs 291
3.3.1.6. L'expérience 293
3.3.1.7. Niveau de connaissances 294
3.3.2. Facteurs sociaux et collectifs 294
3.3.2.1. Stratégies comportementales 296
3.4. Sensibilisation et éducation au risque 297

3.4.1. Contenu du message de sensibilisation et d'éducation 298
3.4.2. Émetteur du message de sensibilisation et d'éducation 299
3.4.3. Forme du message de sensibilisation et d'éducation 301
3.4.3.1. Communication participative et interactivité 301
3.4.3.2. Cadrage 303
3.4.3.3. Éléments graphiques 304
3.4.4. Ciblage du message de sensibilisation et d'éducation 306
3.4.4.1. Critères de segmentation 306
3.4.4.2. Cible des jeunes 306
3.4.5. Efficacité des programmes de sensibilisation et d'éducation 307
3.5. Instruments économiques incitatifs : prévenir le risque *ex ante* et indemniser les dommages *ex post* 308
3.5.1. Les incitations à participer aux programmes de prévention 308
3.5.1.1. L'efficacité des programmes de réhabilitation 311
3.5.2. La compensation par l'assurance 312
3.5.2.1. Choix d'assurance, articulation public/privé et arbitrage assurance-prévention 312
3.5.2.2. Sous-assurance dans les DROM-COM 316
3.5.3. Apport de la réassurance (publique) et de la titrisation du risque de feux sur les marchés financiers 317
3.5.3.1. La réassurance 317
3.5.3.2. L'apport des marchés financiers 319
4. Lacunes de connaissance et controverses 321
5. Conclusion 322
6. À retenir 323
7. Liste des références du chapitre VI 324

Essentiels

La prévention du risque incendie ne repose pas sur une seule mesure.

Elle nécessite une combinaison cohérente d'actions techniques, économiques et sociales et passe par des interventions à plusieurs niveaux, du bâti jusqu'à l'organisation urbaine.

Elle repose sur un équilibre entre responsabilité individuelle et action collective : la sécurité des biens et des personnes dans les interfaces nécessite la participation active des habitants.

Les plans de prévention les plus performants sont ceux qui mobilisent plusieurs types de mesures et apportent un soutien matériel ou financier aux habitants. Pour que ces derniers adoptent les mesures nécessaires, il faut qu'ils en comprennent le sens. Les démarches pédagogiques les plus efficaces sont participatives et renforcent leur compréhension des risques locaux.

Les mesures techniques de prévention reposent sur deux leviers principaux : la gestion des combustibles et le durcissement du bâti.

La gestion des combustibles consiste à aménager la végétation autour des constructions afin de limiter la propagation du feu, notamment en réduisant la charge combustible et en créant des discontinuités. Elle inclut également le remplacement des espèces les plus inflammables par des végétaux moins sensibles au feu. Le durcissement du bâti repose, quant à lui, sur des mesures passives (utilisation de matériaux résistants ou protections contre les brandons) ainsi que sur des dispositifs actifs, tels que les systèmes d'aspersion ou l'application de retardateurs.

La mesure de la propension à payer des ménages pour des programmes publics et/ou privés de prévention du risque de feux confirme que l'investissement que les résidents sont prêts à consentir dépend de considérations autant financières que non monétaires (revenu, éducation, obstacles informationnels).

Les travaux économiques montrent qu'un système efficace d'assurance contre les incendies combine assurance privée et intervention publique. Les marchés financiers offrent des solutions de couverture alternative à l'assurance/réassurance classiques pour éviter que le risque incendie ne soit plus assurable (car trop coûteux).

1. Introduction

Ce chapitre s'intéresse aux stratégies de prévention et de gestion du risque incendie dans les zones d'interface entre espaces naturels et zones urbanisées, où l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des incendies de végétation accroît fortement la vulnérabilité des populations, des infrastructures et des territoires. Dans ces environnements, la prévention vise à limiter la probabilité d'occurrence des incendies, à réduire leur intensité ainsi qu'à renforcer la préparation des habitants et des territoires à y faire face. La préparation physique met l'accent sur l'adaptation des équipements (bâtiments, infrastructures, etc.) afin de minimiser les pertes en vies humaines, les blessures et les dommages matériels. La préparation sociale se concentre sur des activités telles que la planification, la formation et la mise en œuvre de mesures visant à améliorer la sécurité financière (P. Jakes et al. 2007).

En matière d'incendies de végétation dans les interfaces, la prévention repose donc sur une combinaison de mesures techniques, comportementales, informationnelles, réglementaires et économiques mises en œuvre à différentes échelles et mobilisant une pluralité d'acteurs : pouvoirs publics, services de secours, collectivités, assureurs, aménageurs, chercheurs et résidents.

Parmi les mesures incontournables de réduction du risque figurent des stratégies techniques visant à limiter l'exposition et la vulnérabilité des constructions qui, bien que largement mobilisées par les politiques publiques, ne bénéficient pas toujours d'une validation scientifique (Mell et al. 2010). La littérature identifie principalement deux leviers complémentaires : la gestion du combustible autour des bâtiments et le durcissement du bâti face

aux sollicitations thermiques et aux attaques de brandons (Taccaliti et al. 2023 ; Tihay-Felicelli et al. 2025). La gestion du combustible consiste à aménager la végétation afin de créer une zone défendable autour des constructions, en réduisant la continuité horizontale et verticale des combustibles et en favorisant des espèces végétales moins inflammables (Àgueda et al. 2023 ; Taccaliti et al. 2023). Le durcissement des constructions repose quant à lui sur l'utilisation de matériaux résistants au feu, la protection des ouvertures, la réduction des éléments combustibles à proximité immédiate du bâti ainsi que, plus récemment, le développement de mesures actives telles que les systèmes d'aspersion ou les retardateurs de flamme (Cohen 2000 ; Intini et al. 2020 ; Marney et Russell 2008). Les études expérimentales, les retours d'expérience post-incendie et les travaux de modélisation permettent progressivement d'identifier les configurations constructives et paysagères les plus favorables à la résilience des bâtiments exposés aux feux de végétation.

Néanmoins, les travaux scientifiques convergent aujourd'hui vers un constat commun : aucune mesure prise isolément ne permet de réduire durablement le risque incendie. L'efficacité des politiques de prévention dépend avant tout de l'articulation cohérente entre les dispositifs et la gestion du risque incendie. Elle ne peut donc être appréhendée uniquement sous un angle technique car elle implique également des dimensions sociales, psychologiques et économiques qui conditionnent fortement l'adoption des comportements préventifs et l'adhésion aux mesures mises en œuvre.

Dans cette perspective, les campagnes d'éducation et de communication occupent une place centrale. Être « bien préparé » ne se limite pas à connaître l'existence du risque ; cela implique également de savoir comment agir avant, pendant et après l'incendie, en combinant des mesures matérielles (équipements, entretien de la végétation, protection du bâti) et une véritable préparation mentale et organisationnelle. Cette préparation repose également sur des leviers collectifs. Les normes sociales, la cohésion communautaire, les interactions entre voisins ou encore les dispositifs d'information influencent fortement les comportements individuels de prévention. Il est important de comprendre ce qui fait l'efficacité des actions éducatives pour renforcer le soutien du public aux politiques de gestion et de réduction du risque incendie (McCaffrey 2004). Pour ce faire, les enseignements de la recherche peuvent être intégrés aux pratiques d'éducation au risque (Rhodes 2011).

À ces dimensions sociales s'ajoutent les instruments économiques susceptibles d'encourager les démarches préventives, qu'il s'agisse d'incitations au débroussaillement, de programmes de réduction du combustible, de dispositifs assurantiels ou de mécanismes de compensation *ex post*. Dans le contexte du changement climatique et de l'augmentation des feux extrêmes, la question de l'assurabilité future du risque incendie et de l'articulation entre assurance privée et intervention publique apparaît désormais centrale.

Ce chapitre interroge donc les solutions techniques et les transformations sociales et économiques nécessaires pour faire face à l'évolution du risque incendie dans les territoires exposés. Plusieurs questions structurent ainsi l'analyse : quelles solutions peuvent être mobilisées pour mieux évaluer et prévenir le risque ? Comment renforcer l'efficacité de la prévention, favoriser l'adhésion des populations concernées et les aider à coexister durablement avec le feu ? Quelle place accorder aux instruments économiques, à l'assurance et aux dispositifs publics de solidarité dans un contexte d'augmentation des catastrophes ?

Ce chapitre propose ainsi une synthèse des connaissances scientifiques relatives aux principaux leviers de prévention et de gestion *ex post* du risque incendie. Il aborde successivement les stratégies techniques de réduction de la vulnérabilité du bâti et de la végétation, les dimensions sociales liées à l'adoption des mesures de prévention, les actions de sensibilisation et d'éducation au risque, ainsi que les instruments économiques et assurantiels mobilisés pour prévenir les dommages et favoriser la reconstruction après sinistre. Une attention particulière est portée aux interactions entre ces différents leviers, aux limites des dispositifs existants et aux conditions nécessaires à leur efficacité.

2. Présentation du corpus du chapitre

Le présent chapitre s'appuie sur un corpus bibliographique de plus de 220 références scientifiques consacrées à la prévention et à la gestion du risque dans les zones exposées aux incendies de végétation, en particulier aux interfaces ville — espace naturel. Les publications mobilisées couvrent une période comprise entre 1981 et 2025, avec une très forte concentration des travaux au cours des deux dernières décennies : plus de 99 % des références utilisées ont en effet été publiées après l'an 2000. Cette dynamique témoigne de l'intérêt croissant porté à la problématique des incendies dans les territoires habités, dans un contexte marqué par l'augmentation des grands incendies, l'extension des interfaces ville — espace naturel et les effets du changement climatique.

Le corpus rassemble des travaux issus de disciplines variées, reflétant le caractère multidimensionnel de la prévention du risque incendie. Les références mobilisées relèvent notamment des sciences de l'ingénieur, de l'écologie du feu, des sciences du comportement, de la géographie, de la sociologie, de la psychologie sociale, de l'économie du risque et des sciences de l'action publique. Cette diversité disciplinaire permet d'aborder conjointement les dimensions techniques, sociales, comportementales, réglementaires et économiques de la prévention.

Ces publications recouvrent quatre grandes thématiques principales :

- Des travaux relatifs aux solutions techniques de prévention et de réduction de la vulnérabilité représentent environ un tiers du corpus. Ces études portent principalement sur la gestion du combustible autour des constructions, la sélection des végétaux en fonction de leur inflammabilité, le débroussaillement, les zones défendables, les matériaux résistants au feu ainsi que les dispositifs actifs de protection des bâtiments (aspersion, retardateurs, protections thermiques). Elles s'appuient à la fois sur des expérimentations en laboratoire, des essais à grande échelle, des travaux de modélisation et des analyses post-incendie.

- Les approches institutionnelles et réglementaires sont représentées à travers une trentaine de publications consacrées aux plans de prévention et aux politiques publiques de gestion du risque incendie.

- Les dimensions sociales et comportementales occupent également une place centrale dans le corpus. Une cinquantaine d'articles portent spécifiquement sur la perception du risque, l'acceptabilité des mesures de prévention, les comportements individuels et collectifs ou encore les facteurs influençant l'adoption des pratiques de réduction de la vulnérabilité. Une quarantaine d'articles supplémentaires traitent des actions de sensibilisation et d'éducation au risque, en s'intéressant notamment à l'efficacité des campagnes de communication, aux modalités de diffusion des messages de prévention et aux stratégies d'éducation des populations exposées.

- Enfin, près d'une trentaine d'articles ont été mobilisés pour analyser les instruments économiques et assurantiels liés au risque incendie. Ces travaux portent sur les incitations économiques à la prévention, la propension des ménages à investir dans la réduction du risque, les arbitrages entre prévention et assurance, les systèmes assurantiels publics et privés, ainsi que les questions d'assurabilité et de solidarité face aux catastrophes.

Le corpus étudié présente une forte dominante internationale. Les États-Unis et l'Australie constituent les principaux terrains d'étude mobilisés, en raison de l'ancienneté des recherches sur les interfaces ville — espace naturel dans ces pays et de l'importance des retours d'expérience disponibles. Les travaux étatsuniens portent principalement sur la gestion du combustible, la vulnérabilité du bâti, les politiques de prévention et les mécanismes assurantiels, notamment en Californie, au Colorado ou au Nouveau-Mexique. Les publications australiennes accordent une attention particulière aux comportements des populations exposées, à la préparation mentale et matérielle des habitants, ainsi qu'aux stratégies de survie et de défense des habitations pendant les incendies.

Le corpus mobilise également des travaux menés dans plusieurs pays méditerranéens particulièrement exposés aux incendies de végétation, tels que le Portugal, l'Espagne, l'Italie ou la Grèce. Ces études permettent notamment de comparer les réglementations relatives au débroussaillement, les stratégies de gestion des combustibles et les approches de prévention mises en œuvre dans différents contextes environnementaux et institutionnels. Des travaux portant sur le Canada, le Chili ou encore l'Afrique du Sud ont également été intégrés afin d'élargir les retours d'expérience et d'identifier des stratégies transférables.

Les publications spécifiquement consacrées au contexte français restent relativement limitées, en particulier dans les domaines des sciences humaines et sociales et de l'économie du risque. Néanmoins, plusieurs travaux récents portant sur les obligations légales de débroussaillement, la vulnérabilité du bâti, les stratégies de gestion territoriale ou encore les mécanismes assurantiels ont été mobilisés afin de replacer les enseignements internationaux dans le contexte réglementaire et opérationnel français.

Le chapitre repose ainsi largement sur des approches comparatives et sur des mécanismes d'analogies et de transpositions entre territoires confrontés à des problématiques similaires. Les expériences étrangères sont mobilisées non comme des modèles directement transférables, mais comme des sources d'enseignements permettant d'identifier des leviers d'action, des facteurs de réussite ou des limites susceptibles d'éclairer les politiques françaises de prévention et de gestion du risque incendie. Ces transpositions nécessitent toutefois une mise en perspective attentive, les contextes climatiques, réglementaires, culturels, urbanistiques et socio-économiques pouvant fortement influencer l'efficacité et l'adhésion aux mesures étudiées.

Il est à noter que les publications relatives à la planification urbaine et à l'aménagement du territoire sont plus spécifiquement traitées dans le chapitre 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance.

3. Analyse & discussion

3.1. Moyens d'atténuation et de gestion du bâti et de la végétation

La prévention du risque incendie aux interfaces ville — espace naturel repose sur la réduction de la probabilité d'allumage des bâtiments, laquelle est gouvernée par trois mécanismes principaux : le contact direct des flammes, le rayonnement thermique et l'attaque par des brandons, correspondant à des particules enflammées ou incandescentes transportées par le feu (Ondei, Price, et Bowman 2024).

Le contact direct des flammes constitue le mécanisme le plus critique lorsque le front de feu atteint directement l'environnement bâti. Il se caractérise par des transferts convectifs et radiatifs extrêmement intenses, associés à des températures pouvant atteindre, voire dépasser, 1000 °C. Ce mécanisme demeure toutefois spatialement limité, puisqu'il dépend de la capacité du feu à atteindre physiquement la construction.

Le rayonnement thermique correspond à l'énergie émise sous forme d'ondes électromagnétiques par des corps portés à haute température, tels que les flammes ou les foyers de combustion. Lorsque le flux radiatif dépasse certains seuils, il peut provoquer l'allumage de matériaux combustibles ou entraîner la rupture d'éléments vitrés, exposant ainsi l'intérieur du bâtiment aux flammes et aux brandons. Néanmoins, l'intensité du rayonnement décroît rapidement avec la distance à la source, suivant une loi proche de l'inverse du carré de la distance.

Enfin, l'attaque par des brandons constitue un mécanisme majeur de propagation du feu dans les interfaces ville — espace naturel. Transportés par les colonnes convectives et le vent, les brandons peuvent parcourir de longues distances, parfois bien en amont du front de feu principal. Ils sont susceptibles d'initier l'allumage direct de structures, de la végétation située à proximité des bâtiments ou de générer des foyers secondaires. Contrairement au rayonnement thermique, le risque associé aux brandons décroît faiblement avec la distance à la source.

Au regard du comportement du feu, la prévention des incendies aux interfaces ville — espace naturel s'appuie sur deux leviers complémentaires (voir figure 1) : d'une part, la gestion du combustible dans les abords immédiats des constructions ; d'autre part, le durcissement du bâti face aux flux thermiques et aux attaques de brandons (Tihay-Felicelli et al. 2025). Ces actions visent à réduire la vulnérabilité des constructions, laquelle résulte à la fois de leurs caractéristiques structurelles et des conditions environnementales dans lesquelles elles s'insèrent (voir Chap. 3, Vulnérabilité). La réduction efficace du risque à l'échelle de l'habitation nécessite donc une approche holistique et intégrée, articulant ces deux leviers et prenant en compte leurs interactions (Dossi et al. 2022). Une telle approche implique une participation active des résidents, la maîtrise de l'inflammabilité du bâti et de son environnement immédiat reposant en grande partie sur leurs pratiques d'entretien et d'aménagement (Cohen 2000).



Figure 1 : Maison durcie et protégée

3.1.1. Gestion du combustible

La gestion du combustible vise à limiter la propagation du feu en agissant sur la végétation et les combustibles artificiels présents dans la zone d'interface ville — espace naturel. Elle consiste notamment à créer une « zone défendable » autour des constructions, au sein de laquelle l'intensité du feu est significativement réduite (Àgueda et al. 2023 ; Taccaliti et al. 2023). Cette démarche repose sur plusieurs actions, telles que le remplacement des espèces végétales hautement inflammables par des espèces plus résistantes au feu, la réduction de la charge de combustible et son aménagement de manière à créer des discontinuités horizontales et verticales. Toutefois,

les modalités de mise en œuvre de ces mesures varient fortement selon les pays, en fonction des contextes réglementaires, climatiques et socio-culturels (Intini et al. 2020 ; Ondei et al. 2024 ; Taccaliti et al. 2023 ; Tihay-Felicelli et al. 2025).

3.1.1.1. Aménagement du combustible

L'aménagement du combustible autour des constructions repose principalement sur la modification de la végétation et de la charge combustible dans un périmètre défini autour des bâtiments. Cette modification peut être réalisée par des méthodes mécaniques ou manuelles (débroussaillement, élagage, broyage, enlèvement des combustibles) ou, plus ponctuellement, par le recours au brûlage dirigé (Sánchez et al. 2019).

Le brûlage dirigé est reconnu comme un outil efficace pour réduire la charge combustible et l'intensité des feux ultérieurs (Fernandes et al. 2013). Toutefois, dans le contexte spécifique des interfaces ville — espace naturel, son utilisation reste fortement contrainte. La proximité immédiate des habitations, la faible acceptation par les riverains, les problématiques liées aux émissions de fumées ainsi que les risques accrus de perte de contrôle limitent fortement son déploiement. De plus, en fonction du contexte, son rapport efficacité/coût n'est pas toujours favorable pour des réalisations à grande échelle (Keeley et al. 2009). En pratique, il est donc principalement utilisé pour l'entretien de coupures de combustible existantes plutôt que comme méthode systématique de traitement des abords des constructions (Fernandes et al. 2013). Ainsi, il est plutôt recommandé de privilégier des opérations de débroussaillement avec export des résidus, en évitant le broyage mécanique sans enlèvement de la biomasse, qui peut générer des combustibles fins particulièrement inflammables et accroître le risque d'allumage (Marino et al. 2010).

La réduction de la charge combustible constitue un élément central de la gestion du combustible. Les réglementations et recommandations internationales définissent des distances de gestion variables autour des constructions, généralement comprises entre 10 et 100 m selon les pays (Tableau 1). En France, la distance réglementaire est fixée à 50 m autour des constructions et peut être portée à 100 m par arrêté municipal, plaçant la France parmi les pays les plus exigeants, aux côtés du Portugal et du Canada (Ondei et al. 2024).

La zone de gestion du combustible est généralement structurée en zones concentriques caractérisées par des contraintes croissantes à mesure que l'on se rapproche du bâti, notamment en termes de charge combustible et de continuité horizontale et verticale. Trois zones principales sont généralement distinguées (voir figure 1) :

- Une zone immédiate au contact du bâtiment,
- Une zone intermédiaire à proximité,
- Une zone étendue plus éloignée.

Par exemple, aux États-Unis (Californie), la zone immédiate correspond à une bande située à moins de 1,5 m autour de la construction et doit être exempte de tout combustible. La zone intermédiaire s'étend ensuite de 1,5 à 9 m et la zone étendue entre 9 et 30 m (Ondei et al. 2024 ; Tihay-Felicelli et al. 2025). En France, la réglementation relative aux obligations légales de débroussaillement distingue une zone immédiate de 3 m autour de la construction, pouvant comporter de l'herbe rase ou certains combustibles artificiels. La limite entre la zone intermédiaire et la zone étendue se situe à 20 ou 30 m selon les départements et correspond à la distance à partir de laquelle le maintien d'îlots de végétation est autorisé. D'autres pays adoptent des approches différentes. En Australie, par exemple, la zone immédiate et la zone intermédiaire sont regroupées en une « zone intérieure » de 10 m de large. Dans cette zone, l'herbe doit être maintenue à une hauteur inférieure à 5 cm et toute autre végétation est proscrite. Une « zone extérieure » (située entre 10 et 20 m des constructions) vise ensuite à réduire la continuité du couvert végétal afin de ralentir la propagation des incendies (Ondei et al. 2024 ; Tihay-Felicelli et al. 2025).

Tableau 1 : Caractéristiques des zones défendables pour différents pays (Ondei et al. 2024 ; Tihay-Felicelli et al. 2025). Les données relatives à la France ont été actualisées suivant les arrêtés parus en 2025.

Pays	Distance de gestion du combustible (m)	Position de la zone immédiate (m)	Position de la zone intermédiaire (m)	Position de la zone étendue (m)
USA (Californie)	30	0-1,5	1,5- 9	9-30
Canada	100	0-1,5	1,5- 30	30-100
Italie	30	0—5 (Toscane) 0—3 (Abruzzes)	5—10 (Toscane) 3—10 (Abruzzes)	10-30
Grèce	10	0-2	2-5	5-10
Portugal	50	0-2	2—10 ou 2-20 en fonction de la pente	10—50 ou 20-50 en fonction de la pente
Australie	20	0-10		10-20
Chili	30 à 60 suivant la pente	0-2	2-10	10-30
France	50	0-3	3—20 ou 3-30 suivant les départements	20—50 ou 30-50 suivant les départements

L'absence de consensus international sur les distances de gestion et le dimensionnement des zones défendables s'explique en partie par le nombre encore limité d'études scientifiques évaluant directement leur efficacité. Néanmoins, les ordres de grandeur retenus (notamment 30 à 50 m) apparaissent globalement cohérents avec les connaissances sur le comportement des incendies de végétation. La revue de Filkov et al. recense des hauteurs de flamme pouvant atteindre 30 m lors de brûlages dirigés dans des forêts de pins (Filkov et al. 2023). Par ailleurs, des modèles de transfert radiatif ont permis d'estimer les distances minimales de sécurité vis-à-vis de l'allumage des matériaux combustibles (Cohen 2000 ; Soto et al. 2022). Sur la base d'hypothèses sévères, Cohen a montré qu'un front de flammes de 20 m de hauteur situé à 40 m d'une structure en bois ne génère pas un flux radiatif suffisant pour provoquer son allumage par rayonnement seul (Cohen 2000). Cette distance constitue ainsi un ordre de grandeur pertinent pour limiter ce mode d'allumage. Toutefois, des travaux plus récents soulignent la forte variabilité de cette distance en fonction des conditions locales (pente, orientation, type de végétation), pouvant conduire à des exigences plus importantes (Soto et al. 2022).

Concernant la zone immédiate, les données scientifiques restent également limitées. Les mesures de hauteurs de flamme réalisées par Frankman et al. pour des feux de surface (herbes, aiguilles de pin) et des feux d'arbustes indiquent des valeurs comprises entre 1 et 2 m (Frankman et al. 2013), ce qui est cohérent avec les dimensions généralement recommandées pour cette zone (1,5 à 5 m) (Ondei et al. 2024).

Malgré les divergences sur les distances, les principes de gestion de la végétation sont globalement homogènes à l'échelle internationale. Dans la zone immédiate, les recommandations visent à supprimer ou limiter au maximum les combustibles à proximité directe des constructions : élimination de la végétation morte, limitation de la végétation vivante à de l'herbe rase ou à des espèces peu inflammables (par exemple des succulentes), et réduction des matériaux artificiels combustibles (Ondei et al. 2024).

Dans la zone intermédiaire, l'objectif principal est de rompre les continuités horizontales et verticales afin de limiter la propagation des flammes et l'intensité du feu. Cela passe par des opérations d'éclaircissement, d'élagage et de taille (Àgueda et al. 2023 ; Gibbons et al. 2012 ; Marino et al. 2010 ; Ondei et al. 2024 ; Taccaliti et al. 2023).

- La discontinuité horizontale repose sur le maintien d'un gazon tondu et vert, l'élimination régulière des combustibles fins morts (feuilles, aiguilles, branches) ainsi que le respect de distances minimales entre la végétation et les constructions (généralement 2 à 5 m). Par ailleurs, les branches surplombant les toitures doivent être supprimées afin de limiter les voies de propagation vers le bâti (Samora-Arvela et al. 2023 ; Syphard et Keeley 2019). Dans plusieurs pays, les distances entre les végétaux font également l'objet de prescriptions réglementaires ou de recommandations précises. Aux États-Unis, un espacement minimal d'environ 3 m entre les houppiers des arbres est généralement préconisé, pouvant être augmenté en fonction de la pente, tandis que pour les arbustes, la distance recommandée varie entre 3 m et 2 à 6 fois leur hauteur. Au Portugal, la distance entre les arbres est fixée à 4 m et est portée à 10 m pour les pins maritimes et les eucalyptus. En France, les distances entre végétaux sont comprises entre 3 et 5 m selon le type de végétation (arbres ou arbustes) et les spécifications départementales.

- La discontinuité verticale vise à limiter la transition des feux de surface vers les feux de cime. Elle repose principalement sur l'élagage des arbres et la gestion de la végétation sous couvert (Taccaliti et al. 2023). Les recommandations consistent généralement à élaguer sur une hauteur comprise entre un tiers et la moitié de la hauteur de l'arbre (sans excéder 1,8 à 4 m) (Tableau 2). Dans certains pays, comme la France, le Portugal et la Grèce, la gestion du combustible impose l'élimination des végétaux sous les arbres, via la coupe et/ou le broyage des arbustes situés sous le couvert. Dans d'autres pays, le maintien d'une végétation basse peut être autorisé à condition de préserver une distance verticale suffisante entre les strates. Il est ainsi généralement recommandé de maintenir un espacement minimal équivalent à trois fois la hauteur des arbustes entre le sommet de la végétation basse et la base des houppiers.

Bien que les données expérimentales restent limitées, les études post-incendie confirment l'efficacité de ces pratiques. Gibbons et al. ont par exemple montré qu'une réduction de 10 % du couvert végétal entraîne une diminution d'environ 5 % du risque de destruction des structures (Gibbons et al. 2012). Plusieurs travaux estiment que la hauteur des flammes peut atteindre 1,5 à 3,5 fois la hauteur de la végétation (Butler 2014 ; Ricci et al. 2021 ; Zárate, Arnaldos, et Casal 2008). Les mesures expérimentales réalisées par Frankman et al. sur des feux de surface (herbes, litières d'aiguilles) et des feux d'arbustes rapportent des hauteurs de flammes comprises entre 1 et 2 m (Frankman et al. 2013). Ces données confortent par conséquent les recommandations en matière d'élagage et d'espacement vertical. Enfin, les travaux de Tihay-Felicelli et al. sur des feux de haies montrent des longueurs de flamme moyennes de 5,6 ± 1,0 m et un avancement horizontal de 3,4 ± 1,1 m, conduisant à recommander une distance minimale de 5,5 m entre haies et bâtiments pour éviter le contact direct des flammes (Tihay-Felicelli et al. 2025). Ces résultats suggèrent que certaines distances actuellement préconisées pourraient ne pas garantir l'absence de contact des flammes en conditions sévères.

Tableau 2 : Distances préconisées pour la gestion du combustible dans la zone intermédiaire pour différents pays.

Pays	Distance entre végétaux et constructions	Distance horizontale entre les végétaux isolés	Arbustes autorisés sous les arbres	Hauteur de l'élagage
USA	3 m	3 à 10 m pour les arbres suivant la pente ou les états 3 m ou 2 à 6 fois la hauteur des arbustes suivant la pente ou les états	Oui dans certains États ou comtés	1,8 à 3 m suivant les États ou 1/3 de la hauteur
Canada	-	3 m	Oui	2 m
Chili	3 m	3 m entre les arbres	Oui	2 à 3 m
Italie (Toscane)	5 m	2,5 m	Oui	2 m
Grèce	2 à 5 m	3 m	Non	3 m
Portugal	5 m	10 m pour les pins maritimes et les eucalyptus et 4 m pour les autres arbres	Non	4 m ou ½ de la hauteur pour les arbres d'une hauteur inférieure à 8 m
France	Pour les arbres : 3 m[1] Pour les arbustes ou les haies : 3 à 5 m suivant les départements	3 à 5 m suivant les départements	Non	1/3 ou ½ de la hauteur sans excéder 2 à 4 m suivant les départements

En ce qui concerne la zone étendue, les recommandations visent toujours à maintenir des discontinuités horizontales et verticales afin de limiter la propagation et l'intensité du feu. Toutefois, les contraintes y sont généralement moins strictes que dans la zone intermédiaire, afin de préserver un couvert végétal plus important et de mieux intégrer les enjeux écologiques, notamment en termes de biodiversité et de régénération des peuplements forestiers. Dans ce contexte, les exigences en matière d'espacement et de gestion de la végétation sont assouplies. Aux États-Unis, par exemple, les guides recommandent un espacement minimal entre les végétaux compris entre 1,8 et 4,5 m selon les États ou les comtés dans la zone étendue, contre 3 à 10 m dans la zone intermédiaire. En France, les prescriptions relatives aux distances entre végétaux et aux hauteurs d'élagage restent globalement similaires à celles de la zone intermédiaire. Toutefois, la zone étendue se distingue par la possibilité de maintenir des îlots de végétation. Ces îlots sont autorisés au-delà de 20 ou 30 m des constructions, selon les départements, sous réserve de respecter plusieurs conditions : leur surface ne doit pas excéder 20 à 30 m², ils doivent être espacés entre eux de 10 à 20 m, et se situer à une distance minimale de 5 m de tout autre arbre ou arbuste.

[1] Un arbre remarquable isolé peut se situer à proximité d'une construction à condition qu'il soit éloigné d'au moins 3 à 5 m de tous les autres végétaux.

L'étude de Braziunas et al. (2020a) a simulé l'évolution du risque à moyen et long terme dans un paysage des Rocheuses selon différentes configurations d'habitat (groupé, dispersé) et l'application de traitements du combustible à différentes échelles. Les résultats de ces simulations montrent que les traitements des espaces défendables permettent de maintenir une faible hauteur des flammes dans les zones proches. Comme attendu, les habitations groupées permettent de réduire davantage le risque dans les zones intermédiaires que les habitations dispersées. La disposition spatiale des habitations était particulièrement importante à l'échelle des zones intermédiaires au niveau du quartier, tandis que la superficie traitée était primordiale à l'échelle du paysage ; toutefois, aucun de ces deux facteurs n'était déterminant à l'échelle de la zone immédiate. L'étude conclut donc que la stratégie la plus efficace pour réduire le risque dépend de l'échelle à laquelle le risque est évalué. Le regroupement des constructions et le traitement de 10 à 30 % du paysage tous les 10 ans peuvent réduire le risque d'incendie à plusieurs échelles. Dans les quartiers où moins de 30 % de la superficie est urbanisée et où les habitations ne sont pas regroupées, le fait de ne traiter que l'espace proche peut s'avérer insuffisant pour réduire les risques. L'étude conclut que les propriétaires de ces quartiers devraient envisager de traiter une zone plus étendue (Braziunas et al. 2020 b).

En complément des mesures locales, certains auteurs préconisent ainsi la création de coupures de combustible en périphérie des zones urbanisées (Massada, Radeloff, et Stewart 2011 ; Oliveira et al. 2016 ; Syphard, Keeley, et Brennan 2011 ; Taccaliti et al. 2023). Les pare-feux (zones fortement débroussaillées) visent à stopper la progression des flammes, tandis que les zones de combustible réduit (*fuelbreaks*) cherchent à ralentir leur propagation tout en facilitant l'intervention des équipes de lutte. Des travaux de modélisation montrent que ces dispositifs peuvent réduire significativement la surface brûlée, en particulier pour les incendies de grande ampleur (Oliveira et al. 2016).

Toutefois, l'efficacité des coupures de combustible dépend fortement de leur conception (localisation, largeur, orientation) et de leur entretien. Elles doivent donc être envisagées comme un complément aux zones défendables autour des constructions, et intégrées dans une planification territoriale cohérente impliquant l'ensemble des acteurs concernés. Ainsi, plusieurs études montrent que pour modifier la probabilité que de grands incendies touchent une zone particulière, le traitement de cette zone ne suffit pas et qu'une articulation entre gestion des interfaces et gestion des espaces naturels et agricoles environnants est nécessaire pour prendre en compte les connectivités et les interdépendances sociales et biophysiques à une échelle plus large (Ager, Kline, et Fischer 2015 ; Calkin et al. 2014). Selon Calkin et al. (2014), il faut planifier l'aménagement du territoire en prévoyant plusieurs unités de traitement sur plusieurs kilomètres dans la direction du vent lors d'épisodes de vents violents : « *Fuel treatments do not stop fires (just change behavior), and treatment alone without HIZ treatment means that inevitable wildfire exposure will result in structure loss.* » (Calkin et al., 2014, p. 750). Les auteurs soulignent que les défis liés à la réalisation de modifications à l'échelle du paysage deviennent presque insurmontables en cas d'urbanisation résidentielle dispersée : la multiplicité des propriétaires fonciers et la petite taille des parcelles empêchent la mise en œuvre de traitements coordonnés à une échelle significative, ce qui renforce l'impératif d'arriver à mobiliser les résidents dans la protection de leur habitation dans la zone immédiate et intermédiaire (Calkin et al. 2014) (voir également le Chap. 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance).

Au-delà de l'efficacité, se pose également la question du coût de ces mesures : une étude australienne sur l'analyse coût — bénéfice des brûlages dirigés conclut que le traitement des interfaces réduit davantage le montant des dégâts que le traitement de l'espace naturel seul. Mais le rapport coût-bénéfice est meilleur pour le traitement des espaces naturels en raison du coût très élevé du traitement des interfaces, sauf dans le cas où les ressources très limitées ne permettent le traitement que de très petites surfaces (5 % des zones naturelles) (Florec et al. 2019). Une autre étude, toujours en Australie, conclut qu'il n'existe pas de solution « universelle » en matière de brûlage dirigé : les traitements en lisière ont généralement permis de réduire les coûts liés aux impacts dans une plus grande mesure que les traitements à l'échelle du paysage, mais ces réductions n'étaient pas toujours proportionnelles au coût du traitement. L'étude confirme que le rapport coût — bénéfice est meilleur dans les interfaces au sens strict (avec une délimitation nette entre zone urbanisée et zone naturelle) que dans les intermix (Penman et al. 2020). Si ces résultats ne sont pas forcément directement transposables au cas français car le contexte biogéographique est différent (forêts d'eucalyptus par exemple) et les brûlages dirigés

appliqués à plus grande échelle, la démarche est transposable et des travaux similaires en France seraient nécessaires sur le coût — bénéfice de la gestion du combustible (Florec et al. 2019). À partir d'un travail en Californie, Miller et al. montrent d'ailleurs qu'il existe trois types de limites à l'utilisation des feux prescrits : le risque engendré, le manque de moyens financiers mais également humains (main-d'œuvre disponible et formée) et les contraintes réglementaires (périodes autorisées, réglementation environnementale, etc.) (Miller, Field, et Mach 2020a). En outre, il est démontré que l'allongement de la saison des feux sous l'effet du changement climatique réduit d'autant la fenêtre temporelle pendant laquelle les brûlages dirigés sont possibles, ce qui peut amener à limiter la possibilité d'utilisation de cette technique (Florec et al. 2019; Swain et al. 2023). Dans l'Ouest des États-Unis, il a par exemple été montré qu'un réchauffement climatique d'environ 2 °C d'ici 2060 réduira globalement le nombre de ces jours (-17 %), en particulier au printemps (-25 %) et en été (-31 %). En revanche, l'hiver (+4 %) pourrait devenir une période relativement favorable pour le brûlage dirigé, en particulier dans les États du nord (Swain et al. 2023).

3.1.1.2. Sélection des végétaux

Comme le soulignent Ondei et al. (2024), de nombreux guides préconisent la sélection de végétaux dits « résistants au feu ». La propension d'un végétal à participer à un incendie est généralement étudiée à travers sa réaction au feu, définie à partir de quatre critères complémentaires (Toy-Opazo et al. 2024) :

- L'inflammabilité correspond à l'aptitude d'un végétal à s'enflammer sous l'effet d'une source de chaleur. Elle est généralement caractérisée par le temps d'allumage. Plus ce temps est court, plus l'inflammabilité est élevée, et plus le végétal présente un risque important en situation d'exposition au feu.
- La combustibilité décrit l'intensité de la combustion une fois le végétal enflammé. Elle est souvent évaluée à travers la puissance thermique dégagée et la hauteur des flammes. Une forte combustibilité favorise la transmission du feu aux éléments combustibles environnants.
- La durabilité de la combustion renvoie à la capacité du végétal à soutenir la combustion dans le temps. Certaines espèces présentent une combustion brève et peu persistante, tandis que d'autres maintiennent des flammes ou une combustion lente prolongée, augmentant ainsi la durée d'exposition thermique des combustibles voisins.
- La consumabilité (ou fraction consumée) correspond à la proportion de biomasse effectivement consommée lors de la combustion. Une consumabilité élevée traduit une contribution importante du végétal à l'énergie totale libérée par l'incendie.

La réaction au feu d'une plante résulte ainsi de l'interaction de multiples caractéristiques végétales s'exprimant à différentes échelles. À l'échelle des particules (feuilles, aiguilles, rameaux fins, litière), des paramètres tels que la taille, l'épaisseur, la forme, le rapport surface/volume ou encore la composition chimique influencent fortement les processus d'allumage et de combustion (Pausas, Keeley, et Schwilk 2017 ; Rocca et al. 2017). À l'échelle de l'individu, des paramètres structuraux tels que l'architecture de la plante, la répartition et la continuité de la biomasse, la densité du houppier ou encore la proportion de matériaux morts jouent un rôle déterminant dans l'intensité et la durée de la combustion (Pausas et al. 2017).

Il convient également de souligner que la réaction au feu des végétaux présente une forte variabilité saisonnière. Celle-ci s'explique par des modifications de la composition chimique, du contenu en eau, de la biomasse foliaire ainsi que de la proportion relative de combustibles vivants et morts au cours du cycle phénologique (Fares et al. 2017). Ces variations peuvent affecter de manière significative l'ensemble des composantes de la réaction au feu et compliquent l'établissement de classifications robustes.

Dans ce contexte, la construction de classements fiables de végétaux se heurte à plusieurs limites. En particulier, il n'existe à ce jour aucun standard international pour l'évaluation de la réaction au feu des plantes, ce qui conduit à une forte hétérogénéité des protocoles expérimentaux (White et Zipperer 2010). Par ailleurs, les différentes composantes de la réaction au feu ne sont pas systématiquement mesurées. L'inflammabilité est la plus

fréquemment étudiée (environ 88 % des publications), suivie de la combustibilité (69 %), de la durabilité de la combustion (51 %) et, plus rarement, de la consumabilité (37 %) (Toy-Opazo et al. 2024).

Les dispositifs expérimentaux les plus couramment utilisés, tels que l'épiradiateur ou le cône calorimètre, s'intéressent principalement à l'échelle des particules. Toutefois, d'autres approches existent, mobilisant des échelles et des conditions expérimentales variées (Toy-Opazo et al. 2024). Cette diversité méthodologique rend les résultats difficilement comparables entre études et peut conduire à des divergences, voire à des contradictions, pour une même espèce selon les protocoles employés, les organes étudiés (feuilles, litière, plante entière) ou encore les conditions expérimentales, notamment le niveau de dessiccation des échantillons (Fernandes et Cruz 2012 ; Toy-Opazo et al. 2024 ; White et Zipperer 2010).

Malgré ces limitations, la littérature permet d'identifier un ensemble cohérent de caractéristiques favorables ou défavorables dans le cadre du choix des végétaux (Tableau 3). Ces éléments constituent une base utile pour orienter les stratégies de végétalisation dans les interfaces ville — espace naturel.

Tableau 3 : Caractéristiques des végétaux à privilégier ou à éviter dans le cadre de la prévention du risque incendie.

Échelle / Critère	Caractéristiques à privilégier	Caractéristiques à éviter
Morphologie foliaire	- Feuilles épaisses, coriaces, peu découpées - Forte teneur en eau - Faible rapport surface/volume - Faible teneur en composés volatils	- Feuilles fines ou très découpées, aiguilles - Faible teneur en eau - Rapport surface/volume élevé - Forte teneur en composés volatils
Morphologie de la litière	- Litières denses et compactes	- Litières fines et aérées
Capacité à produire des brandons	- Écorce adhérente - Absence de cônes	- Écorce exfoliante - Présence de cônes

Les caractéristiques des feuilles jouent un rôle déterminant dans les phases d'allumage et de propagation du feu. Leur comportement est fortement contrôlé par leur morphologie, leur teneur en eau et leur composition chimique :

- Les feuilles présentant un rapport surface/volume élevé, typiquement fines ou très découpées, s'échauffent plus rapidement et s'enflamment plus facilement, car leur surface d'échange favorise les processus de pyrolyse (Engber et Morgan 2012 ; Fares et al. 2017 ; Ganteaume, Jappiot, Lampin, et al. 2013 ; Ganteaume 2018 ; White et Zipperer 2010). À l'inverse, des feuilles épaisses et denses, souvent associées à des tissus riches en eau ou en composés structuraux, retardent l'allumage et limitent la vitesse de combustion (Dimitrakopoulos et Papaioannou 2001 ; Ganteaume 2018 ; Pausas et al. 2017).

- Une faible humidité foliaire réduit l'énergie nécessaire à l'évaporation de l'eau et accélère l'allumage, tandis qu'une teneur en eau élevée augmente le temps d'allumage et diminue l'efficacité de la combustion (Dimitrakopoulos et Papaioannou 2001 ; Ganteaume 2018 ; Romero et al. 2019 ; White et Zipperer 2010).

- Certains composés, tels que les tanins, les minéraux ou certains constituants structuraux, peuvent limiter la combustibilité en favorisant la formation de résidus charbonneux lors de la pyrolyse, ralentissant ainsi la propagation du feu (Fares et al. 2017 ; Grootemaat et al. 2017). À l'inverse, la présence de composés organiques volatils, notamment certains terpènes, peut favoriser l'allumage et intensifier la combustion (Rocca et al. 2017 ; Romero et al. 2019).

La litière joue également un rôle majeur dans la propagation du feu en surface et constitue souvent le vecteur principal de transmission du feu vers les strates supérieures de la végétation. Son comportement dépend à la fois des propriétés des feuilles qui la composent et de son organisation spatiale. Les litières aérées, caractérisées

par une faible densité et une forte porosité, permettent une meilleure circulation de l'oxygène et favorisent des vitesses de propagation élevées (Ganteaume 2018 ; Ganteaume et al. 2009 ; Grootemaat et al. 2017). Ce type de structure est généralement associé à des feuilles fines, courbées ou rigides, qui s'imbriquent peu et créent des vides. À l'inverse, les litières compactes limitent les échanges gazeux et ralentissent la propagation du feu, bien qu'elles puissent soutenir une combustion plus longue (Ganteaume 2018 ; Grootemaat et al. 2017). Comme pour les feuilles, la teneur en eau de la litière est également déterminante. Une litière sèche favorise l'allumage et la propagation rapide du feu, tandis qu'une litière humide agit comme un frein à ces processus (Ganteaume et al. 2009). Ainsi, des différences marquées existent entre types de végétation : les litières de conifères, notamment composées d'aiguilles de pin, présentent généralement une inflammabilité élevée, contrairement à certaines litières de feuillus plus compactes et humides (Ganteaume et al. 2009).

Enfin, la capacité d'une espèce à produire des brandons constitue le dernier facteur déterminant dans le choix des végétaux. Les espèces produisant des éléments légers et facilement détachables (fragments d'écorce, feuilles sèches, cônes, fruits) présentent un potentiel élevé de génération de brandons susceptibles d'initier des foyers secondaires. Des travaux expérimentaux montrent que certains brandons, notamment les cônes de pin ou les fragments d'écorce d'eucalyptus, sont particulièrement efficaces pour enflammer des litières, en raison de leur capacité à rester incandescents pendant leur transport (Ganteaume et al. 2009).

Sur la base de ces éléments, il apparaît possible de dégager des tendances générales quant aux types de végétaux à privilégier ou à éviter. Il convient notamment de privilégier des espèces capables de maintenir une forte teneur en eau dans leurs tissus, telles que les feuillus ou les plantes succulentes. À l'inverse, les espèces riches en résines, en huiles essentielles ou en composés organiques volatils, telles que les conifères ou les eucalyptus, présentent des caractéristiques favorisant l'allumage et la propagation du feu et doivent être évitées. Le Tableau 4 présente les espèces faisant l'objet d'un consensus entre les auteurs ayant proposé des classements des végétaux selon leur réaction au feu (Dibble, White, et Lebow 2007 ; Dimitrakopoulos et Papaioannou 2001 ; Ganteaume 2018 ; Ganteaume, Jappiot, Lampin, et al. 2013 ; Ganteaume, Jappiot, et Lampin 2013 ; Kauf et al. 2015 ; Liodakis, Kakardakis, et Kakardakis 2006 ; Molina et al. 2017 ; Molina-Terrén et al. 2019 ; Romero et al. 2019; Toy-Opazo et al. 2024; Viegas et al. 2014 ; Weise et al. 2005 ; White et Zipperer 2010).

Tableau 4 : Espèces à privilégier ou à éviter dans le cadre de la prévention du risque incendie.

Espèces à privilégier	Espèces à éviter
- Aloès	- Eucalyptus
- Plantes succulentes	- Pins (Alep, pignon, de Calabre, ponderosa…)
- Pittospore du Japon	- Cyprès
- Châtaignier commun	- Bruyère arborescente
- Platane commun	- Bambou
	- Thuya
	- Olivier
	- Genévrier
	- Épine-vinette

3.1.2.

3.1.3. Durcissement des constructions

Le second levier de la prévention du risque incendie dans les interfaces ville — espace naturel repose sur le durcissement des constructions qui vise à limiter l'allumage des bâtiments et à réduire les dommages en cas d'exposition au feu. Ce levier mobilise à la fois des mesures passives, fondées sur les caractéristiques intrinsèques du bâti (choix des matériaux, conception constructive), et des mesures actives, telles que les systèmes d'aspersion ou l'application de retardateurs de flamme, permettant d'agir directement sur les flux thermiques et les processus de combustion (Cohen 2000 ; Intini et al. 2020 ; Marney et Russell 2008).

Parmi ces approches, les mesures passives occupent une place centrale dans les stratégies de prévention, dans la mesure où elles visent à réduire la vulnérabilité du bâtiment indépendamment de toute intervention extérieure. Elles reposent notamment sur l'utilisation de matériaux résistants au feu et sur des principes de conception limitant les possibilités d'allumage et de propagation du feu (Àgueda et al. 2023 ; Intini et al. 2020 ; Syphard et Keeley 2019 ; Taccaliti et al. 2023).

Sur la base des points de vulnérabilité identifiés lors des analyses post-incendie, les recommandations associées à ces mesures passives s'organisent autour de trois axes principaux : (i) l'amélioration des performances au feu de l'enveloppe du bâti (toitures et façades), (ii) le renforcement de la résistance au feu des ouvertures, et (iii) la limitation de la présence de matériaux combustibles à proximité immédiate des constructions. Le Tableau 5, inspiré de l'étude d'Alba Àgueda et al. (2023), synthétise les principaux éléments du bâti faisant l'objet de recommandations dans les documents de prévention du risque incendie en interface forêt-habitat.

Tableau 5 : Éléments du bâti pour lesquels des stratégies et des suggestions de réduction des risques sont mentionnées dans les documents traitant de la prévention du risque incendie dans les interfaces, basés sur les travaux d'Alba Àgueda et al. (2023).

Pays	Toit		Gouttières	Events	Espaces semi-confinés	Matériaux des façades	Vitrages	Volets
	Matériau	Maintenance						
Australie	X		X	X	X	X	X	X
Canada	X	X	X	X	X	X	X	X
États-Unis	X	X	X	X	X	X	X	X
France	X	X	X	X		X		X
Italie								
Portugal	X	X				X	X	X
Espagne	X	X	X	X	X	X	X	X

3.1.3.1. Amélioration de l'enveloppe

L'amélioration de la performance au feu de l'enveloppe du bâti constitue un axe central du durcissement des constructions, dans la mesure où les éléments extérieurs (toiture, façades, avant-toits, terrasses) sont directement exposés aux trois principaux modes d'attaque des incendies de végétation : le rayonnement thermique, le contact de flamme et les dépôts de brandons.

En premier lieu, la toiture représente un élément particulièrement critique, car elle constitue une surface d'accumulation privilégiée des brandons. De nombreuses recommandations insistent ainsi sur la nécessité d'un

entretien rigoureux, incluant la réparation des éléments dégradés, l'élimination des débris combustibles (feuilles, aiguilles) et l'étanchéité des interstices (Àgueda et al. 2023 ; Samora-Arvela et al. 2023). Ces préconisations s'appuient sur des observations expérimentales montrant que les accumulations de débris combustibles (feuilles, aiguilles), en particulier dans les gouttières, constituent des zones d'allumage privilégiées sous l'effet des brandons. L'allumage débute généralement par une phase de combustion lente, pouvant évoluer en combustion avec flamme et conduire à la dégradation des matériaux de toiture (Manzello et al. 2008). Par ailleurs, le comportement des matériaux de gouttières influence les conséquences de cet allumage : les gouttières en polymères peuvent fondre et se détacher du bâtiment, entraînant la chute de matériaux enflammés au sol, tandis que les gouttières métalliques restent en place mais peuvent favoriser la propagation du feu vers la toiture (Hakes et al. 2017). En conséquence, la littérature converge principalement vers une recommandation prioritaire : l'élimination régulière des débris combustibles dans les gouttières (Hakes et al. 2017). Aux États-Unis, il est recommandé d'utiliser des dispositifs empêchant l'accumulation de débris dans les gouttières tels que des grilles métalliques ou des couvercles incurvés inversés (Hakes et al. 2017). Néanmoins, il n'existe pas à notre connaissance d'études quantifiant leur efficacité.

Le choix des matériaux de couverture joue également un rôle déterminant. Les toitures combustibles, notamment en bardeaux de bois, sont reconnues pour leur forte vulnérabilité en raison de leur facilité d'allumage et de leur capacité à générer des brandons secondaires, favorisant la propagation du feu (Hakes et al. 2017). À l'inverse, l'utilisation de matériaux incombustibles (tuiles, métal, béton) est largement recommandée (Cohen 2000 ; Taccaliti et al. 2023). Les travaux expérimentaux de Manzello et al. montrent en outre que la configuration des tuiles influence fortement la pénétration des brandons. Les systèmes présentant des interstices ou des recouvrements insuffisants permettent l'infiltration de brandons qui peuvent atteindre les matériaux combustibles sous-jacents, conduisant à l'allumage de la toiture (Manzello 2014).

Au-delà de la toiture, les recommandations issues de la littérature préconisent l'utilisation de matériaux peu ou non combustibles pour les façades et, plus largement, pour l'ensemble de l'enveloppe du bâti (béton, pierre, enduits minéraux), afin de limiter leur contribution à l'allumage et à la propagation du feu (Àgueda et al. 2023 ; Cohen 2000 ; Hakes et al. 2017 ; Moore 1981 ; Samora-Arvela et al. 2023 ; Taccaliti et al. 2023). Ces recommandations s'appuient sur de nombreux travaux empiriques montrant que les caractéristiques constructives, et en particulier les matériaux de l'enveloppe, jouent un rôle déterminant dans la résistance des structures aux incendies (Dossi et al. 2022 ; Hakes et al. 2017 ; Laranjeira et Cruz 2014 ; Maranghides et al. 2015 ; Syphard et Keeley 2019 ; Terrei et al. 2023 ; Vacca et al. 2020). Dans le cas de structures en bois, l'encapsulation par des plaques de plâtre est fréquemment recommandée, car elle permet de retarder l'échauffement du matériau et de limiter sa participation à la combustion en agissant comme une barrière thermique (Bartlett, Hadden, et Bisby 2019).

Les éléments géométriques de l'enveloppe, tels que les avant-toits, constituent également des zones de vulnérabilité importantes. Les recommandations issues des études empiriques préconisent la fermeture des avant-toits, afin de limiter l'intrusion de brandons et de réduire le risque d'allumage des structures (Syphard et Keeley 2019).

Enfin, les structures annexes, en particulier les terrasses, constituent un vecteur potentiel de propagation du feu vers le bâtiment. À ce titre, l'utilisation de matériaux incombustibles est généralement recommandée (Cohen 2000 ; Syphard et Keeley 2019). Les performances au feu des terrasses ont fait l'objet de plusieurs études expérimentales, considérant différentes sollicitations caractéristiques des incendies en interface ville — espace naturel : exposition au rayonnement thermique, attaque de flamme sous la structure ou encore dépôt de brandons (Fabian 2014 ; Tihay-Felicelli et al. 2023). Ces travaux montrent que le comportement au feu dépend à la fois de la nature des matériaux et de leur configuration. Ainsi, sous exposition radiative, certains matériaux polymères, tels que le PVC, peuvent présenter de meilleures performances que le bois ou les polyoléfines (par exemple le polypropylène), notamment en termes de délai à l'inflammation et de puissance thermique dégagée (Fabian 2014 ; Tihay-Felicelli et al. 2023). En revanche, lors d'une attaque par brandons, les éléments en bois apparaissent plus facilement inflammables que les matériaux thermoplastiques (Meerpoel-Pietri, Tihay-Felicelli, et Santoni 2021). Toutefois, une fois enflammés, ces derniers peuvent développer une combustion plus intense.

Par ailleurs, indépendamment de la nature des matériaux, la géométrie des systèmes joue un rôle déterminant (Fabian 2014 ; Meerpoel-Pietri et al. 2021 ; Tihay-Felicelli et al. 2023). Par exemple, la présence d'interstices, de rainures ou d'espaces confinés favorise l'accumulation de brandons et les phénomènes de ré-irradiation, augmentant ainsi le risque d'allumage et de propagation du feu.

3.1.3.2. Renforcement de la résistance au feu des ouvertures

Les ouvertures (fenêtres, systèmes de ventilation et cheminée) constituent des voies privilégiées de pénétration des brandons et de la chaleur au sein des bâtiments. Leur traitement fait donc l'objet de recommandations spécifiques visant à limiter les entrées de particules incandescentes et les effets du rayonnement thermique (Intini et al. 2020).

En premier lieu, l'utilisation de fenêtres à double vitrage est largement préconisée (Àgueda et al. 2023 ; Moore 1981 ; Syphard et Keeley 2019 ; Taccaliti et al. 2023). Plusieurs travaux montrent que ce type de vitrage améliore significativement la résistance aux sollicitations thermiques en retardant la rupture du vitrage et en limitant les transferts de chaleur vers l'intérieur du bâtiment (Laranjeira et Cruz 2014 ; Tihay-Felicelli et al. 2023). Les analyses post-incendie confirment également que les fenêtres double vitrage sont associées à une probabilité de survie accrue des bâtiments, notamment en réduisant les effets du rayonnement et l'entrée de brandons (Syphard et Keeley 2019).

En complément, il est souvent recommandé, notamment dans les pays européens et en Australie d'installer des volets, en particulier métalliques ou résistant au feu (Laranjeira et Cruz 2014). Ils constituent une mesure efficace pour protéger les ouvertures lors du passage du front de feu. Des expérimentations à échelle réelle ont notamment mis en évidence le rôle protecteur des volets dans la limitation des flux thermiques incidents et dans la réduction des dommages aux ouvertures (Tihay-Felicelli et al. 2023).

Les ouvertures de ventilation (grilles, aérations de combles ou de façades) ou les conduits de cheminées représentent également des points critiques d'entrée des brandons. Il est ainsi recommandé d'y installer des protections métalliques ou des filets ignifugés, afin de limiter la pénétration des particules incandescentes (Àgueda et al. 2023 ; Hakes et al. 2017 ; Syphard et Keeley 2019 ; Taccaliti et al. 2023). Les études empiriques montrent que la présence de grilles sur les évents est associée à une meilleure résistance des bâtiments, en réduisant l'intrusion des brandons (Manzello et al. 2011). Toutefois, les essais réalisés avec le générateur de brandons du NIST montrent que ces systèmes ne permettent pas d'empêcher totalement l'entrée des brandons (Manzello et al. 2011). Ceux-ci peuvent en effet continuer à brûler sur les grilles jusqu'à pouvoir traverser et éventuellement initier l'allumage de matériaux combustibles situés en arrière des grilles. Ces résultats mettent en évidence que la seule réduction de la taille des mailles constitue une mesure insuffisante, et qu'il est nécessaire de concevoir des systèmes de ventilation spécifiquement résistants aux brandons (Manzello et al. 2011).

3.1.3.3. Réduire les matériaux combustibles autour des constructions

La prévention du risque incendie dans les interfaces ville — espace naturel repose également sur la réduction des matériaux combustibles à proximité immédiate des constructions, afin de limiter les possibilités d'allumage et de propagation du feu vers le bâti. Les guides de prévention convergent ainsi vers la nécessité d'éloigner les combustibles domestiques (bois de chauffage, mobilier extérieur, bouteilles de gaz) des façades et des zones sensibles (Taccaliti et al. 2023). Cette mesure, simple à mettre en œuvre, permet de réduire significativement les sources potentielles d'allumage secondaire, que ce soit par dépôt de brandons ou sous l'effet du rayonnement thermique.

Une attention particulière doit être portée aux réservoirs domestiques de gaz de pétrole liquéfié (GPL), identifiés comme des éléments critiques en contexte de feu de végétation (Scarponi et al. 2020). L'analyse comparative des réglementations européennes met en évidence une forte hétérogénéité des exigences en matière de distances de sécurité. L'Italie adopte l'approche la plus restrictive, avec une distance minimale d'environ 5 m et une interdiction explicite de toute végétation à proximité de la cuve. À l'inverse, d'autres pays, comme l'Espagne ou le Portugal, autorisent des distances plus faibles (1 à 2 m) sans prescriptions spécifiques concernant la

végétation. La France, le Royaume-Uni et la Grèce se situent dans une position intermédiaire (environ 3 m), avec des niveaux d'exigence variables quant à la gestion des combustibles végétaux.

Ces écarts réglementaires interrogent au regard des résultats expérimentaux. Les travaux de Scarponi et al. ont montré qu'un feu de végétation intense situé à 3 m d'un réservoir — distance correspondant à la réglementation française — peut entraîner une élévation rapide de la température de la paroi, provoquant l'ouverture de la soupape de sécurité (PRV) et la formation d'un jet de flamme (Scarponi et al. 2020). Ces résultats indiquent que le respect des distances réglementaires actuelles ne garantit pas systématiquement la sécurité, en particulier en présence de végétation dense ou de flux thermiques élevés, et soulignent la nécessité de renforcer les mesures de débroussaillement et d'augmenter les distances de sécurité lorsque cela est possible.

Au-delà des équipements spécifiques, il est recommandé d'éviter l'accumulation de matériaux combustibles dans les zones semi-confinées (auvents, pergolas, dessous de terrasses), où les brandons peuvent s'accumuler et initier des foyers secondaires. Dans ces espaces, le recours à des aménagements minéraux ou incombustibles est à privilégier (Àgueda et al. 2023).

Les clôtures constituent également des éléments à considérer, dans la mesure où elles peuvent jouer un rôle de vecteur de propagation du feu vers les bâtiments. Il est recommandé de privilégier des matériaux résistants au feu, tels que le métal ou certains polymères, plutôt que le bois, et de maintenir une zone exempte de combustibles fins (paillis, feuilles, aiguilles) à leur pied. Des travaux expérimentaux ont en effet montré que l'accumulation de débris fins au contact des clôtures favorise leur allumage sous l'effet des brandons (Suzuki et al. 2016).

Plus largement, la configuration de l'environnement bâti influence fortement la vulnérabilité des habitations. Les études empiriques montrent que la probabilité de destruction d'un bâtiment augmente avec la présence de structures secondaires dans son voisinage immédiat, notamment dans un rayon d'environ 40 m (Gibbons et al. 2012). Ces éléments peuvent agir comme relais de propagation, en facilitant les transferts de chaleur par rayonnement ou par projection de brandons. Dans cette optique, il est recommandé de limiter la densité des constructions annexes à proximité des habitations ou, à défaut, d'en augmenter les distances de séparation et d'en améliorer la résistance au feu (Gibbons et al. 2012 ; Maranghides et al. 2015).

3.1.3.4. Installer des mesures actives

En complément des approches passives, les mesures actives de protection constituent des solutions concrètes pour renforcer la résilience des bâtiments face aux incendies de végétation, en agissant directement sur les mécanismes physiques d'allumage identifiés dans la littérature. Ces dispositifs visent en effet soit à réduire directement les flux thermiques reçus, soit à retarder ou empêcher l'inflammation des matériaux.

L'une des solutions repose sur l'utilisation de couvertures ignifugées multicouches, permettant d'envelopper tout ou partie du bâtiment. Les travaux de Takahashi montrent que ces dispositifs agissent selon trois mécanismes complémentaires : blocage des brandons, suppression du contact direct avec les flammes et réflexion du rayonnement thermique (Takahashi 2019). Des essais expérimentaux ont mis en évidence leur efficacité, avec une réduction pouvant atteindre 92 % du flux convectif et 96 % du flux radiatif grâce à des surfaces aluminisées. Toutefois, leur efficacité reste conditionnée à leur bonne mise en œuvre et à la durée d'exposition : ils sont particulièrement adaptés à des feux de passage rapide (de l'ordre de quelques minutes à une dizaine de minutes), mais leur performance peut diminuer en cas d'exposition prolongée.

Une autre approche consiste à améliorer la réaction au feu des matériaux combustibles, notamment du bois, par l'application de retardateurs de flamme (Lowden et Hull 2013 ; Marney et Russell 2008). Ces traitements agissent selon plusieurs mécanismes physico-chimiques bien identifiés : (i) la formation d'une couche charbonneuse isolante limitant les transferts de chaleur et d'oxygène, (ii) la libération de gaz inertes diluant les gaz de pyrolyse inflammables, et (iii) l'apparition de réactions endothermiques absorbant une partie de l'énergie thermique (Lowden et Hull 2013). Certains systèmes combinés, intégrant par exemple des composés à base de bore, de phosphore ou d'azote, permettent également d'assurer une double fonction de protection contre le feu et de préservation biologique du bois (Marney et Russell 2008). Néanmoins, ces solutions présentent des limites, notamment en termes d'impact environnemental et de toxicité potentielle, ce qui incite à développer des

alternatives plus durables. Dans cette perspective, des méthodes innovantes dites « écologiques » émergent, visant à améliorer la tenue au feu du bois sans recourir à des produits chimiques conventionnels. Les travaux récents de Repič et al. ont montré qu'une combinaison de modification thermique (≈220 °C) et de minéralisation (formation de carbonate de calcium) permet d'améliorer significativement la réaction au feu : augmentation du temps d'allumage et réduction de l'énergie libérée lors de la combustion (Repič et al. 2023). Ce type de traitement présente l'avantage de limiter les impacts environnementaux tout en améliorant les performances incendie, bien qu'il puisse entraîner une légère dégradation des propriétés mécaniques du matériau, ce qui doit être pris en compte dans les applications structurelles.

Enfin, les systèmes d'arrosage actif, tels que les sprinklers ou les dispositifs d'aspersion des façades et des toitures, constituent une mesure particulièrement efficace pour réduire l'exposition thermique des bâtiments (Filkov et al. 2023 ; Moore 1981). En abaissant la température de surface et en humidifiant les matériaux, ces dispositifs permettent de limiter significativement les flux thermiques incidents. Les synthèses récentes indiquent que ces systèmes peuvent conduire à une réduction du flux thermique sur les façades pouvant atteindre environ 80 %, contribuant ainsi à diminuer fortement la probabilité d'allumage des parois exposées (Filkov et al. 2023).

3.1.4. Les habitats précaires et les campings

Les habitats précaires et les campings constituent des configurations particulièrement vulnérables aux incendies en interface ville — espace naturel. Toutefois, il existe peu d'études sur ces environnements et les recommandations reposent donc sur un nombre limité d'études et d'analyse post-incendie.

3.1.4.1. Les habitats précaires

Dans les habitats précaires, la prévention du risque incendie repose sur un ensemble de mesures combinant organisation spatiale, choix des matériaux et amélioration des capacités de réponse, dans un contexte où les contraintes socio-économiques limitent souvent l'application de solutions conventionnelles.

La distance entre les habitations constitue un levier fondamental pour limiter la propagation du feu. Les essais à grande échelle montrent qu'une distance critique d'environ 3 à 5 m est nécessaire pour éviter la propagation entre structures (Cicione, Walls, et Kahanji 2019). Les résultats sont cohérents avec les analyses probabilistes qui indiquent que la probabilité d'ignition d'une habitation voisine passe de 97 % à 1 m, à 52 % à 2 m, puis à environ 5 % à 3 m (Wang et al. 2021). Ainsi, une distance minimale de 3 m apparaît comme une recommandation opérationnelle clé pour réduire la transmission du feu par rayonnement et contact des flammes. Cette approche s'inscrit également dans les stratégies de *reblocking*, consistant à réorganiser les habitats pour créer des voies d'accès élargies et des zones tampons (Kahanji, Walls, et Cicione 2019) (Voir également Chap. 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance).

Le choix des matériaux de construction constitue un autre facteur déterminant. Les expérimentations montrent que les habitations avec un revêtement en bois présentent une propagation du feu plus rapide que celles en acier, en raison d'une vitesse de combustion plus élevée et de la production de brandons (Cicione et al. 2019). Il est donc recommandé de privilégier des matériaux peu combustibles, notamment pour les parois extérieures (acier, panneaux minéraux), et de limiter l'usage de matériaux facilement inflammables (Affif et March 2025 ; Wang et al. 2021). Cette recommandation est renforcée par les analyses de risque qui identifient les matériaux de construction comme le facteur le plus influent dans l'évolution du risque incendie en habitat informel (Affif et March 2025). L'utilisation de peintures intumescentes ou la réduction des ouvertures peuvent également contribuer à améliorer la résistance au feu des structures.

En complément, la gestion des combustibles à proximité des habitations est essentielle. Les matériaux tels que pneus, plastiques, textiles ou objets stockés à l'extérieur présentent des flux critiques d'inflammation faibles et peuvent s'enflammer à distance sous l'effet du rayonnement thermique (Wang et al. 2021). Leur éloignement systématique, ainsi que la suppression des extensions informelles qui réduisent les espaces coupe-feu, permettent de limiter la continuité combustible et de ralentir la propagation du feu.

Enfin, l'amélioration des capacités d'intervention et d'accès constitue également un levier majeur. Les retours d'expérience montrent que les opérations de lutte contre l'incendie sont fortement entravées par la présence de voies étroites ou inaccessibles et par un manque de ressources en eau (Kahanji et al. 2019). Il est donc recommandé d'élargir les voies d'accès lorsque cela est possible, de développer des solutions adaptées (par exemple des équipes mobiles légères), et de renforcer les points d'eau de proximité, notamment par la mise en place de systèmes de collecte d'eau de pluie ou de puits collectifs (Affif et March 2025).

3.1.4.2. Les campings

Les campings présentent également des vulnérabilités spécifiques liées à la forte densité d'occupation et à l'utilisation de matériaux hautement combustibles. Les études montrent que les accessoires de camping (tentes, matelas, sacs de couchage) présentent des temps d'ignition relativement courts et des pouvoirs calorifiques élevés, favorisant la propagation du feu (Almeida et al. 2017).

Dans ce contexte, plusieurs mesures opérationnelles peuvent être mises en œuvre. Il est recommandé de maintenir les toiles de tente correctement tendues, afin de limiter la formation de plis dans lesquels les brandons peuvent s'accumuler. Des observations expérimentales montrent que, dans ces conditions, les brandons provoquent uniquement des perforations locales sans entraîner nécessairement une combustion soutenue (Almeida et al. 2017).

Le choix des matériaux constitue également un levier important. L'utilisation de tentes fabriquées à partir de matériaux à faible contribution au feu (par exemple de classe C selon la norme EN 13 501) permet de limiter l'inflammabilité des structures (Almeida et al. 2017). Néanmoins, ces dispositions restent insuffisantes face à une exposition directe à un front de flamme, ce qui souligne la nécessité de les combiner avec d'autres mesures (espacement, gestion des combustibles, organisation du site).

Enfin, la gestion de l'organisation spatiale du camping est essentielle. La réduction de la densité d'implantation des tentes et l'évitement du stockage de matériaux combustibles à proximité immédiate contribuent à limiter la propagation du feu, en cohérence avec les principes de réduction de la continuité des combustibles observés dans d'autres contextes d'interface (Almeida et al. 2017).

3.2. Plans de prévention

Tant en France qu'aux États-Unis où les plans sont très répandus, les pouvoirs publics incitent ou imposent l'adoption de plans de prévention du risque incendie à différentes échelles (région, département, massif, commune, groupements de propriétaires). Selon les contextes nationaux, les objectifs, le degré de contrainte (entre obligations et incitations) et de participation des habitants à ces plans est variable. C'est sur les États-Unis que les travaux analysant les caractéristiques et les modalités de déploiement de ces plans sont les plus abondants.

3.2.1. Les Plans de prévention du risque incendie de forêt en France (PPRIF)

En France, les plans de niveau supérieur (département, massif) sont des documents stratégiques à destination des autorités et des professionnels. Ainsi, les Plans de Protection des Forêts Contre les Incendies (PPFCI) sont des documents de planification à l'échelle départementale ou interdépartementale qui ont notamment pour objectif de préciser l'application des dispositions du code forestier et leur articulation avec celles du code de l'environnement dans le cadre de la procédure des Plans de Prévention des Risques (PPR). À notre connaissance ces plans ne font pas actuellement l'objet de publications scientifiques. Les PPR locaux dédiés aux incendies, appelés Plans de prévention du risque incendie de Forêt — PPRIF, ont, quant à eux, fait l'objet de quelques rares travaux en droit et en géographie. Ces plans ne couvrent pas l'ensemble des mesures de prévention : ils sont destinés à réglementer l'urbanisation dans les communes à risque et à réduire la vulnérabilité des zones urbanisées. Il s'agit de rendre inconstructibles les zones les plus à risque (zones rouges), d'y limiter

l'agrandissement des bâtiments existants, d'en interdire la reconstruction en cas de destruction par incendie et d'instaurer des mesures de réduction de la vulnérabilité (accès, équipements, etc.) dans les zones à risque faible à modéré.

Bien que datant de la Loi Barnier de 1995 (qui instaure des plans de prévention pour tous les risques naturels délimitables dans l'espace — les risques les plus diffus comme les séismes ou les tempêtes ne sont pas concernés —), ces dispositifs ne concernent encore aujourd'hui qu'une minorité de communes à risque du fait de leur coût, de difficultés techniques mais aussi de la forte opposition d'élus et de populations locales (Bouisset 2011 ; Kocher et Butsic 2017) : seuls 286 PPRIF avaient été approuvés en 2025 pour 7130 communes considérées comme exposées aux incendies (source : base GASPAR). Il n'y a par exemple aucun PPRIF dans le département des Landes et seulement 13 dans celui de la Gironde alors que 41 avaient été initialement prescrits (Bouisset et Vanneufville 2018).

Ces plans, prescrits et adoptés par les préfets de département, donc par l'État, visent à interdire l'urbanisation future des zones les plus à risque et à imposer ou à recommander des mesures de sécurité aux constructions futures ou existantes (dans un délai de cinq ans pour ces dernières). Les PPRIF sont composés de documents cartographiques (en général au 1/5000 e, c'est-à-dire à une échelle suffisamment fine pour décider de la constructibilité ou non des parcelles cadastrales) et d'un règlement qui s'imposent aux plans locaux d'urbanisme. Ainsi, les mesures comprises dans les PPRIF s'imposent aux habitants et aux collectivités territoriales, sans toutefois que l'existence d'un tel document suffise à garantir la mise en œuvre réelle de toutes les mesures rendues obligatoires ou recommandées, faute bien souvent de contrôles et de sanctions effectives (Bouisset 2011).

La participation du public à l'élaboration de ces documents est limitée puisque réduite à la procédure de concertation préalable (enquête publique) qui régit l'adoption des plans et programmes en France (Sanseverino-Godfrin et Le Goff 2003).

L'adoption de ces plans est donc lente, coûteuse car elle suppose des études précises pour l'évaluation du risque. Elle est inégale selon les départements et souvent contestée par les communes et les particuliers qui en dénoncent le caractère contraignant et contestent fréquemment les zonages (Bouisset 2011 ; Bouisset et Vanneufville 2018 ; Kocher et Butsic 2017).

Malgré l'existence d'un cadrage national, les méthodologies d'évaluation du risque et le niveau de contraintes des plans peuvent varier d'un département à l'autre et d'une génération de plan à l'autre, ce qui contribue d'ailleurs à alimenter les oppositions. L'analyse des PPRIF en Gironde par Bouisset et Vanneufville (2018) montre par exemple la tension entre les impératifs de sécurité et les dynamiques d'aménagement du territoire. Avant 2010, les PPRIF du département adoptaient une approche stricte qui se traduisait par des contraintes fortes, notamment le classement d'habitations existantes en zone rouge. Cependant, la méthode a rapidement suscité des critiques de la part des élus locaux, qui dénonçaient des incohérences entre les cartes réglementaires et la réalité du terrain. Face à ces contestations, de nombreux PPRIF ont été abandonnés ou dé-prescrits, officiellement en raison d'une pression foncière jugée minime, mais en réalité parce que leur application rigide bloquait des projets d'urbanisme. À partir de 2010, une nouvelle génération de PPRIF a émergé en Gironde, caractérisée par un assouplissement notable des règles. Désormais, les bâtiments existants, même isolés en forêt, étaient systématiquement classés en zone bleue (risque faible), car considérés comme défendables par les pompiers. Ainsi, les oppositions incitent les pouvoirs publics à développer des plans moins contraignants, à réviser certains plans pour assouplir les contraintes en cas de réalisation de travaux préventifs ou à renoncer à adopter des PPRIF au profit de mesures considérées comme plus souples telles des guides de bonnes pratiques en matière d'urbanisme qui n'ont pas le caractère contraignant des PPRIF (Bouisset et Vanneufville 2018) (le chapitre 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance développe ces questions).

3.2.2. Les plans communautaires états-uniens

Aux États-Unis, les plans de prévention, leurs impacts et leurs limites ont été très étudiés. La réglementation fédérale incite fortement et subventionne la création de plans locaux appelés *Community Wildfire Protection Plans (CWPP)*. Ces derniers ont été instaurés par le « *Healthy Forest Restoration Act* » de 2003 pour encourager

les communautés locales à élaborer des plans de prévention suite au double constat de méconnaissance des populations par les grandes agences et de défiance des habitants vis-à-vis de ces dernières. La réglementation fédérale incite fortement et subventionne la création de ces plans qui sont élaborés le plus souvent à partir de modèles proposés à l'échelle des États (Grayzeck-Souter et al. 2009) dans l'objectif de créer des *Fire-Adapted Communities*, centrées sur la protection des maisons et des populations dans les interfaces ville — espace naturel. La notion de communauté (au sens anglophone) prend ici le sens de contexte local où « les conditions sociales et biophysiques sont gérées de telle sorte que, si un incendie de forêt se déclare, il s'agit d'un événement gérable plutôt que d'une catastrophe potentielle (Newman et al. 2013 ; Toman et al. 2013 ; Paveglio et Edgeley 2020 ; Billings, Carroll, et Paveglio 2020).

Les CWPP, pensés comme des documents de planification qui associent agences publiques et parties prenantes (dont les citoyens), coordonnent et renforcent des dispositifs de prévention communautaires préexistants relevant soit de la coordination entre acteurs, soit de l'action en faveur de la prévention. On peut citer les *Fire Safe Councils* (en Californie depuis 1993) qui sont des groupements d'acteurs à but non lucratif dont le rôle est de mener des actions de sensibilisation et d'encouragement à l'adoption de mesures préventives, notamment en aidant les habitants d'une même zone géographique à se structurer en communauté dite *Fire Wise* pour mener des actions de prévention et des travaux de protection du bâti dans un cadre collaboratif. Une certification nationale de *Fire Wise Community* permet aux habitants d'accéder à des avantages financiers, notamment des tarifs d'assurance réduits (Everett et Fuller 2011) (voir figure 2). L'une des difficultés relevées dans ces dispositifs tient à des problématiques d'inclusion de certaines catégories de résidents dans les dispositifs du type *Fire Safe Council*, du fait de leur moindre capacité de mobilisation (résidents temporaires, propriétaires non-résidents notamment) (Everett et Fuller 2011).

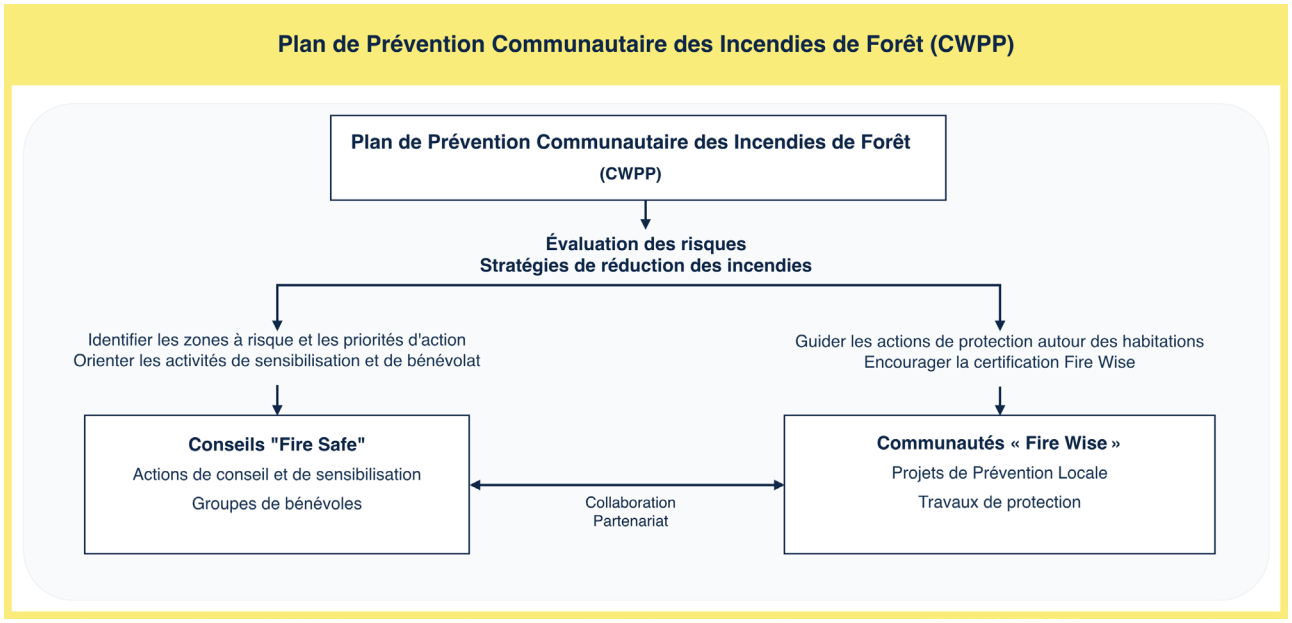


Figure 2 : L'articulation des CWPP aux initiatives locales de prévention plus anciennes

Un CWPP doit traiter le risque d'incendie en termes de dangers liés aux combustibles, de préparation des communautés et de priorités d'intervention tant pour les zones environnantes que pour l'inflammabilité des structures. Il est rédigé pour une zone géographique donnée et doit en refléter le contexte social et écologique. Ainsi, un CWPP valide doit répondre à trois exigences minimales : il doit être élaboré en collaboration par les représentants des administrations locales et régionales, en consultation avec les agences fédérales et les autres parties intéressées. Deuxièmement, le plan doit identifier et hiérarchiser les zones nécessitant des traitements de réduction des combustibles dangereux et recommander des méthodes de traitement pour protéger les communautés à risque et les infrastructures essentielles. Enfin, le plan doit recommander des mesures que les propriétaires et les communautés peuvent prendre pour réduire l'inflammabilité des structures dans toute la zone couverte par le plan (Absher, Vaske, et Peterson 2017).

Ces plans sont d'initiative locale mais sont pour la plupart pilotés par les agences publiques et sont mis en œuvre à différentes échelles qui peuvent aller du comté jusqu'à des groupements de propriétaires privés (Grayzeck-Souter et al. 2009). Ils peuvent être aussi multi-juridictionnels, ce qui en fait des outils intéressants en zone transfrontalière ou multi-juridictionnelle (Jakes et Sturtevant 2013). Hamilton et al. (2023) ont également montré, à l'échelle de l'ensemble des CWPP des 11 États de l'Ouest, que bien que souvent construits pour répondre au risque à une échelle très locale, les CWPPs ont la capacité de réseauter entre eux à d'autres échelles, ce qui facilite la circulation des retours d'expériences. Les CWPPs, d'une manière générale, peuvent associer des acteurs institutionnels (autorités fédérales et locales, professionnels de la forêt, pompiers, gestionnaires d'espaces naturels, etc.), des entreprises spécialisées (consultants) ainsi que les populations. La participation des propriétaires à la conception du CWPP est surtout marquée dans les plans correspondant à des communautés très locales (quartier, lotissement, groupement de propriétaires individuels) (Absher et al. 2017).

Un avantage organisationnel tient en la capacité des CWPP de créer des *learning communities*, communautés apprenantes où l'information circule mieux entre les niveaux, et où la confiance mutuelle des acteurs en présence (notamment entre résidents et pouvoirs publics) renforce la robustesse des dispositifs prescrits (Jakes et Sturtevant 2013). Cette question des apprentissages est notamment portée par le *Fire Adapted Communities Learning Network* (FAC Net) afin d'aider les communautés à explorer les voies d'adaptation aux incendies et fournir des exemples d'activités associées à chaque élément à prendre en considération. Les recommandations fournies dans le cercle extérieur de la figure 3 ne sont pas normatives, mais illustrent plutôt l'éventail des mesures potentielles envisageables selon les caractéristiques de chaque communauté locale (Edgeley 2023). L'outil, né d'un travail collaboratif et participatif associant chercheurs, praticiens et citoyens, propose un portfolio sur mesure d'itinéraires, de solutions et d'exemples réussis dans d'autres territoires et s'appuie sur une typologie de communautés locales (selon des critères socio-spatiaux) (Paveglio, Schmidt, et Medley-Daniel 2024) issue de travaux de recherche conduits sur près de vingt ans (ce cadre conceptuel est présenté dans le Chapitre 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance qui aborde les politiques publiques et les spécificités géographiques et socio-culturelles).

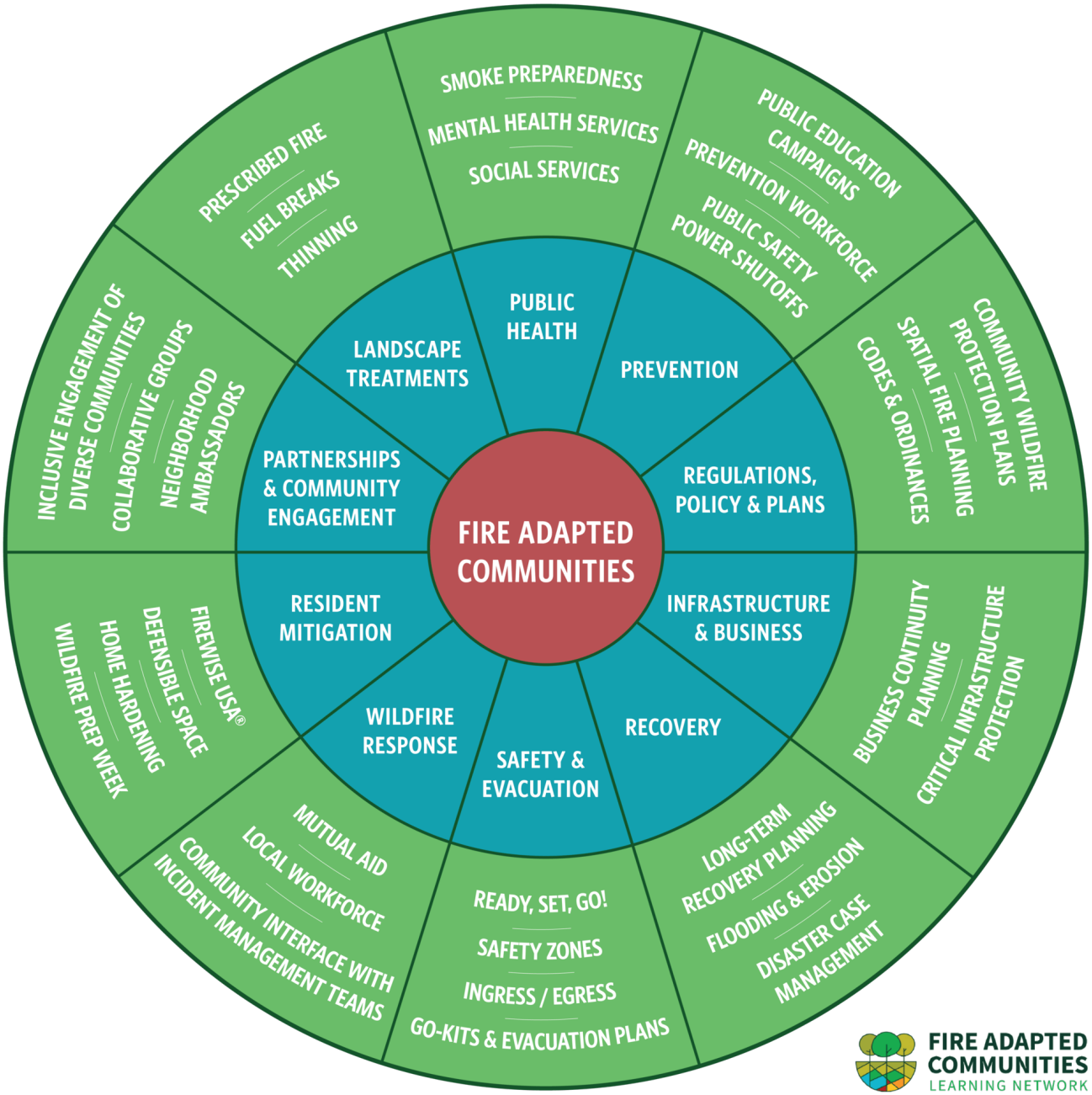


Figure 3 : Le cadre « *Fire Adapted Communities* », élaboré par le *Fire Adapted Communities Learning Network* (© 2026 Fire Adapted Communities Learning Network. *All rights reserved.* https://fireadaptednetwork.org/). Ce cadre présente dix éléments qui contribuent à l'adaptation des communautés aux incendies de végétation et fournit des exemples d'actions possibles dans ce domaine.

Les types de mesures incluses dans les plans et les niveaux de contraintes sont variables selon les contextes locaux (voir l'encadré « Zoom sur les actions de prévention » ci-dessous), mais la dimension pédagogique, avec des actions de communication et de formation, y est systématiquement présente (Absher et al. 2017 ; Grayzeck-Souter et al. 2009). Elle s'appuie et trouve sa source dans la forte culture états-unienne du « *outreach* », soit une attention particulière aux publics et à la transmission des messages essentiels.

Zoom sur les actions de prévention encouragées par les *Fire Safe Councils* en Californie pour sécuriser les maisons (Everett et Fuller 2011)

Communications d'urgence et évacuation

- Systèmes d'urgence (911 aux USA) installés ou améliorés
- Patrouilles de surveillance anti-incendie bénévoles équipées de radios
- Systèmes de signalisation du niveau de danger d'incendie mis en place
- Itinéraires d'évacuation et/ou zones de sécurité identifiée
- Bornes téléphoniques d'urgence, réseaux radio et radioamateur mis en place
- Exercices d'évacuation
- Enregistrement volontaire des personnes vulnérables et préparation de leur évacuation
- Coordination de l'implantation de micropuces d'identification pour les animaux domestiques et le bétail

Facilitation de la réponse d'urgence

- Cartographie par Systèmes d'Information Géographique des zones interface habitat-forêt (routes, topographie, végétation, structures, équipements pour les secours)
- Installation de panneaux de signalisation pour les routes et les habitations
- Développement de sources d'eau locales et de points d'accès, installation de raccords pour tuyaux d'incendie

Amélioration des habitations

- Évaluations gratuites pour les propriétaires concernant la sécurité incendie
- Jardins de démonstration pour montrer les plantes locales peu combustibles
- Démonstrations d'aménagement d'un espace défendable autour des maisons et des bâtiments publics
- Concours annuels de l'espace défendable le plus amélioré et le mieux entretenu

Traitement des combustibles

- Traitement mécanique (tonte, coupe, broyage, pâturage)
- Collecte en bordure de route des déchets issus des traitements
- Enlèvement des déchets
- Coupures de combustible le long des routes (publiques et privées)
- Utilisation du brûlage dirigé

Le même genre de dispositif existe dans d'autres pays. Une étude de Leanne M. M. Labossiere et Tara K. McGee (2017) a porté sur deux communes canadiennes (2000 et 85 000 habitants) en Colombie-Britannique, identifiées comme innovantes en matière de réduction du risque car allant au-delà des dispositifs réglementaires. Elle montre que la taille de la commune n'est pas forcément un obstacle. Les mêmes facteurs ont influencé les deux municipalités dans le développement de leurs activités de prévention : une fenêtre d'opportunité (des incendies en 2003), des champions de la cause, le soutien du public et des politiques, des partenariats, des aides financières. Parmi les mesures mises en œuvre figurent :

- Des subventions (40 $) pour l'achat d'un sprinkler de toiture, les bénéficiaires ont droit à une évaluation individuelle de la vulnérabilité des habitations par le service incendie et cette évaluation est incorporée dans un SIG.
- La mise à disposition de bacs et enlèvement gratuit des déchets verts
- Des emplois saisonniers pour de jeunes habitants afin de travailler au débroussaillement
- Des contrats pour pâturage de troupeaux aux abords des interfaces
- La promotion du *fire smart scaping* et du *xeriscaping*[2] : brochures, maison témoin pour montrer l'esthétique.
- Le don de plants d'espèces résistantes au feu
- Des exercices d'évacuation
- L'invitation de conférenciers dans les écoles et évènements locaux
- La mobilisation de champions locaux
- Le mécénat d'entreprises (Labossiere et McGee 2017).

Des études ont été menées aux États-Unis sur ces plans et leurs responsables. Une enquête auprès de responsables de CWPP dans le Colorado (N=133) montre que les mesures vues comme les plus efficaces sont l'aide financière au débroussaillement ou la réalisation de débroussaillements gratuits ainsi que l'aide à l'élimination des résidus (par exemple la mise à disposition de bennes ou le broyage), devant l'éducation (Absher et al. 2017). C'est donc l'aide pratique et concrète apportée aux propriétaires privés qui apparaît la plus efficace, ce qui correspond par exemple à la ventilation des postes de dépenses des *Fire Safe Councils* en Californie, 77 % du volume étant consacrés aux actions de gestion des combustibles (Everett et Fuller 2011). De nombreux responsables de programmes, en particulier ceux qui mettent en œuvre des exigences légales, estiment que la réglementation est également un outil nécessaire mais insuffisant, et que c'est la combinaison de plusieurs éléments du programme qui a le plus grand effet sur le changement de comportement des résidents des communautés interfaces ville — espace naturel (Renner, Reams, et Haines 2006). Cette combinaison a aussi pour effet le renforcement mutuel entre les différents éléments des dispositifs (cf. à nouveau la figure 2) : ainsi, Everett et Fuller (2011) ont pu montrer dans le cas californien que les communautés ayant achevé le processus de création d'un CWPP reconnu par les collectivités locales étaient privilégiées dans l'obtention compétitive des financements fédéraux proposés dans le cadre des *Fire Safe Councils*. Les principaux obstacles systématiquement relevés par les responsables des plans tiennent au manque de financements, à la difficulté de mobiliser les bénévoles sur le long terme, au manque de personnels institutionnels qualifiés dans le domaine de la prévention et à la résistance de certains résidents, d'ordre plus politique qu'en lien avec le risque lui-même (Absher et al. 2017 ; Reams et al. 2005). Les mêmes types d'obstacles sont identifiés en Australie (Hughes et Mercer 2009).

À partir d'une analyse de treize cas, Williams et al. (2012) identifient trois bonnes pratiques de gestion pour faciliter l'élaboration des CWPP : 1/ l'attention particulière au cadrage du plan, qui se doit d'être flexible, porté par des valeurs et préoccupations communes au niveau local, en plus de viser la réduction du risque, pour apparaître le plus inclusif possible, 2/ l'échelle d'action à laquelle les participants peuvent réellement produire des effets (ni trop petite, ni trop large pour à nouveau promouvoir l'inclusivité), et 3/ la mise en place de dispositifs favorisant la mise en œuvre et garantissant le succès à long terme (e.g., outils de priorisation, liens avec d'autres plans locaux, incarnation dans des réglementations locales et des engagements communautaires).

Une étude de Kramer et al. (2018) démontre à l'échelle des États-Unis que c'est surtout dans les interfaces que se situent les bâtiments détruits par les incendies, tout particulièrement dans les États (comme la Californie) où

[2] C'est-à-dire de l'aménagement des jardins adapté au feu et à la sécheresse. Voir l'aspect gestion du combustible en début de chapitre.

les destructions sont les plus nombreuses. Les bâtiments situés à proximité des communautés *Firewise* existantes présentent un taux de destruction inférieur à celui des bâtiments plus éloignés de ces communautés. Les auteurs soulignent que beaucoup de dispositifs sont réactifs (créés après un incendie et non avant), qu'ils ne constituent pas une garantie de sécurité absolue en cas de sinistre et que des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer la réduction des risques d'incendie associée aux dispositifs de prévention. Car comme le soulignent Paveglio et al. (2019), l'avis de la population et des autorités sur telle ou telle mesure de prévention repose sur son efficacité perçue, laquelle n'est pas nécessairement synonyme d'efficacité réelle. Cela confirme le besoin d'évaluer scientifiquement l'impact des mesures mais aussi de bien prendre en compte le facteur humain dans la prévention.

3.3. Adhésion du public et adoption des mesures de prévention

La prévention passe par les mesures susceptibles d'être mises en œuvre par les habitants sur leur lieu de vie. Ces mesures sont nombreuses et variées, et selon une enquête menée en 2011 aux États-Unis, qui mesure la mise en œuvre de 12 d'entre elles recommandées dans le cadre de Firewise USA®, il s'avère que seulement 3 % des répondants n'ont mené aucune d'entre elles. Les actions les plus fréquentes consistent à enlever le bois mort (73 %), à tondre (65 %) autour de sa maison ou à retirer les feuilles et les aiguilles de pin de leur toit et/ou de leur jardin (64 %). Les mesures impliquant des travaux sur les bâtiments sont les moins fréquemment mises en œuvre (22 %) (Champ, Brenkert—Smith, et Flores 2011). On peut alors s'interroger sur les facteurs qui facilitent ou, au contraire, freinent ces comportements. Si la perception du risque semble constituer un facteur primordial de cette prévention, la relation entre ces variables n'est pas évidente, puisque la perception d'un risque accru par la présence de végétation sur la propriété n'est pas corrélée au niveau d'adoption de mesures préventives, peut-être parce que la plupart des habitants (72 %) pensent qu'un incendie pourrait détruire des arbres mais une minorité seulement (33 %) envisage un impact sur leur habitation (Champ et al. 2011).

Au-delà de la compréhension des leviers d'action, certains travaux ont mis l'accent sur les freins à la décision et à la mise en œuvre des comportements de prévention et de préparation face au risque d'incendie.

Une étude canadienne liste les raisons pour lesquelles les propriétaires ne mettent pas en œuvre des mesures de prévention en fonction de leur niveau de contraintes, c'est-à-dire d'une part les mesures relatives à la gestion des combustibles, et d'autre part les mesures structurelles qui touchent au logement. Les résultats montrent que beaucoup (81 %) ont déjà géré les combustibles autour de leur maison et que ceux qui ne le font pas évoquent un manque d'information (28 %), une perception du risque trop faible pour justifier des mesures (24 %), et/ou un manque de compétences, de capacités physiques ou financières. Concernant les mesures structurelles (i.e., ne pas adopter de revêtement résistant au feu), la raison financière arrive en premier (57 % des réponses) ; puis les propriétaires (47 %) n'envisagent pas de remplacer les matériaux tant que ceux-ci ne sont pas abîmés ; certains (26 %) considèrent que le risque n'est pas assez important pour justifier ce changement ; et enfin ces travaux ne constituent pas une priorité (20 %) (Asfaw, Christianson, et Watson 2022).

Les facteurs liés à la perception du risque et à la mise en œuvre des comportements de protection et de prévention se déclinent en deux grands ensembles dans les articles du corpus : les facteurs individuels et les facteurs collectifs.

3.3.1. Facteurs individuels

3.3.1.1. Variables socio-démographiques

L'impact des facteurs socio-démographiques sur les perceptions du risque d'incendie et l'adoption des comportements de prévention varie selon les études et les contextes, et les résultats sont souvent contradictoires ou spécifiques à certaines actions ou situations, notamment en ce qui concerne l'âge, le genre et le niveau d'études. Par exemple, Absher et al. (2012) ne trouvent aucun effet prédicteur des variables socio-démographiques sur les comportements de prévention. Seul le niveau de revenu, notamment associé à un manque de capacité financière, constitue un frein que l'on retrouve régulièrement dans les recherches.

Les résultats concernant l'influence de l'âge sur la prévention des risques d'incendie sont contradictoires (Fischer et al. 2014). Ainsi, l'âge ne correspond pas à une variable significative pour expliquer l'acceptation générale des mesures de prévention, notamment les traitements des combustibles (Toman et al. 2014) : certaines études montrent que les répondants plus âgés sont moins susceptibles d'entreprendre des mesures (Fischer et al. 2014; Olsen et al. 2017 ; Paveglio, Stasiewicz, et Edgeley 2021). Les auteurs attribuent notamment ce résultat à de moindres capacités physiques des personnes plus âgées, rendant plus difficiles les opérations de débroussaillement et de gestion des combustibles au sens large (Fischer et al. 2014). Aussi, en Californie, des aides spécifiques ont pu être accordées aux habitants les plus âgés pour effectuer les travaux nécessaires sur leur propriété (Kolden et Henson 2019). D'autres études montrent le contraire (Champ et al. 2011). Par ailleurs, l'âge avancé est associé positivement à la coopération avec les organismes publics et les propriétaires privés voisins pour la gestion des combustibles (Fischer 2012). De même, dans le contexte canadien de *FireSmart* (cf. [Westhaver, Revel, et Hawkes 2007]), les personnes de 55 ans et plus sont plus susceptibles (1,64 fois plus) de s'engager dans des activités de prévention individuelles que les cohortes plus jeunes, ce qui semble lié à leur niveau d'information, lui-même dépendant du type de média habituellement utilisé (TV vs. médias sociaux) (Ergibi et Hesseln 2018). On peut ajouter ici que les ménages ayant de jeunes enfants (0-5 ans) disent manquer de temps pour se préparer, comparativement aux familles sans enfant d'âge similaire, mais que c'est là aussi plutôt le jeune âge des parents qui est corrélé au manque de préparation (protection de l'habitat) et de planification (d'une potentielle évacuation) (McNeill et Ronan 2017).

De même, les conclusions relatives au genre sont contradictoires et pourraient dépendre du type de comportement et d'action de prévention étudiés, puisque les femmes seraient plus susceptibles de s'engager dans des activités de prévention individuelle (*FireSmart*) (Ergibi et Hesseln 2018) et les hommes plus susceptibles d'accepter l'utilisation de brûlages dirigés (Toman et al. 2014).

Les résultats sont de même type pour le niveau d'études, puisque les personnes ayant un niveau d'études supérieur sont plus susceptibles d'entreprendre des activités de prévention *FireSmart* (Ergibi et Hesseln 2018) mais acceptent moins que les autres les actions menées par les institutions, et notamment le débroussaillement mécanique (Toman et al. 2014).

Par conséquent, l'adoption de comportements et le soutien aux politiques incendie dépendent principalement de variables psychologiques proximales (familiarité avec le dispositif, efficacité perçue, sentiment de sécurité) plutôt que socio-économiques (âge, genre, niveau éducatif) ou situationnelles (eg. statut résidentiel et de propriété) (Absher et Vaske 2006).

3.3.1.2. Le statut et la durée de résidence

Un résultat robuste est que le statut de résidence (habitation principale ou secondaire) impacte l'engagement dans le traitement des combustibles, les habitants à temps plein étant plus impliqués dans la gestion du risque que les habitants saisonniers ou les propriétaires qui n'habitent pas sur place (Collins et Bolin 2009 ; Fischer et al. 2014 ; Gan, Jarrett, et Gaither 2015 ; Martin, Martin, et Kent 2009 ; Paveglio et al. 2021). Il pourrait être un des principaux facteurs influençant la familiarité avec le risque d'incendie puisque le fait de vivre sur place (résidence principale) est interprété comme une plus grande capacité à entreprendre des activités de prévention (Fischer et al. 2014), alors que les propriétaires non-résidents et les résidents à temps partiel ont une moindre perception du risque, puisqu'ils passent moins de temps sur les lieux (Paveglio, Carroll, et al. 2012 ; Paveglio et al. 2021). On retrouve cette différence entre propriétaires résidents et non-résidents en ce qui concerne les activités d'adaptation (prendre une assurance) et, dans une moindre mesure, les activités de prévention (protéger sa maison) (Gan et al. 2015).

Ces données sont cohérentes avec celles relatives à la durée de résidence, associée à une plus forte propension à mettre en œuvre les mesures préventives (Olsen et al. 2017 ; Paveglio, Carroll, et al. 2012 ; Paveglio et al. 2021). Ces résultats se retrouvent dans quelques études sur la France. En Corse, la différence entre les « locaux » et les touristes ou les nouveaux arrivants est soulignée en termes de culture du risque : cette culture correspond à un héritage générationnel, les connaissances relatives au feu et à ses caractéristiques étant considérées comme

faisant partie du savoir local, ce qui permet aux habitants de prendre des décisions plus adaptées en cas de crise, et de ne pas céder à l'imprudence ou à la panique (Vaiciulyte et al. 2019).

En effet, les résidents les plus anciens connaissent mieux leur territoire et le risque que les nouveaux arrivants, notamment lorsque ces derniers sont issus de milieux urbains (Jakes, Kelly, et Langer 2010). Un conflit entre ces deux catégories de population peut exister, les habitants plus récents étant perçus comme responsables de ne pas réduire le risque d'incendie autour de leur propriété. Par ailleurs, certains viennent s'installer dans des régions forestières parce qu'ils recherchent une forme d'isolement, ce qui constitue un frein à la mise en œuvre de coopération entre voisins pour le débroussaillement par exemple (Fischer et Charnley 2012). En outre, les nouveaux arrivants peuvent avoir des attentes irréalistes envers les services de secours : ils peuvent en effet avoir tendance à attendre un niveau de protection des services d'urgence similaire à celui des villes et se sentent plus dépendants des autorités pour gérer les risques. Ils se sentent alors moins responsables quant à leur protection face au risque (Jakes et al. 2010). Cependant, la culture du risque peut aussi conduire à une certaine forme de passivité dans la planification formelle ou la prévention, comme c'est le cas en Corse, en raison d'une confiance élevée dans l'expérience acquise et dans la robustesse de l'habitat traditionnel. Les habitants les plus anciens respectent alors moins les règles de débroussaillement que les nouveaux arrivants (Vaiciulyte et al. 2019).

3.3.1.3. La perception du risque

Pour Handmer et O'Neill (2016), être « bien préparé », c'est d'abord être conscient du risque incendie (ce qui est moins le cas des touristes, de nouveaux arrivants ou de migrants). Les différentes études montrent que la perception du risque est une condition nécessaire, mais pas suffisante, pour la mise en œuvre des comportements de prévention. Champ et al. (2011) montrent que la majorité des gens prennent connaissance du risque incendie au moment de l'achat d'un logement dans une zone exposée aux incendies. Ils expriment une inquiétude quant aux dommages potentiels qu'un incendie pourrait causer à leur habitation ou à leurs biens. Ainsi, la majorité des résidents des zones exposées connaissent et se disent préoccupés par le risque (Fischer et al. 2014 ; Hamilton et al. 2018), même si cette perception du risque n'est pas associée à la perception de l'intensité d'un incendie s'il se produit (Meldrum et al. 2019). Cependant, plusieurs études montrent que la majorité des résidents en zones à risque ont une perception élevée du danger, mais que cela ne suffit pas à déclencher des actions de protection, notamment des travaux de réduction des combustibles (McCaffrey 2015 ; Toman et al. 2013)

Pourtant, ce sont les habitants les plus préoccupés qui sont les plus susceptibles de prendre des mesures de protection (e.g., débroussaillement, élagage, création de pare-feu) (Brenkert-Smith, Champ, et Flores 2012 ; Fischer et al. 2014 ; McCaffrey 2015 ; McCaffrey et al. 2012 ; McNeill et al. 2013 ; Olsen et al. 2017). En particulier, les résidents qui perçoivent un niveau de risque plus élevé sur leur propriété sont plus susceptibles d'entreprendre des actions de prévention (Meldrum et al. 2019). Ainsi, différents articles, dans leurs revues de littérature, mettent en avant la corrélation habituellement observée entre la perception du risque et l'adoption des comportements de prévention (Fischer et al. 2014 ; Fischer et Charnley 2012 ; Ghasemi, Kyle, et Absher 2020). Mais une méta-analyse montre que, finalement, cette corrélation est faible dans de nombreuses études (r=0.17) (Koksal et al. 2019). Cette faiblesse s'explique par la présence de facteurs psychologiques, sociaux et contextuels qui modulent la traduction de la perception en comportement, en particulier le manque de connaissances sur les actions à mettre en œuvre, le rôle modérateur de variables telles que la vulnérabilité perçue, l'attachement au lieu, les caractéristiques de la propriété, l'acceptation du risque, et les valeurs environnementales (Koksal et al. 2019). Ainsi, la simple prise de conscience du risque ne suffit pas toujours à motiver l'action (Fischer et Charnley 2012 ; Gan et al. 2015 ; Olsen et al. 2017), ce qui est cohérent avec les recherches sur les autres types de risques (Koksal et al. 2019).

Pour mieux comprendre ces facteurs, de nombreuses recherches utilisent le cadre conceptuel de la PMT (Théorie de la Motivation à la Protection) ou des modèles similaires ou étendus intégrant cette approche conceptuelle (par exemple le modèle transthéorique qui considère que les différentes étapes de la prise de décision sont affectées par les variables de la PMT ; [Martin, Bender, et Raish 2007b]). La PMT décompose l'intention d'adopter des comportements de prévention et de protection en deux processus d'évaluation principaux : la perception du risque (incluant l'évaluation de la gravité du risque et de la vulnérabilité) et la perception des capacités

d'adaptation (incluant notamment l'efficacité perçue et le coût de la réponse). Ces études mettent en évidence la complexité de la relation entre la perception du risque et l'action, soulignant notamment l'importance de l'efficacité perçue, associée à des variables individuelles (Duan et Bombara 2023 ; Ghasemi et al. 2020 ; Martin et al. 2007 b ; Martin, Bender, et Raish 2007a ; Martin et al. 2009 ; McNeill et al. 2013 ; Westcott et al. 2017).

La perception du risque est multifactorielle et comprend l'évaluation subjective de la gravité (perception des conséquences) et de la vulnérabilité (la probabilité de subir un préjudice personnel) (Duan et Bombara 2023 ; McNeill et al. 2013). Ainsi, en ce qui concerne la perception du risque, l'intention d'agir est renforcée par une perception élevée de la vulnérabilité personnelle face au risque (Duan et Bombara 2023 ; Martin et al. 2007 b). En revanche, les résultats relatifs à la gravité perçue des conséquences sont contradictoires : certains montrent que la gravité des conséquences n'est pas associée à l'intention d'agir (Duan et Bombara 2023) et d'autres indiquent le contraire (McNeill et al. 2013), notamment lorsque la gravité est combinée à la vulnérabilité perçue (Martin et al. 2007 b).

3.3.1.4. Le rôle médiateur de l'efficacité perçue (capacité à agir et efficacité de l'action)

Certains propriétaires peuvent percevoir le risque comme incontrôlable, ou attribuer le risque à des facteurs externes comme les catastrophes naturelles ou la mauvaise gestion par les services forestiers, ce qui décourage l'action individuelle. Parmi les propriétaires, ceux qui sont très informés et pourraient agir — mais ne le font pas — se concentrent sur les obstacles qu'ils considèrent comme incontrôlables pour justifier leur refus de mettre en œuvre les comportements de prévention (Martin et al. 2007 b). L'inaction des voisins, la densité de la forêt ou d'autres facteurs involontaires comme les conditions météorologiques accentuent cette perception de l'incontrôlabilité des incendies et viennent s'ajouter aux raisons de leur propre inaction (Martin et al. 2007a). On retrouve cette notion du manque de contrôle, souvent associée au déni ou à la minimisation du risque, dans plusieurs revues de la littérature (Champ, Donovan, et Barth 2013).

Au contraire, la capacité à agir (auto-efficacité perçue) et l'efficacité perçue de l'action impactent la décision d'entreprendre des actions face au risque incendie : elles constituent les composantes centrales de l'évaluation des ressources (*coping appraisal*) dans les théories de la motivation et du risque (Duan et Bombara 2023 ; Fischer et al. 2014). L'analyse de la littérature montre que ce sont deux facteurs importants pour la mise en œuvre des comportements de mitigation (Fischer et Charnley 2012) : les individus agissent principalement s'ils croient que les mesures qu'ils adoptent seront réellement efficaces pour protéger leur maison (Hamilton et al. 2018 ; McCaffrey et al. 2011 ; Toman et al. 2013).

De façon générale, les résultats empiriques montrent que la propension à mener des actions de protection découle fortement de la perception du risque d'incendie et de la capacité à entreprendre des actions : il peut s'agir de capacités financières, physiques (notamment liées à l'âge), mais aussi de la capacité à s'organiser pour gérer le bois, liée par exemple à la proximité d'une scierie ou au fait d'appartenir à une organisation de gestion du risque incendie (Fischer et al. 2014). Ainsi, le coût de la réponse n'est pas que financier : le temps nécessaire pour entretenir le terrain et la difficulté physique des travaux (élagage, débroussaillement) sont des freins pour certains résidents (Champ et al. 2011). (Pour Handmer et O'Neill [Handmer et O'Neill 2016), être « bien préparé », c'est aussi savoir comment réduire ce risque ex ante, par exemple, en équipant sa maison (installer des citernes, pompes, systèmes d'arrosage) ou aménageant son jardin (élaguer, réduire la végétation inflammable), et comment le réduire au moment de l'incendie (éteindre les départs de feu causés par les braises lorsqu'on défend sa propriété, emporter de l'eau et une couverture pour évacuer plus sûrement). Il faut avoir une capacité physique et psychologique à défendre activement son habitation, compte tenu de sa structure et de son emplacement. La notion de préparation aux incendies renvoie effectivement à une combinaison complexe de mesures de préparation pratique et mentale, et reste ambiguë en l'absence d'une véritable définition de ce qu'est une « bonne préparation mentale » (Eriksen et al. 2016; Eriksen et Prior 2013). Pour les citoyens, celle-ci semble s'articuler autour de trois dimensions clés : le contrôle émotionnel, la compréhension de la charge psychologique, et la capacité à savoir quand et comment mettre en œuvre un plan incendie. Cette préparation mentale est importante que le plan A soit d'évacuer précocement ou de rester pour défendre son habitation, car elle

permet en situation de risque de surmonter une peur inhibitrice qui perturbe les mécanismes ordinaires de décision (Eriksen et Prior 2013) (voir également le Chap. 7, Gestion de crise).]

Cependant, une étude, portant plus spécifiquement sur la protection relative à la fumée des incendies (Duan et Bombara 2023), révèle des résultats opposés, que les auteurs interprètent en termes de sur-confiance : des niveaux excessifs de confiance en ses capacités d'action peuvent entraîner une mauvaise perception de la vulnérabilité. Les auteurs proposent de mieux distinguer à l'avenir la confiance qu'ont les individus dans leur capacité à faire face au risque et l'évaluation de leur efficacité personnelle à mettre en œuvre les mesures d'adaptation recommandées.

Par ailleurs, les individus sont plus susceptibles d'agir s'ils estiment que les comportements de prévention recommandés sont efficaces pour réduire le risque et ses conséquences (Duan et Bombara 2023 ; Ghasemi et al. 2020 ; Martin et al. 2007 b, 2009), notamment pour ce qui concerne la réduction des combustibles et la création d'un espace défendable (Hamilton et al. 2018). C'est d'ailleurs un facteur plus prédictif de l'intention d'adopter des comportements de prévention que la perception du risque (Ghasemi et al. 2020). Pour les individus qui ont déjà mis des actions en œuvre, l'augmentation de la perception de l'efficacité de la réponse est un facteur clé pour susciter des niveaux plus élevés d'action (Martin et al. 2007 b, 2007a).

Pour Paveglio et al. (2012), quatre facteurs importent particulièrement dans le comportement de préparation des habitants : (i) une prise de responsabilité individuelle face au risque incendie, (ii) la croyance que les comportements de réduction des risques réduisent effectivement l'occurrence des incendies, (iii) tout comme les risques associés en cas d'incendie et (iv) la confiance dans les professionnels chargés de la réduction des risques. De manière plus anecdotique, Dillon et Tinsley (2016) ajoutent l'exposition préalable comme cinquième facteur : avoir vécu un quasi-accident potentiellement dangereux, mais sans indice visible de dommages (near-miss event), développe l'optimisme (sans modifier les probabilités subjectives d'occurrences futures) et réduit en conséquence les comportements de protection. Ces résultats rejoignent ceux de McCaffrey et al. (2011) pour qui les gens qui mettent en place des actions de protection considèrent la gestion de leur propriété avant tout comme leur propre responsabilité.

À partir de ces éléments, les auteurs préconisent de centrer l'information sur l'impact des mesures préventives en termes de réduction des risques et des coûts : expliquer précisément comment chaque mesure permet de réduire les risques et donc les coûts (Martin et al. 2007a).

3.3.1.5. Attachement au lieu et conflits de valeurs

Certains travaux mettent en évidence que les différences dans l'appréhension des mesures de prévention, comme celles de gestion du combustible, sont liées aux convictions individuelles mais aussi à des facteurs sociaux et environnementaux propres à chaque lieu (Brunson et Shindler 2004 ; Paveglio, Carroll, et al. 2019 ; Paveglio et al. 2015) (la question de la prise en compte par les politiques publiques des variations géographiques des contextes sociaux est traitée, dans le Chap. 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance).

L'attachement au lieu est considéré dans la littérature sur les risques naturels comme un antécédent important des comportements de protection (Fischer et al. 2014; McCaffrey 2015) : sans forcément être associé à une plus forte perception du risque, il l'est avec l'intention de mettre en œuvre des comportements de protection (Ghasemi et al. 2020), et correspond à un lien émotionnel qui entraîne une forte motivation à agir pour garantir la sécurité de son lieu de vie (Paton, Bürgelt, et Prior 2008). Cependant, une étude comparant les zones rurales et urbaines en Australie montre que l'attachement au lieu impacte les comportements préventifs uniquement en zone rurale. En regardant les résultats plus en détails, il apparaît que c'est la sous-dimension d'identité de lieu (plus que la dépendance au lieu), associée à la maison (et non à la zone dans laquelle elle est située), qui agit comme un prédicteur des comportements de protection. Ainsi, l'incendie pourrait porter atteinte au sentiment d'identité personnelle des habitants (Anton et Lawrence 2016).

Cependant, l'attachement au lieu peut aussi freiner les actions préventives qui modifieraient le paysage (Champ et al. 2011 ; Faulkner, McFarlane, et McGee 2009). Les propriétaires qui sont attachés à la « beauté naturelle » ou au caractère forestier de leur propriété peuvent être réticents à couper des arbres ou à éclaircir la végétation.

Cette situation se retrouve en France dans les territoires méridionaux marqués par l'héliotropisme et la recherche d'un cadre de vie proche de la nature (Bouisset et Degrémont 2013), et également dans les villes touristiques en situation de boom démographique des White Mountains en Arizona où l'intermix entre logements individuels de type chalet et forêts de pins ponderosa est construit en tant qu'icône paysagère représentative de la vie dans les bois (Collins et Bolin 2009). Ainsi, si la prévention est perçue comme entraînant une dégradation de l'environnement, l'attachement crée un conflit entre le désir de protéger le paysage et celui de protéger sa maison (Anton et Lawrence 2016). En outre, la crainte de perturber l'écosystème constitue un obstacle à la mise en œuvre de certains comportements (éclaircissement, introduction d'espèces végétales non endémiques, etc.) (Absher et al. 2012). Cependant, lorsque le paysage est lié au « capital naturel » des communautés, notamment parce que celles-ci vivent en partie des produits issus de ce capital (bois, tourisme, etc.), ce capital renforce la préparation aux incendies (P. J. Jakes et al. 2007).

Les habitants ne considèrent pas toujours leur propriété sous l'angle du risque, ce qui entraîne des freins à la mise en œuvre des comportements de protection. Ainsi, les deux obstacles les plus importants cités par des propriétaires interrogés sur leurs comportements de prévention, et en particulier la création d'un espace défendable, sont « la densité des forêts environnantes » et « l'esthétique des propriétés privées » : la crainte de dégrader l'aspect visuel de la propriété, mais aussi la crainte de dégrader des habitats sauvages, entrent alors en conflit avec la protection de l'environnement face aux incendies (Martin et al. 2007 b). Cette préoccupation esthétique est citée dans d'autres études (Absher et al. 2012 ; Anton et Lawrence 2016 ; Asfaw et al. 2022 ; Ghasemi et al. 2020), mais ne se retrouve pas de façon systématique (McCaffrey et al. 2011). En effet, pour certains, l'esthétique peut au contraire devenir un moteur si les travaux de débroussaillement peuvent permettre d'améliorer l'aspect visuel de leur propriété (McCaffrey et al. 2011 ; Toman et al. 2013). Dans la même lignée, juger que l'utilisation de matériaux résistants au feu enlaidirait la propriété peut aussi constituer un frein à leur usage (Asfaw et al. 2022).

L'attachement au lieu et au paysage entraîne donc des résultats contradictoires : il peut paradoxalement renforcer le sens de la responsabilité (vouloir être « gardien » de sa terre) ou le freiner si la responsabilité de couper des arbres entre en conflit avec des valeurs esthétiques (P. J. Jakes et al. 2007).

En outre, même lorsque le risque est reconnu, la menace potentielle d'incendie est souvent reléguée au second plan par rapport à d'autres exigences perçues comme plus immédiates, ce qui en fait une faible priorité dans la vie des ménages (Copes-Gerbitz et al. 2022 ; McLennan et al. 2017). Ainsi, dans une étude australienne (Koksal et al. 2019), les actions préventives arrivent en 8ème position des actions à mener dans son logement ou son quartier, après l'entretien du quartier, les activités sociales, de décoration ou créatives, celles relatives au travail, aux réparations ou à l'entretien de la maison ou encore à la maîtrise des consommations d'eau et d'énergie. Cette réalité des ménages explique le faible impact des campagnes de sensibilisation sur le risque incendie, et les auteurs suggèrent de mettre l'accent sur les communications locales et collaboratives pour tenter de modifier cet ordre des priorités.

Dans le contexte français, les obligations légales de débroussaillement (OLD) posent des problèmes de voisinage car le périmètre de 50 mètres à débroussailler autour de l'habitation s'entend indifféremment des limites de propriété. Selon la configuration des lieux, les OLD peuvent donc contraindre les particuliers à débroussailler sur la propriété d'autrui (Sanseverino-Godfrin et Le Goff 2003). Les adaptations législatives de 2023 visent à simplifier les interventions sur les propriétés voisines, mais les obstacles ne se limitent pas aux aspects pratiques (accès aux terrains) ou juridiques (droit d'intervenir chez autrui). Ils sont également culturels et liés à des conflits de valeur comme l'attachement symbolique à la propriété privée (« chacun doit entretenir chez lui »), à l'individualisme (« je suis en habitat individuel pour ne pas avoir de problèmes de copropriété ») ou la tendance à reporter la responsabilité du risque sur autrui (« c'est la forêt de mon voisin qui crée le risque, pas moi ») (Bouisset et Degrémont 2013).

Un autre conflit de valeurs a été mis en évidence entre les valeurs environnementales globales et locales : la crainte d'une catastrophe écologique globale est associée à moins de mesures de prévention locales, notamment celles-ci impliquent de remplacer des matériaux naturels (comme le bois) par des matériaux artificiels plus résistants au feu. Ainsi, les informations centrées sur le changement climatique ne sont pas forcément les plus

adaptées dans le contexte de la réduction du risque d'incendie, d'autant plus que cette même étude montre que les climatosceptiques adoptent, au contraire, plus de comportements préventifs (Brenkert-Smith, Meldrum, et Champ 2015). En conséquence, les habitants dont le mode de vie est associé à des convictions environnementales soutiennent les mesures à faible impact environnemental (i.e., ramasser les feuilles, tondre la pelouse), mais pas celles qui auraient un impact négatif sur leur environnement naturel (i.e., brûlage dirigé, abattage d'arbres, débroussaillement autour de leur maison) ou pourraient nuire à la biodiversité (Paton et al. 2008). En outre, la densité de la végétation peut être souhaitée et préservée, non seulement pour sa beauté, mais aussi pour protéger l'intimité des propriétés (Billings et al. 2021). Ce conflit peut être résolu lorsque la prévention est présentée comme bénéfique pour la santé de la forêt, par exemple lorsqu'elle permet, pour d'autres raisons que le risque d'incendie, de créer un habitat plus sain (plus résistant aux maladies ou aux parasites) (Gan et al. 2015 ; Martin et al. 2007a, 2007b).

Finalement, les préoccupations face au risque d'incendie correspondent à des valeurs qui correspondent à 3 niveaux d'abstraction : elles ne se limitent pas à des « entités qualitatives » (i.e. des objets ou des lieux que les citoyens souhaitent voir préservés), mais incluent également des « attributs valorisés » (i.e. des qualités générales que les gens souhaitent protéger, comme le bien-être, la santé humaine, ou les qualités esthétiques et naturelles de l'environnement), ainsi que des valeurs fondamentales (valeurs biosphériques, de sécurité ou d'autonomie, par exemple). Des conflits liés à la gestion des incendies découlent souvent d'un décalage entre les valeurs des agences de gestion et celles du public. Les gestionnaires se concentrent souvent sur des actifs cartographiables (maisons, infrastructures), tandis que le public valorise des éléments plus intangibles comme l'attachement au lieu ou les souvenirs personnels souvent en lien avec leurs pratiques de l'environnement et des paysages (Beilin et Reid 2015). La prise en compte de l'ensemble de ces valeurs dans les programmes de gestion du risque pourrait permettre de mieux saisir les priorités des actions de protection portées par les citoyens, d'autant plus que les entités correspondent généralement à plusieurs attributs valorisés (Williams, Ford, et Rawluk 2018).

3.3.1.6. L'expérience

L'expérience fournit des connaissances subjectives relatives au risque incendie, et en ce sens, elle devrait, en théorie, être susceptible d'augmenter la perception du risque et de stimuler la prévention (Duan et Bombara 2023), mais en réalité, les effets de cette variable sont mitigés, comme le montrent les revues de littérature de plusieurs articles (Asfaw et al. 2022 ; Brenkert-Smith et al. 2012 ; Fischer et al. 2014 ; McCaffrey et al. 2012). D'un côté, les personnes ayant vécu une expérience de l'incendie ou du brûlage dirigé en savent plus sur l'incendie et sont susceptibles d'avoir une attitude favorable à leur égard que ceux qui n'en ont pas fait l'expérience (Jacobson, Monroe, et Marynowski 2001). Plus encore, ceux qui ont eu une expérience importante (c'est-à-dire pondérée par sa gravité) perçoivent plus le risque et ont significativement plus l'intention de participer aux activités Firewise USA® (Ghasemi et al. 2020). Le fait d'avoir non seulement déjà été évacué, mais aussi d'avoir été préparé à l'évacuation ou de connaître quelqu'un qui a vécu une évacuation est corrélé à la mise en œuvre de comportements préventifs (Champ et al. 2011). Mais ce type de résultat ne se retrouve pas systématiquement et des analyses de médiation montrent l'absence d'impact de l'expérience sur la mise en œuvre des comportements (Martin et al. 2009). Les effets de l'expérience directe peuvent également être négatifs : elle peut entraîner des traumatismes, bloquant les capacités de faire face (Duan et Bombara 2023), du fatalisme si les individus estiment que l'incendie est un événement incontrôlable (Asfaw et al. 2022), ou encore un biais d'optimisme associé à l'idée qu'une catastrophe ne se reproduit pas deux fois au même endroit (McLennan et al. 2017). Dans une recherche qui nuance les effets de l'expérience, on comprend qu'elle prédit significativement la vulnérabilité perçue, mais pas la sévérité perçue ni l'efficacité de la réponse (dans le contexte de l'exposition à la fumée) (Duan et Bombara 2023). Ces effets différenciés de l'expérience peuvent en partie s'expliquer par le type de vécu : avoir été confronté à un incendie dans un rayon de 10 miles n'a pas d'impact, alors qu'avoir été évacué est significativement associé à des niveaux plus élevés de prévention (Brenkert-Smith et al. 2012). Il en est de même pour les propriétaires fonciers ayant précédemment perdu des biens dans des incendies (Gan et al. 2015).

3.3.1.7. Niveau de connaissances

Le niveau de connaissances subjectives est fonction non seulement de l'expérience directe, mais aussi de l'expérience indirecte, issue de sources variées d'information. Des niveaux plus élevés de connaissance subjective conduisent à une probabilité plus grande d'adopter des mesures de prévention (Martin et al. 2007 b). Ces connaissances peuvent être relatives au risque lui-même ou aux possibilités d'actions. En ce qui concerne la perception du risque, les habitants sont décrits comme des « observateurs avisés » du paysage et des incendies : leur perception du risque correspond aux conditions objectives dangereuses de leur lieu de vie, et cette connaissance motive leur intention d'agir (Olsen et al. 2017). Au-delà de ces prises d'indices proximaux, les propriétaires qui ont un faible niveau de connaissances sont plus préoccupés par leur vulnérabilité, alors que ceux qui ont un niveau élevé de connaissances sont motivés par les réponses préventives leur permettant de répondre à la gravité perçue des conséquences (Martin et al. 2007 b).

Par ailleurs, savoir quoi faire augmente l'auto-efficacité perçue et l'efficacité perçue des actions (Duan et Bombara 2023), et par conséquent l'acceptation des actions : une meilleure connaissance des techniques de traitement des combustibles (éclaircissement mécanique, brûlage dirigé) est corrélée à une plus grande acceptation de ces pratiques, bien que les résultats puissent être contradictoires selon les études (Ergibi et Hesseln 2018). Le savoir est donc nécessaire, mais pas suffisant pour garantir l'action (Ergibi et Hesseln 2018 ; Hesseln 2018) : par exemple, une étude menée sur le programme *FireSmart* a montré que le fait de disposer des informations ou des connaissances relatives à ce programme ne s'est pas traduit par une adoption substantielle des mesures recommandées (Asfaw et al. 2022).

3.3.2. Facteurs sociaux et collectifs

Les facteurs collectifs jouent également un rôle important. En particulier, le sentiment d'appartenance à une communauté (« sens de la communauté ») apparaît comme une variable clef de la préparation. Il est associé à la fois à un fort attachement au lieu et aux personnes qui vivent à proximité. Ces deux dimensions, sociale et environnementale, sont tout aussi importantes dans la construction du sentiment d'appartenance à une communauté, qui définit la cohésion sociale. L'identité communautaire constitue une condition préalable pour adopter les comportements adaptés face au risque d'incendie. Cette identité se définit à travers les liens entre résidents, les intérêts collectifs, la capacité à agir ensemble pour atteindre des objectifs communs, et à ce titre, elle peut englober différents modes d'habitation et de densités de populations (Paveglio, Carroll, et al. 2012). Elle renforce la cohésion sociale, qui permet notamment aux individus de partager l'anxiété liée au risque d'incendie. Ce partage social des émotions diminue le niveau d'inquiétude, car les individus sont moins inquiets quand ils savent qu'ils peuvent échanger au sein de leur communauté (Prior et Eriksen 2013). Ce partage social réduit également le sentiment d'impuissance et de fatalisme face à une menace perçue comme incontrôlable (Paveglio, Carroll, et al. 2012 ; Stephens et al. 2022), notamment parce que, dans les communautés avec une forte cohésion sociale, le partage et le tri des informations sont facilités, ce qui entraîne de meilleures capacités à mettre en place des comportements d'atténuation du risque, mais aussi plus de confiance dans l'efficacité de ces comportements de préparation (Prior et Eriksen 2013).

Le sens de la communauté instaure également des normes descriptives et subjectives. Les normes descriptives sont associées à une forme d'exemplarité du voisinage : voir ses voisins débroussailler ou sécuriser leur toiture normalise ces comportements, les transformant en une habitude de vie plutôt qu'en une contrainte imposée par les autorités (McCaffrey et al. 2011 ; Prior et Eriksen 2013). De même, lorsque la communauté est bien notée en matière de protection ou que les propriétés voisines présentent un risque faible ou modéré, les habitants cherchent plus d'information sur la prévention (Meldrum et al. 2021). Au contraire, si la norme sociale privilégie l'esthétique forestière dense, cela peut freiner la réduction de la végétation (Faulkner et al. 2009 ; Hamilton et al. 2018 ; Vaiciulyte et al. 2019).

Ainsi, les normes sociales correspondent à une pression à agir si les voisins le font. Ces normes agissent comme un moteur puissant, car les individus ont tendance à agir en fonction de leur perception de ce que font les autres (Faulkner et al. 2009). Par ailleurs, dans la mesure où le risque se propage d'une propriété à une autre, les

actions mises en œuvre par les voisins entraînent une perception accrue de l'efficacité des actions sur sa parcelle (Lee, Ma, et Li 2022). Ainsi, si les propriétés voisines ne sont pas entretenues, les efforts préventifs sont perçus comme peu efficaces et l'effort est limité ; au contraire, les efforts préventifs (débroussaillement, espace défendable) chez les voisins entraînent un effet positif (Asfaw et al. 2022 ; Lee et al. 2022).

Cependant, cette perception des actions des voisins n'est pas univoque : une perception d'interdépendance des risques peut entraîner une tendance à ne pas entreprendre d'actions préventives lorsque la végétation est jugée peu dense sur les parcelles voisines, car le risque perçu est alors réduit (Brenkert-Smith et al. 2013).On prendra cet effet avec précaution car il n'a été mis en évidence qu'à partir d'expérimentations ou de jeux hors situation réelle, impliquant l'absence de prise en compte du contexte social, qui paraît pourtant primordial lorsqu'on évoque les influences sociales (Dickinson et al. 2020).

McLennan et al. (2019) montrent que lorsque les normes sociales communautaires valorisent l'évacuation comme réponse appropriée à la menace incendie, celle-ci est plus rapide et plus systématique. L'utilisation de normes sociales, i.e., des normes descriptives (par exemple, « *For the following actions, many people pay to have at least three of the actions performed* ») ou une combinaison de normes descriptives et injonctives (par exemple, « *For the following actions, it is recommended that you pay to have at least three of the actions performed. Many people do this* »), influence également positivement l'adoption d'actions de protection (Howe et al. 2018). (Dickinson et al. 2020) ajoutent que lorsque les voisins sont anonymes et sans visage, les normes sociales ne parviennent pas à contrebalancer cet effet négatif, et qu'une complémentarité (en place d'une substitution) est envisageable suivant les configurations de voisinage (par exemple, taille et proximité des parcelles). A contrario, les interactions en face-à-face avec ses voisins (*citizen-to-citizen networks*) sont très efficaces pour encourager les actions préventives (Crow et al. 2015). Les effets des normes sociales sont ainsi accrus par les interactions sociales informelles avec les voisins, elles-mêmes positivement associées à des perceptions de risque plus élevées et à des niveaux de prévention plus importants (Agrawal et Monroe 2006 ; Brenkert-Smith et al. 2012 ; Faulkner et al. 2009 ; Meldrum et al. 2019).

Les normes subjectives correspondent à ce que les individus pensent qu'on attend d'eux au sein de cette communauté. Ils ont alors tendance à se conformer à ces attentes, instaurant une forme de responsabilité collective partagée d'autant plus forte lorsque les normes subjectives relatives à la préparation sont renforcées dans les messages préventifs (Stephens et al. 2022). Les normes de voisinage peuvent ainsi créer une attente positive pour un aménagement paysager sécuritaire : lorsqu'un nombre suffisant de propriétaires adopte des mesures préventives, ils établissent un nouveau standard de normalité qui motive les autres résidents à agir en leur fournissant une preuve de ce qui est efficace. (Faulkner et al. 2009). L'implication communautaire et les normes subjectives permettent ainsi de développer une compréhension commune de ce qui est attendu, ce qui facilite le partage des informations relatives à la préparation aux incendies. Ce partage des informations est un moteur important de la résilience des communautés (Stephens et al. 2022). Le comportement est également influencé par la crainte de la désapprobation.

Il y a donc à la fois une construction sociale du risque et un soutien social fort, aussi bien informationnel qu'instrumental, facilitant la contextualisation du risque et la prise de décision face à celui-ci. La cohésion sociale, à travers l'entraide entre les voisins, permet de surmonter les barrières physiques et financières de la préparation individuelle (Prior et Eriksen 2013). Ainsi, les membres d'une communauté peuvent s'organiser pour aider les résidents plus âgés ou à mobilité réduite à effectuer des travaux lourds, comme l'élagage des arbres ou le nettoyage des gouttières (Koksal et al. 2019). Un programme pilote d'engagement de la communauté pour mieux se préparer au risque d'incendie en Tasmanie a montré l'efficacité d'actions qui s'appuient sur ces aspects sociaux : en facilitant les interactions grâce à l'organisation de forums ou de journées de terrain permettant d'identifier les vulnérabilités, la participation des résidents renforce l'apprentissage par l'observation. Ainsi, la résilience de la communauté augmente grâce à une meilleure perception de l'importance de la préparation pour faire face à l'incendie, au maintien de bonnes relations et de la confiance entre la communauté et les organismes de gestion du feu (Frandsen, Paton, et Sakariassen 2011).

En outre, lorsqu'une action collective est nécessaire, par exemple pour réduire les matériaux combustibles autour des habitations et créer des espaces défendables, la cohésion sociale augmente également la probabilité

que les individus mettent en œuvre ce type d'action (Prior et Eriksen 2013). Ils sont alors plus enclins à agir non seulement parce qu'ils perçoivent que leurs voisins le font, mais aussi parce qu'ils ressentent une obligation morale de se protéger mutuellement (McCaffrey 2015). Ce sentiment de responsabilité envers la sécurité des voisins est accentué par les interactions informelles et crée une forme de « pression positive des pairs » qui incite à l'entretien de l'espace défendable (Kolden et Henson 2019 ; Stephens et al. 2022). Au contraire, des voisins perçus comme peu coopératifs constituent un obstacle à la mise en œuvre des comportements (Absher et al. 2012).

À l'inverse, l'absence de cohésion, associée à un manque de communication au sein d'une communauté, dégrade le bien-être social, entraînant une diminution de la volonté à agir de façon collective pour la réduction de la vulnérabilité face aux incendies (Billings et al. 2021). Ce n'est pas la diversité au sein d'une communauté, mais la fragmentation sociale (conflits entre résidents et/ou affaiblissement des liens sociaux lié à l'évolution démographique d'une communauté) qui agit comme une barrière majeure à l'action collective. Dans une étude de cas menée au sein d'une communauté située dans une région à risque et ayant déjà connu des incendies destructeurs, les auteurs mettent en évidence une incapacité à impliquer les individus qui ont développé une forme de catégorisation sociale forte opposant les résidents à temps plein et ceux ayant des résidences secondaires : dans cette communauté fragmentée, les résidents ne partagent ni valeurs ni préoccupations pour la collectivité. En conséquence, ils ne parviennent pas à coordonner leurs efforts de débroussaillement, ce qui crée des « maillons faibles » dans le paysage où le feu peut se propager plus facilement (Billings et al. 2021).

3.3.2.1. Stratégies comportementales

Il est parfois difficile d'avoir une vision globale des comportements mis en œuvre pour faire face au risque d'incendie, car les différentes études ont tendance à interroger les comportements de façon cloisonnée. L'approche par stratégies comportementales consiste à analyser l'attitude globale d'un individu face au risque d'incendie en tenant compte de l'évolution des conditions de risque plutôt que de se concentrer uniquement sur des actions isolées (Hamilton et al. 2018). Cette approche permet de dégager quatre grandes dimensions qui peuvent aider à caractériser ces stratégies :

(1) Stratégies proactives vs. Réactives : les personnes proactives investissent dans la prévention et se préparent avant tout événement, tandis que les personnes réactives attendent d'être directement confrontées à un incendie ou à des signaux immédiats avant d'agir. Le choix stratégique est lié à un compromis entre le coût et l'efficacité potentielle des actions entreprises, soumises à l'incertitude.

(2) Stratégies innovantes vs. Conventionnelles : cette dimension oppose l'adoption de nouvelles pratiques (comme l'utilisation de nouveaux matériaux) à l'utilisation de méthodes traditionnelles basées sur des connaissances locales transmises sur plusieurs générations. Le choix stratégique reflète la prise en compte de l'évolution des conditions du risque d'incendie, ainsi que le coût initial (dépenses, apprentissage), qui est généralement plus élevé pour des pratiques innovantes.

(3) Stratégies de diversification vs. Spécialisation : face à l'incertitude, un individu peut choisir de multiplier les types de mesures ou, au contraire, de se concentrer sur quelques pratiques jugées très efficaces dans un contexte de faible incertitude. Le choix dépend également du niveau de confiance dans l'efficacité des mesures.

(4) Stratégies collectives vs. Individuelles : le choix reflète le degré de coordination avec le voisinage. Une stratégie collective implique des actions coordonnées avec les voisins (comme la création de pare-feux communs), souvent facilitées par un capital social élevé et des interactions sociales fortes.

Cette approche est originale et développée dans un seul article (Hamilton et al. 2018). L'identification de ces stratégies permet de mieux saisir les choix comportementaux et leur évolution en fonction du contexte socio-environnemental, tout en mettant l'accent sur les compromis entre l'efficacité perçue d'une mesure et ses coûts.

En effet, imposer des réglementations universelles sur les propriétés privées peut être difficile à faire accepter. Selon Lambrou et al. (2023), les dispositifs inclusifs et participatifs sont utiles à condition d'y intégrer des

connaissances sur les dynamiques socio-écologiques locales (*place-based knowledge, place attachment, place-based solutions* qui sont de bons prédicteurs de l'adhésion aux plans de prévention). Il y a ainsi consensus pour souligner que les démarches les plus prometteuses semblent être localisées et adaptées aux contextes locaux et reposant davantage sur la coordination plutôt que sur des règlements stricts imposés sur les propriétés privées de façon uniforme. Selon ces travaux, les gestionnaires auraient intérêt à tenir compte des perceptions des propriétaires (par exemple, attribution du risque, confiance envers les institutions, statut résidentiel) avant d'introduire des règlements (Paveglio et Shriner-Beaton 2024) (Voir également le Chap. 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance).

3.4. Sensibilisation et éducation au risque

Pour encourager la réduction du risque incendie sur les propriétés privées, les professionnels de la gestion du risque privilégient des approches fondées sur la sensibilisation et l'éducation, visant à favoriser volontairement les comportements préventifs (42 %), plutôt que des instruments plus coercitifs (21 %), tels que la réglementation, les taxes ou les redevances (Crow et al. 2015).

Ce choix repose sur l'idée que les connaissances constituent un levier essentiel de la prévention individuelle. Disposer de connaissances objectives sur le risque incendie et sur les actions permettant de le réduire renforce en effet le sentiment d'auto-efficacité ainsi que l'efficacité perçue des mesures de protection (Duan et Bombara 2023), ce qui accroît l'adhésion du public. Ainsi, une meilleure connaissance des techniques de traitement des combustibles, telles que l'éclaircissement mécanique ou le brûlage dirigé, est généralement associée à une plus grande acceptation de ces pratiques, même si certains travaux rapportent des résultats plus nuancés (Ergibi et Hesseln 2018). De même, la consultation de supports éducatifs consacrés aux brûlages dirigés améliore la perception de leurs bénéfices écologiques, notamment en matière de qualité des habitats et de biodiversité, tout en réduisant les inquiétudes liées à leurs impacts esthétiques ou sanitaires (McCaffrey 2004).

Au-delà des connaissances objectives, les connaissances subjectives jouent également un rôle déterminant. Les individus qui estiment bien connaître le risque adoptent davantage de comportements préventifs (Martin et al. 2007 b). Cette connaissance perçue résulte non seulement de l'expérience directe, mais aussi de l'expérience indirecte acquise au travers de multiples sources d'information. Les habitants sont ainsi décrits comme des « observateurs avisés » de leur environnement : la connaissance qu'ils développent de la dangerosité de leur territoire accroît leur perception du risque et renforce leur intention d'agir (Olsen et al. 2017). Plus largement, alors que les individus peu informés se focalisent principalement sur leur vulnérabilité, ceux disposant d'un niveau de connaissances plus élevé s'intéressent davantage aux solutions préventives (Martin et al. 2007 b).

La recherche active d'information est particulièrement marquée dans les territoires déjà confrontés aux incendies. Une étude menée au Canada montre ainsi que 43 % des propriétaires interrogés ont recherché des informations sur les mesures *FireSmart* en consultant au moins une des sources suivantes : Internet, le site web de leur municipalité, les réseaux sociaux, un représentant local du programme *FireSmart* ou encore leur entourage (Asfaw et al. 2022). Les dispositifs d'information et d'accompagnement sont donc largement diffusés et contribuent à améliorer la compréhension du risque. Dans plusieurs enquêtes, les habitants déclarent d'ailleurs des niveaux élevés de sensibilisation et une majorité d'entre eux se considèrent à la fois bien informés et bien préparés (Rhodes 2011). Ce sentiment de préparation contraste toutefois avec les connaissances effectivement acquises, qui demeurent souvent limitées. Ainsi, seuls 26 % des répondants d'une étude canadienne déclarent avoir déjà entendu parler du programme *FireSmart* (Asfaw et al. 2022). Plus préoccupant encore, de nombreux habitants conservent des représentations erronées des comportements de protection, considérant par exemple que se réfugier dans une salle de bain constitue une stratégie sûre alors qu'elle peut au contraire empêcher toute possibilité d'évacuation (Strahan et Gilbert 2021 ; Whittaker et al. 2017). Même les citoyens vivant à proximité des espaces forestiers ne comprennent pas toujours, et n'adhèrent pas nécessairement, aux solutions préconisées par les agences en charge de la prévention et de la préparation aux incendies (Crow et al. 2015 ; Remenick 2018). Kumagai et al. (2004) montrent d'ailleurs que les victimes d'incendies attribuent davantage les dommages qu'ils subissent aux gestionnaires du feu, aux pompiers ou aux facteurs naturels (vent, topographie,

conditions météorologiques) qu'à leurs propres actions ou à leur absence de préparation. En définitive, les auto-évaluations surestiment souvent le niveau réel de préparation : dans une enquête australienne, seuls 24 % des ménages disposent d'un plan de prévention pouvant être considéré comme minimalement structuré (Rhodes 2011).

Ces résultats montrent que l'information, à elle seule, ne suffit pas à modifier durablement les comportements. Par exemple, la connaissance du programme *FireSmart* ne s'est pas traduite par une mise en œuvre substantielle des mesures préventives recommandées (Asfaw et al. 2022 ; Christianson 2011). Ce constat souligne la nécessité d'une communication plus proactive, capable d'améliorer les connaissances et de renforcer les comportements de prévention en tenant compte des perceptions du risque, des caractéristiques des communautés, de la responsabilité perçue et des connaissances préexistantes (Ergibi et Hesseln 2018 ; Hesseln 2018). L'enjeu n'est donc pas d'accroître la quantité d'informations diffusées, mais de comprendre ce qui rend une action de sensibilisation réellement efficace (Christianson 2011).

Pour Rhodes (2011), un programme d'éducation au risque performant ne se réduit pas à la transmission de connaissances. Il doit permettre aux individus d'intégrer les informations dans leurs représentations existantes, de les percevoir comme crédibles et pertinentes, puis de les traduire en actions concrètes. Une telle démarche combine engagement individuel et collectif, prend en compte les émotions et les biais décisionnels (*risk as feeling*) et s'appuie sur la confiance, la participation communautaire et le développement du pouvoir d'agir (*empowerment*) afin de produire des changements durables. L'enjeu est donc d'identifier les caractéristiques des dispositifs éducatifs capables de renforcer durablement le soutien du public aux politiques de prévention et de réduction du risque incendie (McCaffrey 2004) et de mieux intégrer les enseignements de la recherche dans les pratiques d'éducation au risque (Rhodes 2011).

Dans cette perspective, l'efficacité des messages dépend de plusieurs dimensions complémentaires : leur contenu, leur émetteur (crédibilité, proximité, ancrage local), leur forme (supports graphiques, communication descendante ou interactive) ainsi que leur ciblage (Hesseln 2018). Ces dimensions interagissent étroitement. À titre d'exemple, les communications délivrées directement par des pompiers volontaires locaux, et plus encore par des spécialistes des incendies, produisent les effets les plus importants sur les comportements préventifs (Brenkert-Smith et al. 2012). Les auteurs expliquent cette efficacité par la capacité de ces acteurs à adapter leurs messages aux spécificités locales et à construire, grâce à des interactions directes avec les propriétaires, une communication plus personnalisée et plus pertinente pour soutenir les décisions de prévention.

3.4.1. Contenu du message de sensibilisation et d'éducation

Les messages d'éducation au risque poursuivent deux objectifs complémentaires : favoriser l'adoption de mesures en amont de la crise et encourager des comportements adaptés lorsque l'incendie survient, notamment une évacuation précoce lorsque celle-ci est nécessaire. Ces deux finalités mobilisent des leviers de communication différents.

En matière d'évacuation, les stratégies de sensibilisation visent avant tout à accroître les connaissances des ménages sur les dangers associés aux départs tardifs et à la défense improvisée d'habitations insuffisamment préparées (McLennan et al. 2019). Elles cherchent également à lever les principaux freins psychologiques à l'évacuation. Les messages peuvent ainsi rappeler qu'une habitation correctement préparée peut résister au feu sans présence humaine sur place (« le lieu le plus sûr pendant un incendie est ailleurs, et voici comment retrouver sa maison encore debout »), privilégier des recommandations simples, peu coûteuses et facilement réalisables, telles que le débroussaillement ou l'élimination des matériaux combustibles, plutôt que des aménagements structurels plus coûteux (Strahan et Gilbert 2021), insister sur la préparation anticipée du départ grâce à des consignes concrètes et opérationnelles, et répondre explicitement aux inquiétudes liées au risque de pillage, qui constitue un frein important à l'évacuation. Plus généralement, les messages doivent souligner le danger majeur que représente une évacuation de dernière minute ou le refuge dans un abri inadapté, tout en encourageant la préparation d'un confinement actif, que les habitants envisagent de rester défendre leur habitation ou de partir (Whittaker et al. 2017) (voir Chap. 7, Gestion de crise).

Lorsque les messages portent sur les comportements de réduction du risque, leur efficacité dépend largement de leur capacité à entrer en résonance avec les préoccupations des habitants. Fournir une information personnalisée sur le niveau de risque propre à une parcelle favorise ainsi la recherche d'informations complémentaires sur les bonnes pratiques de préparation, en particulier chez les propriétaires les plus exposés (Meldrum et al. 2021). De manière plus générale, les campagnes de sensibilisation gagnent à être adaptées aux préoccupations locales afin de montrer que les mesures de réduction du risque sont compatibles avec les modes de vie et les valeurs des populations concernées (Christianson 2011 ; Sturtevant et McCaffrey 2006). Les bénéfices mis en avant ne se limitent alors pas aux gains économiques, souvent incertains, mais peuvent également souligner les bénéfices sociaux, environnementaux ou communautaires des comportements recommandés.

L'adaptation des messages apparaît particulièrement importante lorsque les mesures proposées sont susceptibles de susciter des réticences. Les recherches consacrées au brûlage dirigé montrent par exemple que son acceptation dépend fortement de la manière dont cette pratique est présentée (Mylek et Schirmer 2019). Les habitants acceptent davantage le principe de « laisser brûler » lorsqu'il s'agit d'un feu volontairement allumé ou étroitement contrôlé par les services forestiers, lorsqu'il reste limité dans son extension et ses impacts sur la faune, lorsqu'il ne résulte pas d'une négligence humaine et lorsque ses bénéfices pour la prévention des incendies majeurs sont clairement explicités (Carpenter et al. 1986). Ils identifient comme principal avantage du brûlage dirigé la prévention d'incendies plus destructeurs, tandis que leurs principales inquiétudes portent sur les dommages supposés à la faune et sur le risque de propagation, bien que ces craintes reposent souvent sur des représentations inexactes (Jacobson et al. 2001). Ces attitudes dépendent moins de la proximité géographique avec une zone incendiée que de l'expérience personnelle du brûlage dirigé et de certaines caractéristiques sociodémographiques. Dans leur ensemble, ces résultats soulignent l'importance d'adapter à la fois le contenu des messages et leur ciblage afin de renforcer leur acceptabilité. Dans cette logique, Sturtevant et McCaffrey (2006) recommandent également d'encourager une adoption progressive des pratiques, par exemple au moyen de listes de vérification, permettant aux habitants de commencer par les actions qu'ils jugent les plus acceptables et de réduire ainsi l'effort perçu.

Enfin, plusieurs travaux montrent que les normes sociales constituent un levier particulièrement puissant pour renforcer l'efficacité des messages de prévention. McLennan et al. (2019) recommandent ainsi de souligner que l'évacuation précoce constitue la réponse socialement attendue au sein de la communauté, la saillance de cette norme étant associée à des départs plus rapides et plus systématiques. De manière plus générale, l'intégration de normes descriptives (« de nombreuses personnes font réaliser au moins trois de ces interventions ») ou la combinaison de normes descriptives et injonctives (« il est recommandé de faire réaliser au moins trois de ces interventions, et de nombreuses personnes suivent cette recommandation ») favorise l'adoption des comportements de protection (Howe et al. 2018). Les normes sociales peuvent également être mobilisées à travers des informations portant sur le niveau de préparation de la communauté : indiquer qu'un quartier est globalement bien protégé ou que les propriétés voisines présentent un niveau de risque faible ou modéré stimule la recherche d'information et encourage les comportements de préparation, en particulier lorsque ces messages sont adressés à des communautés déjà fortement engagées dans la réduction du risque (Meldrum et al. 2021).

3.4.2. Émetteur du message de sensibilisation et d'éducation

La littérature suggère qu'une bonne compréhension du risque repose sur un écosystème informationnel diversifié, combinant des sources d'information à la fois formelles et informelles. Elle souligne, par conséquent, la nécessité de déployer des stratégies de communication multicanales, associant différents contenus, différents émetteurs et différents modes de diffusion, tout en s'appuyant sur les réseaux sociaux déjà présents au sein des communautés locales. Les travaux montrent d'ailleurs que les ménages les plus engagés dans les actions de prévention sont ceux qui reçoivent des informations provenant de sources multiples (par exemple, services d'incendie, réseaux de voisinage, médias et organismes spécialisés), ce qui confirme l'intérêt d'une communication diversifiée pour favoriser l'adoption de comportements de réduction du risque (Champ et al. 2011).

S'il est clair que la télévision présente l'avantage d'une forte couverture pour diffuser les messages (McCaffrey 2004), de nombreux travaux montrent que l'efficacité de la prévention repose moins sur les médias

institutionnels que sur l'activation des réseaux sociaux locaux, familiers et informels (y compris des enfants vers les parents), qui constituent des relais décisifs pour diffuser les normes de protection et favoriser l'appropriation collective des comportements de prévention (Wachinger et al. 2013). Les communautés les plus cohésives développent ainsi des réseaux informels (boucles de messages, réunions de quartier) permettant de contextualiser le risque et de diffuser les bonnes pratiques plus efficacement que les brochures ou autres supports institutionnels. Cette information revêt une importance particulière, car un voisin ayant une expérience directe du feu est perçu comme une source plus fiable et plus pragmatique qu'un expert gouvernemental, dont les conseils peuvent paraître trop théoriques (McCaffrey 2015 ; Prior et Eriksen 2013).

Cette crédibilité accordée aux pairs explique que plusieurs auteurs recommandent de s'appuyer explicitement sur les réseaux de voisinage. Ainsi, Sturtevant et McCaffrey (2006) proposent d'encourager des programmes de sensibilisation reposant sur les échanges entre voisins afin de transformer la prévention en norme collective plutôt qu'en exception. Les voisins peuvent en effet jouer le rôle de « *change agents* » et d'« *opinion leaders* » (Frandsen et al. 2011), parce qu'ils sont fréquemment rencontrés, perçus comme bienveillants, crédibles et appartenant au même groupe social. À l'inverse, le manque d'interactions limite le transfert des connaissances environnementales locales, notamment entre anciens résidents et nouveaux arrivants (Prior et Eriksen 2013). Une revue de la littérature montre ainsi que les interactions entre voisins influencent davantage la perception du risque et la compréhension des moyens d'action que les informations provenant de sources officielles (McCaffrey 2015). Elles renforcent également le sentiment de responsabilité partagée ainsi que l'efficacité perçue des réponses apportées par un « voisinage coopératif ». Les actions individuelles de protection, comme le débroussaillement, apparaissent notamment plus efficaces lorsque l'ensemble du voisinage les met en œuvre (McCaffrey 2015). Les associations de propriétaires figurent également parmi les principales sources d'information citées par les habitants eux-mêmes (McCaffrey et al. 2011).

Au-delà de la diffusion de l'information, ces échanges de proximité contribuent à construire un véritable capital social, qui renforce les capacités de préparation grâce à des formes d'apprentissage social jugées plus utiles par les citoyens que les informations diffusées de manière unidirectionnelle (McCaffrey 2015). Ce capital social, défini à la fois par la qualité des relations entre voisins et par la participation des individus aux activités communautaires, joue un rôle central en permettant aux habitants de réaliser des actions qu'ils ne pourraient entreprendre seuls. Les interactions informelles renforcent ce capital social et favorisent l'adoption de comportements de réduction des risques (Agrawal et Monroe 2006). Les personnes qui perçoivent un capital social élevé dans leur voisinage sont ainsi davantage susceptibles de créer un espace défendable autour de leur habitation et de participer à des actions destinées à améliorer leurs connaissances relatives au risque incendie. Elles sont également plus enclines à mettre en œuvre des actions collectives, telles que la location d'un broyeur de végétaux, l'élargissement des voies d'accès ou l'installation de bornes incendie (Agrawal et Monroe 2006). Plus largement, la préparation communautaire repose souvent davantage sur ces décisions collectives que sur la simple juxtaposition d'actions individuelles (Jakes et al. 2007). Dans cette perspective, McCaffrey (2004) montre que, si les réunions de quartier sont jugées moins utiles que la télévision comme source d'information, elles sont néanmoins associées à une probabilité plus élevée d'adopter des mesures préventives.

Cette logique conduit certains auteurs à promouvoir de véritables dispositifs de mobilisation citoyenne. Remenick (2018) insiste ainsi sur l'efficacité des programmes d'éducation entre citoyens. À titre d'exemple, les programmes de type *Neighborhood Champions*, qui apportent un soutien technique et financier à des habitants motivés pour encourager leurs amis et voisins à mettre en œuvre des actions préventives sur leurs propriétés privées, se révèlent particulièrement efficaces (Crow et al. 2015). Ces relais locaux diffusent des courriers d'information, réalisent du porte-à-porte, organisent des réunions de quartier, recherchent des financements (subventions) et coordonnent des projets de réduction du risque (Albright et al. 2015). Pour les décrire, Albright et al. (2015) introduisent le concept d'« entrepreneurs citoyens », définis comme des membres fortement engagés de la communauté, capables d'aider des agences de gestion des incendies de végétation disposant de ressources limitées à encourager la prévention sur les propriétés privées en intervenant directement auprès des résidents. Pour autant, les pouvoirs publics ne peuvent se contenter d'identifier quelques volontaires engagés

sans courir le risque de déresponsabiliser le reste de la population ; il convient au contraire de faire de l'ensemble des habitants de véritables partenaires en capacité d'agir (Paveglio et al. 2012).

Pris ensemble, ces travaux suggèrent que la communication multicanale ne se limite pas à diffuser des informations, mais s'accompagne d'un véritable processus d'amplification sociale du risque, qui influence la manière dont les individus perçoivent le risque incendie (Brenkert-Smith et al. 2013 ; Hesseln 2018). Brenkert-Smith et al. (2013) montrent ainsi que la probabilité perçue d'un incendie est positivement associée aux interactions formelles génériques (participation à des groupes communautaires), aux interactions informelles spécifiques aux incendies (réception d'informations de la part d'amis et de voisins, discussions avec les voisins à propos des incendies, observation d'une végétation dense sur les parcelles voisines), ainsi qu'aux interactions formelles spécifiques aux incendies (réception d'informations de la part d'experts en incendies). Les conséquences perçues d'un incendie de végétation sont, quant à elles, positivement associées aux interactions informelles génériques (proximité physique avec les voisins) et aux interactions informelles spécifiques aux incendies (réception d'informations de la part d'amis et de voisins et observation d'une végétation dense sur les parcelles voisines). Dickinson et al. (2015) complètent ces résultats en montrant que la prévention structurelle est négativement associée à la proximité avec les voisins ainsi qu'à la réception d'informations provenant des voisins et des amis, mais positivement associée à la réception d'informations émanant d'experts. En revanche, la prévention liée à la gestion de la végétation est associée à trois des quatre types d'interactions : elle est négativement liée aux interactions informelles génériques (proximité avec les voisins), mais positivement liée aux interactions informelles spécifiques aux incendies ainsi qu'aux interactions formelles spécifiques aux incendies. Les auteurs montrent également que la probabilité perçue du risque médie la relation entre interactions sociales et comportements de gestion des combustibles.

Dans leur ensemble, ces résultats encouragent les programmes de prévention des incendies à s'appuyer sur ces interactions sociales afin d'en amplifier les bénéfices. Dans ce cadre, les politiques publiques descendantes pourraient jouer un rôle dans la définition du cadre structurel de l'apprentissage au niveau local si elles contribuent au développement des processus collaboratifs favorisant l'apprentissage social, tel le réseau FAC net évoqué précédemment (Brummel et al. 2010).

3.4.3. Forme du message de sensibilisation et d'éducation

3.4.3.1. Communication participative et interactivité

Bien que les individus accordent une grande importance à leur expérience personnelle, à leur bon sens et aux échanges avec leurs voisins, qu'ils soient informels ou organisés au sein d'associations de propriétaires, pour comprendre le risque incendie, ils attendent également des agences publiques qu'elles leur fournissent des informations fiables, notamment sur les actions concrètes permettant de réduire ce risque (McCaffrey et al. 2011). Toutefois, la littérature montre que l'efficacité de cette communication dépend moins de son caractère institutionnel que de sa capacité à instaurer un dialogue personnalisé avec les citoyens. Ainsi, McCaffrey (2004) souligne que le contact avec les institutions doit être personnalisé et interactif. Elle montre qu'une telle approche permet de réduire les inquiétudes concernant les problèmes potentiels liés aux brûlages dirigés (e.g., sur le plan esthétique, le risque d'échappement du feu, les dommages aux arbres) et d'améliorer l'acceptation de l'utilisation d'équipements lourds ainsi que de l'application d'herbicides.

Cette supériorité des approches interactives est largement confirmée (Christianson 2011). Selon Crow et al. (2015), le face-à-face avec les professionnels, l'évaluation individualisée du risque de chaque parcelle ou encore la planification personnalisée, qui impliquent généralement qu'un professionnel se rende au domicile d'un propriétaire privé et échange directement avec lui, constituent les dispositifs les plus efficaces pour diffuser les informations de prévention et de réduction du risque. À l'inverse, les informations diffusées via les sites web, les supports écrits (brochures, documents, littérature) ou encore les réunions publiques, peu fréquentées et souvent perçues comme descendantes plutôt que véritablement interactives, apparaissent moins efficaces.

Ces résultats prolongent ceux obtenus par Toman et al. (2006), qui montraient déjà que les dispositifs de communication unidirectionnels (campagnes médiatiques, brochures, messages d'intérêt public, newsletters, presse)

sont perçus comme peu utiles pour comprendre les actions à entreprendre, même s'ils peuvent être jugés marginalement crédibles (à l'exception des sites Internet institutionnels). À l'inverse, les dispositifs de communication interactifs (centres d'interprétation, échanges directs avec les agents publics, programmes scolaires, visites de terrain guidées) sont perçus comme significativement plus utiles pour favoriser l'adhésion du public, bien qu'ils soient plus coûteux à mettre en œuvre.

Dans la même perspective, différents travaux montrent que l'acceptabilité des stratégies de gestion des incendies dépend moins de la seule quantité d'information transmise que de la confiance accordée aux organisations et de la capacité à engager un dialogue interactif avec les parties prenantes (Mylek et Schirmer 2019 ; Remenick 2018). En particulier, Remenick (2018) souligne qu'une communication efficace en amont de la crise doit être interactive plutôt qu'unidirectionnelle. Elle doit permettre aux citoyens et aux agences de partager leurs préoccupations respectives, de mieux les comprendre et de lever les obstacles à la préparation. Les discussions, les visites de terrain, les démarches collaboratives et les forums en ligne, qui favorisent ce type d'échanges, s'inscrivent pleinement dans cette logique de compréhension partagée. Ces travaux mettent ainsi en évidence l'importance, pour les gestionnaires, de développer des relations de confiance fondées sur l'ouverture, l'accessibilité et l'engagement réciproque avec les citoyens. La communication de masse par flyers, messages d'intérêt public, brochures et autres formes d'information unidirectionnelle conserve néanmoins son intérêt pour diffuser largement des idées et des connaissances simples, mais elle apparaît insuffisante lorsqu'il s'agit de favoriser une véritable appropriation des comportements de prévention.

De manière générale, un voisin ayant une expérience directe du feu est perçu comme une source plus fiable et pragmatique qu'un expert gouvernemental, dont les conseils peuvent paraître plus théoriques (McCaffrey 2015 ; Prior et Eriksen 2013). Une revue de la littérature montre ainsi que les interactions entre voisins exercent une influence plus importante sur la perception du risque et sur la compréhension des moyens d'action que les informations provenant de sources officielles (McCaffrey 2015). Dans cette dynamique, les associations de propriétaires constituent des sources d'information sur les risques d'incendie fréquemment citées par les propriétaires eux-mêmes (McCaffrey et al. 2011). Certains résidents peuvent également jouer le rôle de leaders locaux ; il est alors important de s'appuyer sur eux pour diffuser l'information (Frandsen et al. 2011). À l'inverse, le manque d'interactions limite le transfert des connaissances environnementales locales, notamment entre les anciens résidents et les nouveaux arrivants (Fischer et Charnley 2012 ; Prior et Eriksen 2013).

Si la communication interactive est plus efficace qu'une communication descendante (*top-down*), c'est aussi parce qu'elle peut générer un capital de liaison (*bridging capital*) entre des individus qui ne sont pas directement ciblés par les actions de sensibilisation aux incendies et ceux qui le sont (par exemple, entre des résidents permanents et des résidents à temps partiel). Mobilisant explicitement le cadre théorique du capital social, Colin MacDougall et al. (2014) étudient le programme australien *Community Fireguard*, initié et porté par des membres innovants de la communauté dans une logique volontaire et ascendante. Au sein de ce programme, la mise en réseau, la mutualisation, les normes sociales et la confiance facilitent la coordination et la coopération au service de l'intérêt commun. Le programme renforce à la fois les compétences pratiques de ses membres, leur sentiment d'auto-efficacité et leur sentiment de contrôle face au risque, ce qui améliore la mise en œuvre des plans de protection. Dans une logique de diffusion de l'innovation, il repose principalement sur une minorité d'innovateurs et de premiers adoptants capables d'initier des groupes. Sa diffusion à l'échelle communautaire demeure toutefois structurellement limitée, le capital social interne favorisant davantage la consolidation des groupes existants que la création de nouveaux. De ce fait, ce programme ne peut couvrir l'ensemble des zones vulnérables et ne peut être envisagé qu'en complément de dispositifs plus institutionnels, relevant d'une logique plus universaliste et interventionniste.

Dans le même esprit, Steffey et al. (2020) montrent que les associations de propriétaires jouent un rôle déterminant dans la promotion de communautés adaptées au feu. Elles servent de relais d'information, en faisant l'interface entre les services d'incendie, les agences de gestion du risque et les habitants. Elles réduisent également les barrières à l'action en facilitant l'accès à des ressources financières et à des services gratuits ou peu coûteux, tout en favorisant les attitudes et les normes sociales propices à la mise en œuvre des actions de mitigation. Endossant le rôle de « champions de quartier » (opinion leaders), elles prennent enfin en charge des

tâches chronophages et intensives en main-d'œuvre au bénéfice des résidents, ce qui favorise l'obtention et le maintien de la labellisation *Firewise USA®*, véritable levier de résilience territoriale à long terme.

Les approches interactives offrent également la possibilité de mieux mobiliser les savoirs environnementaux locaux développés par les habitants face aux incendies de forêt. Les individus ne disposent en effet ni des mêmes connaissances ni des mêmes cadres d'interprétation du risque. Leur ancienneté dans la région, leur attachement au paysage, leur engagement communautaire, leur activité professionnelle, notamment agricole, ou encore leur degré d'acceptation du risque façonnent des savoirs environnementaux variés. Ces différences reflètent la diversité de ce que chacun a ressenti, observé, pensé et expérimenté au fil du temps, et influencent en retour la manière dont les messages officiels sont compris, interprétés et traduits en action (Eriksen et Prior 2011). Dans cette perspective, Eriksen et Prior (2011) proposent de compléter les dispositifs traditionnels d'éducation au risque par des mécanismes favorisant l'engagement et les interactions, à la fois entre les agences publiques et les communautés et au sein des communautés elles-mêmes. En favorisant le partage, la confrontation et la mobilisation de ces connaissances, ces dispositifs nourrissent un apprentissage collectif plus riche et renforcent la préparation face aux incendies. Plus largement, parce qu'elle favorise la création de liens faibles, l'interactivité facilite également la diffusion d'informations très spécifiques, détaillées et immédiatement applicables à chaque propriété et à son environnement proche, tout en stimulant les efforts coopératifs à petite échelle visant à réduire le risque incendie (Brenkert-Smith 2010) (voir également le Chap. 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance).

Cette logique de co-construction se retrouve également dans les démarches de recherche — action et notamment dans les dispositifs participatifs de cartographie du risque. Dans les ateliers participatifs, les cartes de sensibilisation ne tirent pas leur efficacité de leur seul caractère informatif, mais de leur capacité à créer un espace de dialogue et à constituer un support structurant pour la mobilisation collective, à condition qu'elles restent cohérentes avec la manière dont les acteurs locaux se représentent l'aléa (Preston et al. 2009). La résistance aux nouveaux cadres conceptuels, fortement ancrée dans les perceptions existantes du danger, implique un travail de validation et d'alignement des outils avec les référentiels des acteurs afin de rendre l'information crédible, acceptable et véritablement mobilisable pour l'action publique. Plus largement, ce qui n'est pas intégré dans l'évaluation formelle constitue souvent un support essentiel de dialogue, d'apprentissage collectif et de co-construction entre chercheurs et acteurs locaux. Comme le rappellent Vukomanovic et al. (2019), dans une démarche de recherche véritablement participative, les parties prenantes doivent pouvoir comprendre les hypothèses et les mécanismes qui sous-tendent les modèles, participer à leur élaboration et s'approprier leurs résultats. Cette co-production des connaissances permet à la fois de construire des scénarios alternatifs plus réalistes et d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche pour les *data scientists*.

3.4.3.2. Cadrage

Quand bien même les recommandations de préparation transmises au public peuvent apparaître comme objectives et rationnelles, elles sont interprétées de manière très variable selon les repères sociopsychologiques et les constructions expérientielles que les individus mobilisent pour appréhender le risque (Eriksen et Prior 2013). La communication destinée aux habitants ne peut donc se limiter à une simple transmission d'informations. À partir d'une méta-analyse de travaux empiriques, principalement européens, publiés après 2000 et portant sur les liens entre perception des risques naturels, comportements de préparation et gouvernance des risques, Wachinger et al. (2013) montrent que les stratégies de communication les plus efficaces reposent sur l'ancrage des messages dans les expériences vécues, directes ou indirectes, au moyen de récits et d'images mentales susceptibles d'activer l'anticipation d'émotions négatives, plutôt que sur des discours techniques abstraits. Une communication efficace renforce simultanément la confiance, active le sentiment de responsabilité individuelle (Kumagai et al. 2004) et collective et transforme la perception du danger en capacités concrètes d'action. Elle doit également s'inscrire dans le temps long afin d'entretenir une culture quotidienne du risque, intégrée aux pratiques sociales et éducatives des territoires, face à l'érosion progressive de la mémoire des catastrophes.

Ces travaux soulignent également que l'efficacité des messages dépend des représentations sociales qu'ils véhiculent. À titre d'illustration, Yıldız et al. (2025) montrent que les vidéos produites par les agences australiennes

pour informer et conseiller le public sur les actions de préparation reproduisent un imaginaire colonial, patriarcal, nationaliste et néolibéral du feu. Elles mettent principalement en scène des familles nucléaires traditionnelles (un couple avec ses enfants), propriétaires de leur logement, d'ascendance européenne et vivant dans des espaces résidentiels peu denses. Les femmes y sont représentées comme gardiennes de la famille et responsables de la sécurité des enfants, tandis que les hommes sont associés à la figure du pompier. Le feu est présenté comme un ennemi extérieur, inscrit dans des récits hérités de l'histoire coloniale des sociétés de peuplement, tandis que la protection de la maison renvoie à un imaginaire de responsabilité individuelle et d'assurance privée reposant sur des solutions essentiellement techniques. Pour Yıldız et al. (2025), remettre en question ces représentations trop homogènes constitue un levier essentiel pour renforcer l'engagement des communautés dans les actions de protection.

Cette diversité des représentations se retrouve également dans la manière dont les différents acteurs interprètent les messages de prévention. Champ et al. (2012) mettent ainsi en évidence des divergences entre les « producteurs » de messages, qui mobilisent principalement un discours de gestion scientifique, et les parties prenantes extérieures, qui privilégient davantage un registre communautaire. Ces divergences portent notamment sur la pertinence d'une communication descendante par opposition à des échanges en face-à-face, sur le rôle écologique du feu dans le maintien d'écosystèmes sains, sur la place accordée à une gestion fondée sur l'expertise scientifique ou encore sur l'importance des leaders communautaires. Ne pas reconnaître ces différences de cadrage, ainsi que les rapports de pouvoir qui leur sont associés, peut compromettre les objectifs de réduction du risque.

À l'inverse, les programmes d'éducation gagnent à s'appuyer sur les significations partagées par les différents acteurs, telles que l'importance de la réduction des combustibles, le rôle facilitateur des pompiers volontaires ou encore la reconnaissance du manque d'expertise du public comme obstacle à la préparation (Champ et al. 2012). Dans cette perspective, Sturtevant et McCaffrey (2006) recommandent de favoriser l'observation directe des pratiques de prévention et de leurs résultats, par exemple au travers de sites de démonstration ou d'événements organisés à l'échelle des quartiers. Parce qu'elles offrent un contexte concret permettant d'observer les effets des actions entreprises, les visites de terrain sont susceptibles d'en accroître l'acceptation (Toman et al. 2004). Toman et al. (2004) soulignent toutefois que leur efficacité dépend du choix de sites illustrant clairement les objectifs recherchés (par exemple, mettre en évidence les bénéfices tout en montrant le caractère limité des inconvénients) et de la possibilité offerte aux participants d'échanger directement avec des professionnels.

3.4.3.3. Éléments graphiques

Adopter un comportement approprié et sûr lors de l'évacuation d'un bâtiment est essentiel pour réduire les blessures et augmenter les chances de survie en situation d'urgence. Les connaissances relatives aux bonnes pratiques d'évacuation sont généralement transmises au moyen de dispositifs de formation traditionnels, tels que des vidéos, des affiches ou des exercices d'évacuation. Toutefois, ces approches présentent certaines limites en matière d'acquisition, de rétention et de transfert des connaissances vers les comportements effectifs.

Dans cette perspective, Feng et al. (2018) considèrent que les *serious games*, notamment fondés sur la réalité virtuelle immersive, constituent un outil particulièrement prometteur pour former aux comportements d'évacuation en raison de leur fort pouvoir d'engagement, à condition que les objectifs pédagogiques et comportementaux soient clairement définis dès la phase de conception. Leur efficacité repose notamment sur l'adaptation des modalités d'apprentissage (instruction préalable ou feedback a posteriori) au profil des participants, ainsi que sur l'intégration de dispositifs de mesure permettant d'évaluer les apprentissages et les comportements (trajectoires, temps d'évacuation, choix des sorties). La conception doit également prendre en compte le type d'équipement utilisé, les modes de navigation, la narration, la simulation des dangers, la stimulation sensorielle et les interactions avec des personnages virtuels afin de renforcer l'immersion tout en limitant les comportements irréalistes. Enfin, un processus itératif d'implémentation et d'évaluation apparaît nécessaire pour ajuster progressivement le dispositif jusqu'à atteindre les résultats attendus, tant en matière d'acquisition des connaissances que de modification des comportements.

Au-delà des environnements immersifs, d'autres dispositifs visuels et interactifs permettent également de faciliter l'appropriation du risque par les citoyens. Preston et al. (2009) montrent ainsi que les cartes de vulnérabilité spatiale constituent un levier particulièrement puissant pour engager les parties prenantes dans les démarches d'adaptation. En rendant visibles, de manière concrète et territorialisée, les déterminants biophysiques et socio-économiques de la vulnérabilité, elles favorisent une compréhension partagée des enjeux, suscitent l'intérêt et facilitent l'appropriation des diagnostics par les acteurs locaux. Cette capacité de visualisation constitue l'un des principaux atouts de la modélisation participative géospatiale. Elle rend les enjeux plus personnels, met en évidence les interactions entre ce qui se passe localement et les phénomènes observés à d'autres échelles, rendant ainsi intelligibles des interconnexions qui demeurent autrement abstraites. Elle permet enfin de clarifier les différentes échelles spatiales auxquelles s'inscrivent les facteurs explicatifs, les données mobilisées et les niveaux de décision (Vukomanovic et al. 2019).

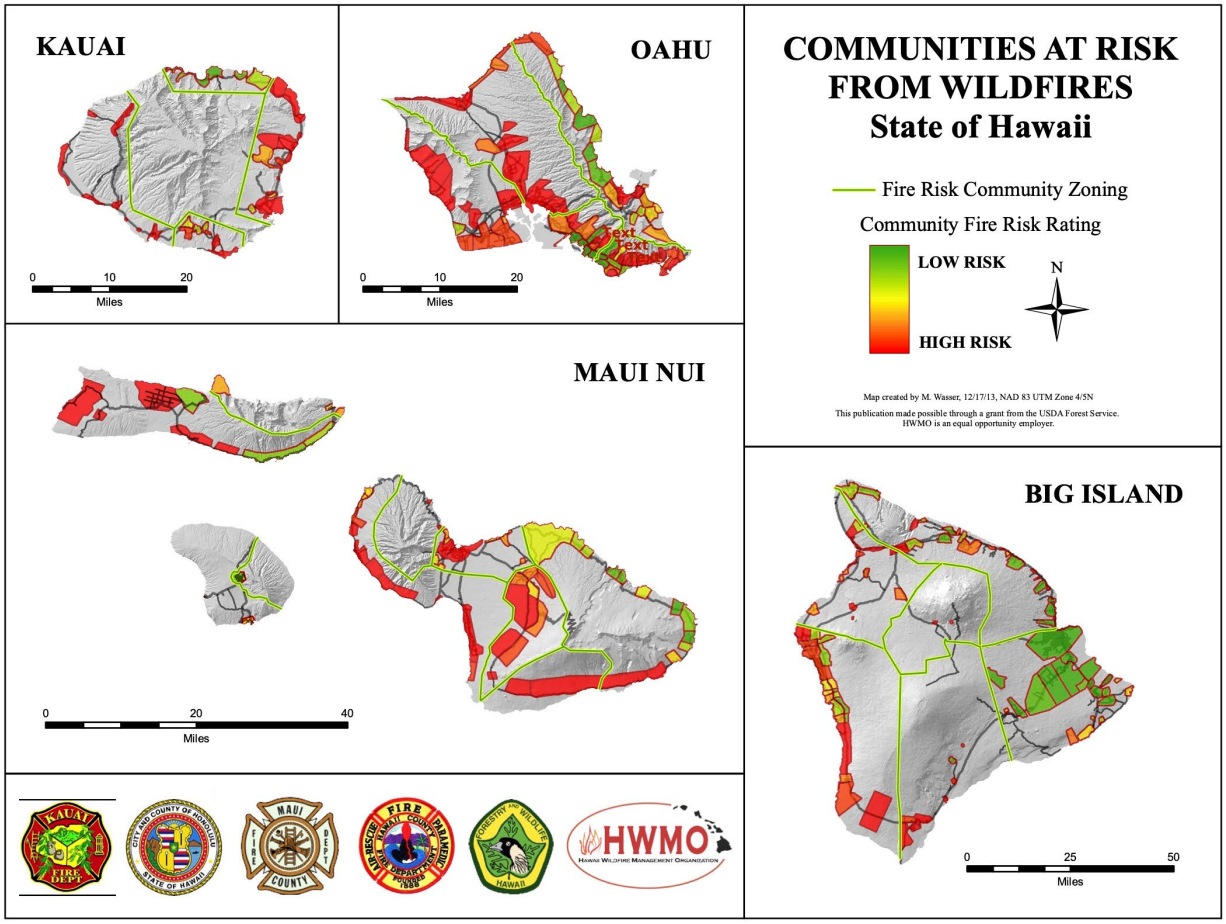


Figure 4 : Carte des communautés exposées au risque d'incendie dans l'État d'Hawaï. La représentation spatiale du niveau de risque à l'échelle des différentes îles permet d'identifier les zones les plus vulnérables et de rendre immédiatement visibles les contrastes territoriaux d'exposition au risque. Source : Hawaii Wildfire Management Organization (HWMO), données U.S. Forest Service.

Crow et al. (2015) confirment l'intérêt de cartes de risque simples, codées par couleurs et fondées sur des données à l'échelle de la parcelle pour encourager les habitants à mettre en œuvre des actions de protection. Ils montrent toutefois que leur acceptation varie selon les contextes locaux. Dans les territoires où les résidents manifestent de fortes réticences, la diffusion de ces informations suppose des modalités plus discrètes, contrôlées et fondées sur l'adhésion volontaire.

3.4.4. Ciblage du message de sensibilisation et d'éducation

3.4.4.1. Critères de segmentation

Selon Brenkert-Smith et al. (2012), plusieurs facteurs favorisent la mise en œuvre d'actions préventives : l'accès à des informations délivrées par les pompiers volontaires locaux et, surtout, par les spécialistes des incendies, le plus souvent dans le cadre d'échanges individualisés (one-to-one), l'expérience personnelle du feu (préparation à l'évacuation ou évacuation effective), ainsi qu'une perception élevée du risque incendie sur sa propre propriété. Les auteurs montrent également que la mise en place d'actions préventives augmente avec l'âge, le revenu et la taille de la parcelle, et qu'elle est plus fréquente chez les femmes. En revanche, elle n'est influencée ni par l'efficacité perçue des actions ni par la réception d'informations diffusées par les médias traditionnels. Certains de ces facteurs constituent des leviers d'action directement mobilisables pour améliorer les programmes de prévention, tandis que d'autres peuvent être utilisés comme critères de segmentation afin de mieux cibler les actions de sensibilisation.

De manière originale, une enquête menée auprès de 446 adultes en Australie montre qu'il faut adapter la complexité des messages à la complexité de la pensée du public cible, c'est-à-dire à la manière dont le public structure sa pensée sur le sujet (Mylek et Schirmer 2019). Ainsi, des messages trop simples peuvent être perçus comme condescendants par les personnes ayant une complexité intégrative élevée, tandis que des messages trop complexes peuvent saturer ceux ayant une complexité intégrative faible.

Cette logique de segmentation est largement reprise dans la littérature. Ainsi, Wilkinson et al. (2016) soulignent la nécessité, pour les professionnels de la gestion du risque, d'adapter leurs messages aux contraintes spécifiques des différents groupes sociaux susceptibles d'être affectés par les incendies, tels que les familles avec de jeunes enfants, les personnes travaillant loin de leur domicile et effectuant quotidiennement de longs déplacements ou encore les propriétaires non occupants. De leur côté, Meldrum et al. (2021) recommandent de réserver les campagnes fondées sur la communication du risque propre à chaque parcelle aux habitants les plus fortement exposés au risque incendie.

L'expérience préalable constitue également un critère de segmentation particulièrement pertinent (Mylek et Schirmer 2019). Les communautés ayant développé une familiarité avec les incendies disposent d'un savoir collectif plus important concernant les comportements à adopter avant, pendant et après l'événement (Eriksen et al. 2016). Plus largement, l'efficacité des programmes d'éducation au risque dépend de leur capacité à prendre en compte les connaissances et les expériences préexistantes des apprenants. Towers (2015) montre ainsi que des enfants âgés de 8 à 12 ans sont capables de participer à des discussions sérieuses sur le risque incendie, même si leurs connaissances restent souvent incomplètes et marquées par certaines idées erronées.

3.4.4.2. Cible des jeunes

À la suite de la catastrophe des incendies du Black Saturday de 2009, la Commission royale sur les feux de brousse de l'État de Victoria a recommandé que l'éducation au risque incendie devienne une composante formelle du programme scolaire national australien (Towers 2015).

Cette recommandation s'inscrit dans un mouvement plus large visant à faire des jeunes non plus seulement des destinataires des messages de prévention, mais de véritables acteurs de la culture du risque. À partir d'une revue des programmes de sensibilisation destinés aux jeunes, Ballard et al. (2012) identifient une grande diversité de dispositifs consacrés à la prévention des feux et à leur rôle dans les écosystèmes : interventions en classe, sorties de terrain et camps, projets éducatifs ancrés dans l'action communautaire, dispositifs pédagogiques mobiles (kits ou malles pédagogiques) et médiation informelle au moyen de stands ou de centres nature. Un tiers des programmes américains demeure centré sur la prévention, la lutte contre les incendies et la sécurité (par exemple, avec la mascotte Smokey Bear, l'ours emblématique de la campagne nationale de prévention des

incendies aux États-Unis). Un autre tiers met davantage l'accent sur l'écologie du feu, les sciences associées et le management des ressources naturelles. Enfin, le dernier tiers combine ces différentes dimensions, reflétant ainsi l'évolution des connaissances scientifiques relatives aux incendies de végétation. Plus de 60 % des programmes, en particulier ceux adoptant cette approche plus récente, intègrent les contextes sociaux et écologiques locaux (par exemple, tolérance au feu des espèces végétales locales, valeur économique des forêts pour la communauté, visites de zones précédemment touchées par des incendies), soulignant ainsi le lien étroit entre l'éducation aux incendies et une pédagogie ancrée dans les territoires.

L'évolution des contenus éducatifs apparaît d'autant plus importante que certains programmes historiques ont également contribué à diffuser des représentations particulières du risque. Aux États-Unis, Smokey Bear transmet depuis 1944 un message inchangé aux enfants : « vous seuls portez la responsabilité des départs de feu et des forêts brûlées aux États-Unis » (Minor et Boyce 2018). En associant citoyenneté, suppression systématique du feu et écologie forestière, cette campagne a contribué à délégitimer des pratiques de gestion du feu pourtant bénéfiques au fonctionnement des écosystèmes (Minor et Boyce 2018). Selon Minor et Boyce (2018), cette représentation a favorisé le développement d'espèces moins tolérantes au feu, une augmentation de la densité des forêts, une accumulation de combustibles inflammables et, in fine, des incendies plus intenses, renforçant paradoxalement la nécessité d'une intervention croissante de l'État.

Au-delà de la transmission de connaissances, les programmes les plus récents cherchent à faire des jeunes de véritables acteurs de la réduction du risque incendie. Monroe et al. (2016) ont ainsi étudié sept programmes impliquant des jeunes de 10 à 18 ans dans des actions de réduction du risque aux États-Unis. Tous reposent sur des partenariats collaboratifs associant agences publiques, organisations communautaires et éducateurs, selon un niveau d'organisation dépassant la simple relation entre un enseignant et sa classe pour inscrire les projets à l'échelle de la communauté. Deux catégories d'acteurs jouent un rôle complémentaire : les agences publiques apportent leurs priorités, leur expérience, leurs ressources et leur expertise en gestion, tandis que les organisations communautaires fournissent leurs réseaux relationnels, leur connaissance du territoire et des opportunités d'action concrète. Les jeunes n'y acquièrent pas seulement des connaissances : ils passent à l'action, et leurs actions contribuent directement à l'atteinte des objectifs des agences partenaires. Dans ce processus, enseignants et jeunes développent à la fois des compétences d'action, des compétences communautaires (réseautage, résolution de problèmes, communication par exemple) et un sentiment d'efficacité personnelle. Cette étude met en évidence quatre conditions essentielles à la réussite de tels programmes : (1) l'identification d'un enjeu communautaire suffisamment important pour susciter l'implication des jeunes ; (2) le respect de l'autonomie des partenaires ainsi que de leurs objectifs, besoins et bénéfices spécifiques ; (3) un leadership et une gouvernance adaptés à l'ampleur du projet ; et (4) le développement de normes fortes de capital social, issues de relations personnelles ou formelles progressivement institutionnalisées. Ces partenariats sont en outre facilités par la présence d'un *boundary broker*, c'est-à-dire d'un acteur capable de faire le lien entre des organisations ou des communautés habituellement séparées, tout en bénéficiant de relations crédibles avec chacun des principaux partenaires.

3.4.5. Efficacité des programmes de sensibilisation et d'éducation

Bien qu'ils n'agissent jamais isolément, mais toujours en interaction avec d'autres déterminants, les programmes d'éducation au risque destinés aux adultes peuvent catalyser des changements comportementaux mesurables face au risque incendie (Monroe et al. 2013). Ils visent d'abord à diffuser auprès du grand public, des professionnels et des décideurs les informations essentielles relatives au risque et aux moyens de réduire la vulnérabilité. Cette diffusion des connaissances favorise l'évolution des représentations, des pratiques de préparation et de réponse, ainsi que l'élaboration et la mise en œuvre de politiques locales (ordonnances, règlements).

À un premier niveau, leurs effets peuvent être évalués à partir d'indicateurs tels que le nombre de participants aux programmes, ainsi que l'évolution de la sensibilisation, des connaissances, des croyances, des intentions comportementales et des comportements effectivement adoptés.

Au-delà de ces effets individuels, les interventions supposent de créer les conditions d'un changement collectif en renforçant la préparation des équipes et les normes sociales, notamment grâce à des ateliers professionnels et à des projets impliquant la communauté, comme nous le verrons au chapitre 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance. Cette dimension peut être appréhendée à travers le développement des croyances d'auto-efficacité collective, le degré de convergence des représentations des problèmes et des solutions, ainsi que la capacité des participants à élaborer des réponses communes.

Enfin, les programmes efficaces favorisent l'émergence d'une véritable dynamique communautaire en stimulant la collaboration, en organisant des activités collectives et en soutenant la mise en place de plans, de réseaux et de comités locaux. Cette dynamique peut être évaluée à travers la confiance envers les institutions et les autres membres de la communauté, l'intention de coopérer avec ses voisins, ou encore la perception que les comportements de prévention sont largement adoptés au sein de la communauté (voir Chap. 8, Urbanisme, aménagement et gouvernance).

3.5. Instruments économiques incitatifs : prévenir le risque *ex ante* et indemniser les dommages *ex post*

Les outils économiques et financiers permettent également de réduire le risque d'incendie, qu'il s'agisse de réduire sa fréquence et sa sévérité (actions de prévention, de protection) ou de garantir une réhabilitation, quand c'est possible, et une indemnisation adaptée si le risque se réalise.

Les recherches présentées dans cette sous-section relèvent des incitations des résidents en grande majorité, des administrations des bassins versants pour un article, à investir dans des actions de traitement du combustible. La question de la coopération entre propriétaires privés et agences, entre propriétaires privés voisins ou entre diverses autorités publiques est également considérée.

Si les méthodologies utilisées diffèrent, certains résultats se rejoignent d'une littérature à l'autre, notamment ceux relatifs aux paramètres qui expliquent la volonté individuelle à participer à certains programmes de prévention et la propension à payer pour y contribuer. La question des programmes de réhabilitation est également présentée.

3.5.1. Les incitations à participer aux programmes de prévention

Le manque de capacité financière ou les coûts élevés associés constituent des obstacles majeurs à l'adoption des comportements de prévention (comme *FireSmart*) ou à la mise en œuvre des actions de réduction du risque (Anton et Lawrence 2016 ; Asfaw et al. 2022 ; Brenkert-Smith et al. 2012 ; Champ et al. 2011 ; Ergibi et Hesseln 2018 ; Faulkner et al. 2009 ; Fischer et al. 2014 ; Lee et al. 2022). Le coût est notamment cité comme un obstacle pour des travaux intégrant l'utilisation de matériaux résistants au feu (Absher et al. 2012). Il est également cité pour s'opposer à la diffusion de cartes identifiant les zones à hauts risques à cause de la crainte d'une dévaluation des biens et d'un renchérissement du coût de l'assurance (Miller, Field, et Mach 2020b).

D'une part, les ménages à faible revenu, ainsi que les propriétaires non assurés, sont identifiés comme des groupes socialement et économiquement vulnérables, moins susceptibles de s'offrir une assurance ou de mettre en œuvre les actions de protection de leur propriété (Gan et al. 2015). Au contraire, les propriétaires ayant des revenus plus élevés ou des propriétés de plus grande taille ont, en toute logique, tendance à mettre en œuvre plus de mesures de protection (Champ et al. 2011). D'autre part, le coût des mesures à adopter peut entraver la perception de l'auto-efficacité des habitants face au risque incendie (McCaffrey 2015). Au-delà des caractéristiques socio-démographiques, le coût de certaines actions est alors considéré comme un obstacle important à leur mise en œuvre (Anton et Lawrence 2016 ; Ergibi et Hesseln 2018). Ainsi, les mesures structurelles lourdes (remplacement de toiture ou de revêtement par exemple) sont souvent jugées trop coûteuses (Ergibi et Hesseln 2018) et les propriétaires ont tendance à mettre en œuvre plus fréquemment les mesures les moins coûteuses et les plus faciles à réaliser (Anton et Lawrence 2016 ; Asfaw et al. 2022).

Parmi les actions efficaces de prévention, le débroussaillement a une place importante. En particulier, Martin et al. (2007a) montrent que la mise en place d'incitations financières, de subventions et de programmes publics d'aide financière au débroussaillement peut encourager les propriétaires à mettre en œuvre des mesures de réduction du risque qu'ils auraient jugées trop coûteuses sans ces aides.

Meldrum et al. (2014) examinent quant à eux la volonté des résidents de participer à un programme de partage des coûts pour l'élimination de la végétation sur leurs propriétés dans la communauté de Log Hill Mesa (comté d'Ouray, Colorado). Ils évaluent également le montant que les résidents volontaires sont prêts à contribuer au programme à partir des données collectées par le *West Region Wildfire Council* (WRWC). La méthode d'enquête retenue est celle de l'évaluation contingente. Cette méthode consiste à donner un prix à des éléments ou à des fonctions d'écosystèmes pour lesquels il n'existe pas de marché sur lequel ces éléments ou fonctions pourraient être achetés ou vendus.

Les résultats obtenus sont de plusieurs ordres. Concernant la volonté de participer au programme de partage des coûts, 84 % des répondants se disent disposés à y participer. Cette volonté dépend de considérations autant financières que non monétaires (obstacles informationnels, perception du risque d'incendie). Contrairement à d'autres résultats de la littérature, dans cette étude la volonté de participer n'est pas influencée par les préoccupations relatives à l'efficacité des actions ou à leur impact visuel, ni par l'âge, la taille du terrain ou le revenu. En revanche, ces attributs peuvent impacter la disposition à payer moyenne estimée pour la réduction de la végétation, une fois l'accord de participation obtenu. Elle se situe entre 460 et 480 dollars par acre (1135 à 1185 dollars par hectare). Environ la moitié des répondants étaient prêts à participer à un partage des coûts à 50 %. Les auteurs concluent que la perception du risque joue un rôle important dans la volonté de participer et de contribuer financièrement, ce qui pourrait légitimer la mise en place de programmes d'information en amont des programmes de subventionnement. Du point de vue méthodologique, notons que le fait que l'enquête soit administrée par une instance officielle publique de lutte contre les incendies, et non par les chercheurs eux-mêmes, apporte plus d'intérêt aux questions posées.

Sánchez et al. (2022) confirment les résultats précédents en mobilisant la technique de l'analyse conjointe pour des enquêtes menées auprès de la population générale californienne. L'analyse conjointe consiste à mener une enquête dans laquelle il est demandé aux personnes interrogées de choisir entre différents scénarios, présentant différents attributs des programmes de réduction des risques d'incendie. Il diffère de la méthode de l'évaluation contingente en ne demandant pas explicitement aux répondants un montant pour un scénario précis. Finalement, l'importance de la perception du risque, aux côtés du revenu, dans la plus ou moins grande volonté de participer à un programme de partage des coûts d'entretien de la végétation sur sa propriété est un résultat robuste. Les propriétaires ayant des revenus et/ou des niveaux d'éducation plus faibles sont plus susceptibles d'ignorer les facteurs de risque et préfèrent généralement le statu quo au paiement des coûts des nouveaux programmes d'atténuation des risques d'incendie.

Une des limites des recherches présentées tient à l'utilisation exclusive de la voie postale pour administrer les enquêtes. La qualité des réponses peut être impactée et un échange en visuel ou, a minima, par téléphone peut être préféré.

Les travaux de Pamela Kaval et al. (Kaval, Loomis, et Seidl 2007) sont moins récents mais ont l'avantage de compléter l'envoi postal par un entretien téléphonique. Les questions de recherche traitées sont proches de celles de Meldrum et al. (2014) et de Sánchez et al. (2022), mais elles portent plus spécifiquement sur les programmes de brûlages dirigés. Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire de 8 pages et d'un entretien téléphonique administré en 2001 à 99 participants (sur 115 contactés) dans 12 communautés d'interface situées à moins de 16 kilomètres (10 miles) d'une forêt. Comme dans Meldrum et al. (2014), la méthode utilisée pour l'élicitation des propensions à payer est celle de l'évaluation contingente. Parmi les personnes interrogées, 98 % avaient une certaine connaissance de l'existence et de l'utilité des feux dirigés. 85 % approuvaient leur recours par les gestionnaires des terres pour réduire les combustibles forestiers, et environ 66 % étaient disposés à payer pour le brûlage dirigé dans leur région. La disposition annuelle moyenne à payer pour

le brûlage dirigé obtenu par les auteurs est proche de 800 dollars (évalués en 2001) et dépend, ici encore, de la fréquence des incendies perçue par les répondants.

Al Abri et Grogan (2019) considèrent une autre forme de coopération, celle entre propriétaires de parcelles voisines. Ils retiennent une approche par la simulation pour analyser les décisions de traitement du combustible prises par un propriétaire foncier en interaction, consciente ou non, avec son voisin. Le modèle dynamique stochastique qu'ils développent leur permet de considérer différents scénarios de désinformation sur la survenue et la propagation des incendies. En utilisant des paramètres et des formes fonctionnelles produits par différents articles de la littérature, ils modélisent ainsi une parcelle forestière standard du sud-est des États-Unis composée d'arbres, d'arbustes et de couverture végétale, exploitée ou utilisée à des fins commerciales (chasse, randonnée, camping et autres activités récréatives en forêt) ainsi qu'à des fins non commerciales (loisirs domestiques). La probabilité, endogène, de propagation d'un incendie de la parcelle d'origine à la parcelle voisine varie en fonction du combustible accumulé.

Les résultats obtenus de la simulation confirment qu'un propriétaire foncier profite gratuitement du traitement du combustible entrepris par son voisin. S'il en est conscient, il réduit alors ses actions de traitement du combustible sur sa propre parcelle, ce qui induit une externalité négative pour son voisin. Ce comportement de « passager clandestin »[3] est atténué par une meilleure information des deux propriétaires fonciers quant aux risques de propagation du feu qui démarre sur une parcelle à la parcelle voisine. Le modèle permet également de montrer que le fait de ne pas reconnaître les avantages transversaux du traitement du combustible via le taux de propagation du feu entre deux parcelles adjacentes entraîne une perte de valeur pour toutes les parcelles.

Les auteurs concluent à leur tour de la nécessité de mettre en place des programmes éducatifs efficaces afin de s'assurer que tous les propriétaires fonciers sont conscients des avantages inter-parcellaires du traitement du combustible et soient incités à coopérer.

En marge des programmes d'investissement dans la prévention des incendies qui se focalisent sur les propriétaires, les travaux intéressants de

(Jones et al. 2017) portent sur les programmes d'investissement des administrations des bassins versants. Ils constituent un type spécifique de programme de paiement pour des services écosystémiques dans le cadre duquel les utilisateurs d'eau en aval et les propriétaires fonciers en amont développent et financent conjointement des activités visant à préserver l'approvisionnement en eau. Les auteurs utilisent l'analyse du retour sur investissement pour quantifier dans quelle mesure les interventions de traitement du combustible (éclaircissement mécanique des arbres essentiellement), en termes de quantité et d'emplacement, permettent de réduire la charge sédimentaire du réservoir Strontia Springs dans le bassin versant supérieur de la rivière South Platte, au sud-ouest de Denver (Colorado), à la suite d'un incendie extrême. Les bénéfices sont des coûts évités, en particulier ceux, importants sur les terrains d'étude retenus, de dragage des réservoirs post-incendie. Les auteurs ont simulé différentes ampleurs d'activités de réduction des combustibles selon deux stratégies relatives, respectivement, à une priorisation spatialisée des traitements et à l'accessibilité. Le comportement potentiel du feu a été modélisé pour chaque ampleur et chaque scénario afin de déterminer l'impact des actions de traitements sur l'érosion post-incendie.

Les analyses montrent que les traitements de combustible spatialement priorisés dans le bassin versant sont plus efficaces que les traitements de combustible uniquement basés sur l'accessibilité, sans établir de zones prioritaires. Le critère de l'accessibilité n'a pas permis de traiter au-delà de 40 % des surfaces. Le retour sur investissement positif des traitements sur zones prioritaires, notamment après de fortes tempêtes, présente toutefois un rendement marginal décroissant pour des traitements dépassant les 50 % de la zone forestière. Les auteurs concluent que le calcul du retour sur investissement des activités de traitement du combustible pourrait

[3] Ce terme appartient au domaine de l'économie publique. Il reflète le sous-investissement d'un individu dans un bien ou une action dont la valeur dépend de la somme des investissements des personnes le consommant ou en bénéficiant. Le passager clandestin profite alors de l'investissement décidé par les autres membres de sa communauté ou de son voisinage tout en diminuant son propre investissement.

contribuer à démontrer aux différentes parties prenantes de la lutte contre les incendies et de la gestion des bassins versants l'intérêt d'interventions proactives de réduction du risque.

3.5.1.1. L'efficacité des programmes de réhabilitation

En Europe, les pays de l'EUMED5 (France, Espagne, Grèce, Italie, Portugal) présentent une des législations les plus complètes en matière de gestion après incendie. Au Portugal en particulier, le financement public de la stabilisation d'urgence de la zone et la protection des sols dans les plus brefs délais après un incendie est possible grâce à des programmes nationaux de développement rural et l'octroi de fonds européens.

Lopes et al. (2022) s'intéressent ainsi à l'efficacité du processus de financement public de ces traitements d'urgence mis en œuvre au Portugal (zone continentale) entre 2009 et 2018. Ils travaillent sur des données issues de rapports publics (134) sur la stabilisation d'urgence, d'appels à projets (12) et de projets subventionnés (517). Les rapports comprennent des informations sur 4 catégories : 1) la remise en état des infrastructures touchées (y compris les routes, les points d'eau, les clôtures et la signalisation endommagée), 2) le contrôle de l'érosion, le traitement et la protection des pentes, 3) la prévention de la contamination et la remise en état des cours d'eau et, enfin, 4) l'atténuation de la perte de biodiversité. Entre 2009 et 2013, un des critères les plus importants pour la sélection des projets était l'emplacement du projet (comme les zones naturelles classées par exemple) et les dépenses éligibles étaient prises en charge à 100 %. Après 2014, la superficie brûlée supérieure à 750 hectares est devenue le critère le plus important, tandis que le taux de financement variait entre 50 et 100 %. Les bénéficiaires des subventions étaient en grande majorité publics.

De leur analyse, les auteurs pointent trois points méritant d'être retravaillés. Premièrement, la subvention est versée *ex post*, ce qui pose un problème de trésorerie aux porteurs des projets. Deuxièmement, les catégories de coûts éligibles ont varié régulièrement d'un appel à financement à un autre ainsi que leur mode d'évaluation. L'atténuation de l'érosion des sols par exemple n'est pas éligible dans 24,6 % des rapports, bien qu'il s'agisse de l'un des traitements les plus importants pour la stabilisation d'urgence des zones brûlées. Enfin, la lenteur administrative dans la prise de décision et dans l'affectation des fonds explique un décalage important entre le délai idéal (4 mois) qui doit s'écouler entre l'extinction de l'incendie et le démarrage des travaux de restauration et le délai observé (7 mois).

Les travaux de Lee et al. (2022) et de Eriksen et Eliza de Vet (2020) constituent les rares articles s'étant penchés sur la question de la réhabilitation sans la déconnecter de celles de la prévention et de l'assurance. Leurs travaux empiriques portent sur la Californie et l'état de Washington pour le premier, et sur la Nouvelle-Galles du Sud en Australie pour le second.

Lee et al. (2022) examinent ainsi les facteurs potentiels susceptibles d'influencer les mesures proactives prises par les propriétaires pour gérer les risques d'incendie ainsi que le rôle de ces actions dans la reconstruction des logements. Les deux mesures considérées dans leur article sont les mesures individuelles de prévention (entretien de la végétation et consolidation de l'habitat) et l'assurance habitation. Une enquête en ligne a été administrée en 2021 auprès de propriétaires des états de Californie et de Washington dont l'habitat a été touché par un feu dans les cinq dernières années précédant l'enquête. Leur échantillon, représentatif de la population à 93 %, est composé de 80 réponses validées (71 de Californie, 9 de l'état de Washington). Notons que l'assurance habitation est obligatoire pour les propriétaires ayant contracté un prêt immobilier (70 % des propriétaires interrogés).

L'enquête a porté sur des informations démographiques, le type et la valeur des biens immobiliers, la perception/attitude face au risque, l'expérience antérieure en matière d'incendies de forêt et d'autres types de risques naturels, la police d'assurance habitation, la situation financière des propriétaires, leur situation hypothécaire, les mesures proactives prises lors du dernier incendie de forêt et le temps nécessaire pour lancer et mener à bien la remise en état de leur maison.

Les résultats présentés par Ji Yun Lee et al. montrent que l'âge des propriétaires et le revenu des ménages sont les variables indépendantes qui ont influencé les décisions des propriétaires concernant à la fois la consolidation de leur maison et l'achat d'assurance habitation, tandis que la seule variable explicative de l'investissement dans

des actions de défense contre l'incendie est la satisfaction à l'égard du paysage environnant. Par ailleurs, l'effet de l'assurance habitation sur la disponibilité financière après un incendie est significatif : les propriétaires bénéficiant d'une couverture plus élevée sont plus susceptibles de réparer leurs biens endommagés. En revanche, aucun lien de causalité statistiquement significatif n'a été identifié entre une indemnisation complète par l'assurance et un délai raccourci de réhabilitation de l'habitat.

Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Eriksen et Eliza de Vet (2020). Leur analyse se concentre sur le territoire californien, précisément sur les comportements de réhabilitation de l'habitat par les résidents assurés et non assurés des Blue Mountains, en Nouvelle-Galles du Sud, quatre ans après qu'ils ont été touchés par les feux de brousse d'octobre 2013. Un travail d'enquête a ainsi permis de montrer que l'assurance, avec la rapidité de traitement des demandes d'indemnisation, a joué un rôle important dans la réparation, le réaménagement, voire la reconstruction, des maisons. L'enquête met encore en avant le grand nombre de résidents sous-assurés et le lien entre réduction du stress et des traumatismes post-incendie et existence d'un contrat d'assurance. En revanche, comme pour Ji Yun Lee et al., les caractéristiques précises du contrat n'expliquent pas la vitesse à laquelle la réhabilitation s'est faite. Les auteurs concluent plus au rôle joué par des circonstances personnelles et situationnelles, mettant en avant l'importance, selon eux, de l'existence d'un soutien psychosocial.

Sans se focaliser sur le lien avec l'assurance, Alexandre et al. (2015) proposent plutôt un examen quantitatif du nombre d'habitats reconstruits et de nouveaux aménagements observés après un incendie sur l'ensemble du territoire continental des États-Unis entre 2000 et 2005. Leur analyse indique, selon l'interprétation qu'ils font de leurs résultats, que les propriétaires soit sont prêts à faire face aux risques d'incendie de végétation, soit n'en ont pas conscience. Les incitations économiques à reconstruire au même endroit l'emporteraient sur les risques perçus.

3.5.2. La compensation par l'assurance

La compensation des dommages en général, et de ceux liés aux incendies en particulier, revêt principalement trois niveaux :

- L'achat/vente d'un contrat d'assurance dommages sur un marché privé d'assureurs en plus ou moins grande concurrence ;
- Le rôle de l'État comme assureur en dernier ressort, notamment dans le cadre de catastrophes. On parle ici d'assurance ou d'assistance publique ;
- L'activité de réassurance, c'est-à-dire celle des assureurs des assureurs, et la manière dont elle peut être complétée par des transactions sur les marchés financiers entre investisseurs en capacité de financement et acteurs économiques en besoin de financement (un assureur, un État, un réassureur).

L'état de l'art qui suit s'articule autour de ces trois problématiques.

3.5.2.1. Choix d'assurance, articulation public/privé et arbitrage assurance-prévention

Auer (2024) présente, à notre connaissance, la seule revue de la littérature récente en sciences sociales et comportementales sur la question de l'assurance des risques d'incendies de végétation aux États-Unis. Son terrain d'étude est la Californie.

Trois sujets d'intérêt se dégagent de son analyse : (i) le propriétaire en tant qu'acteur rationnel, (ii) la gouvernance et la gestion des risques liés aux incendies de végétation, et (iii) les incendies et l'équité sociale. Son analyse s'inscrit majoritairement dans le domaine des sciences politiques et mobilise le processus social de Lasswell. Ce processus permet d'analyser la manière dont la communication autour d'un objet social est faite en répondant aux questions « qui » (expéditeur), « dit quoi » (message), « sur quel canal » (support), « à qui » (récepteur), « avec quel effet » (impact). Cette approche est d'autant plus intéressante qu'il existe peu de recherches sur les implications politiques du rétrécissement du marché de l'assurance pour le risque d'incendies aux États-Unis.

La plateforme Science Citation Index a servi de base à la recherche d'Auer. 166 publications uniques (dont 11 livres ou ouvrages collectifs) ont été retrouvées après élimination des doublons.

Le nombre de publications consacrées à l'assurance habitation et au risque d'incendie est faible, confirmant l'observation de Hazra et Gallagher (Hazra et Gallagher 2022), présenté à la suite de cet article, selon laquelle ce domaine est sous-étudié. Concernant le comportement du propriétaire en tant qu'acteur rationnel, il existe quelques articles sur l'auto-assurance (ou protection) et peu sur la question de la demande d'assurance en tant que telle. Quelques articles portent encore sur l'impact de l'action (financière et technique) gouvernementale sur la protection des espaces publics qui jouxtent les espaces privés (les habitats), avec des résultats très différents d'un article à l'autre. L'auteur mentionne qu'il existe en revanche très peu d'études de l'impact de l'aide gouvernementale (donc publique) à l'achat privé d'assurance ou à l'auto-assurance. Le deuxième point de l'analyse, la gouvernance et la gestion des risques, est abordé sous l'angle de l'économie institutionnelle. Le dernier point, relatif aux incendies et aux populations vulnérables, est étudié dans plusieurs articles portant sur la question de la justice sociale et de l'accessibilité à l'assurance des personnes économiquement vulnérables : l'assurance est considérée après celle des besoins de première nécessité.

Le terrain d'étude de Hazra et Gallagher (2022) est également la Californie. Les auteurs s'intéressent à la manière dont les polices d'assurance habitation découragent, ou pas, l'accession à la propriété dans les zones sujettes aux incendies à Los Angeles. Un focus est fait sur le programme FAIR (*California Fair Access to Insurance Requirements Plan*). Ce programme d'assurance socle du risque incendie en Californie est proposé aux personnes se voyant refuser l'accès à l'assurance privée classique. Il a été mis en place à l'initiative du gouvernement californien en 1968 mais est offert, moyennant le paiement d'une prime d'assurance raisonnable, par une association privée à laquelle tout assureur vendant de la multi-risque habitation est obligé d'adhérer.

Les auteurs utilisent des données relatives au coût moyen des primes du programme FAIR et de tous les autres programmes d'assurance sur 2011-2018 pour 260 codes postaux du comté de Los Angeles. Ils considèrent également les caractéristiques géographiques, celles des logements, les facteurs socio-économiques et socio-démographiques, ainsi que les classes de risques de la zone.

Leurs résultats montrent que les polices d'assurance ne dissuadent pas efficacement les propriétaires de s'éloigner des zones à hauts risques, le risque d'incendie ayant peu d'impact sur les primes d'assurance privée au regard d'autres risques. Il est l'attribut le moins important dans les primes d'assurance sur la période considérée. La qualité des prestations de l'habitation est, en revanche, fortement corrélée avec la prime. Par ailleurs, les zones à risque modéré à élevé restent sous-assurées.

Concernant la répartition entre le programme FAIR et les (autres) assurances privées, les bas revenus se tournent vers le plan FAIR alors que les hauts revenus préfèrent l'assurance de marché, plus chère mais plus couvrante aussi. Ceci crée un effet d'anti-sélection[4] problématique sur le programme socle FAIR : son portefeuille se retrouve composé d'une majorité de risques hauts détenus par des clients ayant des revenus faibles. Pour une question d'accessibilité, les primes d'assurance du programme FAIR ne sont pas ajustées à ces risques hauts, ce qui limite les fonds propres disponibles et explique la garantie moins couvrante qu'il offre.

Kunreuther (2018), dont les travaux sur les risques majeurs sont reconnus au niveau mondial, propose une analyse autour de l'intérêt de construire un nouveau système américain de couverture des risques dits naturels. Il base sa réflexion sur des recherches antérieures qu'il a lui-même menées ou qui ont été menées par des collègues du domaine. Les incendies de végétation ne sont pas son point d'ancrage, mais ils ont toute leur place dans une transposition de la réflexion à l'échelle de la France, voire de l'Europe. Cet article figure ainsi comme un article utile au sein de notre corpus scientifique. Le résultat principal porte sur la nécessité, selon l'auteur, de proposer des contrats multi-risques majeurs aux propriétaires, qui incluraient les risques d'inondation, de vent,

[4] L'anti-sélection est un phénomène décrit par la théorie des contrats qui correspond à une situation dans laquelle une tarification au risque moyen entraîne le départ des bas risques du marché parce qu'ils le considèrent trop cher pour eux. Le risque moyen du marché augmente alors, faisant augmenter le prix moyen et à nouveau partir les risques les plus bas. Une fois le processus d'ajustement terminé, soit il ne reste plus que les plus hauts risques sur le marché (d'assurance ici), soit le marché disparaît complètement parce qu'insolvable.

de grêle, de tremblements de terre et d'incendies de végétation. Son argumentation est basée sur trois points principaux. Tout d'abord, les recherches antérieures, dont les siennes, ont montré que les individus ignorent les risques si la probabilité d'occurrence est inférieure à un seuil. Il y a ainsi un intérêt à proposer un contrat qui couvre plusieurs risques majeurs en même temps. Ensuite, les individus ont tendance à considérer l'assurance comme un investissement. Sans indemnisation sur plusieurs années, ils estiment qu'il n'est plus utile et ne renouvellent pas leur contrat. Si un contrat porte sur plusieurs risques, la probabilité d'avoir à interagir avec son assureur augmente et la volonté de maintenir le contrat dans le temps également. Enfin, si les risques majeurs couverts par le contrat présentent une certaine indépendance entre eux (subir un événement majeur n'augmente pas forcément la probabilité d'en subir un autre simultanément), la loi des grands nombres permet une plus grande diversification des risques par les assureurs au sein de leurs portefeuilles. Ils sont alors capables de mieux tarifer et d'accroître leurs provisions pour paiement des sinistres. Dans ce contexte, Kunreuther évoque également l'intérêt qu'a un gouvernement à accompagner financièrement les propriétaires vulnérables économiquement dans l'achat d'assurance et l'investissement dans des actions de prévention et de protection de leur habitat, en particulier dans les zones à risques. Cette analyse permet finalement de remettre en perspective les deux grands principes de l'assurance, à savoir un tarif en phase avec le risque concerné et la nécessaire redistribution, via des aides financières, vers les individus économiquement vulnérables vivant dans les zones à haut risque d'incendies (mais pas seulement).

Les travaux très récents de Jia et al. (2025) alimentent également la réflexion autour de l'interaction souhaitable entre intervention publique et assurance privée. Sans spécifier le type de catastrophe, mais à partir d'une analyse transposable au risque d'incendie, ils considèrent un modèle théorique dans lequel il existe un marché d'assurance privé en concurrence (avec un certain nombre d'assureurs indépendants), un gouvernement et un nombre plus ou moins élevé de victimes potentielles. La sévérité potentielle de la catastrophe en termes de dégâts est mesurée par le degré de corrélation entre les risques des différents individus vulnérables.

Les assureurs garantissent le risque moyennant le paiement d'une prime d'assurance, tandis que le gouvernement peut compléter l'assurance privée grâce à la collecte de taxes *ex ante* (avant le sinistre) et la réallocation *ex post* de fonds entre victimes et personnes épargnées.

Le gouvernement peut également, ou alternativement, proposer un plan de remédiation financière : moyennant des taxes récoltées *ex post* auprès des personnes épargnées uniquement, il peut jouer le rôle de « bon samaritain »[5] en allouant des fonds publics aux victimes.

À l'aide de ce modèle dont la formalisation est classique en économie de l'assurance, les auteurs montrent que, si les risques individuels sont peu corrélés entre eux, seule l'assurance privée doit intervenir. Ses coûts de gestion seront plus faibles que les coûts opérationnels d'un gouvernement qui voudrait se substituer à l'assureur privé. Si les risques sont moyennement corrélés (avec un seuil identifié par le modèle), le système optimal pour la société combine assurance privée et remédiation par l'État : son aide financière est souhaitable mais sans collecte de taxes *ex ante*. Si les risques sont fortement corrélés en revanche, l'État doit également jouer le rôle de réassureur, en plus de remédiateur, aux côtés des assureurs privés. Les niveaux d'indemnités dépendront alors de la proportion de victimes dans la population. Cette dernière situation est la plus proche de celle qui prévaut dans le cadre d'un incendie sévère qui touche une interface ville — espace naturel. La densité de l'interface devient alors un facteur expliquant le degré de dépendance entre les vulnérabilités individuelles des résidents *ex ante* et également un facteur aggravant des dommages *ex post* (commentaire de l'expert).

Citons encore ici les travaux de Jametti et Ungern-Sternberg (2010), qui portent sur l'analyse du régime français d'indemnisation des catastrophes naturelles (appelé aussi « régime Cat-Nat »). Ils apportent des éléments toujours d'actualité malgré la date de parution. Ils éclairent également sur la manière dont l'articulation entre acteurs privés (les assureurs) et publics (l'État comme réassureur public) pourrait avoir un intérêt à évoluer dans ce régime. Ces éléments peuvent alimenter une analyse future sur l'assurabilité du risque incendie en France et sur

[5] Concept de l'économie publique.

son intégration, souhaitable ou non, dans le régime Cat-Nat en vigueur. Nous reprenons leurs travaux dans la sous-section qui a trait à la réassurance.

Les recherches qui suivent ont cela d'original qu'elles mobilisent toutes les deux une méthodologie très peu présente dans la littérature sur les risques d'incendie, à savoir l'économie expérimentale[6]. Leur question de recherche commune porte sur les paramètres qui expliquent la demande d'assurance des résidents dans les interfaces ville — espace naturel.

Les travaux de John Talberth et al. (2006) ne sont pas récents. Ils sont toutefois à mentionner dans la mesure où ils s'écartent de la seule enquête postale et proposent de la coupler avec une expérience économique afin de tester le caractère complémentaire ou substituable de l'achat d'assurance et de l'investissement en prévention par les résidents des zones vulnérables. Ils cherchent ainsi à discuter le résultat théorique de la littérature classique de l'économie de l'assurance selon lequel ces deux techniques de gestion des risques sont, le plus souvent, substituables.

Les auteurs collectent 1018 réponses à leur questionnaire par voie postale entre 2001 et 2003 et construisent en parallèle un jeu de décision expérimental avec 72 participants dans la région des montagnes de l'Est dans le comté de Bernalillo au Nouveau-Mexique. La zone d'interface considérée est une zone boisée résidentielle avec des couloirs d'accès limités.

L'enquête par courrier a permis d'obtenir des valeurs hypothétiques de la disposition à payer (*willingness to pay*) annuelle des ménages pour, respectivement, une assurance spéciale contre les incendies de végétation, des mesures de prévention privées (par exemple, la rénovation des toitures, la création d'espaces de défense) et deux types de mesures de prévention publiques (l'éclaircissement et le brûlage dirigé). L'expérience (informatisée) examine les choix de paiement simultanés pour un ensemble similaire d'options de prévention et d'assurance. L'expérience, en portant sur un jeu de bien public, est utile pour capter les comportements d'arbitrage entre prévention publique et prévention privée notamment.

L'analyse économétrique des données permet de montrer que les ménages sont prêts à investir dans les deux activités de gestion du risque et que leur propension à payer dépend des informations sur les zones à risque d'incendie, les valeurs d'agrément, le risque subjectif, la perception de l'efficacité de la prévention et les facteurs démographiques. En particulier, lorsque les individus prennent conscience (grâce à la diffusion de cartes de risque) qu'ils sont dans une zone plutôt risquée, ils ont tendance à augmenter l'investissement dans la protection privée au détriment des actions publiques de protection.

Par ailleurs, l'existence de certificats qui prouvent que des mesures de protection ont été prises par les propriétaires les incite à investir dans ces mesures.

Talberth et al. confirment finalement, et enrichissent, les résultats non systématiques sur le caractère substitutif ou complémentaire des activités d'assurance et de prévention obtenus par Mckee et al. (2004). Ces derniers auteurs ont exclusivement mobilisé l'économie expérimentale pour analyser les arbitrages effectués par les participants à l'expérience.

Robinson et Botzen (2022) utilisent également l'économie expérimentale pour analyser la volonté des résidents à s'assurer contre les catastrophes naturelles, en particulier les inondations, lorsqu'une information leur est donnée sur le comportement de leurs voisins (un *nudge*, qui correspond ici à une norme sociale descriptive). Leur approche est transposable au risque d'incendie en zone d'interface.

L'analyse est menée grâce à une expérience économique de terrain : les décisions de 620 propriétaires immobiliers aux Pays-Bas prises dans le cadre d'une situation hypothétique de risque en mai 2019 sont analysées. Les deux groupes d'étude se sont vu présenter la même situation. Toutefois, le groupe de traitement a été

[6] L'économie expérimentale consiste à recréer en laboratoire (ou sur le terrain) des situations simplifiées — par exemple des choix d'assurance, d'investissement ou de prise de risque — dans lesquelles les participants prennent de vraies décisions avec de vraies incitations (souvent monétaires).

informé que la majorité des voisins avait souscrit l'assurance contre l'inondation, tandis que le groupe de contrôle ne l'a pas été. L'incitation à s'assurer, si elle est effective, est ici non financière et non contraignante.

Les auteurs s'intéressent au biais d'imitation (*herding bia*)[7] observé dans le comportement des individus face à des risques à faible probabilité comme des risques de catastrophes naturelles. Ils montrent ainsi que l'effet de la norme descriptive informationnelle sur le taux de diffusion de l'assurance contre les inondations chez les voisins dépend négativement de la croyance des répondants quant au bon entretien des infrastructures de protection contre les inondations aux Pays-Bas : plus leur confiance dans les infrastructures est élevée, moins ils sont sensibles au *nudge*. L'effet du *nudge* est, au contraire, positivement corrélé avec la confiance que les propriétaires font aux agents généraux d'assurance, qui donnent l'information dans l'expérience. Ce point du protocole expérimental est discutable dans la mesure où la diffusion de l'information par l'assureur peut être assimilée à du démarchage commercial (commentaire de l'expert). Il peut expliquer l'impact non significatif au sens statistique du terme de la norme descriptive sur la demande d'assurance (hypothétique) obtenu finalement par les auteurs.

3.5.2.2. Sous-assurance dans les DROM-COM

À notre connaissance, aucune littérature scientifique publiée dans le domaine des sciences économiques et de gestion ne porte, à la date de rédaction de ce rapport, spécifiquement sur le risque d'incendie dans les interfaces ville — espace naturel en France hexagonale. Les DROM-COM et la question de la sous-assurance font l'objet de plusieurs recherches sur la thématique de l'assurance-habitation, pas du risque d'incendie spécifiquement. Toutefois, le risque incendie étant inclus dans les risques garantis par le contrat habitation, il est pertinent de se focaliser sur ce contrat en particulier, comme le font Grislain-Letrémy (2018) et alvetLassuranceHabitation-Dans2011.

Grislain-Letrémy (2018) s'intéresse à la demande d'assurance habitation faible des individus dans les DROM-COM. L'auteure a constitué une base de données qui porte sur les caractéristiques des assurés mais également des non assurés. Outre le revenu, on y trouve des informations sur le bâti. Elle a croisé la base de données GASPAR, qui fournit des informations sur l'exposition aux catastrophes naturelles au niveau municipal, avec l'enquête française sur le budget des ménages de 2006 (INSEE) pour la Guadeloupe, la Martinique, la Réunion et la Guyane française : après nettoyage de la base, 2809 observations sont présentes dans l'échantillon.

La propension à bénéficier d'assistance après une catastrophe, le comportement des voisins (assurés ou non assurés)[8] ainsi que la qualité du bâti sont des variables explicatives de la demande d'assurance dans les DROM-COM. Ainsi, ni le revenu, ni le prix de l'assurance, ni même une offre qui serait insuffisante n'expliquent correctement cette faible demande d'assurance[9].

Par ailleurs, la probabilité de s'assurer diminue lorsque le nombre de sinistres dans une commune augmente : le fait d'avoir bénéficié d'assistance publique (via le fonds d'indemnisation des catastrophes spécifiques aux DROM-COM) après les événements passés incite les ménages à ne pas s'assurer pour continuer à en bénéficier dans le futur. Contrairement à l'intuition première, aucun phénomène d'anti-sélection[10] n'a été anticipé : l'assurance subventionnée pour les hauts risques, car dépendante du revenu au travers de la valeur de la maison et non exclusivement du risque, n'incite pas les plus exposés à s'assurer.

[7] Ce biais a été mis en évidence dans le domaine de la perception des risques de catastrophes naturelles par (Kunreuther et Pauly 2004).
[8] Le comportement des voisins joue également un rôle incitatif dans présenté plus haut.
[9] Selon le rapport annuel du programme, ce dernier assure aujourd'hui près de 600 000 habitations en Californie, nombre qui a plus que doublé depuis 2020.
[10] L'anti-sélection est un phénomène décrit par la théorie des contrats qui correspond à une situation dans laquelle une tarification au risque moyen entraîne le départ des bas risques du marché parce qu'ils le considèrent trop cher pour eux. Le risque moyen du marché augmente alors, faisant augmenter le prix moyen et à nouveau partir les risques les plus bas. Une fois le processus d'ajustement terminé, soit il ne reste plus que les plus hauts risques sur le marché (d'assurance ici), soit le marché disparaît complètement parce qu'insolvable.

Calvet et Grislain-Letrémy (2011) confirment que le revenu n'est pas une variable explicative de la faible demande d'assurance dans les DROM-COM. Les primes d'assurance habitation ne reflètent pas le vrai risque et pèsent modérément sur le budget des ménages. Leur poids est établi par les auteurs à moins de 2 % du budget dans les DROM comme dans l'hexagone. Une des raisons évoquées de la sous-assurance tient plutôt à une question de l'offre de couverture, les assureurs n'acceptant pas les risques d'habitations ayant été construites par les propriétaires eux-mêmes, sans que toutes les normes aient été respectées, voire sans permis de construire. Les locataires et les propriétaires primo-accédants sont, en moyenne, plus souvent assurés. Les premiers sont obligés de fournir une attestation à leurs propriétaires. Le recours au prêt immobilier par les seconds est également assujetti à l'obligation d'assurance habitation. Si l'article a le mérite de faire partie du petit nombre d'articles sur le sujet, il est suffisamment ancien pour que la question de recherche traitée nécessite une mise à jour.

La question de l'assurabilité dans le futur du risque incendie sur l'ensemble du territoire français ne fait l'objet, à ce jour, d'aucun article scientifique, hormis ceux cités plus haut sur les DROM-COM. Si l'incendie est un risque potentiellement catastrophique, tel que décrit par la littérature présentée dans les chapitres Aléa et Vulnérabilité, il n'est, à ce jour, pas concerné par le régime français des catastrophes naturelles. Il n'est pas non plus concerné par le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM), dit Fonds « Barnier », sauf pour les travaux de réduction de la vulnérabilité imposés par les PPRIF. Un grand nombre d'articles traitent des risques majeurs dans le cadre de la France, mais s'intéressent exclusivement au risque inondation, au risque cyclone s'agissant des DROM-COM et, plus récemment au sujet du recul du trait de côte ainsi qu'à celui, pour l'hexagone majoritairement, du retrait-gonflement des argiles (RGA).

3.5.3. Apport de la réassurance (publique) et de la titrisation du risque de feux sur les marchés financiers

La réassurance et la titrisation sont deux techniques, tantôt complémentaires, tantôt substituables, qui permettent d'augmenter les capacités financières nécessaires à la compensation des dommages liés aux catastrophes.

La réassurance dite standard (ou historique) est une technique qui consiste à apporter des garanties d'assurance à l'assureur lui-même. Cet apport de capital peut se faire soit par le marché privé de la réassurance, les assureurs devenant alors les clients assurés des réassureurs, soit par l'intervention de l'État comme réassureur public. Les réassureurs n'ont vocation à intervenir qu'au-delà de certains seuils de pertes de leurs clients assureurs. Ils jouent ainsi un rôle essentiel dans la capacité des assureurs à prendre en charge des risques majeurs.

Depuis la fin des années 1990, notamment aux États-Unis, les marchés financiers sont par ailleurs en mesure de proposer des actifs financiers spécifiques qui permettent d'augmenter les capacités des assureurs, des États mais également des réassureurs en cas de catastrophe. Cette technique financière de couverture, la titrisation sur catastrophes, permet de mettre en relation deux acteurs, l'un disposant d'argent à investir, l'autre ayant besoin d'être financé ou de se protéger contre un risque de catastrophe. Précisément, un État peut vouloir se protéger contre les coûts très élevés provoqués par une catastrophe (naturelle, technologique, autre) lorsque l'assurance classique ne couvre les dégâts que jusqu'à un certain montant. Dans ce cas, un investisseur fournit des fonds en échange d'un rendement financier adapté au risque pris, tandis que ce type d'investissement apporte de la diversité à son portefeuille d'actifs financiers. Les contrats les plus connus sont appelés des obligations CAT (le nom court pour obligations sur catastrophe) ; ils sont constitués d'une émission de dette (l'obligation dans le jargon financier) et d'une clause de non-remboursement du capital par l'émetteur (l'État, l'assureur) en cas de catastrophe identifiée dans le contrat.

L'articulation de la réassurance publique avec le marché privé de l'assurance ainsi que l'apport des obligations CAT sont successivement traités.

3.5.3.1. La réassurance

L'article de Jametti et Ungern-Sternberg (2010) est relativement ancien, mais il présente un intérêt particulier car il s'intéresse au régime français de couverture des catastrophes naturelles (régime Cat-Nat). Leur étude ne

porte pas sur les incendies, mais elle reste pertinente pour ce sujet, l'articulation entre acteurs publics et privés étant une question centrale dans l'assurance de ce type de dommages.

Les auteurs étudient la manière dont l'assurance privée et la réassurance publique interagissent.

Dans le cadre d'un modèle théorique, ils montrent que les assureurs privés ont un intérêt à sélectionner les risques lorsqu'ils sont autorisés à le faire : ils gardent ainsi dans leur portefeuille les régions les moins risquées et laissent à l'État la prise en charge des risques les plus élevés. Cette prise en charge publique peut se faire de deux façons. Elle peut être directe, par exemple lorsque l'État intervient financièrement après une catastrophe. Elle peut aussi être indirecte, lorsque l'État agit comme réassureur des assureurs privés, comme c'est le cas dans le système français des catastrophes naturelles.

L'article examine ensuite différentes solutions pour limiter cette sélection des risques, qui peut mettre à mal les ressources et fragiliser la stabilité du système de financement public. Une première alternative discutée par les auteurs serait d'ajuster les primes d'assurance au niveau réel de risque. Toutefois, cette option est politiquement délicate, car elle entraînerait des hausses importantes des primes dans les zones les plus exposées.

Une autre possibilité serait d'augmenter les primes d'assurance de manière uniforme pour tous les assurés. Mais, de façon contre-intuitive, cela pourrait aggraver la situation. En effet, des primes plus élevées pourraient attirer de nouveaux assureurs sur le marché. Une concurrence accrue ne réduirait pas forcément les coûts pour les assurés : ceux-ci devraient au contraire supporter les frais fixes de plusieurs assureurs, chacun détenant une part de marché plus petite. Dans ce contexte, les assureurs pourraient être incités à se spécialiser encore davantage dans les risques les plus faibles, en laissant plus de risques moyens ou élevés à la réassurance publique.

La solution alternative proposée par les auteurs est de rendre obligatoire la réassurance d'une partie du portefeuille de l'assureur. Ainsi, après réassurance, le coût pour les assureurs d'inclure des risques élevés dans leur portefeuille diminuerait. Cela rendrait leur prise en charge plus acceptable pour les assureurs privés et une spécialisation au bénéfice des régions les moins risquées moins attractive[11].

Les auteurs discutent encore de la faisabilité de cette proposition dans le cadre du régime Cat-Nat français. Ils présentent également quelques éléments relatifs au système de couverture des ouragans en Floride et des catastrophes naturelles en Espagne. Le système de l'état américain, à la date de l'article, est proche des recommandations faites par Jametti et Ungern-Sternberg (2010). Il intègre en effet à la fois de la réassurance publique obligatoire pour les assureurs et des primes d'assurance qui dépendent, jusqu'à un certain seuil, du niveau des risques assurés. En Espagne, l'assurance Cat-Nat est obligatoire et entièrement distribuée par un consortium public, le *Consorcio de Compensacion de Seguros*. Les assureurs privés jouent exclusivement le rôle d'intermédiaires entre les assurés et le consortium. Par ailleurs, les primes d'assurance ne dépendent pas du risque individuel, laissant place à une large redistribution des coûts entre les bas risques et les hauts risques, comme en France. Le consortium ne pratique pas la sélection des risques. Tous les ménages peuvent, et doivent, s'assurer contre le risque de catastrophes naturelles.

Le système assurantiel américain a fait l'objet d'une discussion avec, notamment, la présentation des travaux de Kunreuther (2018). Cet article d'opinion, néanmoins complet et bien publié, discute de la nécessité de réformer le système de couverture des catastrophes naturelles aux États-Unis. L'incendie est un risque inclus dans la discussion proposée par l'auteur. Comme le soulignent Jametti et Ungern-Sternberg (2010) concernant les travaux de Kunreuther dans les années 2000, dans cet article plus récent de 2018, la question de la sélection des risques ne fait pas non plus l'objet d'une discussion spécifique malgré son importance.

Au vu de la place occupée par la réassurance dans les systèmes de gestion des risques majeurs, il est utile de citer quelques chiffres. Selon le spécialiste indépendant Artémis.bm, qui croise ses données avec celles du secteur de l'assurance et de la réassurance, en 2025 les catastrophes naturelles (feux compris) ont généré dans le monde environ 260 milliards de dollars de pertes économiques, dont 127 milliards assurés. La technique de

[11] En s'intéressant, comme (Jametti et Ungern-Sternberg 2010), aux risques catastrophiques, (Ibragimov, Jaffee, et Walden 2009) montrent également que la réassurance publique peut aider les assureurs à sortir de ce qu'ils appellent la trappe à non diversification *(Non diversification trap*).

la titrisation évoquée plus haut, avec l'obligation CAT en particulier, joue un rôle essentiel de complément, parfois de substitut à la réassurance historique.

3.5.3.2. L'apport des marchés financiers

Les développements qui suivent présentent les connaissances actuelles sur la titrisation et son utilisation comme solution alternative ou complémentaire à l'assurance traditionnelle. Rappelons qu'un titre financier dont le support est une catastrophe est un contrat entre deux parties, l'une en besoin de financement (l'assureur, l'état), l'autre en capacité de financement dont le paiement de l'un à l'autre dépend de la réalisation d'une catastrophe. Précisément, le versement du capital de l'investisseur (en capacité d'acheter un tel contrat) à l'émetteur (en recherche de financement) n'est déclenché que si une catastrophe répond à des critères précis définis dans l'obligation et pour des montants qui restent, en général, exceptionnels.

Aucun article scientifique publié à ce jour, à l'exception de celui de Li et Su (2024), ne porte spécifiquement sur les incendies de végétation alors que des obligations CAT spécifiques aux feux sont émises depuis 2018 sur les marchés financiers américains en Californie. Elles servent à alimenter le *California Wildfire Fund* mobilisé lors d'incendies de forêt causés par l'une des entreprises de services publics participant au fonds, ainsi que le programme d'assurance FAIR (source : Artemis.bm).

La figure 5 montre la croissance des émissions de tels contrats financiers sur les dernières années malgré l'augmentation des incendies enregistrés, cause d'une augmentation du prix de ces obligations CAT[12].

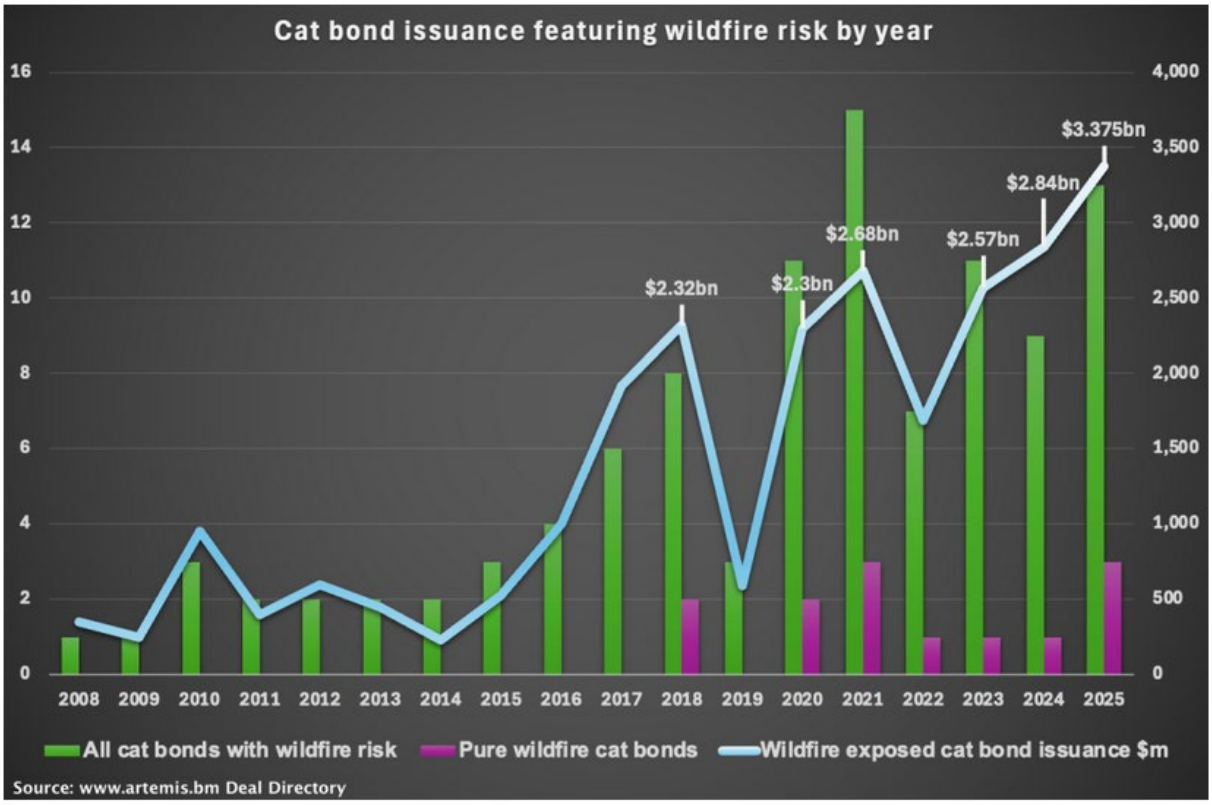


Figure 5 : Croissance des émissions d'obligations CAT couvrant le risque de feux (www.artemis.bm)

Fin 2025, le spécialiste indépendant artémis.bm a évalué la capacité financière mondiale, tous risques de catastrophes assurées confondus, libérée par les obligations CAT à 61,3 milliards de dollars, avec une croissance de 24 % sur cette année. La capacité financière du marché mondial de la réassurance, quant à elle, était estimée à environ 500 milliards de dollars[13].

[12] https://www.artemis.bm/news/cat-bond-market-assumes-more-wildfire-risk-in-2025-than-any-prior-year/
[13] Cette différence entre les capacités de ces deux marchés, réassurance et obligations CAT, s'explique par le rôle de chacun de ces mécanismes. La réassurance permet aux assureurs de transférer aux réassureurs une

L'article de Cummins et Weiss (2009), malgré sa date assez éloignée de parution, reste une référence pour une bonne compréhension des mécanismes en œuvre sur le marché des actifs financiers construits pour apporter une couverture complémentaire à l'assurance et/ou la réassurance de catastrophes. Les auteurs contextualisent leur analyse en remettant en perspective l'activité historique des réassureurs, qui assurent les assureurs, et l'apport des nouveaux instruments développés sur les marchés financiers. Ils portent une attention particulière aux obligations CAT en comparaison avec la réassurance. Cette dernière, activité historique qui lie assureurs et réassureurs, présente une sensibilité certaine aux cycles déterminés par la fréquence et la sévérité des catastrophes enregistrées : les prix et les garanties proposées fluctuent avec elles. Au contraire, les obligations CAT présentent une stabilité plus intéressante de leurs rendements au regard des événements majeurs (environnementaux, mais également macroéconomiques, technologiques ou sanitaires), (cf. Neuberger Bergman White Paper, 29th January 2021).

Les travaux de Götze et Gürtler (2022) complètent et actualisent ces recherches à différents niveaux. D'abord, ils présentent une revue de la littérature théorique qui met à jour l'analyse de Cummins et Weiss (2009). Ensuite, aux dires des auteurs en 2022 et à notre connaissance en 2026, ils sont les seuls à traiter le sujet de l'enjeu des obligations CAT au regard de la réassurance de manière empirique.

En travaillant sur des données d'assurances de dommages (IARD pour Incendie, Accidents et Risques Divers) d'assureurs américains entre 2004 et 2017, sur les notations des réassureurs qui donnent de l'information sur leur solvabilité ainsi que sur les données du marché des obligations CAT, ils cherchent à expliquer la demande d'obligations sur catastrophe par les assureurs et à mettre en avant la valeur ajoutée qu'elles apportent à leurs stratégies de gestion des risques. En particulier, ils cherchent à déterminer les situations dans lesquelles les assureurs vont émettre des obligations CAT plutôt que s'adresser à leurs réassureurs historiques pour couvrir les risques majeurs qu'ils portent.

Les auteurs montrent que la valeur ajoutée des obligations CAT provient principalement de celles dont le paiement du capital ne dépend pas des pertes réelles mais plutôt d'un paramètre : un montant est défini à l'avance dans le contrat en fonction de l'intensité de vents pour une tempête, de la sévérité d'un tremblement de terre sur l'échelle de Richter, d'un nombre d'habitations touchées par un incendie dans une interface ville — espace naturel, par exemple. De tels contrats financiers sont d'autant plus utilisés par les assureurs comme substituts à la réassurance classique que la probabilité de faillite de leurs réassureurs est élevée, qu'ils ne sont pas concentrés dans une région donnée mais diversifiés sur le territoire concerné par l'émission des obligations CAT, ou encore que les pertes considérées soient exceptionnelles.

Finalement, l'intérêt d'une telle d'obligation CAT est triple : elle sécurise l'investisseur dans le cas où le montant des dégâts serait considérable, elle permet un versement plus rapide des indemnisations en cas de sinistre, puisqu'elles ne dépendent pas d'une évaluation précise des dégâts et elle incite à la prévention pour ne pas subir de dégâts supérieurs à l'indemnisation définie en amont de la catastrophe.

Dans le même esprit, l'analyse de Li et Su (2024) suggère encore que la libération du capital attaché aux obligations CAT spécifiques aux incendies soit contingente à un niveau de pertes globales sur une zone géographique plus vaste que le seul champ d'activité d'un assureur. Notons que l'article de Li and Su est l'un des seuls articles scientifiques publiés, sinon le seul, à porter spécifiquement sur les obligations CAT spécifiques au risque d'incendie.

partie des pertes importantes qu'ils pourraient difficilement supporter seuls. Pour les réassureurs, ces pertes restent généralement gérables car ils interviennent principalement dans des situations de sinistres significatifs mais relativement fréquents à l'échelle du marché mondial. Les obligations CAT deviennent utiles lorsque les pertes potentielles sont très élevées, au point de représenter un risque important même pour les réassureurs. Le déclenchement du versement reste ainsi relativement peu fréquent.

4. Lacunes de connaissance et controverses

Malgré les études récentes en lien avec la prévention du risque incendie dans les interfaces ville — espace naturel, il reste encore de nombreuses interrogations pour pleinement comprendre les phénomènes mis en jeu du fait d'un manque de données expérimentales en conditions réelles (Filkov et al. 2023 ; Manzello et al. 2018).

Si les mécanismes généraux d'exposition des bâtiments aux incendies de végétation sont aujourd'hui bien identifiés, les connaissances quantitatives restent fragmentaires. En particulier, peu d'études permettent de caractériser précisément les sollicitations thermiques associées aux différents types de combustibles trouvés dans les interfaces ville — espace naturel, qu'ils soient végétaux ou issus de l'environnement bâti (clôtures, terrasses, structures annexes). Par ailleurs, les mécanismes d'allumage des structures, notamment par contact direct de flamme ou par dépôt de brandons, restent encore insuffisamment étudiés, malgré leur rôle majeur dans l'endommagement des bâtiments (Filkov et al. 2023). Cette connaissance incomplète se traduit par un déficit de données sur la réponse réelle des éléments constructifs exposés à des incendies à grande échelle, limitant ainsi l'évaluation des dommages et la validation des recommandations existantes.

Ces incertitudes se répercutent également sur les méthodes d'essais de performance au feu. Les protocoles normatifs actuels reposent principalement sur des expositions standardisées (fours, panneaux radiants…) qui ne reproduisent que partiellement les conditions des incendies de végétation. En particulier, la taille des brandons (Manzello et Foote 2014) ainsi que les profils de rayonnement thermique (Tihay-Felicelli et al. 2025) ne sont pas représentatifs des situations réelles. Ces limites soulignent la nécessité de développer des protocoles d'essais spécifiques aux incendies en interface ville — espace naturel, intégrant des sollicitations combinées et transitoires.

Les connaissances sont particulièrement limitées concernant les activités autres que l'habitat. Outre les campings déjà évoqués, les zones industrielles sont un enjeu majeur. L'interface entre zones naturelles et zones industrielles (WII) est un autre type d'espace où les incendies peuvent éclater et déclencher des accidents ou des événements en cascade conduisant à des situations extrêmement dangereuses. Planas et al. (2023) estiment qu'en Europe, 2,5 % du territoire et 6 % des zones végétalisées relèvent d'interfaces industrie-espaces naturels. Des analyses du risque d'incendies dans ces zones demandent à être conduites.

Enfin, les connaissances restent limitées concernant la performance des mesures de prévention et d'atténuation. Les effets des stratégies de gestion des combustibles (éclaircies, zones tampons, débroussaillement) sont encore peu quantifiés, et leur efficacité repose largement sur des études post-incendie (Manzello et al. 2018). De même, les dispositifs actifs (mousses, gels retardateurs, revêtements, systèmes d'aspersion) font l'objet de peu d'évaluations en conditions réalistes, ce qui rend difficile l'appréciation de leur efficacité, de leur durabilité et de leur intégration dans les stratégies de prévention (Manzello et al. 2018).

La plupart des travaux sur la mise en œuvre des mesures de protection et de prévention et sur l'attitude des populations à leur égard portent sur les États-Unis et l'Australie. De même, la littérature fait état d'un nombre très faible de publications de recherche consacrées à la demande d'assurance pour le risque incendie de végétation en France. Les seuls articles publiés à cette date sont consacrés aux DROM-COM. Ce risque fait partie, aujourd'hui, des risques couverts par le contrat multirisque habitation, diffusé à plus de 95 % dans l'hexagone et autour de moins de 50 % en moyenne dans les DROM-COM). Il n'est pas concerné par le régime français de couverture des catastrophes naturelles (régime CAT-NAT).

À ce jour, il n'existe pas non plus de littérature scientifique française qui traiterait de l'efficacité des plans de prévention en France ou de l'impact des PPRIF sur le prix de l'habitat dans les zones concernées par ces plans, alors que les nouvelles constructions y sont réglementées, voire interdites.

5. Conclusion

La prévention du risque incendie dans les interfaces ville — espace naturel constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour de nombreux territoires confrontés à l'augmentation de la fréquence, de l'intensité et de l'extension spatiale des feux de végétation. Les travaux scientifiques analysés dans ce chapitre montrent que la prévention du risque incendie repose sur l'articulation de multiples leviers d'action associant gestion des combustibles, adaptation du bâti, organisation territoriale, dispositifs réglementaires, sensibilisation des populations et instruments économiques. La réduction du risque à moyen et long terme dépend ainsi de la capacité à coordonner ces différentes approches à plusieurs échelles spatiales et temporelles.

Les travaux consacrés à la gestion du combustible montrent notamment que la création de zones défendables, le débroussaillement, la réduction des continuités végétales et le choix d'espèces moins inflammables permettent de limiter l'intensité des feux et de réduire les possibilités de propagation vers les constructions. Toutefois, l'efficacité de ces dispositifs dépend fortement de leur entretien dans le temps, de leur intégration dans une stratégie territoriale cohérente et du comportement des habitants. De la même manière, les mesures de durcissement du bâti — amélioration de l'enveloppe, protection des ouvertures, réduction des matériaux combustibles ou recours à des systèmes actifs de protection — contribuent significativement à diminuer la vulnérabilité des constructions face au rayonnement thermique, au contact de flamme et aux attaques de brandons. Les études expérimentales et les retours d'expérience post-incendie soulignent néanmoins que ces mesures sont particulièrement efficaces lorsqu'elles sont combinées entre elles et associées à une gestion adaptée de l'environnement proche des bâtiments.

Au-delà des dimensions techniques, les recherches présentées dans ce chapitre mettent en évidence le rôle central des facteurs humains et sociaux dans la réussite des politiques de prévention. La perception du risque, le sentiment d'efficacité personnelle, l'expérience des incendies, les normes sociales ou encore l'attachement au lieu influencent fortement l'adoption des comportements préventifs. Les actions de sensibilisation et d'éducation au risque, aussi personnalisées que possible, apparaissent ainsi essentielles pour renforcer la compréhension du danger et des dynamiques socio-écologiques locales, améliorer la préparation des populations et favoriser l'appropriation des mesures de réduction de la vulnérabilité. Les travaux analysés montrent toutefois que l'information seule ne suffit pas toujours à provoquer le passage à l'action si elle n'est pas accompagnée de dispositifs favorisant l'engagement collectif, la confiance dans les institutions et la capacité concrète à agir (aide matérielle et financière).

Les instruments économiques et assurantiels constituent également des leviers importants pour encourager les démarches de prévention et accompagner la réparation des dommages après incendie. Les travaux mobilisés montrent que les mécanismes d'incitation financière peuvent favoriser la mise en œuvre des actions de réduction du risque, mais soulignent également les tensions croissantes liées à l'assurabilité des territoires les plus exposés. Dans un contexte d'augmentation des événements extrêmes, la question de l'articulation entre assurance privée, solidarité publique et outils financiers de mutualisation devient centrale pour maintenir des systèmes de couverture soutenables et équitables.

Enfin, plusieurs lacunes persistent dans les connaissances scientifiques disponibles. Les études quantitatives permettant d'évaluer précisément l'efficacité relative des différentes mesures restent encore limitées, notamment dans les contextes européens et français. Les interactions entre comportement du feu, aménagement du territoire, vulnérabilité sociale et politiques publiques demeurent également insuffisamment documentées. Par ailleurs, les évolutions liées au changement climatique, à l'urbanisation croissante des interfaces et aux transformations des usages du territoire imposent de repenser continuellement les stratégies de prévention.

La prévention du risque incendie s'inscrit ainsi dans une logique de responsabilité partagée entre acteurs publics, privés et citoyens. La résilience des territoires exposés dépendra de la capacité collective à articuler les connaissances scientifiques, les politiques publiques, les innovations techniques et les dynamiques sociales afin de construire des stratégies cohérentes, adaptatives et acceptées par les populations. Dans cette perspective,

la prévention apparaît moins comme un ensemble de mesures ponctuelles que comme un processus continu d'adaptation des territoires à la présence inévitable du feu.

6. À retenir

La prévention du risque incendie ne repose pas sur une seule mesure. Elle nécessite une combinaison cohérente d'actions techniques, économiques et sociales et passe par des interventions à plusieurs niveaux, du bâti jusqu'à l'organisation urbaine.

Mesures techniques

Les mesures techniques de prévention reposent sur deux leviers principaux : la gestion des combustibles et le durcissement du bâti.

La gestion des combustibles consiste à aménager la végétation naturelle et ornementale autour des constructions afin de limiter la propagation du feu, notamment en réduisant la charge combustible et en créant des discontinuités (débroussaillement). Trois zones au traitement différencié sont distinguées : immédiate, intermédiaire et étendue.

Cette gestion inclut le remplacement des espèces les plus inflammables (résineux, eucalyptus) par des végétaux moins sensibles au feu, capables de maintenir une forte teneur en eau dans leurs tissus (feuillus, plantes succulentes par exemple) mais aussi la gestion et l'éloignement des combustibles artificiels (mobilier de jardin, citernes, etc.)

Le durcissement du bâti repose, quant à lui, sur des mesures passives (utilisation de matériaux résistants au feu ou protections contre les brandons) ainsi que sur des dispositifs actifs, tels que les systèmes d'aspersion ou l'application de retardateurs.

Aux États-Unis, il est démontré que les dégâts aux habitations sont moindres dans les interfaces dotées de plans de prévention, même si l'existence de ces derniers ne suffit pas à garantir une sécurité absolue. Les plans de prévention les plus performants sont ceux qui incluent plusieurs types de mesures, créent des dynamiques de mobilisation collective et apportent un soutien matériel ou financier aux habitants.

Facteurs humains

La prévention repose sur un équilibre entre responsabilité individuelle et action collective : la sécurité des biens et des personnes dans les interfaces nécessite la participation active des habitants.

La littérature met en évidence, comme dans les autres domaines relatifs à la prévention des risques, la complexité des facteurs humains à prendre en compte. La perception du risque et l'expérience personnelle des incendies (notamment lorsque les individus ont dû évacuer) constituent des moteurs de la préparation individuelle.

L'efficacité perçue des comportements et le coût de la réponse sont des facteurs clés pour expliquer les comportements de prévention. La mesure de la propension à payer des ménages confirme que l'investissement que les résidents sont prêts à consentir pour la prévention dépend de considérations autant financières que non monétaires (revenu, éducation, obstacles informationnels).

D'autres obstacles sont associés aux valeurs esthétiques du paysage qui guident les choix résidentiels, au manque de savoir-faire chez certaines catégories (néo-résidents, résidents secondaires) et à la fragmentation sociale qui entrave la coopération nécessaire aux efforts conjoints de gestion des combustibles.

L'information est indispensable mais à elle seule, ne suffit pas à modifier durablement les comportements. Comprendre le sens des mesures est nécessaire pour que la population les adopte. Les démarches pédagogiques les plus efficaces sont participatives et renforcent la compréhension des risques locaux. Elles sont diffusées par plusieurs canaux et adaptées à différents publics (les jeunes sont une cible de choix).

Les travaux économiques montrent que les primes d'assurance ne reflètent pas le risque individuel réel d'incendie (données essentiellement américaines, quelques données australiennes) et ne créent pas suffisamment d'incitations à ne pas construire ou reconstruire en zone vulnérable.

Un système efficace d'assurance contre les incendies combine assurance privée et intervention publique. Les marchés financiers offrent des solutions de couverture alternative à l'assurance/réassurance classiques pour éviter que le risque incendie ne soit plus assurable (car trop coûteux).

7. Liste des références du chapitre VI

Abri, Ibtisam Al, et Kelly A. Grogan. 2019. « The Interaction of Wildfire Risk Mitigation Policies in the Presence of Spatial Externalities and Heterogeneous Landowners ». *Forests*. doi : 10.3390/f11010015.

Absher, James D., et Jerry J. Vaske. 2006. « AN ANALYSIS OF HOMEOWNER AND AGENCY WILDLAND FIRE MITIGATION STRATEGIES ». in *Proceedings of the 2005 northeastern recreation research symposium*.

Absher, James D., Jerry J. Vaske, et Courtney L. Peterson. 2017. « Community Wildfire Protection Plans in Colorado ». *Journal of Forestry*. doi : 10.5849/jof.2016-053r3.

Absher, James D., Jerry J. Vaske, et Lori B. Shelby. 2012. « Residents' Responses to Wildland Fire Programs: A Review of Cognitive and Behavioral Studies ». *U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station*. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=qQF7kDwuF4IC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Residents%27+Responses+to+Wildland+Fire+Programs:+A+Review+of+Cognitive+and+Behavioral+Studies&ots=Lg9979rAN2&sig=GNZQSG1SDVYWxuVooj0csLoZEww&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

Affif, Aulia Malik, et Alan March. 2025. « Exploring Informal Settlement Fires in Indonesia: A Study of Fire Risk Assessment and Fire Resilient Strategies in Medan ». *Resilient Cities and Structures* 4(4):1-20. doi : 10.1016/j.rcns.2025.11.001.

Ager, Alan A., Jeffrey D. Kline, et A. Paige Fischer. 2015. « Coupling the biophysical and social dimensions of wildfire risk to improve wildfire mitigation planning ». *Risk Analysis*. doi : 10.1111/risa.12373.

Agrawal, Shruti, et Martha C. Monroe. 2006. « Using and improving social capital to increase community preparedness for wildfire ». P. 163-67 in *The public and wildland fire management: social science findings for managers*. Newtown Square, PA: U.S.: epartment of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station.

Àgueda, Alba, Pascale Vacca, Eulàlia Planas, et Elsa Pastor. 2023. « Evaluating Wildfire Vulnerability of Mediterranean Dwellings Using Fuzzy Logic Applied to Expert Judgement ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf22134.

Albright, Elizabeth A., Elizabeth A. Koebele, Deserai A. Crow, Lydia A. Lawhon, Adrianne Kroepsch, Rebecca Schild, et Katherine R. Clifford. 2015. « Wildfire Outreach and Citizen Entrepreneurs in the Wildland—Urban Interface: A Cross-Case Analysis in Colorado ». *Society & Natural Resources*. doi : 10.1080/08941920.2015.1054975.

Alexandre, Patricia M., Miranda H. Mockrin, Susan I. Stewart, Roger B. Hammer, et Volker C. Radeloff. 2015. « Rebuilding and New Housing Development after Wildfire ». *International Journal of Wildland Fire* 24(1):138. doi : 10.1071/WF13197.

Almeida, Miguel, José Raul Azinheira, Jorge Barata, Kouamana Bousson, Rita Ervilha, Marta Martins, Alexandra Moutinho, José Carlos Pereira, João Caldas Pinto, Luís Mário Ribeiro, Jorge Silva, et Domingos Xavier Viegas. 2017. « Analysis of Fire Hazard in Campsite Areas ». *Fire Technology* 53(2):553-75. doi : 10.1007/s10694-016-0591-5.

Anton, Charis E., et Carmen Lawrence. 2016. « Does Place Attachment Predict Wildfire Mitigation and Preparedness? A Comparison of Wildland-Urban Interface and Rural Communities. » *Environmental Management*. doi : 10.1007/s00267-015-0597-7.

Asfaw, Henok Workeye, Amy Cardinal Christianson, et David O. T. Watson. 2022. « Incentives and Barriers to Homeowners' Uptake of FireSmart® Canada's Recommended Wildfire Mitigation Activities in the City of Fort McMurray, Alberta ». *Fire*. doi : 10.3390/fire5030080.

Auer, Matthew R. 2024. « Wildfire Risk and Insurance: Research Directions for Policy Scientists ». *Policy Sciences* 57(2):459-84. doi : 10.1007/s11077-024-09528-7.

Ballard, Heidi L., Emily Evans, Victoria Sturtevant, et Pamela J. Jakes. 2012. « The Evolution of Smokey Bear: Environmental Education About Wildfire for Youth ». *The Journal of Environmental Education*. doi : 10.1080/00958964.2011.644352.

Bartlett, Alastair I., Rory M. Hadden, et Luke Bisby. 2019. « A Review of Factors Affecting the Burning Behaviour of Wood for Application to Tall Timber Construction ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-018-0787-y.

Beilin, Ruth, et Karen Reid. 2015. « It's not a 'thing' but a 'place': reconceptualising 'assets' in the context of fire risk landscapes ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf14035.

Billings, Mark, Matthew S. Carroll, et Travis B. Paveglio. 2020. « The "Strings Attached" to Community Difference and Potential Pathways to Fire Adaptiveness in the Wildland Urban Interface ». *Journal of Forestry*. doi : 10.1093/jofore/fvaa042.

Billings, Mark, Matthew S. Carroll, Travis B. Paveglio, et Kara Michelle Whitman. 2021. « "Us versus Them;" Local Social Fragmentation and Its Potential Effects on Building Pathways to Adapting to Wildfire ». *Fire*. doi : 10.3390/fire4040096.

Bouisset, Christine. 2011. « PPR, urbanisation et risques d'incendie de forêt dans les Pyrénées-Orientales : méthodes, enjeux, débats ». *Cybergeo*. doi : 10.4000/cybergeo.24658.

Bouisset, Christine, et Isabelle Degrémont. 2013. « Ils sont venus chercher le soleil, ils ont trouvé l'incendie. Itinéraires individuels, pratiques spatiales et enjeux sociaux dans les lotissements périurbains méditerranéens. » *EspacesTemps.net*. https://univ-pau.hal.science/hal-03928181v1.

Bouisset, Christine, et Simon Vanneufville. 2018. « Pourquoi être résilient quand on est efficace ?: La gestion du risque incendie de forêt dans les Landes de Gascogne au défi des changements territoriaux ». *VertigO* Hors-série 30. doi : 10.4000/vertigo.19152.

Braziunas, Kristin H., Rupert Seidl, Werner Rammer, et Monica G. Turner. 2020a. « Can we manage a future with more fire? Effectiveness of defensible space treatment depends on housing amount and configuration ». *Landscape Ecology*. doi : 10.1007/s10980-020-01162-x.

Braziunas, Kristin H., Rupert Seidl, Werner Rammer, et Monica G. Turner. 2020 b. « Can We Manage a Future with More Fire? Effectiveness of Defensible Space Treatment Depends on Housing Amount and Configuration ». *Landscape Ecology*. doi : 10.1007/s10980-020-01162-x.

Brenkert-Smith, Hannah. 2010. « Building bridges to fight fire: the role of informal social interactions in six Colorado wildland-urban interface communities ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf09063.

Brenkert-Smith, Hannah, Patricia A. Champ, et Nicholas E. Flores. 2012. « Trying not to get burned: understanding homeowners' wildfire risk-mitigation behaviors. » *Environmental Management*. doi : 10.1007/s00267-012-9949-8.

Brenkert-Smith, Hannah, Katherine L. Dickinson, Patricia A. Champ, et Nicholas E. Flores. 2013. « Social amplification of wildfire risk: The role of social interactions and information sources ». *Risk Analysis*. doi : 10.1111/j.1539-6924.2012.01917.x.

Brenkert-Smith, Hannah, James R. Meldrum, et Patricia A. Champ. 2015. « Climate change beliefs and hazard mitigation behaviors: homeowners and wildfire risk ». *Environmental Hazards*. doi : 10.1080/17477891.2015.1080656.

Brummel, Rachel F., Kristen C. Nelson, Stephanie Grayzeck Souter, Pamela J. Jakes, et Daniel R. Williams. 2010. « Social learning in a policy-mandated collaboration: community wildfire protection planning in the eastern United States ». *Journal of Environmental Planning and Management*. doi : 10.1080/09640568.2010.488090.

Brunson, Mark W., et Bruce Shindler. 2004. « Geographic variation in social acceptability of wildland fuels management in the western United States ». *Society & Natural Resources*. doi : 10.1080/08941920490480688.

Butler, B. W. 2014. « Wildland Firefighter Safety Zones: A Review of Past Science and Summary of Future Needs ». *International Journal of Wildland Fire* 23(3):295-308. doi : 10.1071/WF13021.

Calkin, David E., Jack D. Cohen, Mark A. Finney, et Matthew P. Thompson. 2014. « How Risk Management Can Prevent Future Wildfire Disasters in the Wildland-Urban Interface ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(2):746-51. doi : 10.1073/pnas.1315088111.

Calvet, Lucie, et Céline Grislain-Letrémy. 2011. « L'assurance habitation dans les départements d'Outre-mer : une faible souscription ». *Economie Et Statistique*. doi : 10.3406/estat.2011.9709.

Carpenter, Edwin H., Jonathan G. Taylor, Hanna J. Cortner, Philip D. Gardner, Malcolm J. Zwolinski, et Terry C. Daniel. 1986. « Targeting Audiences and Content for Forest Fire Information Programs ». *The Journal of Environmental Education*. doi : 10.1080/00958964.1986.9941416.

Champ, Joseph G., Jeffrey J. Brooks, et Daniel R. Williams. 2012. « Stakeholder understandings of wildfire mitigation: A case of shared and contested meanings ». *Environmental Management*. doi : 10.1007/s00267-012-9914-6.

Champ, Patricia A., Hannah Brenkert—Smith, et Nicholas E. Flores. 2011. « Living with Wildfire in Boulder County, Colorado, 2007 ». doi : 10.2737/rmrs-rn-47.

Champ, Patricia A., Geoffrey H. Donovan, et Christopher M. Barth. 2013. « Living in a tinderbox: wildfire risk perceptions and mitigating behaviours ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf12093.

Christianson, Amy Cardinal. 2011. « Canadian Wildfire Communication Strategies ». *The Australian journal of emergency management*.

Cicione, Antonio, Richard S. Walls, et Charles Kahanji. 2019. « Experimental Study of Fire Spread between Multiple Full Scale Informal Settlement Dwellings ». *Fire Safety Journal* 105:19-27. doi : 10.1016/j.firesaf.2019.02.001.

Cohen, Jack D. 2000. « Preventing disaster: home ignitability in the wildland-urban interface. » *Journal of Forestry*. doi : 10.1093/jof/98.3.15.

Collins, Timothy W., et Bob Bolin. 2009. « Situating Hazard Vulnerability: People's Negotiations with Wildfire Environments in the U.S. Southwest ». *Environmental Management*. doi : 10.1007/s00267-009-9333-5.

Copes-Gerbitz, Kelsey, Sarah Dickson-Hoyle, Sarah L. Ravensbergen, Shannon M. Hagerman, Lori D. Daniels, et Jemina Coutu. 2022. « Community Engagement With Proactive Wildfire Management in British Columbia, Canada: Perceptions, Preferences, and Barriers to Action ». *Frontiers in forests and global change*. doi : 10.3389/ffgc.2022.829125.

Crow, Deserai A., Lydia A. Lawhon, Elizabeth A. Albright, Elizabeth A. Koebele, Adrianne Kroepsch, Rebecca Schild, et Juhi Huda. 2015. « Information, Resources, and Management Priorities: Agency Outreach and Mitigation of Wildfire Risk in the Western United States ». *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*. doi : 10.1002/rhc3.12073.

Cummins, J. David, et Mary A. Weiss. 2009. « Convergence of Insurance and Financial Markets: Hybrid and Securitized Risk-Transfer Solutions ». *Journal of Risk and Insurance*. doi : 10.1111/j.1539-6975.2009.01311.x.

Dibble, Alison C., Robert H. White, et Patricia K. Lebow. 2007. « Combustion Characteristics of North-Eastern USA Vegetation Tested in the Cone Calorimeter: Invasive versus Non-Invasive Plants ». *International Journal of Wildland Fire* 16(4):426. doi : 10.1071/WF05103.

Dickinson, Katherine L., Hannah Brenkert-Smith, Patricia A. Champ, et Nicholas E. Flores. 2015. « Catching Fire? Social Interactions, Beliefs, and Wildfire Risk Mitigation Behaviors ». *Society & Natural Resources*. doi : 10.1080/08941920.2015.1037034.

Dickinson, Katherine L., Hannah Brenkert—Smith, Greg Madonia, et Nicholas E. Flores. 2020. « Risk interdependency, social norms, and wildfire mitigation: a choice experiment ». *Natural Hazards*. doi : 10.1007/s11069-020-04037-1.

Dillon, Robin L., et Catherine H. Tinsley. 2016. « Near-miss events, risk messages, and decision making ». *Environment Systems and Decisions*. doi : 10.1007/s10669-015-9578-x.

Dimitrakopoulos, Alexandros, et Kyriakos Papaioannou. 2001. « Flammability Assessment of Mediterranean Forest Fuels ». *Fire Technology*. doi : 10.1023/a:1011641601076.

Dossi, Simona, Birgitte Messerschmidt, Luís Mário Ribeiro, Miguel Almeida, et Guillermo Rein. 2022. « Relationships between Building Features and Wildfire Damage in California, USA and Pedrógão Grande, Portugal ». *International Journal of Wildland Fire* 32(2):296-312. doi : 10.1071/wf22095.

Duan, Ran, et Christian Bombara. 2023. « Protective Behaviors against Wildfire Smoke in the Western United States: An Extended Protection Motivation Theory Perspective ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 96:103956. doi : 10.1016/j.ijdrr.2023.103956.

Edgeley, Catrin M. 2023. « Social Science to Advance Wildfire Adaptation in the Southwestern United States: A Review and Future Research Directions ». *International Journal of Wildland Fire* 32(12):1647-62. doi : 10.1071/wf23102.

Engber, Eamon A., et Varner J. Morgan. 2012. « Patterns of flammability of the California oaks: the role of leaf traits ». *Canadian Journal of Forest Research*. doi : 10.1139/x2012-138.

Ergibi, Mohamed, et Hayley Hesseln. 2018. « Awareness and adoption of FireSmart Canada: Barriers and incentives ». *Forest Policy and Economics*. doi : 10.1016/j.forpol.2020.102271.

Eriksen, Christine, et Eliza De Vet. 2020. « Untangling insurance, rebuilding, and wellbeing in bushfire recovery ». *Geographical Research*. doi : 10.1111/1745-5871.12451.

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. 2011. « The art of learning: wildfire, amenity migration and local environmental knowledge ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf10018.

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.

Everett, Yvonne, et Michelle Fuller. 2011. « Fire Safe Councils in the Interface ». *Society & Natural Resources*. doi : 10.1080/08941920903313835.

Fabian, Thomas Z. 2014. « Fire Performance Properties of Solid Wood and Lignocellulose-Plastic Composite Deck Boards ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-012-0307-4.

Fares, Silvano, Sofia Bajocco, Luca Salvati, Nicolò Camarretta, Jean-Luc Dupuy, Gavriil Xanthopoulos, Mercedes Guijarro, Javier Madrigal, Carmen Hernando, et Piermaria Corona. 2017. « Characterizing potential wildland fire fuel in live vegetation in the Mediterranean region ». *Annals of Forest Science*. doi : 10.1007/s13595-016-0599-5.

Faulkner, Hilary, Bonita L. McFarlane, et Tara K. McGee. 2009. « Comparison of Homeowner Response to Wildfire Risk among Towns with and without Wildfire Management ». *Environmental Hazards* 8(1):38-51. doi : 10.3763/ehaz.2009.0006.

Feng, Zhenan, Vicente A. González, Robert Amor, Ruggiero Lovreglio, et Guillermo Cabrera-Guerrero. 2018. « Immersive virtual reality serious games for evacuation training and research: A systematic literature review ». *Computers in Education*. doi : 10.1016/j.compedu.2018.09.002.

Fernandes, Paulo M., et Miguel G. Cruz. 2012. « Plant flammability experiments offer limited insight into vegetation—fire dynamics interactions ». *New Phytologist*. doi : 10.1111/j.1469-8137.2012.04065.x.

Fernandes, Paulo M., G. Matt Davies, Davide Ascoli, Cristina Fernández, Francisco Moreira, Eric Rigolot, Cathelijne R. Stoof, José Antonio Vega, et Domingo Molina. 2013. « Prescribed Burning in Southern Europe: Developing Fire Management in a Dynamic Landscape ». *Frontiers in Ecology and the Environment* 11(s1). doi : 10.1890/120298.

Filkov, Alexander, Virginie Tihay-Felicelli, Nima Masoudvaziri, David Rush, Andrés Valencia, Yu Wang, David L. Blunck, Mario M. Valero, Kamila Kempna, Jan Smolka, J. De Beer, Zakary J. Campbell-Lochrie, Felipe Roman Centeno, Muhammad Asim Ibrahim, Calisa Katiuscia Lemmertz, et Wai Cheong Tam. 2023. « A Review of Thermal Exposure and Fire Spread Mechanisms in Large Outdoor Fires and the Built Environment ». *Fire Safety Journal* 140:103871-103871. doi : 10.1016/j.firesaf.2023.103871.

Fischer, A. Paige. 2012. « Identifying policy target groups with qualitative and quantitative methods: the case of wildfire risk on nonindustrial private forest lands ». *Forest Policy and Economics*. doi : 10.1016/j.forpol.2012.08.008.

Fischer, A. Paige, et Susan Charnley. 2012. « Risk and Cooperation: Managing Hazardous Fuel in Mixed Ownership Landscapes ». *Environmental Management*. doi : 10.1007/s00267-012-9848-z.

Fischer, A. Paige, Jeffrey D. Kline, Alan A. Ager, Susan Charnley, et Keith A. Olsen. 2014. « Objective and perceived wildfire risk and its influence on private forest landowners' fuel reduction activities in Oregon's (USA) ponderosa pine ecoregion ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf12164.

Florec, Veronique, Michael Burton, David J. Pannell, Joel Kelso, et George J. Milne. 2019. « Where to prescribe burn: the costs and benefits of prescribed burning close to houses ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf18192.

Frandsen, Mai, Douglas Paton, et Kerry Sakariassen. 2011. « Fostering Community Bushfire Preparedness through Engagement and Empowerment ». *The Australian journal of emergency management*.

Frankman, David, Brent W. Webb, Bret W. Butler, Daniel Jimenez, Jason M. Forthofer, Paul Sopko, Kyle S. Shannon, J. Kevin Hiers, et Roger D. Ottmar. 2013. « Measurements of Convective and Radiative Heating in Wildland Fires ». *International Journal of Wildland Fire* 22(2):157-67. doi : 10.1071/WF11097.

Gan, Jianbang, Adam Jarrett, et Cassandra Johnson Gaither. 2015. « Landowner response to wildfire risk: Adaptation, mitigation or doing nothing. » *Journal of Environmental Management*. doi : 10.1016/j.jenvman.2015.06.014.

Ganteaume, Anne. 2018. « Does plant flammability differ between leaf and litter bed scale? Role of fuel characteristics and consequences for flammability assessment ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf17001.

Ganteaume, Anne, Marielle Jappiot, et Corinne Lampin. 2013. « Assessing the flammability of surface fuels beneath ornamental vegetation in wildland-urban interfaces in Provence (South-Eastern France). » *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf12006.

Ganteaume, Anne, Marielle Jappiot, Corinne Lampin, Mercedes Guijarro, et Carmen Hernando. 2013. « Flammability of Some Ornamental Species in Wildland—Urban Interfaces in Southeastern France: Laboratory Assessment at Particle Level ». *Environmental Management* 52(2):467-80. doi : 10.1007/s00267-013-0067-z.

Ganteaume, Anne, Corinne Lampin-Maillet, Mercedes Guijarro, Carmen Hernando, Marielle Jappiot, Teresa Fontúrbel, P. Pérez-Gorostiaga, et José A. Vega. 2009. « Spot fires: fuel bed flammability and capability of firebrands to ignite fuel beds. » *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf07111.

Ghasemi, Benjamin, Gerard T. Kyle, et James D. Absher. 2020. « An Examination of the Social-Psychological Drivers of Homeowner Wildfire Mitigation ». *Journal of Environmental Psychology* 70:101442. doi : 10.1016/j.jenvp.2020.101442.

Gibbons, Philip, Linda Van Bommel, A. Malcolm Gill, Geoffrey J. Cary, Don A. Driscoll, Ross A. Bradstock, Emma Knight, Max A. Moritz, Scott L. Stephens, et David B. Lindenmayer. 2012. « Land Management Practices Associated with House Loss in Wildfires » édité par R. H. Clarke. *PLoS ONE* 7(1):e29212. doi : 10.1371/journal.pone.0029212.

Götze, Tobias, et Marc Gürtler. 2022. « Risk Transfer beyond Reinsurance: The Added Value of CAT Bonds ». *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice* 47(1):125-71. doi : 10.1057/s41288-021-00234-6.

Grayzeck-Souter, Stephanie A., Kristen C. Nelson, Rachel F. Brummel, Pamela J. Jakes, et Daniel R. Williams. 2009. « Interpreting federal policy at the local level: the wildland- urban interface concept in wildfire protection planning in the eastern United States ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf08081.

Grislain-Letrémy, Céline. 2018. « Natural Disasters: Exposure and Underinsurance ». *Annals of economics and statistics*. doi : 10.15609/annaeconstat2009.129.0053.

Grootemaat, Saskia, Ian J. Wright, Peter M. van Bodegom, et Johannes H. C. Cornelissen. 2017. « Scaling up flammability from individual leaves to fuel beds ». *Oikos*. doi : 10.1111/oik.03886.

Hakes, Raquel S. P., Sara E. Caton, Daniel J. Gorham, et Michael J. Gollner. 2017. « A Review of Pathways for Building Fire Spread in the Wildland Urban Interface Part II: Response of Components and Systems and Mitigation Strategies in the United States ». *Fire Technology* 53(2):475-515. doi : 10.1007/s10694-016-0601-7.

Hamilton, Matthew, Alexandra Paige Fischer, Seth D. Guikema, et G. Keppel-Aleks. 2018. « Behavioral adaptation to climate change in wildfire-prone forests ». *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. doi : 10.1002/wcc.553.

Hamilton, Matthew, Max Nielsen-Pincus, et Cody Evers. 2023. « Wildfire Risk Governance from the Bottom up: Linking Local Planning Processes in Fragmented Landscapes ». *Ecology and Society* 28(3):art3. doi : 10.5751/ES-13856-280303.

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.

Hazra, Devika, et Patricia Gallagher. 2022. « Role of insurance in wildfire risk mitigation ». *Economic Modelling*. doi : 10.1016/j.econmod.2022.105768.

Hesseln, Hayley. 2018. « Wildland Fire Prevention: a Review ». *Current Forestry Reports*. doi : 10.1007/s40725-018-0083-6.

Howe, Piers D. L., Jennifer Boldero, Ilona M. McNeill, Adriana Vargas-Sáenz, et John Handmer. 2018. « Increasing Preparedness for Wildfires by Informing Residents of Their Community's Social Norms ». *Natural Hazards Review*. doi : 10.1061/(asce)nh.1527-6996.0000279.

Hughes, Rachel, et David Mercer. 2009. « Planning to Reduce Risk: The Wildfire Management Overlay in Victoria, Australia ». *Geographical Research*. doi : 10.1111/j.1745-5871.2008.00556.x.

Ibragimov, Rustam, Dwight Jaffee, et Johan Walden. 2009. « Nondiversification Traps in Catastrophe Insurance Markets ». *Review of Financial Studies* 22(3):959-93. doi : 10.1093/rfs/hhn021.

Intini, Paolo, Enrico Ronchi, Steven Gwynne, et Noureddine Bénichou. 2020. « Guidance on Design and Construction of the Built Environment Against Wildland Urban Interface Fire Hazard: A Review ». *Fire Technology* 56(5):1853-83. doi : 10.1007/s10694-019-00902-z.

Jacobson, Susan K., Martha C. Monroe, et Susan Marynowski. 2001. « Fire at the Wildland Interface: The Influence of Experience and Mass Media on Public Knowledge, Attitudes, and Behavioral Intentions ». *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)* 29(3):929-37.

Jakes, Pamela J., Laura Kelly, et Lisa Langer. 2010. « An exploration of a fire-affected community undergoing change in New Zealand ». *The Australian journal of emergency management*.

Jakes, Pamela J., Linda E. Kruger, Martha C. Monroe, Kristen C. Nelson, et Victoria Sturtevant. 2007. « Improving wildfire preparedness: Lessons from communities across the U.S. » *Human Ecology Review*.

Jakes, Pamela J., et Victoria Sturtevant. 2013. « Trial by fire: community wildfire protection plans put to the test ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf12156.

Jakes, Pamela, Linda Kruger, Martha Monroe, Kristen Nelson, et Victoria Sturtevant. 2007. « Improving Wildfire Preparedness: Lessons from Communities across the U.S. » *Human Ecology Review* 14(2):188-97.

Jametti, Mario, et Thomas von Ungern-Sternberg. 2010. « Risk Selection in Natural-Disaster Insurance ». *Journal of Institutional and Theoretical Economics-zeitschrift Fur Die Gesamte Staatswissenschaft*. doi : 10.1628/093245610791343021.

Jia, Ruo, Jieyu Lin, Michael R. Powers, et Hanyang Wang. 2025. « Catastrophe Risk Sharing among Individuals, Private Insurance, and Government ». *Journal of Risk and Insurance* 92(2):263-311. doi : 10.1111/jori.12506.

Jones, Kelly W., Jeffery B. Cannon, Freddy A. Saavedra, Stephanie K. Kampf, Robert N. Addington, Antony S. Cheng, Lee H. MacDonald, Codie Wilson, et Brett H. Wolk. 2017. « Return on investment from fuel treatments to reduce severe wildfire and erosion in a watershed investment program in Colorado. » *Journal of Environmental Management*. doi : 10.1016/j.jenvman.2017.05.023.

Kahanji, Charles, Richard S. Walls, et Antonio Cicione. 2019. « Fire Spread Analysis for the 2017 Imizamo Yethu Informal Settlement Conflagration in South Africa ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 39:101146. doi : 10.1016/j.ijdrr.2019.101146.

Kauf, Zorica, Andreas Fangmeier, Roman Rosavec, et Željko Španjol. 2015. « Seasonal and local differences in leaf litter flammability of six Mediterranean tree species. » *Environmental Management*. doi : 10.1007/s00267-014-0427-3.

Kaval, Pamela, John B. Loomis, et Andrew Seidl. 2007. « Willingness-to-pay for prescribed fire in the Colorado (USA) wildland urban interface ». *Forest Policy and Economics*. doi : 10.1016/j.forpol.2006.08.003.

Keeley, Jon E., Gregory H. Aplet, Norman L. Christensen, S. G. Conard, Edward A. Johnson, Philip N. Omi, David L. Peterson, et Thomas W. Swetnam. 2009. « Ecological foundations for fire management in North American forest and shrubland ecosystems. » *General Technical Report, Pacific Northwest Research Station, USDA Forest Service*. doi : 10.2737/pnw-gtr-779.

Kocher, Susan D., et Van Butsic. 2017. « Governance of Land Use Planning to Reduce Fire Risk to Homes Mediterranean France and California ». *Land*. doi : 10.3390/land6020024.

Koksal, Kubra, Jim McLennan, Danielle Every, et Christopher Bearman. 2019. « Australian Wildland-Urban Interface Householders' Wildfire Safety Preparations: 'Everyday Life' Project Priorities and Perceptions of Wildfire Risk ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 33:142-54. doi : 10.1016/j.ijdrr.2018.09.017.

Kolden, Crystal A., et Carol Henson. 2019. « A Socio-Ecological Approach to Mitigating Wildfire Vulnerability in the Wildland Urban Interface: A Case Study from the 2017 Thomas Fire ». *Fire*. doi : 10.3390/fire2010009.

Kramer, H. Anu, Miranda H. Mockrin, Patricia M. Alexandre, Susan I. Stewart, et Volker C. Radeloff. 2018. « Where wildfires destroy buildings in the US relative to the wildland—urban interface and national fire outreach programs ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf17135.

Kumagai, Yoshitaka, Steven E. Daniels, Matthew S. Carroll, John C. Bliss, et John A. Edwards. 2004. « Causal Reasoning Processes of People Affected by Wildfire: Implications for Agency-Community Interactions and Communication Strategies ». *Western Journal of Applied Forestry*. doi : 10.1093/wjaf/19.3.184.

Kunreuther, Howard. 2018. « All-Hazards Homeowners Insurance: Challenges and Opportunities ». *Risk management and insurance review*. doi : 10.1111/rmir.12091.

Kunreuther, Howard, et Mark Pauly. 2004. « Neglecting Disaster: Why Don't People Insure Against Large Losses? » *Journal of Risk and Uncertainty* 28(1):5-21.

Labossiere, Leanne M. M., et Tara K. McGee. 2017. « Innovative wildfire mitigation by municipal governments: Two case studies in Western Canada ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2017.03.009.

Lambrou, Nicole, Crystal A. Kolden, Anastasia Loukaitou-Sideris, Erica Anjum, et Charisma Acey. 2023. « Social drivers of vulnerability to wildfire disasters: A review of the literature ». *null*. doi : 10.1016/j.landurbplan.2023.104797.

Laranjeira, João Pedro dos Santos, et Helena Cruz. 2014. « Building vulnerabilities to fires at the wildland urban interface ». *null*. doi : 10.14195/978-989-26-0884-6_76.

Lee, Ji Yun, Fangjiao Ma, et Yue Li. 2022. « Understanding homeowner proactive actions for managing wildfire risks ». *Natural Hazards*. doi : 10.1007/s11069-022-05436-2.

Li, Hong, et Jianxi Su. 2024. « Mitigating Wildfire Losses via Insurance-linked Securities: Modeling and Risk Management Perspectives ». *Journal of Risk and Insurance* 91(2):383-414. doi : 10.1111/jori.12449.

Liodakis, S., T. Kakardakis, et Tilemachos Kakardakis. 2006. « Measuring the Particle Flammability of Forest Species from Wildland/Urban Inter-face (WUI) near Athens by Thermal Analysis ». in *2006 First International Sympo-sium on Environment Identities and Mediterranean Area*.

Lopes, Luís Filipe, Paulo M. Fernandes, Francisco Rego, et Vanda Acácio. 2022. « Public Funding Constrains Effective Postfire Emergency Restoration in Portugal ». *Restoration Ecology* 31(3). doi : 10.1111/rec.13769.

Lowden, Laura Anne, et T. Richard Hull. 2013. « Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction ». *Fire Science Reviews*. doi : 10.1186/2193-0414-2-4.

MacDougall, Colin, Lisa Gibbs, et Rachel Clark. 2014. « Community-based preparedness programmes and the 2009 Australian bushfires: policy implications derived from applying theory. » *Disasters*. doi : 10.1111/disa.12049.

Manzello, Samuel L. 2014. « Enabling the Investigation of Structure Vulnerabilities to Wind- Driven Firebrand Showers in Wildland-Urban Interface (WUI) Fires ». *Fire Safety Science*. doi : 10.3801/iafss.fss.11-83.

Manzello, Samuel L., Raphaele Blanchi, Michael J. Gollner, Daniel Gorham, Sara McAllister, Elsa Pastor, Eulàlia Planas, Pedro Reszka, et Sayaka Suzuki. 2018. « Summary of Workshop Large Outdoor Fires and the Built Environment ». *Fire Safety Journal* 100:76-92. doi : 10.1016/j.firesaf.2018.07.002.

Manzello, Samuel L., et Ethan I. D. Foote. 2014. « Characterizing Firebrand Exposure from Wildland—Urban Interface (WUI) Fires: Results from the 2007 Angora Fire ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-012-0295-4.

Manzello, Samuel L., Seul-Hyun Park, Sayaka Suzuki, John R. Shields, et Yoshihiko Hayashi. 2011. « Experimental Investigation of Structure Vulnerabilities to Firebrand Showers ». *Fire Safety Journal* 46(8):568-78. doi : 10.1016/j.firesaf.2011.09.003.

Manzello, Samuel L., John R. Shields, Yoshihiko Hayashi, et Daisaku Nii. 2008. « Investigating the Vulnerabilities of Structures to Ignition From a Firebrand Attack ». *Fire Safety Science*. doi : 10.3801/iafss.fss.9-143.

Maranghides, Alexander, Derek McNamara, Robert E. Vihnanek, Joseph C. Restaino, et Carrie Leland. 2015. « Case Study of a Community Affected by the Waldo Fire - Event Timeline and Defensive Actions ». *National Institute of Standards and Technology*. doi : 10.6028/nist.tn.1910.

Marino, Eva, Javier Madrigal, Mercedes Guijarro, Carmen Hernando, Carmen Díez, et Cristina Fernández. 2010. « Flammability descriptors of fine dead fuels resulting from two mechanical treatments in shrubland: a comparative laboratory study. » *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf08123.

Marney, Donavan, et L. J. Russell. 2008. « Combined Fire Retardant and Wood Preservative Treatments for Outdoor Wood Applications — A Review of the Literature ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-007-0016-6.

Martin, Ingrid M., Holly Wise Bender, et Carol Raish. 2007a. *Making the decision to mitigate risk*.

Martin, Ingrid M., Holly Wise Bender, et Carol Raish. 2007 b. « What Motivates Individuals to Protect Themselves from Risks: The Case of Wildland Fires ». *Risk Analysis*. doi : 10.1111/j.1539-6924.2007.00930.x.

Martin, Wade E., Ingrid M. Martin, et Brian Kent. 2009. « The Role of Risk Perceptions in the Risk Mitigation Process: The Case of Wildfire in High Risk Communities ». *Journal of Environmental Management* 91(2):489-98. doi : 10.1016/j.jenvman.2009.09.007.

Massada, Avi Bar, Volker C. Radeloff, et Susan I. Stewart. 2011. « Allocating fuel breaks to optimally protect structures in the wildland-urban interface ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf09041.

McCaffrey, Sarah. 2004. « Fighting fire with education: what is the best way to reach out to homeowners? » *Journal of Forestry*. doi : 10.1093/jof/102.5.12.

McCaffrey, Sarah. 2015. « Community wildfire preparedness: a global state-of-the-knowledge summary of social science research ». *Current Forestry Reports*. doi : 10.1007/s40725-015-0015-7.

McCaffrey, Sarah, Melanie Stidham, Eric Toman, et Bruce Shindler. 2011. « Outreach programs, peer pressure, and common sense: what motivates homeowners to mitigate wildfire risk? » *Environmental Management*. doi : 10.1007/s00267-011-9704-6.

McCaffrey, Sarah, Eric Toman, Melanie Stidham, et Bruce Shindler. 2012. « Social Science Research Related to Wildfire Management: An Overview of Recent Findings and Future Research Needs ». *International Journal of Wildland Fire* 22(1):15-24. doi : 10.1071/WF11115.

Mckee, Michael, Robert P. Berrens, Michael Jones, Ryan Helton, et John Talberth. 2004. « Using Experimental Economics to Examine Wildfire Insurance and Averting Decisions in the Wildland—Urban Interface ». *Society & Natural Resources* 17(6):491-507. doi : 10.1080/08941920490452436.

McLennan, Jim, Danielle Every, Chris Bearman, et Lyndsey Wright. 2017. « On the concept of denial of natural hazard risk and its use in relation to householder wildfire safety in Australia ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2016.12.006.

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, Jonathan B. Heath, Timothy Skinner, et David Morrison. 2013. « Expecting the unexpected: predicting physiological and psychological wildfire preparedness from perceived risk, responsibility, and obstacles. » *Risk Analysis*. doi : 10.1111/risa.12037.

McNeill, Ilona M., et Kevin R. Ronan. 2017. « Children in disasters: the role of household preparedness ». *Natural Hazards*. doi : 10.1007/s11069-017-3019-8.

Meerpoel-Pietri, Karina, Virginie Tihay-Felicelli, et Paul-Antoine Santoni. 2021. « Determination of the Critical Conditions Leading to the Ignition of Decking Slabs by Flaming Firebrands ». *Fire Safety Journal* 120:103017. doi : 10.1016/j.firesaf.2020.103017.

Meldrum, James R., Hannah Brenkert-Smith, Patricia A. Champ, Jamie Gomez, Hilary Byerly, Lilia C. Falk, et Christopher M. Barth. 2021. « Would you like to know more? The effect of personalized wildfire risk information and social comparisons on information-seeking behavior in the wildland—urban interface ». *Natural Hazards*. doi : 10.1007/s11069-021-04534-x.

Meldrum, James R., Hannah Brenkert—Smith, Patricia A. Champ, Jamie Gomez, Lilia C. Falk, et Christopher M. Barth. 2019. « Interactions between resident risk perceptions and wildfire risk mitigation: Evidence from simultaneous equations modeling ». *Fire*. doi : 10.3390/fire2030046.

Meldrum, James R., Patricia A. Champ, Travis Warziniack, Hannah Brenkert-Smith, Christopher M. Barth, et Lilia C. Falk. 2014. « Cost shared wildfire risk mitigation in Log Hill Mesa, Colorado: survey evidence on participation and willingness to pay ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf13130.

Mell, William E., Samuel L. Manzello, Alexander Maranghides, David T. Butry, et Ronald G. Rehm. 2010. « The wildland-urban interface fire problem - current approaches and research needs ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf07131.

Miller, Rebecca K., Christopher B. Field, et Katharine J. Mach. 2020a. « Barriers and enablers for prescribed burns for wildfire management in California ». *Nature Sustainability*. doi : 10.1038/s41893-019-0451-7.

Miller, Rebecca K., Christopher B. Field, et Katharine J. Mach. 2020 b. « Factors influencing adoption and rejection of fire hazard severity zone maps in California ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2020.101686.

Minor, Jesse, et Geoffrey Alan Boyce. 2018. « Smokey Bear and the pyropolitics of United States forest governance ». *Political Geography*. doi : 10.1016/j.polgeo.2017.10.005.

Molina, Juan Ramón, Teodoro Martín, Francisco Rodríguez y Silva, et Miguel Ángel Herrera. 2017. « The ignition index based on flammability of vegetation improves planning in the wildland-urban interface: A case study in Southern Spain ». *Landscape and Urban Planning*. doi : 10.1016/j.landurbplan.2016.11.003.

Molina-Terrén, Domingo M., Gavriil Xanthopoulos, Michalis Diakakis, Luis Ribeiro, David Caballero, Giuseppe M. Delogu, Domingos X. Viegas, Carlos A. Silva, et Adrián Cardil. 2019. « Analysis of Forest Fire Fatalities in Southern Europe: Spain, Portugal, Greece and Sardinia (Italy) ». *International Journal of Wildland Fire* 28(2):85. doi : 10.1071/WF18004.

Monroe, Martha C., Shruti Agrawal, Pamela J. Jakes, Linda E. Kruger, Kristen C. Nelson, et Victoria Sturtevant. 2013. « Identifying Indicators of Behavior Change: Insights From Wildfire Education Programs ». *The Journal of Environmental Education* 44(3):180-94. doi : 10.1080/00958964.2012.746277.

Monroe, Martha C., Heidi L. Ballard, Annie Oxarart, Victoria Sturtevant, Pamela J. Jakes, et Emily Evans. 2016. « Agencies, educators, communities and wildfire: partnerships to enhance environmental education for youth ». *Environmental Education Research*. doi : 10.1080/13504622.2015.1057555.

Moore, Howard E. 1981. *Protecting Residences from Wildfires: A Guide for Homeowners, Lawmakers, and Planners*. PSW-GTR-50. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/30028.

Mylek, Melinda R., et Jacki Schirmer. 2019. « Thinking about Fuel Management: The Potential of Integrative Complexity Theory to Inform Design of Communication about Fuel Management Used To Reduce Wildfire Risk ». *Society & Natural Resources*. doi : 10.1080/08941920.2019.1597232.

Oliveira, Tiago, Ana M. G. Barros, Alan A. Ager, et Paulo M. Fernandes. 2016. « Assessing the effect of a fuel break network to reduce burnt area and wildfire risk transmission ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf15146.

Olsen, Christine S., Jeffrey D. Kline, Alan A. Ager, Keith A. Olsen, et Karen C. Short. 2017. « Examining the Influence of Biophysical Conditions on Wildland—Urban Interface Homeowners' Wildfire Risk Mitigation Activities in Fire-Prone Landscapes ». *Ecology and Society* 22(1):art21. doi : 10.5751/ES-09054-220121.

Ondei, Stefania, Owen F. Price, et David M. J. S. Bowman. 2024. « Garden Design Can Reduce Wildfire Risk and Drive More Sustainable Co-Existence with Wildfire ». *Npj Natural Hazards* 1(1):18. doi : 10.1038/s44304-024-00012-z.

Paton, Douglas, Petra Topaz Bürgelt, et Tim Prior. 2008. « Living with Bushfire Risk: Social and Environmental Influences on Preparedness ». *The Australian journal of emergency management*. https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.439787741630325.

Pausas, Juli G., Jon E. Keeley, et Dylan W. Schwilk. 2017. « Flammability as an ecological and evolutionary driver ». *Journal of Ecology*. doi : 10.1111/1365-2745.12691.

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, Pamela J. Jakes, et Tony Prato. 2012. « Exploring the Social Characteristics of Adaptive Capacity for Wildfire: Insights from Flathead County, Montana ». *Human Ecology Review*. https://www.jstor.org/stable/24707750.

Paveglio, Travis B., Matthew S. Carroll, Amanda M. Stasiewicz, et Catrin M. Edgeley. 2019. « Social fragmentation and wildfire management: exploring the scale of adaptive action ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2018.09.016.

Paveglio, Travis B., Catrin M. Edgeley, Matthew S. Carroll, Mark Billings, et Amanda M. Stasiewicz. 2019. « Exploring the Influence of Local Social Context on Strategies for Achieving Fire Adapted Communities ». *Fire*. doi : 10.3390/fire2020026.

Paveglio, Travis B., Cassandra Moseley, Matthew S. Carroll, Daniel R. Williams, Emily Jane Davis, et A. Paige Fischer. 2015. « Categorizing the Social Context of the Wildland Urban Interface: Adaptive Capacity for Wildfire and Community "Archetypes" ». *Forest Science* 61(2):298-310. doi : 10.5849/forsci.14-036.

Paveglio, Travis B., Annie Schmidt, et Michelle Medley-Daniel. 2024. « The Fire Adapted Communities Pathways Tool: Facilitating Social Learning and a Science of Practice ». *Journal of Forestry* 122(2):194-205. doi : 10.1093/jofore/fvad044.

Paveglio, Travis B., et A. Rose Shriner-Beaton. 2024. « Exploring Support and Opposition to Regulatory Approaches for Wildfire Risk Management: Requirements, Voluntary Actions, and Tailored Local Action ». *Natural Hazards* 120(14):12869-907. doi : 10.1007/s11069-024-06702-1.

Paveglio, Travis B., Amanda M. Stasiewicz, et Catrin M. Edgeley. 2021. « Understanding support for regulatory approaches to wildfire management and performance of property mitigations on private lands ». *Land Use Policy*. doi : 10.1016/j.landusepol.2020.104893.

Penman, Trent D., Hamish Clarke, Brett Cirulis, Matthias M. Boer, Owen Price, et Ross A. Bradstock. 2020. « Cost-effective prescribed burning solutions vary between landscapes in eastern Australia ». *Frontiers in Forests and Global Change*. doi : 10.3389/ffgc.2020.00079.

Planas, Eulàlia, Ronan Paugam, Alba Àgueda, Pascale Vacca, et Elsa Pastor. 2023. « Fires at the Wildland-Industrial Interface. Is There an Emerging Problem? » *Fire Safety Journal* 141:103906. doi : 10.1016/j.firesaf.2023.103906.

Preston, Benjamin L., Cassandra Brooke, Thomas G. Measham, Timothy F. Smith, et Russell Gorddard. 2009. « Igniting change in local government: lessons learned from a bushfire vulnerability assessment ». *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. doi : 10.1007/s11027-008-9163-4.

Prior, Tim, et Christine Eriksen. 2013. « Wildfire preparedness, community cohesion and social-ecological systems. » *Global Environmental Change-human and Policy Dimensions*. doi : 10.1016/j.gloenvcha.2013.09.016.

Reams, Margaret A., Terry K. Haines, Cheryl R. Renner, Michael W. Wascom, et Harish Kingre. 2005. « Goals, Obstacles and Effective Strategies of Wildfire Mitigation Programs in the Wildland—Urban Interface ». *Forest Policy and Economics* 7(5):818-26. doi : 10.1016/j.forpol.2005.03.006.

Remenick, Lauren. 2018. « The Role of Communication in Preparation for Wildland Fire: A Literature Review ». *Environmental Communication* 12(2):164-76. doi : 10.1080/17524032.2017.1346519.

Renner, Cheryl R., Margaret A. Reams, et Terry K. Haines. 2006. « Mitigating Wildfire Risk in the Wildland Urban Interface: The Role of Regulations ». *Monitoring Science and Technology Symposium: Unifying Knowledge for Sustainability in the Western Hemisphere Proceedings RMRS-P-42CD*.

Repič, Rožle, Andreja Pondelak, Davor Kržišnik, Miha Humar, Nataša Knez, Friderik Knez, et Andrijana Sever Škapin. 2023. « Environmentally Friendly Protection of European Beech against Fire and Fungal Decay Using a Combination of Thermal Modification and Mineralisation ». *Wood Material Science and Engineering* 19(1):33-44. doi : 10.1080/17480272.2023.2223508.

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

Ricci, Federica, Giordano Emrys Scarponi, Elsa Pastor, Eulàlia Planas, et Valerio Cozzani. 2021. « Safety Distances for Storage Tanks to Prevent Fire Damage in Wildland-Industrial Interface ». *Process Safety and Environmental Protection* 147:693-702. doi : 10.1016/j.psep.2021.01.002.

Robinson, Peter John, et W. J. Wouter Botzen. 2022. « Setting Descriptive Norm Nudges to Promote Demand for Insurance against Increasing Climate Change Risk ». *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice* 47(1):27-49. doi : 10.1057/s41288-021-00248-0.

Rocca, Gianni Della, Javier Madrigal, Enrico Marchi, Marco Michelozzi, Bernabé Moya, et Roberto Danti. 2017. « Relevance of terpenoids on flammability of Mediterranean species: an experimental approach at a low radiant heat flux ». *Iforest - Biogeosciences and Forestry*. doi : 10.3832/ifor2327-010.

Romero, Bastien, Catherine Fernandez, Caroline Lecareux, Elena Ormeño, et Anne Ganteaume. 2019. « How terpene content affects fuel flammability of wildland—urban interface vegetation ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf18210.

Samora-Arvela, André, José Aranha, Fernando Correia, Diogo Miguel Pinto, Cláudia Magalhães, et Fantina Tedim. 2023. « Understanding Building Resistance to Wildfires: A Multi-Factor Approach ». *Fire* 6(1):32-32. doi : 10.3390/fire6010032.

Sánchez, José J., Thomas P. Holmes, John Loomis, et Armando González-Cabán. 2022. « Homeowners Willingness to Pay to Reduce Wildfire Risk in Wildland Urban Interface Areas: Implications for Targeting Financial Incentives ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 68:102696. doi : 10.1016/j.ijdrr.2021.102696.

Sánchez, José J., John B. Loomis, Armando González-Cabán, Geoff Rideout, D. Rideout, et Robin M. Reich. 2019. « Do fuel treatments in U.S. national forests reduce wildfire suppression costs and property damage ». *Journal of Natural Resources Policy Research*. doi : 10.5325/naturesopolirese.9.1.0042.

Sanseverino-Godfrin, Valérie, et Edouard Le Goff. 2003. « Plans de prévention des risques incendie de forêt et acceptabilité des contraintes Eléments de réflexions juridiques ». *Forêt Méditerranéenne* XXIV (4):435-44.

Scarponi, Giordano Emrys, Elsa Pastor, Eulàlia Planas, et Valerio Cozzani. 2020. « Analysis of the impact of wildland-urban-interface fires on LPG domestic tanks ». *Safety Science*. doi : 10.1016/j.ssci.2019.104588.

Soto, Miguel E. Castillo, Juan R. Molina Martínez, Santiago Bonilla B, et Roberto A. Moreno García. 2022. « Calculating minimum safety distance against wildfires at the wildland-urban interface in Chile and Spain ». *Heliyon*. doi : 10.1016/j.heliyon.2022.e11238.

Steffey, Eric, Megha Budruk, et Christine A. Vogt. 2020. « The Mitigated Neighborhood: Exploring Homeowner Associations' Role in Resident Wildfire-Mitigation Actions ». *Journal of Forestry*. doi : 10.1093/jofore/fvaa019.

Stephens, Keri K., Courtney J. Powers, Brett W. Robertson, Lauryn A. Spearing, John C. Collier, Kendall P. Tich, et William Roth Smith. 2022. « Building more resilient communities with a wildfire preparedness drill in the U.S.: Individual and community influences and communication practices ». *Journal of Contingencies and Crisis Management*. doi : 10.1111/1468-5973.12402.

Strahan, Kenneth, et John Gilbert. 2021. « 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.

Sturtevant, Victoria, et Sarah McCaffrey. 2006. « Encouraging Wildland Fire Preparedness: Lessons Learned from Three Wildfire Education Programs ». https://research.fs.usda.gov/treesearch/18690.

Suzuki, Sayaka, Erik L. Johnsson, Alexander Maranghides, et Samuel L. Manzello. 2016. « Ignition of Wood Fencing Assemblies Exposed to Continuous Wind-Driven Firebrand Showers ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-015-0520-z.

Swain, Daniel L., John T. Abatzoglou, Crystal A. Kolden, Kristen L. Shive, Dmitri Kalashnikov, Deepti Singh, et Edward Smith. 2023. « Climate Change Is Narrowing and Shifting Prescribed Fire Windows in Western United States ». *Communications Earth & Environment* 4(1):340. doi : 10.1038/s43247-023-00993-1.

Syphard, Alexandra D., et Jon E. Keeley. 2019. « Factors Associated with Structure Loss in the 2013—2018 California Wildfires ». *Fire*. doi : 10.3390/fire2030049.

Syphard, Alexandra D., Jon E. Keeley, et Teresa J. Brennan. 2011. « Factors affecting fuel break effectiveness in the control of large fires on the Los Padres National Forest, California ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf10065.

Taccaliti, Flavio, Raffaella Marzano, Tina L. Bell, et Emanuele Lingua. 2023. « Wildland—Urban Interface: Definition and Physical Fire Risk Mitigation Measures, a Systematic Review ». *Fire* 6(9):343-343. doi : 10.3390/fire6090343.

Takahashi, Fumiaki. 2019. « Whole-House Fire Blanket Protection From Wildland-Urban Interface Fires ». *Frontiers in Mechanical Engineering*. doi : 10.3389/fmech.2019.00060.

Talberth, John, Robert P. Berrens, Michael McKee, et Michael L. Jones. 2006. « AVERTING AND INSURANCE DECISIONS IN THE WILDLAND—URBAN INTERFACE: IMPLICATIONS OF SURVEY AND EXPERIMENTAL DATA FOR WILDFIRE RISK REDUCTION POLICY ». *Contemporary Economic Policy*. doi : 10.1093/cep/byj021.

Terrei, Lucas, Virginie Tihay-Felicelli, Guillaume Gerandi, Frédéric Morandini, et Paul-Antoine Santoni. 2023. « Experimental Study of the Large Scale Flammability of Wood Cladding at the Wildland-Urban Interface ». *Fire Safety Journal* 141:103996-103996. doi : 10.1016/j.firesaf.2023.103996.

Tihay-Felicelli, V., K. Meerpoel-Pietri, P. A. Santoni, F. Morandini, A. Pieri, et T. Barboni. 2023. « Flammability Study of Decking Sections Found at the Wildland—Urban Interface at Different Scales ». *Fire Safety Journal* 139:103838. doi : 10.1016/j.firesaf.2023.103838.

Tihay-Felicelli, Virginie, Toussaint Barboni, Frédéric Morandini, P. A. Santoni, Antoine Pieri, Camille Luciani, Bruno Martinent, Anthony Graziani, Yolanda Pérez-Ramirez, Nathalie Chiaramonti, et Marien Setti. 2023. « Overview of the Platform for Experimentation and Awareness-Raising on Fire Risks at Wildland Urban Interfaces (EXPLORII Platform) ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 96:103980-103980. doi : 10.1016/j.ijdrr.2023.103980.

Tihay-Felicelli, Virginie, Karina Meerpoel-Pietri, Paul-Antoine Santoni, Yolanda Perez-Ramirez, Anthony Graziani, Frédéric Morandini, Camille Luciani, William Mell, et Alexander Maranghides. 2025. « Characterisation of Hedge Burning in the Context of Wildland Urban Interface ». *Fire and Materials* fam.3266. doi : 10.1002/fam.3266.

Toman, Eric, Bruce Shindler, et Mark W. Brunson. 2006. « Fire and Fuel Management Communication Strategies: Citizen Evaluations of Agency Outreach Activities ». *Society & Natural Resources*. doi : 10.1080/08941920500519206.

Toman, Eric, Bruce Shindler, Sarah McCaffrey, et James Benjamin Bennett. 2014. « Public Acceptance of Wildland Fire and Fuel Management: Panel Responses in Seven Locations ». *Environmental Management*. doi : 10.1007/s00267-014-0327-6.

Toman, Eric, Bruce Shindler, et Michelle Reed. 2004. « Prescribed Fire: The Influence of Site Visits on Citizen Attitudes ». *The Journal of Environmental Education*. doi : 10.3200/joee.35.3.13-33.

Toman, Eric, Melanie Stidham, Sarah McCaffrey, et Bruce Shindler. 2013. « Social science at the wildland-urban interface: a compendium of research results to create fire-adapted communities ». *U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station*. doi : 10.2737/nrs-gtr-111.

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

Toy-Opazo, Octavio, Andrés Fuentes-Ramírez, Valeria Palma-Soto, Rafael A. García, Kirk A. Moloney, Rodrigo Demarco, et Andrés Fuentes-Castillo. 2024. « Flammability Features of Native and Non-Native Woody Species from the Southernmost Ecosystems: A Review ». *Fire Ecology* 20(1). doi : 10.1186/s42408-024-00250-6.

Vacca, Pascale, David Caballero, Elsa Pastor, et Eulàlia Planas. 2020. « WUI Fire Risk Mitigation in Europe: A Performance-Based Design Approach at Home-Owner Level ». *Journal of Safety Science and Resilience* 1(2):97-105. doi : 10.1016/j.jnlssr.2020.08.001.

Vaiciulyte, Sandra, Edwin R. Galea, Anand Veeraswamy, et Lynn Hulse. 2019. « Island vulnerability and resilience to wildfires: A case study of Corsica ». *International journal of disaster risk reduction*. doi : 10.1016/j.ijdrr.2019.101272.

Viegas, Domingos Xavier, Miguel Almeida, Jorge Raposo, Ricardo Cruxen Daemon De Oliveira, et Carlos Viegas. 2014. « Ignition of Mediterranean Fuel Beds by Several Types of Firebrands ». *Fire Technology*. doi : 10.1007/s10694-012-0267-8.

Vukomanovic, Jelena, Megan M. Skrip, et Ross K. Meentemeyer. 2019. « Making It Spatial Makes It Personal: Engaging Stakeholders with Geospatial Participatory Modeling ». *Land*. doi : 10.3390/land8020038.

Wachinger, Gisela, Ortwin Renn, Chloe Begg, et Christian Kuhlicke. 2013. « The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards ». *Risk Analysis*. doi : 10.1111/j.1539-6924.2012.01942.x.

Wang, Yu, Lesley Gibson, Mohamed Beshir, et David Rush. 2021. « Determination of Critical Separation Distance Between Dwellings in Informal Settlements Fire ». *Fire Technology* 57(3):987-1014. doi : 10.1007/s10694-020-01075-w.

Weise, David R., Robert H. White, Frank C. Beall, et Matt Etlinger. 2005. « Use of the cone calorimeter to detect seasonal differences in selected combustion characteristics of ornamental vegetation ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf04035.

Westcott, Rachel, Kevin R. Ronan, Hilary Bambrick, et Melanie R. Taylor. 2017. « Expanding protection motivation theory: investigating an application to animal owners and emergency responders in bushfire emergencies. » *BMC Psychology*. doi : 10.1186/s40359-017-0182-3.

Westhaver, Alan, Richard D. Revel, et Brad C. Hawkes. 2007. « FireSmart®-ForestWise: Managing Wildlife and Wildfire Risk in the Wildland/Urban Interface-a Canadian Case Study ». in *The fire environment--innovations, management, and policy; conference proceedings.*

White, Robert H., et Wayne C. Zipperer. 2010. « Testing and classification of individual plants for fire behaviour: plant selection for the wildland-urban interface ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf07128.

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.

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.

Williams, Daniel R., Pamela J. Jakes, Sam Burns, Antony S. Cheng, Kristen C. Nelson, Victoria Sturtevant, Rachel F. Brummel, Emily Staychock, et Stephanie Grayzeck Souter. 2012. « Community Wildfire Protection Planning: The Importance of Framing, Scale, and Building Sustainable Capacity ». *Journal of Forestry*. doi : 10.5849/jof.12-001.

Williams, Kathryn J. H., Rebecca M. Ford, et Andrea Rawluk. 2018. « Values of the public at risk of wildfire and its management ». *International Journal of Wildland Fire*. doi : 10.1071/wf18038.

Yıldız, Deniz, Chloe Lucas, et Aidan Davison. 2025. « Firing the Imagination? A Visual Analysis of Bushfire Preparedness Videos from Australian Fire Agencies, 2015-2022 ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 105644-105644. doi : 10.1016/j.ijdrr.2025.105644.

Zárate, Luis, Josep Arnaldos, et Joaquim Casal. 2008. « Establishing Safety Distances for Wildland Fires ». *Fire Safety Journal* 43(8):565-75. doi : 10.1016/j.firesaf.2008.01.001.