

## Prévention du risque incendie et biodiversité dans les forêts françaises

### Messages clés

- Les forêts françaises sont soumises à de nombreuses pressions, en particulier les changements climatiques qui ont pour conséquence d'exacerber les risques naturels tels que les incendies. **La biodiversité forestière est exposée à ce risque mais est également un levier fort pour les prévenir.**
- La prévention des incendies de forêt doit s'inscrire dans une stratégie plus large de gestion des forêts en faveur **de la préservation de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques** sur le long terme.
- A l'échelle des espèces d'arbres, la gestion des peuplements forestiers existants et les opérations de restauration ou de reforestation doivent prescrire des **mélanges d'espèces indigènes à faible inflammabilité.**
- A l'échelle des communautés, la structure de la forêt peut être gérée par la coupe, l'élagage et le débroussaillage **sélectifs**, afin de maintenir en place les espèces adjuvantes dans la lutte contre les incendies tout en tenant compte des enjeux de préservation des écosystèmes (habitat pour la faune et la fonge notamment).
- Au niveau des massifs, **la gestion durable et la restauration d'une mosaïque de milieux**, dont des milieux ouverts permettant le pastoralisme ou l'agriculture durables, permet de lutter contre le risque incendie. La sylviculture durable à couvert arborescent continu doit être privilégiée par rapport à la pratique des coupes rases.
- **La protection des forêts anciennes et leur libre évolution** est à considérer dans la lutte contre les incendies. La richesse de la composition de ces écosystèmes, par ailleurs clés pour la biodiversité terrestre française, pourrait contribuer à les rendre moins vulnérables aux incendies.
- **Les mesures de gestion du risque incendie doivent être raisonnées** : elles peuvent être bénéfiques pour les forêts et leur biodiversité (en évitant qu'elles ne brûlent et en maintenant certains habitats) ou comporter des impacts négatifs (en éliminant certains habitats). Ces effets doivent être pris en compte dans les arbitrages, *a fortiori* dans les forêts se trouvant dans les aires protégées.
- **Les aires protégées doivent faire l'objet de mesures spécifiques** en termes de gestion des peuplements forestiers et d'infrastructures DFCI, afin de ne pas entrer en contradiction avec leurs objectifs prioritaires de conservation de la biodiversité.
- Les humains étant à l'origine de la majorité des départs de feu, la gestion de ce facteur par l'éducation et la sensibilisation, l'application de la réglementation, **la régulation de l'accès et l'organisation des infrastructures d'accueil est prioritaire.**

## Contexte et objectif

Les dérèglements climatiques actuels exposent une part grandissante du territoire français métropolitain aux risques de feu de forêt comme l'ont montré les incendies de l'été 2022 dans les Landes, en Bretagne, en Hauts de France ou dans les montagnes jurassiennes et pyrénéennes. Or, contrairement aux forêts méditerranéennes qui ont été façonnées par le feu depuis plusieurs millénaires, nos forêts tempérées sont peu adaptées aux incendies, qui causent par conséquent des dommages très élevés sur leur biodiversité et diminuent leur résilience, mettant en péril à moyen terme les multiples services fournis par ces écosystèmes, dont la production commerciale de bois. Même en région méditerranéenne où les régimes de feu jouent un rôle important dans le maintien des écosystèmes, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des feux, et plus encore leur étalement de plus en plus important dans l'année, menacent à court terme la résilience, voire la permanence des forêts et affectent déjà leur biodiversité.

Il est donc urgent non seulement d'améliorer l'efficacité des stratégies et des méthodes de lutte contre les feux de forêt, mais aussi de **mettre en place des mesures préventives pour limiter le développement initial des feux et leur propagation et augmenter la résilience des peuplements, notamment en adaptant la gestion forestière et l'aménagement des massifs au risque incendie**. Cette note identifie des leviers pour gérer l'inflammabilité, c'est-à-dire la capacité de la végétation à s'enflammer<sup>1</sup>. L'inflammabilité est déterminante dans l'intensité et la vitesse de propagation du feu.

Dans un premier temps, nous produisons une brève synthèse des connaissances scientifiques sur les relations feu-végétation en forêt. Dans un second temps nous dégageons plusieurs leviers d'action appuyés sur l'état de la science et nous identifions quelques priorités en matière de recherche appliquée.

Dans les aires protégées, la gestion du risque incendie doit être compatible avec les plans de gestion et objectifs de conservation de la biodiversité (îlots de vieux bois par exemple). On se reportera aux réflexions menées par la conférence aires protégées de l'OFB sur ce sujet.

## I. Interactions feu-végétation en forêt : état des connaissances scientifiques

L'intensité et la vitesse de propagation d'un feu de forêt dépendent de quatre ensembles de facteurs :

- 1- la végétation en place,

---

<sup>1</sup> Ce terme est souvent confondu avec celui de combustibilité. La combustibilité désigne la proportion de matière sèche perdue pendant la combustion : plus elle est importante, plus la chaleur libérée lors de la combustion est élevée, mais plus la vitesse de propagation du feu sera lente. C'est une propriété intrinsèque des essences qui n'impacte pas la propagation au contraire de l'inflammabilité. Certaines espèces, telles le Pin maritime peuvent avoir une inflammabilité élevée mais une combustibilité relativement faible.

- 2- la nature du sol,
- 3- la topographie,
- 4- la météorologie.

Nous détaillons ci-dessous chacun d'entre eux, en développant plus particulièrement le premier puisque qu'il est possible d'agir directement sur lui pour réduire le risque et l'ampleur d'un incendie.

### **I.1. La végétation forestière face au feu**

**Le principal obstacle à la combustion de la matière végétale est la quantité d'eau qu'elle contient.** Lorsque cette matière est en stress hydrique ou morte (feuilles mortes ou tapis d'aiguilles mortes de la litière, bois mort, etc.), elle retient naturellement moins d'eau que lorsqu'elle est vivante et bien alimentée en eau. Il est nécessaire d'appréhender cette situation à trois échelles : celle de l'espèce, celle de la communauté — c'est-à-dire l'ensemble des espèces occupant une station forestière — et celle du massif forestier.

#### ***1.1.a. A l'échelle d'une espèce***

Plus la **teneur en eau** des tissus (feuilles, bois) est élevée, plus la pyrolyse sera lente à se mettre en place. Pour une même espèce, la teneur en eau varie selon le tissu considéré : feuilles, branches et tronc peuvent présenter des inflammabilités différentes.

Certaines espèces peuvent synthétiser des **composés inflammables** qui, à teneur d'eau égale, accroissent l'inflammabilité des tissus. Ce sont notamment les « résineux » (dont la résine est riche en terpènes volatils) et les plantes riches en essences volatiles (par exemple les eucalyptus). La profondeur du système racinaire et la capacité à fermer rapidement les stomates en cas de sécheresse sont aussi des traits fonctionnels favorisant l'hydratation des tissus végétaux.

Certaines espèces d'arbres peuvent favoriser la propagation verticale d'un feu, quand le tronc possède des **branches mortes sur ses parties basses**, faisant la jonction entre les sous-étages et les cimes et sur lesquelles de la litière peut s'accumuler. C'est par exemple le cas de nombreux conifères exotiques introduits, pour lesquels les champignons responsables de l'élagage naturel des branches mortes sont absents en France.

Certaines essences peuvent favoriser la propagation horizontale et verticale d'un feu, quand des parties enflammées ou incandescentes (**brandons**) se détachent très facilement et sont dispersées vers la végétation intacte par le vent ou les courants d'air chaud ascendants ; c'est typiquement le cas des eucalyptus dont l'écorce externe se détache spontanément en lambeaux. La teneur en eau des tissus d'une plante sera d'autant plus élevée que l'humidité du sol et/ou de l'air sera importante, d'où l'importance de prendre en compte le type de station forestière (qui lui-même intègre la nature du sol et la position topographique), les conditions météorologiques et le mode de gestion forestière (voir parties I.2 à I.4 ci-dessous).

### ***1.1.b. A l'échelle de la communauté***

Appréhender l'inflammabilité de la végétation à l'échelle d'une communauté ou d'une parcelle forestière nécessite de prendre en compte la **composition en espèces et les abondances relatives de celles-ci au sein des différentes strates** arborescentes, arbustives et herbacées (cf. Encadré A). Si ces paramètres répondent spontanément à un déterminisme écologique et biogéographique, ils sont très largement modifiés par les humains, en particulier dans les forêts de production. Le rôle du **microclimat** ne doit pas être négligé : à conditions égales, une plante qui vit à l'abri d'autres plantes<sup>2</sup> conserve davantage d'eau dans ses tissus que si elle pousse sous une canopée discontinue, et encore plus si elle pousse en terrain découvert. En abaissant la température (jusqu'à plus de 10°C en période de canicule !) et en conservant l'hygrométrie du sous-bois<sup>3</sup>, la canopée « climatise » naturellement le sous-bois, réduisant ainsi l'inflammabilité de la végétation du sous-bois.

La **structure verticale** de la forêt joue un rôle dans le type de feu : en règle générale, les forêts pluristratifiées facilitent la propagation du feu en hauteur, jusqu'à la canopée (feu de cimes), contrairement aux forêts dépourvues de sous-étage arbustif, où le feu reste majoritairement au sol (feu de surface). La composition et la densité du peuplement peuvent également jouer un rôle : les couverts naturellement plus clairs favorisent le développement des strates basses. La composition en espèces des sous-étages viendra largement moduler la vitesse de propagation du feu selon leur inflammabilité. Ainsi, le débroussaillage systématique et non raisonné peut être contre-productif, dommageable pour la biodiversité et même bloquer la dynamique spontanée d'évolution d'un peuplement inflammable vers un peuplement mélangé plus résistant au feu : un exemple est la suppression des chênes verts et pubescents juvéniles dans les pinèdes à pin d'Alep en région méditerranéenne. Toute opération de débroussaillage devrait donc être sélective ou limitée dans l'espace. La présence d'un sous-étage peut par ailleurs faire obstacle à l'effet accélérateur du vent.

La **structure horizontale** de la forêt influence aussi le comportement d'un incendie : en règle générale, un incendie progresse d'autant plus rapidement que la densité des tiges est élevée (ce qui explique la vulnérabilité plus élevée des jeunes forêts), au contraire d'une forêt claire à faible densité de tiges.

La **quantité de biomasse morte au sol** favorise l'intensité d'un incendie, mais peut ralentir sa progression, surtout si le taux d'humidité est important. Ainsi, le gros bois mort humide participe moins à la combustion, tandis que les litières, qui peuvent sécher rapidement, fournissent plus de combustible. C'est surtout l'aération des litières qui facilite la propagation des flammes ; des litières compactes d'éléments fins propagent donc moins les incendies que des litières peu transformées et aérées. La moindre inflammabilité des litières mixtes par rapport aux litières monospécifiques n'est pas systématique, car ce sont les caractéristiques spécifiques qui priment sur le caractère mélangé ou non.

---

<sup>2</sup> Par exemple une herbacée ou un arbuste se développant sous la canopée des arbres, mais aussi un arbre poussant au milieu d'autres arbres.

<sup>3</sup> Une partie de l'eau transpirée par les plantes et de l'eau évaporée du sol reste « prisonnière » sous la canopée au lieu d'être dissipée dans l'atmosphère.

La **quantité de biomasse morte dans la canopée** (arbres morts, cimes dépérissantes, etc.) favorise l'intensité des feux de cimes puisque la teneur en eau des tissus morts est naturellement plus faible. L'absence d'élagueurs naturels<sup>4</sup> est un facteur aggravant. C'est particulièrement vrai quand le bois mort est de petit diamètre (rameaux, petites branches, etc.), ce qui est le cas des espèces affectées par des ravageurs (par exemple les épicéas scolytés et les frênes chalarosés) et des espèces sensibles aux épisodes de sécheresse récurrents ou prolongés (par exemple le hêtre).

Cette composition complexe de la forêt avec de multiples strates, une densité moindre et le maintien d'un niveau d'humidité peut se retrouver dans des forêts anciennes ou en libre évolution, ce qui pourrait contribuer à les rendre moins vulnérables aux incendies.

### ***1.1.c. A l'échelle d'un massif forestier***

A l'exception des petites forêts homogènes où l'échelle du massif peut se confondre avec celle de la communauté, un massif forestier constitue un **ensemble hétérogène de communautés et de parcelles**, qui peuvent avoir des vulnérabilités et expositions différentes vis-à-vis des feux. Typiquement, des parcelles plantées de pins ou d'épicéas scolytés sont beaucoup plus inflammables et combustibles que des parcelles de feuillus mélangés ; des communautés sur sol sableux acide sont davantage à risque que des communautés situées en bas fond humide ; etc. En cas d'incendie, au sein d'un massif hétérogène, le feu progresse selon des directions préférentielles et avec des intensités plus ou moins fortes en fonction de l'inflammabilité et de la combustibilité des différentes communautés végétales forestières.

Paradoxalement, les **cloisonnements** peuvent avoir des effets contraires à ceux attendus. La lutte contre les feux de forêt nécessite de faciliter le travail et la sécurité des secours sur les parcelles. Un moyen d'y parvenir est de créer des cloisonnements et des pistes d'accès pour les services de lutte contre l'incendie. Ceux-ci peuvent également jouer le rôle de zones coupure de combustible (« coupe-feux »), qui sont efficaces pour stopper ou ralentir la propagation des feux de cimes, qui peuvent alors se transformer en feux de surface et être mieux gérés par les secours sur la piste. Les zones de coupures de combustible peuvent être bénéfiques pour la biodiversité en créant des ouvertures favorables à des espèces non forestières. Il est donc nécessaire de planifier l'installation de zones de coupure de combustible à l'échelle du massif forestier et de leur associer des moyens durables, avec des leviers juridiques, pour leur entretien et la limitation des effets de pénétration par le public.

La pratique des **coupes rases** avec abandon sur place des rémanents, qui est la règle dans nombre de monocultures de résineux, représente un facteur de risque supplémentaire d'ignition, de propagation rapide et de forte intensité de feux de forêts. En effet, la présence de ces rémanents (branches et troncs) augmente la quantité de combustible disponible. Les stades de colonisation de la végétation qui succèdent aux coupes rases, spontanément ou suite à des replantations, présentent des risques d'inflammabilité variés selon les espèces herbacées et arbustives qui s'y installent. Par exemple, le mimosa d'hiver (*Acacia dealbata*) est très inflammable. L'espèce envahissante *Prunus serotina*, qui peut former des

---

<sup>4</sup> Champignons souvent spécifiques d'une espèce ligneuse éliminant les branches mortes ou moribondes.

peuplements denses, surtout après une perturbation, est, quant à elle, plus résistante au feu. Elle peut entrer cependant en compétition avec les autres espèces des strates arborescentes et arbustives et empêcher la régénération forestière ou les plantations.

Les coupes rases sont par ailleurs très dommageables à la préservation de la biodiversité. Si la présence de rémanents et de bois mort peut en atténuer les impacts négatifs pour certaines espèces, des pratiques sylvicoles plus durables devraient permettre de pouvoir réconcilier en partie les enjeux de lutte contre les risques d'incendie et de préservation de la biodiversité.

### **I.2. La nature du sol**

Les sols secs (en particulier sur des substrats rocheux ou sableux comme beaucoup de forêts méditerranéennes par exemple), *a fortiori* sous climat sec et chaud, sont naturellement plus vulnérables aux incendies que des sols avec de l'humus, humides ou détrempés (par exemple les sols argileux). En effet, les sols profonds et humifères sont capables de retenir davantage d'eau et donc de limiter l'impact de la sécheresse sur la végétation.

Les sols contenant une forte proportion de matière organique (humus, tourbe, plus rarement charbon ou lignite), comme les sols tourbeux (actuels ou enfouis), peuvent abriter des foyers de combustion sans flamme visible, qui peuvent perdurer plusieurs semaines à plusieurs mois en se propageant lentement (1 à 3 cm par heure) sous la surface du sol et en émettant des fumées très toxiques et de grandes quantités de carbone et de dioxyde de carbone.

Beaucoup de sols tourbeux se sont formés dans des marécages, tourbières ou landes humides. Ils ont souvent été drainés — donc asséchés, au moins en surface — pour être plantés d'arbres<sup>5</sup>. En sus, le changement climatique favorise l'assèchement de la végétation et des couches superficielles des zones humides. Cela accroît l'inflammabilité de ces milieux. Ils peuvent par ailleurs abriter des feux dit « zombies », capables de couvrir pendant de longues durées.

La gestion quantitative de l'eau joue donc un rôle dans la prévention des incendies : la diminution de la réserve utile d'eau dans le sol augmente directement l'inflammabilité des espèces végétales et indirectement des massifs en favorisant les dépérissements. Les mesures d'adaptation au changement climatique prélevant de l'eau dans les milieux naturels (par des barrages, bassines, prélèvements importants dans les ressources les moins vulnérables...) pour les installations humaines et l'agriculture augmentent donc le risque de feux en forêt.

### **I.3. La topographie**

Les versants secs et ensoleillés (adrets) sont plus vulnérables que les versants humides et ombragés (ubacs) ou les dépressions, car le sol et la végétation y sont naturellement plus secs. Cette différence est moins marquée dans les forêts méditerranéennes.

Sur une pente, le feu progresse plus rapidement de manière ascendante (*a fortiori* lorsque le vent souffle dans le sens de la pente) que descendante.

---

<sup>5</sup> La loi sur l'eau de 1992 a depuis limité ce type d'opérations.

#### I.4. La météorologie

Le vent accélère la vitesse de propagation d'un incendie selon plusieurs mécanismes : dessiccation de la végétation et des litières (combustible), apport d'oxygène attisant les flammes (comburant), induction de sautes de feu et de dispersion de fragments enflammés, inclinaison des flammes. La direction des vents dominants et la localisation des couloirs venteux sont bien connues ; en revanche les directions inhabituelles et les vents tourbillonnants sont imprévisibles et peuvent rendre le comportement du feu tout aussi imprévisible.

Les fortes chaleurs favorisent la dessiccation et la pyrolyse, et donc l'ignition. La sécheresse (hygrométrie < 30%) favorise le déclenchement et la propagation des feux.

## II. Leviers d'action et recommandations

Au vu des projections du Giec concernant l'évolution du climat et notamment l'augmentation en fréquence, durée et intensité des épisodes de sécheresse, on ne peut espérer éviter les feux de forêt dans les zones à risque, zones qui vont s'étendre et toucher des territoires qui étaient jusqu'alors peu concernés. La gestion de la végétation peut contribuer à limiter leur ampleur et les dégâts occasionnés.

Notant que ce sont les humains qui allument, directement ou non, l'immense majorité des feux, la première priorité est d'éduquer les populations pour éviter les conduites à risque (par exemple, mégots jetés dans la nature, barbecue en forêt etc.), de renforcer la communication sur la législation relative au risque incendie et les peines encourues en cas de non-respect et, enfin, de faire appliquer cette législation. L'organisation de la fréquentation, lieux et périodes d'accès, et des infrastructures d'accueil sont aussi des leviers essentiels. Les mesures de gestion les plus interventionnistes seront d'autant plus nécessaires dans les forêts à proximité des zones urbaines et fortement fréquentées.

**La gestion durable des peuplements forestiers, et notamment les Solutions fondées sur la nature (cf. Encadré B) peuvent offrir des opportunités pour la prévention des incendies tout en répondant à d'autres enjeux tels que la préservation de la biodiversité ou le développement économique.**

#### Recommandations pour la gestion de la végétation

Eviter les départs de feu et leur développement initial	Evaluer l'intérêt et l'efficacité de la suppression des infrastructures de drainage des sols forestiers.
	Proscrire les plantations d'espèces fortement inflammables dans les forêts à vocation principale de production de bois (par exemple, l'eucalyptus, certaines espèces de pin) et imposer l'élagage des branches mortes dont l'abscission

	<p>spontanée est impossible faute de champignons indigènes compétents, <b>pour les essences exotiques.</b></p> <p><b>Redonner des moyens humains et financiers aux organismes gérant les forêts</b> afin de mettre en œuvre les mesures de gestion listées ici.</p> <p><b>Actualiser la cartographie du Rapport de la mission interministérielle Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts (2010)<sup>6</sup> et la décliner à l'échelle communale, en croisant les différents facteurs évoqués plus haut</b> (notamment déficit hydrique, capacité de rétention en eau des sols, topographie, composition et structure des peuplements forestiers, proximité des zones urbaines, routes et chemins), qui peut mettre à profit les outils de télédétection (LiDAR pour la structure de la végétation, imagerie spectrale pour l'état d'hydratation) et de géomatique (Systèmes d'information géographique ou SIG).</p>
<p><b>Réduire la propagation et les risques de reprise des feux</b></p>	<p><b>Réduire la quantité de combustible disponible dans les forêts vulnérables au risque incendie en diminuant les densités de plantation, en organisant le cloisonnement et en supprimant la continuité entre strates arborescentes et strates arbustives et/ou herbacées</b> (par exemple, en organisant des feux contrôlés, en élaguant les branches mortes basses des arbres, en éliminant les arbustes à forte inflammabilité comme les genêts, les acacias, etc., mais en préservant ceux qui sont résistants au feu, comme l'arbousier). Ces mesures doivent être mises en regard des enjeux de préservation de la biodiversité dans les forêts concernées.</p> <p><b>Mettre en place des rideaux d'arbres et d'arbustes résistants au feu en lisière des parcelles à risque</b>, de manière à ralentir la naissance du feu, <i>via</i> la plantation d'essences indigènes (comme le noyer, orme, chêne liège, micocoulier de Provence, viornes, if), et en veillant à maintenir un accès pour les secours. Certaines espèces exotiques déjà en place et résistantes au feu peuvent jouer un rôle similaire mais elles doivent être gérées activement avec d'autres essences pour éviter qu'elles ne deviennent</p>

<sup>6</sup> Conseil général de l'Environnement et du Développement durable, Conseil général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces ruraux et Inspection générale des Finances (2010). Rapport de la mission interministérielle Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts. <https://www.vie-publique.fr/rapport/31347-changement-climatique-et-extension-des-zones-sensibles-aux-feux-de-foret>

	<p>envahissantes (comme <i>Prunus serotina</i>, <i>Acer negundo</i>, <i>Liriodendron tulipifera</i>, <i>Catalpa bignonioides</i>).</p> <p><b>Aménager des coupures de combustibles par des bandes suffisamment larges pour freiner la propagation des feux en cas d'incendie</b>, qui permettront aussi l'accès des services de lutte anti-incendie. Ces bandes doivent être entretenues de manière à empêcher l'embroussaillement spontané, la colonisation par des ligneux et l'invasion par des espèces exotiques envahissantes, par exemple en instaurant un pâturage (sylvopastoralisme), du brûlage dirigé ou éventuellement des cultures (cultures de printemps) ou des vergers (par exemple des arbres fruitiers, noyers, oliviers).</p> <p><b>Intégrer la gestion des incendies dans les plans de gestion des aires protégées</b>, au-delà de la gestion du risque incendie. Les mesures de gestion des incendies devront tenir compte de l'objectif prioritaire de préservation de la biodiversité. La pression exercée par la zone tampon, où les départs de feu sont plus probables, doit être considérée.</p> <p><b>Eviter les coupes rases</b> (coupes « à blanc »), <b>augmenter la durée d'exploitation des essences fortement sensibles au feu et promouvoir une sylviculture à couvert arborescent continu</b> tout en conservant une trame d'arbres matures favorables à la biodiversité.</p>
<p><b>Augmenter la résilience des peuplements</b></p>	<p><b>Prescrire la plantation de forêts mélangées</b>, en limitant les monocultures dans les plantations à vocation principale de production de bois et les actions de restauration. Ces forêts, plus résilientes face à de multiples aléas (ravageurs, sécheresse, tempête...), sont en meilleure santé et sont donc moins combustibles.</p>

A noter que certaines des mesures proposées ici pour lutter contre le risque incendie sont à arbitrer en fonction d'autres objectifs de gestion forestière, tels que l'atténuation des risques liés aux glissements de terrain, aux avalanches et aux chutes de pierres, ou la préservation de la biodiversité. En zone de montagne par exemple, la présence de rémanents et de bois mort au sol permet également de prévenir les risques gravitaires (avalanches, chutes de pierres...).

Des travaux américains montrent l'ambivalence que les mesures de gestion du risque incendie en forêt peuvent avoir sur la biodiversité. Les incendies de grande ampleur peuvent détruire directement des communautés d'espèces ou leurs ressources pour l'habitat et la nourriture, alors que les mesures de gestion du risque incendie peuvent simplifier la composition des strates forestières ou leur connectivité. A l'inverse, la gestion par les feux contrôlés ou les feux naturels de petite ampleur contribuent au processus naturel de

régénération forestière et à la diversité de ses habitats. Les travaux indiquent que sur le long terme (30 ans), les espèces bénéficieront davantage des mesures de prévention des incendies qu'elles ne seront impactées par la modification de leur habitat si un incendie de grande ampleur devait avoir lieu. Pour minimiser ces impacts, le ciblage des stratégies de prévention contre les incendies sur des zones hors habitats clés (par exemple pour la nidification et la reproduction) peuvent réduire à court terme l'impact sur la faune et la fonge.

**Par ailleurs, un effort en matière de recherche est nécessaire.** On peut recommander de :

- Compléter et actualiser les études sur les traits d'histoire de vie des plantes et leur corrélation avec leur inflammabilité (échelle spécifique), et sur les spectres d'inflammabilité des communautés végétales (échelle communauté), de manière à hiérarchiser le risque incendie à ces deux échelles<sup>7</sup> ;
- Promouvoir les études sur la vulnérabilité et le rôle des forêts anciennes et de la libre évolution face au risque incendie ;
- Analyser statistiquement la réalité des incendies dans les zones protégées et leurs causes ;
- Etudier la relation entre différents modes de gestion sylvicole et le risque incendie, en tenant compte notamment des essences présentes sur la parcelle lors de la coupe et celles aux différents stades de recolonisation ;
- Promouvoir les recherches sur les émissions et le rôle des composés organiques volatils (COV) par les sols et la végétation dans la dynamique des feux de forêt ;
- Mobiliser l'écologie du paysage et la modélisation mathématique pour définir des schémas d'aménagement optimaux sur tout le territoire ;
- Promouvoir la recherche en télédétection LiDAR et spectrale pour identifier des indicateurs structuraux et écophysologiques de l'inflammabilité des forêts, qui permettront de hiérarchiser les risques ; promouvoir également la recherche en cartographie intégrative (SIG) permettant de coupler les différents paramètres du risque incendie (végétation, sol, topographie, météorologie) et de hiérarchiser les zones à risque ;
- Elaborer des guides de sylviculture destinés à décliner ces principes, notamment ceux de maintien du couvert arboré continu dans les peuplements majoritairement composés d'héliophiles ou d'inflammables (pin) ou de suppression de la continuité entre strates ;
- Promouvoir des études en écologie du paysage pour proposer des systèmes agro-sylvo-pastoraux à l'interface ville – forêt qui permettent une relative protection contre l'incendie et un maintien de la multifonctionnalité des forêts ;
- Promouvoir des études sociologiques sur (i) le rôle de la communication, la législation et le contexte socioéconomique pour comprendre les facteurs du risque incendie et les obstacles à l'application du cadre légal de prévention et (ii) les valeurs, cadres

---

<sup>7</sup> A notre connaissance, seules quelques essences méditerranéennes ont été étudiées en ce sens. Ces études doivent être conduites pour toutes les essences présentes dans les forêts françaises, y compris les essences non-indigènes. Si certaines espèces exotiques sont bien documentées dans leur aire d'origine, les conclusions des études pourraient être différentes pour la France qui représente une aire d'introduction.

institutionnels etc. motivant les politiques et pratiques forestières en France, afin d'explicitier les compromis entre différents objectifs (par exemple, conservation, production, sécurité).

Enfin, compte tenu du caractère multifactoriel des risques et donc des actions de prévention à mettre en place, aux échelles des espèces, des communautés et des massifs forestiers, **nous recommandons qu'une analyse de ces risques et de ces mesures de prévention soit conduite à l'échelle de chaque département et de chaque région, avec la mise en place d'une gouvernance locale et régionale.** L'analyse doit inclure, outre les professionnels de la forêt, l'ensemble des acteurs impliqués dans la connaissance des écosystèmes : cela implique les instituts de recherche, toutes affiliations confondues, les associations naturalistes et les sociétés scientifiques, les gestionnaires d'espaces naturels (Conservatoires des Espaces Naturels, Réserves Naturelles, Parcs Naturels Régionaux, etc.) et les instances impliquées dans la protection de la biodiversité (Conseils Scientifiques Régionaux du Patrimoine Naturel, Conservatoires Botaniques Nationaux, Offices Régionaux de la Biodiversité, etc.). Cette stratégie partant du terrain est la seule qui puisse garantir l'efficacité et la qualité des mesures de prévention des feux de forêt.

#### Encadré A : Inflammabilité des différentes strates arborescentes, arbustives et herbacées

- **Strate arborescente** : de manière générale, les résineux (conifères) sont plus inflammables que les feuillus, d'une part parce qu'ils contiennent des composés inflammables (résines et essences), d'autre part parce que leurs tissus contiennent naturellement moins d'eau (en particulier au niveau des feuilles qui sont des aiguilles ou des écailles). Il existe néanmoins des essences feuillues très inflammables, comme les eucalyptus et les acacias.
- **Strate arbustive** : les buissons denses d'espèces sociales de demi-ombre, comme la bruyère arborescente et les genêts, fournissent un combustible abondant, dense, à faible teneur en eau et suffisamment haut pour assurer une continuité avec les branches basses des arbres, ce qui favorise les feux de cimes. *A contrario*, les arbustes dont les tissus sont riches en eau peuvent avoir un effet protecteur.
- **Strate herbacée** : selon la végétation qui la compose, cette strate peut fournir des quantités relativement importantes de combustibles (par exemple les tapis de fougère aigle, de bruyères et de certaines graminées sociales), en particulier en saison estivale par temps chaud et sec, qui favorisent la propagation des feux de surface. Elle peut aussi être composée de plantes et de bois mort qui maintiennent l'humidité au sol.

#### Encadré B : Les Solutions fondées sur la Nature

Les Solutions fondées sur la Nature sont définies comme les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité.

Les Solutions fondées sur la Nature se déclinent en trois types d'actions, qui peuvent être combinées entre elles dans les territoires et/ou avec des solutions d'ingénierie classique, à savoir :

- La préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état ;
- L'amélioration de la gestion d'écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines ;
- La restauration d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes.

Source : : UICN France (2016). *Des solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques*. Paris, France. <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>

**Ce document a été rédigé par la Société Botanique de France (G. Decocq, S. Muller, T. Gauquelin, M.-A. Selosse, E. Dodinet, A. Artiges) et le Comité français de l'UICN (A. Hallosserie, N. Rodrigues, S. Moncorps, E. Michau) avec la contribution de membres de son Groupe Forêts (A. Castro, B. Fady, P. Hirbec, E. Lonjaret, E. Rigolot, M. Toutchkov et G. Vanpeteghem).**

### Références

- Alam M.A., Wyse S.V., Buckley H.L., Perry G.L.W., Sullivan J.J., Mason N.W.H., Buxton R., Richardson S.J., Curran T.J. (2020) Shoot flammability is decoupled from leaf flammability, but controlled by leaf functional traits. *Journal of Ecology* 108: 641–653.
- Arellano-del-Verbo, G., Urbieto, I. R., Moreno, J. M. (2023) Large-fire ignitions are higher in protected areas than outside them in West-Central Spain. *Fire*. 2023, 6(1), 28; <https://doi.org/10.3390/fire6010028>
- Curt T., Hély C., Barbero R., Dupuy J.L., Mouillot F., Ruffault J. (2022) *Feux de végétation. Comprendre leur diversité et leur évolution*. Paris, Editions Quæ.
- Delabrazé P. et Valette J.C. (1974) Inflammabilité et combustibilité de la végétation forestière méditerranéenne. *Revue forestière française, AgroParisTech*, 1974, 26 (S), pp.171-177. hal-03395690
- Jones G.M., Gutiérrez R.J., Tempel D. J., Whitmore S.A., Berigan W. J., Peery M. Z. (2016) Megafires: an emerging threat to old-forest species. *Frontiers in Ecology and the Environment* Vol. 14 (6), August 2016, p.300-306 <https://doi.org/10.1002/fee.1298>
- Nolan R.H., Blackman C.J., Resco de Dios V., Choat B., Medlyn B.E., Li X., Bradstock R.A., Boer M.M. (2020) Linking forest flammability and plant vulnerability to drought. *Forests* 11: 779 doi:10.3390/f11070779.
- Pons, P., Lambert, B., Rigolot, E., Prodon, R., 2003. The effects of grassland management using fire on habitat occupancy and conservation of birds in a mosaic landscape. *Biodiversity and Conservation*, Springer Verlag, 12 (9), pp.1843-1860.
- Popović Z., Bojović S., Marković M., Cerdà A. (2021) Tree species flammability based on plant traits: a synthesis. *Science of the Total Environment* 800: 149625.
- Rigolot, E., Lambert, B., Pons, P., Prodon, R., 2002. Management of a mountain rangeland combining periodic prescribed burnings with grazing: impact on vegetation. *Fire and Biological Processes*, Edited by Trabaud L. and R. Prodon, pp.325-337.
- Sánchez-Pinillosa M., De Cáceres M., Amezteguia A., Coll L. (2019) Temporal dimension of forest vulnerability to fire along successional trajectories. *Journal of Environmental Management* 248: 109301.
- Société botanique de France (2021) *L'introduction d'essences exotiques en forêt*. Livre blanc. Novembre 2021. 143p. ISBN 978-2-493703-00-2
- Tempel, D.J., Gutiérrez, R.J., Battles J.J., Fry D.L., Su Y., Guo Q., Reetz M.J., Whitmore S.A., Jones G.M., Collins B.M., Stephens S.L., Kelly M., Berigan W.J., Peery M.Z. (2015) Evaluating short- and long-term impacts of fuel treatments and simulated wildfire on an old-forest species. *Ecosphere* Vol. 6(12), December 2015, DOI 10.1890/ES15-00234.1
- Tumino BJ, Duff TJ, Goodger JQD, Cawson JG (2019) Plant traits linked to field-scale flammability metrics in prescribed burns in *Eucalyptus* forest. *PLoS ONE* 14(8): e0221403.
- UICN Comité français, 2022. *Les Solutions fondées sur la Nature pour les risques gravitaires et incendie en France*. Paris, France.
- Valette, J.C. (1990) Inflammabilités des espèces forestières méditerranéennes. Conséquences sur la combustibilité des formations forestières. *Revue forestière française, AgroParisTech*, 1990, 42 (S), pp.76-92. 10.4267/2042/26171. hal-03425168
- Varner J.M., Kane J.M., Kreye J.K., Engber E. (2015) The flammability of forest and woodland litter: a synthesis. *Current Forestry Reports*: DOI 10.1007/s40725-015-0012-x.