

Projet AlpFire – évaluation et gestion des dangers naturels liés aux incendies de forêt

Nicoletta Trabucchi^{1*}, Federico Ferrario¹, Marco Conedera², Erika Prina Howald³

¹ EcoEng SA, Porrentruy (CH)

² Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, WSL, Cadenazzo (CH)

³ Haute école d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud HEIG-VD, Yverdon-les-Bains (CH)

Dans le cadre d'une étude menée par le groupement d'étude EcoEng SA et l'HEIG-VD en collaboration avec les cantons de Vaud, Neuchâtel, Fribourg, Tessin et Berne, une méthodologie de simple application a été développée pour l'évaluation des impacts des feux sur les forêts et sur leur capacité protectrice contre les aléas naturels de type gravitationnel tels que les avalanches, les coulées de boue et de débris, les laves torrentielles, les glissements de terrain et les chutes de pierres. Le résultat est un diagramme de flux permettant d'identifier l'effet cascade des processus et des mesures qui précèdent et qui suivent le moment de l'incendie. En ce qui concerne les effets cascades après incendie, l'échelle temporelle considérée va de la première année après l'incendie jusqu'à quelques décennies après l'événement. Le schéma propose des approches pratiques concernant les procédures, les évaluations, les mesures qui précèdent et suivent le moment de l'incendie, et constitue un outil de gestion facilement adaptable aux spécificités des différentes régions pyrologiques de Suisse.

doi: 10.3188/szf.2025.0278

* Place de la Gare 4, CH-2900 Porrentruy, courriel nicoletta.trabucchi@ecoeng.ch

La Suisse a une longue tradition en matière de sauvegarde et gestion des forêts dont la fonction protectrice envers les dangers naturels est largement reconnue. D'après les résultats du projet SilvaProtect-CH (Losey & Wehrli 2013), la surface totale de forêt protectrice avec un rôle important dans la mitigation des dangers naturels de type gravitationnel a été estimée en Suisse à 586 000 ha, soit environ la moitié (49%) des forêts du pays, avec une répartition inégale entre les cantons. Par exemple, le canton présentant la plus grande surface de forêt protectrice est le canton des Grisons avec une surface de 122 000 ha, soit 61% de sa surface forestière. Les cantons du Tessin et du Valais sont les deux cantons dont le pourcentage de surface forestière protectrice est le plus élevé avec respectivement 90% (115 000 ha) et 87% (82 000 ha).

Les perturbations de ces forêts engendrées par les incendies peuvent diminuer jusqu'à un niveau critique le rôle de protection des peuplements forestiers (figure 1), et cela peut avoir de lourdes conséquences sur le déclenchement et le développement des différents dangers na-

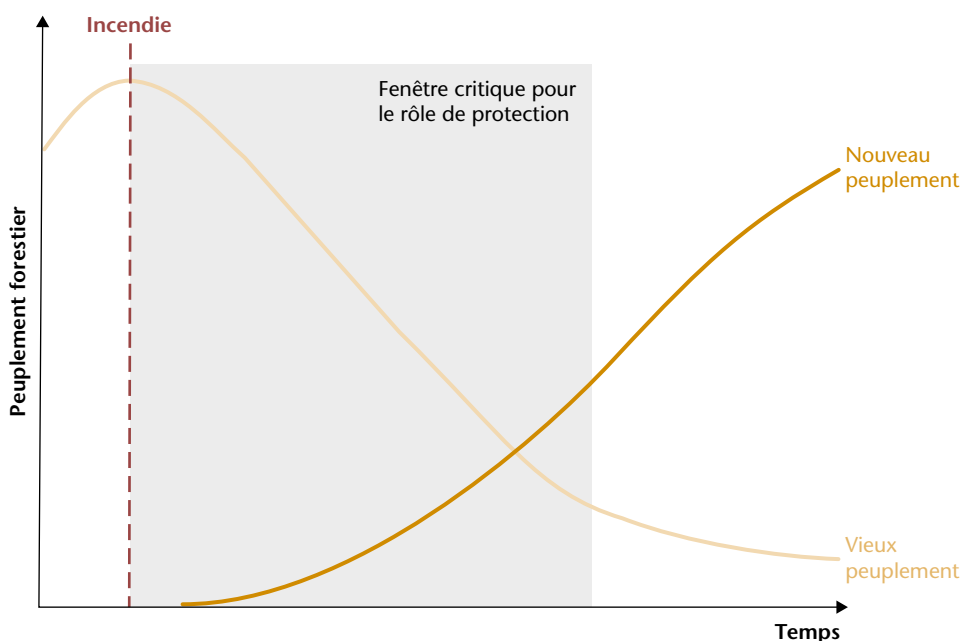


Fig. 1: Fenêtre temporelle durant laquelle l'impact du feu affecte le rôle de protection de la forêt contre les dangers naturels. Modifié d'après Conedera & Pezzatti 2019; Melzner et al 2022

turels (Conedera & Pezzatti 2019; Melzner et al 2022). Bien que la littérature scientifique en ce domaine soit abondante, il reste tout de même de nombreux aspects d'implémentation pratiques qui nécessitent d'être étudiés et testés. En Suisse,

en particulier, il n'existe pas de méthodologie uniformisée permettant l'évaluation de l'état de la forêt avant et après un incendie, notamment en relation avec les dangers naturels potentiellement associés. Dans un contexte de changements glo-



Fig. 2: Mesures urgentes pour prévenir les chutes de pierres après un incendie de Verdasio (TI) en 2022. Photo: Marco Conedera / WSL

baux en cours, lesquels vont accentuer la fréquence et la sévérité des feux de forêt et multiplier ainsi les risques de dangers naturels, cette thématique se place au cœur de l'actualité en matière de gestion du territoire (figure 2). Par conséquent, différents cantons suisses ont décidé de saisir la question et d'intégrer le projet pluridisciplinaire et intercantonal AlpFire. Le but principal de cette recherche est de pallier les lacunes en matière de connaissances dans ce domaine.

Méthodes

Plusieurs propositions méthodologiques ont été élaborées au sein du groupement d'étude. Les différentes propositions ont été discutées avec les représentants cantonaux ainsi que les membres du WSL. Ils ont validé la méthode qui est décrite dans cet article. Il en résulte la création d'un diagramme méthodologique permettant d'identifier l'effet cascade des processus et des mesures qui précèdent et suivent le moment de l'incendie. En effet, les conséquences et effets d'un incendie de forêt peuvent s'étaler sur une échelle temporelle très variable, qui commence avec le feu de forêt et qui va jusqu'à long terme après l'événement en raison de la résistance au feu et au temps de résilience des essences forestières.

La méthode retenue et proposée dans le diagramme se base sur un condensé de la littérature existante en la matière et sur l'expérience de terrain des auteurs. En effet, en fonction des données de base existantes, la situation en lien avec les

processus naturels et le risque de feux de forêt peut déjà être connue au préalable. L'évaluation successive à l'incendie se base également sur les connaissances scientifiques actuelles (données d'évaluation de l'intensité du feu, estimation de la résistance et de la résilience des essences), mais intègre également l'expérience de terrain pour l'évaluation de l'événement de feu, mais aussi pour les processus naturels qui peuvent se produire avec les phénomènes liés à d'autres facteurs externes. A partir de l'évaluation et du cheminement suivi, le diagramme propose des solutions en fonction de la temporalité.

Diagramme d'évaluation

Le feu peut entraîner des conséquences directes et indirectes sur les dangers naturels gravitaires. Certains peuvent se manifester pendant ou peu après l'incendie, comme les chutes de pierres ou les laves torrentielles. Chutes de pierres additionnelles et les glissements de terrain, peuvent survenir quelque temps après l'incendie à cause de la perte de vitalité et de la déstructuration du peuplement forestier (figure 3).

La méthodologie développée est présentée sous forme de diagramme et décrit l'effet cascade des conséquences du feu sur la forêt à différentes échelles tempo-

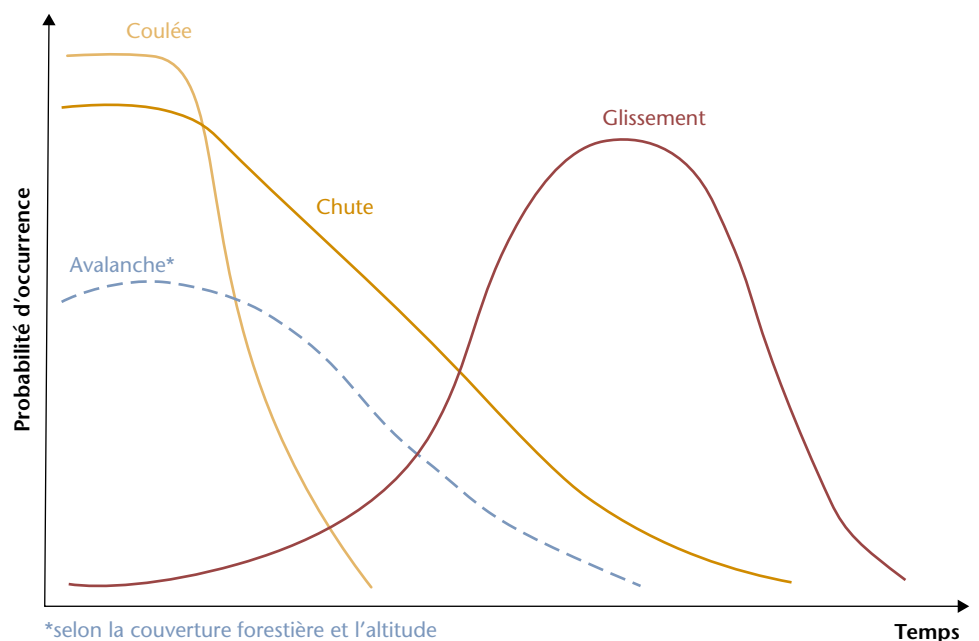


Fig. 3: Représentation conceptuelle de la dynamique des processus suite à l'incendie. Modifié d'après Schwarz et al 2021

relles, cela correspond à la succession de l'impact potentiel du feu sur les différents dangers naturels comme suggéré par Conedera et Pezzatti (2019). La conceptualisation du diagramme (figure 4) se fait sur la base de plusieurs paramètres:

- La phase de préparation considère les données de base sur la nature du sol, les infrastructures, les dangers et les processus naturels et les peuplements forestiers dont chaque canton dispose, avec des degrés de détail différents et des particularités territoriales.

- La littérature scientifique et la base des données Swissfire donnent des indications sur l'historique, les paramètres à considérer lors d'une évaluation de l'état de la forêt après l'incendie, la résistance et la résilience au feu des essences forestières.

- Sur la base des événements historiques, la revue de la littérature scientifique décrit quels sont les processus naturels qui se manifestent après un incendie.

Description du diagramme

Avant l'incendie

La phase qui précède l'incendie est aussi fondamentale, elle permet de mener des analyses et d'adopter des mesures organisationnelles (sensibilisation de la population, stratégie d'intervention, mesures techniques préventives, etc.) et ainsi mitiger les aléas. Des mesures de prévention (bassins d'eau, mesures techniques ou sylvicoles, systèmes d'alerte et protocoles d'évacuation) peuvent aussi être mises en place pour permettre d'intervenir au plus vite après le déclenchement de l'incendie et garantir une plus grande marge de l'effet protecteur.

A court terme après l'incendie (0–2 ans)

L'évaluation de l'état de la forêt après l'incendie permet de décider si des mesures sont nécessaires à court terme. Il est important de souligner que la dégradation de l'état de la forêt peut faciliter l'apparition des pathogènes et d'espèces envahissantes. Il est aussi nécessaire de surveiller la présence de la faune et les conditions météorologiques. Tout phénomène peut se manifester à court terme en raison des conditions locales et de l'impact du feu. La littérature rend toutefois attentif sur deux phénomènes qui peuvent se manifester pendant l'incendie ou à court terme après l'incendie: les chutes de pierres et les coulées. Le premier phénomène peut

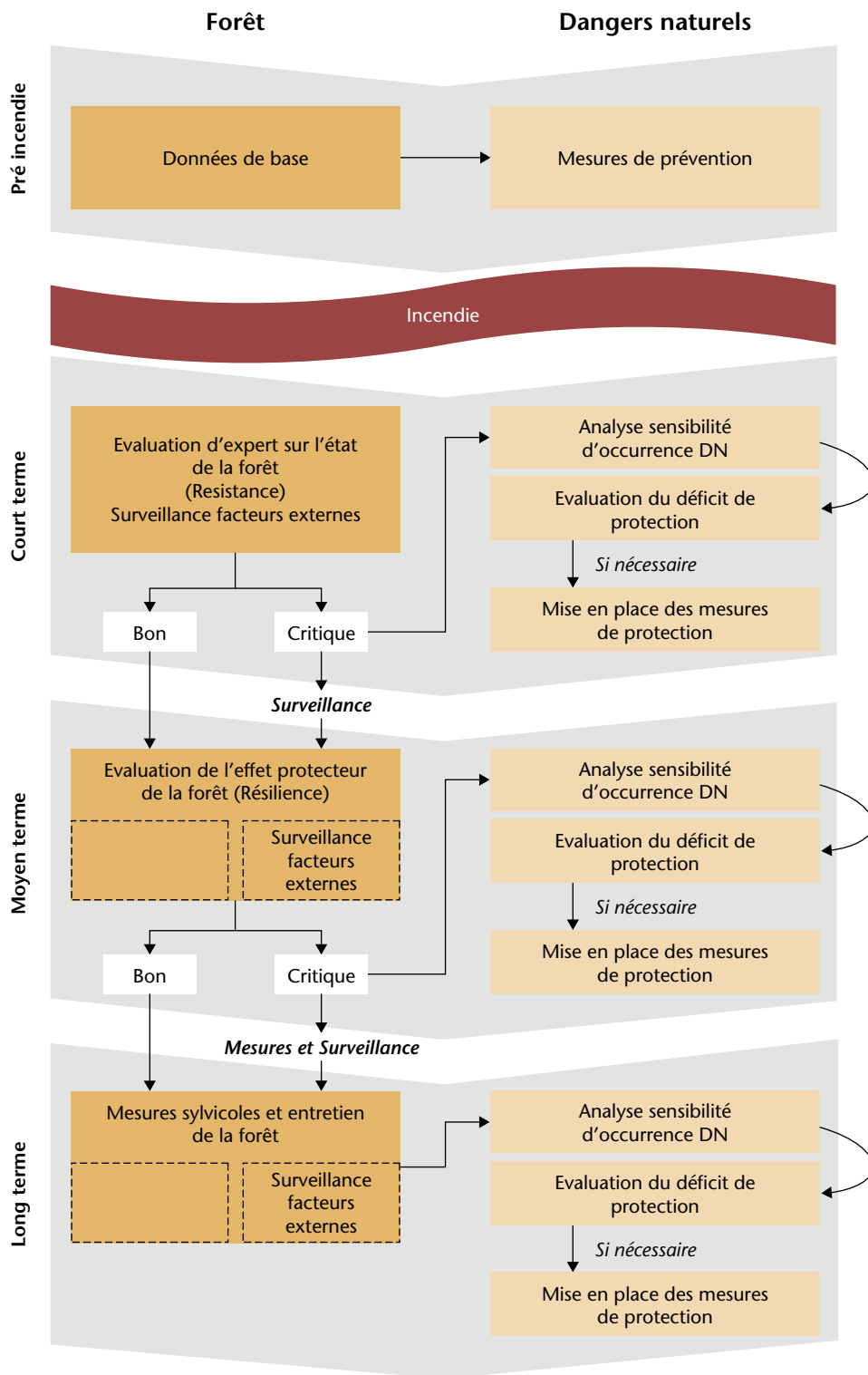


Fig. 4: Diagramme simplifié pour l'évaluation de l'effet cascade des conséquences du feu sur la forêt à différentes échelles temporelles. DN: dangers naturels. Version complète Trabucchi et al (2025)

se déclencher à la suite de la perte de la couche de litière et de l'horizon d'humus pendant l'incendie mais aussi à cause de la chute des arbres et de la perte de cohésion des racines après l'incendie. Le second se manifeste à cause des effets indirects du feu sur la perméabilité du sol. Durant les premiers mois et à l'occurrence des précipitations intenses, l'eau tend à ruisseler sur le sol. Ceci a un effet impor-

tant sur les processus d'érosion et de mobilisation des cendres. Si des mesures de protection contre les dangers naturels sont présentes, elles peuvent partiellement garantir l'effet protecteur en absence de la forêt. Il faut cependant évaluer si les mesures sont suffisantes et présentes dans les endroits plus sensibles. Dans des conditions favorables, aucune autre mesure n'est nécessaire afin de ga-

rantir une protection suffisante. Dans le cas contraire, il s'avère qu'un déficit de protection existe.

A moyen terme après l'incendie (2–8 ans)
L'effet protecteur de la forêt ne peut être évalué que quelques années après l'incendie. Ceci en raison de la perte progressive de vitalité des arbres, du stress graduel des plantes, des effets du feu qui ne sont pas visibles à court terme ou encore de l'apparition des facteurs externes (pathogènes, faune, flore envahissante) après un incendie. Le taux de mortalité des arbres, combiné avec les éléments qui ont été évalués à court terme permettent de définir si l'effet protecteur de la forêt est toujours garanti. L'évaluation doit être faite par un expert et de manière objective. Il est toutefois important de surveiller régulièrement et en fonction des événements météorologiques la surface brûlée pour évaluer les conditions de la forêt. La fréquence des contrôles est à déterminer en fonction de l'évolution de l'état de la surface forestière. Plusieurs phénomènes peuvent se manifester dans cette phase en raison des conditions locales. La probabilité d'occurrence des phénomènes de chute de pierres, de glissement superficiel et d'avalanche est accrue en raison de l'absence de litière et de la dégradation progressive des arbres (canopée, tronc et racines). Des mesures techniques ou sylvicoles peuvent être entreprises afin d'améliorer l'effet protecteur face aux dangers naturels gravitaires. Comme cela a été mentionné auparavant, une analyse de sensibilité de la surface aux dangers naturels doit être faite indépendamment de leur probabilité d'occurrence à ce stade. Dans le cas où un déficit de protection se présente, il est nécessaire de mettre en place des mesures qui permettent de réduire la vulnérabilité de la surface en absence de végétation ligneuse. Ce processus doit se répéter aussi à long terme.

A long terme après l'incendie (>8 ans)
Des mesures à long terme doivent être prévues après l'incendie afin de garantir la régénération de la forêt et son effet de protection. Tout de même, les ouvrages doivent être entretenus afin de garantir leur fonctionnement. Des mesures organisationnelles contre les feux de forêt peuvent aussi être mises en place dans le

but de prévenir un éventuel incendie. Tout processus de danger peut se manifester selon les conditions locales. La probabilité d'occurrence des glissements superficiels est toutefois plus importante. Ceci est lié à la perte de cohésion du sol, puis à la dégradation du système racinaire. Le phénomène se réduit une fois que la couverture forestière est suffisamment développée.

Conclusion

Le diagramme proposé est le résultat de la méthodologie développée et correspond à un instrument d'utilisation simple qui permet de faire une analyse globale des phases avant et après l'incendie. Cet outil peut être utilisé de manière pragmatique. Toutefois une formation ou un suivi par un spécialiste serait nécessaire lors d'une première phase de son application dans la pratique, y compris pour la matrice d'évaluation des essences. Des discussions sur la forme et la mise en place du suivi sont en cours. Il serait idéalement envisageable de proposer une formation pratique, sous l'égide des institutions compétentes telles que le WSL et avec des études de cas sur des surfaces récemment brûlées. Cette méthode de gestion s'inscrit dans le cadre des différentes phases de la gestion intégrée des risques de l'OFPP (2019), ainsi que des plans d'intervention cantonaux. En raison de la complexité d'un incendie et de ses conséquences, les instruments d'évaluation (diagramme et matrice d'évaluation) intègrent de nombreux paramètres. Pour cette raison, l'utilisation du diagramme résultant de cette recherche nécessite une connaissance de base sur les aspects forestiers, l'analyse du feu et les dangers naturels. ■

Remerciements

Dans le cadre du projet Alfire, nous tenons à remercier les personnes et cantons suivants pour l'excellente collaboration et leur soutien tout au long du projet: Marc Ballmer-Mees, Service de la faune, des forêts et de la nature du Canton de Neuchâtel, Sébastien Lévy, Domaine des Dangers naturels de la Direction générale de l'environnement du Canton de Vaud, Benoît Mazotti, Service des forêts et de la nature SFN du Canton de Fribourg, Dr. Andrea Pedrazzini, Ufficio dei pericoli naturali, degli incendi e dei progetti du Canton du Tessin, Christian Pfammatter, Office des forêts et des dangers naturels du Canton de Berne, et Wyss Academy for Nature dans le cadre du projet «Waldbrandmanagement Alpenordseite».

Références

- CONEDERA M, PEZZATTI GB (2019) Incendies de forêt en Suisse. Un danger, pas uniquement pour la forêt. Protection de la population 12 (34): 17–19.
- LOSEY S, WEHRLI A (2013) Forêt protectrice en Suisse. Du projet SilvaProtect-CH à la forêt protectrice harmonisée. Berne: Office fédéral de l'environnement. 29 p.
- MELZNER S, CONEDERA M, PEZZATTI GB (2022) Post-Waldbrand-Risiko in den schweizerischen Gebirgen. Wildbach- und Lawinenverbau 86 (190): 120–130.
- OFPP (2019) Modèle gestion des risques. Berne: Office fédéral de la protection de la population. Version août 2019. <https://www.babs.admin.ch/fr/la-gestion-des-risques-et-des-dangers> (accès 20.6.2025)
- SCHWARZ M, MAY D, FLEPP G (2021) Auswirkung von Waldbränden aus Naturgefahren. GWG Tagung, 12.02.2021.
- TRABUCCHI N, FERRARIO F, CONEDERA M, PRINA HOWALD E (2025) Figure 4 détaillée Projet AlpFire – évaluation et gestion des dangers naturels liés aux incendies de forêt. Schweizer Z Forstwes 176 (5): 278–281. doi: 10.5281/zenodo.16929512

Projekt AlpFire – Bewertung und Management von Naturgefahren im Zusammenhang mit Waldbränden
Im Rahmen einer Studie, die von der Forschungsgruppe EcoEng SA und der Haute École d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) in Zusammenarbeit mit den Kantonen Waadt, Neuenburg, Freiburg, Tessin und Bern durchgeführt wurde, wurde eine einfach anzuwendende Methodik entwickelt, um die Auswirkungen von Bränden auf Wälder und deren Schutzfunktion gegen Naturgefahren wie Lawinen, Murgänge, Schuttlawinen, Erdbeben und Steinschlag zu bewerten. Das Ergebnis ist ein Flussdiagramm, mit dem sich die Kaskadeneffekte der Prozesse und Massnahmen vor und nach dem Brand identifizieren lassen. Bei den Kaskadeneffekten nach einem Brand reicht die betrachtete Zeitskala vom ersten Jahr nach dem Brand bis zu einigen Jahrzehnten nach dem Ereignis. Das Schema enthält praktische Ansätze für Verfahren, Bewertungen und Massnahmen vor und nach einem Brand. Das Managementinstrument lässt sich leicht an die Besonderheiten der verschiedenen pyrologischen Regionen der Schweiz anpassen.