

GUIDE DE SYLVICULTURE POUR LA PRÉVENTION DES INCENDIES DE FORÊT EN CORSE

Antonella MASSAIU & Muriel TIGER







Office National des Forêts

Photos de couverture
© Muriel Tiger/ONF, © Antonella Massaiu/ONF et © Orane Faletti/ONF

Référence
Massaiu Antonella, Tiger Muriel, 2022. Guide de sylviculture pour la prévention des incendies en Corse. ONF – Cardère éditeur, classeur 16 fiches techniques avec livret 156 p.

Les autrices
Antonella Massaiu, ONF Corse, Unité Défense des forêts contre les incendies
antonella.massaiu@onf.fr
Muriel Tiger, ONF Corse, Unité Élaboration des aménagements forestiers
muriel.tiger@onf.fr

Ouvrage élaboré avec l'appui de la Délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne et publié grâce au soutien financier du programme Européen Interreg









https://cardere.fr

© ONF 2022 © Cardère éditeur 2022 isbn 978-2-37649-033-3
Aux termes du Code de la Propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. L'exploitation à des fins publiques sera faite en stricte conformité avec la loi (loi 92-597 1992-07-01, loi n° 2006-961 du 1er août 2006, loi n° 2011-1898 du 20 décembre 2011). L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) – 20 rue des Grands Augustins 75006 Paris – Tél. 01 44 07 47 70 / Fax 01 46 34 67 19.

En Corse, la politique de défense des forêts contre les incendies (DFCI) est définie, sous la responsabilité du préfet, dans un plan régional : depuis 2006, le PPFENI (Plan de prévention des forêts et des espaces naturels contre les incendies) propose, pour la région Corse, une stratégie globale.
Le PPFENI 2013-2022 prévoit dans son cahier 1-§II.3.1.5 le renforcement de l'opérationnalité des ouvrages grâce aux activités agricoles et sylvicoles, dans le §II.3.2.2, la protection rapprochée de massifs forestiers, et dans le §II.3.2.3, la prise en compte du risque d'incendie dans la gestion forestière. Les objectifs affichés sont la complémentarité sylviculture-DFCI, la mise en place de modes de gestion des peuplements forestiers sur les ouvrages DFCI ainsi que ceux permettant de minimiser les dommages possibles et l'élaboration d'une sylviculture préventive avec un guide de conseils et de bonnes pratiques pour les propriétaires et gestionnaires forestiers.
Le groupe de travail interservices sur les incendies (GTI), chargé de la mise en œuvre du PPFENI, a confié à l'ONF Corse la réalisation de ce guide. Financé par la DPFM (Délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne), il a été approfondi, traduit et publié dans le cadre du projet européen Med-Star (programme Italia-Francia Marittimo).
En effet, les coupures de combustible installées en forêt se sont heurtées à une loi de la nature : les arbres vieillissent et meurent. Dès lors, puisque ceux-ci sont une composante importante des zones d'appui à la lutte, non seulement parce qu'ils sont localisés en forêt mais plus essentiellement en raison des bénéfices qu'ils apportent aux ouvrages, il fallait penser à les renouveler. Pour un forestier, la régénération d'un peuplement est l'élément qu'il recherche à tout prix et il suffit d'y appliquer un traitement sylvicole préétabli pour qu'elle soit menée à bien. Mais pour les personnels en charge de la lutte contre les incendies, la régénération sur un ouvrage est beaucoup moins bien perçue, car avec leur faible hauteur, leurs branches basses et leur forte densité, les jeunes arbres s'embrasent très facilement et peuvent propager le feu dans la cime des arbres ; l'ouvrage DFCI est alors non seulement inutilisable, mais pire, dangereux. Dès lors, il fallait réfléchir à une gestion forestière de ces ouvrages qui in-

tègre à la fois la régénération, la pérennisation et la sécurité des pompiers. Il était important que cette gestion forestière soit applicable et duplicable sur l'essentiel du territoire forestier corse de façon simple, sans pour autant être simpliste.

Ces réflexions ont été menées en concertation avec les partenaires de la DFCI et basées sur l'observation fine des peuplements. Les retours d'expérience, la modélisation et la recherche nous ont amenées à approfondir la distribution des types des peuplements forestiers en Corse en lien avec leur combustibilité et l'étude de leur comportement en cas d'incendie. Mais il y a incendie et incendie. La complexité de cette notion nous a conduites à nous focaliser sur le facteur de propagation principal et les forces en jeu, méthode utilisée en Catalogne et en Toscane. Cette approche aide en effet à identifier les secteurs critiques lors du déroulement d'un incendie et à localiser des zones d'opportunité, où une intervention efficace est possible. Ce changement de paradigme permet ainsi de mieux localiser et proportionner les ouvrages de prévention et la lutte.

Et comme la protection contre l'incendie ne se limite pas aux coupures de combustible, nous avons proposé non seulement des recommandations de gestion sylvicole pour d'autres types d'ouvrages DFCI, qui limitent les surfaces incendiées ou les effets de l'incendie, mais également des bonnes pratiques pour l'ensemble de la forêt corse. En effet, même hors des secteurs dédiés de façon spécifique à l'incendie, les prescriptions proposées ici permettent de réduire leur sensibilité au feu et leur faculté à propager un incendie.

Enfin, puisque la forêt est un écosystème complexe, réservoir de biodiversité qui participe au bien-être des populations, mais aussi au tissu économique, nous avons eu le souci de ne pas laisser de côté cette multifonctionnalité dont on parle tant, afin que la protection contre l'incendie ne soit pas déconnectée de cette réalité.

Ce document, validé par le groupe de travail régional spécialisé (GTI sylviculture et DFCI), est donc à la fois un guide technique à l'usage du gestionnaire qui y trouvera des détails précis sur les modalités sylvicoles à appliquer sur sa parcelle, et un document cadre pour les propriétaires, les décideurs et les financeurs, qui propose une vision intégrée, à l'échelle du paysage, de la gestion de l'espace contre l'incendie.

Après avoir explicité le contexte en matière de risque incendie dans les forêts corses (chapitre I) et la planification du territoire pour les éviter (chapitre II), le guide propose des conduites des peuplements forestiers sur ouvrages créés pour limiter les surfaces parcourues par les incendies (chapitre III) ainsi que sur ouvrages créés pour limiter les effets de l'incendie et hors ouvrage (chapitre IV). Il ouvre également sur de nouvelles perspectives de réflexion en introduisant des conseils sylvicoles pour intervenir sur certaines zones du territoire que l'analyse fine des incendies en fonction des facteurs de propagation permettra d'identifier comme des points clés pour limiter la propagation des incendies.

Pour une meilleure utilisation, nous avons conçu ce guide en deux parties : le livret élabore les principes tandis que les fiches, pouvant être mises à jour, détaillent les itinéraires techniques.

Ce guide étant en perpétuelle évolution, tout conseil, correction et avis sont les bienvenus.

Bonne lecture.

Antonella Massaiu et Muriel Tiger

Sommaire

LES INCENDIES DE FORÊT EN CORSE 11

Principes sur les incendies de forêt 11

Inflammabilité et combustibilité 11
Facteurs de propagation et analyse des forces 12
Types d'incendies 14
Conclusion 26

Outils de description de l'aléa incendie 27

Sensibilité de la végétation 27
Vulnérabilité des forêts 27
Combustible 30

Mécanismes d'adaptation des espèces et des écosystèmes aux incendies 34

Facteurs déterminant le régime des incendies 34
Adaptation des végétaux aux incendies 36
Conséquences de l'incendie sur les écosystèmes 38

La forêt Corse 41

Surface et répartition 41
La gestion forestière 41
Les principales essences corses et leur comportement vis-à-vis du feu 43

PLANIFICATION DU TERRITOIRE POUR LA PRÉVENTION DES INCENDIES 55

Mesures circonstanciées au bassin de risque 56

Planification DFCI mise en œuvre en Corse 56
Pour une nouvelle planification du territoire pour la prévention des incendies 60

Mesures globales 65

Augmenter l'hétérogénéité structurelle et spécifique à l'échelle du paysage 65
Augmenter la résistance et la résilience des forêts 67

CONDUITE DES PEUPLEMENTS SUR LES OUVRAGES CRÉÉS POUR LIMITER LES SURFACES INCENDIÉES 69

Zone d'appui à la lutte (ZAL) 70

Caractéristiques 70
Sylviculture sur ZAL 74
Création d'une ZAL arborée 79
Gestion d'une ZAL arborée 80

Zone de réduction du combustible (ZRC) 82

Coupures de combustible actives (CCA) 83

Coupures actives arborées 83
Sylviculture sur CCA 84

Zone de gestion de combustible (ZGC) 85

Bandes vertes 86

Caractéristiques 86
Exemple de bandes vertes 86
Sylviculture sur bande verte 91

Les traitements du combustible sur les points stratégiques de gestion 92

CONDUITE DES PEUPLEMENTS POUR LIMITER LES EFFETS DE L'INCENDIE 95

Mise en autorésistance 96

Caractéristiques 96
Comment y parvenir ? 96
Stratégies retenues pour la Corse 98
Cas particulier de formations végétales « naturellement » autorésistantes 99

La sylviculture préventive hors ouvrage 101

Favoriser la résistance et la résilience à l'échelle du paysage 101
Limiter la vulnérabilité intrinsèque des peuplements 102
Réduire l'intensité du feu 107

Favoriser la résilience des peuplements 108

Glossaire 111
Bibliographie 115
Contributions 123

ANNEXES 125

Annexe n° 1 : Inflammabilité et pouvoir calorifique supérieur des espèces 125

Annexe n° 2 : Combustibilité des espèces 127

Annexe n° 3 : Cartographie zonale de la sensibilité de la végétation 128

Annexe n° 4 : Typologie de la vulnérabilité au feu des peuplements forestiers 132

Annexe n° 5 : Exemple de clef de vulnérabilité des structures forestières aptes à générer des feux de cimes (CVFoC) 136

Annexe n° 6 : Identification des modèles de combustible à partir des typologies de végétation IFN et Corine Land Cover 137

Annexe n° 7 : Description du comportement au feu des modèles de combustible 138

Annexe n° 8 : Structure de végétation et types de combustible en Toscane 140

Annexe n° 9 : Types de combustible en Toscane : exemple des pinèdes littorales 141

Annexe n° 10 : Nouvelles perspectives pour décrire une forêt : le Lidar 145

Annexe n° 11 : Carte de la sévérité de l'incendie 150

Annexe n° 12 : Exemples d'applications des modèles sur la Corse 151

FICHES TECHNIQUES 155

Fiche n° 1 Utilisation d'une ZAL

Fiche n° 2 Âge d'exploitabilité des arbres sur ZAL

Fiche n° 3 Quel type de traitement sylvicole choisir sur ZAL ?

Fiche n° 4 Itinéraire sylvicole de référence du traitement régulier par bouquets sur ZAL

Fiche n° 5 Itinéraire sylvicole de référence du traitement irrégulier pied à pied sur ZAL

Fiche n° 6 Mode opératoire du martelage sur ZAL en traitement irrégulier pied à pied (pin laricio, pin maritime)

Fiche n° 7 Itinéraires sylvicoles de rattrapage sur ZAL

Fiche n° 8 Clauses techniques générales pour la création d'une ZAL

Fiche n° 9 Clauses techniques générales pour la prise en compte des autres enjeux et risques sur ZAL

Fiche n° 10 Prise en compte du paysage sur les ouvrages DFCI

Fiche n° 11 Que faire en cas de ZAL incendiée ?

Fiche n° 12 Exemples de Zone de Gestion de Combustible

Fiche n° 13 Exemple de Bandes Vertes

Fiche n° 14 Mise en autorésistance

Fiche n° 15 Sylviculture proposée sur une zone mise en autorésistance dans un but de conservation paysagère

Fiche n° 16 Itinéraires techniques d'utilisation du brûlage dirigé dans la mise en autorésistance

Avertissement : Les sigles et abréviations utilisés tout au long de cet ouvrage sont explicités dans un glossaire situé en page 111.

Principes sur les incendies de forêt

Inflammabilité et combustibilité

L'inflammabilité, souvent calculée comme le temps d'inflammation, indique la **facilité avec laquelle la végétation s'enflamme** quand elle est soumise à une source de chaleur. Cependant cette méthode est limitée à l'analyse de l'inflammabilité des pousses terminales soumises à une source fixe de chaleur.
L'inflammabilité influence la probabilité d'inflammation et la rapidité de développement du feu.

Inflammabilité de quelques espèces végétales méditerranéennes

Inflammabilité	Espèces
Faible	Arbousier
Modérée	Ciste de Montpellier
Forte	Pin maritime
Très forte	Bruyère, chêne-liège, chêne vert

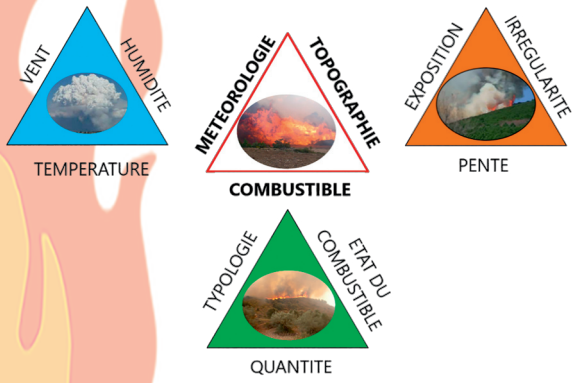
Dans une formation végétale, l'inflammabilité correspond à celle de l'espèce la plus inflammable (➙ voir annexe n° 1 page 125 pour l'inflammabilité des espèces).
La combustibilité caractérise, en théorie, la **capacité d'une formation végétale à propager l'incendie**. Elle permet d'évaluer l'intensité d'un feu qu'une formation végétale déterminée peut alimenter.
Cependant, la mesure effective de la combustibilité, calculée avec la bombe calorimétrique[1], est celle de la **chaleur potentielle dégagée par une espèce** si celle-ci devait brûler intégralement (➙ voir annexe n° 2 page 127 pour la combustibilité des espèces).
Ainsi, c'est la combustibilité de l'espèce qui est retenue sur les cartes de combustibilité et non la combustibilité du peuplement qu'elle constitue (espèce dominante et structure). Or, des espèces pourtant très combustibles peuvent constituer des peuplements peu ou pas susceptibles de propager un feu ; par exemple, alors que le feu se propage difficilement à l'intérieur des yeuseraies adultes denses, celles-

[1] Une bombe calorimétrique est un appareillage permettant de mesurer le dégagement de chaleur au cours d'une réaction effectuée à volume constant. Dans ces conditions la chaleur mise en jeu est égale à la variation de la fonction d'état énergie interne U du système réactionnel : $\Delta U = Q_V$. La chaleur ne dépendant plus de la manière de procéder, on peut alors la déterminer. On peut ainsi déterminer le pouvoir calorifique (en J/g) d'une substance. (Helvira Martin & Hernando 1989)

ci sont quand même figurées en rouge ou noir sur la carte de combustibilité, en lien uniquement avec la forte combustibilité du chêne vert. Sans remettre en cause le concept de combustibilité des espèces, celle des peuplements forestiers, fortement dépendante de leur structure (et non seulement des espèces), devrait alimenter des cartes qui, croisées avec la saison de végétation (composition chimique et teneur en eau), l'inflammabilité, la topographie et les vents, permettraient de mieux appréhender la propagation des incendies et de mieux les prévenir.

Notons également que la notion de combustibilité doit s'apprécier de façon dynamique, car elle peut évoluer dans le temps et pendant la vie du peuplement, à essence dominante constante.

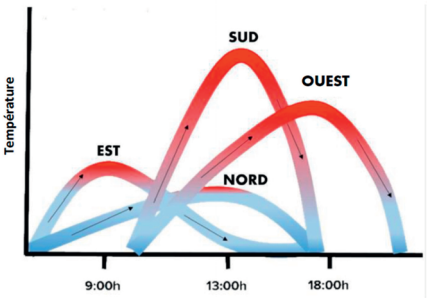
Facteurs de propagation et analyse des forces



Triangles du comportement du feu (DREAm 2021)

Pour un incendie de forêt, les facteurs influençant l'intensité de la combustion, la dynamique du feu et sa propagation s'articulent autour d'un « triangle du comportement du feu » ayant comme côtés : la **météorologie** (vent, humidité et température, mais aussi l'instabilité atmosphérique), la **topographie** (pente, exposition et irrégularité du terrain) et le **combustible** (quantité, type et état du combustible pour définir sa disponibilité) (Chandler et al. 1983, Trabaud 1989, DREAm 2021). Ainsi, si l'on suit cette modélisation classique de l'incendie, l'intensité est d'autant plus importante que la végétation est dense et haute, que le vent est fort et que la pente est montante (Lahaye 2018).

L'étude des facteurs de propagation permet d'observer que, dans un même territoire (topographie) et dans les mêmes conditions météorologiques (situation météorologique locale et synoptique[2]), le feu (si les temps de retour[3] sont constants) se propagera



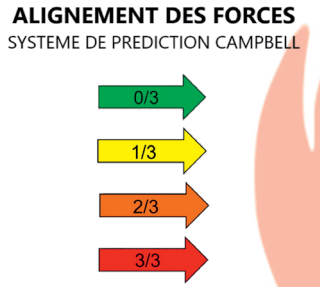
Température du combustible en fonction de l'exposition et des heures de la journée (Pau Costa et al. 2011, DREAm

[2] En météorologie, les phénomènes de l'échelle synoptique se caractérisent par une longueur de plusieurs centaines à plusieurs milliers de kilomètres et une durée de plusieurs jours ; ils comprennent les dépressions, les anticyclones et les creux barométriques.

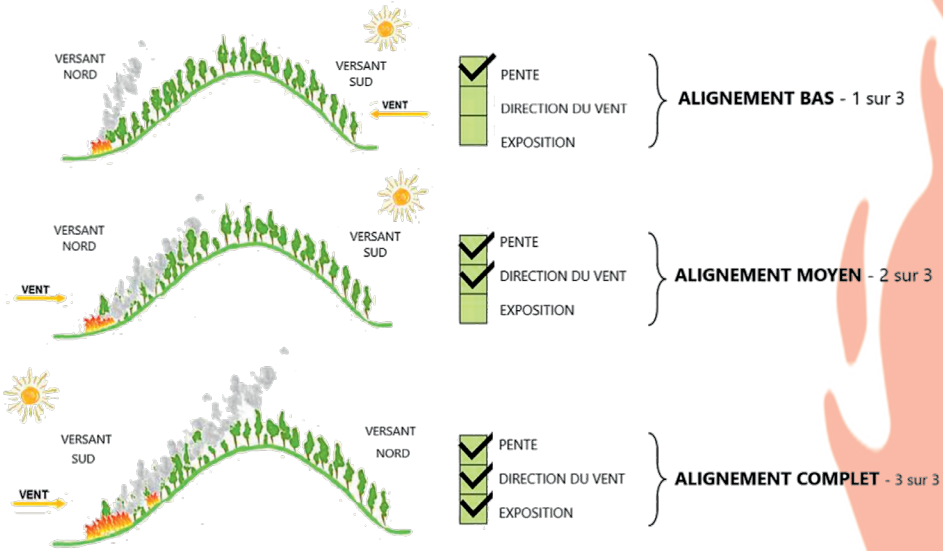
[3] Temps de retour : moyenne de la durée de l'intervalle séparant deux occurrences consécutives de l'événement considéré. La notion de temps de retour est destinée à caractériser la fréquence d'apparition d'un phénomène.

avec une dynamique similaire, en suivant la même direction, mais avec une intensité variable selon la disponibilité de combustible. Les secteurs qui présentent une opportunité d'extinction du feu, les points de changement du feu (points critiques ou opportunités) par rapport à la topographie et au relief, seront les mêmes.

Pour faciliter l'identification du type d'incendie et la prévision du comportement potentiel, il est possible d'utiliser une règle pratique d'analyse basée sur trois forces: l'exposition de la zone de l'incendie (nous permet de connaître la disponibilité du combustible pour l'incendie), la pente qui conduit l'incendie, et le vent dominant. L'utilisation de ces forces basiques permet de prévoir le mouvement de l'incendie sur le territoire et de faire une analyse simple afin de planifier les tactiques d'intervention, basées sur la prévision du comportement du feu. Cette logique se fonde sur le système d'« **alignement des forces** » (Campbell 1991) qui étudie le degré de coprésence, favorable ou pas, de ces forces. Les effets seront amplifiés si les trois se cumulent et diminués en l'absence de certains facteurs. Le système prédictif permet de vérifier l'alignement des forces (pente, vent et exposition) sur chaque point de l'incendie et d'en prédire l'évolution. Quand les trois forces sont alignées, la propagation de l'incendie est favorisée et la lutte directe souvent compliquée voire impossible (DREAm 2021).



Système prédictif de Campbell (DREAm 2021)



Système d'alignement des forces: plus les forces sont alignées, plus la propagation de l'incendie sera favorisée. Dans l'exemple 3, l'incendie, situé sur une pente en versant sud, est poussé par le vent (DREAm 2021)

L'analyse des forces permet de prévoir la progression du feu en évolution libre (sans intervention de la lutte) et de la comprendre de façon objective en la décomposant. Il permet en outre de s'affranchir de l'expérience et de dépasser le « où » de l'intuition pour arriver au « pourquoi » de la connaissance.
L'identification du « facteur de propagation principal » à l'origine du mouvement de l'incendie à travers le territoire permet de distinguer le type d'incendie, selon la variable qui influence le plus le comportement et la propagation du feu (➙ voir page 19 « Types d'incendies en fonction des facteurs de propagation »).

Types d'incendies

Les incendies de forêt peuvent être classés selon de nombreux paramètres: leur dimension (petits incendies, grands incendies, mégafeux), les causes qui les ont provoquées (volontaires, involontaires), la saison à laquelle ils se produisent (hivernal, estival), l'environnement concerné (forestier ou périurbain), etc. Bien que chacun de ces classements a un intérêt, ne seront déclinés ici que les classements nécessaires à la compréhension des concepts développés dans ce guide, c'est-à-dire l'intensité, les strates concernées et les facteurs de propagation principaux.

Types d'incendies en fonction de l'intensité

Les incendies peuvent être classés selon leur intensité, qui mesure la quantité d'énergie émise. Parmi les différentes classifications existantes, nous proposons ici, à titre d'exemple, celle du Cemagref.
De manière générale, il est admis qu'un feu de faible intensité induit une mortalité mineure des arbres. Ce type d'incendie permet une diminution du combustible bas et réduit donc la vulnérabilité du peuplement en empêchant une propagation d'un nouveau feu dans les houppiers (Vericat et al. 2012). La structure du peuplement résiduel a des caractéristiques similaires à celles d'un peuplement traité en brûlage dirigé.
De plus, les feux de faible intensité peuvent être maîtrisés par les services de lutte.
Cependant, les dégâts sur l'écosystème causés par l'incendie ne dépendent pas uniquement de l'intensité. En effet, parfois, un feu de moindre intensité mais avec un temps de résidence[4] fort et une végétation et un sol plus sec provoque des effets bien plus dévastateurs sur l'écosystème qu'un feu de forte intensité. On parle alors de « sévérité » de l'incendie (➙ voir p. 34 « Facteurs déterminant le régime des incendies »).

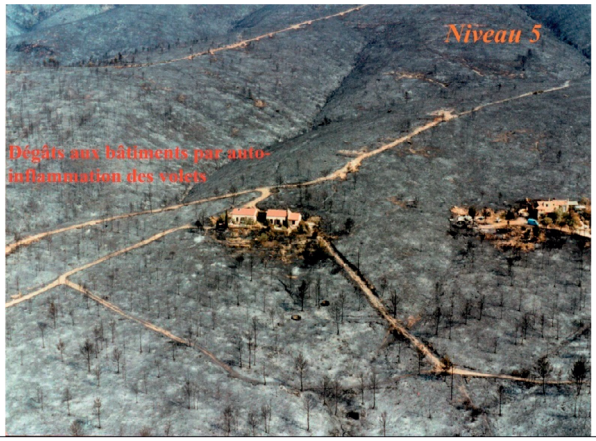
[4] Durée de chaleur à un endroit donné.

Classification Cemagref des incendies selon leur intensité (dans Lampin-Cabaret et al. 2003 modifié)

Intensité	Classification des incendies (Cemagref)	Paramètres physiques	Effets sur les espaces naturels et agricoles
❶ Très faible	 	Vitesse de propagation V<400 m/h Fumée blanche Pas de sautes de feu significatives Surface menacée <10 ha Puissance du front de flammes P<350 KW/m	Pierre calcaire blanche Animaux toujours indemnes Subsistance de branches vertes Sous-bois partiellement ou totalement endommagés
❷ Faible	  	400<V<800 m/h Fumée blanche et grise Sautes de feux de 20 m possibles Surface menacée 10-100 ha 350<P<1 700 KW/m	Pierre calcaire légèrement noircie Animaux en général indemnes Perte de feuilles des couronnes des arbres (subsistance d'aiguilles, de cônes La plupart des buissons sont détruits Branches basses endommagées Blessures aux troncs

Intensité	Classification des incendies (Cemagref)	Paramètres physiques	Effets sur les espaces naturels et agricoles
❸ Moyenne	 	800<V<1 200 m/h Fumée grise, la fumée prend de l'ampleur et fonce à sa base Sautes de feux de 100 m Surface menacée 100-500 ha 1 700<P<3 500 KW/m	Pierre calcaire noircie Animaux en général indemnes Troncs et cimes des arbres endommagés Bois d'œuvre dégradé (blessure de la cime)
❹ Élevée	 	1 200<V<1 800 m/h Fumée rousse et noire 100% des feux ont des sautes de feux de 300 m à 500 m Surface menacée 500-1 000 ha 3 500<P<7 000 KW/m	Pierre calcaire fendue Cadavres d'animaux morts, prisonniers des flammes, n'ayant pas eu le temps de s'échapper Cimes toutes brûlées Tiges des buissons du sous-bois consumées Sol minéral exposé

Intensité	Classification des incendies (Cemagref)	Paramètres physiques	Effets sur les espaces naturels et agricoles
			
❺ Très élevée	 	V>1 800 m/h Fumée noire, moutonnante 100% des feux ont des sautes de feux> 500 m Surface menacée 1 000 – 10 000 ha P>7 000 KW/m	Pierre calcaire éclatée Cadavres d'animaux morts Arbres totalement calcinés : silhouette bien découpée noire avec éclat possible de l'écorce Paysage transformé, totalement brûlé, avec destruction complète des peuplements Selon topographie, terrains devenus érodables Tous les feuillages brûlés

Intensité	Classification des incendies (Cemagref)	Paramètres physiques	Effets sur les espaces naturels et agricoles
	  		
❻ Exceptionnelle		Surface menacée >10 000 ha	

Types d'incendies en fonction des strates impliquées

Les incendies peuvent aussi se classer selon les strates impliquées dans la propagation :

- feu d'**humus** : le feu se propage dans l'humus et le système racinaire. La matière organique brûle sans flamme. Le feu peut se propager par le système racinaire et refaire surface plus loin ;



- feu de **surface** : le feu se propage dans le combustible de surface et dans le sous-bois ;



- feu de **cimes** : dû à la chaleur de convection qui transmet le feu de surface aux houppiers (Van Wagner 1977) ; il peut être de trois types :
  - **passif** ou *torching* : les houppiers brûlent individuellement, la chaleur de la convection n'est pas suffisante pour maintenir la propagation dans les houppiers ;



  - **actif** ou total : le feu se propage dans les houppiers et dans le combustible de surface de façon continue, mais il a besoin de la chaleur de la convection du combustible de surface pour maintenir cette propagation dans les houppiers ;



  - **indépendant** : le feu se propage dans les houppiers de façon indépendante de la propagation du feu de surface. Ces feux sont très rares et ils ont besoin de pentes élevées et de conditions météorologiques exceptionnelles. Ils sont probablement liés à la structure et à l'espèce dominante du peuplement. À notre connaissance, ils n'ont jamais été observés en Corse.



Types d'incendies en fonction des facteurs de propagation

En considérant les facteurs qui conditionnent le comportement du feu, on peut distinguer trois grands types d'incendies (Pau Costa et al. 2011, Lahaye 2018, DREAm 2021) :

- les feux influencés par la topographie, en milieu montagneux, lorsque l'indice de rugosité[5] est supérieur à 300 m. Le moteur principal est la pente, mais ils sont fortement influencés par les vents locaux (brises) ;

[5] Indice de rugosité : différence d'altitude entre le point le plus élevé et le point le moins élevé dans un rayon de 1,5 km (McRae 1992).

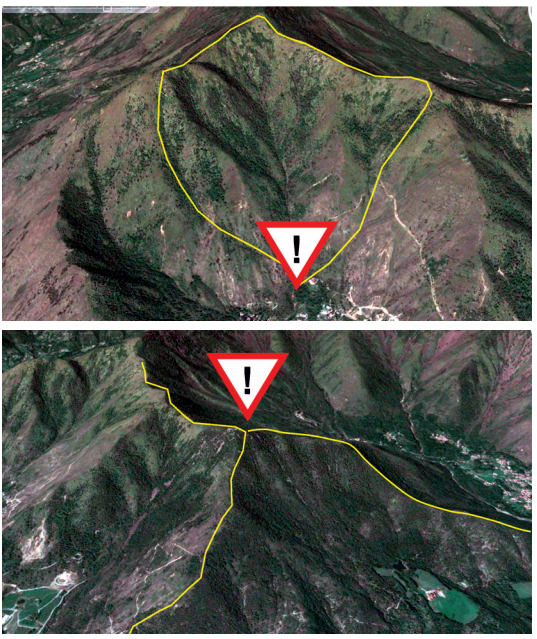
- les feux guidés par le vent, lorsque les éléments météorologiques, en particulier le vent synoptique, sont les facteurs principaux de propagation ;
- les feux convectifs ou de combustible, quand la quantité de combustible disponible est le facteur de propagation principal et souvent en présence d'une instabilité atmosphérique. Ces feux peuvent se produire quand l'indice forêt météo (IFM ou *Fire Weather Index*, FWI[6]) est supérieur à 150 et l'indice de Haines[7] supérieur à 6.

Dans le cadre du projet Med-Star, un travail est en cours entre l'ONF et la DREAm Italia pour décrire les sous-catégories de chaque type d'incendie ayant eu lieu en Corse.

Les incendies influencés par la topographie

La pente du terrain, la morphologie du territoire et la combinaison des vents locaux déterminent les modèles de propagation de ce type d'incendie sur le territoire. Les points critiques de ce type sont les talwegs et les nœuds de talwegs pendant le jour. En effet, si l'incendie atteint le fond du talweg ou, pire, un nœud de talweg, un effet démultiplicateur va se produire et un ou plusieurs versants supplémentaires vont être concernés par l'incendie. Pendant la nuit, à la problématique des fonds de talwegs, s'ajoutent les crêtes et les nœuds de crêtes. En effet, les brises montantes pendant le jour vont s'inverser pendant la nuit et le feu, arrivé sur les crêtes, peut se développer à la descente sur l'autre versant. La topographie et les brises sont donc les clefs pour interpréter le développement et la propagation de ce type de feu.

Ces incendies doivent être analysés dans le détail à chaque instant et dans chaque portion de territoire pour en comprendre le comportement. La logique d'analyse à appliquer est celle de l'alignement des forces de Campbell (➔ voir p. 12 « Facteurs de propagation et analyse des forces ») sur chaque front de l'incendie, pour en prévoir les changements.



Nœud de crêtes (identifié par le symbole de danger) (Pao Costa 2011)
En haut, intersection inférieure des crêtes et du fond du talweg (en jaune, le contour de la surface potentielle de l'incendie)
En bas, intersection haute des crêtes (en jaune, la zone de passage potentiel vers la vallée voisine pendant la nuit)

[6] Le système canadien du *Fire Weather Index* est constitué de six composantes qui tiennent compte des effets de l'humidité du combustible et des conditions météorologiques sur le comportement des incendies. Les trois premières composantes sont les codes d'humidité du combustible, qui sont des valeurs numériques de la teneur en humidité du sol forestier et d'autres matières organiques mortes. Il existe un code d'humidité du combustible pour chacune des trois couches de celui-ci : litière et autres combustibles fins ; couches organiques faiblement compactées de profondeur modérée ; couches organiques profondes et compactes. Leurs valeurs augmentent à mesure que la teneur en humidité diminue. Les trois autres composantes sont les indices de comportement au feu, qui représentent la vitesse de propagation du feu, le combustible disponible pour la combustion et l'intensité du front du feu. Ces trois valeurs augmentent à mesure que le danger d'incendie augmente.
➔ https://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/background/summary/fwi

[7] L'indice de Haines (également connu sous le nom d'indice de gravité de la basse atmosphère) est un indice climatique développé par le météorologue Donald Haines en 1988 qui mesure la contribution du potentiel de l'air sec et instable au développement de grands incendies de forêt ou d'incendies erratiques. L'indice est dérivé de la stabilité (différence de température entre les différents niveaux de l'atmosphère) et de la teneur en humidité (dépression du point déprimé) de l'indice de Haines de basse atmosphère. Un indice de Haines de 6 signifie un potentiel élevé pour qu'un incendie existant devienne grand ou présente un comportement de feu erratique, 5 signifie potentiel moyen, 4 signifie faible potentiel, et tout ce qui est inférieur à 4 signifie très faible potentiel.
➔ https://pt.abcdef.wiki/wiki/Haines_Index

À la différence des incendies de vent ou des incendies convectifs, les incendies topographiques présentent de grandes variations sur chacun de leurs fronts (primaire et secondaire), selon la combinaison des forces de propagation. Ce type d'incendie nécessite une analyse complexe, qui doit constamment être mise à jour.
Ces incendies, pendant leur phase diurne, suivent toujours les lignes de pente maximale jusqu'à atteindre le point le plus haut.





Feu de Palneca en août 2017 : un incendie topographique (cl. Massaiu)

Pour l'attaque directe de l'incendie, la priorité est à donner à l'ancrage de la queue et au traitement des flancs pour éviter l'élargissement de l'incendie. L'attaque directe de la tête est souvent inefficace en phase montante.
En phase de prévention, les points stratégiques de gestion (PSG) seront identifiés en priorité sur les talwegs et les nœuds de talweg (➥ voir p. 56 « Planification DFCI mise en œuvre en Corse »).
Toutefois, les incendies topographiques peuvent être déclinés en différents types, dont les plus courants sont les suivants :

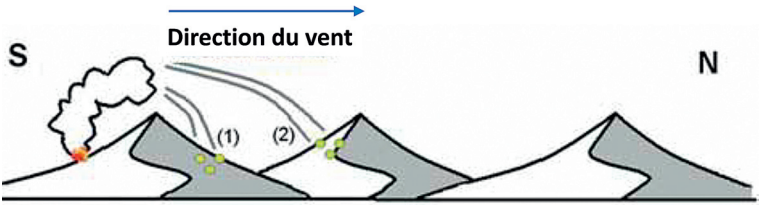
- incendies topographiques standards ;
- incendies topographiques du littoral ;
- incendies topographiques proches des vallées principales ;
- incendies topographiques dans les vallées étroites…

Les incendies topographiques du littoral sont certainement importants en Corse. À la différence des incendies topographiques standards, ils sont influencés par les brises de mer, plus que par la topographie. Comme ces brises ont un mouvement horaire sur l'ensemble de l'île, le flanc moteur de cet incendie sera toujours le flanc droit (DREAm, 2021). Pour approfondir le comportement de ces types d'incendies, il serait important d'étudier la pénétration des brises marines à l'intérieur des terres.

Les incendies guidés par le vent

Ces incendies se propagent suivant la direction du vent en s'adaptant parfois à la morphologie du terrain. Ils sont généralement très rapides et constants, avec des flancs longs, et une queue peu intense et lente. Dans un incendie conduit par le vent, la colonne convective est souvent « cassée » ou « pliée » par le vent ; elle indique la direction de progression de l'incendie. Plus le vent est fort, plus la colonne se plie vers le sol. Dans ces cas, la chaleur de convection accélère le préréchauffement du combustible en faisant augmenter la vitesse de propagation et l'intensité de l'incendie.

Les points critiques de ce type d'incendie sont les crêtes et les nœuds de crêtes. Si les crêtes sont perpendiculaires à la direction du vent, des sautes peuvent souvent faire passer l'incendie d'une crête à une autre. Si les crêtes sont plus au moins alignées au vent, une accélération sera à attendre le long de celles-ci.



Sur des crêtes perpendiculaires, les sautes de feu peuvent faire passer l'incendie d'une crête à une autre (Pao Costa, 2011)

Ces incendies sont caractérisés par une grande différence de comportement entre la queue, les flancs et la tête. Le développement de ce type d'incendie est conditionné par l'interaction du vent général avec le relief et la disponibilité en combustible. La tête de l'incendie suivra la ligne de vitesse maximale du vent, avec le même comportement qu'un fluide. Dans ces lignes, l'incendie sera au-delà de la capacité d'extinction par les moyens de lutte à cause de sa vitesse et/ou de son intensité. L'attaque se fera en ancrant la queue et en évitant l'élargissement des flancs. Cela est d'autant plus propice par vent fort, puisque la queue s'éteint souvent seule et l'attaque des flancs est souvent facilitée en raison de la convectivité de l'incendie qui a tendance à aspirer l'air vers l'intérieur. De plus, cette méthode, en limitant un élargissement du cône de propagation de quelques degrés, épargne de nombreux hectares.

Quand la force du vent détermine de façon prédominante la propagation de l'incendie, il est possible de prévoir le comportement de l'incendie qui dépendra à la fois de la direction, de la vitesse du vent et de la durée de l'épisode météorologique.

Même s'il est très difficile d'estimer la vitesse de propagation des incendies, une vitesse de 3-5 % de la vitesse de vent semble cependant correspondre à la réalité actuelle en Europe. Elle est en effet fortement liée au type de combustible (DREAm 2021). Si cette estimation est relativement aisée en plaine, elle peut se compliquer sur le relief, en particulier en présence des zones de contrevent derrière les crêtes.



En rouge le vent synoptique, en bleu le contrevent derrière les crêtes (DREAm 2022)

Le déplacement de ces incendies est cependant prévisible si l'on connaît le comportement du vent sur le relief. La colonne de convection est le meilleur indicateur de l'interaction entre le vent et le relief. Elle permet d'identifier plusieurs facteurs tels que les changements de direction, les différents vents d'altitude, etc. Le pronostic des changements de direction du vent au sein des différents secteurs de l'incendie, ainsi que le suivi des prévisions météo pour anticiper un changement de vent synoptique, sont indispensables afin d'évaluer le risque pour le personnel engagé. Attention : en cas de changement de direction du vent, des flancs même très larges peuvent se transformer en fronts de feu (incendie de Suartone 2003) !

Les feux secondaires suivent en général la direction du vent et contribuent à la propagation de l'incendie. Quand l'incendie implique des peuplements forestiers adultes (combustible lourd, 1 000 heures[8]), les sautes peuvent être très longues. Si la colonne convective se développe avec des vents à 50-60 km/h, des foyers secondaires peuvent se produire à plusieurs kilomètres de distance.

Indépendamment de la topographie et si les conditions de la végétation s'y prêtent, avec une humidité très basse et avec un vent fort, un incendie total est très probable.

Les incendies guidés par le vent peuvent être divisés en différents types, dont les plus courants sont :

- incendies guidés par le vent en plaine ;
- incendies guidés par le vent sur le relief ;
- incendies avec la crête perpendiculaire, parallèle ou oblique au vent général ;
- incendies guidés par le vent avec instabilité atmosphérique.

Selon l'échelle de l'analyse, on distingue plusieurs niveaux :

- micro-topographique : la direction de propagation de l'incendie est déterminée par la combinaison entre le vecteur de la pente et la force du vent ;

[8] En raison de l'importance que revêt la taille des particules de combustible pour déterminer la vitesse à laquelle l'eau contenue dans le matériel végétal est échangée avec le milieu environnant – ce qui influence la vitesse de progression d'un incendie –, le **combustible mort** est regroupé en quatre classes dimensionnelles. Les quatre classes correspondent aux quatre classes traditionnelles d'humidité en fonction du temps de réponse (*fuel moisture timelag classes*) : combustible d'un diamètre inférieur à 0,6 cm (1 heure, 1 h), compris entre 0,6 et 2,5 cm (10 heures, 10 h), compris entre 2,5 et 7,5 cm (100 heures, 100 h) et entre 7,5 cm et 20 cm (1 000 heures, 1 000 h) (Deeming et al. 1977 in Bacciu et al. 2015 ; Bradshaw et al. 1983).

- méso-topographique : la direction de propagation de l'incendie est influencée par la crête :
  - si le vent souffle parallèlement à la crête, l'incendie va se propager très vite tout le long de la crête ;
  - si le vent arrive de façon oblique par rapport à la crête (angle aigu), l'incendie aura tendance à suivre la crête en s'ouvrant vers le côté de la crête opposée à l'angle aigu d'impact ;
  - si le vent souffle perpendiculairement à la crête, l'avantage est qu'il se déplace moins rapidement car il n'est pas aligné à la crête. L'inconvénient est qu'il peut créer des sautes sur l'autre versant. Il faut également prendre en compte les phénomènes de contre-vent à l'arrière de la crête qui, parfois, élargissent le front de feu de façon inattendue.

Un incendie guidé par le vent peut se transformer en incendie convectif, quand, grâce à la forte énergie dégagée, il génère une colonne convective avec une force ascensionnelle supérieure à la force du vent. Il peut aussi se transformer en incendie topographique si le vent général faiblit.



Feu de Bonifacio en mai 2017
UN INCENDIE GUIDÉ PAR LE VENT QUI DEVIENT CONVECTIF



Feu de Picovaghja, Porto Vecchio en juillet 2011
UN INCENDIE GUIDÉ PAR LE VENT (CL. DURET)

Les caractéristiques principales d'un incendie guidé par le vent sont (DREAm Italia 2017, Pau Costa 2011) :

- une grande vitesse de propagation de la tête du feu ;
- la présence de sautes de feu et de foyers secondaires même à grande distance ;
- la faible vitesse de propagation des flancs et de la queue (facilement attaquable) ;

- le changement du vent, qui peut mettre en danger les personnels de lutte ;
- une direction de propagation assez prévisible avec un cône de propagation entre 30° et 60° selon la vitesse du vent.

Les incendies convectifs (ou de combustible)

Ce sont des incendies où l'accumulation d'une grande quantité de combustible provoque la formation d'une troisième dimension dans l'environnement de l'incendie : la **dimension verticale**, responsable du développement de l'incendie et de sa forte intensité.

La force dominante, le moteur de ce type d'incendie, est la chaleur convective. La colonne de convection, générée par la combustion du combustible en abondance et les vents développés par l'incendie, entretient l'incendie. La disponibilité en combustible « lourd » (>100 h) génère de fortes intensités avec des colonnes de convections noires. Or, ce type de combustion manquant d'oxygène, la retombée de brandons non consumés provoque à son tour des foyers secondaires qui interagissent avec le front et alimentent le système. Ce type de propagation d'incendie rappelle un avancement par « pulsations ».

Pour ce type d'incendie, il est souvent difficile de prévoir la direction et la vitesse de propagation.

En l'absence de vent, l'intensité peut être identique dans tout le périmètre de l'incendie. Dans ce cas, les sautes de feux peuvent aller dans toutes les directions. Le feu est cependant souvent influencé par les vents synoptiques[9] (atmosphérique ou général) et dans ce cas, un sens de propagation s'individualise avec la distinction d'une queue, de flancs et d'une tête, même si ceux-ci sont moins marqués que dans les autres types d'incendies (DREAm 2021).

Ces feux sont généralement associés à une atmosphère instable et des phénomènes météorologiques caractérisés par une faible humidité relative (qui n'augmente pas pendant la nuit) et des températures élevées. Ce type d'incendie se transforme souvent en **grands incendies de forêts**.



Feu d'Aullene en juillet 2009
un incendie convectif (cl. Corse Matin)



Feu d'Aullene en juillet 2009
un incendie convectif (cl. FR3)

[9] Le vent synoptique correspond au courant d'air engendré par le différentiel de pression atmosphérique entre les différents centres d'action présents (anticyclones, dépressions).

C'est uniquement lorsqu'il n'y a plus de combustible, ou que les conditions météorologiques varient de façon significative (hausse de l'humidité relative, baisse du vent, baisse de la température), que le feu modifie son comportement et entre en capacité d'extinction par les moyens de lutte. Les dégâts de ces incendies sont très sévères. L'incendie dégage énormément de chaleur, consomme fortement le combustible présent, pénètre profondément dans le sol et rend le traitement des lisières très long et complexe. Les opportunités d'interventions sont à chercher dans les discontinuités de combustible pour désamorcer la dynamique dans certains secteurs, ou en intervenant avec des feux tactiques pour créer des ouvertures dans le périmètre pour affaiblir l'incendie.

Conclusion

Le seul facteur sur lequel nous pouvons agir pour réduire l'intensité de l'incendie et éviter qu'il se transforme en un grand incendie ou en incendie extrême, est le combustible.
Agir sur le combustible nous permet aussi d'avoir, dans des secteurs identifiés, des incendies qui restent dans les limites de la capacité d'extinction des moyens de lutte.
Puisque nous ne pouvons intervenir que sur le combustible et sur une partie du territoire, afin d'établir des priorités efficaces, il serait nécessaire d'étudier les incendies passés en les classant en : topographiques, convectifs et guidés par le vent. En effet, ce type de classement, actuellement non réalisé en France, permettrait d'identifier les points critiques de l'incendie et de prévoir ses changements de comportement dans les différentes parties du territoire, et ainsi décider, dans la phase de prévision et prévention, les points stratégiques de gestion.
Un processus de formation à cette méthodologie est en cours à l'ONF Corse (projet Med-Star) : dans un premier temps, une zone pilote sera étudiée en classant les incendies passés par type.

Outils de description de l'aléa incendie

Sensibilité de la végétation

Une carte est réalisée pour le Centre opérationnel de zone (COZ) par l'ONF deux fois par semaine, montrant dans quelle mesure les espaces naturels seraient sensibles à un feu éventuel, en fonction de leur nature et des conditions météo.
La notion de sensibilité utilisée dans ce travail est la potentialité d'un type de végétation à brûler avec une certaine intensité en fonction du niveau de sécheresse auquel il est exposé. Cette sensibilité traduit plus la notion de risque de propagation lié à la combustibilité de la végétation que la notion de risque d'éclosion lié à son inflammabilité.
Les principales étapes d'obtention de cette carte consistent à réaliser une carte de la végétation, à partir de la base de données de l'Inventaire forestier national, puis à combiner ces différents types de végétation identifiés avec d'autres facteurs tels que zone biogéographique, pente, ensoleillement, et enfin avec la sécheresse calculée quotidiennement par Météo-France pour obtenir des niveaux de sensibilité (ONF & Météo-France, 2014). ➙ Voir annexe n° 3 page 128 « Cartographie zonale de la sensibilité de la végétation aux incendies de forêts ».

Vulnérabilité des forêts

Le comportement de l'incendie est conditionné notamment par la composition du peuplement (espèces) et la structure du peuplement. Piqué et al. (2011) ont développé une clef de détermination rapide nommée CVFoC (classes de vulnerabilitad al foc de capçades[10]) sur la vulnérabilité des structures de végétation au feu de cimes. CVFoC sert au gestionnaire pour planifier des traitements appropriés afin d'obtenir des structures forestières résistantes au feu de cimes à partir d'un peuplement préalablement identifié comme vulnérable. Piqué et al. (2011) identifient des types de structure pour les peuplements à *Pinus spp.* et *Quercus spp.* en Catalogne (Espagne) classés en degrés de vulnérabilité au feu de cime (nommés A, B et C) basés sur des variables forestières. Quand une structure forestière est classée en basse vulnérabilité au feu de cime (C), le feu aura tendance à brûler seulement le combustible de surface et le feu de cime sera évité dans la plupart des cas.

[10] Classes de vulnérabilité au feu de cime.

➥ L'annexe n° 4 (page 132) montre un exemple de CVFoC pour les espèces *Pinus sylvestris, Pinus nigra, Pinus uncinata, Pinus pinea et Pinus pinaster* en Catalogne.

Cette étude a été réalisée en croisant les données de la littérature avec l'expertise des pompiers du GRAF[11]. Il nous semble intéressant d'introduire dans ce guide ces différents types, qui pour l'instant sont librement traduits ci-dessous. Ils pourraient cependant être adaptés à la Corse. Les modèles catalans nous permettent déjà d'avoir un aperçu des peuplements que nous recherchons.

Description du type de combustible :

- combustible aérien : formé par les houppiers des arbres de la strate dominante ou codominante ;
- combustible intermédiaire (d'échelle) : combustible aérien d'une hauteur supérieur à 1,30 m qui n'appartient pas à la strate dominante ou codominante. Inclut les petits arbres, les arbustes, les lianes, les chablis ou le bois mort sur pied ;
- combustible de surface : combustible de hauteur inférieure à 1,30 m. Maquis, herbacés, troncs, branches, rémanents, bois mort au sol.



TYPE DE COMBUSTIBLE

[11] *Grup de recolzament d'actuacions forestals.*

CLASSES DE VULNÉRABILITÉ AU FEU DE CIME (CVFOC) : VALABLES À L'ÉCHELLE D'UN PEUPLEMENT HOMOGÈNE, SANS PRENDRE EN COMPTE TOPOGRAPHIE, EXPOSITION ET VENT, NI UN ÉVENTUEL FEU DE CIME QUI ARRIVERAIT DE L'EXTÉRIEUR DU PEUPLEMENT ANALYSÉ

Vulnérabilité haute (A)

Structures forestières avec des caractéristiques permettant à un feu d'atteindre les cimes et de s'y maintenir. Elles présentent une continuité verticale entre les différentes strates et un couvert intermédiaire (d'échelle) variable. Dans ces structures, le feu de cime actif est caractéristique, le feu de surface produisant assez de chaleur de convection pour maintenir de façon continue la propagation du feu aux cimes. Ce type de structure provoque en général une forte mortalité dans la strate arborée.



CLASSE A

Vulnérabilité modérée (B)

Structures forestières avec des caractéristiques moins susceptibles que les structures A, de laisser monter un feu en cime, et en particulier, qu'il reste dans les houppiers (la continuité verticale et horizontale est très variable dans les différentes strates de combustible). Elles génèrent des torches et feux secondaires qui brûlent passivement les cimes. Des groupes d'arbres s'enflamment mais la propagation dans les cimes ne se maintient pas de façon continue. Ces structures provoquent normalement une mortalité dans le peuplement inférieure à celle des structures A. Un mélange d'arbres totalement calcinés, d'autres avec une grande partie des houppiers roussis et certains avec le houppier vert est caractéristique de la physionomie du peuplement après passage du feu.



CLASSE B

Vulnérabilité basse (C)

Structures forestières avec des caractéristiques qui limitent le passage du feu aux cimes et sa permanence. Elles présentent presque toujours une discontinuité verticale entre certaines strates, avec un couvert du combustible intermédiaire (combustible d'échelle) variable. Le feu se propage sous le combustible aérien. Le combustible de surface et intermédiaire (d'échelle), s'il est présent, est consommé, mais, grâce à la discontinuité verticale avec le combustible aérien, le feu ne passe pas aux cimes et se maintient en surface. Ces structures provoquent en général une faible mortalité du peuplement. Ponctuellement certains arbres peuvent mourir. Si la régénération est présente, celle-ci sera affectée par le feu de surface et donc sa mortalité sera importante.



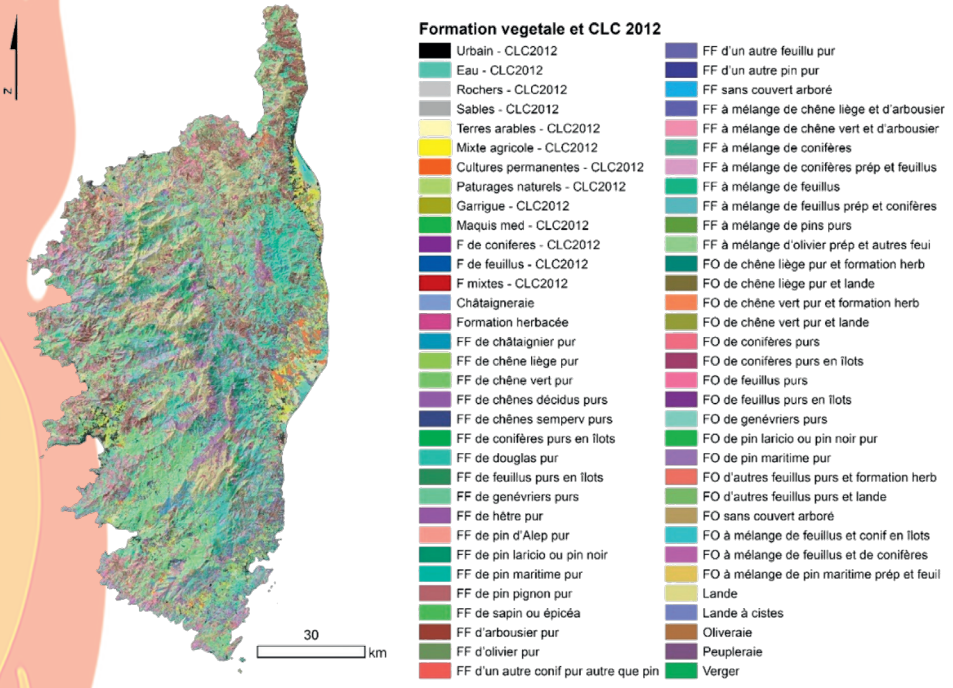
CLASSE C

➙ voir annexe n° 5 page 136 « Exemple de clef de vulnérabilité des structures forestières aptes à générer des feux de cimes (CVFoC) »

La combustibilité des peuplements n'étant actuellement pas mesurable, elle pourrait être définie à dires d'expert, sur la base d'une typologie établie par un groupe de travail. En ce sens, l'adaptation à la Corse du travail réalisé en Catalogne serait une piste à développer.

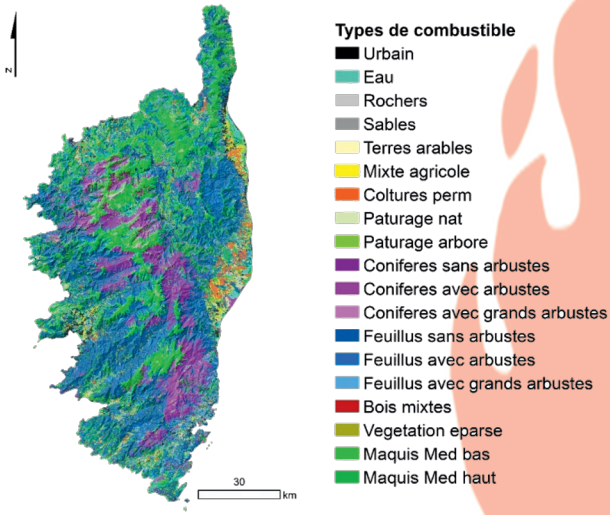
Combustible

Dans le cadre du projet Med-Star, l'ONF a collaboré avec le CNR-IBE de Sassari pour établir une carte des modèles de combustible pour la Corse. À chaque type de végétation est associé un modèle caractéristique qui décrit le type de comportement de l'incendie de surface attendu (➙ voir annexe n° 7 page 138 « Description du comportement au feu des modèles de combustible »).
Les données utilisées sont celles de l'Inventaire forestier national de 2016 croisées, dans les zones privées d'information, avec celles de Corine Land Cover 2012. Les caractéristiques principales des peuplements (hauteur, hauteur d'insertion des houppiers, présence/absence de sous-bois, charge et type de sous-bois…) ont été décrites pour l'ensemble à partir des types de végétation de l'Inventaire forestier national.



Formations végétales en Corse (Del Giudice & al. 2022)

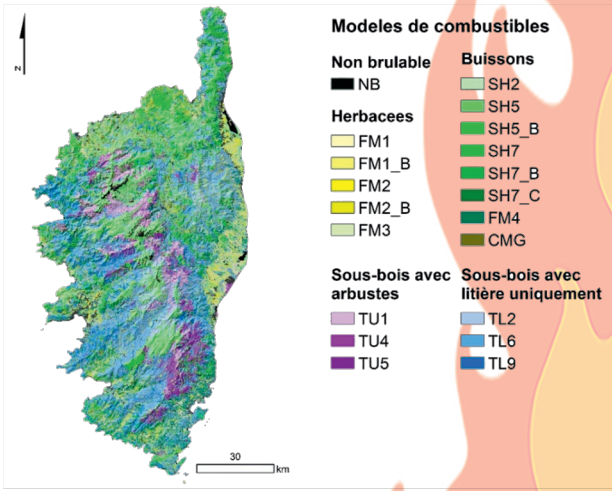
Les 66 catégories d'origines ont ainsi été réduites à 19 types, par similitude de distribution de combustible (ci-contre).



TYPES DE COMBUSTIBLE SIMPLIFIÉS PAR SIMILITUDE DE DISTRIBUTION DE COMBUSTIBLE (DEL GIUDICE & AL. 2022)

À chaque type de combustible, un ou plusieurs modèles de combustible (ci-dessous) ont été associés (issus des modèles de Scott & Burgan 2005, et Anderson 1982 et modifiés pour les adapter au contexte Corse). En effet, puisque l'incendie est fortement influencé par les espèces qu'il brûle, il a fallu distinguer, pour certains types de combustible, des peuplements qui se comportent de façon différente vis-à-vis de l'incendie et leur attribuer plusieurs modèles de combustible. Ces deux concepts (types et modèles) peuvent se combiner. Par exemple, les yeuseraies (chêne vert) et les suberaies (chêne-liège) sont regroupées dans le même type, mais pas dans le même modèle.

➜ Voir annexe n° 6 page 137 « Identification des modèles de combustible à partir des typologies de végétation IFN et Corine Land Cover »
➜ Voir annexe n° 7 page 138 « Description du comportement au feu des modèles de combustible »



LES 20 MODÈLES DE COMBUSTIBLE RETENUS POUR LA CORSE (DEL GIUDICE & AL., 2022)

La carte des modèles de combustible est utile pour utiliser des outils de simulation d'aide à la décision et à la planification (➜ voir p. 55 le chapitre « Planification du territoire »). Il faut toutefois noter que ces modèles sont valables pour un comportement de feu de surface. Ils décrivent d'ailleurs plus le comportement du feu que la charge réelle du combustible du peuplement. De ce fait, il semble nécessaire de compléter la typologie du combustible existante afin que la description (et les types qui en découlent) prenne en compte un aperçu immédiat de la probabilité qu'un incendie monte en cime.
Ce travail sera complété dans un deuxième temps par un descriptif de la continuité de combustible pour chaque type de végétation, afin

de pouvoir anticiper la probabilité qu'un feu total puisse intervenir, comme ce qui se fait en Toscane.
En effet, la méthodologie utilisée en Toscane est particulièrement intéressante.
Dans un premier temps, sont identifiées des « structures de végétation ». Celles-ci sont l'agrégation de formations forestières en fonction d'une part de l'inflammabilité et la sensibilité au feu des espèces qui les composent et d'autre part de la réaction similaire à l'incendie de leur structure. 19 structures de végétation ont ainsi été identifiées en Toscane.
Dans un second temps, à chaque « structure de la végétation » sont associés 4 catégories de combustible selon la continuité horizontale et verticale du combustible qui les compose. Ces observations ont permis d'identifier en Toscane 55 types de combustible. Cette distinction par type permet de définir le comportement de l'incendie dans chaque point de la forêt et d'anticiper la propagation de l'incendie et les difficultés à le contenir.
Une étape ultérieure consistera en associer à chaque type de combustible une charge. En Italie, 634 mesures de combustible de surface, issues du travail des laboratoires de recherche et des universités, ont été rassemblées et harmonisées dans une base de données qui comprend : litière, combustible mort à 1 heure, 10 et 100 h et combustible arbustif vivant (Ascoli & al. 2020). Cette base de données pourrait être une aide précieuse pour la description du combustible en Corse.
➞ Voir annexe n° 8 page 140 « Structure de végétation et types de combustible en Toscane »
➞ Voir annexe n° 9 page 141 « Types de combustible en Toscane : exemple des pinèdes littorales »

Attention toutefois au concept de type de combustible qui diffère dans les deux modèles.
Pour le modèle Med-Star, le type de combustible est un regroupement de formations végétales qui ne distingue pas les espèces. Or, par exemple, toutes les espèces feuillues n'ont absolument pas le même comportement au feu. Ce concept est donc insuffisant pour prévoir et anticiper un incendie. Le concept de modèle de combustible, même s'il vient compléter le type de combustible, est beaucoup plus lié au type d'incendie qu'à la nature du combustible en jeu. S'il est bien adapté à l'utilisation par le simulateur d'incendie, ce n'est pas le cas pour ce qui concerne la prévision et la gestion des ouvrages DFCI.
Pour le modèle toscan, le type de combustible, en regroupant espèces et structures, permet de décrire assez bien celui-ci pour les utilisa-

tions en prévision et en gestion forestière et DFCI. Cependant, établi pour la Toscane, les caractéristiques des milieux forestiers corses ne sont pas intégrées dans ce modèle.

Pour adapter la méthodologie Toscane à la Corse, il est indispensable de connaître la structure des forêts pour tous les types de peuplements en Corse.

Compte tenu de l'immensité de la tâche, l'utilisation d'outils de télédétection peut être une aide précieuse. En effet, un vol Lidar, prévu en 2022 dans le but de décrire des forêts corses, semble ouvrir des perspectives prometteuses également pour la DFCI.

➥ Voir annexe n° 10 page 145 « Nouvelles perspectives pour décrire une forêt ».

Mécanismes d'adaptation des espèces et des écosystèmes aux incendies

Facteurs déterminant le régime des incendies

Le régime des incendies est une description générale du rôle du feu dans un écosystème. Le feu fait en effet partie des perturbations qui conditionnent la structure et la composition d'un écosystème forestier. Généralement, le régime des incendies est un concept statistique caractérisé par les paramètres suivants (DREAm 2017).

Intensité

L'intensité est le taux de chaleur libéré par unité de longueur de front de feu (exprimé en kW/m). Il dépend de la production d'énergie thermique dégagée (la chaleur, exprimée en kJ/kg), de la quantité de combustible consommée (exprimée en kg/m^2) et de la vitesse de propagation du feu (exprimée en m/min). Elle dépend du type de structure végétale qui participe à l'incendie, corrélée à la charge disponible et à la disposition verticale et horizontale. Elle est souvent traduite par la longueur de la flamme.

La notion d'intensité d'un incendie renvoie au concept majeur de puissance du front de feu (équivalent anglais de *fire intensity*). La puissance du front de feu selon la formule de Byram est le « taux d'énergie émise par unité de temps et par unité de longueur du front de flamme ».

De façon indirecte, d'autres indicateurs de mesure de l'intensité sont évoqués :

- la fréquence d'apparition des sautes de feu et la longueur des sautes (Alexandrian 2003) ;
- l'estimation de la largeur, de la hauteur de la colonne de convection ou de la couleur de la fumée ;
- la distance pour laquelle le rayonnement de la flamme est supportable au visage (Lampin-Cabaret et al. 2003).

Sévérité

La sévérité est une mesure qualitative des effets du feu sur l'écosystème. Elle se réfère au degré de perte en matière organique, à la mortalité, aux perturbations (% de houppier brûlé), ainsi qu'à la survie de la faune et de la flore dans l'ensemble de l'écosystème. La sévérité est déterminée notamment par la quantité de chaleur et son temps de résidence en surface et dans le sol (Keeley 2009).

La sévérité est un élément important des dynamiques de la végétation

post-incendie. Par exemple, sur des incendies présentant une forte sévérité sur une surface supérieure à 10 ha, seules les espèces à cônes sérotineux[12], celles ayant une germination induite[13] ou stimulée par le feu[14], ou celles ayant la capaciter de rejeter, peuvent se régénérer à très court terme. *A contrario*, sur des zones à sévérité élevée mais de surface inférieure à 2 ha, de nombreuses espèces peuvent se renouveler par la dispersion de leurs graines (Ascoli 2022 comm. pers.).
Vu l'importance de ces facteurs sur l'avenir des peuplements forestiers et l'environnement, l'agence ONF DFCI réalise, dans le cadre de la mission d'intérêt général DFCI qui lui est confiée par l'État, une cartographie des indices de sévérité calculés sur les incendies de plus de 25 ha, faite à partir des images satellites (➥ voir annexe n° 11 page 150 « Carte de sévérité de l'incendie »).

Extension

C'est la surface concernée par l'incendie. Les grands incendies de forêts sont définis par une surface parcourue supérieure à 100 ha (parfois la valeur retenue est de 50 ha). On considère a priori que ces incendies ont dépassé la capacité d'extinction.

Fréquence

Il s'agit d'un terme courant pour parler de la récurrence, ou du retour d'une perturbation dans un pas de temps. Elle est définie comme le nombre d'incendies sur un secteur déterminé par unité de temps.

Temps de retour

Moyenne de la durée de l'intervalle séparant deux occurrences consécutives de l'événement considéré. La notion de temps de retour est destinée à caractériser la fréquence d'apparition d'un phénomène. Si les temps de retours sont trop rapprochés et ne permettent pas aux peuplements forestiers post-incendie d'atteindre la maturité sexuelle, seules les espèces suivantes peuvent se régénérer : espèces dont la banque des graines au sol est résistante au passage du feu, espèces stimulées par le feu (cistes) ou espèces capables de rejeter des souches (chêne vert, bruyère arborescente, arbousier, myrtes, lentisques etc.).

Saisonnalité

Elle se réfère au moment où survient la perturbation par rapport au cycle de croissance d'une plante. Selon la phase phénologique : dormance, montée de sève… les effets ainsi que l'intensité de la perturbation seront différents.

[12] Les cônes sérotineux sont maintenus fermés par de la résine qui ne fond qu'avec les hautes températures accompagnant le passage du feu. L'ouverture des cônes est ensuite possible sous l'effet des variations hygrométriques de l'air (Rigolot & Fernandes 2005).

[13] Pour de nombreuses légumineuses par exemple, le feu rompt le tégument de la graine, lui permettant de germer (Sulli in Piussi 1994).

[14] Pour les cistes et les ronces par exemple, la chaleur interrompt la dormance (Sulli in Piussi 1994).

Adaptation des végétaux aux incendies



Résistance des cellules végétales avant leur mort

60°C quelques secondes
55°C quelques minutes
50°C quelques heures

La résistance des végétaux ligneux à un incendie, c'est-à-dire leur capacité à survivre, dépend de plusieurs facteurs, quelle que soit l'espèce. Outre les facteurs liés à l'incendie et à la saison, la résistance est fonction de :

- la durée d'exposition des cellules à la haute température. En particulier les cellules végétales résistent à 60 °C quelques secondes alors qu'elles peuvent supporter 50 °C pendant quelques heures. En réalité, les cellules protégées telles que le tronc ou les feuilles cirées sont plus résistantes que les bourgeons et les jeunes pousses qui sont à leur tour plus résistants que le reste du feuillage (Rigolot 2004) ;
- des conditions physiologiques de l'arbre : les arbres jeunes et à forte croissance supportent mieux les dommages dans les houppiers que les vieux arbres (Duhoux 1994 in Massaiu & Gaulier 1999) ;
- de la forme du houppier : par exemple, dans un peuplement mélangé de pin et chêne vert, la densité et la forme du houppier de chêne vert permettraient au flux de chaleur de glisser en surface sans pénétrer à l'intérieur du houppier (Massaiu & Gaulier 1999) ;
- de l'épaisseur de l'écorce : pour une espèce donnée, elle augmente avec l'âge et la vigueur de l'arbre (Botelho 1996 in Massaiu & Gaulier 1999) ;
- du système racinaire : un système profond résiste mieux qu'un système superficiel (Ryan 1982 in Massaiu & Gaulier 1999).

Les espèces ligneuses peuvent être divisées en deux catégories selon leurs mécanismes d'adaptation au feu, listés ci-dessous, même si certaines combinent les deux :

- les pyrophytes passives qui ont des caractères pour éviter ou réduire les dommages du feu sur les individus ;
- les pyrophytes actives qui permettent, voire favorisent la régénération de l'individu ou du peuplement après le passage de l'incendie.

Mécanismes d'évitement et de résistance de l'individu

- Des écorces épaisses qui fonctionnent comme isolants thermiques du cambium sur le tronc, les tiges et les racines (chêne-liège, pin maritime, pin laricio…) ;
- un système racinaire profond et/ou de racines pivotantes pour éviter les dégâts dus au réchauffement du sol (chênes et pins méditerranéens) ;
- une croissance rapide pour les mettre à l'abri des feux de surface (pins méditerranéens) ;

- un port caractérisé par une haute insertion du houppier avec mécanismes d'élagage naturel pour éviter le passage du feu en cimes (pin maritime, pin laricio) ;
- une disposition des aiguilles terminales autour du bourgeon lui assurant sa protection (pin maritime) (Rigolot & Fernandes 2005) ;
- des feuilles très inflammables qui permettent l'embrasement rapide de l'individu sans atteindre des températures létales pour l'arbre et des bourgeons adventices ou dormants qui peuvent ainsi reconstituer un houppier suite au passage de l'incendie (chêne-liège, *Eucalyptus spp.*) ;
- une décomposition rapide des feuilles mortes pour réduire l'accumulation du combustible.

Mécanismes de reproduction et de résilience du peuplement

- La capacité de rejeter de souche et de reconstituer le peuplement par reproduction végétative (chêne vert, chêne-liège, arbousier, bruyère, filaires, myrte…). Les systèmes racinaires bien développés, capables de survivre à l'incendie et d'utiliser les éléments nutritifs rendus disponibles par le passage du feu, permettent à ces espèces de produire rapidement des rejets (arbousier, filaires, myrte…). Elles s'imposent ainsi avant les autres espèces sur le territoire mis à nu (Sulli in Piussi 1994) ;
- la capacité d'atteindre rapidement la maturité sexuelle avec la production précoce des graines afin d'augmenter la probabilité de se reproduire avant le passage du prochain incendie (pins méditerranéens…) ;
- des cônes sérotineux qui s'ouvrent avec les hautes températures qui détruisent les revêtements de résine et permettent l'ensemencement de l'espèce (pin maritime) ;
- des graines légères et volatiles qui peuvent être transportées loin et coloniser facilement la zone incendiée en permettant au peuplement de se réinstaller, voire de conquérir de nouveaux territoires (pin maritime) ;
- des graines au tégument épais et ligneux qui isole les parties vivantes et leur permet de survivre et de garder leur capacité germinative suite au passage du feu (pin maritime) ;
- une germination induite par le feu grâce soit à la rupture mécanique du tégument (légumineuses : acacias), soit à la chaleur qui interrompt la dormance (cistes, ronces…) ;
- une banque de graines résistante au feu, très abondante et longévive (cistes).

STRATÉGIES ADAPTATIVES DES ESPÈCES LIGNEUSES ARBORÉES MÉDITERRANÉENNES APRÈS INCENDIE (PIMONT ET AL. 2012)

Stratégie	Régime et intensité d'incendies compatibles	Taux de mortalité	Mode de régénération	Capacité de régénération	Espèces typiques
Espèces moyennement résistantes	Feux peu intenses	Moyen	Dissémination des graines	Faible	Pin laricio Pin sylvestre
Espèces résistantes	Feux d'intensité modérée, mais fréquents	Très faible	Dissémination des graines	Faible	Pin pignon
			Production de rejets de souches	Moyenne à forte	Chêne-liège
Espèces pionnières	Feux intenses	Fort	Dissémination des graines	Forte	Pin d'Alep Pin maritime Pin brutia
Espèces endurantes	Feux intenses et répétés	Très faible	Production de rejets	Forte	Chêne kermès Chêne vert Pin des Canaries

CONSÉQUENCES DE L'INCENDIE SUR LES ÉCOSYSTÈMES

CONSÉQUENCES DES INCENDIES SUR LE SOL

L'incendie, surtout le feu d'humus, chauffe le sol et peut le stériliser. La micro- et macrofaune du sol, participant à la dégradation de la matière organique et donc à la qualité du sol, sont alors décimées, à moins qu'elles n'aient eu le temps de migrer vers les profondeurs. Au mieux, les macro-organismes les composant ne recoloniseront le sol qu'au bout de 2 ans (Hétier 1993), alors que les micro-organismes se reconstitueront très rapidement.

Lors du passage du feu, les éléments minéraux du sol sont entraînés dans l'atmosphère. Cette perte est cependant compensée par un dépôt de cendres, rendant le sol plus riche (Feller 1998).
Plus l'incendie va brûler le sol, plus il va modifier l'horizon superficiel. De grumeleux, il deviendra particulaire, sa porosité diminuera, ainsi que sa capacité de rétention d'eau. Cet horizon de qualité dégradée pourra alors devenir hydrophobe. Ainsi, sur un sol brûlé à nu, dès les premières pluies, l'eau, au lieu de pénétrer en profondeur, va circuler sur cet horizon ayant pour double conséquence d'augmenter l'érosion (lessivage de la terre) et de favoriser la perte des éléments minéraux (lessivage du tapis de cendres) (Feller 1998). Les conséquences d'un incendie seront donc moindres en cas d'incendie ayant faiblement brûlé le sol, de revégétalisation rapide ou d'absence de fortes précipitations dans les mois suivants (Martin 2000).
Autre conséquence indirecte lors de précipitations, les sols incendiés érodés, ayant donc perdu leur capacité de rétention, ne régulent plus le débit des cours d'eau en aval et sont responsables des phénomènes de crue (Feller 1998). Cependant, sur l'unité géologique de la Corse

cristalline, le risque de déstabilisation de grande envergure des sols semble écarté (Liévois & Marco 2000).
Une étude sur les surfaces incendiées de Ghisoni et de la Restonica (Liévois & Marco 2000) conclut que :

- la faible épaisseur de sol remanié sur les secteurs carbonisés et roussis de la forêt ne pourra être à l'origine que de petites coulées sur les routes par exemple, mais pas de coulées importantes de matériaux dans les cours d'eau ;
- le pavage naturel des torrents semble écarter tout risque de déstabilisation de leur lit.

Conséquences phytosanitaires des incendies

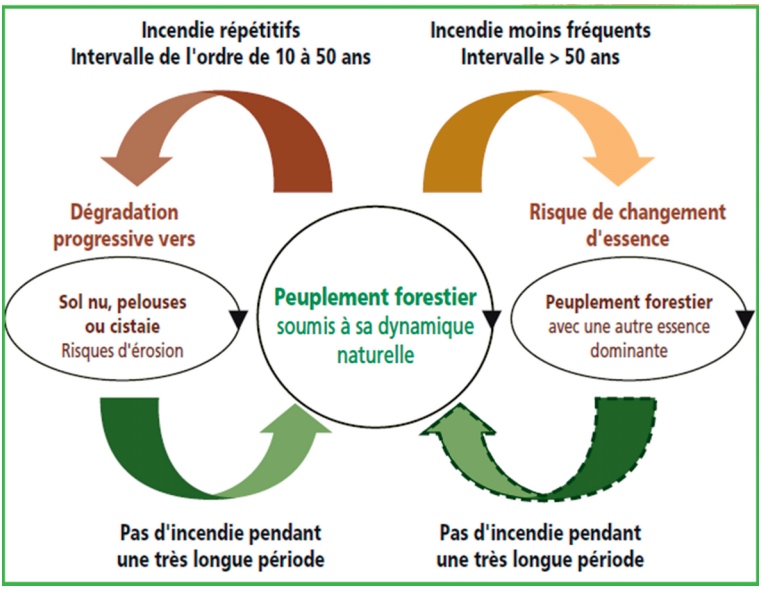
Les **insectes sous-corticaux** (tels que les scolytes) s'attaquent dans un premier temps aux arbres affaiblis (léchés par les flammes, roussis, etc.) et peuvent provoquer leur mort. Le risque de pullulation après incendie est important, et en particulier à partir des 500 m, dans l'aire de la répartition du scolyte sténographe, insecte pouvant être très agressif et qui peut provoquer de graves dégâts sur les pins maritime et laricio.
Pendant les deux premières années suivant le passage de l'incendie, on remarque une pullulation à des seuils épidémiques qui peut provoquer la mortalité d'une quantité non négligeable des arbres qui ont survécu à l'incendie (jusqu'à 20 % du volume du bois brûlé). Les taches de dépérissement se concentrent autour des arbres chauffés et affaiblis par l'incendie et peuvent concerner même les arbres sains sur ce secteur et jusqu'à quelques kilomètres autour (10 à 15 km observés suite au feu de Saint-Antoine de 2017). Passé ce délai, la population s'effondre et ce ravageur ne s'attaque plus qu'aux arbres affaiblis, à condition qu'il ne retrouve pas un terrain propice à sa reproduction en masse, tels que des grumes, des rémanents fraîchement coupés ou des chablis.
L'application de mesures prophylactiques dans la gestion des peuplements à la suite d'un incendie est donc importante.

Les **champignons parasites** de blessure et de faiblesse (par exemple *Hypoxylon mediterraneum* sur le chêne-liège) font dépérir des arbres affaiblis par la sécheresse et le passage d'un incendie.

Conséquence des incendies sur les dynamiques de végétation

Les mécanismes d'adaptation des espèces aux incendies, combinés aux régimes de feu et aux événements phytosanitaires qui peuvent se produire, influencent la succession végétale post-incendie et déter-

mine donc la possibilité ou pas qu'un peuplement puisse se reconstituer dans des temps plus ou moins longs. En particulier, le temps de retour des incendies a un impact très fort.



Influence des incendies sur la dynamique de végétation. Cas général (Tiger 2006)

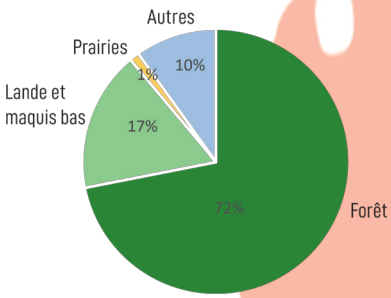
Le retour à l'écosystème incendié peut parfois être très long. Par exemple, après incendie d'une forêt de laricio au supra-méditerranéen, on constate bien souvent que la forêt se régénère plus en pin maritime, puisque cette dernière est mieux adaptée.
La végétation de la Corse découle ainsi, entre autres, de l'histoire des incendies qui l'ont parcourue. Les pinèdes de pin maritime qui couvrent une grande partie de l'Alta Rocca et de Cagna sont, à ce titre, les témoins des incendies provoqués pendant la seconde guerre mondiale.

La forêt corse

Surface et répartition

La Corse est la région de France métropolitaine la plus boisée, la forêt couvrant 72 % de la superficie de l'île. La Corse du Sud est d'ailleurs le département de France métropolitaine arrivant en tête, la Haute-Corse arrivant en cinquième position. Lorsqu'on ajoute les landes et le maquis, la Corse est constituée à 89 % de combustible quasi continu.

La végétation de Corse est constituée de nombreux types, définis par l'IFN dans le tableau page suivante (données 2016).

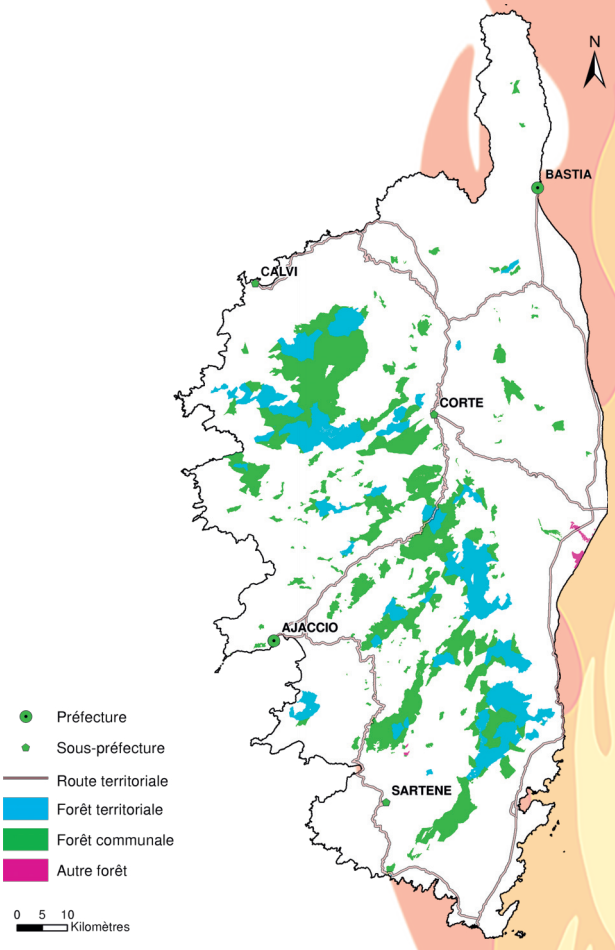


Répartition des milieux en Corse

Ces forêts se répartissent sur toute l'île, la forêt publique ne représentant que 27 % de la part des forêts (151 000 ha, dont 100 000 ha appartenant à des communes et 51 000 à la Collectivité de Corse).

La gestion forestière

La loi n° 2001-602 du 9 juillet 2001 d'orientation sur la forêt consacre la multifonctionnalité des forêts en insistant sur une approche durable de leur gestion qui « garantit leur diversité biologique, leur productivité, leur capacité de régénération, leur vitalité et leur capacité à satisfaire, actuellement et pour l'avenir, les fonctions économique, écologique et sociale pertinentes, aux niveaux local, national et international, sans causer de préjudices à d'autres écosystèmes ».
L'article 1 reconnaît « l'intérêt général » de leur « mise en valeur et [leur] protection » et insiste sur le rôle des forêts publiques dans ce dispositif : « Les forêts publiques satisfont de manière spécifique à des besoins d'intérêt général, soit



Répartition des forêts publiques en Corse

Les forêts corses (IFN 2016)					
Type de végétation	Couverture (ha)	Couverture (%)	Méditerranéen (%)	Collinaire (%)	Montagnard (%)
Forêt fermée à mélange de chênes-lièges et d'arbousiers	13 781	1,57	1,57	0,00	-
Forêt fermée à mélange de chênes verts et d'arbousiers	45 784	5,23	4,80	0,43	0,00
Forêt fermée à mélange de conifères	788	0,09	0,04	0,03	0,02
Forêt fermée à mélange de conifères prépondérants et feuillus	21 154	2,42	1,51	0,76	0,14
Forêt fermée à mélange de feuillus	111 337	12,72	11,02	1,49	0,21
Forêt fermée à mélange de feuillus prépondérants et conifères	35 808	4,09	2,91	1,04	0,14
Forêt fermée à mélange de pins purs	3 083	0,35	0,15	0,16	0,04
Forêt fermée à mélange d'oliviers prépondérants et autres feuillus	17 648	2,02	2,01	0,01	-
Forêt fermée d'arbousiers purs	59 509	6,80	6,55	0,25	-
Forêt fermée de châtaigniers purs	10 138	1,16	0,74	0,41	0,00
Forêt fermée de chênes-lièges purs	11 582	1,32	1,32	0,00	-
Forêt fermée de chênes verts purs	80 408	9,18	7,20	1,98	0,00
Forêt fermée de chênes décidus purs	2 124	0,24	0,17	0,08	-
Forêt fermée de chênes sempervirents purs	6 861	0,78	0,77	0,02	-
Forêt fermée de conifères purs en ilots	23	0,00	0,00	-	0,00
Forêt fermée de douglas purs	13	0,00	-	0,00	0,00
Forêt fermée de feuillus purs en ilots	614	0,07	0,07	0,00	-
Forêt fermée de genévriers purs	5 054	0,58	0,49	0,09	-
Forêt fermée de hêtres purs	13 992	1,60	0,33	0,25	1,02
Forêt fermée de pins d'Alep purs	152	0,02	0,02	-	-
Forêt fermée de pins laricio ou pins noirs	29 732	3,40	0,48	1,54	1,37
Forêt fermée de pins maritimes purs	28 050	3,20	1,86	1,30	0,04
Forêt fermée de pins pignon purs	192	0,02	0,02	-	-
Forêt fermée de sapins ou épicéas	256	0,03	0,00	0,01	0,02
Forêt fermée d'oliviers purs	7 823	0,89	0,89	0,00	-
Forêt fermée d'un autre conifère pur autre que pin	48	0,01	0,00	0,00	0,00
Forêt fermée d'un autre feuillu pur	7 424	0,85	0,57	0,10	0,18
Forêt fermée d'un autre pin pur	26	0,00	0,00	0,00	0,00
Forêt fermée sans couvert arboré	3 125	0,36	0,22	0,13	0,01
Forêt ouverte à mélange de feuillus et conifères en ilots	14	0,00	0,00	-	0,00
Forêt ouverte à mélange de feuillus et de conifères	14 245	1,63	1,05	0,41	0,16
Forêt ouverte à mélange de pins maritimes prépondérants et feuillus	3 371	0,39	0,30	0,08	0,00
Forêt ouverte d'autres feuillus purs et formations herbacées	460	0,05	0,05	0,00	0,00
Forêt ouverte d'autres feuillus purs et lande	23 435	2,68	2,36	0,13	0,18
Forêt ouverte de chênes-lièges purs et formations herbacées	572	0,07	0,07	-	-
Forêt ouverte de chênes-lièges purs et lande	3 227	0,37	0,37	0,00	-
Forêt ouverte de chênes verts purs et formations herbacées	469	0,05	0,05	0,00	-
Forêt ouverte de chênes verts purs et lande	6 324	0,72	0,59	0,13	0,00
Forêt ouverte de conifères purs	1 338	0,15	0,07	0,05	0,04
Forêt ouverte de conifères purs en ilots	10	0,00	0,00	0,00	-
Forêt ouverte de feuillus purs	40 651	4,64	4,05	0,37	0,22
Forêt ouverte de feuillus purs en ilots	170	0,02	0,02	0,00	0,00
Forêt ouverte de genévriers purs	2 775	0,32	0,25	0,06	0,00
Forêt ouverte de pins laricio ou pins noirs purs	7 516	0,86	0,17	0,25	0,44
Forêt ouverte de pins maritimes purs	3 234	0,37	0,25	0,10	0,02
Forêt ouverte sans couvert arboré	485	0,06	0,03	0,02	0,00
Formations herbacées	10 235	1,17	0,75	0,07	0,35
Lande	141 411	16,15	9,65	1,68	4,82
Lande à cistes	7317	0,84	0,82	0,01	0,00
Oliveraies	889	0,10	0,10	0,00	-
Châtaigneraies	1648	0,19	0,12	0,07	0,00
Peupleraies	10	0,00	0,00	-	-
Vergers	4992	0,57	0,57	0,00	-

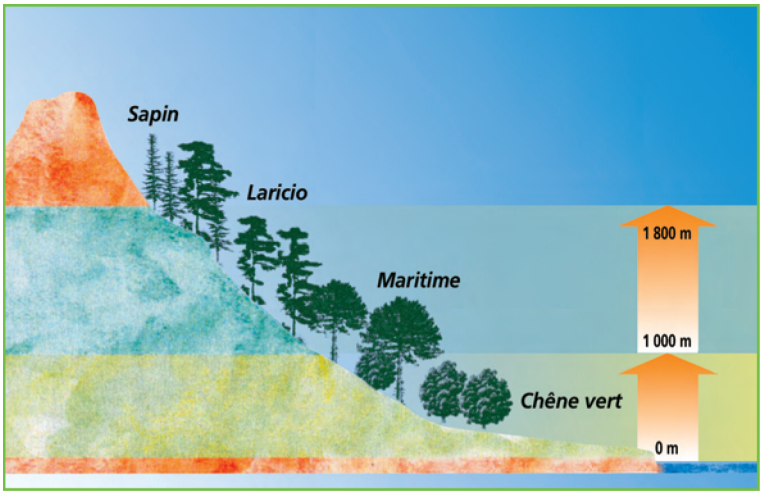
par l'accomplissement d'obligations particulières dans le cadre du régime forestier, soit par une promotion des activités telles que l'accueil du public, la conservation des milieux, la prise en compte de la biodiversité et la recherche scientifique. »
Ainsi, la gestion forestière vise à valoriser les fonctions économique, écologique et sociale des forêts.

Les principales essences corses et leur comportement vis-à-vis du feu

Les principales essences dominantes sont :

- feuillues : chêne vert, chêne-liège, hêtre, châtaignier et les essences du maquis : arbousier, bruyère arborescente ;
- résineuses : pin maritime, pin laricio et sapin.

En fonction de leurs exigences autécologiques (températures maximales et minimales et humidité), elles s'étagent selon un gradient altitudinal dont les valeurs diffèrent selon l'exposition.



Répartition des essences forestières en fonction de l'altitude en versant sud (source : Plaquette Life Pin Laricio)



Pin maritime adulte dans une pinède claire de l'étage méso-méditerranéen (cl. Tiger)

Pin maritime – *Pinus pinaster*

Inflammabilité

Ses aiguilles sont moyennement inflammables, pendant toute l'année exception faite pour la période de la montée en sève entre avril et juin où la teneur en eau est élevée et l'inflammabilité faible (Valette 1990). Cette inflammabilité moyenne peut être expliquée par la morphologie des aiguilles et en particulier par le rapport surface/volume moins élevé que d'autres pins (Rigolot & Fernandes 2005). Le houppier étant situé en hauteur à l'âge adulte (jusqu'à 30 m), il n'est atteignable que par des flammes hautes.

Combustibilité du peuplement

Les pinèdes de pin maritime sont fortement combustibles car, formant un faible couvert et situées à basse et moyenne altitude, elles permettent au maquis de se développer en sous-étage. Elles peuvent subir un feu total. L'écorce provoque en outre des sautes de feu.

Mécanisme d'adaptation au feu

Le pin maritime possède les mécanismes suivants : écorce épaisse développée dès le plus jeune âge, surtout dans la partie inférieure du tronc ; croissance rapide ; port très haut avec élagage naturel ; bourgeons terminaux de grande taille et protégés par des écailles et les aiguilles qui les recouvrent (Rigolot & Fernandes 2005) ; rapport surface/volume des aiguilles non élevé (moins que le pin d'Alep et le pin pignon) ; racines pivotantes dans son jeune âge puis s'élargissant en surface mais protégées par une écorce ; maturité sexuelle à 20-25 ans en moyenne en Corse (plus précoce dans les populations sujettes à des feux fréquents, avec la première fructification entre 5 et 12 ans, Rigolot & Fernandes 2005) ; graines protégées par des cônes sérotineux ; banque de graines aérienne et durée de vie des graines importante ; graines vigoureuses et résistant à la chaleur, graines dispersées par le vent ; espèce héliophile et pionnière.

Réaction au passage de l'incendie

Le pin maritime est très bien adapté à l'incendie.

Une croissance rapide permet d'éloigner le bourgeon apical, et l'écorce épaisse, isolante et de structure radiante permet la survie de

l'arbre au passage du feu de surface. Pour une exposition à une intensité linéaire modérée (<1000 kW/m), la mortalité du pin maritime est d'ailleurs faible (Fernandes & Rigolot 2007 in Pettenuzzo 2013).
D'ailleurs, une pinède adulte de pin maritime présentant un sous-bois peu important (suite à un débroussaillement ou un brûlage), résiste au passage d'un feu de surface.
Après le passage du feu, les cônes s'ouvrent sous l'effet de la chaleur, permettant une dispersion abondante des graines ailées. La régénération après incendie du pin maritime semble beaucoup plus abondante s'il y a mortalité des houppiers, mais pas leur combustion, laquelle élimine ou endommage la majorité des graines (Rigolot & Fernandes 2005). De plus, un feu de surface, en éliminant la litière, réduit les sécrétions foliaires qui, normalement, inhibent la germination des graines sous les arbres[15]. Enfin, espèce pionnière, capable de croître en plein soleil et sur sol pauvre, le pin maritime recouvre rapidement le sol.

Aptitude au brûlage dirigé

L'écorce épaisse et isolante du pin maritime permet de réaliser le brûlage dirigé dès que les plants atteignaient 5 à 10 cm de diamètre. La litière épaisse et continue facilite la conduite du brûlage. La chaleur de celui-ci favorise d'ailleurs l'ouverture des cônes sérotineux. En réduisant la litière, le brûlage réduit les sécrétions foliaires qui imbibent la germination, favorisant ainsi la régénération de l'espèce.

[15] https://antropocene.it/2022/01/09/rigenerazione-del-pino-marittimo

Pin laricio de Corse – *Pinus nigra subsp. laricio var. corsicana*

Inflammabilité

Les aiguilles sont inflammables, mais le houppier étant situé en hauteur à l'âge adulte (de 20 à 40 m), elles ne sont atteignables que par des flammes hautes.

Combustibilité du peuplement

Avec un faible couvert mais une localisation en moyenne montagne, les pinèdes de pin laricio sont des formations diversement combustibles selon la présence ou non d'un sous-bois dense ou clairsemé. Elles peuvent subir un feu L'écorce provoque des sautes de feu.

Mécanisme d'adaptation au feu

Le pin laricio possède les mécanismes suivants : écorce épaisse ; croissance rapide ; port très haut avec élagage naturel ; bourgeons terminaux protégés par les aiguilles ; racines pivotantes dans son jeune âge puis s'élargissant



Pin laricio adulte (cl. Tiger)

en surface mais protégées par une écorce ; maturité sexuelle à 30-35 ans, moins rapide que le pin maritime, graines à haute capacité germinative qui se conserve longtemps, et dispersées par le vent. La production des graines augmente avec l'âge, les vieux pins laricio, plus à même de survivre à l'incendie grâce à un port majestueux, produisent énormément de cônes.

Réaction au passage de l'incendie

Une croissance rapide permet d'éloigner le bourgeon apical. L'écorce épaisse et isolante (moins cependant que celle du pin maritime) favorise la survie de l'arbre au passage du feu de surface.
D'ailleurs, une pinède adulte de pin laricio présentant un sous-bois peu important résiste au passage d'un feu de surface.
Après le passage du feu, il faut parfois attendre quelques années avant que la régénération naturelle ne s'installe. Un travail superficiel du sol est souvent efficace pour accélérer cette régénération.
En cas de mélange avec le pin maritime, la régénération de celui-ci étant prolifique après incendie, elle risque d'occuper rapidement l'espace au détriment de celle du pin laricio.

Aptitude au brûlage dirigé

Une écorce épaisse et isolante permet de réaliser le brûlage dirigé dès que les plants atteignent 5 à 10 cm de diamètre. La litière est moins épaisse et continue que pour le pin maritime, mais permet aisément de conduire un brûlage.



Chêne vert adulte dans une yeuseraie de l'étage méso-méditerranéen (cl. Guy)

Chêne vert – *Quercus ilex*

Inflammabilité

Les feuilles du chêne vert sont extrêmement inflammables.

Combustibilité du peuplement

Le houppier large et dense, avec des feuilles de plusieurs années (les feuilles vivent 4 à 5 ans), favorise des peuplements monospécifiques à fort couvert qui font disparaître le maquis par manque de lumière, de telle sorte que dans une futaie de chêne vert de 70-120 ans, si le couvert est fermé, le maquis haut disparaît (Odarc 2004).

Ainsi, sous forme de taillis ou dispersé dans le maquis, les formations à chêne vert sont très combustibles.
En revanche, sous forme de futaie dense ou de taillis vieilli, il peut constituer un pare-feu naturel, en raison de l'absence de maquis et du microclimat forestier qu'il génère. La litière compacte est souvent humide en forêt dense.

Mécanisme d'adaptation au feu

Le chêne vert possède les mécanismes suivants : rejet de souche, racine pivotante.

Réaction au passage de l'incendie

En raison d'une écorce peu épaisse et de la sensibilité du collet à la brûlure, l'arbre meurt mais a la capacité à rejeter de souche, bien que celle-ci s'atténue avec l'âge.

Aptitude au brûlage dirigé

Il est indispensable de protéger les pieds individuellement avec un dégagement du combustible à la base du tronc.

Chêne-liège – *Quercus suber*

Inflammabilité

Les feuilles du chêne-liège sont hautement inflammables.
Même isolé, l'arbre peut s'embraser lorsqu'il est soumis à un feu de surface de haute intensité ou atteint par un important rayonnement ou convection.
Il peut donner lieu à des phénomènes d'embrasement généralisés. En particulier, dans les cuvettes, la chaleur peut faciliter la distillation des gaz qui restent emprisonnés et s'embrasent subitement.

Combustibilité du peuplement

Le chêne-liège peut provoquer des sautes de feu. Ce phénomène est d'ailleurs régulièrement observé dans les peuplements qui ont déjà été brûlés par le passé.
En raison du besoin en lumière et du renouvellement annuel des feuilles, le chêne-liège constitue des peuplements à couvert clair. Lorsqu'elles ne sont pas démaquisées pour la subériculture, les suberaies sont accompagnées d'un maquis souvent très dense, qui rend ces formations très combustibles.



Chêne-liège adulte dans une formation claire du Sud de la Corse (cl. Tiger)

Mécanisme d'adaptation au feu

Le chêne-liège possède les mécanismes suivants : feuilles très inflammables avec bourgeons adventices, rejet de souche, racine pivotante.

Réaction au passage de l'incendie

Cette espèce est très bien adaptée à l'incendie. L'inflammabilité rapide du feuillage, ainsi qu'une écorce épaisse et isolante (sauf dans le cas d'une levée de liège récente) permettent la survie des bourgeons qui forment rapidement de nouveaux rameaux, permettant à l'arbre de survivre au passage du feu. Si l'incendie est trop intense ou l'arbre trop jeune, il a également la capacité à rejeter de souche.

Aptitude au brûlage dirigé

Il est résistant au passage du feu, donc *a fortiori* au brûlage dirigé. Attention cependant à ne pas effectuer des brûlages trop intenses qui peuvent provoquer l'embrasement des houppiers.



Vieux chêne pubescent (cl. Massaiu)

Chêne pubescent – *Quercus pubescens*

Inflammabilité

Les feuilles du chêne pubescent sont extrêmement inflammables mis à part lors de la montée de sève en mai. Les peuplements à chêne pubescent sont pourtant peu inflammables.

Combustibilité du peuplement

Cette essence n'est pas combustible en peuplement pur pâturé. Sa combustibilité dépend fortement de l'envahissement des peuplements par le maquis et des essences en mélange.

Mécanisme d'adaptation au feu

Le chêne pubescent possède les mécanismes suivants : écorce moyennement épaisse, rejet des souches, racine pivotante.

Réaction au passage de l'incendie

Cette espèce n'est pas adaptée au feu. Son écorce épaisse permet cependant de la protéger d'un feu de surface de faible intensité.

Aptitude au brûlage dirigé

Le chêne pubescent peut supporter des brûlages de faibles intensités.

Hêtre – *Fagus silvatica*

Inflammabilité

Le houppier du hêtre est peu inflammable.

Combustibilité du peuplement

Les hêtraies sont des formations difficilement combustibles.
Au printemps et en été, les formations adultes denses peuvent constituer un pare-feu naturel, grâce à la forte compaction et à la forte humidité de la litière.
Cependant, en automne et au début de l'hiver, la litière légère, volatile et inflammable car sèche, permet le passage d'un feu de surface et rend les opérations de lutte difficiles. Ce phénomène s'arrête lorsque la litière redevient compacte et humide, ce qui était le cas lors des incendies de Palneca de 2017, 2018 et 2021 et des incendies du Coscione en 2003 et 2022, qui ont été stoppés par la hêtraie.



Une hétraie dans le Taravo (cl. Besson)

Mécanisme d'adaptation au feu

Cette espèce n'est pas adaptée au feu.

Réaction au passage de l'incendie

Le hêtre étant extrêmement sensible aux brûlures du collet, s'il est soumis à un feu de surface, il meurt facilement, son écorce fine ne le protège pas.
Le hêtre a néanmoins la capacité à rejeter de souche.

Aptitude au brûlage dirigé

Le hêtre n'est pas adapté au brûlage dirigé, compte tenu de la minceur de l'écorce des arbres.
Au printemps, on peut cependant s'appuyer sur la hêtraie pour établir les lisières d'un brûlage dirigé, à condition toutefois que la litière soit bien humide et compacte.



Châtaigniers en centre Corse (cl. Tiger)

Châtaignier – *Castanea sativa*

Inflammabilité

Les feuilles du châtaignier sont extrêmement inflammables mis à part lors de la montée de sève en mai. Les peuplements de châtaignier sont pourtant peu inflammables.

Combustibilité du peuplement

Les châtaigneraies sont difficilement combustibles lorsqu'elles sont en bon état sanitaire et présentent un fort couvert. En été, elles peuvent d'ailleurs constituer un pare-feu naturel. Elles sont cependant très combustibles en présence d'un sous-bois de maquis à bruyère.

Mécanisme d'adaptation au feu

Cette espèce n'est pas adaptée au feu.

Réaction au passage de l'incendie

Le châtaignier étant extrêmement sensible aux brûlures du collet lorsqu'il est jeune, s'il est soumis à un feu de surface, il meurt facilement. Concernant les vieux châtaigniers malades, le feu pénètre dans leur tronc en les consumant lentement.
En revanche, les peuplements adultes et sains résistent assez bien au passage du feu.

Aptitude au brûlage dirigé

Seules les châtaigneraies adultes et saines sont résistantes au brûlage dirigé. Attention cependant aux vieux châtaigniers malades ou creux : si le feu pénètre à l'intérieur, l'arbre s'enflamme comme une torche et il est pratiquement impossible de l'éteindre. Pour éviter cette situation, il faut protéger le pied de l'arbre en éloignant le combustible.

Sapin pectiné – *Abies alba*

Inflammabilité

Le houppier du sapin est peu inflammable mais il peut brûler si un feu de cime le concerne dans un peuplement en mélange avec des pins.



Sapinière pure dans l'Alta Rocca (cl. Tiger)

Combustibilité du peuplement

Les sapinières sont les peuplements qui brûlent le moins dans les Alpes italiennes, en particulier grâce aux précipitations élevées des stations dans lesquels ils poussent et aux caractéristiques de leur litière (compacte et sans oxygène). Les sapinières pures situées sur stations fraîches et en exposition nord peuvent d'ailleurs constituer un pare-feu naturel (Ascoli 2022, observations personnelles).

Mécanisme d'adaptation au feu

Cette espèce n'est pas adaptée au feu.

Réaction au passage de l'incendie

Si un sapin est touché par un incendie de basse intensité, le feu autour de la tige en l'évitant grâce à une litière compacte et dépourvue d'oxygène. Cependant, lors des incendies de cime, comme observé dans celui de Mompantero (Piémont, Italie) de 2017, quand le sapin est présent en mélange avec l'épicéa, il peut brûler en cime (Ascoli 2022, observations personnelles). Nous pouvons nous attendre au même comportement pour un mélange avec le pin laricio.
En revanche, la sapinière peut être considérée comme une barrière naturelle quand elle est pure ou en mélange avec du hêtre ou d'autres feuillus peu inflammables.

Aptitude au brûlage dirigé

Aucun brûlage n'ayant été réalisé sur cette espèce, il n'est pas possible d'en tirer des enseignements.



Maquis à bruyère, arbousier et chêne vert (cl. Tiger)

Le maquis

Ces formations sont constituées par de nombreuses espèces, essentiellement sclérophilles, telles que : arbousier (*Arbutus unedo*), bruyère arborescente (*Erica arborea*), chêne vert (*Quercus ilex*), chêne-liège (*Quercus suber*), lentisque (*Pistacia lentiscus*), filaires (*Phillyrea sp.*), myrte (*Myrtus communis*), romarin (*Rosmarinus officinalis*), oleastre (*Olea europea*), nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*)...

Inflammabilité

Les feuilles présentent une inflammabilité très variable selon l'espèce. Elle est extrêmement forte par exemple pour la bruyère et modérée pour l'arbousier.

Combustibilité du peuplement

Ces formations sont généralement très combustibles en été, même si leur combustibilité dépend des espèces qui les composent et de leur structure. Par exemple :

- les maquis à bruyère sont très combustibles, quelles que soient leurs dimensions et les espèces en mélange ;
- les maquis à chêne-liège ou à romarin sont très combustibles, quelles que soit leurs dimensions et les espèces en mélange, et peuvent provoquer des embrasements généralisés ;
- les maquis hauts à arbousier et chêne vert sont moyennement combustibles, voire peu combustibles lorsqu'ils sont vieillis et hauts. Dans ces formations, souvent sur stations moyennement sèches à moyennement fraîches, le sous-bois est presque inexistant.

Mécanisme d'adaptation au feu

Les essences du maquis possèdent généralement les mécanismes suivants : rejet de souches, racine pivotante, croissance rapide des rejets.

Réaction au passage de l'incendie

Les maquis peuvent générer des incendies de très forte intensité et être à l'origine d'incendies convectifs.

L'incendie provoque la mort des individus, mais les souches ont la capacité de rejeter. Capacité qui s'atténue avec l'âge et le passage répété des incendies. Si la fréquence des incendies est trop forte et/ou l'incendie trop sévère, ces maquis peuvent se dégrader en cistaie, en raison de la capacité des cistes à se régénérer rapidement suite aux incendies.

Aptitude au brûlage dirigé

Ces formations sont très difficiles à brûler en hiver. Il faut attendre la fin du printemps ou le début de l'été pour pouvoir intervenir.

Les fruticées montagnardes

Ces formations peuvent être constituées des essences suivantes : genêt (*Genista lobelii*), anthyllide faux-Hermannia (*Anthyllis hermanniae*), genévrier commun (*Juniperus communis*), thym corse (*Thymus herba-barona*), épine-vinette de l'Etna (*Berberis aetnensis*)...



Lande en coussin (cl. Planelles)

Inflammabilité

Ce sont des formations constituées par des espèces très inflammables.

Combustibilité du peuplement

Ces formations sont composées d'espèces au port buissonneux et bas, parfois en coussin, dont une partie importante est constituée de matériel mort. Elles forment des plages très denses et impénétrables. De ce fait, elles sont très combustibles et génèrent des flammes très longues et un très fort rayonnement. En présence de pastoralisme, le passage des bêtes peut créer des ruptures de combustible dans les plages.

Mécanisme d'adaptation au feu

Le genêt rejette de souche.

Réaction au passage de l'incendie

Une fois que le feu a pénétré un buisson, il est pratiquement impossible de l'arrêter, y compris en phase de feu descendant ou à contre-vent, sauf en profitant ou en créant une zone de discontinuité du combustible. En phase de feu montant, la longueur de flamme peut atteindre plus de 5 mètres et le front de feu peut avancer très vite.
Ces formations peuvent provoquer des incendies très intenses y compris en hiver.

Aptitude au brûlage dirigé

Conduire le brûlage dans ces formations est assez facile, à condition de prendre en compte le comportement au feu de l'espèce et surtout d'anticiper en créant des ruptures de combustible dans les zones de

lisière. Ce travail est cependant assez fastidieux en raison de la pénétrabilité difficile de cette formation et la présence d'épines.
Il est par contre presque impossible de sauvegarder des arbres isolés au milieu de ces coussins, sauf en créant un espace sans combustible assez grand autour. Si la consigne est de sauvegarder ces arbres, il peut être conseillé de ne pas brûler ces coussins, le brûlage des coussins contigus étant souvent suffisant. Cela permet en plus de créer une mosaïque moins impactante d'un point de vue paysager.



Ripisylve dans le Taravo (cl. Tiger)

Les ripisylves

Ces formations peuvent être constituées des essences suivantes : aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), saules (*Salix sp.*), aulne cordé (*Alnus cordata*), feuillus divers...

Inflammabilité

Les ripisylves sont généralement constituées de plantes peu inflammables.

Combustibilité du peuplement

Les ripisylves des cours d'eau à fort ou moyen débit sont généralement peu combustibles.
En revanche, les ripisylves des ruisseaux à faible débit ou des cours d'eau intermittents, lorsqu'elles sont emmaquisées ou étroites, peuvent être parcourues ou sautées par l'incendie.
Avec les sécheresses répétées de ces dernières années, les petits voire les moyens cours d'eau sont souvent à sec en été. Il faut donc ajuster la résistance théorique de ces formations et ne pas se baser uniquement sur leur historique.

Mécanisme d'adaptation au feu

Ces espèces ne sont pas adaptées au feu.

Réaction au passage de l'incendie

Si ces formations sont parcourues par un incendie, les plantes qui les composent, étant à écorce fine, ont peu de chance de survivre. En lisière, le rayonnement de l'incendie suffit souvent à sécher les arbres.

Aptitude au brûlage dirigé

Aucune.

PLANIFICATION DU TERRITOIRE POUR LA PRÉVENTION DES INCENDIES

La Corse est menacée par les incendies sur la quasi-totalité de son territoire. Or, pour des raisons économiques et de ressources humaines disponibles, il n'est pas possible d'agir sur l'ensemble des zones à risque. Des choix stratégiques s'imposent afin d'optimiser les interventions de prévention et de prévision DFCI.

Il est nécessaire de penser la planification à différentes échelles avec, d'une part une gestion plus circonstanciée au niveau du bassin de risque, et d'autre part une gestion globale du territoire avec les définitions des actions à planifier à grande échelle (régionale, départementale...).

Pour la recherche des priorités d'action, il faut connaître l'historique des incendies qui tient compte des types d'incendies, des types de végétation, de la météorologie liée aux incendies, des vents locaux et des points d'accès sur le territoire. De plus, en s'inspirant de la philosophie catalane, il semble nécessaire de s'approprier des outils de modélisation et de simulation[16] qui permettent de faire le lien avec le régime des incendies et les types de peuplements schématisés en modèles de combustible. Cela permettra de donner un support scientifique aux dires d'expert et apportera une aide à la décision pour la localisation des bassins de risque et des interventions (➞ voir annexe n° 12 page 152 « Exemple d'applications des modèles sur la Corse »).

Le régime du feu, qui intègre à la fois sa composante temporelle (saison, fréquence...) et sa composante spatiale (surface brûlée, hétérogénéité), peut être modifié par l'effort de prévention et de lutte contre les incendies, par les actions sylvicoles et par d'autres facteurs comme les changements climatiques ou d'occupation du sol (Pimont et al. 2012).

La connaissance du régime des feux et de son classement par zones homogènes de régime (ZHR) permet d'estimer le temps de retour des incendies sur chaque secteur donné et d'en prévoir l'importance des perturbations (Piqué et al. 2011). Elle permettra également au gestionnaire forestier de planifier les activités sylvicoles pour la préservation des peuplements en cas d'incendie, en leur donnant des priorités (➞ voir p. 14 « Types d'incendies »).

[16] Firsite, Flammap, Behave Plus Nexus, Wildfire Analyst.

Mesures circonstanciées au bassin de risque

En réponse au risque incendie, la Corse s'est dotée de plusieurs types d'ouvrages, certains pour limiter la progression du feu et le cantonner dans un secteur, d'autres pour limiter les impacts en cas de passage du feu. La majorité de ces ouvrages est décrite dans le PPFENI, d'autres, de concepts plus récents, sont décrits dans les documents de gestion et repris ici.
Il est cependant nécessaire de faire évoluer notre vision de la prévention en affinant l'analyse du territoire par la définition des incendies attendus sur chaque secteur. Cette connaissance aura pour conséquence de pouvoir identifier les opportunités et les zones critiques selon le type de feu attendu et de mieux calibrer les interventions sur le territoire dans les points stratégiques de gestion.

Planification DFCI mise en œuvre en Corse

Les plans de protection contre l'incendie

Depuis 2006, deux grands types de planification DFCI sont mis en œuvre en Corse :

- les plans locaux de protection contre les incendies (PLPI) ;
- les études de protection rapprochée de massif forestier (PRMF).

Ces plans sont élaborés par un chargé d'étude assurant le pilotage d'un groupe de travail local composé de l'ensemble des partenaires de la DFCI : DDT, SIS, forestiers sapeurs de la CdC, ONF. Ils sont élaborés en concertation avec les communes et EPCI et arrêtés par le préfet de département. Les aménagements ou équipements proposés dans ces documents sont fixés à dires d'expert.
Certains des ouvrages prévus par ces plans (ZAL, points d'eau et pistes de liaison) sont porteurs d'une définition juridique dans le Code forestier (servitudes de passage et d'aménagement, bords de routes ouvertes à la circulation publique) qui leur garantit une réalisation facilitée.

Les PLPI

Les plans locaux de protection contre les incendies visent, après analyse des diverses données et contraintes d'un territoire, à l'équiper d'un réseau cohérent d'infrastructures de type zones d'appui à la lutte (ZAL), points d'eau et pistes de liaison, pour préparer le terrain à la

lutte contre les feux et plus particulièrement les grands incendies. Ils ne traitent que d'un des aspects de la protection contre les incendies. Ne sont ainsi pas abordées, ni la protection des zones urbanisées ni la définition plus fine des modalités de protection au cœur des massifs forestiers où les conditions topographiques ne favorisent pas la réalisation d'ouvrages mécanisés.
Pour la localisation des ouvrages débroussaillés de type ZAL, deux grandes considérations sont prises en compte :

- l'historique des parcours empruntés par les grands feux dans un secteur donné ;
- la faisabilité de l'ouvrage débroussaillé à dires d'expert (mécanisation possible, entretien facilité et conditions de circulation et de positionnement des véhicules de lutte).

Vingt PLPI couvrent l'intégralité du territoire de la Corse.

Les études PRMF

Les études de protection rapprochée de massif forestier répondent à trois objectifs :

- gérer la sécurité du public présent dans ces massifs (mesures de protection des personnes contre les incendies) ;
- aménager des milieux forestiers remarquables (patrimoine, production de bois, fonction sociale…) dans des conditions topographiques difficiles pour réduire les surfaces parcourues à l'aide d'équipements classiques (ZAL, points d'eau, pistes), mais également de coupures actives, layons débroussaillés par anticipation (LAFT) servant d'appui à la mise en œuvre d'une opération « feu tactique » ;
- imaginer des modes de gestion des peuplements forestiers permettant de minimiser les dommages possibles (mise en autorésistance).

Vingt-trois études, concernant des massifs bien déterminés, ont été élaborées en Corse.
Certaines études de PRMF ont conduit à forger des types d'ouvrages non encore officialisés dans le Plan de protection des forêts contre les incendies pour la Corse (PPFENI), telles que les ZGC et les bandes vertes.
Parfois, l'étude prévoit des mesures d'accompagnement, qui ne relèvent pas d'une politique de protection contre les incendies proprement dite, mais correspondent à l'intégration dans les politiques forestières, agricoles, pastorales, d'urbanisme, etc. d'une prise en compte par diverses interventions, du risque incendie de forêts sur ces territoires, accentué par le phénomène de dérèglement climatique.

Une analyse plus fine du territoire et des incendies peut permettre de forger de nouveaux types d'ouvrages ou d'aménagements répondant à ces préoccupations.

Cohérence des plans

Afin que la protection contre l'incendie soit efficace, il semble indispensable que les plans de gestion de l'espace des différentes thématiques soient cohérents et concertés : DFCI (PLPI, PRMF, PRIF), forestier (aménagement forestier, plan simple de gestion), environnement (Natura 2000, réserve de chasse, réserve naturelle, réserve biologique, etc.), pastoral (association foncière pastorale), accueil du public (schémas d'accueil du public…), paysage (plans de paysage), etc. À titre d'exemple, nous détaillons ici le lien entre étude PRMF et aménagement forestier :

- l'aménagement intègre les ouvrages de lutte DFCI définis dans la PRMF et en détaille leur réalisation dans son plan de gestion, en particulier en définissant des groupes DFCI, correspondant à des parties de forêt dans lesquels la protection contre l'incendie est l'objectif de gestion principal, c'est-à-dire que les autres enjeux sont possibles s'ils sont compatibles, ou limités à leur strict minimum s'ils sont incompatibles (ex : sur les ZAL, les contraintes sont telles que la production de bois ne peut pas être optimisée. Pour autant, des préconisations peuvent être prises, dans la limite des exigences de l'ouvrage, telles que les modalités d'élagage, le choix des essences régénérées et le choix des tiges à conserver) ;
- la PRMF intègre la réflexion de l'aménagement concernant les autres objectifs de gestion et leur traitement, ainsi que les secteurs remarquables qu'il faut préserver. C'est donc l'aménagement (ou le gestionnaire quand il y a déphasage entre les phases de rédaction de ces deux documents) qui pointe les secteurs qu'il faudrait mettre en autorésistance et ce sont les PRMF qui étudient leur faisabilité et décident des modalités de réalisation.

Les ouvrages et aménagements pour lutter contre l'incendie

Les aménagements poursuivent deux buts distincts : limiter les surfaces incendiées et limiter les effets de l'incendie.

- Limiter les surfaces incendiées
  Parmi les ouvrages et aménagements, distinguons :
  - **les ouvrages DFCI sur lesquels il est possible de mettre en place des manœuvres de lutte** : ZAL / CCA et ZGC (possibilité de manœuvre à moyens réduits, aériens, personnels à pied, barrière

de retardant, feux tactiques, contre feux) / LAFT (pratique du feu tactique). Prévus dans les PLPI et les PRMF, ils relèvent de l'action publique des maîtres d'ouvrage et disposent de financements adéquats (CFM et Feader). Ils sont entretenus par les pouvoirs publics, ce qui n'empêche nullement un relais pris par des exploitants agricoles sur certains terrains qui les intéressent ;
- **les aménagements qui renforcent l'opérationnalité des autres ouvrages** (actuellement surtout ZAL) : ZRC ou zones de renfort agricoles, pastorales ou forestières ;
- **les aménagements qui contribuent à limiter la propagation d'un incendie** : CCA / ZGC / bandes vertes.

• Limiter les effets de l'incendie (zones d'autorésistance, sylviculture préventive)

À part les ouvrages DFCI sur lesquels il est possible de mettre en place des manœuvres de lutte, qui relèvent de la compétence exclusive des politiques DFCI, les autres aménagements peuvent dépendre de différentes politiques publiques, qu'elles soient forestières, agricoles ou pastorales. Comme ces politiques sont appliquées à une région soumise à une problématique d'incendies de forêt, elles devraient intégrer, dans leur conception, cette dimension, rendue incontournable par les problématiques de dérèglement climatique.
Il serait en effet souhaitable que toute politique forestière en Corse, que ce soit en forêt publique (aménagement forestier) ou en forêt privée (plan simple de gestion), intègre, dans ses actions, la prévention contre les incendies à travers la mise en œuvre de bandes vertes, de ZGC, de ZRC, de zones d'autorésistance et les concepts de sylviculture préventive. Cela fait partie d'une bonne gestion méditerranéenne de la forêt par leurs propriétaires publics ou privés. En matière de politique agricole, la création de zones de renfort agricole ou pastoral à la périphérie des ZAL matérialise la complémentarité de cette politique avec la DFCI.
Les ouvrages et aménagements DFCI en forêt sont décrits dans les chapitres 3 (➥ p. 69 et suiv.) et 4 (➥ p. 95 et suiv.).

Pour une nouvelle planification du territoire pour la prévention des incendies

Principe

L'analyse du comportement des incendies passés, à travers l'étude de leur principal facteur de propagation (topographie, météorologie ou combustible) permet d'établir les types d'incendies attendus dans un secteur et par conséquent d'identifier les points critiques et les opportunités, qui correspondent aux points stratégiques que sont les talwegs et nœuds des talwegs, les crêtes et nœuds des crêtes et les nœuds de propagation.

En disposant de l'information sur l'influence de l'environnement physique sur le comportement du feu grâce à l'étude de différents types d'incendies dans un secteur donné, il est possible de prévoir les zones prioritaires d'intervention : les points stratégiques de gestion (PSG).

En effet, si la propagation d'un futur incendie reste non totalement prévisible, l'analyse des incendies types en fonction des facteurs de propagation (↬ voir p. 19 chapitre « Types d'incendies en fonction des facteurs de propagation ») permet de prévoir les caractéristiques principales du grand incendie de forêt qui affectera plus probablement une zone déterminée, d'anticiper le développement attendu, et son mode de propagation (Piqué et al. 2011).

Cette information est essentielle pour une planification efficace à l'échelle du bassin de risque, car elle permet de :

- profiter des opportunités stratégiques offertes par les grands incendies de forêt ;
- adapter les utilisations du territoire (boisé ou non) aux incendies attendus ;
- orienter la gestion sylvicole afin de réduire la vulnérabilité des peuplements forestiers aux grands incendies de forêt (Pau Costa et al. 2011).

La réalisation de l'étude des incendies passés sur la Corse et la détermination des types d'incendies présents dans chaque territoire est donc le préalable indispensable pour l'utilisation sur l'île de cette analyse fine qui permet une intervention adaptée, efficace et quasi chirurgicale. Il faudrait prendre en compte cette méthode dans la révision du PPFENI.

Originaire des États-Unis et très développée en Catalogne et en Toscane, la méthode basée sur l'identification des zones de changement de l'incendie, qui peuvent être soit des secteurs où l'incendie va démultiplier sa force ou son expansion (points critiques), soit des sec-

teurs où l'incendie va faiblir (opportunités), permet d'imaginer une stratégie de lutte et/ou de prévention selon les types d'incendies attendus. Cette analyse est faite par l'étude de l'alignement des forces (➥ voir p. 12 chapitre « Facteurs de propagation et analyse des forces »).
Ce concept n'est pour l'instant pas mis en œuvre en France.
L'analyse des points stratégiques permettra également d'identifier les secteurs où la sauvegarde des peuplements remarquables peut être facilitée.

Interventions

Les zones d'opportunités peuvent donc être utilisées soit de façon opportuniste, en cas d'incendie, soit aménagées avec des traitements en amont pour les conforter ou constituer des ouvrages plus structurés. De la même façon, sur les points critiques, nous pouvons faire des traitements du combustible pour en réduire la criticité, ou simplement les prendre en compte en cas d'incendie en anticipant l'effet qu'ils auront sur son développement.
Les interventions dans les points stratégiques sont donc faites, soit pour limiter l'effet multiplicateur des fronts de flammes[17], soit pour limiter le passage préférentiel entre un bassin-versant et un autre[18], soit pour préparer des zones facilitant la lutte active.
Les traitements sont à adapter à chaque contexte mais visent toujours à interrompre l'alignement des forces pour :

- porter ou garder l'incendie dans la limite de la capacité d'extinction des moyens de lutte en réduisant l'intensité et faciliter l'extinction ;
- limiter le développement et la propagation de l'incendie en travaillant sur la structure et la composition des peuplements.

Pour les mesures techniques, se reporter ➥ p. 92 au chapitre « Les traitements du combustible dans les points stratégiques de gestion ».

Faciliter l'extinction

À partir des points d'opportunité, sont identifiés les secteurs où l'attaque de l'incendie est le plus facile et l'aménagement du territoire possible et efficace. Dans ces secteurs, il faudra réduire le combustible et localiser les infrastructures permettant de s'opposer aux grands incendies de forêt, soit de façon intrinsèque, soit grâce à l'intervention des services de lutte.

[17] Tels que les nœuds de crêtes pour les incendies de vents ou les nœuds de talweg pour les incendies topographiques.

[18] En intervenant sur les nœuds de propagation (cols…), qui sont des zones de passage préférentiel entre un bassin-versant et un autre. En effet, l'augmentation de la vitesse du vent y provoque une accélération et une expansion des fronts de flammes (DREAm 2019).

Pour les incendies topographiques :

- les points stratégiques de gestion seront positionnés dans les nœuds de talweg, les fonds de talweg et dans les crêtes ;
- les points d'opportunité seront donc en fond de vallée pour réceptionner un incendie descendant, ou en crête ou immédiatement après la crête pour profiter du désalignement du facteur pente. Des opportunités peuvent aussi se présenter le long du versant avec une diagonale positive[19] par rapport à la propagation de l'incendie. Les ouvrages structurants sur les versants, même s'ils sont théoriquement efficaces, sont cependant à éviter car en cas de feu montant les personnels de lutte seraient gravement exposés au danger (en raison des sautes, roulements de particules incandescentes ou utilisation inappropriée de l'ouvrage) ;
- l'objectif recherché est de contenir l'incendie et d'éviter que le feu passe soit le nœud de talweg et atteigne une autre vallée, soit le fond de talweg et se propage sur d'autres versants, soit, à la faveur de l'inversion des brises nocturnes, dépasse la ligne de crête et se développe sur un autre bassin.

Pour les incendies guidés par le vent :

- les points stratégiques de gestion seront positionnés dans les nœuds de crêtes, dans les crêtes et dans les zones à l'abri du vent principal ;
- les points d'opportunité seront à rechercher parallèlement au sens de propagation principal pour éviter l'élargissement de l'incendie ou sur le versant à l'abri du vent pour éviter les élargissements latéraux. Si des ouvrages sont conçus sur le haut du versant à l'abri du vent, il faudra prendre en compte les contrevents et les possibles sautes. Il sera nécessaire d'effectuer un travail sur les crêtes pour réduire le nombre de sautes et avoir des issues de sortie si besoin. Des ouvrages peuvent être aussi positionnés sur les crêtes non perpendiculaires au vent principal ;
- l'objectif recherché est de contenir l'incendie et d'éviter qu'il s'élargisse, notamment en prenant de la vitesse le long des crêtes alignées ou partiellement alignées, ou pour éviter les expansions latérales et réduire les sautes (dans ce type d'incendies, le moindre élargissement de la queue fait grandement augmenter la surface brûlée).

Pour les incendies convectifs :

- le traitement du combustible doit être plus général. En milieu forestier, il faudrait donc traiter tout le versant par une réduction du combustible. De manière générale, il conviendrait de favoriser une

[19] Pour comprendre si une diagonale est positive ou négative, nous devons imaginer faire un allumage le long de cette diagonale : si la fumée va vers la zone brûlée, on parle de diagonale positive, si elle va vers l'extérieur, on parle de diagonale négative.

mosaïque de milieux à l'échelle du paysage, avec zones ouvertes et couverts forestiers peu vulnérables ;
- les ouvrages de lutte, quand ils sont envisageables, doivent être adaptés à l'historique des feux sur le secteur. L'alternative serait, pendant l'incendie, de rechercher les opportunités d'action en profitant des zones ouvertes et des changements des conditions météorologiques, de façon à affaiblir l'incendie par à-coups. L'utilisation du feu tactique peut être très utile sur ces feux ;
- l'objectif recherché est de faire baisser l'intensité de l'incendie en l'affaiblissant zone par zone dès que possible.

Les ouvrages de lutte actuellement utilisés en Corse : ZAL, LAFT, CCA, ZGC, devraient être localisés sur les points stratégiques.

Limiter le développement et la propagation des grands incendies

Pour éviter le passage entre un bassin-versant et un autre, même en l'absence des moyens de lutte, l'intervention consistera à réduire le combustible sur les nœuds de propagation (cols…). En effet, sur ceux-ci, l'augmentation de la vitesse du vent provoque une accélération et une expansion des fronts de flammes (DREAm 2019).

Pour limiter l'effet multiplicateur des fronts de flammes, l'intervention consistera à réduire le combustible sur les points critiques suivants :
- dans les secteurs concernés par les incendies topographiques : dans le fond de talweg ou dans les nœuds de talweg ;
- dans les secteurs concernés par des incendies conduits par le vent : en zone protégée du vent dominant, en nœuds de crête et sur les cols ;
- dans les secteurs concernés par des feux convectifs (avec ou sans vent) : leur localisation est définie en fonction du parcours des incendies passés. Dans ces cas, il faut travailler à réduire le combustible, en particulier celui de dimension moyenne en partie haute de la crête pour limiter les sautes, ou entretenir les espaces ouverts existants pour garder des opportunités d'intervention (Tonarelli 2022, comm. pers.).

C'est là que devraient être localisés les ouvrages, actuellement utilisés en Corse, pour cantonner l'incendie sans l'intervention des moyens de lutte : CCA, ZGC, bandes vertes, etc.

Pour limiter les sautes de feu la réduction du combustible est souhaitable :
- dans les secteurs concernés par les incendies topographiques : sur

l'ensemble du versant ou au moins sur la partie haute du versant ;

- dans les secteurs concernés par des incendies conduits par le vent : sur les crêtes ;
- dans les secteurs concernés par des feux convectifs (avec ou sans vent) : idéalement dans l'ensemble des versants mais *a minima* sur les crêtes.

Mesures globales

Avec le changement climatique et la recrudescence des feux hors normes, même en France, il semble indispensable de réfléchir également à l'échelle globale. La problématique des incendies doit, de ce fait, être intégrée dans l'ensemble des documents cadres de la gestion des territoires (Padduc, politique forestière de la Corse, PDRC, SRA, SRGS, etc.).

À titre d'exemple, toutes les réflexions relatives à l'hétérogénéité des paysages devraient être aussi intégrées dans la politique agricole, afin de rendre le paysage plus résilient au feu. Ces actions devraient être prises en charge par la profession agricole avec leurs organismes professionnels et leurs moyens financiers (PAC et financement de développement rural), et y compris se traduire dans les PLU et le Padduc quand ces zones ont un intérêt agricole ou pastoral avéré (intégré prioritairement dans les espaces stratégiques agricoles).

Insistons ici aussi sur la nécessaire cohérence entre les documents cadres des diverses thématiques de la gestion du territoire.

Il s'agit de changer de paradigme, en ne se reposant pas uniquement sur les ouvrages et aménagements DFCI, mais en travaillant partout et dès que possible à rendre les paysages moins vulnérables à l'incendie.

Augmenter l'hétérogénéité structurelle et spécifique à l'échelle du paysage

L'hétérogénéité spatiale augmente la complexité du système forestier, permettant d'avoir un paysage forestier plus résiliant et plus résistant aux perturbations (Stephens et al. 2010, Puettmann 2011, Vericat et al. 2012).

L'hétérogénéité en termes d'espèces, de structure, d'âge, d'utilisation du sol, de combustible... permet d'obtenir des peuplements qui sont affectés de manière et d'intensité différentes par l'incendie, ce qui garantit une plus grande **résistance** à l'échelle du paysage. De plus, l'hétérogénéité génère un paysage où les multiples conformations forestières et agricoles vont répondre de façons différentes à la perturbation, mais garderont sur le long terme des caractéristiques similaires (**résilience**).

En Corse, à titre d'exemple, la mosaïque agricole et forestière peut se concevoir, en plaine par l'alternance des cultures et des milieux boisés et en montagne par la présence pastorale dans les estives et les milieux ouverts. Par ailleurs, en milieu forestier, l'hétérogénéité du paysage peut être favorisée par le développement des ripisylves, la conservation de milieux ouverts et la diversité des types forestiers en

termes de structure et d'essences dominantes.

À titre d'exemple, lors de l'incendie de Pedrogao Grande (Portugal) en 2017, certains secteurs en plein axe de propagation de l'incendie ont résisté de façon surprenante. Un groupe de travail du programme européen FIREXTR essaye d'en analyser la raison, mais ils ont déjà remarqué que souvent, il s'agissait de zones où le paysage était très hétérogène, avec une mosaïque de petits boisements, de zones agricoles et de zones urbaines.

Par ailleurs, il a également été observé que les zones non brûlées dans un paysage en mosaïque parcouru par un incendie ont un intérêt particulier pour l'écosystème (Kolden et al. 2012, Kolden et al. 2015, Krawchuk et al. 2016) car les espèces sensibles aux incendies s'y réfugient, permettant à leurs populations de reconstituer les communautés vivantes suite au passage du feu (Krawchuk et al. 2016).



Incendie de Pedragao Grande (source : Tedim et al. 2018)

Leurs conseils pour la gestion à l'échelle du paysage visent à favoriser l'hétérogénéité afin d'augmenter les zones non parcourues par l'incendie. À cette fin, il est nécessaire de :

- réduire la continuité des secteurs forestiers ;
- augmenter la trame en mosaïque entre zones forestières et non forestières afin d'obtenir un plus grand nombre de zones non parcourues par l'incendie avec des surfaces plus importantes ;
- créer, à l'échelle d'un massif, des mosaïques de types de forêts, en alternant les essences dominantes, les âges, les structures, etc.



IMPORTANCE DE LA GESTION INTÉGRÉE DU PAYSAGE, INCENDIES DE CALCI (TOSCANE, ITALIE) EN SEPTEMBRE 2018 (CL. TONARELLI)

Il faut toutefois faire attention dans les zones à mosaïque car les vitesses de propagation augmentent dans les zones ouvertes non forestières et herbacées. Nous pouvons donc avoir des accélérations subites, qui peuvent surprendre et mettre en danger les services de lutte.
Dans une gestion à l'échelle du paysage, la planification doit se faire entre tous les acteurs du territoire. À cette échelle, les intérêts sociaux, économiques et de protection doivent être combinés. Une expérience vertueuse, conduite en Catalogne par la fondation Pao Costa, a mené à la création d'un label spécifique pour les produits pastoraux en synergie avec des actions de prévention des incendies (https://ramatsdefoc.org).

AUGMENTER LA RÉSISTANCE ET LA RÉSILIENCE DES FORÊTS

« La sylviculture préventive consiste à compléter les interventions sylvicoles traditionnelles avec des mesures propres à rendre les peuplements moins sensibles au feu. » (Rigolot et al. 2013)
L'utilisation de la sylviculture préventive déclinée à plusieurs échelles peut permettre de :

- favoriser la résistance et la résilience à l'échelle du paysage ;
- limiter la vulnérabilité intrinsèque des peuplements ;
- réduire l'intensité du feu ;
- favoriser la résilience des peuplements.

Pour le détail des mesures préconisées, ➜ voir p. 101 « La sylviculture préventive hors ouvrage ».

CONDUITE DES PEUPLEMENTS SUR LES OUVRAGES CRÉÉS POUR LIMITER LES SURFACES INCENDIÉES

Les ouvrages DFCI ont été conceptualisés dans la planification pour un usage sur le long terme. Or, tout forestier sait que les peuplements ne sont pas figés dans le temps et que les arbres naissent, grandissent et meurent. C'est pourquoi, le forestier utilise la sylviculture, c'est-à-dire une culture des peuplements forestiers, avec des itinéraires précis de coupes et de travaux, pour façonner la forêt et obtenir les arbres escomptés.
Or, compte tenu des contraintes particulières intrinsèques à chaque type d'ouvrage DFCI et des peuplements idéaux recherchés, il n'était pas possible d'utiliser les sylvicultures connues, établies essentiellement pour la production de bois. C'est pourquoi il a été nécessaire d'élaborer une sylviculture particulière à ces ouvrages.

N.B. Au vu de l'expérience en forêt corse et de la localisation des ouvrages DFCI essentiellement situés en pinède (pin maritime et pin laricio), ces itinéraires ne sont valables actuellement que sur ce type de peuplements forestiers.

Les itinéraires proposés dans ce chapitre, et en particulier les valeurs cibles, pourront être modifiés en fonction des connaissances acquises et notamment grâce à une adaptation, à la Corse, des typologies de vulnérabilité des forêts.
Ces itinéraires abrogent ceux qui ont été préconisés dans le cadre du programme Life pin laricio et consignés dans la « Contribution à la conduite des peuplements de pin laricio et habitats associés » (Tiger et al. 2006).

Zone d'appui à la lutte (ZAL)

Caractéristiques

Caractéristiques générales

Définition PPFENI : « *Une zone d'appui à la lutte (ZAL) est un ouvrage DFCI composé d'un ensemble indissociable d'un espace débroussaillé, d'une voie de circulation praticable par les engins de lutte reliée au réseau routier (voies publiques et pistes validées DFCI) et de réserves d'eau, dont la finalité est de fournir un site de lutte contre les grands feux.* »

À chaque ZAL doit être associé un but de protection d'un massif forestier remarquable ou d'un espace naturel de surface significative. En effet, une ZAL ne pourra être efficace qu'en présence de moyens de lutte positionnés en nombre suffisant sur l'ouvrage, puisque l'objectif assigné à une ZAL est de permettre aux services de lutte de tenter de s'opposer, dans les meilleures conditions, au développement des grands incendies par l'attaque de la tête du feu ou le contrôle des flancs en utilisant des moyens de lutte traditionnels (terrestres et/ou aériens) et/ou des feux tactiques.

➥ La fiche n° 1 page 159 détaille le principe d'utilisation d'une ZAL, puisque le positionnement et la conduite à tenir y sont particuliers.

Ainsi, l'incendie arrivant sur la ZAL doit diminuer en vigueur de telle sorte que le feu parcourant la ZAL retombe en feu de surface de faible intensité. Pour cela, ses caractéristiques, décrites au PPFENI, doivent être les suivantes :

- bande débroussaillée d'une largeur nominale de 100 mètres. Cette profondeur (idéalement de 150 m en forêt[20]) pourra être majorée ou minorée, après avis du GTP/GTT ;
- débroussaillement périodique de l'espace maintenu à un seuil de phytovolume combustible inférieur à 2 000 m^3/ha [21] ;
- les arbres présents peuvent être conservés à une densité compatible avec les besoins de sécurité des personnels de lutte. Ils seront élagués sur la plus petite des hauteurs suivantes : 2,50 m ou 30 % de leur hauteur totale pour les feuillus et 50 % pour les résineux, afin de créer une discontinuité sol-branches suffisante. Dans le volume situé à l'aplomb de la bande de roulement, sera éliminée par abattage ou élagage toute végétation arbustive et arborée surplombant la chaussée à concurrence d'une hauteur de 4 m par rapport à la chaussée ;

[20] Décision du GTI DFCI non formalisée au PPFENI.

[21] Le phytovolume se calcule en multipliant le recouvrement en m^2 de la projection au sol des végétaux de la strate arbustive par la hauteur moyenne en m de ceux-ci.

- les aménagements (éclaircies, élagages…) dans la strate arborée doivent permettre d'éviter le risque de continuité de l'incendie sur la ZAL par propagation du feu aux houppiers des arbres maintenus et ne pas occasionner une gêne pour les actions des moyens de lutte.

Caractéristiques attendues d'une ZAL arborée

L'intérêt des ZAL arborées n'est plus à démontrer, grâce, entre autres, au fait que :

- les arbres ont un effet pare-brandons ;
- la présence des arbres évite les couloirs de vent sur la ZAL et limite ainsi sa vitesse et donc la vitesse de propagation du feu, rendant ainsi la lutte plus facile.

Besoins idéaux

Sur la ZAL, l'intensité du feu doit rester faible. Celui-ci ne doit ni passer d'un arbre à l'autre, ni monter dans la canopée ni embraser des tiges. Ainsi, le peuplement forestier idéal sur ZAL doit présenter les caractéristiques suivantes :

- une discontinuité verticale entre la strate basse et la strate moyenne à haute afin que le feu ne monte pas dans la canopée. Cette discontinuité sera mieux définie une fois la typologie des vulnérabilités adaptée à la Corse, en recherchant sur ZAL les types C (➜ voir p. 27 « Vulnérabilité des forêts » et p. 132 annexe n° 4) ;
- une discontinuité horizontale, au moins dans la strate basse et la strate moyenne, afin que le feu ne passe pas d'un arbre (ou d'un groupe d'arbustes) à l'autre. Cette discontinuité sera mieux définie une fois la typologie des vulnérabilités adaptée à la Corse, en recherchant sur ZAL les types C (➜ voir p. 27 « Vulnérabilité des forêts » et p. 132 annexe n° 4) ;
- un minimum de combustible au sol afin de ne pas augmenter l'intensité du feu ;
- pas d'arbres sur pied présentant des coulées de résine ou de bois mort dangereux afin d'éviter un danger pour le personnel de lutte (chute, torche…), au moins à proximité de la bande de roulement ;
- une visibilité dans la ZAL, ce qui implique de limiter le nombre d'arbres ou de troncs pour réduire l'écran qui cache le feu ;
- un sentiment de sécurité pour les opérateurs de la lutte (effet psychologique très important compte tenu des risques encourus).

Toutes ces exigences correspondent théoriquement à une futaie adulte saine sans sous-étage ni bois mort au sol.

Les arbres, comme tous les êtres vivants, vieillissent et meurent. Afin de conserver l'aspect boisé, il est indispensable de prendre en compte la régénération des arbres, qui passe obligatoirement par des stades jeunes. Or, ceux-ci sont plus combustibles que les phases adultes, en raison du fait que leurs branches et leurs feuilles sont situées en strate basse (combustible superficiel et d'échelle).
Ainsi, il convient de compléter la liste précédente par le postulat suivant : un minimum de jeunes tiges pour assurer la régénération des arbres.

Modalités pour répondre à ces besoins

- Densité des arbres compatible avec leur bonne croissance mais créant un minimum de couvert pour limiter la repousse du sous-étage.
- Arbres élagués idéalement jusqu'à 5 m, minimum 2,5 m. L'élagage doit être réalisé sans coulées de résine sur les troncs.
- Pas de rémanents sur la ZAL pendant la saison DFCI.
- Pas d'arbre mort au sol. Une tolérance est toutefois possible pour certains gros bois qui ne participent pas à la propagation et en quantité très limitée.
- Pas de sous-étage, ou ponctuellement avec certaines essences (arbousier peu inflammable) et en discontinuité verticale et horizontale avec le reste du peuplement.
- Pas d'arbres morts sur pied situés à une distance de la bande de roulement, inférieure à la hauteur de l'arbre.
- Pas d'arbres dépérissant sur la ZAL[22] sauf cas très particulier lié à l'environnement et uniquement côté opposé au scénario du feu et situé à une distance de la bande de roulement supérieure à la hauteur de l'arbre.
- Pas (ou peu) d'espèces très combustibles : bruyère arborescente, houx[23], genêt de Salzmann…
- Pas de stockage des grumes sur la ZAL pendant la saison DFCI.
- Dans les 5 m de part et d'autre de la bande de roulement, nombre de jeunes tiges limitées.
- Arbres conservés au maximum de leur durée de vie pour limiter le besoin en régénération. En cohérence avec la nécessité de ne pas avoir d'arbres dépérissants, les arbres seront conservés tant qu'ils ne présentent pas des signes importants de dépérissement. Les calculs sylvicoles pour le renouvellement du peuplement utiliseront plutôt la durée avant dépérissement que la durée de survie de l'essence.
- Équilibre des classes d'âge des arbres sur la ZAL afin de pouvoir répartir la régénération des arbres, limitée à son strict minimum, dans l'espace et dans le temps. Un déséquilibre trop important im-

[22] Les arbres creux ne sont pas nécessairement dépérissants. Le GTP pourra évaluer la compatibilité avec l'opérationnalité de la ZAL.

[23] Concernant le houx et l'if (récolte limitée en Corse par arrêté préfectoral), la Dréal, sollicitée par l'ONF au sujet de la coupe de ces essences afin de suivre l'itinéraire sylvicole ou pour des aspects sécuritaires ou paysagers, a donné son accord de principe en l'absence de valorisation marchande. Les pieds doivent cependant être laissés sur place après coupe.

pliquerait, à un moment donné, un besoin de régénération de la ZAL sur de grandes surfaces, peu compatible avec son opérationnalité.

- L'objectif de gestion sylvicole sur la ZAL est la protection contre l'incendie. Les autres enjeux présents (production de bois, environnement, accueil, paysage) seront pris en compte, mais ils devront se conformer impérativement aux besoins liés à l'opérationnalité de l'ouvrage. Sauf cas très particuliers, ils ne seront donc pas optimisés, mais limités à des opérations de réduction des impacts à leur encontre.

Les ZAL présentes en Corse

L'analyse du croisement des bases de données DFCI 2A et 2B avec celle de l'IGN nous permet de faire une première différenciation des types de ZAL selon l'essence principale. Il aurait été intéressant de réaliser ce croisement pour les autres ouvrages. Néanmoins, le manque de précision dans les bases de données ne permet pas de les agréger. Quoi qu'il en soit, les résultats sont à prendre avec précaution en raison de l'hétérogénéité des bases de données et de la trop faible précision des types d'essences à cette échelle.

Surface de ZAL par essences et par type de propriété (source : base de données DFCI 2A2B 2019)

	Forêt communale	Forêt territoriale	Hors forêt publique	Total ha
Non Boisé				
Total non boisé	**17**	**20**	**1992**	**2028**
Boisé				
Arbousier	2	-	146	149
Châtaignier	-	-	11	11
Chêne-liège	6	0	314	320
Chêne vert	0	-	300	300
Chênes décidus	-	-	17	17
Conifères	11	16	80	106
Feuillus	7	5	840	852
Genévriers	-	-	21	21
Mixte	4	6	87	97
Olivier	-	-	130	130
Pin laricio	160	96	21	276
Pin maritime	94	146	219	459
Pin pignon	-	-	1	1
Pins mélangés	14	6	2	22
Sapin	-	1	-	1
Boisé (essence non renseignée)	8	2	43	53
Total boisé	**305**	**279**	**2232**	**2815**
Autre				
Détail non renseigné	17	18	560	594
Ensemble des ZAL en Corse				
Total	**339**	**316**	**4783**	**5438**

Sur un total de 5 438 ha de ZAL en Corse, la pinède représente a minima 759 ha (potentiellement 250 ha de plus, en tant qu'essences non individualisées). En forêts publiques, les pinèdes sont présentes sur 516 ha (potentiellement 50 ha de plus, en tant qu'essences non indivi-

dualisées), ce qui représente 79 % des ZAL des forêts publiques (potentiellement 86 %). Dans le cadre de ce guide, nous avons donc travaillé les itinéraires techniques essentiellement pour les pinèdes. Un travail complémentaire serait tout de même souhaitable pour développer des itinéraires techniques pour les autres essences.

Sylviculture sur ZAL

Postulats sylvicoles retenus sur les ZAL arborées

La ZAL doit rester arborée. Ainsi pour éviter de voir s'écrouler d'un seul coup les arbres de la ZAL ou pour éviter que des arbres devenus dangereux gênent ou empêchent la lutte, la prise en compte du **besoin de régénération** du peuplement est indispensable.

À cette fin, une sylviculture particulière de gestion des peuplements sur ZAL est proposée ici. Si elle utilise le vocabulaire courant du forestier (traitement régulier/irrégulier), il faut bien concevoir que seule la philosophie des pratiques est identique à la sylviculture de production de bois, mais les principes de base et les modalités diffèrent.

Ainsi, l'équilibre des classes d'âge et leur répartition sur le linéaire de la ZAL sont les principes primordiaux. Ils permettent, en effet, de répartir au mieux dans le temps les phases de jeunesse et donc de déstabiliser le moins possible l'opérationnalité de l'ouvrage. Effectivement, une surface continue de jeunes peuplements ou une concentration de jeunes tiges serait soumise à un important risque d'embrasement lors du passage du feu sur la ZAL, et de ce fait, les personnels de lutte ne pourraient plus se positionner sur cette portion de l'ouvrage, qui pourrait alors être traversée par l'incendie. Non seulement la ZAL ne pourrait plus remplir son rôle pour arrêter l'incendie, mais celui-ci pourrait mettre en danger les personnels de lutte.

Pour assurer la pérennité d'une ZAL, il faut donc lui appliquer une sylviculture, à choisir parmi les deux types de traitements proposés (↪ voir p. 75 « Traitements et itinéraires sylvicoles retenus sur ZAL »).

Âge d'exploitabilité retenu

La stratégie retenue est de conserver les arbres le plus longtemps possible sur l'ouvrage pour conserver le moins possible de phases de régénération qui sont critiques pour l'opérationnalité de la ZAL.

Ainsi, l'âge d'exploitabilité sur ZAL est fixé à l'âge avant dépérissement de la majorité des arbres constituant le peuplement. Il s'agit ici d'un dépérissement tel qu'il présenterait un danger pour les personnels de lutte. Donc un arbre creux sur une branche, champignonné depuis peu

ou blessé sans coulée de résine est encore acceptable pour quelques années ; un arbre creux, au houppier très clairsemé sur plusieurs années, qui menace de tomber, qui est infesté par *Matsucoccus feytaudii* ou un parasite létal, etc., a dépassé l'âge d'exploitabilité.
Si seulement quelques arbres ont dépassé l'âge d'exploitabilité, mais que le reste du peuplement est sain, le peuplement n'a pas atteint l'âge d'exploitabilité, il faudra simplement exploiter ces arbres en coupe d'amélioration ou sanitaire.
Pour les âges d'exploitabilité retenus par essence, ➜ voir la fiche n° 2 page 161 « Âge d'exploitabilité des arbres sur ZAL ».

Choix du mode de régénération

Deux modalités de régénération sont possibles sur ZAL : régénération naturelle (semis) et régénération artificielle (plantation). Le recours à la plantation sur ZAL n'a théoriquement d'intérêt que pour substituer une essence (et en particulier substituer avec une essence plus longévive ou moins inflammable).
Le recours à la régénération artificielle peut cependant être utile dans d'autres cas, notamment pour simplifier l'entretien des parties de ZAL en régénération. En effet, une régénération diffuse de l'année, si elle n'est pas matérialisée spécifiquement, sera difficilement perçue par les personnels en charge de l'entretien lors des opérations de débroussaillement, car elle est très petite. Elle pourrait ainsi être broyée, au contraire d'un plant, installé un peu plus grand.
Les essences choisies en plantation seront impérativement adaptées aux stations et si possible présenteront une plus grande longévité. Le choix des essences pourra tenir également compte localement des outils prévus pour le débroussaillement (par exemple, pour un ouvrage que l'on prévoit d'entretenir par brûlage dirigé, ne pas multiplier les espèces sensibles). Le recours à un mélange d'essences peut être intéressant pour répondre à ces trois points et aux enjeux connexes de la multifonctionnalité de la forêt.
Dans tous les cas, la **matérialisation de la régénération** (peinture, jalon, protection) et des consignes claires données aux services en charge de l'entretien seront un gage de sa préservation. Des protections individuelles pourront également être installées. ➜ Voir les itinéraires sylvicoles des fiches n° 4 page 167 et 5 page 175.

Traitements et itinéraires sylvicoles retenus sur ZAL

Afin de conduire le peuplement boisé sur la ZAL et en assurer sa régénération de manière durable, il est nécessaire de suivre un itinéraire sylvicole, lui-même émanant d'un traitement.

Les itinéraires sylvicoles proposés sur ZAL ont été élaborés en tenant compte de deux impératifs : sécurité des personnels de lutte et régénération des arbres.

Traitements sylvicoles de référence sur ZAL

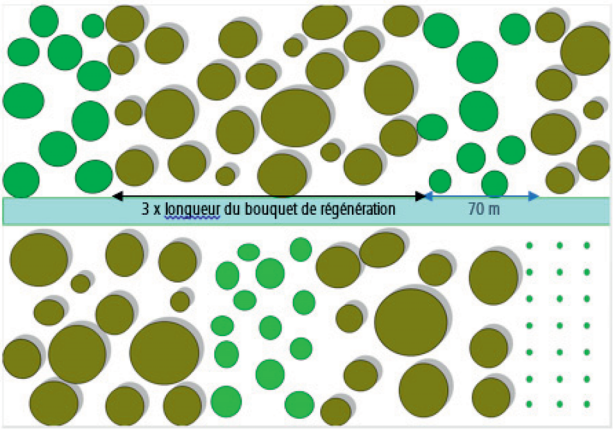
Seuls deux types de traitements ont été retenus, car compatibles avec les besoins de la ZAL : le **traitement régulier par bouquets** et le **traitement irrégulier pied à pied**[24].

Principes du traitement régulier par bouquet sur ZAL

L'itinéraire retenu ici se base sur les principes généraux du traitement régulier, c'est-à-dire traiter une zone par plage d'arbres, de leur implantation à leur exploitation. Cependant, si en traitement régulier pour l'objectif de production de bois, les secteurs en régénération présentent une continuité verticale et horizontale du combustible de surface et d'échelle, qui peut s'embraser, rendant ces secteurs trop dangereux pour les pompiers même en l'absence de maquis, le traitement régulier sur ZAL veille à :

- limiter les surfaces totales de jeunes peuplements sur l'ouvrage en augmentant au maximum la durée de vie des arbres ;
- limiter les surfaces de chaque plage de jeunes peuplements (et par conséquent de chaque bouquet de régénération) en les dimensionnant de telle sorte qu'ils puissent être sécurisables en cas d'embrasement (longueur de la plage fixe) ;
- obtenir une discontinuité horizontale entre les bouquets en ne juxtaposant pas dans l'espace les jeunes peuplements, par l'application d'un canevas de localisation des coupes de régénération (fréquence des coupes et ordre de passage prédéfinis) ;
- obtenir une discontinuité horizontale et verticale le plus rapidement possible à l'intérieur des bouquets en réalisant précocement les opérations sylvicoles sur les jeunes peuplements ;
- garantir la stabilité du peuplement en conduisant les arbres à faible densité ;
- limiter l'apport de combustible annexe en limitant les interventions sylvicoles et en particulier en réduisant les coupes au strict nécessaire, ce qui limite les rémanents à faire évacuer.

[24] Les traitements de type taillis ou taillis sous futaie, et traitement régulier par parquet ne sont pas compatibles avec les besoins sur ZAL.

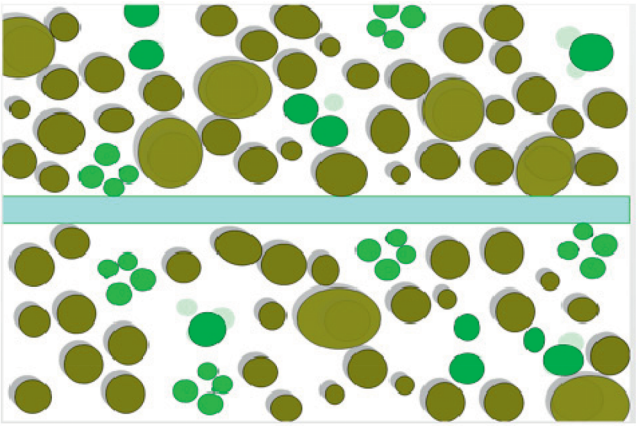


VUE AÉRIENNE D'UNE ZAL TRAITÉE EN RÉGULIER (LES POINTS REPRÉSENTENT DES ARBRES ; LES JEUNES SONT FIGURÉS EN VERT CLAIR, LES PLUS ÂGÉS EN FONCÉ)

Principes du traitement irrégulier pied à pied sur ZAL

L'itinéraire retenu ici se base sur les principes généraux du traitement irrégulier pied à pied, c'est-à-dire une conduite individuelle des arbres de leur implantation à leur exploitation. Cependant, si en traitement irrégulier pied à pied pour l'objectif de production de bois, les jeunes tiges de régénération, dispersées dans tout le peuplement, présentent une continuité verticale et horizontale avec les arbres adultes qui peuvent s'embraser par endroits (effet *torching*), rendant ce type de peuplement trop dangereux pour les pompiers même en l'absence de maquis, le traitement irrégulier pied à pied sur ZAL veille à :

- limiter le nombre total de jeunes peuplements sur l'ouvrage en augmentant au maximum la durée de vie des arbres ;
- obtenir une discontinuité horizontale et verticale entre les jeunes tiges et le reste du peuplement en les isolant par la création d'une trouée d'une surface minimum par abattage des arbres les plus gros, elle-même suffisamment espacée d'une autre trouée ;
- obtenir une discontinuité horizontale et verticale le plus rapidement possible à l'intérieur des bouquets en réalisant précocement les opérations sylvicoles sur les jeunes tiges en visant rapidement leur croissance libre ;
- garantir la stabilité du peuplement en conduisant les arbres en croissance libre ;
- limiter l'apport de combustible annexe en limitant les interventions sylvicoles et en particulier en réduisant les coupes au strict nécessaire, ce qui limite les rémanents à faire évacuer ;
- supprimer la biomasse sans avenir : tiges dominées, codominants gênant les arbres d'avenir et bois mort ;
- conserver un couvert continu pour limiter la repousse du sous-bois.



Vue aérienne d'une ZAL traitée en irrégulier pied à pied (les points représentent des arbres ; les jeunes sont figurés en vert clair, les plus âgés en foncé)

Différence entre les deux traitements et choix

Dans les deux cas, lors des phases initiales de régénération, les bouquets (traitement régulier) ou les trouées (traitement irrégulier) ne garantissent pas la sécurité des personnels de lutte à proximité immédiate, mais d'une part leur faible surface et leur localisation limite l'intensité du feu qui les embraserait et la durée de combustion, d'autre part leur discontinuité évite la propagation vers le reste de l'ouvrage. La différence entre les deux types de traitement réside dans la localisation de points de faiblesse sur l'ouvrage dus à la nécessaire régénération des arbres : par plage (intensité plus forte mais circonstanciée) ou diffuse (intensité plus faible mais multipliée).

Un type de traitement n'étant pas meilleur que l'autre, ➜ la fiche n° 3 page 163 s'est attachée à apporter une aide à la décision pour choisir le plus adapté sur chaque ZAL en se basant sur le peuplement existant à la création de la ZAL (âge, régularité sur l'ensemble de l'ouvrage) mais également sur l'aspect du peuplement qu'on veut obtenir. Ce choix doit donc se faire en fonction du **type de peuplement visé** (essence et structure) et des **possibilités de l'atteindre** rapidement (dépendant du type de peuplement avant création).

Dans les deux cas, l'objectif visé est de rendre le peuplement peu combustible en travaillant sur la densité des tiges et les discontinuités horizontales et verticales de biomasse. Il serait ainsi erroné de comparer les peuplements sur ZAL avec des peuplements bénéficiant d'un traitement sylvicole pour un autre objectif (production en particulier), puisque les modalités sont différentes.

Itinéraires sylvicoles de référence sur ZAL

Les itinéraires sylvicoles suivants sont faits pour des ZAL à l'équilibre, c'est-à-dire que la répartition dans les classes d'âges est conforme à celle attendue. Ces itinéraires sont des **références vers lesquelles le peuplement doit être conduit**.

Certaines ZAL présenteront dès à présent ces caractéristiques, il faut donc se référer aux fiches ci-dessous. Pour les ZAL qui ne présentent pas d'équilibre, des itinéraires de rattrapage ont été élaborés pour conduire le plus rapidement possible ces peuplements vers les itinéraires de référence.

Pour le traitement régulier par bouquet, se référer à ➜ la fiche n° 4 page 167 « Itinéraire sylvicole de référence du traitement régulier par bouquet sur ZAL ».

Pour le traitement irrégulier pied à pied, se référer à ➜ la fiche n° 5 page 175 « Itinéraire sylvicole de référence du traitement irrégulier pied à pied sur ZAL ».

Itinéraires sylvicoles de rattrapage sur ZAL

Beaucoup de ZAL présentent des peuplements qui ne sont pas à l'équilibre, en général parce qu'elles ont été créées par changement d'affectation d'une partie seulement d'une surface beaucoup plus grande normalement gérée en équilibre sur le long terme (traitements par parquet pour la production de bois). Ainsi, les peuplements composant la ZAL présentent bien souvent une seule classe d'âge.

D'autres secteurs ont pu subir des perturbations, comme un incendie ou une tempête.

Pour ces types d'ouvrages, se référer à ➜ la fiche n° 7 page 189 proposant plusieurs itinéraires de rattrapage selon le type de peuplement en place et le type de traitement souhaité.

Création d'une ZAL arborée

Les travaux de création de la ZAL consistent, à partir d'un peuplement donné, à :

- créer une discontinuité verticale et horizontale en éliminant le maquis et une partie des jeunes tiges (tout en conservant une partie de la régénération) et en élaguant ;
- assurer la sécurité des personnels de lutte, en abattant les arbres dangereux ;
- assurer la stabilité et la longévité du peuplement en réduisant la densité des arbres ;

- approvisionner l'ouvrage en eau par l'installation de points d'eau (non traité dans ce document) ;
- assurer le déplacement rapide sur l'ouvrage en créant une bande de roulement (non traité dans ce document).

Pour que la ZAL soit rapidement opérationnelle et qu'elle le reste sur le long terme, ses travaux de création veilleront à façonner les peuplements de l'ouvrage de telle sorte qu'ils s'approchent au maximum du peuplement idéal, préalablement défini en fonction des essences en place, du traitement sylvicole choisi et des autres enjeux pouvant s'appliquer sur le secteur.
Des travaux typiques sont proposés dans ➙ la fiche n° 8 page 199 « Clauses techniques générales pour la création d'une ZAL ».
Afin de prendre en compte les autres enjeux et/ou des risques dans la phase de création de la ZAL, se reporter à ➙ la fiche n° 9 page 201 « Clauses techniques générales pour la prise en compte des autres enjeux et risques sur ZAL ».
Selon l'itinéraire sylvicole choisi, suivre les modalités dans les fiches de référence suivantes :

- ➙ fiche n° 4 page 167 « Itinéraire sylvicole de référence du traitement régulier par bouquet sur ZAL » ;
- ➙ fiche n° 5 page 175 « Itinéraire sylvicole de référence du traitement irrégulier pied à pied sur ZAL » ;
- ➙ fiche n° 7 page 189 « Itinéraires sylvicoles de rattrapage sur ZAL ».

Gestion d'une ZAL arborée

Les interventions sur la ZAL, une fois celle-ci entièrement créée, visent à maintenir dans le temps l'opérationnalité de l'ouvrage et l'équilibre des classes d'âge.
Il s'agit des coupes et travaux visant à conserver des peuplements vigoureux et stables, durables dans le temps, et avec le maximum de 2 000 m^3/ha de combustible de surface :

- élimination du sous-bois ;
- élimination de la litière si besoin ;
- élimination des arbres dangereux ;
- élagage des tiges sans coulées de résine sur les troncs ;
- élimination impérative des rémanents ;
- période d'intervention hors saison DFCI ou exportation des grumes et exportation ou broyage des rémanents quotidiennement ;

- respect de la régénération (définie selon les itinéraires sylvicoles choisis) ;
- consignes particulières sur une distance de 5 m de part et d'autre de la bande de roulement.

En fonction des itinéraires sylvicoles choisis, les consignes, figurant dans les fiches, seront à respecter sous peine d'entacher à terme l'opérationnalité de l'ouvrage.

N.B. Jusqu'à présent, lors de la création des ZAL, le débroussaillement a été réalisé sans pour autant travailler sur la densité des arbres et l'obtention de la régénération. Des interventions complémentaires devront donc être effectuées dans l'ensemble de l'ouvrage pour obtenir la structure souhaitée (selon le type de traitement). ➜ Voir les chapitres « Création des ZAL » de la fiche n° 4 page 167 et de la fiche 5 page 175.

Certaines ZAL peuvent être amenées à brûler. Si le peuplement qui les compose est détruit, il est nécessaire de réfléchir à leur utilité à court terme et aux travaux éventuels à réaliser. ➜ Voir fiche n° 11 page 217 « Que faire en cas de ZAL incendiée ? ».

Zone de réduction du combustible (ZRC)

Le PPFENI stipule que les ZAL pourront, dans certains cas, être améliorées par la création de **zones de réduction du combustible (ZRC)** en aval de l'ouvrage, côté feu, pour diminuer l'intensité de l'incendie qui les impacte. Sur ces zones, les exigences d'entretien seront moindres que sur une ZAL (en termes de phytovolume notamment).

Pour l'instant, les ZRC sont conçues comme des secteurs dans lesquels une **réduction de combustible de surface et d'échelle** par brûlage dirigé sera effectuée. D'autres modalités de réduction de combustible sont envisageables.

Nous n'avons pas assez de recul pour proposer une conduite de ces peuplements.

En attendant, les sylvicultures classiques seront adaptées à ces secteurs après avis du GTP/GTT. Il semble toutefois nécessaire de respecter au moins les clauses techniques générales concernant l'élimination des rémanents.

Coupures de combustible actives (CCA)

Définition PPFENI : « *Ouvrage en milieu difficile empêchant la création d'une ZAL et* ***donc inaccessible en totalité ou en partie aux moyens de lutte traditionnels****. Les quantités et répartition de combustible doivent être minimales pour permettre que cette coupure s'oppose naturellement à la propagation par contact d'un front ou des flancs d'un incendie.* »

L'objectif de ces CCA est donc d'arrêter ou de limiter de manière significative la propagation d'un incendie.
Cette coupure peut également permettre l'intervention de moyens réduits (aériens, personnels à pied) notamment par la pose de barrières de retardant ou l'utilisation du feu (feux tactiques, contre-feux). Elles peuvent être équipées de points d'eau atypiques de capacité variable, de sentiers de desserte ou de DZ et peuvent présenter une largeur importante avec des surlargeurs aux endroits critiques (cols…)
Ces coupures ont été imaginées pour les secteurs inaccessibles avec une faible charge de combustible, comme les crêtes rocheuses et les cols. L'idée est de viser sur ces secteurs, le **zéro combustible**, grâce à des interventions en brûlage dirigé pour éviter le basculement d'un incendie d'une vallée à une autre. Après création par brûlage dirigé, la limitation au strict minimum de la strate herbacée, de la litière et de la strate arbustive est obtenue par l'entretien avec cette même technique réalisée le plus près possible de la saison estivale voire durant le mois de juillet par dérogation aux arrêtés préfectoraux. Notons toutefois que d'autres outils d'entretien, en particulier le pastoralisme, pourraient être utilisés sur ces secteurs par définition non desservis.

Coupures actives arborées

Caractéristiques

Dans les faits, plusieurs coupures actives ont été planifiées dans des secteurs arborés (telles les pinèdes). Dans ces cas-là, l'objectif recherché n'est pas le zéro combustible, mais la **réduction du combustible de surface (strate arbustive et litière)**. Les réalisations sont prévues généralement en brûlage dirigé avec des passages tous les trois à cinq ans.
Les itinéraires techniques d'utilisation du brûlage dirigé dans les coupures actives arborées suivront ceux définis pour les secteurs mis en

autorésistance. ➜ Voir la fiche n° 16 page 239 « Itinéraires techniques d'utilisation du brûlage dirigé dans la mise en autorésistance ».
Attention ! L'utilisation du brûlage dirigé pourra être trop contraignante dans les pinèdes traitées en irrégulier pied à pied (traitement sylvicole classique). Dans ce cas, une décision sera prise en accord entre le GTP/GTT et le gestionnaire, et la définition des objectifs de gestion sylvicole et/ou des traitements devra être adaptée.

Un autre cas de figure se rencontre : plusieurs ZAL non opérationnelles ont été déclassées en coupure active. Dans ce cas, les entretiens sont fréquents dans des zones de maquis avec un débroussaillement mécanique et/ou manuel ainsi que l'utilisation du brûlage dirigé. Or, sans l'intervention des moyens de lutte et sans espace zéro combustible, la question de l'efficacité de ces ouvrages semble légitimement se poser (et donc l'opportunité de poursuivre l'entretien de ces secteurs), d'autant plus que certains d'entre eux sont positionnés sur des pentes importantes. Une réflexion, basée sur les points stratégiques de gestion pour chaque ouvrage, devrait permettre de décider s'il faut les conserver ou les adapter.

Confusion entre coupure active et autorésistance

Nous observons une confusion fréquente entre coupure active en pinède et autorésistance des pinèdes.
Rappelons ici que les coupures actives sont des ouvrages de lutte (donc ce sont des secteurs à objectif de protection contre l'incendie créés pour limiter les surfaces incendiées ailleurs), alors que les peuplements mis en autorésistance le sont pour se protéger eux-mêmes (limiter les effets de l'incendie sur le peuplement traité en autorésistance). Il est important de bien percevoir que les effets attendus sont complètement différents, en particulier en termes de conservation du peuplement en place (arbres, structures, composition, etc.) même si parfois les mêmes outils sont utilisés.

Sylviculture sur CCA

Compte tenu du fait que les coupures actives arborées sont des cas particuliers, et que parmi celles-ci, les coupures actives arborées au sens strict représentent une faible surface, une sylviculture spécifique n'est pas proposée ici, bien que leur pérennité en nécessite une.
Ainsi, pour l'instant, ces ouvrages ne peuvent qu'être planifiés à court ou moyen terme, leur durée d'utilisation dépendant étroitement de la durée de survie du peuplement, et donc de l'essence qui le constitue et de son âge.

Zone de Gestion de Combustible (ZGC)

L'objectif d'une **zone de gestion de combustible (ZGC)** est d'arrêter ou de limiter de manière significative la propagation d'un incendie. Constitué d'une combinaison juxtaposée de plusieurs types d'ouvrages de surface réduite, il permet une adaptation fine aux conditions du terrain (peuplement, topographie, accès, etc.). En cela, il évite l'écueil des grandes coupures actives qui prônent le zéro combustible ou à défaut la réduction du combustible de la strate arbustive, alors que dans certains contextes, une plantation en feuillus serait plus efficace par exemple.

Cet ouvrage de protection contre l'incendie est un ouvrage de lutte passif, c'est-à-dire qu'il permet de limiter les surfaces incendiées, mais sans l'intervention des services de lutte.

Parmi les mesures qui peuvent être proposées sur une ZGC, citons (liste non exhaustive) :

- réalisation de zones de discontinuité de combustible ;
- mesures pour favoriser et protéger (même activement) des feuillus (plantation, protection...) ;
- identification des zones naturelles d'allumage pour la réalisation d'un feu tactique ;
- création de LAFT (layons débroussaillés par anticipation, servant d'appui à la mise en œuvre d'une opération de feu tactique).

Plusieurs exemples de ZGC sont proposés dans ➔ la fiche n° 12 page 219.

La ZGC, après avoir été définie de façon globale dans un document de cadrage (PRMF, PLPI, ou à défaut aménagement forestier), doit impérativement être suivie d'un plan détaillé localisant les types d'ouvrages élémentaires recherchés, les travaux à pratiquer pour la création et la récurrence, les consignes d'entretien et éventuellement les itinéraires et modalités sylvicoles retenues. La réalisation de ce plan nécessite une connaissance fine du terrain, des capacités du milieu et des contraintes aérologiques locales. Elle sera mise en place et réévaluées régulièrement par le GTT/GTP pour prendre en compte l'évolution constante du milieu.

Bandes vertes

Caractéristiques

Il s'agit de peuplements arborés constitués par des espèces, une structure et une localisation pouvant, dans certains cas, limiter la propagation d'un incendie. Ceux-ci, en apportant peu de lumière au sol, limitent le développement du maquis et du sous-bois. Dans ces peuplements à l'âge adulte, le combustible d'échelle n'est pas (ou peu) présent. De plus l'ombrage des arbres à fort couvert permet le maintien d'un microclimat forestier frais. Ainsi, un incendie de faible ou de moyenne intensité s'y propage très difficilement. Il peut parfois s'arrêter dessus.
Ce type d'ouvrage est un ouvrage de lutte passif, c'est-à-dire qu'il permet de limiter les surfaces incendiées sans l'intervention des services de lutte. Il n'est pas nécessaire, une fois que le peuplement a atteint la phase adulte et que le couvert est fermé, d'avoir recours à des travaux d'élimination du combustible.
Les bandes vertes pourraient être une option intéressante pour la gestion de certains points stratégiques de gestion. On pourrait imaginer par exemple une bande verte constituée d'une ripisylve située dans un talweg ou sur un nœud de talweg dans un secteur concerné par des feux topographiques ; celle-ci contribuerait à limiter le passage d'un versant à un autre d'un incendie (↬ voir p. 39 « Conséquence des incendies sur les dynamiques de végétation »).

Exemple de bandes vertes

Peu d'exemples de bandes vertes existent, et *a fortiori*, de bandes vertes ayant été parcourues par un incendie. Ainsi, il est difficile d'évaluer, par retour d'expérience, les caractéristiques nécessaires pour l'opérationnalité de ces ouvrages. Néanmoins, il semble indispensable qu'elles aient une certaine largeur, puisqu'il est probable que la lisière en contact avec le feu ne survive pas, d'autant plus si l'écorce de ces essences ne protège pas suffisamment l'arbre. Il est aussi important de créer un effet de masse, à adapter en fonction de la topographie et des phénomènes d'aérologie qui peuvent en découler.
Les essences suivantes pourraient constituer de telles bandes vertes : châtaignier, hêtre, chêne vert, sapin pectiné en peuplement pur ou en mélange avec des feuillus tels que le hêtre ou le châtaignier. Leur efficacité est à évaluer au regard du contexte local (topographie, station,

aérologie...). Par ailleurs, les ripisylves, en raison de leur humidité et la composition de leur sous-bois peu combustible, peuvent également faire partie du dispositif, en appui à ces bandes.
Nous pouvons en cela nous baser sur les trois exemples suivants. Quoi qu'il en soit, les retours d'expériences sur les incendies de forêt ayant touché ces peuplements et des protocoles de recherche permettront d'affiner et de proposer des consignes plus précises.

Les bandes de châtaigniers de Bavella

Suite à l'incendie qui l'avait détruite, la forêt de Bavella a été reboisée dans les années 1970 en constituant un quadrillage en châtaignier. Alors qu'à proximité, le maquis de bruyère est très dense et haut, sous ces peuplements, il est inexistant. Cependant, la faible largeur de ces bandes ne permet pas de créer un effet de masse. En effet, un incendie a de fortes probabilités de les contourner ou de les sauter. Par ailleurs, les arbres les plus proches de la lisière risquant de ne pas survivre à un incendie, la bande restante sera trop étroite pour être efficace face à un autre feu de forêt.



Bandes vertes de châtaignier dont le feuillage orangé de l'automne se distingue dans la forêt de pins de Bavella (cl. Tiger)

Hêtraie de Palneca

Lors de l'incendie de Palneca en été 2017, il a été constaté que le feu (contour en rouge sur la carte) a été stoppé dans la hêtraie montagnarde (en violet) et fortement ralenti dans les zones de ripisylve (en jaune). Les services de lutte ont pu maîtriser ce feu couvant. Le même constat a été fait lors de l'incendie du 23 octobre 2021.



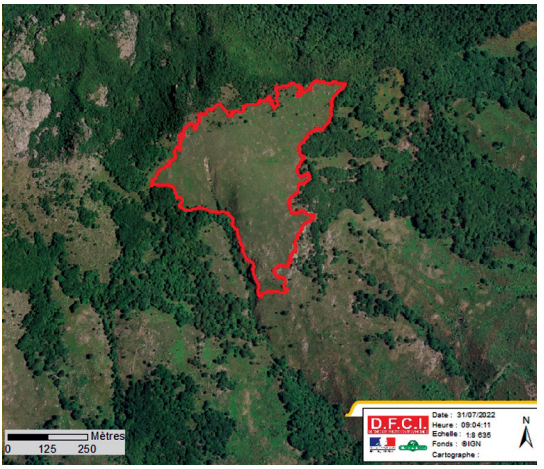
PALNECA NOVEMBRE 2017 : À GAUCHE ZONE BRÛLÉE LORS DE L'INCENDIE D'AOÛT 2017, À DROITE HÊTRAIE NON PARCOURUE (CL. SEGONY)



PALNECA AOÛT 2017 : DÉTAIL DE LA HÊTRAIE MONTAGNARDE EN BORDURE DE L'INCENDIE (CL. MASSAIU)



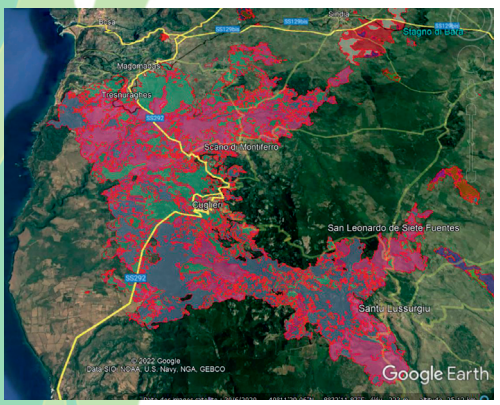
PALNECA 24 OCTOBRE 2021 : LE FEU S'EST ENTIÈREMENT APPUYÉ SUR LES LIMITES NATURELLES DE LA HÊTRAIE (CL. BANCHI)



CARTE DE L'INCENDIE DE PALNECA DU 24 OCTOBRE 2021 : LE FEU S'EST ENTIÈREMENT APPUYÉ SUR LES LIMITES NATURELLES DE LA HÊTRAIE (CL. MASSAIU)

LES YEUSERAIES DE MONTI FERRU (SANTULUSSURGIU, CUGLIERI, SARDAIGNE)

L'incendie de Monti Ferru, en Sardaigne, est parti le 24 juillet 2021 et a parcouru 13 000 hectares. Il s'est souvent appuyé, lors de son parcours, sur des forêts de chêne vert, sans pénétrer à l'intérieur.



CONTOUR DU FEU DE MONTIFERRU, JUILLET 2021 (INFOGRAPHIE PALLANZA, HTTPS://WEBGIS2.REGIONE.SARDEGNA.IT)



MONTIFERRU, JUILLET 2021 : LE FEU A ROUSSI LES CHÊNES VERTS DE LA LISIÈRE, SANS POUR AUTANT PÉNÉTRER DANS LE PEUPLEMENT. (CL. MASSAIU)



MONTIFERRU, JUILLET 2021: LE FEU A ROUSSI LES CHÊNES VERTS DE LA LISIÈRE, SANS POUR AUTANT PÉNÉTRER DANS LE PEUPLEMENT (CL. MASSAIU)



MONTIFERRU, JUILLET 2021: LA SALSEPAREILLE A FACILITÉ LE PASSAGE DU FEU AUX CIMES DES ARBRES DE LISIÈRE (CL. MASSAIU)



MONTIFERRU, JUILLET 2021: LE FEU A PARCOURU LES PÂTURAGES ARBORÉS ET LE MAQUIS ET S'EST ARRÊTÉ SUR LES PEUPLEMENTS ADULTES ET DENSES DE CHÊNE VERT (CL. MASSAIU)



MONTIFERRU, JUILLET 2021: L'INCENDIE A PARCOURU LE TALWEG SEC ET CHARGÉ DE RONCES PAR FEU MONTANT (CL. MASSAIU)

Là où le feu était plus intense ou se propageait en montant vers les yeuseraie mûres, il a pénétré de quelques mètres ou dizaines de mètres selon l'état de la lisière de la forêt et la configuration du terrain et il s'est arrêté tout seul. Dans les talwegs secs chargés en ronces, le feu a pu continuer sur des centaines des mètres. Cela semble un comportement assez typique dans les talwegs en pente parcourus par un feu montant. La colonne de convection s'est probablement engouffrée dans les talwegs en provoquant un pré-échauffement des arbres et a ainsi permis au feu de continuer. Là où les lisières contenaient de la salsepareille, le feu a pu atteindre les houppiers.

Dans la plupart des peuplements denses et adultes, si la lisière a certes succombé, le reste du peuplement a été protégé.

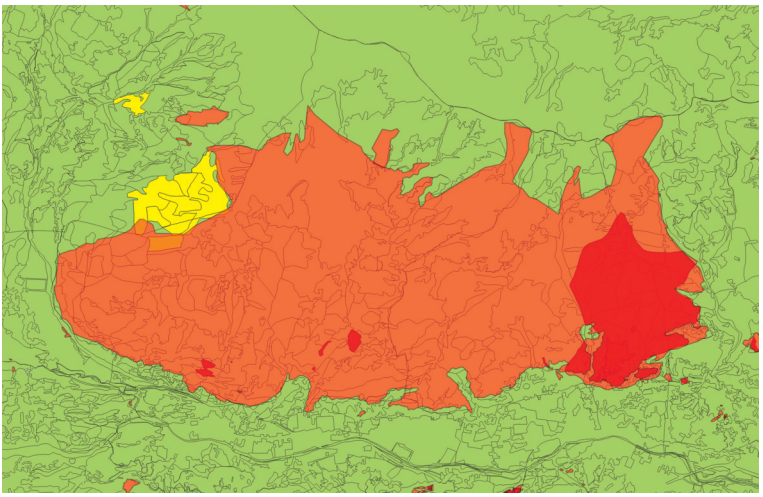
Il serait intéressant de définir les types de peuplements de chêne vert résistants à l'incendie (couvert, hauteur, type de traitement...) et les conditions nécessaires pour cette résistance (intensité de l'incendie, conditions météorologiques...).



Montiferru, juillet 2021 : transition entre le brûlé à droite et le non brûlé à gauche (cl. Massaiu)

La sapinière de Mompantero (Torino, Italie)

Le sapin en formation pure a arrêté l'incendie de Mompantero en Val Susa en 2017. Cela peut s'expliquer non seulement par le changement de combustible et par la litière compacte et privée d'oxygène de la sapinière, mais aussi grâce à leur microclimat typique en environnement naturel (stations fraîches avec fortes précipitations) (Ascoli 2022, comm. pers.).



Carte de l'incendie de Mompantero en 2017. En orange le contour de l'incendie, en jaune la sapinière pure (infographie Ascoli)

Sylviculture sur bande verte

La création de bandes vertes est un outil intéressant, qu'il convient de proposer dès que possible. Il faut néanmoins y appliquer une sylviculture, afin que les peuplements répondent aux critères souhaités sur le long terme.

Les itinéraires sylvicoles seront à adapter sur le terrain selon le type de bande verte, afin d'obtenir des peuplements peu inflammables soit par les caractéristiques intrinsèques de l'espèce soit par les caractéristiques du peuplement.

L'objectif recherché sera la très faible biomasse du combustible d'échelle et la discontinuité avec le combustible aérien, au moins dans les premiers mètres du peuplement, et un couvert plein pour garantir le microclimat forestier.

Ainsi, seront recherchés, sur une surface importante :

- un fort couvert, qui s'obtient :
  - en travaillant sur la densité des tiges ;
  - mais aussi en choisissant les essences qui composent la bande verte parmi celles dont la canopée laisse peu passer la lumière jusqu'au sol ;
- une ambiance forestière (permettant une humidité locale), qui s'obtient :
  - par le choix des essences ;
  - par la localisation (talwegs par exemple) ;
  - ou par le travail de restauration des ripisylves ;
- une discontinuité verticale entre des éléments combustibles, qui s'obtient :
  - par des travaux, élagage par exemple ;
  - ou par un fort couvert.

Une conversion des taillis de hêtre ou de chêne vert en futaie ou le vieillissement des taillis peuvent être préconisés.

Attention néanmoins au choix des essences et à leur réaction au feu en fonction des saisons : par exemple, la litière du hêtre conduit très bien un incendie à l'automne et jusqu'à ce que les feuilles mortes se soient en partie décomposées ; *a contrario*, les feux de Palneca, en été 2017 (août) et hiver 2018 (janvier), et les feux du Coscione sur Quenza l'été 2003 (septembre) et sur Aullene l'hiver 2022 (mars) se sont arrêtés sur les hétraies. Le raisonnement doit donc être élaboré dans le cadre d'une réflexion globale, avec des scénarii de feux attendus en prenant en compte la saison des incendies.

➙ La fiche n° 13 page 223 propose un exemple de création de bandes vertes, prescrit dans le cadre de la PRMF de Zonza et détaillé dans l'aménagement forestier de la forêt communale de Zonza.

Les traitements du combustible sur les points stratégiques de gestion

Classer les incendies selon les facteurs dominants de propagation permet de prévoir leur mouvement sur le territoire. Il est donc possible de planifier par anticipation le développement de l'incendie et d'identifier, à travers l'étude de l'alignement des forces, les opportunités d'intervention (à définir parmi les points stratégiques de gestion). L'analyse des incendies locaux détermine, selon les modèles de combustible présent sur le territoire, les différents types d'intervention pour modifier le combustible disponible et/ou créer ou adapter des infrastructures DFCI.
Des traitements spécifiques sont à adapter à chaque contexte et à chaque type de point stratégique de gestion. Ne sont donc décrits ici que les principes généraux déclinés par objectifs :

Réduire l'intensité du feu et le garder ou le porter dans la limite de sa capacité d'extinction à travers la diminution de la portion de combustible facilement disponible pour l'incendie, entre autres en :
- réduisant le combustible fin 1-10 heure par brûlage ou incinération ;
- éliminant le combustible mort, par broyage, exportation, brûlage ou incinération ;
- etc.

Éviter le passage en feu de cime et le garder ou le porter dans la limite de la capacité d'extinction des moyens de lutte, entre autres en :
- travaillant sur la structure du combustible pour limiter la continuité verticale par le biais du débroussaillement et de l'élagage ;
- favorisant les espèces et les peuplements les moins inflammables ;
- éliminant les arbres morts ou blessés ;
- privilégiant les feuillus aux résineux.

Ralentir la progression de l'incendie, entre autres en :
- travaillant sur la structure du combustible afin de limiter la continuité horizontale par le biais de dépressages et d'éclaircies ;
- favorisant les espèces et les peuplements moins inflammables ;
- favorisant les peuplements que stoppe la progression du feu (conversion des taillis de hêtre ou de chêne vert en futaie sur souche) ;
- éliminant les arbres morts ou blessés ;

- réduisant le combustible fin 1-10 heure par brûlage ou incinération.

Éviter les sautes dans les incendies de vent ou topographiques, entre autres en :

- réduisant le combustible fin 1-10 heures sur les crêtes (vent) ou sur le versant (topographique) et le combustible fin 1-10 heures ainsi que le moyen 10-100 heures sur les crêtes (convectifs). Pour les incendies topographiques, on peut réaliser un dépressage à peigne : réduction du combustible 1-10 heure en partie haute du versant accompagnée par un dépressage important sur ce secteur. Puis dépressage dégressif en allant vers le fond de vallée. Cette technique permet aussi de limiter l'impact sur le paysage externe (Magnani 2022, comm. pers.).

La réduction de combustible sur les points stratégiques de gestion, en modifiant la dynamique de l'incendie, pourrait limiter ses effets sur les écosystèmes. Par exemple, dans le cas d'un incendie guidé par le vent, en réduisant le combustible sur la crête, on évite les sautes de feu et donc d'avoir un incendie montant sur l'autre versant ; le feu peut néanmoins basculer sur l'autre versant, mais il sera descendant et donc de plus faible intensité.
Pour l'instant, ce type d'intervention n'est pas réalisé en Corse.

CONDUITE DES PEUPLEMENTS POUR LIMITER LES EFFETS DE L'INCENDIE

Il est important de comprendre que les secteurs présentés dans cette partie, au contraire de ceux présentés dans la précédente, n'ont pas la protection contre l'incendie comme objectif de gestion. En effet, ils ont leurs objectifs propres, qui peuvent être la production de bois, la valorisation du paysage ou l'accueil du public par exemple. Ainsi, la conduite des peuplements proposée ici doit impérativement être compatible avec les objectifs poursuivis sur le secteur en question.

Par exemple : éliminer tout le sous-étage d'un peuplement forestier dont l'objectif est la conservation d'un écosystème particulier, serait, certes, efficace pour protéger les arbres contre l'incendie, mais contreviendrait, encore plus sûrement que le passage d'un hypothétique incendie, à l'intégrité de l'écosystème qu'on voulait protéger ! Ces pourquoi les mesures proposées ici doivent à chaque fois être adaptées à l'objectif de gestion poursuivi qui, lui, doit primer.

Mise en autorésistance

Caractéristiques

Définition PPFENI : « La mise en autorésistance à l'incendie d'un peuplement forestier vise à minimiser les dégâts d'un feu sur ce peuplement pour en garantir la survie. Elle passe par la réduction et le maintien à des seuils très bas de la charge en combustible (strate basse et litière), par le façonnage de la structure du peuplement (élagage…) et par une recherche d'effet de masse en surface (surface minimale de peuplement traité) sur des secteurs définis comme prioritaires. Cette mise en autorésistance n'a aucune finalité de lutte directe ou indirecte. »
Le peuplement à sauvegarder est choisi selon sa valeur patrimoniale, écologique, paysagère, économique ou sociale.
Il est important de définir avec précision ce qu'on entend par « peuplement » à sauvegarder, conformément aux objectifs poursuivis, afin d'adapter les interventions. Il peut en effet s'agir de chercher la survie de l'essence principale constituant la strate arborée, de toutes les essences constituant cette strate, de toutes les strates y compris la régénération, jusqu'à l'écosystème complet.

Comment y parvenir ?

Les principes de cette autodéfense, sont soit de :

- rompre la dynamique verticale du feu pour que celui-ci ne se communique pas aux cimes, à partir des strates inférieures ;
- rompre sa dynamique horizontale en créant les ruptures nécessaires dans la chaîne du combustible ;
- réduire sa puissance pour que la température n'atteigne pas le seuil mortel pour la strate arborée ;
- traiter une zone périphérique au peuplement à protéger afin que le feu ne l'atteigne pas ou qu'il l'atteigne avec une intensité réduite.

Pour être sûr que l'autorésistance soit effective, on vise l'effet de masse. En effet, la lisière du peuplement sera impactée par l'incendie sur une certaine profondeur, avant que celui-ci ne soit stoppé ou transformé en feu de surface de faible intensité.



Mise en autorésistance par brûlage dirigé d'un peuplement irrégulier de pin laricio (cl. Massaiu)

Pour rendre les peuplements autorésistants, « plusieurs outils peuvent être utilisés, en fonction du type, de l'âge et de la densité des peuplements : outils manuels, outils mécaniques ou brûlage dirigé » (PFFENI 2013). La sylviculture ou le pastoralisme peuvent aussi être des outils au service de l'autorésistance d'un peuplement.
Il faut viser une structure de peuplement peu vulnérable à l'incendie : les classes A ne peuvent pas répondre à ces exigences (➙ voir p. 27 « Typologie de vulnérabilité » et p. 132 annexe n° 4[25]). Il faudra donc viser idéalement la classe C ; à défaut, certains types de la classe B seront acceptables. Quoi qu'il en soit, le traitement des sous-bois permet de conserver tout ou partie du patrimoine arboré.
En fonction des essences et/ou de la structure des peuplements à mettre en autorésistance, trois solutions sont proposées :

❶ Essences ou peuplements arborés à couvert fermé

Il s'agit des essences dites « vertes », telles que le chêne vert, le hêtre, le châtaignier, le sapin ou les peuplements à couvert fermé, où la lumière pénètre difficilement jusqu'au sol, comme certaines ripisylves. Les principes pour la mise en autorésistance de ces peuplements sont la conservation ou la constitution d'un couvert plein. Par exemple, convertir les taillis (hêtre, châtaignier et chêne vert) en futaie sur souche, en les débroussaillant les premières années. Se référer ➙ p. 102 « Limiter la vulnérabilité intrinsèque des peuplements », dont les modalités sont similaires.

[25] Rappel : ces fiches doivent être adaptées au préalable au contexte corse.

❷ Essences résistantes aux incendies courants de faible ou moyenne intensité

Il s'agit des essences résistantes, telles que les pins ou le chêne-liège. Ce sont les peuplements les plus communément traités en Corse, notamment les pinèdes de pin laricio et de pin maritime. Dans ces peuplements, la mise en autorésistance s'effectue en réduisant le combustible de surface et d'échelle.

❸ Essences ou peuplements à faible couvert, sensibles aux incendies de surface ou écosystème à préserver

Il s'agit des essences générant un faible couvert et sensible aux feux courants, telles que le houx et les ifs ou toute autre essence dont on chercherait à conserver une structure générant un couvert faible. Dans ce cas, la solution est à rechercher dans la mise en place d'une zone tampon autour du peuplement (➙ voir fiche n° 14 page 227).

En fonction du peuplement à préserver, différents itinéraires techniques sont proposés (➙ voir fiche n° 14 page 227). Un exemple de mise en autorésistance est proposé dans ➙ la fiche n° 15 page 235.

Stratégies retenues pour la Corse

Les zones mises en autorésistance doivent être proposées par le gestionnaire forestier ou le propriétaire et retenues par les services DFCI en fonction des possibilités de réalisation.

Les peuplements doivent être choisis en fonction :

- soit de leur intérêt patrimonial, économique, paysager, scientifique, etc. Ex : préserver des peuplements écologiquement remarquables, préserver des peuplements possédant des arbres de qualité ligneuse exceptionnelle, préserver des peuplements composant un paysage de haute valeur, préserver un peuplement classé pour le matériel de reproduction[26] ;
- soit de leur positionnement pour garantir la résilience de la forêt. Ex : préserver des semenciers de pin laricio en crête.

L'outil utilisé doit donc être adapté au type de peuplement et/ou de traitement du secteur à protéger.

Souvent en Corse, l'outil retenu est le brûlage dirigé et de fait, on observe que jusqu'à maintenant, il a concerné principalement des pinèdes, puisqu'elles correspondaient à sa gamme d'utilisation. Parmi les pinèdes, la priorité a été donnée au pin laricio.

[26] Verger à graines.

Dans certains cas, d'autres techniques et modalités que le brûlage seront retenues (par exemple pour une jeune sapinière ou sapinière en mélange : sylviculture, débroussaillement manuel, création de zones tampon, etc.). Dans d'autre cas, le brûlage sera adapté au peuplement par des itinéraires techniques appropriés (➙ voir fiche n° 16 page 239).

Cas particulier de formations végétales « naturellement » autorésistantes

Chêne vert

Comme nous avons vu précédemment (➙ voir p. 46 « Chêne vert – *Quercus ilex* »), la yeuseraie adulte, dense et saine peut être considérée autorésistante à l'incendie.

Après une coupe de taillis, les rejets de souche ou les semis de chêne vert, même s'ils croissent au départ moins vite que le maquis, vont survivre sous ce couvert et au bout de quelques années vont le dépasser. Les peuplements adultes et vieillis présentent un tel couvert que le maquis va péricliter par manque de lumière.

Toutefois, le chêne vert ayant une forte inflammabilité et une forte combustibilité sous forme de taillis, il est très sensible à l'incendie. Si les temps de retour des incendies sont trop rapprochés, ce processus sera interrompu.

Nous pouvons profiter de cette tendance naturelle de l'espèce pour accélérer la transformation du taillis en futaie. Des coupes de conversion en futaie peuvent donc être considérées comme des mesures efficaces contre les incendies. En effet, elles anticipent la suppression des sous-bois (et en particulier du maquis) et favorisent l'expansion des houppiers des brins réservés. Il s'agit dans ce cas de coupes en martelant par le bas sans sélection particulière et d'extraction du maquis (Bernetti 1995). Il faudra cependant :

- veiller à intervenir progressivement pour garantir la stabilité du peuplement ;
- laisser aux brins choisis le temps de reconstituer leur houppier et reconquérir l'espace aérien ;
- garder le peuplement le plus dense possible pour éviter la repousse du sous-bois.

Dans les maquis hauts laissés à la dynamique naturelle des étages méso et supra-méditerranéen, le chêne vert, qu'il soit issu de graines ou de souches brûlées par un incendie, présente la même dynamique, même en présence de pin maritime ou laricio. Travailler à sa formation rapide vers une futaie dense permettrait aussi d'obtenir, à moyen et

long terme, des peuplements autorésistants.
Attention toutefois au traitement en futaie régulière : les phases de régénération constituent des peuplements bas et denses, qui, de ce fait, sont très combustibles, d'autant plus lorsqu'ils sont mélangés avec le maquis. Le traitement en irrégulier pied à pied peut être une alternative, en conservant une surface terrière assez forte pour supprimer le maquis mais pas trop pour que la régénération, même en faible quantité, puisse se développer.

Autres espèces

D'autres espèces comme le châtaignier, le hêtre et le sapin pectiné, ont la capacité de former des peuplements purs à fort couvert, limitant drastiquement la présence de maquis, tout en étant capable de se régénérer.
Le hêtre n'étant pas inflammable, ses peuplements denses sont autorésistants en été et en hiver suite à la décomposition et au compactage de la litière. Cependant, sa litière, très aérée et épaisse en automne/début de l'hiver, conduit très bien un incendie de surface qui est mortel pour cette espèce à l'écorce fine.
Les peuplements de sapin pectiné, pur ou avec des feuillus, en raison de leur fort couvert, de leur capacité d'élagage naturel et leur localisation en altitude, sont résistants à l'incendie, comme ce qui a été observé dans les Alpes italiennes (↪ voir p. 51 « Sapin pectiné – *Abies alba* »).
Il serait intéressant de travailler sur ces essences qui composent les peuplements de montagne en Corse.
En particulier, le mélange avec le sapin, le hêtre ou le chêne vert (en forte densité) peut être une réponse sylvicole intéressante dans les pinèdes, au moins pour limiter l'expansion du maquis ou des landes[27].
Exemples[28] : peuplement adulte de pins laricio avec taillis vieilli de chêne vert (FC Vezzani) ; mélange pin laricio-hêtre à Vizzavona.

[27] Dans les stations les plus fraîches, le hêtre et le sapin peuvent se concevoir pour limiter le maquis.

[28] Ces exemples ne sont pas des ouvrages DFCI de mise en autorésistance, mais des exemples de peuplements forestiers considérés comme naturellement autorésistants.

La sylviculture préventive hors ouvrage

Se référer à ➙ la planification pour les localisations prioritaires, p. 60.

Favoriser la résistance et la résilience à l'échelle du paysage

La réflexion doit être menée au niveau global du paysage. En ce sens, un travail avec les partenaires en charge de l'agriculture et de l'urbanisme est indispensable pour façonner un paysage « intelligent à l'incendie » (➙ voir p. 65 « Mesures globales »). Des pistes sont à trouver pour faciliter cette coordination.
Pour rester à l'échelle de l'écosystème forestier, une mosaïque dans les paysages forestiers peut être un atout pour la résistance et la résilience des écosystèmes. Ainsi, des pistes pour parvenir à cet objectif sont proposées ici (elles pourront utilement être complétées à l'avenir) :

- alternance de peuplements de classes d'âge et de structures différentes. En effet, la marche du feu peut être interrompue en évitant les trop vastes peuplements homogènes d'un seul tenant et en pratiquant des coupes en damier (Chautrand et al. 1988, in Tiger et al. 2006). Il s'agit donc d'alterner les types de traitement ;
- alternance avec des peuplements feuillus ;
- alternance avec des milieux ouverts ;
- consolidation et développement des ripisylves. L'étude paysagère réalisée dans les forêts corses (Désurmont 2003) a montré la capacité de résistance aux incendies des ripisylves, en raison essentiellement de leur humidité et de leur composition en espèces souvent peu inflammables. Dans la pratique, il faudrait veiller quand c'est possible à :
  - conserver les ripisylves et les élargir ;
  - favoriser les essences de la ripisylve dans les talwegs en particulier quand un incendie topographique est attendu ;
  - conserver quelques semenciers d'essences diverses à l'intérieur.



Ripisylves épargnées par l'incendie de Bavella en 1960 (cl. Bonifacio)

En ce sens, le concept « forêt mosaïque résiliente », en cours de réflexion à l'ONF depuis 2021, vise à « constituer une forêt plus résiliente face aux aléas (sécheresses, tempêtes, etc.), adaptée au contexte local et au climat futur, contribuant à la préservation voire à la restauration de la biodiversité ainsi qu'à l'atténuation du changement climatique, via la séquestration de carbone en forêt, le stockage par la production de bois et la substitution par les produits bois de matériaux issus de ressources non renouvelables. Ce concept nécessite une gestion forestière adaptative fondée sur une diversification des essences, des structures de peuplements et des traitements sylvicoles à des échelles variées dans l'espace (du massif à l'unité de gestion), et dans le temps, en s'appuyant sur un suivi permanent. Il en ressort une forêt multifonctionnelle, adossée à une trame intraforestière paysagère et écologique de pleine naturalité. » (ONF 2021c). Il y a donc tout à gagner à y intégrer la problématique incendie pour à la fois limiter la vulnérabilité de la forêt et développer sa capacité de résilience.

Limiter la vulnérabilité intrinsèque des peuplements

Pour limiter la vulnérabilité intrinsèque des peuplements, il faut viser idéalement la classe C, sinon la classe B (➙ voir p. 27 « Typologie de vulnérabilité » et annexe n° 4 page 132[29]). Sans rendre les peuplements autorésistants, plusieurs techniques sont néanmoins envisageables :

Réduire le combustible de surface et le combustible d'échelle

Éviter l'accumulation de combustible au sol

Cas des rémanents

Un suivi de l'évolution du combustible a été conduit à partir de 2021 dans le cadre du projet Med-Foreste (programme italo-français Marittimo)[30] dans le pin laricio en milieu montagnard. Il inclut les rémanents d'éclaircie et d'élagage, traités selon les modalités suivantes : éparpillement, broyage ou brûlage. D'ici quelques années, des enseignements pourront en être tirés.

Il est toutefois admis que les rémanents fins se dégradent plus rapidement que les gros. Or, en cas d'incendie, le feu couve dans ces amas de grosses pièces, qui accumulent de la chaleur, propice à la propagation et aux reprises de l'incendie en cas de modification défavorable des conditions météorologiques.

Le strict respect des consignes de coupes concernant le billonnage des rémanents dispersés selon la nature de la coupe (billonnage en 1 m ou 2 m ; 2 m pour les houppiers) (voir article 2.4 de la Procédure ter-

[29] Rappel : ces fiches doivent être adaptées au préalable au contexte corse.

[30] https://interreg-maritime.eu/web/med-foreste/projet

ritoriale corse, ONF 2010) est indispensable pour éviter les accumulations de combustible et en accélérer la décomposition, en particulier par la plus grande surface en contact avec le sol. Cependant, l'évacuation hors de la parcelle des billons supérieurs à 7 cm de diamètre devrait être une réalité pour rendre les peuplements moins vulnérables.

Cas de la litière

Le mélange des peuplements avec des espèces feuillues peu inflammables telles que les érables, aulnes, frênes, bouleaux..., en produisant une litière qui se décompose plus rapidement que celle des pins, réduit le combustible de surface (Delabraze 1985, in Tiger et al. 2006).

Réduire le maquis

Sylviculture

Les coupes, par le passage des engins, entraînent la casse du maquis. Une fréquence assez rapprochée l'empêche d'atteindre facilement de grandes dimensions. En ce sens, le traitement irrégulier pied à pied des itinéraires sylvicoles de production de bois, avec des rotations de coupe entre 8 et 15 ans, a un effet favorable.

En traitement régulier, les coupes d'amélioration s'espaçant sur des durées plus longues, le contrôle du maquis pourra se faire en gardant une plus forte densité, puisqu'un couvert dense tend à réduire la quantité et la hauteur du maquis.

Dans tous les cas, le mélange avec des espèces à fort couvert, même en sous-étage, permet de réduire la biomasse du maquis. C'est le cas en particulier avec les mélanges en hêtre, sapin ou châtaignier.

En ce qui concerne le chêne vert, bien que comportant un feuillage inflammable, cette essence crée un fort couvert à l'âge adulte, qui empêche la pousse du maquis. Ainsi, son intérêt dépend de la conformation de ses peuplements et donc de son traitement en forêt gérée :

- le traitement en taillis simple ou le traitement régulier passe par une coupe rase qui favorise la repousse du maquis. Pendant 10 à 20 ans au minimum, les peuplements issus de ces coupes seront donc constitués d'un taillis et d'un maquis haut et dense, très inflammable. De ce fait, ces types de traitement ne sont pas conseillés ;
- le traitement en taillis avec réserve peut limiter la repousse du maquis dans le cas où la densité des réserves est assez forte. Les enseignements tirés des expérimentations dans le cadre du projet Innovilex (Bec et al. 2021) permettront de définir la densité ou la surface terrière maximum compatible avec une régénération suffisante du chêne vert. En fonction des résultats, on pourra être amené à se contenter de régénération diffuse. À noter qu'en cas de maquis à

arbousier uniquement, un couvert plus faible peut être accepté ;
- le traitement en irrégulier, peu pratiqué, est pourtant intéressant dans le sens où il conserve un couvert fermé. Un suivi des parcelles exploitées par cette méthode serait intéressant pour en tirer des enseignements.

Extraction

La récolte du maquis par les habitants, pratique historique tombée en désuétude, pourrait être remise au goût du jour pour limiter la vulnérabilité des peuplements, en particulier autour des villages. Cette exploitation du maquis comme bois de chauffage devrait toutefois être bien encadrée.

Le démaquisage ou le brûlage dirigé peuvent également être utilisés pour éliminer le maquis.

Pastoralisme

Le pastoralisme permet également de réduire le maquis. Un travail sur des itinéraires sylvopastoraux serait souhaitable, en particulier en visant un effet de masse sur des secteurs sensibles, c'est-à-dire une surface importante et une localisation particulière. Soulignons que les caprins ne sont autorisés en forêt relevant du régime forestier que sur des terrains définis comme coupure agricole dans le « plan départemental ou interdépartemental de protection des forêts contre les incendies » (art. L133-8 et L133-9 du Code forestier) et sous certaines conditions administratives et de gestion[31].

Éviter les taillis pour certaines essences

Les taillis créent, dans leurs premières dizaines d'années, une continuité verticale, et parfois aussi horizontale. En devenant adultes, ces taillis peuvent obtenir une discontinuité verticale s'il n'y a pas de maquis, mais conservent leur continuité horizontale.

Il peut être intéressant de convertir certains taillis en futaie irrégulière ou taillis avec réserve à forte surface terrière. Dans les cas où l'exploitation du bois n'est pas recherchée, laisser vieillir les taillis et les taillis avec réserve, peut être une solution facile à mettre en œuvre, car cela permet de constituer un peuplement à fort couvert, donc limitant drastiquement la croissance du maquis et à terme le supprimant, et présentant une discontinuité verticale.

Éliminer les arbres dominés

Les éclaircies par le bas (suppression des arbres dominés et codominants), si elles n'apportent pas d'intérêt pour la conduite du peuple-

[31] Accord de l'autorité administrative de l'État, respect d'un cahier des charges, pâturage concédé dans les conditions prévues au L214-12 (publicité...).

ment en général, sont néanmoins pertinentes pour réduire la vulnérabilité des peuplements à l'incendie, dans le sens où elles enlèvent une partie du combustible d'échelle. En particulier, l'élimination des résineux présentant de longues coulées de résine évite à un incendie de surface d'atteindre le houppier.

Réduire la sensibilité du combustible aérien

Choix de la composition

Le choix des essences dominantes peut être une solution pour réduire la vulnérabilité à l'incendie. Historiquement, pour des raisons économiques, le pin laricio a été favorisé par rapport au hêtre et au sapin à l'étage montagnard. Dans certains secteurs, cette tendance pourrait être inversée dans le but de conserver et favoriser une forêt plus résistante à l'incendie. Dans les étages inférieurs, favoriser le chêne vert dans le but d'obtenir un peuplement fermé est un élément à considérer (➙ voir p. 99 « Cas particulier de formations végétales "naturellement" autorésistantes »).



Palneca octobre 2021 : le feu s'est arrêté en bordure de la hêtraie (cl. Banchi)

Choix de la structure

Les structures seront choisies en fonction de la vulnérabilité des peuplements qui en découlent. En ce sens, les traitements en taillis simple et en taillis avec réserve en faible densité sont très vulnérables, par la présence d'un important combustible aérien de faible hauteur et d'une continuité horizontale et éventuellement verticale.

Réduction des pathogènes

Cochenille du pin maritime

L'infestation la cochenille du pin maritime (*Matsucoccus feytaudii*), en provoquant dans un premier temps des coulées de résine, puis de

très fortes mortalités d'arbres debout (plus de 80 % dans certains cas) puis en mikado, vont rendent les arbres survivants très vulnérable au feu. Les scolytes, présents en masse, risquent en outre d'attaquer les peuplements sains alentour, augmentant ainsi la surface sensible à l'incendie. C'est pourquoi **il est impératif de tenir compte de ce parasite pour toutes les pinèdes de pin maritime de Corse, qu'elles soient infestées ou non**.

Pour cela, augmenter la résistance des pins est une solution à court terme, sans toutefois de succès garanti. À long terme, favoriser les autres essences en mélange ou accompagner la dynamique naturelle qui tend vers le chêne vert garantira la conservation d'une forêt.

Scolytes

Au-dessus de 500 m d'altitude, sur plusieurs kilomètres autour des surfaces incendiées (jusqu'à 10 à 15 km), les risques de mortalité dus au scolyte sténographe sont telles qu'**il est très fortement déconseillé de pratiquer toute coupe ou travaux dans les 2 ans après un incendie**, sous peine d'attaquer ces peuplements sains et de créer une nouvelle plage constituée d'arbres morts, devenus vulnérables à l'incendie. Ces distance et durée seront à adapter en fonction des connaissances, des espèces et des altitudes.

Toutefois, des exceptions à cette règle de prudence sont possibles en respectant impérativement des conditions drastiques de période (mars et septembre, à adapter annuellement en fonction des températures), de délai de stockage des bois (strictement inférieur à 1 mois) et de traitement des rémanents (broyage ou incinération fortement conseillés. En effet, le chauffage des rémanents par brûlage dirigé ou leur coupe en 1 mètre ne semblent pas suffisants pour empêcher la reproduction du scolyte sténographe, puisqu'il arrive à se reproduire dans les parties qui restent plus humides en contact avec le sol.) (Banchi 2022, comm. pers.)

Ces consignes sont à ajuster au cas par cas par le correspondant DSF.

Garantir la stabilité et la résistance des peuplements

Les peuplements sensibles aux tempêtes, aux bris de neige et aux maladies seront, de façon indirecte, plus vulnérables à l'incendie. Travailler à la résistance des arbres en ce sens est un préalable.

Toute opération sylvicole visant à **augmenter la surface des houppiers et à baisser le rapport H/D** est pertinente. Ainsi, il est important de pratiquer des éclaircies en ce sens, même dans les secteurs à faible enjeu productif ou à faible bénéfice économique.

Par ailleurs, en raison de la répétition des épisodes de canicule et de

sécheresse, il est primordial de **favoriser les essences dans leurs stations optimales**. La mortalité de plusieurs essences a en effet été observée, ces dernières années, sur des stations limites (chêne vert et chêne-liège en particulier).
Enfin, **dans les suberaies**, fractionner les levées de liège d'un peuplement en les espaçant d'au minimum 3 ans permet de garder la capacité de survie d'une partie des chênes-lièges en cas d'incendie et en particulier de conserver des semenciers. En effet, les arbres levés ne sont plus protégés de l'incendie pendant les 3 ans suivant l'extraction du liège. Idéalement, ce fractionnement ne sera pas surfacique mais pied à pied, puisque le gland du chêne-liège, lourd, germe de façon prépondérante à proximité du semencier. On peut citer la règle empirique du tiers, qui consiste à lever la totalité des arbres en 3 fois, chaque levée concernant seulement un tiers des arbres mais parcourant la totalité du peuplement. Dans ce cas, chaque arbre ne pourra être levé que tous les 9 ans au minimum.

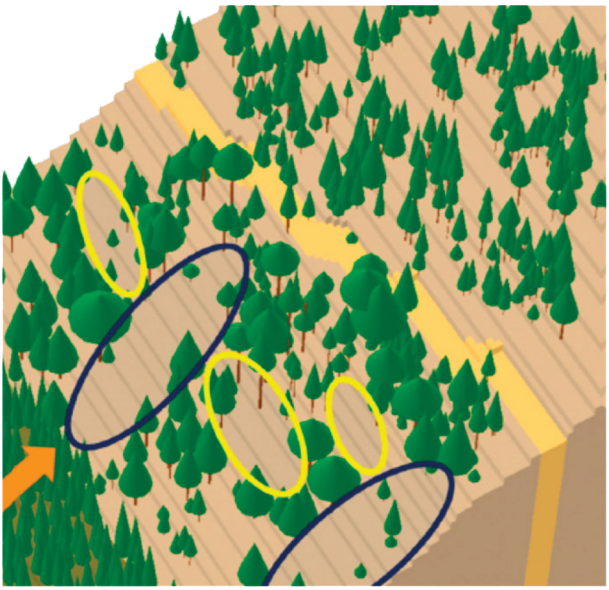
Réduire l'intensité du feu

L'analyse du territoire, à travers la connaissance du régime des incendies et des incendies types attendus, peut permettre d'identifier les zones à risque d'effet multiplicateur de la propagation de l'incendie (➥ voir p. 12 « Facteurs de propagation et analyse des forces »). Ainsi, des actions sylvicoles sur certains points stratégiques, localisées après analyse, pourraient permettre de les éviter (➥ voir p. 92 » Les traitements du combustible dans les points stratégiques de gestion »).
Le but de ces travaux est soit d'arrêter l'incendie, soit de le cloisonner pour empêcher qu'il passe sur l'autre versant, soit de le transformer en feu de surface.
Dans les secteurs concernés par les incendies topographiques, on traitera le fond de talweg (et en priorité les nœuds de talweg), soit en favorisant, là où c'est possible, les ripisylves (composition et largeur), soit en favorisant une essence à fort couvert (hêtre, châtaignier…), soit en visant un type de structure peu vulnérable (type C).
Dans les secteurs concernés par des incendies conduits par le vent : sur les crêtes et les cols (et en priorité les nœuds de crête), on favorisera les peuplements forestiers à fort couvert (hêtre, sapin) ou à défaut en milieu ouvert ou en maquis, on développera le pastoralisme.

En ce sens, hors PRMF, une analyse du territoire à l'échelle de la forêt dans le cadre de l'aménagement forestier ou de la gestion courante

(en lien avec les types de feu et les régimes d'incendie) permettrait de saisir les opportunités (ex. : pastoralisme, ouverture du milieu pour le mouflon, enrichissement des ripisylves en site Natura 2000) pour répondre à cette problématique sur les secteurs prioritaires.
Toute action visant à la réduction du combustible et à la transformation vers des types de peuplements peu vulnérables peut permettre de répondre également à cet objectif (ex: synergie avec les peuplements mis en autorésistance et les ouvrages de lutte).

Une autre approche prometteuse pour réduire les incendies de cime, en cours d'expérimentation dans les alpes italiennes, mérite d'être suivie et adaptée au contexte corse. Elle semble en particulier pouvoir être utilisée dans les pinèdes de laricio de l'étage montagnard situées sur versant. Elle se base sur le système sylvicole des coupes à rétention variable, méthode qui imite l'hétérogénéité structurelle et spatiale des habitats forestiers adaptés à l'incendie. L'objectif recherché est de transformer la pinède régulière en pinède irrégulière dans sa texture et sa structure verticale grâce à un système de trouées elliptiques, parallèles et perpendiculaires à l'axe de propagation de l'incendie attendu. Les trouées parallèles permettraient de limiter l'alignement entre la biomasse combustible et la colonne de convection générée par l'incendie de cime, dans le cas où l'incendie suit la pente et le sens du vent. La convection de l'air chaud reprendrait alors



Représentation du système de trouées réalisées dans le Piémont (Italie) dans les coupes à rétention variable (Musio L. et al. 2022)

une orientation verticale au sein de la trouée, ce qui réduirait le préréchauffement du combustible situé en amont, et limiterait ainsi la probabilité que le feu puisse se propager dans les houppiers. Dans le même temps, les trouées perpendiculaires permettraient d'affaiblir l'intensité des flancs de l'incendie, tout en permettant la régénération du peuplement (Musio et al. 2022).

Favoriser la résilience des peuplements

La résilience des peuplements s'obtient essentiellement en augmentant la capacité de régénération ou de rejet après incendie.
La conservation d'arbres sentinelles, vieux semenciers de très bonne qualité génétique, est indispensable pour assurer, après incendie, une régénération de bonne qualité et garantir la pérennité de l'essence. Les arbres sentinelles ont en effet plus de chance de résister à l'incendie, de par leur grande hauteur, mais ils pourront également être préservés de façon active en éliminant la biomasse combustible autour.
En particulier, il apparaît primordial de conserver des arbres sentinelles en pin laricio dans les forêts en mélange avec du pin maritime pour se donner une chance de ne pas régénérer le peuplement uniquement en pin maritime[32].
Le choix d'espèces adaptées au feu facilite la résilience des peuplements (➥ voir p. 43 « Les principales essences corses »). Notons toutefois que les espèces les plus résilientes ne sont pas nécessairement les plus appropriées pour réduire la vulnérabilité des peuplements et la propagation de l'incendie, ni pour répondre aux objectifs de gestion (production de bois, écologie…). Par exemple :

- le chêne-liège, qui peut survivre à l'incendie, propage cependant très bien le feu. Il peut en effet s'embraser lorsqu'il est soumis à un feu de surface de haute intensité (même isolé), provoquer des sautes de feu, en particulier s'il a déjà subi un incendie par le passé, et donner lieu à des phénomènes d'embrasement généralisés.
- le pin maritime, dont la régénération très vigoureuse après incendie permet une repousse rapide de la forêt. Or la présence de *Matsucoccus feytaudi* et sa propagation soutenue en Corse créent (et créeront à terme sur l'ensemble de la Corse) un gros problème vis-à-vis de l'incendie dans les peuplements attaqués, c'est pourquoi des mesures d'anticipation sont souhaitables pour réduire le risque (➥ voir p. 105 « Cochenille du pin maritime »).

[32] Le pin maritime régénère très bien après un incendie, car la chaleur facilite la libération de ses graines contenues dans ses cônes.

Glossaire

Catégories de diamètre : Perches : Ø 10-15 cm ; Petits bois (PB) : Ø 20-25 cm ; Bois Moyens (BM) : Ø 30 à 45 cm ; Gros Bois (GB) : Ø 50 à 60 cm ; Très Gros Bois (TGB) : Ø 65 cm et au-delà.

CCA (coupures de combustible actives) : Ouvrage en milieu difficile empêchant la création d'une ZAL et donc inaccessible en totalité ou en partie aux moyens de lutte traditionnels. Les quantités de combustible et leur répartition doivent être minimales pour permettre que cette coupure s'oppose naturellement à la propagation par contact d'un front ou des flancs d'un incendie.

CdC : Collectivité de Corse

Cemagref : Centre d'études du machinisme agricole et du génie rural des eaux et forêts. Créé en 1981, il devient Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) en 2011, et fusionne avec l'Inra pour devenir INRAE (Institut national de recherche sur l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) début 2020.

CFM : Conservatoire de la Forêt méditerranéenne.

Combustible aérien : Formé par les houppiers des arbres de la strate dominante ou codominante.

Combustible de surface : Combustible de hauteur inférieure à 1,30 m. Maquis, herbacées, troncs, branches, rémanents, bois mort au sol.

Combustible fin : Classe de diamètre inférieure à 2,5 cm (1 heure-10 heures).

Combustible intermédiaire (d'échelle) : Combustible aérien d'une hauteur supérieur à 1,30 m qui n'appartient pas à la strate dominante ou codominante. Inclut les petits arbres, les arbustes, les lianes, les chablis et le bois mort sur pied.

Combustible lourd : Classe de diamètre supérieure à 7, 5 cm (1000 heures).

Combustible moyen : Classe de diamètre compris entre 2,5 et 7,5 cm (100 heures).

COS : Commandant des opérations de secours.

COZ : Centre opérationnel de zone. Le COZ est chargé d'assurer une veille opérationnelle permanente sous l'autorité du préfet de zone de défense et de sécurité.

CVFoC : Clef de détermination rapide sur la vulnérabilité des structures de végétation au feu de cimes (Piqué et al. 2011).

DDT(M) : Direction départementale des Territoires (et de la Mer).

DFCI : Défense des Forêts contre l'incendie.

DPFM : Délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne.

DREAm Italia : est une société coopérative fondée en 1978, avec pour mission de soutenir le développement rural durable, à travers la conception environnementale et la formation des capacités de tous les acteurs actifs dans la gestion des ressources naturelles sur l'ensemble du territoire national.

DSF : Département de la Santé des forêts (ministère de l'Agriculture).

DT : Direction territoriale de l'ONF.

Échelle : Voir Combustible intermédiaire.

EPCI : Établissement public de coopération intercommunale.

Feader : Fonds européen agricole pour le développement rural. Second pilier de la PAC.

Fréquence : Nombre d'incendies sur un secteur déterminé par unité de temps.

FWI (Fire Weather Index) : Indice canadien caractérisant le risque feu de forêts. Voir IFM.

GTI : Groupe de travail technique interservices régional de Corse.

GTP : Groupe de travail technique (permanent) de la Corse du Sud

GTT : Groupe de travail technique de la Haute-Corse.

HBE : Hélicoptère bombardier d'eau.

IFM : Indice forêt météo. Voir FWI.

IFN : Inventaire forestier national. En 2012, l'IFN fusionne avec l'Institut géographique national pour former l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN).

Intensité : Taux de chaleur libérée par unité de longueur de front de feu (exprimé en kW/m).

LAFT : Layons débroussaillés par anticipation, servant d'appui à la mise en œuvre d'une opération de feu tactique.

Lidar : Méthode de télédétection et de télémétrie semblable au radar (Laser Imaging Detection and Ranging).

Life : Instrument financier de la Commission européenne de soutien aux projets dans les domaines de l'environnement et du climat.

Mise en autorésistance : Mesures visant à minimiser les dégâts d'un feu sur un peuplement particulier pour en garantir sa survie.

ONCFS : Office national de la Chasse et de la Faune sauvage, intégré depuis 2020 à l'Office français de la Biodiversité (OFB).

ONF : Office national des Forêts.

PAC : Politique agricole commune de l'Europe.

Padduc : Plan d'aménagement et de développement durable de la Corse.

PDRC : Programme de développement rural de la Corse.

PLPI : Plan local de protection contre les incendies.

PLU : Plan local d'urbanisme.

PPFENI : Plan de prévention des Forêts et des Espaces naturels contre les incendies.

Prévention DFCI : La prévention est destinée à empêcher l'apparition d'un phénomène par l'adoption de mesures administratives et techniques susceptibles de s'opposer à la naissance de celui-ci. En matière de feux de forêts, les mesures de prévention ont donc pour objet unique de limiter au maximum le nombre d'éclosion des feux en s'attaquant directement à leurs origines et en gardant bien à l'esprit qu'une efficacité à 100 % reste du domaine du souhait (PPFENI 2006-2012).

Prévision DFCI : La prévision permet de se préparer à la lutte ou de minimiser les effets du passage du feu dans les milieux forestiers lorsque les mesures strictement préventives ont atteint leurs limites. En matière de préparation à la lutte contre les incendies de forêts, il s'agit essentiellement de l'aménagement défensif de l'espace (zone d'appui à la lutte), de l'installation de points d'eau mais aussi du recensement et de la représentation graphique de ces éléments, au bénéfice des intervenants, ou encore de l'installation de postes d'observation. En matière de minoration des effets du passage du feu dans les milieux forestiers, il s'agit de veiller à réduire le combustible arbustif de telle manière que la strate arborée n'ait que peu à souffrir du passage du feu (PPFENI 2006-2012).

PRIF : Plan de prévention des risques d'incendies de forêts.

PRMF : Protection rapprochée de massif forestier.

PSG : Points stratégiques de gestion. L'analyse du comportement des incendies passés à travers l'étude de leurs principaux facteurs de propagation (topographie, météorologie ou combustible) permet d'établir les types d'incendies attendus dans un secteur et par conséquent d'identifier les points critiques et les opportunités, qui correspondent aux points stratégiques. C'est sur ces points, qui sont selon le type d'incendie les talwegs, les nœuds de talwegs, les crêtes, les nœuds de crêtes et les nœuds de propagation, que les actions de gestion doivent être prévues.

Résilience : Capacité d'un écosystème à retrouver un fonctionnement normal après une perturbation.

Rétention Variable : La rétention variable est un système sylvicole qui maintient des éléments structuraux de l'habitat sur le parterre de coupe. Ces éléments structuraux peuvent être des arbres, vivants ou morts, des débris ligneux, ou tous autres éléments jugés essentiels pour le bon fonctionnement de l'écosystème. Cependant, généralement, la rétention variable implique la rétention d'un minimum du couvert original du peuplement. Cette proportion retenue se situe entre 10 % et 70 %. Les éléments de structure résiduels doivent rester sur l'aire de coupe au moins pendant une révolution complète et ce traitement s'applique à des coupes finales conduites dans des peuplements qui ont atteint leur maturité économique ou biologique (Sougavinski & Doyon 2022).

Saisonnalité : Moment où survient la perturbation par rapport au cycle de croissance d'une plante.

Sévérité : Mesure qualitative des effets du feu sur l'écosystème.

SIS : Service d'incendie et de secours.

SRA : Schéma régional d'aménagement.

SRGS : Schéma régional de gestion sylvicole.

Suberaie : Formation végétale à base de chêne-liège (*Quercus suber*).

Temps de retour : Moyenne de la durée de l'intervalle séparant deux occurrences consécutives de l'événement considéré.

Vent synoptique : Courant d'air engendré par le différentiel de pression atmosphérique entre les différents centres d'action présents (anticyclones, dépressions).

Yeuseraie : Formation végétale à base de chêne vert (*Quercus ilex*), aussi appelé yeuse.

ZAL : Zone d'appui à la lutte. Un ouvrage DFCI composé d'un ensemble indissociable d'un espace débroussaillé, d'une voie de circulation praticable par les engins de lutte reliée au réseau routier (voies publiques et pistes validées DFCI) et de réserves d'eau, dont la finalité est de fournir un site de lutte contre les grands feux.

ZGC : Zone de gestion de combustible. Ouvrage DFCI ayant l'objectif d'arrêter ou limiter de manière significative la propagation d'un incendie. Constitué d'une combinaison juxtaposée de plusieurs types d'ouvrages de surface réduite, il permet une adaptation fine aux conditions du terrain (peuplement, topographie, accès, etc.).

ZRC : Zones de réduction du combustible. Zone à combustible réduit en aval d'une ZAL, côté feu, pour diminuer l'intensité de l'incendie qui l'impacte.

Bibliographie

Alexandrian D., 2003. « Sautes de feu : analyse des mécanismes et modélisation Modèle probabiliste développé dans le cadre du programme SALTUS ». *Forêt méditerranéenne* t. XXIV, n° 4.

Alexandrian D., Rigolot E., 1992. « Sensibilité du pin d'Alep l'incendie ». *Forêt méditerranéenne* t. XIII, n° 3.

Anderson H.E., 1982. *Aids to Determining Fuel Models For Estimating Fire Behavior*. US Dept of Agric. & Forest Service, Intermountain Forest & Range Experiment Station, Ogden, UT 84401, General Technical Report INT-122.

Ascoli D., 2022. "Pianificazione della prevenzione degli incendi boschivi", *Scuola invernale - Comportamento, rischio e gestione degli incendi nel contesto dei cambiamenti climatici*, 16 maggio 2022. Med-Star (EU Italia-Francia Marittimo 2014-2020 Programme)

Ascoli D., 2022. "Selvicoltura preventiva prossima alla natura", *Scuola invernale - Comportamento, rischio e gestione degli incendi nel contesto dei cambiamenti climatici, 16 maggio 2022*. Med-Star (EU Italia-Francia Marittimo 2014-2020 Programme)

Ascoli D., Barbati A., Colonico M. et al., 2020. "Soluzioni intelligenti per la prevenzione integrata degli incendi. Esempi operativi analizzati dal progetto PREVAIL". *Sherwood* 247 : 33-37.

Ascoli D., Vacchiaro G., Scarpa C. et al., 2020. "Harmonised dataset of surface fuels under Alpine, temperate and Mediterranean conditions in Italy. A synthesis supporting fire management". *Forest, Biogeosciences and forestry* 13 : 513-522.

Bacciu V., Salis M., Spano D., 2015. *Outils et modèles pour appuyer la planification, la prévention et la défense contre les incendies de forêt*. PROTERINA 2 (EU Italia-Francia Marittimo 2007-2013 Programme).

Banchi M., Chavenon A., 2017. *Scolyte, connaissance, diagnostic, prévention et lutte.* Fiche technique ONF.

Bernetti G. 1995. *Selvicoltura Speciale. Scienze Forestali e Ambientali*. UTET, 415 p.

Billi F., 2016. *Effetti sui combustibili di interventi di fuoco prescritto e trinciatura per la manutenzione di viali tagliafuoco in Toscana*. Tesi di laurea in Scienze forestali e ambientali, Università di Torino, 88 p.

Boutte B., Daubree J.B., Goudet M., 2017. *Prévention et lutte contre la cochenille du tronc du pin maritime. Synthèse des travaux de la recherche et des observations du département de la Santé des Forêts*. DSF.

Bovio G., Ascoli D. 2013. *La tecnica del fuoco prescritto*. Aracne éd., 265 p.

Bovio G., Corona P., Leone (a cura di) V., 2014. *Approci innovativi nella gestione integrata dei combustibili forestali per prevenire gli incendi boschivi*. Compagnia delle foreste, Arezzo, 206 p.

Bradshaw L.S., Deeming J.E., Burgan L.E. et al., 1983. *The 1978 National Fire-Danger Rating System: Technical Documentation*. US Dept Agric. For., Serv. Intermount. For. & Rge Exper. Station, Ogden, Utah 84401, Gal Techn. Rep. INT-169.

Bec R., Baudriller-Cacaud H., Brusten T. et al., 2021. *Le chêne vert : nouvelles approches de gestion en contexte méditerranéen*. CNPF, 66 p.

Campbell D., 1991. *The Campbell prediction system. A Wildland Fire Prediction and Communication System*. Bruce Schubert ed.

Cannac M., 2007. « Expérimentation de brûlage dirigé sur le Pin laricio en Corse ». *XVIIIes Rencontres des équipes de brûlage dirigé*, Corte, p. 49.

Cannac M., Barboni T., Ferrat L. et al., 2009. "Oleoresin flow and chemical composition of *Pinus nigra supsp laricio* Corsican pine in response to prescribed burnings". *Forest Ecology and Management* 257 : 1247-1254.

Cannac M., Barboni T., Ferrat L. et al., 2008. "Response of flow and volatile fraction of the *Pinus laricio* oleoresin to prescribed burning", *V International Symposium On Sustainable Management Of The Forestry Resources*, Cuba, Pinar Del Rio, April 23-26, 2008.

Cannac M., Ferrat L. & Pasqualini V., 2007. "Short term responses of Corsican pine morphological parameters to climatic changes", *Int. Conf. Environment : Survival & Sustainability*, Near East University, Northern Cyprus, 19-24 February, 2007.

Cannac M., Ferrat L., Bighelli A. et al., 2008. "Flow and chemical composition of the non-volatile fraction of *Pinus laricio* resin in response to prescribed burning", *Fire in the Southwest : Integrating Fire into Management of Changing Ecosystems*, Tucson, Arizona, January 28-31, 2008.

Cannac M., Ferrat L., Morandini F. et al., 2011. "Identification and changes of flavonoids in *Pinus laricio* needles after prescribed burnings", *Chemoecology* 21(1): 9-17.

Cannac M., Ferrat L., Morandini F. et al., 2007. "Bioindicators for the short-term response of *Pinus laricio* needles to thermal pruning", *4th International Wildland Fire Conference*, Seville, Spain, 13-17 May 2007.

Cannac M., Pasqualini V., Barboni T. et al., 2009. "Are phenolic compounds relevant bioindicators to evaluate the effects of prescribed burnings?", *International Congress Fire Ecology & Management : Fire as a global process*. Savannah, Georgia, USA 30 November-4 December, 2009.

Cannac M., Pasqualini V., Barboni T. et al., 2009. "Phenolic Compounds of *Pinus laricio* Needles : A Bioindicator of the Effects of Prescribed Burning in function of Season", *Science of the Total Environment* 407 : 4542-4548.

Cannac M., Pasqualini V., Greff S. et al., 2007. "Characterization of phenolic compounds in *Pinus laricio* needles and their responses to prescribed burning", *Molecules* 12 : 1614-1622.

Cannac M., Pasqualini V., Santoni P.A. & Ferrat L., 2009. "Foliar pigments, nitrogen and carbon isotope in a corsican pine forest with varying seasons of prescribed burning", *24 th Tall Timbers Fire Ecology Conference*, Florida, Tallahassee, January 11-15, 2009.

Cannac, M., 2008. *Quelles sont les réactions de* Pinus laricio *soumis aux brûlages dirigés ? Contribution à la gestion des forêts*. Thèse, Université de Corse Pascal Paoli, Corte.

Cannac, M., Syx G., Voron E. et al., 2006. "Morphological responses of *Pinus laricio* in Corsican island to prescribed burning", *First International Symposium on Environment Identities and Mediterranean Area*, University of Corsica/IEEE Publ., Corte-Ajaccio, France, July 9-13 2006, CD-ROM.

Celse J., 2012. *Note relative à l'évaluation de l'impact du brûlage dirigé sur la tortue d'Hermann. Opérations de brûlage dirigé des 24, 25 et 26 janvier 2012 en plaine des Maures (Var)*. Programme LIFE Tortue d'Hermann LIFE08NAT/F/000475. Action LIFE C3. Conservatoire des Espaces Naturels PACA, 15 p.

Chandioux O., Lampin-Maillet C., Jappiot M., Curt T., 2009. « Mise au point d'une typologie de combustibles pour la Basse Provence calcaire ». *Forêt méditerranéenne* XXX(3), 12 p.

Chandler C., Thomas P., Trabaud L., Williams D.,1983. *Fire in Forestry, Volume 1: Forest Fire Behavior and Effects*. Wiley, 450 p.

Corona P., Ascoli D., Barbati A. et al., 2014. "Integrated forest management to prevent wildfires under Mediterranean environments", *CRA Journal, Annals of Silvicultural Research* 38 (2) : 24-45.

Del Giudice L., Jahdi R., Salis M. et al., 2022. *Atlas du danger des incendies*. Produit T2.2.4 Projet Interreg IT-FR MED-Star Stratégies et mesures pour la mitigation du risque d'incendie dans la région méditerranéenne, 66 p.

Desurmont A., 2003. *Contribution de l'analyse paysagère dans les aménagements forestiers en zone montagnarde corse. Création d'un modèle paysager phytoécologique*. Mémoire de fin d'études INH-ONF, 69 p.

DREAm Italia, 2017. *Piano dei punti strategici di gestione per la prevenzione dagli incendi boschivi*. Monte Pisano-versante Pisa.

DREAm Italia, 2019a. *Piano specifico di prevenzione.* AIB Monti Pisani. Parte I.

DREAm Italia, 2019b. *Piano specifico di prevenzione,* AIB. Unione dei Comuni della Val di Merse.

DREAm Italia, 2019c. *Piano specifico di prevenzione,* AIB, Unione Montana val di Cecina.

DREAm Italia, 2019d. *Piano specifico di prevenzione,* AIB, Unione dei Comuni Valdarno e Valdisieve.

DREAm Italia, 2019e. *Piano specifico di prevenzione,* AIB, Unione montana Colline metallifiere.

DREAm Italia, 2021. *Corso di Analisti degli incendi Boschivi*, Corte 1-3 dicembre 2021, Med-Star (EU Italia-Francia Marittimo).

DREAm Italia, 2022. *Formation à l'identification des typologies d'incendies et à la classification par types des incendies historiques*. Mai-Juillet 2022. Med-Star (EU Italia-Francia Marittimo)

Duché Y., Savazzi R., Reymond B. et al., 2011. *Cartographie de la sensibilité de la végétation aux incendies de forêts en région méditerranéenne : apports des images satellites et limites d'usage*. Méthodes, RDV Tech. 32, ONF.

Elvira Martin M., Hernando C., 1989. *Inflamabilidad y energia de las especies de sotobosque. Estudio piloto con aplicacion a los incendios forestales*. Laboratorio de incendios forestales, CIT-INIA, Coleccion monografias INIA n° 68.

Feller M.C., 1998, *Forest fire science and management, course manual.* University of British Columbia – Faculty of Forestry.

Fernandes P., 2004. *Tabelas de avalidaçao da combustibilidade e severidade do fogo em povoamentos forestais*. Elaborado no ambito do projecto de Norma Portuguesa "Sistemas de Gestao Florestal Sustentavel. Aplicaçao dos criterios pan-europeus para a gestao florestal sustentavel" 2000.

Fernandes P., 2016. "What can forest fire behaviour modelling do for us? Experiments and application in Portugal", *International Week*, 3-6 may 2016, University of Léon, Ponteferrada Campus.

Gamisans J., 1999. *La végétation de la Corse*. Édisud, Aix-en-Provence, 391 p.

Gomez-Vasquez I., Fernandes P., Arias-Rodil M. et al., 2015. "Using density management diagrams to assess crown fire potential in *Pinus pinaster* Stands". *Annals of forest Science* 71 (4) : 473-484.

Guanteaume A., 2016. *Le risque incendie dans les interfaces habitat-forêt. Évaluer l'inflammabilité de la végétation ornementale. Guide technique*. IRSTEA & Cardère éditeur.

Hétier J-P., 1993. « Forêt méditerranéenne : vivre avec le feu ? Éléments pour une gestion patrimoniale des écosystèmes forestiers littoraux », *Les ateliers du Conservatoire du littoral, les annales 1993.*

Keeley J., 2009. "Fire intensity, fire severity and burn severity : a briesf review and suggested usage", *International Journal of Wildland Fire* 18 : 116-126.

Kolden C.A., Lutz J.A., Key C.H. et al., 2012. "Mapped versus actual burned area within wildfire perimeters : characterizing the unburned", *Forest Ecology and Management* 286 :38-47.

Kolden C.A., Abatzoglou J.T., Lutz J.A. et al., 2015. "Climate contributors to forest mosaics : ecological persistence following wildfire", Northwest Science 89 : 219-238.

Krawchuk M.A., Haire S.L., Coop J. et al., 2016. "Topographic and fire weather controls of fire refugia in forested ecosystems of northwestern North America", *Ecosphere* 7 : e01632.

Lahaye S., 2018. *Comprendre les grands feux de forêt pour lutter en sécurité*. Thèse doct. U. Paris Sciences et Lettres, EPHE –ED 472.

Lampin-Cabaret C., Jappiot M., Alibert N. et al., 2002. « Prototype d'une échelle d'intensité pour le phénomène incendie de forêts », *Ingénieries* 31 : 49-56.

Lampin-Cabaret C., Jappiot M., Alibert N. et al., 2003. *Une échelle d'intensité pour le phénomène Incendie de forêts*. Cemagref Aix-en-Provence – Géosciences Consultants Bagneux – SIRNAT JPRN Orléans.

Lievois J., Marco O., 2000. *Incendies des forêts de Restonica et de Vivario. Conséquences vis-à-vis des risques naturels de crues torrentielles et mouvements de terrain*, RTM.

Madary J., Munoz A., 2018. *Utilisation des données du LIDAR aéroporté pour la réalisation d'aménagements forestiers. Forêts territoriales de Lonca et Aitone (2A). Présentation des résultats au 30/11/2018*. Doc. int. ONF DR Corse/ONF RDI/CDC, 75 p.

Martin C., 2000. « Impact d'un incendie de forêt sur l'érosion hydraulique dans le bassin-versant du Rimbaud (massif des Maures, Var) », *Forêt méditerranéenne* XXI(2): 163-169.

Massaiu A., Tiger M., Bonneton G., Duret J.-Y., 2014. « Le massif de Bavella », *XXVes rencontres équipes brûlage dirigé*, Zonza (2A).

Massaiu A., 2013. *La Foresta Corsa*. Cours du Master PIROS. Sassari, 2013.

Massaiu A., 2017. "Integration of Prescribed Burning in Corsica's land management", *IcoPfires – Proceedings of International Congress on Prescribed Fires*, Barcelone.

Massaiu A., 2017. "The practice of prescribed burning in France", *IcoPfires – Proceedings of International Congress on Prescribed Fires*, Barcelone.

Massaiu A., 2018. "Il bosco, prima, durante e dopo. Caso studio sull'incendio di Palneca", *IV Congresso Nazionale di Selvicoltura. Il bosco bene indispensabile: per un presente vivibile, per un futuro possibile*. Torino 5-9 Novembre 2018.

Massaiu A., 2018. "La selvicoltura nella prevenzione degli incendi forestali in Corsica", *IV Congresso Nazionale di Selvicoltura. Il bosco bene indispensabile: per un presente vivibile, per un futuro possibile*, Torino 5-9 Novembre 2018.

Massaiu A., Tiger M., 2020. "Le Zone di Appoggio alla Lotta (ZAL) alberate. Caratteristiche strutturali e gestione", *Sherwood* 247 : 27-29.

Massaiu A., Tiger M., 2021. "Forest fire prevention and agroforestry : the case of the Zonza forest (South Corsica, France)", *EURAF 2020 - 5th European Agroforestry Conference*, Nuoro, Italy, 17-19 May 2021.

Massaiu A., Tiger M., 2022. "Self-resistance in forest stands and landscape", *3rd International Conference on Fire Behavior and Risk*, Alghero, Italy, 03-06 May 2022.

Massaiu A., Gaulier A., 1999. *Autorésistance des peuplements forestiers au passage de l'incendie, synthèse bibliographique réalisée dans le cadre du programme Pyroscope*. Espaces Méditerranéens.

Massaiu A., Planelles, G., 2007. « L'autorésistance des peuplements », *Actes XVIIIes rencontres des équipes de brûlage dirigé*, Corte (2B) 6-8 juin 2007.

Massaiu A., Planelles G., 2018. « Les zones de gestion du combustible », *Actes XXVIIIes rencontres des équipes de brûlage dirigé*, Conflent (66) 3-5 oct 2018.

Massaiu A., Planelles G., 2019. « Échanges entre opérationnels et scientifiques : de la théorie à la pratique », SSHNC « Collection Corse d'hier et de demain », nouvelle série N°10 (2019). Tribune des chercheurs. *Actes du colloque de Bastia*, 9 juin 2017.

McRae R.H.D., 1992. "Prediction of Areas Prone to Lightning Ignition", *International Journal of Wildland Fire* 2 : 123–130. doi :10.1071/WF9920123.

Munoz A., Fanget G., Madary J., 2021. *Protocole d'inventaire du réseau de placettes permanentes pour l'étude de la ressource forestière et la modélisation des paramètres forestiers à partir de données LIDAR*. Doc. int. ONF Corse, Corte, 33 p.

Musio L., Vecchio D., Berretti R. et al., 2022., "Prevenzione di incendi di chioma. Prescrizioni selvicolturali per boschi montani di conifere", *Sherwood* n°260 : 27-29.

ODARC, 2004. *Guide Pratique pour l'exploitation des forêts de chêne en Corse*.

ONF Agence DFCI, 2017. *Principes de cartographie des contours d'incendies de forêt et d'indices de sévérité du feu en région méditerranéenne par traitement d'imagerie satellitaire. Normalized Burned Ratio (NBR) et Differenced Normalized Burned Ratio (dNBR).*

ONF Mission Zonale DFCI, 2008. *Catalogue des modèles de combustible*. Projet Incendi, 27 p.

ONF, 2007. *Révision d'aménagement de la FT Bavella-Sambucu (2007-2021)*. ONF DR Corse – Safor, 103 p. + annexes et cartes.

ONF, 2010. *Procédure territoriale de la Région Corse, vente des coupes de bois et des produits de coupe.*

ONF, 2011. *Schéma régional d'aménagement des forêts corses*. ONF, 249 p.

ONF, 2014. *Directive d'Application régionale N°9005-14-DIA-SAM-004 du 4 juin 2014 (ONF Corse) sur la prise en compte des arbres à conserver pour la biodiversité lors des opérations de désignation.*

ONF, 2017. *Chauves-souris : Que faire en présence d'un arbre-gîte ?* Fiche technique ONF DR Corse, 1 p.

ONF, 2020. *Aménagement forestier. Forêt communale de Zonza. 2021-2040*. ONF DR Corse, 215 p. + cartes.

ONF, 2021a. *Document argumentaire de la prorogation de l'aménagement de la forêt territoriale de Bavella-Sambucu (2006-2021) pour la période 2022-2026*. ONF DR Corse, 163 p.

ONF, 2021b. *Protocole d'inventaire du réseau de placettes permanentes pour l'étude de la ressource forestière et la modélisation des paramètres forestiers à partir de données LIDAR*. ONF DR Corse, 163 p.

ONF, 2021c. *Plan stratégique 2021-2025 de l'Office national des forêts.* ONF DG, 56 p.

ONF, en cours de rédaction. *Guide des sylvicultures des peuplements de pin laricio*. ONF DT Corse.

ONF, Météo-France, 2014. *Cartographie zonale de la sensibilité de la végétation aux incendies de forêts en période estivale. Notice méthodologique*.

ONF/GTP, 2018. *Protection rapprochée du massif forestier de Saint'Antone*, 44 p.

ONF/GTT, 2020. *Protection rapprochée du massif forestier du Fiumorbu*, 44 p.

ONF/GTP, 2022. Protection rapprochée du massif forestier de Zonza, 45 p.

Pau Costa, Castellnou M., Larranaga A. et al., 2011. *La prevencion de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo*. Realisation : Generalitat de Catalunya, bombers, EFI, Fire Paradox.

Pettenuzzo M., 2013. *Attività di monitoraggio sugli effetti del fuoco prescritto in aree sperimentali presso la pineta di Tocchi (Toscana)*. Tesi di laurea. Scienze e tecnologie dei sistemi forestali, Università di Firenze, 101 p.

Pimont F., Dupuy J.L., Rigolot É., Duché Y., 2012. *Les effets du passage d'un feu dans un peuplement arboré, synthèse de connaissances et application pour la gestion forestière méditerranéenne*. Connaissances, RDV Technique n° 3, hiver 2012, ONF.

Piqué M., Vericat P., Beltran P., 2017. « ORGEST : regional guidelines and silvicultural models for sustainable forest management », Resource Communication, *Forest System* 26(2) eRCOIS, 6 p.

Piqué M., Castellnou M., Valor T. et al., 2011. *Integració del risc de gran incendis forestals (GIF) en la gestió forestal : Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades*. Sèrie ORGEST, CPF Dept ARPAMN, Generalitat Catalunya, Barcelona, 118 p.

Piussi P., 1994. *Selvicoltura Generale*. Scienze Forestali e Ambientali, UTET, 415 p.

Planelles G., Massaiu A., 2018. « La mise en autorésistance sur Ficaghjola », *XXVIIIes rencontres des équipes de brûlage dirigé*, Conflent (66), 3-5 oct. 2018.

PPFENI 2006-2012. *Plan de Prévention des Forêts et des Espaces Naturels contre les Incendies*.

PPFENI 2013-2022. *Plan de Prévention des Forêts et des Espaces Naturels contre les Incendies*.

Pyroscope, 2009. *Retour d'expérience sur l'incendie de Valle Mala*.

Puettmann K.J., 2011. "Silvicultural challenges and options in the context of global change : "simple" fixes and opportunities for new management approaches", *J. Forest* 109 : 321-331.

Rameau J.-C., Mansion D., Dumé G., Gauberville C., 2008. *Flore forestière française, Tome 3 : Région méditerranéenne*. IDF, 2426 p.

Reymond B., Kicin J.L., 2020. *Fire perimeter mapping in southern France. Method comparison 2019. EPyRIS Joint Strategy for the Protection and Recovery of ecosystems affected by wildfires. (Integrated management in high-risk natural areas).* Intereg, Sudoe.

Reymond B., Valette P., Martel M., 2021. "Fire perimeter mapping in southern France. Method comparison 2020", *EPyRIS Joint Strategy for the Protection and Recovery of ecosystems affected by wildfires*. (Integrated management in high-risk natural areas). Intereg, Sudoe.

Rigolot É., 2004, "Predicting postfire mortality of *Pinus halepensis Mill.* and *Pinus pinea L.", Plant Ecology*.

Rigolot É., Amandier L., Duché Y. et al., 2013. « Fiche pratique III – Le pin d'Alep et l'incendie - Sylviculture préventive », *Le Pin d'Alep en France. Guide pratique*. Quae, 160 p.

Rigolot É., Costa M. (éd. sci.), 2000. *Conception des coupures de combustibles.* Cardère – RCC, 156 p.

Rigolot É., Fernandes P., 2005. « Écologie du pin maritime en relation avec le feu et gestion des peuplements pour leur protection contre les incendies », *Forêt méditerranéenne* XXVI(1).

Salis M., Ager A., Arca B. et al., 2022. "Wildfire simulation modeling to analyze wildfire hazard and exposure in the Italy-France Maritime cooperation area (Sardinia, Corsica, Tuscany, Liguria and Provence-Alpes-Côte d'Azur)", *Proceedings of the Third International Conference on Fire Behaviour and Risk (ICFBR2022)*, Alghero (Italy), 3-6 May 2022. (in print)

Salis M., Ager A., Arca B. et al., 2013. "Assessing exposure of human and ecological values to wildfire in Sardinia, Italy", Csiro Publishing, *International Journal of Wildland Fire*.

Salis M., Arca B., Alcasena-Urdiroz F. et al., 2017. "Recent dynamics of forest fires in Quercus suber L. stands in Sardinia, Corsica and Catalonia", *Proceedings of the International Congress on cork oak trees and woodlands : conservation, management, products and challenges for the future*. Sassari, Italy, 25-26 May 2017.

Santoni P.A., Salis M., Massaiu A. et al., 2018. *Forest Fire. "Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires"*. Springer Nature.

Schabaver H., 2006. « La forêt en chiffres ». *Contribution à la conduite des peuplements de pin laricio et habitats associés – Tome 1, Patrimoine et richesses*. ONF – Pierron Sarreguemines, p. 49-101.

Schaffhauser A., Pimont F., Curt T. et al., 2015. « Effets de la récurrence des incendies sur le comportement du feu dans des suberaies (*Quercus Suber L.*) et maquis méditerranéens sur les cinquante dernières années », *Compte rendu biologique* 338(12): 812-824.

Scott J. H., Burgan R.E., 2005. *Standard Fire Behavior Fuel Models : A Comprehensive Set for Use with Rothermel's Surface Fire Spread Model*. US Dept Agric. For. Serv. Rocky Mount. Res. Stat. Gal. Technical Report RMRS-GTR-153.

Sougavinski S., Doyon F., 2022. *La coupe avec rétention variable de la structure : résultats de recherche, expériences de mise en œuvre et questions opérationnelles*. Rapport de l'Institut Québécois d'aménagement de la forêt de feuillus.

Stephens S.L., Millar C.I., Collins B.M., 2010. "Operational approaches to managing forests of the future in Mediterranean regions within a context of changing climates", *Environmental Research Letters* 5 : 1-9.

Tedim F., Royé D., Leone V., 2018. "Caratterizzazione delle aree non percorse dal fuoco in caso di EWE (Extreme Wildfire Events) mediante misurazioni del paesaggio", *IV Congresso Nazionale di Selvicoltura. Il bosco bene indispensabile : per un presente vivibile, per un futuro possibile,* Torino 5-9 Nov. 2018.

Tiger M., 2006. « Sylviculture et incendies », *Contribution à la conduite des peuplements de pin laricio et habitats associés – Tome 2, Enjeux et gestion*. ONF – Pierron Sarreguemines, p. 83-120.

Trabaud L.,1989. *Les feux de forêts : mécanismes, comportement et environnement*. Aubervilliers : France-sélection, 272p.

Valette J.C., 1990. « Inflammabilités des espèces forestières méditerranéennes. Conséquences sur la combustibilité des formations forestières », *Revue Forestière Française* XLII n°sp. : 76-92.

Van Wagner, C.E., 1977. "Conditions for the start and pread of crown fire", *Canadian Journal of forest Research* 7.

Vericat P., Piqué M., Serrada R., 2012. *Gestion Adaptativa al Cambio Global en Masas de* Quercus *Mediterraneos*. Centre Tecnologic Forestal de Catalunya. Solsona (Lleida), 172 p.

Yebra M., Marselis S., van Dijk A. et al., 2015. *Using LIDAR for forest and fuel structure mapping: options, benefits, requirements and costs*. Bushfire & Natural Hazards CRC, Australia, 36 p.

https://antropocene.it/2022/01/09/riproduzione-del-pino-marittimo/

https://corse.cnpf.fr/n/la-foret-privee-en-corse/n:843

http://www.ofme.org/documents/textesdfci/BD18.pdf

https://ramatsdefoc.org

https://www.firextr.pt

http://dx.doi.org/10.1071/WF11060http://dx.doi.org/10.1071/WF1106

https://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/background/summary/fwi

https://pt.abcdef.wiki/wiki/Haines_Index

https://interreg-maritime.eu/web/med-star/projet

https://interreg-maritime.eu/web/med-foreste/projet

https://webgis2.regione.sardegna.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/

https://www.promethee.com

http://cps.emxsys.com/introduction/com

Contributions

Rédaction

MASSAIU Antonella, SEAT DFCI, Unité DFCI, ONF Corse
TIGER Muriel, SFB, Unité Élaboration des Aménagements, ONF Corse

Relecture et experts consultés

ASCOLI Davide, Universita di Torino
BANCHI Marco, UT Taravu, ONF Corse
CARAMELLE Philippe, SEAT DFCI, ONF Corse
CHAVENON Alain, SFB, Unité SAM-BOI, ONF Corse
DURET Jean-Yves, Service Forêt, CDC
FALETTI Orane, Unité DFCI, ONF Corse
FANGET Gisele, SFB, Unité Élaboration des Aménagements, ONF Corse
GUY Sandra, SEAT DFCI, ONF Corse
LEBRE Sébastien, UT Niolu Aitone, ONF Corse
MADARY Julien, SFB, Unité SIG, ONF Corse
MAGNANI Enrico, DREAm Italia
PERRIN Claude, DRAAF Corse
PLANELLES Gilles, UP Travaux, ONF Corse
SCHABAVER Hélène, SFB, Unité Élaboration des Aménagements, ONF Corse
TONARELLI Luca, DREAm Italia
TRECUL Didier, UT Fiumorbu, ONF Corse

Illustrations

TIGER Muriel

Annexe n° 1
Inflammabilité et pouvoir calorifique supérieur des espèces

Pour mesurer l'inflammabilité des espèces, les échantillons des tiges terminales des plantes sont soumis à un foyer à chaleur constante (épiradiateur à 500 W) dans les différents mois de l'année pour en mesurer les paramètres suivants :

- le temps d'inflammation : Temps mesuré en secondes entre le positionnement de l'échantillon sur l'épiradiateur et son inflammation ;
- le pourcentage d'essais positifs : Nombre d'échantillons dans lesquels l'inflammation se produit dans le temps limite d'une minute.

La combinaison de ces deux variables permet de faire une échelle d'inflammabilité et de discriminer les espèces en (Elvira-Martin & Hernando 1989, Valette 1990) :

0 : peu inflammable
1 : faiblement inflammable
2 : modérément inflammable
3 : inflammable
4 : hautement inflammable
5 : extrêmement inflammable

Pour mesurer le pouvoir calorifique supérieur (PCS), les échantillons sont brûlés dans une bombe calorimétrique[33] (➙ voir p. 11 note 1).
Cinq classes sont identifiées (Elvira-Martin & Hernando 1989, Valette 1990) :

1 : PCS < 4 000 kcal/kg
2 : 4 000 < PCS < 4 500 kcal/kg
3 : 4 500 < PCS < 5 000 kcal/kg
4 : 5 000 < PCS < 5 500 kcal/kg
5 : PCS > 5 500 kcal/kg

[33] Une bombe calorimétrique est un appareillage permettant de mesurer le dégagement de chaleur au cours d'une réaction effectuée à volume constant.

Évolution des inflammabilités spécifiques dans l'année (Valette 1990 modifié) et du pouvoir calorifique supérieur (PCS) (Elvira-Martin & Hernando 1989)

Espèces/Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	PCS
Brachypodium pinnatum	5	5	5	5	0	1	1	3	2	5	5	5	
Brachypodium ramosum	5	5	5	5	0	2	4	5	5	4	5	5	
Arbutus unedo	4	4	4	4	0	0	1	3	2	3	3	4	4
Buxus sempervirens	2	2	2	2	0	1	1	2	2	2	2	2	4
Calluna vulgaris	4	4	4	4	0	2	3	4	3	4	4	4	4
Calycotoma spinosa	2	2	2	2	0	0	1	2	2	1	2	2	
Cistus albidus	3	3	3	3	0	0	1	2	3	3	3	3	3
Cistus monspelliensis	3	3	3	3	0	1	2	3	3	2	2	3	3-4
Cistus salvifolius	2	2	2	2	0	0	1	1	2	1	2	2	3
Cytisus triflorus	3	3	3	3	0	0	1	1	2	1	2	3	4
Erica arborea	5	5	5	5	0	1	3	5	4	4	5	5	5
Erica scoparia	5	5	5	5	0	2	4	5	4	5	5	5	
Phyllirea latifolia	5	5	5	5	0	2	4	5	4	5	5	5	4
Quercus coccifera	4	4	4	4	0	1	3	4	3	3	4	4	3
Rosmarinus officinalis	3	3	3	3	0	1	3	3	3	2	3	3	4-5
Thymus vulgaris	5	5	5	5	0	2	3	5	4	4	5	5	3
Ulex parviflorus	5	5	5	5	0	1	2	3	4	3	5	5	3-4
Abies cephalonica	1	1	1	1	0	0	1	2	1	0	1	1	3
Acacia melanoxylon	5	5	5	5	0	2	4	4	3	4	5	5	
Alnus subcordata	5	5	5	5	0	2	4	5	5	5	5	5	
Castanea sativa	5	5	5	5	0	3	5	5	5	5	5	5	3
Cedrus atlantica	2	2	2	2	0	0	1	1	2	2	2	2	
Cupressus arizonica	2	2	2	2	0	0	1	1	1	0	2	2	
Cupressus sempervirens	3	3	3	3	0	0	1	2	2	2	3	3	
Eucalyptus dalympleana	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Pinus halepensis	5	5	5	5	0	1	3	4	4	3	5	5	4
Pinus pinaster	3	3	3	3	0	1	2	3	3	2	3	3	4
Quercus ilex	5	5	5	5	0	3	5	5	5	5	5	5	3
Quercus pubescens	5	5	5	5	0	4	5	5	5	5	5	5	
Quercus suber	4	4	4	5	0	2	4	4	3	4	4	4	3

Annexe n° 2
Combustibilité des espèces

Cette évaluation de la combustibilité des formations végétales méditerranéennes est réalisée avec une approche empirique. Cette méthode s'appuie avant tout sur les données de l'expérience personnelle d'un collège d'experts. La combustibilité des espèces est exprimée par une échelle avec une gradation de combustibilité croissante de 1 à 8.

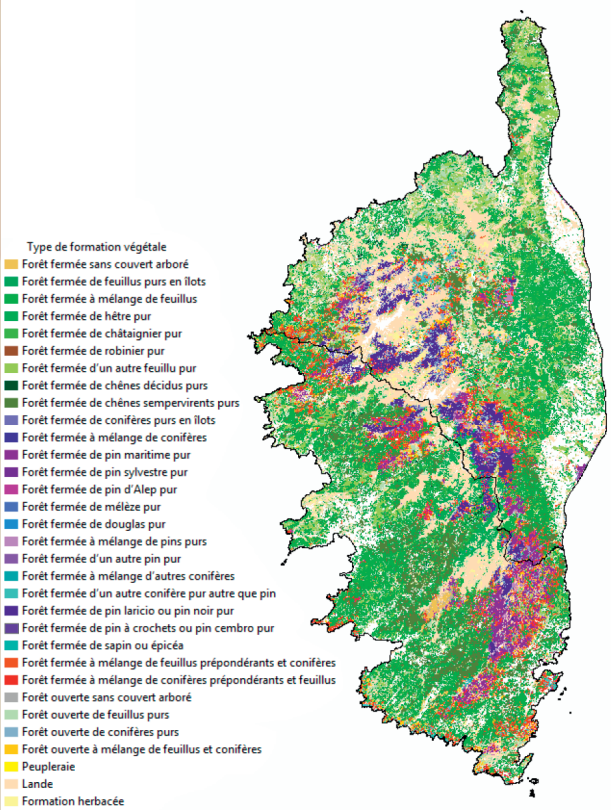
Notes de combustibilité des principales espèces dominantes de la végétation méditerranéenne. Données Inra Avignon (Alexandrian & Rigolot 1992, modifié)

Végétation arborée		Végétation arbustive		Végétation herbacée	
Arbutus unedo	5	*Ulex parviflorus*	6	*Agrostis*	1
Cedrus	6	*Amelanchier*	3	*Anthyllis*	1
Castanea sativa	5	*Erica arborea*	8	*Aphyllantes*	1
Quercus pubescens	5	*Erica scoparia*	7	*Avena*	1
Cupressus	7	*Erica cinerea*	6	*Brachypodium*	1
Pseudotsuga	6	*Erica multiflora*	6	*Brachypodium pinnatum*	1
Picea	6	*Buxus sempervirens*	5	*Brachypodium ramosum*	1
Acer	6	*Calluna vulgaris*	6	*Bromus erectus*	1
Fraxinus	5	*Arundo donax*	5	*Deschampsia flexuosa*	1
Fagus	2	*Quercus coccifera*	8	*Dactylis*	1
Olea	2	*Cistus albidus*	6	*Festuca*	1
Alnus	5	*Cistus salvifolius*	3	*Pteridium aquilinum*	2
Populus	2	*Cistus monspeliensis*	3	*Inula viscosa*	1
Pinus halepensis	2	*Rosa canina*	5		
Pinus pinaster	8	*Phillyrea*	5		
Pinus nigra	7	*Cytisus scoparius*	5		
Pinus silvestris	7	*Spartium junceum*	5		
Pinus salzmanni	7	*Genista purgativa*	7		
Robinia pseudacacia	2	*Genista purgans*	8		
Abies	6	*Genista scorpius*	8		
Salix	2	*Juniperus communis*	7		
		Juniperus oxycedrus	7		
		Lavandula storchas	5		
		Lavandula latifolia	5		
		Pistacia lentiscus	4		
		Prunus spinosa	4		
		Rosmarinus officinalis	5		
		Rubus	6		
		Staehelina	3		
		Pistacia terebinthus	4		
		Thymus vulgaris	4		

Annexe n° 3
Cartographie zonale de la sensibilité de la végétation

Source ONF, Météo France, 2014
Synthese realisée par Benoît Reymond, Agence DT Midi-Med de l'ONF

La notion de « sensibilité » décrite ici représente la potentialité d'un type de végétation à brûler avec une certaine intensité en fonction du niveau de sécheresse auquel il est exposé. Cette sensibilité traduit plus la notion de risque de propagation liée à la combustibilité de la végétation que la notion de risque d'éclosion liée à son inflammabilité.
En saison opérationnelle estivale, cette cartographie, couvrant toute la zone Sud et réalisée selon une méthodologie homogène, permet d'évaluer différents points de la zone selon les mêmes bases. C'est un outil parmi d'autres d'aide à la décision mis à disposition de l'EMIZ.



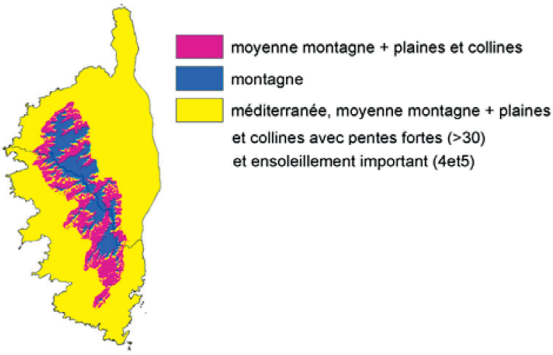
Les principales étapes d'obtention de cette carte consistent à réaliser une carte de la végétation, à partir de la base de données de l'inventaire forestier de l'IGN, puis à combiner ces différents types de végétation identifiés avec d'autres facteurs tels que zones biogéographiques, pentes, ensoleillement, puis avec le niveau de sécheresse de la végétation vivante (NSV2) calculée quotidiennement par Météo-France pour obtenir des niveaux de sensibilité.

Végétation

Les données de base ayant servi à ce travail sont celles de la BD Forêt V2 de l'IGN qui comportent un peu plus d'une trentaine de types de formations, à partir desquels des regroupements ont été effectués lorsque le comportement au feu était assimilable.

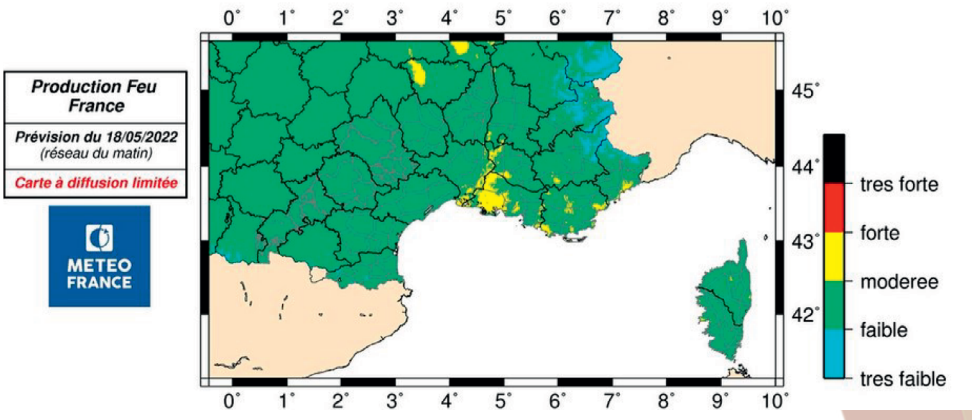
Paramètres complémentaires

Des données complémentaires sont aussi intégrées, comme les zones biogéographiques (altitude / exposition), l'ensoleillement ou encore les pentes pour distinguer 3 étages de végétation.



Croisement végétation/NSV2

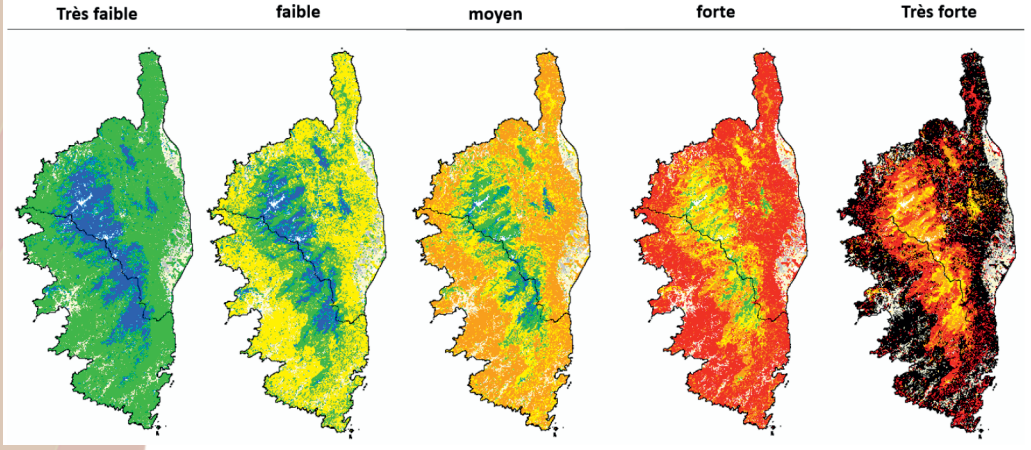
La carte fournie quotidiennement par Météo-France est constituée de pixels codés en 5 valeurs : 1 très faible, 2 faible, 3 modérée, 4 forte, 5 très forte, comme dans l'exemple ci-dessous.



Les 3 cartes (végétation, combinaison des autres paramètres, sécheresse) sont croisées selon le tableau de modulation suivant pour obtenir 6 niveaux de sensibilité de la végétation.

modulation été corse	méditerranée (moy mont + plaines et collines avec pentes fortes>30 et enso 4et5					moyenne montagne plaines et collines					montagne				
non boise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
formation naturelle non combustible	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
hetraie	3	2	1	1	1	3	2	1	1	1	3	2	1	1	1
pelouse de montagne	3	3	2	1	1	3	3	2	1	1	3	2	1	1	1
pelouse seche	3	3	2	1	1	3	3	2	1	1	3	2	1	1	1
sapin - epicea - douglas - meleze	4	3	2	1	1	3	2	1	1	1	3	2	1	1	1
feuillus divers	4	3	2	2	1	3	2	2	1	1	3	2	1	1	1
chene pubescent	4	3	2	2	1	3	2	2	1	1	3	2	1	1	1
lande basse (cistes...)	4	3	2	1	1	4	3	2	1	1	3	2	1	1	1
chataignier	4	4	3	2	2	4	3	2	2	1	3	2	2	1	1
garrigue ou maquis bas boise de feuillus	5	4	3	2	2	4	3	2	2	1	3	2	2	1	1
mélange feuillus-resineux	5	4	3	2	2	4	3	2	2	1	3	2	2	1	1
garrigue / maquis bas	5	4	3	2	2	4	3	2	2	1	3	2	2	1	1
lande haute (genêts...)	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	4	3	2	1	1
pin laricio - noir - sylvestre	5	4	3	2	2	5	4	3	2	1	4	3	2	1	1
resineux divers	5	4	3	2	2	5	4	3	2	1	4	3	2	1	1
pins divers	6	4	3	2	2	5	4	3	2	1	4	3	2	1	1
maquis	6	5	4	3	2	5	4	3	2	2	4	3	2	2	1
maquis boise de feuillus	6	5	4	3	2	5	4	3	2	2	4	3	2	2	1
maquis boise de chene liege	6	5	4	3	2	5	4	3	2	2	5	4	3	2	1
chene vert	6	5	4	3	2	5	4	3	2	2	5	4	3	2	1
chene liege	6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	5	5	4	2	2
pin d'alep - pin maritime	6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	5	5	4	2	2
garrigue ou maquis boise de resineux	6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	5	5	4	3	2

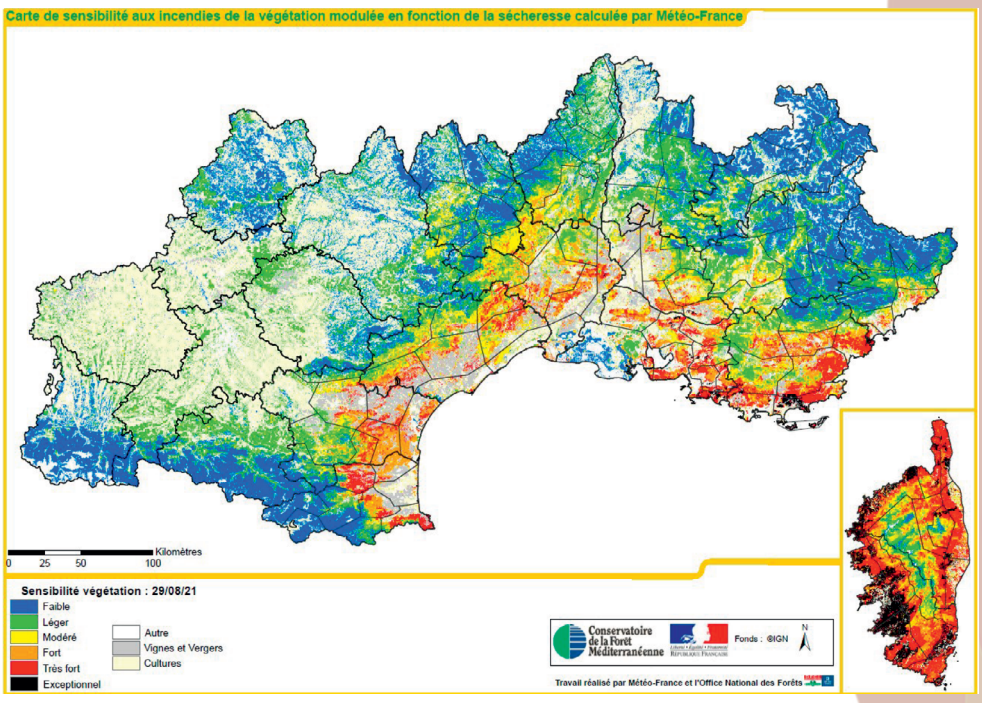
Calculs par sécheresses homogènes sur toute la Corse



Limites et précautions d'usage

Plusieurs points sont à préciser pour garantir un bon usage de cette cartographie.
Les données de végétation issues de l'IGN comportent des dates d'acquisition et des modalités de prise en compte (surface, taux de boisements) dont la précision est suffisante pour un travail à l'échelle de la zone mais peut se révéler nettement insuffisante si on cherche à étudier un massif de façon détaillée. Le rendu est en pixels de 50m qui correspond à la précision du Modèle Numérique de Terrain de l'IGN utilisé pour les pentes et l'ensoleillement. Les diverses étapes reposent sur un caractère systématique et reproductible des traitements, et sur la généralisation d'hypothèses issues des « dires d'expert », dans le but d'appliquer la même méthode à l'ensemble de la zone. On ne peut pas comparer ce travail à une cartographie fine issue d'une méthodologie reposant sur des levés terrain. Ce travail a été fait sans vérifications terrain, ce qui s'avérerait impossible sur une telle surface à traiter.

Exemple de carte finale de sensibilité



Annexe n° 4
Typologie de la vulnérabilité au feu des peuplements forestiers
Exemples en Catalogne (Espagne)

Source : Piqué et al. (2011)

Pour chacune de ces classes, les Catalans, dans le cadre du Guide ORGEST, ont identifié plusieurs types de structure (TVFoC) possibles pour 4 différents types de peuplements en fonction des espèces.

- TVFoC typologie 1 : *Pinus sylvestris, Pinus nigra, Pinus uncinata, Pinus pinea* et *Pinus pinaster*
- TVFoC typologie 1.1 : *Pinus pinaster, Pinus pinea* représentant moins de 30 % du combustible de surface
- TVFoC typologie 2 : *Pinus halepensis*
- TVFoC typologie 3 : *Quercus suber, Quercus ilex, Quercus faginea* et *Quercus humilis*

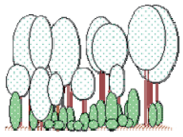
Nous avons retenu ici à titre d'exemple la typologie 1.

Abréviation	Variables structurales et sylvicoles utilisés dans la typologie
RCE	Recouvrement du combustible intermédiaire (d'échelle) (%)
RCS	Recouvrement du combustible de surface (%)
FCC	Fraction de surface recouverte par le combustible aérien (%)
PF	Hauteur du houppier (distance entre la cime et la base de branches vertes)
ACS	Hauteur du combustible de surface
Df-e	Distance entre la litière et le combustible intermédiaire (d'échelle) (m)
Df-a	Distance entre la litière et le combustible aérien (m)
De-a	Distance entre le combustible intermédiaire et le combustible aérien (m)
Ds-e	Distance entre le combustible de surface et le combustible intermédiaire (d'échelle) (m)
Qualsevol =	Quelconque

TVFoC Typologie 1: *Pinus sylvestris, Pinus nigra, Pinus uncinata, Pinus pinea* et *Pinus pinaster* (Piqué & al. 2011)

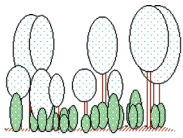
Classe A: haute vulnérabilité au feu de cimes

A1



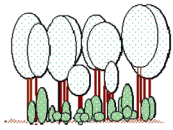
- RCE: > 70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: > 70%
- RCS: qualsevol

A2



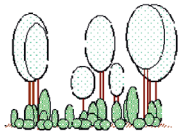
- RCE: > 70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: 50-70%
- RCS: > 50%

A3



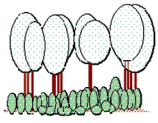
- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: > 70%
- RCS: > 40%

A4



- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: 50-70%
- RCS: > 60%

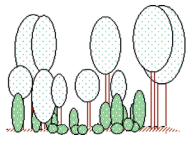
A5



- RCE: 0-25%
- Ds-a: < 4 m
- FCC: > 70%
- RCS: > 70%

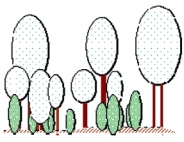
Classe B: vulnérabilité modérée au feu de cimes

B1



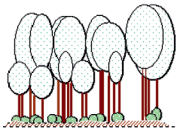
- RCE: > 70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: 50-70%
- RCS: < 50%

B2



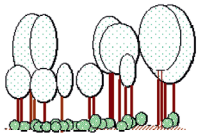
- RCE: > 70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: 30-50%
- RCS: qualsevol

B3



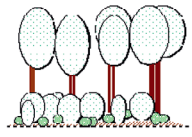
- RCE: > 70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: > 3 m
- FCC: > 70%
- RCS: > 30%

B4



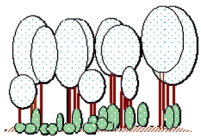
- RCE: > 70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: > 3 m
- FCC: 30-70%
- RCS: > 50%

B5



- RCE: > 70%
- De-a: > 5 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: > 70%
- RCS: > 30%

B6

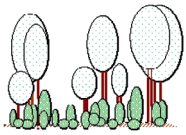


- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: > 70%
- RCS: < 40%

TVFoC Typologie 1: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus uncinata*, *Pinus pinea* et *Pinus pinaster* (Piqué & al. 2011)

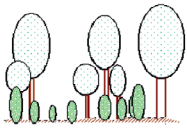
Classe B: vulnérabilité modérée au feu de cimes

B7



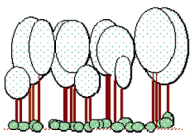
- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: 50-70%
- RCS: < 60%

B8



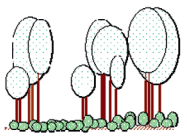
- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: < 3 m
- FCC: 30-50%
- RCS: qualsevol

B9



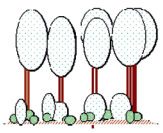
- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: > 3 m
- FCC: > 70%
- RCS: > 50%

B10



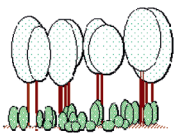
- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: > 3 m
- FCC: 30-70%
- RCS: > 70%

B11



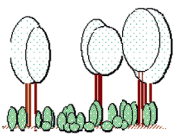
- RCE:25-70 %
- De-a: > 5 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: > 70%
- RCS: > 30%

B12



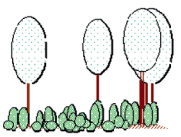
- RCE: 0-25%
- Ds-a: < 4 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: > 70%
- RCS: 30-70%

B13



- RCE: 0-25%
- Ds-a: < 4 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: 50-70%
- RCS: > 30%

B14

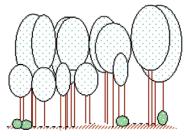


- RCE: 0-25%
- Ds-a: < 4 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: 30-50%
- RCS: > 50%

TVFoC Typologie 1: Pinus sylvestris, Pinus nigra, Pinus uncinata, Pinus pinea et Pinus pinaster (Piqué & al. 2011)

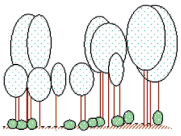
Classe C: Basse vulnérabilité au feu de cime

C1



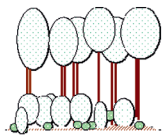
- RCE: > 70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: > 3 m
- FCC: > 70%
- RCS: < 30%

C2



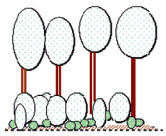
- RCE: > 70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: > 3 m
- FCC: 30-70%
- RCS: < 50%

C3



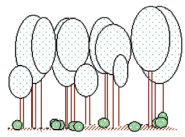
- RCE: > 70%
- De-a: > 5 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: > 70%
- RCS: < 30%

C4



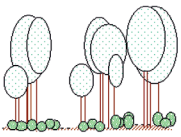
- RCE: > 70%
- De-a: > 5 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: 30-70%
- RCS: qualsevol

C5



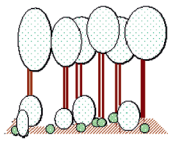
- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: > 3 m
- FCC: > 70%
- RCS: < 50%

C6



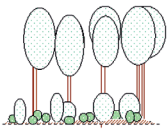
- RCE: 25-70%
- De-a: < 5 m
- Ds-e: > 3
- FCC: 30-70%
- RCS: < 70%

C7



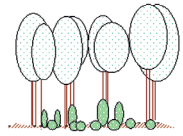
- RCE: 25-70%
- De-a: > 5 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: > 70%
- RCS: < 30%

C8



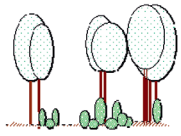
- RCE: 25-70%
- De-a: > 5 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: 30-70%
- RCS: qualsevol

C9



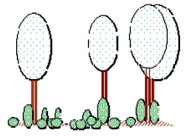
- RCE: 0-25%
- Ds-a: < 4 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: > 70%
- RCS: < 30%

C10



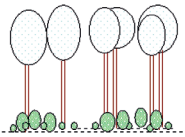
- RCE: 0-25%
- Ds-a: < 4 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: 50-70%
- RCS: < 30%

C11



- RCE: 0-25%
- Ds-a: < 4 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: 30-50%
- RCS: < 50%

C12



- RCE: 0-25%
- Ds-a: > 4 m
- Ds-e: qualsevol
- FCC: qualsevol
- RCS: qualsevol

Annexe n° 5

Exemple de clef de vulnérabilité des structures forestières aptes à générer des feux de cimes (CVFoC)

Cas du *Pinus nigra, P. sylvestris* et *P. uncinata* en Catalogne (Espagne)

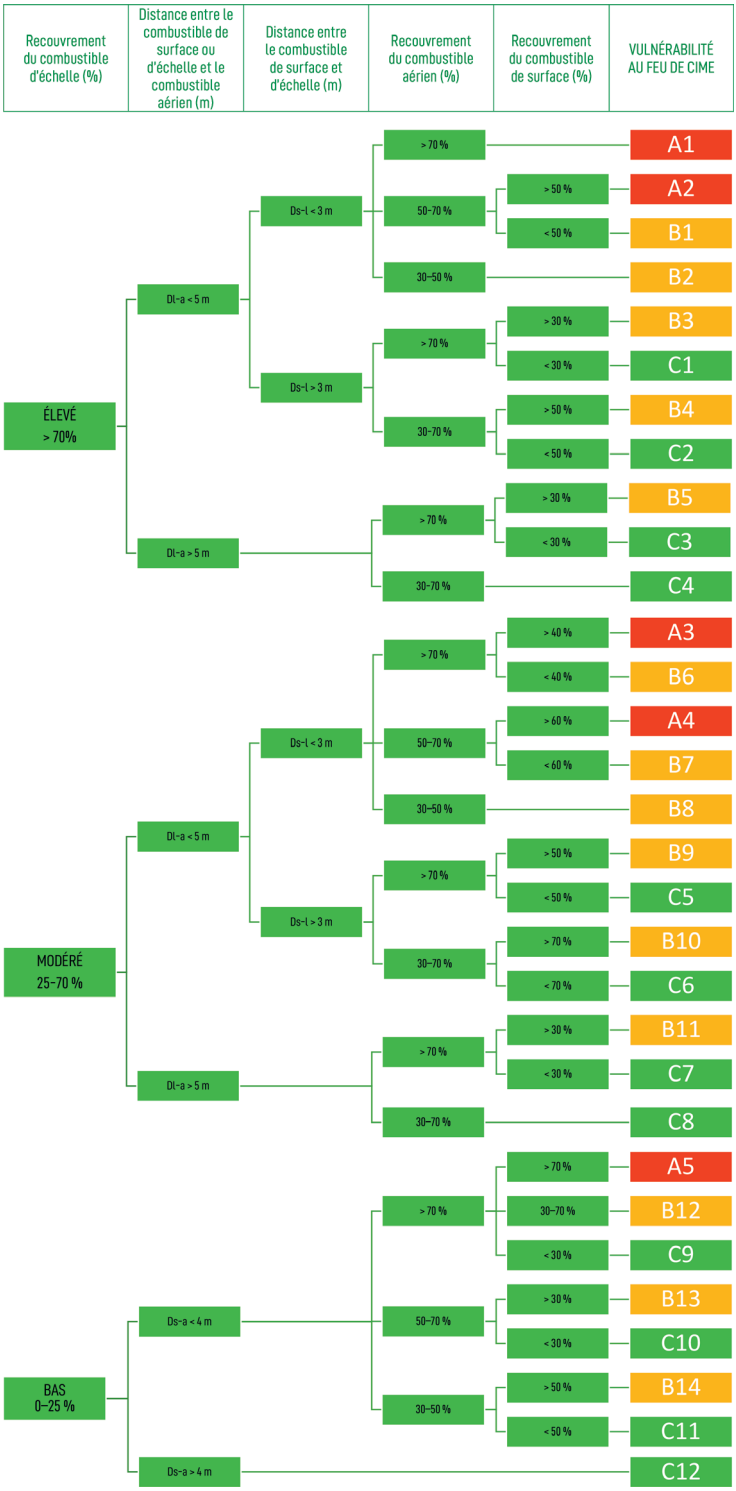
Source : Piqué et al. 2011

A = Vulnérabilité haute

B = Vulnérabilité modérée

C = Vulnérabilité basse

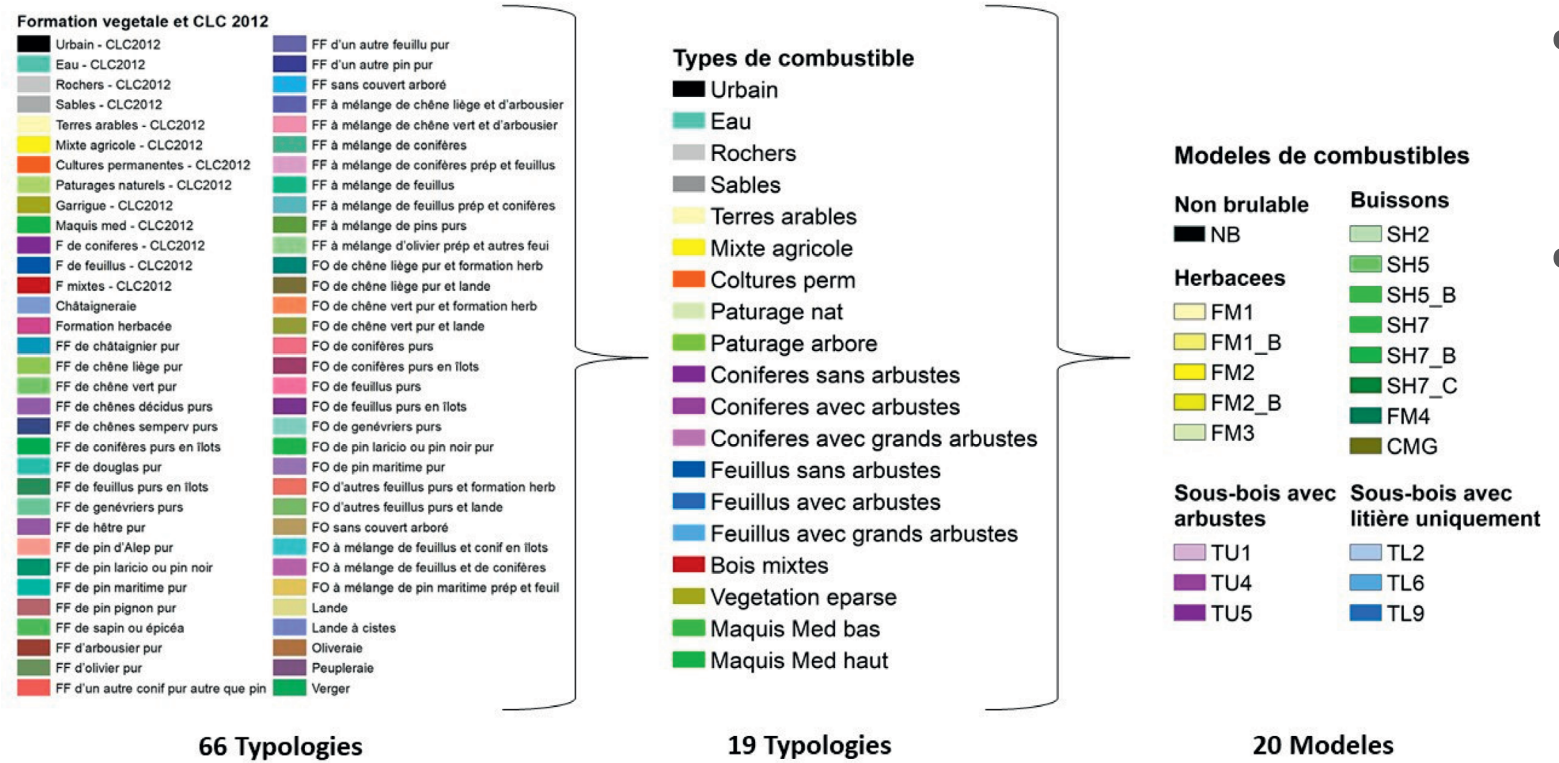
➔ voir p. 30 « Combustible » et annexe n° 6 page 137



Annexe n° 6

Identification des modèles de combustible à partir des typologies de végétation IFN et Corine Land Cover

Source : Salis & al 2022. Travail réalisé dans le cadre dans le projet Med-Star : collaboration CNR-IBE – ONF



Annexe n° 7
Description du comportement au feu des modèles de combustible

Typologie de la végétation	Modèle de combustible	Description de la typologie	Comportement au feu *Scott and Burgan 2005, Anderson 1982*
Urbain	NB	Urbain - CLC2012	Il n'y a pas de charge de combustible, les incendies de forêts ne se propagent pas.
Zone humide et eau	NB	Eau - CLC2012	
Rochers	NB	Rochers - CLC2012	
Sables	NB	Sables - CLC2012	
Terres arables	FM1	Terres arables - CLC2012	Combustibles herbacés continus, fins et poreux qui provoquent des feux de surface. Très peu d'arbustes et de bois sont présents, généralement moins d'un tiers de la superficie.
Mixtes agricoles	FM2	Mixte agricole - CLC2012	La propagation du feu se fait principalement par les plantes herbacées fines, dépérissantes ou mortes. Ce sont des feux de surface où le combustible herbacé, en plus de la litière, de la matière sèche des arbustes et des rémanents au sol contribue à l'intensité du feu. Les terres arbustives ouvertes et les peuplements de pins ou de chênes qui couvrent un tiers à deux tiers de la superficie peuvent généralement correspondre à ce modèle. Les peuplements peuvent comprendre des amas de combustible qui provoquent de plus hautes intensités et peuvent produire des brandons.
Cultures permanentes et fruitiers	FM1_B	Cultures permanentes - CLC2012	Combustible herbacé continu, fin et poreux qui provoque des feux de surface. La charge de combustible fin et la profondeur de la litière correspondent à la moitié du FM1. Très peu d'arbustes et de bois sont présents, généralement moins d'un tiers de la superficie.
	FM1_B	Verger	
Végétation arbustive basse	CM_GAR	Garrigue - CLC2012	Charge moyenne de brousse, hauteur comprise entre 0,5 et 1 m. Le taux de propagation est élevé. La longueur des flammes est moyenne à élevée.
	CM_GAR	Lande à cistes	
Maquis méditerranéen	SH5	Maquis méditerranéen - CLC2012	Charge d'arbustes élevée, hauteur de 1,2 à 1,8 m. Le taux de propagation est très élevé. La longueur de flamme est très haute. L'humidité d'extinction est élevée.
	SH5	Lande	
	SH5_B	Forêt fermée de genévriers purs	Charge d'arbustes élevée, profondeur de 1,2 à 1,8 m. La charge de combustible vivante est augmentée de 20% et la charge de combustible morte est réduite de 20% par rapport à SH5. Le taux de propagation est très élevé. La longueur de flamme est très haute. L'humidité d'extinction est élevée.
	SH5_B	Forêt ouverte de genévriers purs	
Feuillus sans arbustes	TL2	Forêt fermée de hêtre pur	Le principal vecteur de feu dans TL2 est la litière de feuillus. Litière compacte à faible charge. Le taux de propagation est très faible. La longueur de flamme est très faible.
	TL2	Peupleraie	
	TL6	Forêt de feuillus - CLC2012	Moins compacte que TL2. Le taux de propagation est modéré. La longueur de flamme est faible.
	TL6	Forêt fermée à mélange de feuillus	
	TL6	Forêt fermée à mélange de feuillus prépondérants et conifères	
	TL6	Forêt fermée de chêne vert pur	
	TL6	Forêt fermée de chênes décidus purs	
	TL6	Forêt fermée de feuillus purs en ilots	
	TL6	Forêt fermée d'un autre feuillu pur	
	TL9	Forêt fermée à mélange de chêne vert et d'arbousier	TL9 peut être utilisé pour représenter un drapé d'aiguilles lourd. Le taux de propagation est modéré. La longueur de flamme est modérée.
Feuillus avec arbustes	FM2_B	Forêt ouverte de feuillus purs	La propagation du feu se fait principalement par les plantes herbacées fines, dépérissantes ou mortes. Ce sont des feux de surface où le combustible herbacé, en plus de la litière, de la matière sèche des arbustes et des rémanents au sol, contribuent à l'intensité du feu. La charge de combustible fin et la hauteur de litière est augmentée de 20% par rapport au FM2. Les terres arbustives ouvertes et les peuplements de pins ou de chênes qui couvrent un tiers à deux tiers de la superficie peuvent généralement correspondre à ce modèle. Les peuplements peuvent comprendre des amas de combustible qui provoquent de plus hautes intensités et peuvent produire des brandons.
	FM2_B	Forêt ouverte de feuillus purs en ilots	
	SH2	Châtaigneraie	Charge de combustible modérée (supérieure à SH1), hauteur d'environ 30 cm. Il n'y a pas de combustible d'herbe présent. Le taux de propagation est faible. La longueur de flamme est faible.
	SH2	Forêt fermée de châtaignier pur	
	SH2	Forêt fermée de chênes sempervirents purs	
Feuillus avec grands arbustes	FM4	Forêt fermée à mélange de chêne-liège et d'arbousier	L'intensité des feux à propagation rapide implique un feuillage et un combustible fin de bois mort. Les peuplements d'arbustes de 1,8 m ou plus sont des candidats typiques. Outre le feuillage inflammable, les matériaux de bois mort dans les peuplements contribuent de manière significative à l'intensité du feu. Les hauteurs des peuplements qualitatifs pour ce modèle dépendent des conditions locales. Une couche de litière profonde peut également entraver des efforts d'extinction.
	FM4	Forêt fermée de chêne-liège pur	
	FM4	Forêt ouverte à mélange de feuillus et conifères en ilots	
	FM4	Forêt ouverte à mélange de feuillus et de conifères	
	FM4	Forêt ouverte de chêne-liège pur et lande	
	SH5_B	Forêt ouverte d'autres feuillus purs et lande	Charge d'arbustes élevée, hauteur de 1,2 à 1,8m. La charge de combustible vivante est augmentée de 20% et la charge de combustible mort est réduite de 20% par rapport à SH5. Le taux de propagation est très élevé. La longueur de flamme est très haute. L'humidité d'extinction est élevée.s

Typologie de la végétation	Modèle de combustible	Description de la typologie	Comportement au feu *Scott and Burgan 2005, Anderson 1982*
Feuillus avec grands arbustes	SH7_B	Forêt ouverte de chêne vert pur et lande	Charge d'arbustes très lourde, hauteur de 1,2 à 1,8 m. La charge de combustible est augmentée de 30% pour le combustible vivant et réduite de 30% pour le combustible mort par rapport à SH7. La longueur de flamme est similaire à SH7. Le taux de propagation est élevé. La longueur de flamme est très élevée.
Conifères sans arbustes	TL9	Forêt fermée à mélange de conifères prépondérants et feuillus	TL9 peut être utilisé pour représenter un drapé d'aiguilles lourd. Le taux de propagation est modéré. La longueur de flamme est modérée.
	TU1	Forêt fermée à mélange de conifères	Le principal vecteur de feu dans TU1 est une faible charge d'herbe et/ou d'arbuste avec litière. Le taux de propagation est faible. La longueur de flamme est faible.
	TU1	Forêt fermée de conifères purs en ilots	
	TU1	Forêt fermée de douglas pur	
	TU1	Forêt fermée de pin laricio ou pin noir	
	TU1	Forêt fermée de sapin ou épicéa	
	TU1	Forêt fermée d'un autre pin pur	
Conifères avec arbustes	SH2	Forêt ouverte de conifères purs	La charge de combustible est modérée (supérieure à SH1), la hauteur est d'environ 30 cm. Il n'y a pas de combustible d'herbe présent. Le taux de propagation est faible. La longueur de flamme est faible.
	SH2	Forêt ouverte de conifères purs en ilots	
	TU4	Forêt ouverte de pin laricio ou pin noir pur	Le vecteur principal du feu dans TU4 est constitué de petits conifères avec de l'herbe ou sous-étage de mousse. Le taux de propagation est modéré. La longueur de flamme est modérée.
	TU4	Forêt ouverte de pin maritime pur	
	TU5	Forêt de conifères - CLC2012	Le principal vecteur d'incendie dans TU5 est la litière forestière dense avec un sous-étage d'arbustes ou de petits arbres. Le taux de propagation est modéré. La longueur de flamme est modérée.
	TU5	Forêt fermée à mélange de pins purs	
	TU5	Forêt fermée de pin maritime pur	
	TU5	Forêt fermée d'un autre conifère pur autre que pin	
Conifères avec grands arbustes	SH7_C	Forêt fermée de pin d'Alep pur	La charge de combustible est augmentée de 20% pour le combustible vivant, réduite de 20% pour le combustible mort et la taille est réduite de 20% par rapport à SH7.
	SH7_C	Forêt fermée de pin pignon pur	
	SH7_C	Forêt ouverte à mélange de pin maritime prépondérant et feuillus	
Bois mixte	SH7_C	Forêt mixte - CLC2012	
Pâturage arboré	FM2_B	Forêt ouverte d'autres feuillus purs et formation herbacée	La propagation du feu se fait principalement par les plantes herbacées fines, dépérissantes ou mortes. Ce sont des feux de surface où le combustible herbacé, en plus de la litière, de la matière sèche des arbustes et des rémanents au sol contribuent à l'intensité du feu. La charge de combustible fin et la hauteur de litière est augmentée de 20% par rapport à FM2. Les terres arbustives ouvertes et les peuplements de pins ou de chênes qui couvrent un tiers à deux tiers de la superficie peuvent généralement correspondre à ce modèle. Les peuplements peuvent comprendre des amas de combustible qui provoquent de plus hautes intensités et peuvent produire des brandons.
	FM2_B	Forêt ouverte de chêne-liège pur et formation herbacée	
	FM2_B	Forêt ouverte de chêne vert pur et formation herbacée	
Pâturage herbacé (naturel)	FM3	Pâturages naturels - CLC2012	Ces incendies sont les incendies les plus intenses d'herbacées et montrent des taux élevés de propagation sous l'influence du vent. Le vent peut conduire le feu dans les hauteurs supérieures de l'herbe et à travers l'eau stagnante. Les peuplements sont grands (1 m en moyenne) mais des variations considérables peuvent se produire. Environ un tiers de plus du combustible est considéré mort ou dépérissant et maintien le feu. La nature et les céréales cultivées qui n'ont pas été récoltées peuvent être considérées comme semblables aux hautes herbes des prairies et des marais.
	FM3	Formations herbacées	
Maquis méditerranéen haut	SH7	Forêt fermée sans couvert arboré	Charge d'arbustes très lourde, hauteur de 1,2 à 1,8 m. Le taux de propagation est élevé. La longueur de flamme est très élevée.
	SH7	Forêt ouverte sans couvert arboré	
	SH7_B	Forêt fermée à mélange d'olivier prépondérant et autres feuillus	Charge d'arbustes très lourde, hauteur de 1,2 à 1,8 m. La charge de combustible est augmentée de 30% pour le combustible vivant et réduite de 30% pour le combustible mort par rapport à SH7. Longueur de flamme est similaire à SH7. Le taux de propagation est élevé. La longueur de flamme est très élevée.
	SH7_B	Forêt fermée d'arbousier pur	
	SH7_B	Forêt fermée d'olivier pur	
	SH7_B	Oliveraie	

Annexe n° 8

Structure de végétation et types de combustible en Toscane

SOURCE : DREAM ITALIA 2019A

REGIONE TOSCANA



Piano specifico di prevenzione AIB – MONTI PISANI

Elaborato

STRUTTURE VEGETAZIONALI più rappresentativa per la propagazione del fuoco	cod. STRUT. VEGET.	CONTINUITÀ ORIZZONTALE	CONTINUITÀ VERTICALE	CODICE TIPO COMBUSTIBILE
PINETE DI PINO D'ALEPPO, DOMESTICO E MARITTIMO	A	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	PM11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	PM12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	PM21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	PM22
PINETE DI RIMBOSCHIMENTO DI PINO NERO	B	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	PN11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	PN12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	PN21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	PN22
LECCETE	C	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	LE11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	LE12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	LE21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	LE22
SUGHERETE	D	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	SU11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	SU12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	SU21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	SU22
CASTAGNETI	E	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	CA11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	CA12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	CA21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	CA22
CIPRESSETE	F	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	CI11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	CI12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	CI21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	CI22
IMPIANTI DI DOUGLASIA, ABETINE	G	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	AF11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	AF12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	AF21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	AF22
QUERCETI DI ROVERELLA, CERRETE, BOSCHI MISTI CON CERRO, ROVERE E/O CARPINO BIANCO, BOSCHI MISTI CON BETULLA, OSTRIETI, FAGGETE	H	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	QM11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	QM12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	QM21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	QM22
ROBINIETI, ALNETI DI ONTANO BIANCO E ONTANO NAPOLETANO, BOSCHI ALVEALI E RIPALI, BOSCHI PLANIZIALI DI LATIFOGLIE MISTE	I	CON continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	LM11
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	LM12
		SENZA continuità orizzontale	con continuità verticale (combustibile infiammabile superiore a 2m)	LM21
			senza continuità verticale (combustibile infiammabile inferiore a 2m)	LM22
MACCHIA MEDITERRANEA (mista, max 60% di una specie)	L	CON continuità orizzontale	ALTA	MM11
			BASSA	MM12
		SENZA continuità orizzontale	ALTA	MM21
			BASSA	MM22
MACCHIA AD ULEX/ERICA	M	CON continuità orizzontale	ALTA	MU11
			BASSA	MU12
		SENZA continuità orizzontale	ALTA	MU21
			BASSA	MU22
GARIGA	N	CON continuità orizzontale	ALTA	GA11
			BASSA	GA12
		SENZA continuità orizzontale	ALTA	GA21
			BASSA	GA22
ARBUSTETI DI POST-COLTURA (pruneti, ginestreti, ginepreti, felceti e callunieti)	O	-		AR
PRATI E PASCOLI	P	-		PP
AGRICOLO	Q	-		AG
COLTIVO ABBANDONATO	R	-		CA
POST - INCENDIO (5/10 anni)	S	-		PI
FASCIA RETRO-DUNALE	T	-		FR
IMPIANTI DI SPECIE NON SPONTANEE DI MINORE IMPIEGO (eucalipto, cedro dell'Atlante, Pino strobo, Larice, Cipresso dell'Arizona, ecc...)	U	-		NS
VIALE PARAFUOCO	VP	-		VP
VIABILITA' FORESTALE	VF	-		VF
URBANO	URB	-		URB
ZONE IDRICHE	ZI	-		ZI
CAVE	CAV	-		CAV

Annexe n° 9

Types de combustible en Toscane : exemple des pinèdes littorales

Unione di Comuni valdarnoevaldisieve

Piano specifico di prevenzione AIB – Comuni di Reggello e Pontassieve

Struttura vegetazionale	PINETE DI PINO D'ALEPPO, DOMESTICO E MARITTIMO	A

Tipi di combustibile	PM11

Con continuità orizzontale con continuità verticale

Piano dominante arboreo

Piano dominante arboreo	Piante ad ettaro
Presente	900

Continuità, H media, Ø medio	Continuità verticale	Senza continuità verticale	Continuità orizzontale	Senza continuità orizzontale
			✓	

H media, Ø, densità	Altezza media (Hm)	Diametro (Ø)	Densità distanza piante
	15 m	30 cm	< 10 m

Specie : Pino marittimo; Pino domestico; Roverella.

Arbustivo

Continuità, H media	Continuità verticale	Senza continuità verticale	Continuità orizzontale	Senza continuità orizzontale	Altezza media (Hm)
				✓	1,5 m

Specie : Erica arborea; Erica scoparia; Corbezzolo; Ginestra spinosa.

Residui e necromassa

Ø medio	10 ore	100 ore	1000 ore
	8 mm < Ø < 2,5 cm	2,5 cm < Ø < 7,5 cm	Ø > 7,5 cm
	✓	✓	✓

NOTE	

FOTO 1 PANORAMICA



FOTO 2 PROFILO

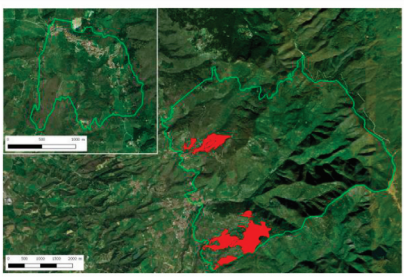


FOTO 3 SUOLO



FOTO 4 COPERTURA





LEGENDA

Struttura vegetazionale - A

Tipi di combustibile

- PM11
- PM12
- PM21
- PM22

\+ *Pericolosità* -

D.R.E.AM. ITALIA

Unione Montana
Alta val di Cecina

Piano specifico di prevenzione AIB – MARINA DI VECCHIANO
Schede Tipi di combustibile

Struttura vegetazionale	PINETE DI PINO D'ALEPPO, DOMESTICO E MARITTIMO	A

Tipi di combustibile — PM12

Con continuità orizzontale senza continuità verticale

Piano dominante arboreo

Piano dominante arboreo	Piante ad ettaro
Presente	400

Continuità, H media, Ø medio	Continuità verticale	Senza continuità verticale	Continuità orizzontale	Senza continuità orizzontale

H media, Ø, densità	Hm Altezza media	Ø Diametro	Densità distanza piante
	14 m	40 cm	< 10 m

Specie : Pino marittimo; Pino domestico; Leccio.

Arbustivo

Continuità, H media	Continuità verticale	Senza continuità verticale	Continuità orizzontale	Senza continuità orizzontale	Hm Altezza media

Specie :

Residui e necromassa

Ø medio	10 ore	100 ore	1000 ore
	6mm < Ø < 2,5 cm	2,5 cm < Ø < 7,5 cm	Ø > 7,5 cm

NOTE

FOTO 1 PANORAMICA



FOTO 2 PROFILO

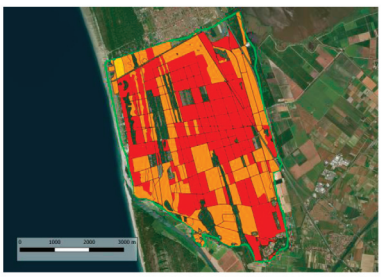


FOTO 3 SUOLO



FOTO 4 COPERTURA





LEGENDA

Struttura vegetazionale - A

Tipi di combustibile

- PM11
- PM12
- PM21
- PM22

\+ *Pericolosità* -

D.R.E.A.M. ITALIA — RDM PROGETTI

SOURCE: DREAM ITALIA 2019E

Unione di comuni montana
Colline Metallifere

Piano specifico di prevenzione AIB – ORBETELLO
Schede tipi di combustibile

Struttura vegetazionale	PINETE DI PINO D'ALEPPO, DOMESTICO E MARITTIMO	A

Tipi di combustibile — PM21

Senza continuità orizzontale con continuità verticale

Piano dominante arboreo

Piano dominante arboreo	Piante ad ettaro
Presente	1111,1

Continuità, H media, Ø medio	Continuità verticale	Senza continuità verticale	Continuità orizzontale	Senza continuità orizzontale
	■			■

H media, Ø, densità	Hm Altezza media	Ø Diametro	Densità distanza piante
	7 m	25 cm	< 10 m

Specie : Pino marittimo; Sughera; Leccio; Orniello.

Arbustivo

Continuità, H media	Continuità verticale	Senza continuità verticale	Continuità orizzontale	Senza continuità orizzontale	Hm Altezza media
	■		■		1,5 m

Specie : Erica arborea; Erica scoparia; Saracchio; Ginestra pelosa.

Residui e necromassa

Ø medio	10 ore 6 mm < Ø < 2,5 cm	100 ore 2,5 cm < Ø < 7,5 cm	1000 ore Ø > 7,5 cm
	■	■	

NOTE

FOTO 1 PANORAMICA



FOTO 2 PROFILO



FOTO 3 SUOLO



FOTO 4 COPERTURA





LEGENDA

Struttura vegetazionale - A

Tipi di combustibile

- PM11
- PM12
- PM21
- PM22

\+ *Pericolosità* -

D.R.E.A.M. ITALIA — RDM PROGETTI

Struttura vegetazionale	PINETE DI PINO D'ALEPPO, DOMESTICO E MARITTIMO	A

Tipi di combustibile — PM22

Senza continuità orizzontale senza continuità verticale

Piano dominante arboreo

Piano dominante arboreo	Piante ad ettaro
Presente	400

Continuità, H media, Ø medio	Continuità verticale	Senza continuità verticale	Continuità orizzontale	Senza continuità orizzontale
		■		■

H media, Ø, densità	Altezza media (Hm)	Diametro (Ø)	Densità (distanza piante)
	12 m	20 cm	< 10 m

Specie : Pino marittimo; Leccio.

Arbustivo

Continuità, H media	Continuità verticale	Senza continuità verticale	Continuità orizzontale	Senza continuità orizzontale	Altezza media (Hm)
	■			■	1,5 m

Specie : Erica arborea; Erica scoparia; Cisto femmina; Ginestra pelosa; Edera comune.

Residui e necromassa

Ø medio	10 ore	100 ore	1000 ore
	6 mm < Ø < 2,5 cm	2,5 cm < Ø < 7,5 cm	Ø > 7,5 cm
	■	■	

NOTE

FOTO 1 PANORAMICA



FOTO 2 PROFILO

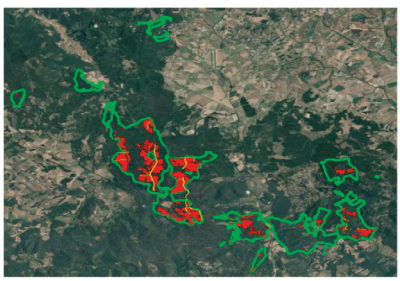


FOTO 3 SUOLO



FOTO 4 COPERTURA





LEGENDA

Struttura vegetazionale - A

Tipi di combustibile

- PM11
- PM12
- PM21
- PM22

\+ *Pericolosità* -

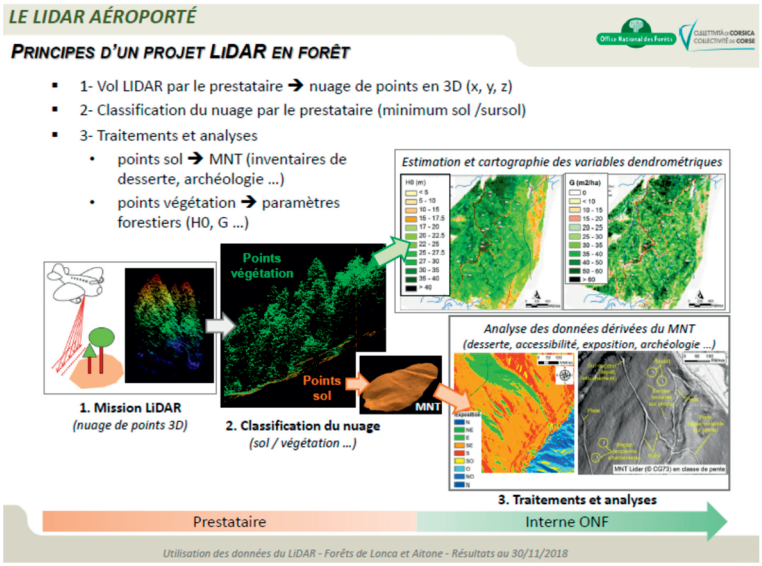
D.R.E.A.M. ITALIA

Annexe n° 10
Nouvelles perspectives pour décrire une forêt : le Lidar

Après un premier essai sur les forêts de Lonca et d'Aitone réalisé par la Collectivité de Corse en 2018, l'État, dans le cadre du plan de relance, a commandé à l'IGN un vol Lidar à haute densité sur l'ensemble du territoire national. Ce vol a été réalisé en Corse en 2021. L'objectif principal est de fournir un état du territoire précis pour l'agriculture. La forêt bénéficie des données issues du vol qui permet d'obtenir entre autres des données dendrométriques à des échelles fines. Pour pouvoir modéliser les paramètres forestiers à partir des données Lidar, des placettes ont été réalisées dans toutes les forêts concernées. Il a été choisi d'installer des placettes permanentes, afin de suivre l'évolution des forêts dans le temps.
Ce travail, cofinancé par la Collectivité de Corse et l'État, a été réalisé par l'ONF Corse en relation avec le département RDI de l'ONF.

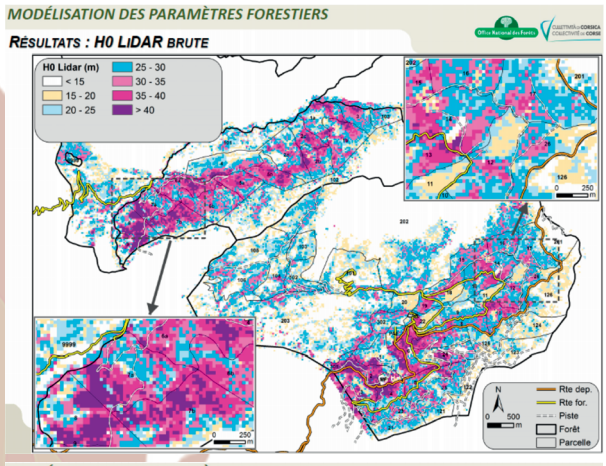
Les données et cartes issues de cette méthode

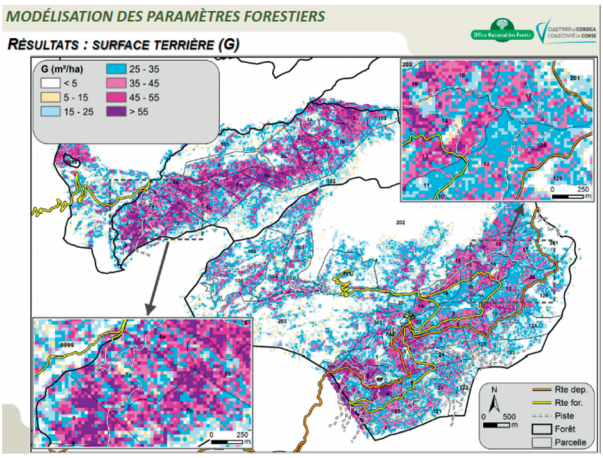
Les cartes présentées ici sont issues de Madary & Munoz 2018 et font suite au premier vol Lidar.

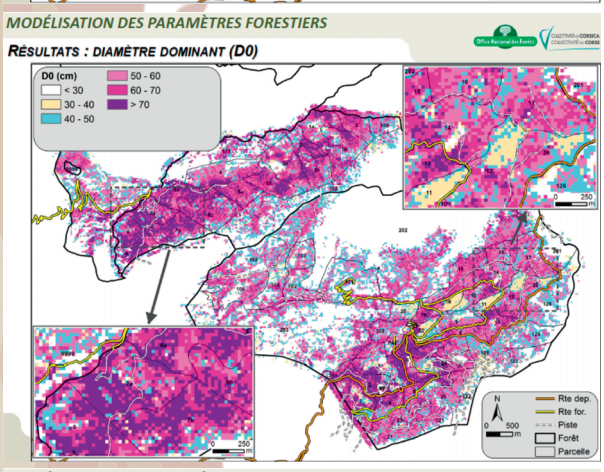


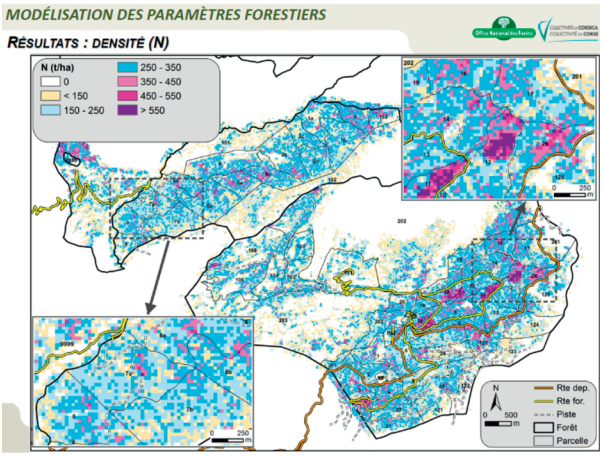
907 placettes ont été réalisées sur le terrain dans toutes les forêts publiques et autour pour permettre le calibrage et l'interprétation des nuages de points.

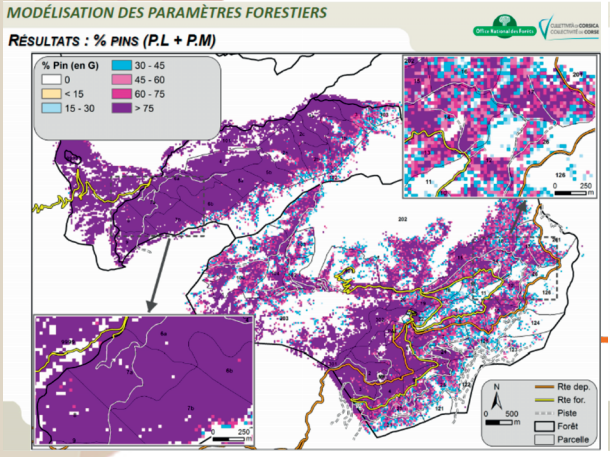
Les cartes qui suivent décrivent un massif forestier selon différentes variables : Hauteur dominante (H0), Surface terrière, Diamètre dominant, Densité (N en tiges/ha), Pourcentage des gros bois, Pourcentage des pins, Composition en espèces, Répartition des structures.

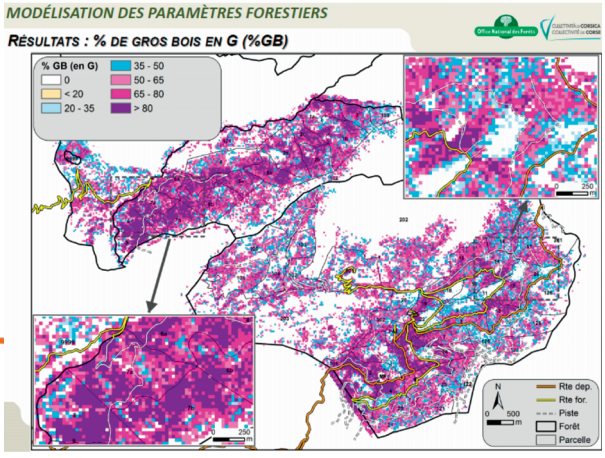


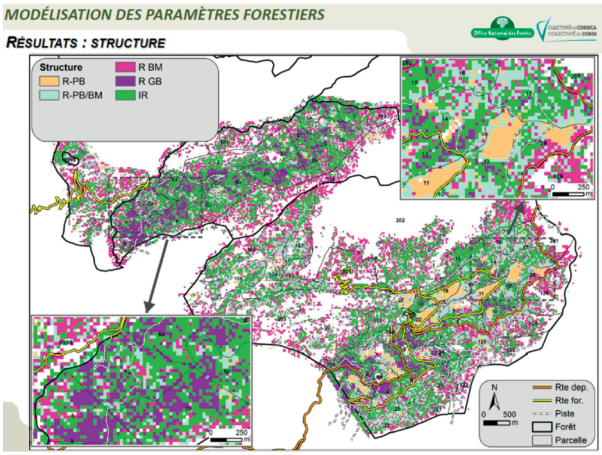


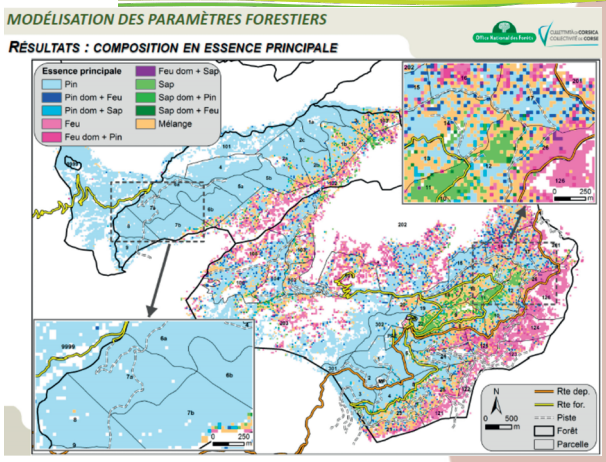




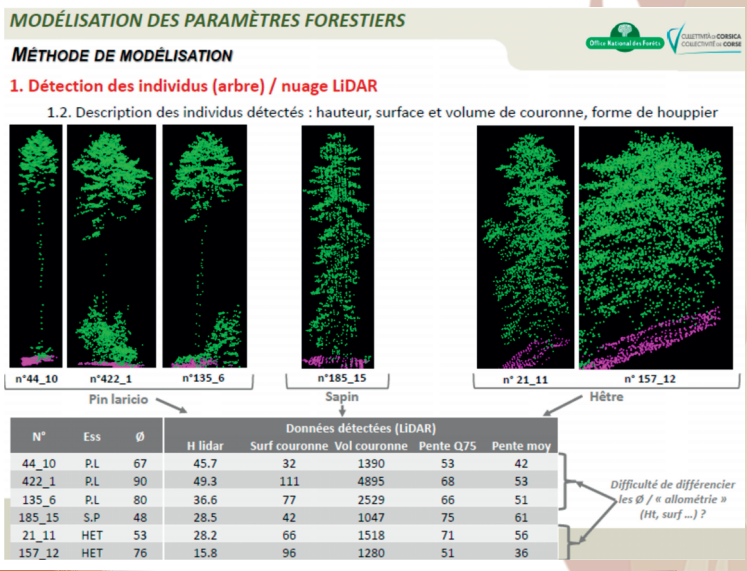




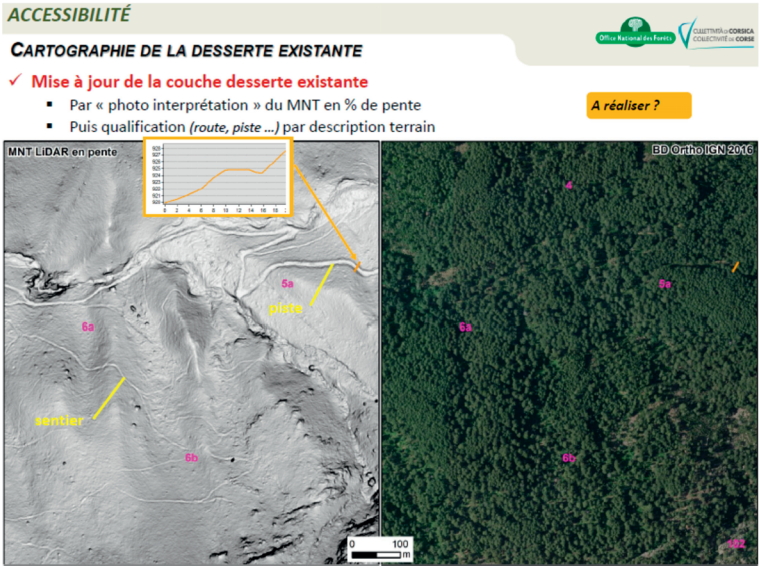




Le Lidar permet également d'établir des cartes de couverture de la canopée et donc de la continuité du combustible aérien.
Il est aussi possible de modéliser des arbres et donc le peuplement. Cette méthode fonctionne très bien sur les pins et sapins, mais est moins robuste sur les feuillus. Cependant, la hauteur de la première branche, qui permet de déterminer la discontinuité verticale, est parfois difficile à évaluer, en particulier en cas de sous-bois dense. De la même façon, en milieu forestier, la hauteur et la densité du maquis, ainsi que le combustible de surface, sont des données Lidar trop imprécises pour pouvoir être utilisées (Yebra et al. 2015).
C'est pourquoi, en plus des données prises lors de la première session, les inventaires de calibrage pour le vol 2022 ont pris des données sur le maquis (recouvrement, essence, hauteur), sur le combustible d'échelle (hauteur de la 1re branche verte des arbres, données sur la régénération) et sur le bois mort.
De plus, un protocole de prise de données a été établi au niveau national par une équipe de recherche (INRAE/RDI/ONF DFCI) afin d'améliorer, dans le cadre du projet européen de recherche appliquée (FireRes) la cartographie du risque d'incendie.



Le travail réalisé avec le Lidar permet de faire aussi une mise à jour précise du sol. En décelant les anomalies de terrain et les ruptures de pente, il est possible de déceler la charge en gros blocs, les petites falaises, la desserte et les sentiers actuels et passés, ainsi que les vestiges archéologiques.



Perspectives pour l'usage en DFCI

Les données et cartes issues du Lidar pourront être utiles sur deux tableaux: la prévision et l'aménagement du territoire d'une part, la lutte d'autre part.

Pour la prévision

Les données sur le combustible de surface et d'échelle pourront permettre une description fine de la structure et composition des peuplements. On pourrait ainsi construire une carte de la vulnérabilité des forêts, ainsi qu'utiliser ces valeurs pour définir une carte des modèles de combustible.

Ces données permettraient également d'estimer, d'évaluer et d'adapter les travaux à réaliser dans les points stratégiques de gestion.

Parmi les zones qu'il serait souhaitable de traiter en autorésistance, ces cartes seront en outre une aide précieuse pour déterminer les secteurs qu'il est effectivement possible de traiter et avec quels outils.

Enfin, hors ouvrage, l'utilisation du Lidar aéroporté pourrait contribuer à identifier les peuplements qui peuvent facilement être travaillés pour devenir moins vulnérables au feu de cime.

Pour la lutte

La cartographie précise de la desserte sera un plus en cas d'intervention. Même la desserte passée peut être utile, pour rouvrir des accès en forêt.

De même, la connaissance de la localisation des blocs et des petites falaises permettra d'assurer une meilleure réussite de la circulation et des interventions dans les peuplements.

Enfin, dans le cas d'incendies convectifs, les données cartographiques précises sur la charge de combustible peuvent aider pour établir la stratégie de la lutte, en particulier en détectant les points critiques et les opportunités d'interventions.

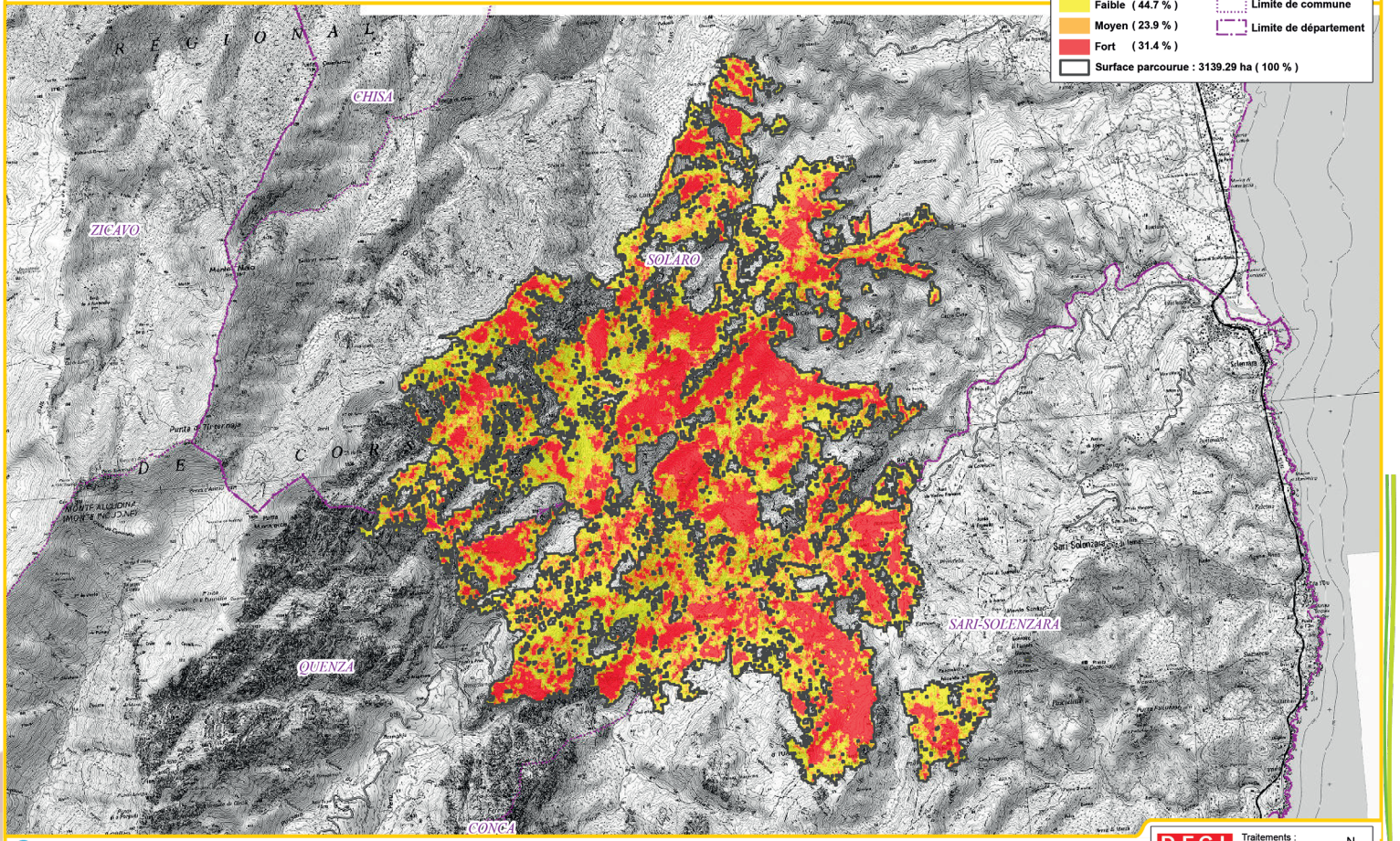
Annexe n° 11
Carte de la sévérité de l'incendie

Source : ONF Agence DFCI 2017. Synthèse réalisée par Benoît Reymond

L'ONF cartographie tous les feux de forêt de plus de 25 ha en France métropolitaine dans le cadre des missions d'intérêt général DFCI qui lui sont confiées par l'État (MASA).
Outre le contour brûlé, une cartographie des indices de sévérité du feu sur la végétation est produite.
Le calcul de sévérité donne une idée du niveau de combustion des végétaux selon la nature du milieu avant feu (très schématiquement, niveau de perte d'activité photosynthétique).
Cet indice est utilisé depuis plusieurs années en zone méditerranéenne où il a été étalonné sur la base d'observations de terrain.
Celles-ci ont permis de retenir deux paramètres principaux permettant de relier la sévérité du feu avec les dégâts subis par la végétation : la structure végétale dominante présente avant feu et la densité de couvert végétal au sein de la surface analysée.
En fonction de ces critères, les dégâts sur la végétation peuvent être répartis selon le tableau ci-dessous.
Le calcul est donc à utiliser dans cette perspective.

	Densité / couvert de la végétation	Sévérité du feu sur la végétation (dNBR)		
		Faible	Moyen	Fort
Forêt		Houppier vert ou légèrement roussi sur la partie inférieure (Sous étage et litière brûlée)	Houppier totalement roussi (présence de quelques sujets encore verts possible)	Etage arborée totalement ou partiellement brûlé (feu de cime)
Arbustif	Faible	Végétation totalement brûlée	Sans objet	
	Moyenne	Strate arbustive roussie	Végétation totalement brûlée	Sans objet
	Dense	Strate arbustive verte et roussie (en mélange)	Strate arbustive brûlée et roussie (en mélange)	Végétation totalement brûlée
Herbacée		Végétation rase totalement brûlée	Végétation haute totalement brûlée	Sans objet

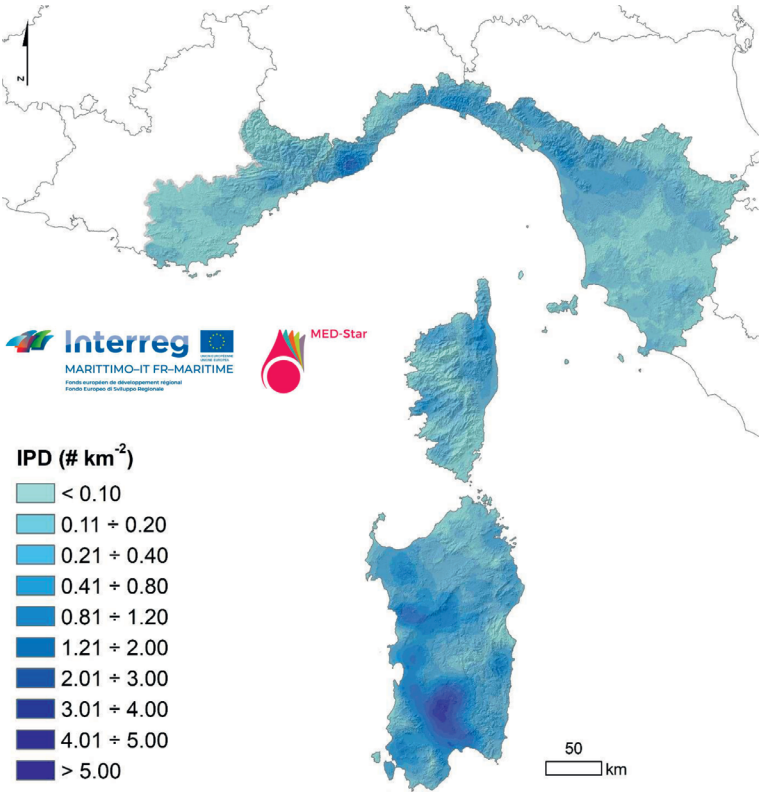
Département : CORSE-DU-SUD
Commune de QUENZA
Incendie du 04/02/20



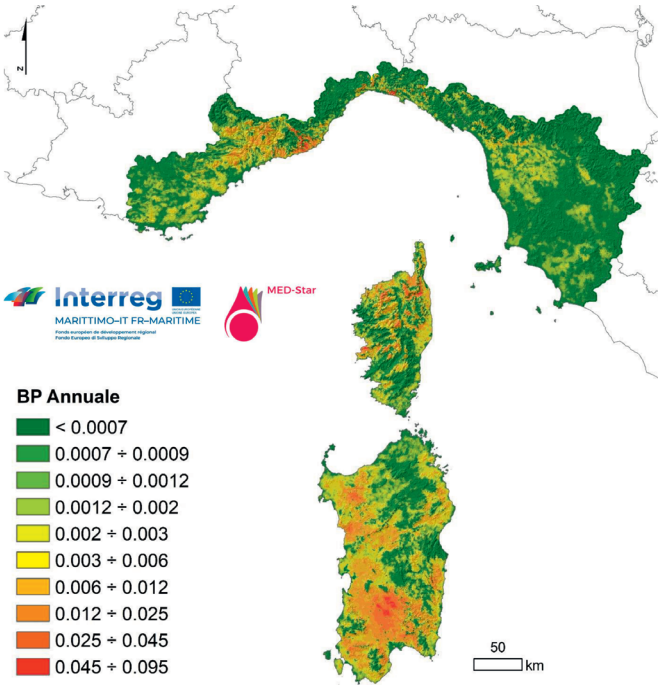
Annexe n° 12
Exemples d'applications des modèles sur la Corse

Ces applications des modèles sur la Corse sont extraites de l'*Atlas de danger des incendies* réalisés par le CNR-IBE de Sassari, dans le cadre du projet Med-Star (Del Giudice et al. 2022).

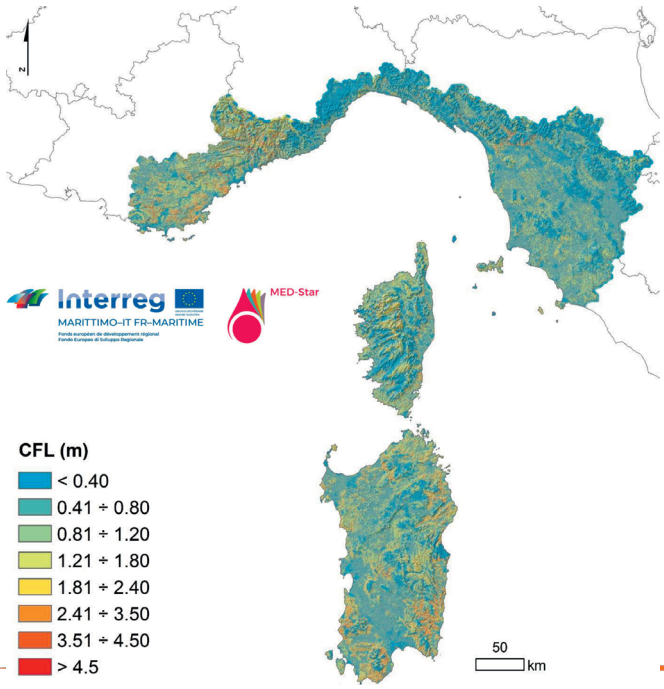
IPD : Carte de la densité des points d'occurrence des incendies avec une surface brulée > 1 ha pour la période 1998-2019. Source des données https://www.promethee.com



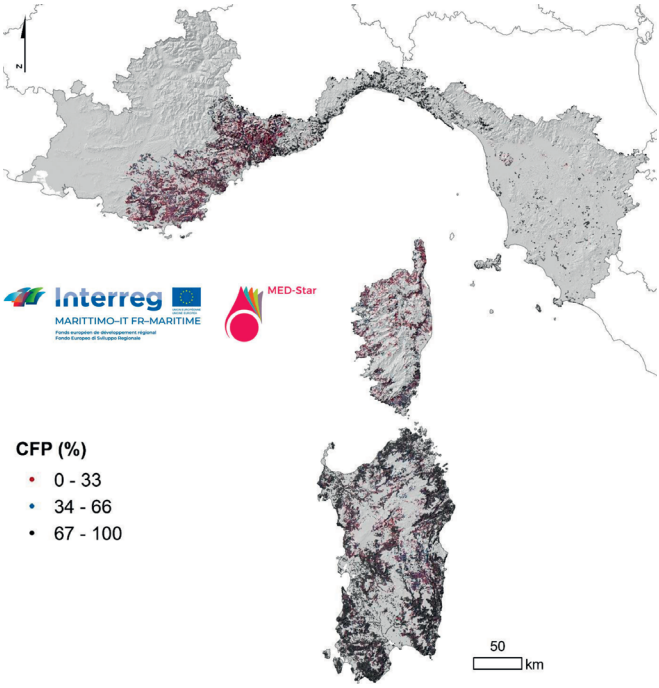
Carte de la Burn Probability annuelle. Elle représente la probabilité annuelle d'avoir un incendie en considérant les conditions des références. Varie entre 0 (le pixel ne brûle pas) et 1 (le pixel brûle tous les ans). Source des données : Salis et al. 2022



Carte de la longueur moyenne de flamme (CFL). Elle représente la longueur de flammes pondérée. Elle est issue de la distribution de fréquence des valeurs de longueur de flamme dans chaque pixel. Source des données : Salis et al. 2022



Crown Fire Probability (CFP): représente la probabilité d'avoir un feu de cime
Source des données: Salis et al. 2022





GUIDE DE SYLVICULTURE POUR LA PRÉVENTION DES INCENDIES DE FORÊT EN CORSE

Antonella MASSAIU & Muriel TIGER

FICHES TECHNIQUES







Office National des Forêts

Photos de couverture :
© Muriel Tiger/ONF, © Antonella Massaiu/ONF et © Orane Faletti/ONF

Ouvrage élaboré avec l'appui de la Délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne et publié grâce au soutien financier du programme Européen Interreg









DIFFUSION GRATUITE, CET OUVRAGE NE PEUT ÊTRE VENDU

https://cardere.fr

Le volume des fiches est imprimé par
Mon Édition! à Nîmes (Gard)

© ONF 2022 © Cardère éditeur 2022 isbn 978-2-37649-033-3
Aux termes du Code de la Propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) – 20 rue des Grands Augustins 75006 Paris – Tél. 01 44 07 47 70 / Fax 01 46 34 67 19.

MENU DES FICHES

Fiche n° 1 Utilisation d'une ZAL

Fiche n° 2 Âge d'exploitabilité des arbres sur ZAL

Fiche n° 3 Quel type de traitement sylvicole choisir sur ZAL ?

Fiche n° 4 Itinéraire sylvicole de référence du traitement régulier par bouquets sur ZAL

Fiche n° 5 Itinéraire sylvicole de référence du traitement irrégulier pied à pied sur ZAL

- **Fiche n° 6** Mode opératoire du martelage sur ZAL en traitement irrégulier pied à pied (pin laricio, pin maritime)

Fiche n° 7 Itinéraires sylvicoles de rattrapage sur ZAL

Fiche n° 8 Clauses techniques générales pour la création d'une ZAL

Fiche n° 9 Clauses techniques générales pour la prise en compte des autres enjeux et risques sur ZAL

Fiche n° 10 Prise en compte du paysage sur les ouvrages DFCI

Fiche n° 11 Que faire en cas de ZAL incendiée ?

Fiche n° 12 Exemples de Zone de Gestion de Combustible

Fiche n° 13 Exemple de Bandes Vertes

Fiche n° 14 Mise en autorésistance

- **Fiche n° 15** Sylviculture proposée sur une zone mise en autorésistance dans un but de conservation paysagère

Fiche n° 16 Itinéraires techniques d'utilisation du brûlage dirigé dans la mise en autorésistance

Glossaire

Avertissement : Les sigles et abréviations utilisés tout au long de ces fiches sont explicités dans un glossaire situé page 111.

Fiche réalisée par Jean-Yves Duret, SIS 2A





Ci-dessus, zones d'appui à la lutte arborée (cl. Duret)

Ci-contre, zones d'appui à la lutte forestière (cl. Duret)

Utilisation de la bande de roulement

Elle doit rester ouverte à la circulation en toute situation.
Le stationnement des engins de lutte est défini par le COS. Il ne doit en aucun cas gêner la circulation.

Opération de lutte sur la ZAL

Dans la plupart des cas, le porte-lance interviendra sur la bande de roulement.
Les manœuvres des lances seront définies par le chef d'agrès sur ordre du COS.
Il est impératif d'attendre le feu sur la ZAL.
Les lances de 45 seront déployées pour l'intervention sur le feu courant.
Les lances de 22 seront réservées au traitement des éventuelles sautes sur la ZAL.

Utilisation des bandes décapées

Ces bandes qui, dans certains cas, limitent la ZAL, ne sont pas destinées à la lutte et, sauf ordre contraire, la circulation et le stationnement y sont interdits. Elles ont pour fonctions essentielles de faciliter les travaux d'entretien.

Importance du positionnement central

La ZAL est constituée d'une zone débroussaillée équipée de points d'eau et d'une bande de roulement. Elle est positionnée en fonction de plusieurs critères dont la topographie et des vents dominants. Bien que cet ouvrage ait été implanté pour un feu arrivant depuis un côté prépondérant, le débroussaillement de la totalité de la profondeur de la ZAL et le positionnement de la bande de roulement au milieu sont importants pour plusieurs raisons :

- un incendie peut venir des deux côtés et l'ouvrage doit pouvoir servir dans les conditions opposées, comme ce que la malheureuse expérience du Var a montré en 1990 ;
- si le feu franchit la bande de roulement, l'intensité qu'il reprendrait dans le milieu naturel non débroussaillé peut poser des difficultés aux moyens de lutte engagés ;
- cela laisse un temps d'action un peu plus long pour stopper le feu sur la ZAL et donc d'avoir possibilité de traiter des linéaires plus importants ;
- cela permet de traiter facilement d'éventuelles sautes courtes sur la ZAL.

ÂGE D'EXPLOITABILITÉ DES ARBRES SUR ZAL

Fiche n° 2

Fiche réalisée en concertation avec Sébastien Lebre, UT Niolu Aitone, ONF Corse

L'âge d'exploitabilité des arbres sur ZAL est à adapter aux stations forestières. Des chiffres sont proposés ici à dires d'expert, qu'il faudra impérativement ajuster par des études plus approfondies :

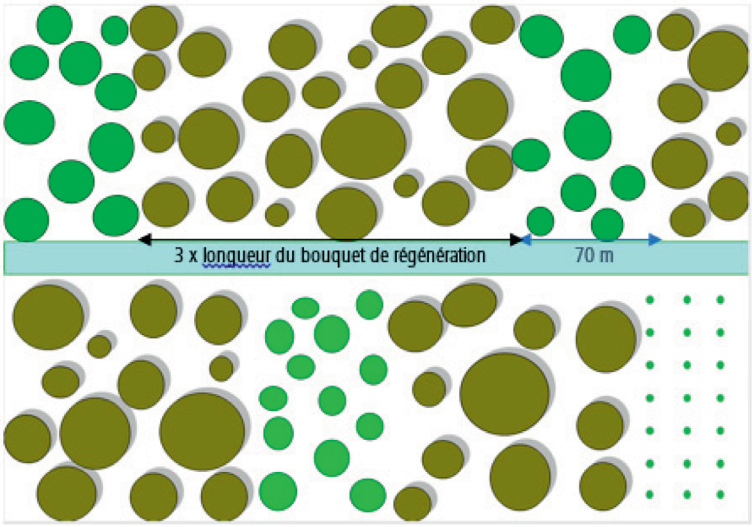
Essence	Durée avant dépérissement, à adapter aux stations à valider par des études plus approfondies	Age d'exploitabilité retenu sur ZAL à valider par des études plus approfondies
Pin laricio	150 ans à 350 ans en fonction de la fertilité des stations Quelques individus peuvent cependant dépasser largement ces durées	300 ans en station sèche (X) 280 ans en station semi-sèche (MX) 250 ans en station moyennement fraîche (M) 150 ans en station fraîche à humide (MH, H)
Pin maritime	80 à 120 ans en fonction des stations Quelques individus peuvent cependant dépasser ces durées	120 ans en station sèche (X) à semi-sèche (MX) 110 ans en station moyennement fraîche (M) 80-100 ans en station fraîche (MH, H)
Hêtre	150 à 250 ans	250 ans (si traité en futaie dès le jeune âge)
Chêne vert	> 200 ans	Données à trouver
Sapin	100 à 150 ans sur Aïtone. Dépérissement des arbres adultes de plus en plus observé > 230 ans sur Zonza (arbres encore sains) Quelques individus peuvent cependant dépasser largement ces durées	Entre 100 et 250 ans

X : espèces xérophiles – MX : espèces mésoxérophiles – M : espèces mésophiles – MH : espèces mésohygrophiles – H : espèces hygrophiles

Aspect de l'ouvrage résultant du type de traitement choisi

La différence essentielle entre les deux types de traitement (↪ voir livret p. 61 « Interventions ») est la répartition dans l'espace des tiges de régénération (semis/gaulis/perchis) qui sont critiques pour l'opérationnalité de l'ouvrage.

Traitement régulier par bouquet



Vue aérienne d'une ZAL arborée à l'équilibre, traitée en régulier par bouquets depuis plusieurs années
La bande de roulement est figurée en bleu. Les cercles représentent les arbres ; leur taille figure le diamètre qu'ils occupent ; leur âge est représenté par la tonalité de couleur des cercles :
- les semis et gaulis sont en vert clair ;
- les perchis et jeunes futaies sont en vert foncé ;
- les futaies adultes sont en marron.

Les différentes classes d'âges se répartissent de part et d'autre de la bande de roulement par bouquets d'arbres de même catégorie, sans juxtaposition de bouquets de jeunes tiges. Chaque bouquet fait au maximum 0,5 ha = 70 m le long de la bande de roulement X la profondeur d'un côté de la ZAL.

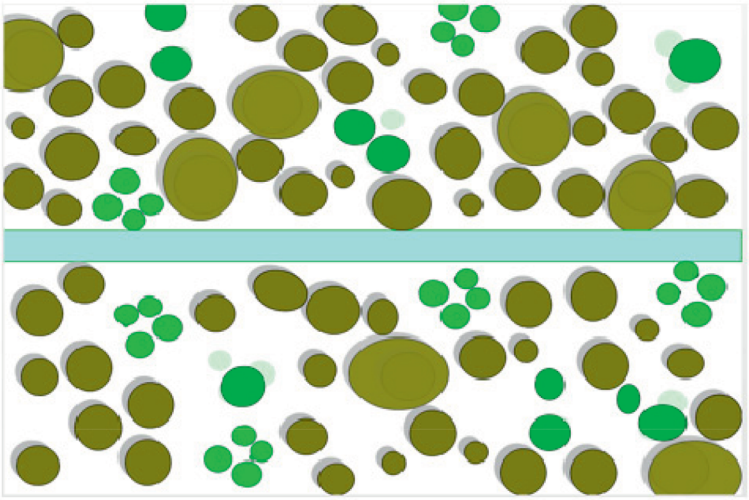
Les bouquets de régénération sont répartis le long de l'ouvrage de telle sorte qu'ils ne soient ni trop grands, ni juxtaposés, ni de part et d'autre de la bande de roulement. En effet, si le feu entrait dans ces bouquets de jeunes tiges, leur combustibilité serait telle que la sécurité du personnel de lutte ne serait plus assurée. C'est pourquoi la longueur de 70 m a été

fixée, car elle correspond au rayon d'action de deux camions de pompiers situés sur la bande de roulement, à l'abri des arbres adultes, à 5 m de part et d'autre du bouquet.

La surface constituée de jeunes peuplements sur la ZAL (et par conséquent la quantité de bouquets de jeunes tiges) dépend de la durée avant dépérissement de l'essence arborée. Ainsi la surface de jeunes peuplements sera relativement faible si la ZAL est composée d'essences à durée avant dépérissement élevé (ex. : pin laricio), conséquence du calcul de la surface en régénération.

Traitement irrégulier pied à pied

Vue aérienne d'une ZAL arborée à l'équilibre, traitée en irrégulier pied à pied depuis plusieurs années
La bande de roulement est figurée en bleu. Les cercles représentent les arbres ; leur taille figure le diamètre qu'ils occupent ; leur âge est représenté par la tonalité de couleur des cercles :



- les semis et gaules sont en vert clair ;
- les perches et jeunes adultes sont en vert foncé ;
- les adultes sont en marron.

Les différentes classes d'âges se répartissent sur toute la ZAL par pieds d'arbres. Les jeunes sont répartis par petits collectifs (pour garantir la survie d'un seul individu face aux aléas climatiques ou sanitaires), chaque collectif étant à distance respectable du suivant.

La régénération est répartie dans tout le peuplement, selon le principe suivant : des trouées d'arbres ayant atteint la limite de dépérissement sont créées et remplacées par des jeunes tiges (en plantation ou en régénération naturelle). Ces collectifs de jeunes tiges, d'une très faible

surface, sont nécessairement éloignés entre eux et sont en discontinuité horizontale (c'est-à-dire à distance respectable des arbres les plus proches) et verticale avec les autres arbres qui composent le peuplement. Ces collectifs ne garantissent pas la sécurité des personnels de lutte à proximité immédiate, mais leur faible surface limite l'intensité du feu qui les embraserait et la durée de combustion ; en outre leur discontinuité évite la propagation vers les arbres du reste de l'ouvrage.

Le nombre de collectifs est prédéfini. Il dépend de la durée avant dépérissement de l'essence arborée constituant la ZAL et de la répartition des tiges d'âges différents sur la ZAL. Ainsi le nombre de collectifs sera relativement faible dans les cas suivants :

- si la ZAL est composée d'essences à durée avant dépérissement élevée (ex. : pin laricio) ;
- si la ZAL est constituée de tiges d'âges différents répartis sur tout le peuplement ;
- si la ZAL est composée d'une faible quantité d'arbres ayant atteint leur âge d'exploitabilité ou l'atteignant dans un délai court.

Choix du type de traitement

Si l'emprise de la ZAL est constituée de tiges d'âges divers mélangées en pied à pied ou en collectifs de très petites surfaces avec des perches en quantité suffisante pour assurer une régénération de faible densité, alors le traitement irrégulier est plus facile à appliquer.

Dans tous les autres cas, le peuplement existant avant la création de la ZAL n'entre pas en compte dans le choix du type de traitement. En effet, si la ZAL est composée d'une mosaïque de peuplements constitués d'arbres de même dimension et que la répartition entre les phases jeunes, adultes et âgées est homogène, alors pour que le traitement en régulier puisse être facilement réalisable, il faudrait que la répartition des différents peuplements colle exactement avec le canevas prédéfini.

Le contexte local sera donc prépondérant pour le choix du type de traitement : avis du GTP et autres enjeux de gestion.

N.B. Les contraintes de répartition des peuplements sont telles que le façonnage d'un ouvrage opérationnel imposera vraisemblablement des coupes de régénération dans des peuplements pas encore âgés. C'est pourquoi ce type de traitement sera réservé aux ouvrages qui s'y prêtent le mieux.

Principe

Rappel : l'équilibre des classes d'âge et leur répartition sur le linéaire de la ZAL sont les principes primordiaux.

L'itinéraire sylvicole retenu propose :

- de faibles surfaces de jeunes peuplements (les plus dangereux pour les personnels de lutte) ;
- la non-juxtaposition dans l'espace des jeunes peuplements ;
- des opérations sylvicoles sur jeunes peuplements précoces pour rendre l'ouvrage le plus rapidement opérationnel ;
- peu d'interventions et en particulier peu de coupes, ce qui limite la quantité de rémanents à faire disparaître.

Dès que possible, les autres enjeux et risques seront pris en compte (⇢ voir la fiche 9). Ils ne sont pas repris ici.

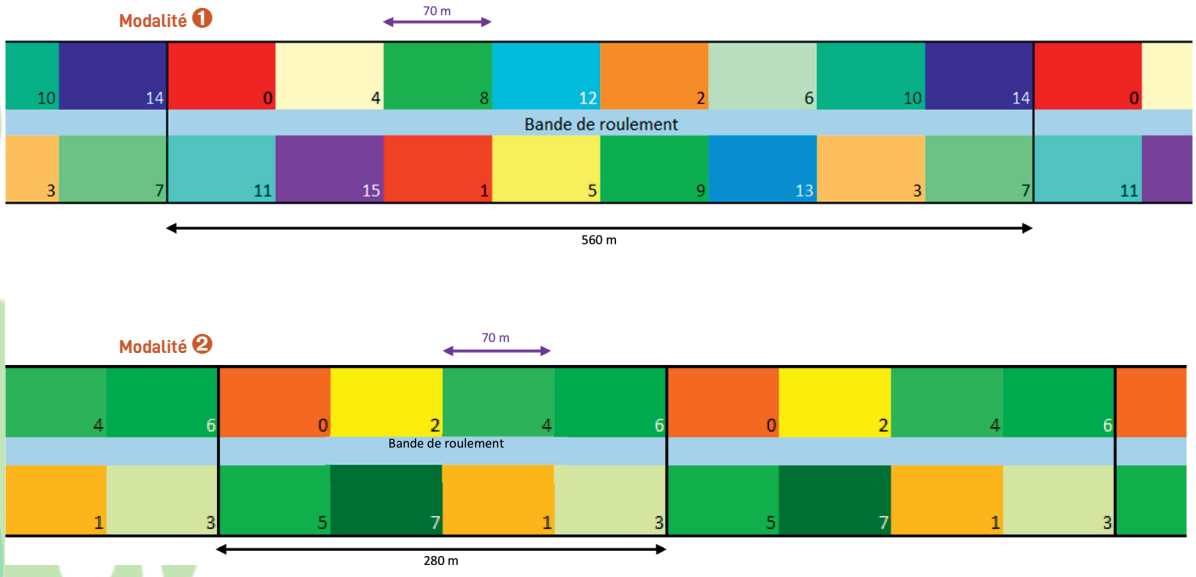
Canevas idéal

La répartition des classes d'âge à atteindre est représentée par les schémas ci-dessous (page suivante). Le choix de l'une des deux modalités est dicté par l'âge d'exploitabilité.

La ZAL est scindée en tronçons de 560 m (modalité ❶) ou en tronçons de 280 m (modalité ❷), figurés sur le schéma par les rectangles noirs. Chaque tronçon est découpé en coupons de 70 m de chaque côté (figurés sur le schéma par les rectangles de couleur) répartis de part et d'autre de la bande de roulement. **Il y a donc 16 coupons dans la modalité ❶ et 8 dans la modalité ❷.**

Cette longueur de 70 m est impérative. En effet, en cas d'incendie, la longueur de 70 m permet à deux camions pompiers, positionnés de part et d'autre du bouquet de jeune peuplement, de l'éteindre en sécurité s'il venait à s'embraser.

Canevas de répartition des bouquets (coupons) de régénération



L'équilibre des classes d'âge sera recherché sur chaque tronçon.
La coupe de régénération est impérativement une coupe à blanc du coupon : tous les arbres seront exploités.

Surface à régénérer

Il ne s'agit pas ici de calculer des surfaces à régénérer comme en sylviculture de production de bois. En effet, les coupons sont fixés par avance et seuls varient :

- leur nombre, qui dépend uniquement de la longueur de la ZAL ;
- leur surface, qui dépend uniquement de la profondeur de la ZAL.

La fréquence est fixe, car imposée par l'âge d'exploitabilité, et non annuelle.

Localisation des bouquets de régénération (les coupons)

Dans la pratique, chaque coupon reçoit un numéro, conformément au schéma. L'ordre des numéros doit toujours être identique au schéma ci-dessus (modalité ❶ : 0-4-8-12-2-6-10-14 d'un côté de la bande de roule-

ment et 11-15-1-5-9-13-3-7 en face ; modalité ❷ 0-2-4-6 d'un côté et 5-7-1-3 en face), quels que soient les peuplements qui composent la ZAL.
Ces numéros représentent l'ordre de passage en coupe de régénération. Ainsi tous les coupons portant le même numéro passeront en coupe la même année, même si les arbres n'ont pas atteint l'âge d'exploitabilité.
Il est bien important de comprendre qu'on cherche à ce que les coupons qui passent en coupe soient distants les uns des autres, pour que la régénération qui s'ensuit ne soit pas continue et ainsi ne représente pas de danger pour les services de lutte qui vont utiliser l'ouvrage. Le but de ces coupes est bien ici de régénérer le peuplement et non d'exploiter des bois de grosses dimensions.

Fréquence des coupes de régénération

La fréquence des coupes de régénération dépend de l'âge d'exploitabilité des arbres qui composent la ZAL (⇢ voir fiche 2). Éviter la modalité ❷ pour les essences à âge d'exploitabilité élevé.

Période entre les coupes de régénération en fonction de l'âge d'exploitabilité

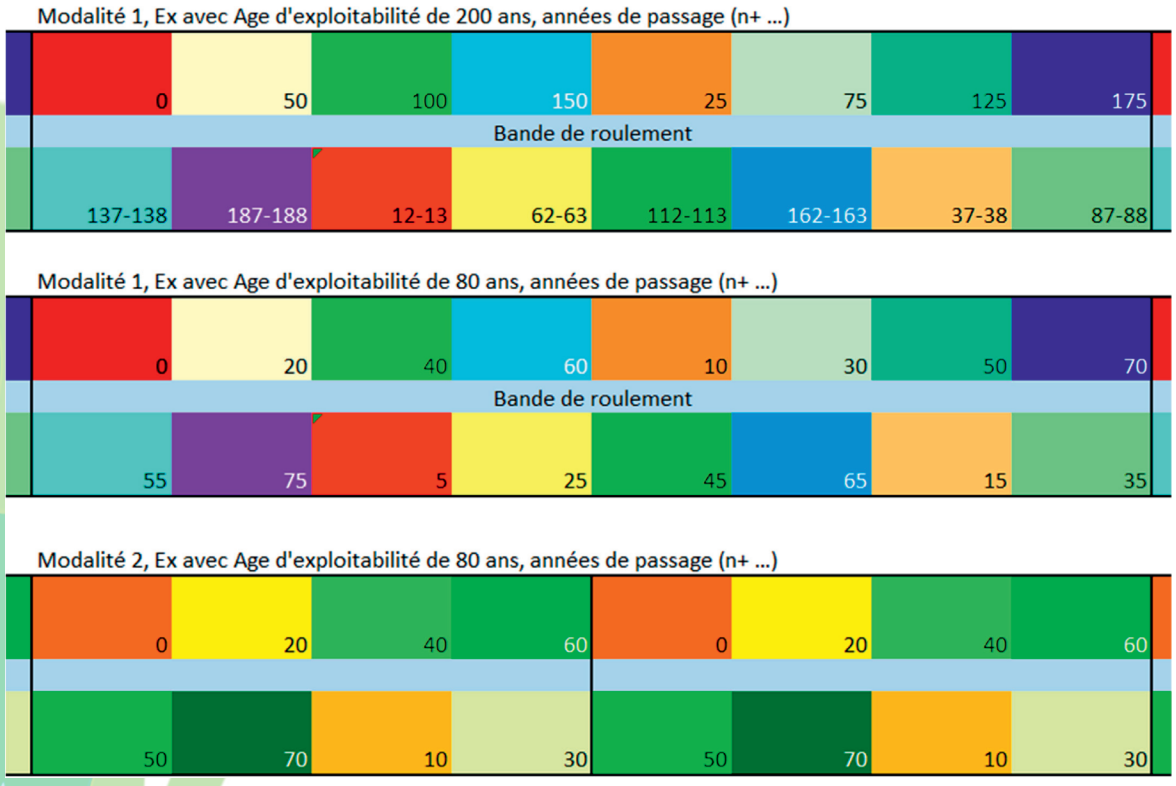
Âge d'exploitabilité retenu	Période entre les coupes (années)	
	Modalité ❶	Modalité ❷
80	5	10
100	6	12-13
110	7	14
120	7-8	15
150	9	18-19
200	12-13	25
250	15-16	31
280	17-18	35
300	19	37-38

Pendant une durée et sur une longueur définie, il y a le même nombre de coupes dans les deux modalités. La différence concerne la fréquence de passage. Par exemple, pour un âge d'exploitabilité de 80 ans, un coupon sera exploité tous les 5 ans dans la modalité ❶, alors que deux coupons seront exploités tous les 10 ans dans la modalité ❷, ce qui fait un total de 2 coupes sur une durée de 10 ans dans les deux cas. L'intérêt de la modalité ❶ est de passer régulièrement en coupe et de profiter pour intégrer dans le lot mis en vente ou fait par travaux, les arbres à prélever dans le cadre de l'amélioration. Cette modalité est

d'autant plus pertinente que l'âge d'exploitabilité est élevé. Par ailleurs, les zones en régénération contiguës sont plus espacées dans le temps.

L'intérêt de la modalité ❷ est de proposer un nombre de lots deux fois plus important en régénération.

Les exemples suivants illustrent les années de passage dans les différents coupons, sur 560 m de ZAL.



Exemple de schéma de régénération selon différentes modalités

Le choix de la modalité doit être décidé en fonction de chaque ZAL, idéalement lors de l'aménagement forestier. Elle est cependant définitive pour toute la durée du peuplement. Éviter de choisir la modalité ❷ pour les âges d'exploitabilité élevés, qui conduiraient à une fréquence de coupe supérieure à 15-20 ans.

Dans le cas où la ZAL est constituée d'essences différentes, chacune sur de larges plages (exemple : > 1 km de pin maritime puis du pin laricio), il est possible de considérer la ZAL comme deux entités distinctes mais contiguës. Veiller impérativement à ce que les parties jointives n'aient jamais de zones en régénération côte à côte (20 ans d'écart au minimum).

Création de la ZAL

Une fois le canevas théorique positionné et matérialisé sur le terrain, les coupes et travaux de création des ZAL devront permettre de passer rapidement à la configuration définitive de l'ouvrage tout en respectant les contraintes de stabilité des arbres. Il s'agira d'effectuer simultanément les opérations suivantes :

- coupe rase des coupons numérotés 0, suivis des travaux de régénération ;
- travaux et éclaircies dans les bouquets de jeunes peuplements s'ils existent ;
- travaux d'élagage et éclaircie pour réduire la densité des tiges sur les bouquets adultes.

Rappel : L'emplacement du canevas pourra difficilement être dicté par la localisation des peuplements ayant atteint l'âge d'exploitabilité (ou par un secteur déjà en régénération), puisque le canevas, dont les longueurs sont déjà fixées, doit reprendre impérativement les coupons dans l'ordre défini.
En cas de peuplement trop jeune ou trop vieux, ➔ se référer à la fiche 7 « Itinéraires sylvicoles de rattrapage sur ZAL ».

Itinéraire sylvicole

Dans tous les cas, les consignes suivantes seront respectées :

- les rémanents seront impérativement traités (évacuation, brûlage ou broyage) et ne seront pas déplacés au-delà de la ZAL (risque de création d'une zone de très fort combustible) ;
- aucune coupe ne sera réalisée pendant la saison DFCI (définie par arrêté préfectoral). Pendant cette saison, ne seront tolérés aucun rémanent ou billon sur le parterre des coupes, ni aucune grume sur les places de dépôt.

Coupes d'amélioration

En cas de trop forte densité, pratiquer des coupes d'amélioration fortes en faisant attention à la stabilité des arbres (rapport H/D) ; pratiquer plusieurs passages rapprochés si besoin.
Les arbres présentant des risques pour les personnels de lutte seront exploités (➔ voir livret p. 58 « Cohérence des plans »).

On conservera autant que possible une diversité des essences pour constituer les catégories d'âge souhaitées (qui correspondent au canevas), d'autant plus si ces essences sont longévives.

N.B. Parfois, lors de la création des ZAL, le débroussaillement a été réalisé sans pour autant travailler sur la densité des arbres. Des interventions complémentaires devront donc être effectuées dans l'ensemble de l'ouvrage pour obtenir la structure souhaitée.
Dans certains cas (en particulier vieux peuplements), il ne sera pas possible d'atteindre la densité finale théorique.

Coupes de régénération

Coupe rase du coupon. Toutefois, la régénération acquise sera conservée : stades perches et PB inclus, pour autant que les PB soient encore jeunes et non des « petits vieux » (arbres dominés).

N.B. Si la régénération d'un coupon contigu ou en face de la bande de roulement n'a pas atteint le stade ❹ de l'itinéraire de travaux, ajourner la coupe de régénération de quelques années.

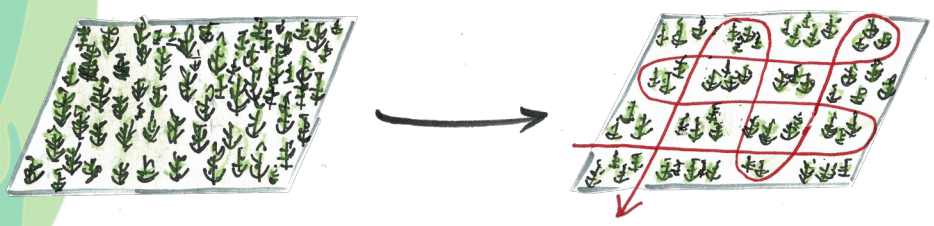
Travaux de régénération

Les travaux de régénération ne concerneront que les coupons passés en coupe, ou lors de la phase de création de la ZAL.

En régénération naturelle

❶ Quand le peuplement atteint H = 0,5 m

Dépressage par cloisonnement : les semis ne subsistent que sur les noyaux de 2,5 m de côté pour un cloisonnement de 2,5 m de large. Dans les secteurs mécanisables, la largeur d'espacement peut aller jusqu'à 3 m en fonction de l'engin ; dans ce cas, faire des noyaux de 1,5 m de côté, en roulant dans le peuplement.
Dans les 5 m limitrophes à la bande de roulement, il pourra être préféré de ne conserver que des tiges isolées. Les modalités seront décidées au cas par cas par le GTP.



Dépressage par cloisonnement. En rouge, le principe de passage de l'engin

❷ Quand le peuplement atteint H = 2 m

Dépressage dans les noyaux de régénération : Ne conserver que 3 à 4 tiges par noyau

Élagage sur 30 % de la hauteur

❸ Quand le peuplement atteint H = 6 à 8 m

Dépressage dans les noyaux de régénération : ne conserver qu'une seule tige par noyau, celle qui a le houppier le plus développé, idéalement au milieu du noyau.

Élagage à 2,5 m.

Avec une densité de 400 tiges /ha élaguées sur 2 m - 2,5 m, la ZAL est opérationnelle. Soigner l'élimination du combustible de surface pour

- éviter l'effet *torching*.

❹ Quand le peuplement atteint H = 10 m

À ce stade, le bouquet n'est plus considéré comme un bouquet de régénération.

Éclaircie à 50 % pour passer à un espacement moyen de 7 m (prélèvement d'une tige sur deux en quinconce).

Avec 200 tiges/ha élaguées sur 2,5 m, le peuplement est complètement opérationnel et à l'abri d'un feu de cime.

❺ Quand les houppiers se touchent

Pour assurer la stabilité du peuplement, un passage en coupe d'amélioration uniquement quand les houppiers se touchent : prélever les arbres dominés, dépérissant ou montrant des signes de faiblesse, et les moins stables.

Possibilité de faire un second passage si besoin (surtout pour des rotations longues et des arbres très gros).

- Densité finale comprise entre 100 et 150 tiges/ha (exceptionnellement en deçà pour les très longues rotations).

En régénération artificielle

Planter sur terrain débroussaillé à espacement de 5 m.

Débroussailler entre les plants, même si un gainage des tiges par la végétation naturelle peut être possible (il ne s'agit pas ici de bourrage, mais bien juste de gainage par quelques tiges).

Suivre l'itinéraire précédent pour l'élagage à partir du ❷ et éclaircie à partir du ❹.

Remarques complémentaires

Chaque plant ou bouquet / cône (cas de la régénération naturelle) sera

accompagné d'un jalon visible pour le matérialiser, pour éviter qu'il soit détruit lors des opérations de débroussaillement de la ZAL.
Les feuillus pourront être munis d'une protection individuelle dans les secteurs fréquentés par les animaux. En aucun cas la plantation ne sera clôturée.
En cas de régénération naturelle incomplète, des regarnis seront prévus à n+5 ou n+6.
À l'intérieur des peuplements adultes, en cas de création naturelle de trouée (tempête par exemple), quelques semis seront préservés pour remplacer, à terme, l'arbre tombé. Il peut aussi s'agir de regarnis.
Enfin, l'élagage devra être réalisé sans coulées de résine sur les troncs, idéalement en intervenant hors saison de végétation, à défaut, en laissant un chicot.

Traitement du combustible de surface et d'échelle (débroussaillement)

Les travaux de débroussaillement de la ZAL seront différenciés ainsi :

- dans les bouquets de régénération (jusqu'à H = 10 m), suivre l'itinéraire sylvicole : débroussailler autour des noyaux/tiges de régénération. Attention : les jeunes tiges doivent être préservées ;
- hors des bouquets de régénération : en cas de trouée, conserver au milieu 4 tiges de régénération.

Suivi

Une cartographie précise des tronçons et des bouquets sera impérativement réalisée avant la première coupe puis régulièrement mise à jour en mentionnant l'année de réalisation de la coupe.
Tous les ans, une visite sylvicole de la ZAL sera faite par le gestionnaire, afin de vérifier l'état de la régénération et l'état sanitaire des arbres.
En cas de dépérissement des arbres, une intervention sera immédiatement pratiquée en dehors de l'itinéraire sylvicole décrit ci-dessus, puisqu'il est impératif que les services de lutte soient en sécurité sur la ZAL.
En cas de régénération insuffisante, prévoir des regarnis.
Avant chaque coupe de régénération, une visite sera impérativement réalisée afin de vérifier si les coupons limitrophes ont atteint le stade ❹.
Enfin, un suivi cartographique annuel des secteurs débroussaillés et de la repousse du sous-bois sur la ZAL permettrait d'ajuster les interventions aux besoins.

Fiche réalisée en concertation avec Sébastien Lebre, UT Niolu Aitone, ONF Corse

Principe

Dans ce type de traitement, on vise à obtenir, le plus rapidement possible, des arbres les plus stables possibles, un couvert fermé afin de limiter la trop forte repousse du maquis, une discontinuité entre les strates et une strate basse réduite à son minimum, c'est-à-dire à la stricte nécessité de la régénération, gérée de telle sorte qu'elle ne permette pas la propagation du feu dans la canopée. De fait, la localisation de cette régénération n'est pas aléatoire et sa durée de passage dans la strate basse et d'échelle doit être rapide. Ainsi, la

- répartition spatiale des tiges et la croissance libre des tiges sont les éléments primordiaux de ce traitement.

Dès que possible, les autres enjeux et risques seront pris en compte (➙ voir la fiche 9). Ils ne sont pas repris ici.

Peuplement idéal des ZAL à dominante de pin laricio ou pin maritime (ou mélange des deux)

L'objectif cible est l'obtention d'un peuplement constitué de très gros bois distants entre eux, autour desquels se répartissent toutes les autres catégories de diamètre. La continuité de la canopée (de PB à TGB) est recherchée pour limiter la croissance du sous-étage et l'élagage naturel.

-

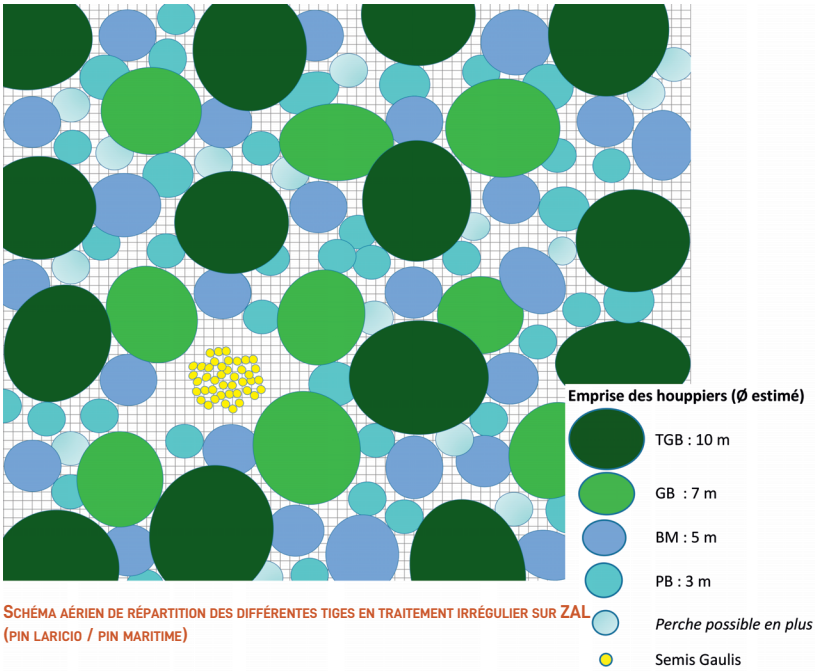


Schéma aérien de répartition des différentes tiges en traitement irrégulier sur ZAL (pin laricio / pin maritime)

Sur ce schéma idéal, les tiges structurantes sont figurées en vert. Il s'agit des GB et TGB idéalement répartis dans le peuplement qui seront conservés le plus longtemps possible. C'est l'exploitation de ces tiges structurantes, lorsqu'elles auront atteint leurs critères d'exploitabilité, qui créeront la future trouée de régénération.
N.B. Ne sont pas comptées comme tiges structurantes les TGB et GB en surnombre dans un bouquet régularisé GB-TGB.

La répartition en surface terrière entre les catégories de diamètre du peuplement idéal se situe autour de 55 % de GB-TGB, 30-35 % BM, 10-15 % PB.
Pour indication, les surfaces terrières devraient tourner autour des valeurs ci-contre après coupe, en fonction des stations, afin de permettre le bon développement des perches dans un couvert continu.
À chaque fois que ce sera possible, le pin laricio sera privilégié par rapport au pin maritime, en raison de la longévité du pin laricio et du risque de destruction de la ZAL causé par *Matsucoccus feytaudi* sur le pin maritime.
De façon très théorique, on aurait à terme après coupe, hors trouée de régénération, les caractéristiques suivantes, avec des valeurs hautes probables de diamètre des TGB (selon l'essence, la station et les critères très élevés d'exploitabilité des arbres).

Surfaces terrière G (m^2/ha) probable en station moyennement sèche à humide (MX à MH)

Essence	G		
Pin laricio	25	28	30
Pin maritime	23	25	28

Répartition par catégories de diamètre pour 23, 25, 28 et 30 m^2/ha de surface terrière

Catégorie de Ø	% G	Ø TGB utilisé ici	Densité /ha	G (m^2/ha)	Ø TGB utilisé ici	Densité /ha	G (m^2/ha)	Ø TGB utilisé ici	Densité /ha	G (m^2/ha)	Ø TGB utilisé ici	Densité /ha	G (m^2/ha)
Per-PB	15%		143	3,5		156	3,8		175	4,2		187	4,5
BM	30%		62	6,9		68	7,5		76	8,4		81	9,0
GB-TGB	55%	65	49	12,7	75	45	13,8	80	46	15,4	90	43	16,5
Total	100%		255	23		269	25		297	28		311	30

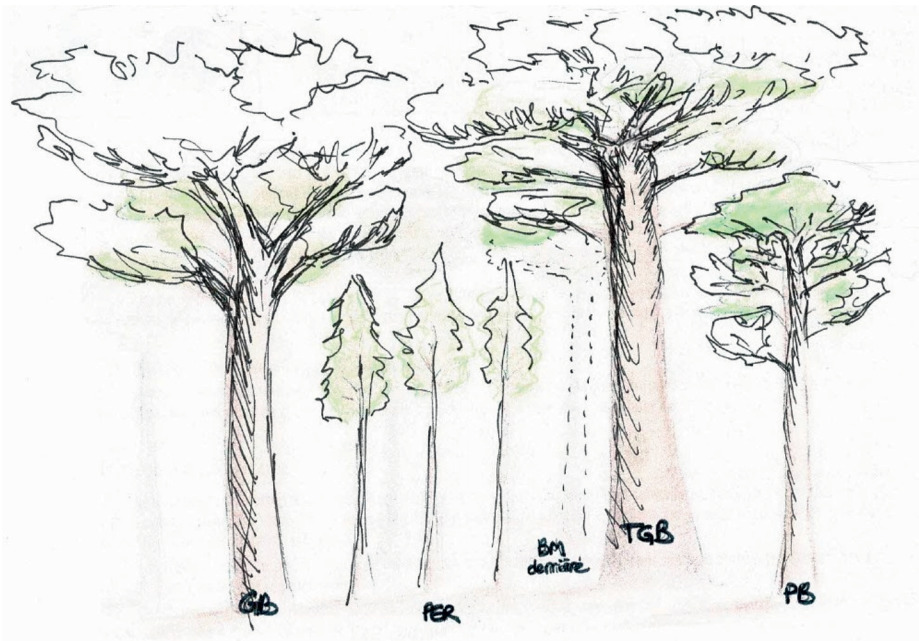
En station sèche à très sèche, il est probable que le couvert n'arrive pas à se fermer. La surface terrière sera donc probablement limitée voire inférieure aux valeurs suivantes.

La continuité du couvert est certes recherchée, mais à l'intérieur du peuplement, il y a bien une discontinuité verticale, créée par l'élimination des tiges dominées, l'élimination du sous-étage (maquis et semis/gaulis/perchis non souhaités) et l'élagage des tiges restantes (naturellement ou en travaux). C'est pourquoi il est primordial de localiser les trouées de régénération, sous peine de ne jamais en obtenir de régénération à terme.

Répartition par catégories de diamètre pour 16 et 18 m²/ha de surface terrière

		Pin maritime			Pin laricio		
Catégorie de Ø	% G	Ø TGB utilisé ici	Densité /ha	G (m²/ha)	Ø TGB utilisé ici	Densité /ha	G (m²/ha)
Per-PB	15%		100	2,4		112	2,7
BM	30%		48	5,3		54	5,9
GB-TGB	55%	50	42	8,3	60	39	9,4
Total	100%		190	16		205	18

Ces valeurs de surface terrière et de densité ne sont pas des cibles, mais des indications, la cible restant la croissance libre des tiges, la continuité du couvert et la croissance des perches.



Vue interne d'une ZAL traitée en irrégulier à l'équilibre (cl. Tiger)
Dans cet exemple, seule la perche la plus vigoureuse atteindra l'âge adulte. Notez l'absence de sous-étage et de branches basses

La régénération est localisée dans des trouées de façon spécifique (➙ voir ci-dessous « Régénération de la ZAL »). Elle pourra néanmoins être également répartie dans le peuplement, mais de façon sporadique et en fonction des éléments qui l'entourent.
Les peuplements actuels ne présentent pas une répartition idéale des tiges. Cependant, au fur et à mesure des rotations de coupes, le peuplement va tendre vers ce schéma, qu'il devrait atteindre à terme.

Ce qu'il faut bien retenir, dans ce type de traitement, c'est que la discontinuité verticale est un élément primordial, pour éviter la propagation du feu vers la canopée. En cela, la répartition spatiale des différentes catégories de diamètre, en pied à pied ou petits collectifs, permet de ne pas regrouper au même endroit toute la végétation comportant des branches basses (les semis, gaulis et perchis), mais surtout, si le feu arrivait à monter dans un houppier, il ne pourrait pas progresser dans la canopée, faute de strate basse continue pour alimenter sa combustion. Le respect du nombre de trouées et de leur dispersion dans tout le peuplement est donc un gage de renouvellement de la ZAL, sans pour autant affaiblir son efficacité.

Pour les ZAL à dominantes d'autres essences

Le principe édicté pour les ZAL en pin laricio ou pin maritime reste valable. Toutefois, aucune prescription ne peut être donnée actuellement en termes de répartition de densité finale et de répartition dans les différentes catégories de diamètre. Une étude particulière est à faire pour compléter cette partie.

Itinéraire sylvicole pour le pin laricio et le pin maritime

Les coupes contribueront à la fois à régénérer le peuplement, à améliorer l'état sanitaire, à assurer la stabilité et la croissance libre des tiges, et à limiter la biomasse combustible.
Les travaux consisteront à réduire la combustibilité du peuplement (en limitant le combustible des strates basses et d'échelle) et à garantir la régénération.
Cet itinéraire n'est pas présenté en séparant les coupes des travaux, mais par but recherché, puisque les ZAL n'ont pas vocation à produire du bois. À ce titre, les coupes pourront être réalisées indépendamment de la commercialisation des bois.

Dans tous les cas, les consignes suivantes seront respectées :

- les rémanents seront impérativement traités (évacuation, brûlage ou broyage) et ne seront pas déplacés au-delà de la ZAL (risque de création d'une zone de très fort combustible) ;
- aucune coupe ne sera réalisée pendant la saison DFCI (définie par arrêté préfectoral). Pendant cette saison, ne seront tolérés aucun rémanent ou billon sur le parterre des coupes, ni grumes sur les places de dépôt.

Régénération de la ZAL

Nombre de trouées à créer

La régénération du peuplement se fera uniquement dans une des trois situations suivantes, que l'on nommera ici « trouées de régénération » :

- dans les cônes de semis/gaulis bien venant et préexistants ;
- dans les clairières à reboiser (naturellement ou artificiellement) ;
- dans les trouées créées par l'abattage d'un TGB ou GB ayant atteint l'âge d'exploitabilité.

Si aucun de ces trois cas de figure n'est présent par hectare, on pourra créer une trouée à partir de l'abattage de BM ou GB n'ayant pas encore atteint l'âge d'exploitabilité ; ➜ se reporter à la fiche 7 pour plus de précisions.

Le nombre de trouées de régénération est calculé selon la formule suivante :

$$Nb\ de\ trouées = \frac{\text{Nb tiges structurantes /ha}}{\text{âge d'exploitabilité}} \text{ x rotation}$$

N.B.

- tiges structurantes : leur nombre est défini en se référant au peuplement idéal (voir les tableaux ci-dessus) et non au regard de l'état actuel du peuplement ;
- âge d'exploitabilité : ➜ se reporter à la fiche 2 ;
- rotation : elle s'entend comme le délai entre deux passages successifs pour installer les trouées de régénération. Il s'agira donc de coupes dans les peuplements fermés, ou de matérialisation de la trouée dans les jeunes peuplements ou dans les milieux ouverts ;
- en cas de mélange d'essences, faire le calcul en fonction de l'essence que l'on veut privilégier.

La rotation des coupes pour créer les trouées de régénération sera fixée en fonction de l'état du peuplement (plus rapproché dans les peuplements les moins stables) et des capacités d'évacuation des bois (marché du bois ou possibilité de travaux).

N.B. Bien souvent, ces coupes seront réalisées en même temps que les coupes assurant la stabilité des peuplements de la ZAL.

Pour le pin maritime, compte tenu de la menace que fait peser la cochenille, il vaut mieux choisir des rotations de coupes courtes, de l'ordre de 10 ans.

Le tableau suivant permet de fixer le nombre de trouées à créer. Il doit être ajusté en fonction des capacités de la station et du recouvrement. En particulier, le nombre de tiges structurantes, fixé sur la base de la répartition idéale des catégories de diamètre, pourra légèrement varier.

Nombre de trouées à créer/ha sur ZAL en fonction de l'âge d'exploitabilité, de la rotation des passages et du nombre de tiges structurantes probables

Essence objectif	Station	Âge d'exploitabilité	Nombre de GB/TGB probable	Nombre de trouées nécessaires / ha					
				Rotation : 10 ans		Rotation : 15 ans		Rotation : 20 ans	
				Calculé	Arrondi	Calculé	Arrondi	Calculé	Arrondi
Pin laricio	X	300	35	1,2	1	1,8	2	2,3	2
			45	1,5	2	2,3	2	3,0	3
	MX	280	40	1,4	1	2,1	2	2,9	3
			50	1,8	2	2,7	3	3,6	4
	M	250	40	1,6	2	2,4	2	3,2	3
			50	2,0	2	3,0	3	4,0	4
	MH, H	150	40	2,7	3	4,0	4	5,3	5
			50	3,3	3	5,0	5	6,7	7
Pin maritime	X	120	35	2,9	3	4,4	4	5,8	6
			45	3,8	4	5,6	6	7,5	8
	MX	120	40	3,3	3	5,0	5	6,7	7
			50	4,2	4	6,3	6	8,3	8
	M	110	40	3,6	4	5,5	5	7,3	7
			50	4,5	5	6,8	7	9,1	9
	MH, H	90	40	4,4	4	6,7	7	8,9	9
			50	5,6	6	8,3	8	11,1	11

Les cellules de couleur bordeaux sont à proscrire : baisser la rotation de coupe.

Les cellules en rouge clair et *a fortiori* en rouge sont à éviter : baisser la rotation de coupe. Pour le pin maritime en station M et MH, essayer de transformer le peuplement en régénérant avec des essences plus longévives (par exemple : pin laricio) ou plus couvrantes (par exemple : châtaignier, chêne vert, pour limiter le nombre de tiges structurantes nécessaires tout en restreignant la croissance du maquis).

En cas de mévente des coupes, on pourra allonger les durées de rotation afin de trouver un acquéreur, dans la limite de compatibilité avec le nombre de trouées.

Localisation et taille des trouées

Les préconisations suivantes concernent l'ensemble de la ZAL, à l'exception des 5 m de part et d'autre de la bande de roulement. Sur cette zone, il pourra être préféré une régénération diffuse. Les modalités seront décidées au cas par cas par le GTP. Dans tous les cas, ne pas installer de trouée de régénération dans cette zone de 5 m.

Dans le reste de la ZAL, chaque trouée fera entre 10 et 14 m de diamètre.

N.B. Il s'agit de distance entre la projection des houppiers des arbres diamétralement opposés (et non de distance entre leur tronc). La taille de la trouée, nécessaire à la croissance de la régénération, dépend de la lumière latérale, et donc de l'exposition, du confinement, de la pente et de la hauteur du peuplement.
Les trouées seront réparties de façon homogène dans tout le peuplement, afin de ne pas les juxtaposer au fil des rotations.

- **Coupes de régénération**

Le nombre de trouées doit être impérativement fixé avant le martelage et celles-ci doivent être éloignées les unes des autres.
L'exploitation d'un TGB dominant devrait être suffisante pour créer la trouée. Éventuellement, d'autres tiges pourraient être nécessaires, néanmoins, on ne dépassera pas les 15 m de diamètre pour ne pas fragiliser la ZAL.
La connaissance fine de la parcelle à passer en coupe est indispensable. Ainsi, le choix de la localisation des trouées pourra être guidé par la connaissance des types de bouquets :

- dans un bouquet régularisé BM, PB_BM ou GB_BM, de profiter des cônes de régénération bien venant déjà existants pour le choix des trouées (en respectant leur éloignement des autres trouées) ;
- dans un bouquet régularisé TGB ou GB_TGB, en l'absence de cônes de régénération : de créer la trouée à l'endroit des GB ou TGB dépérissants (en respectant leur éloignement des autres trouées) ;
- dans un bouquet irrégularisé pied à pied : d'utiliser les deux principes précédents.

Idéalement, les trouées seront positionnées lors d'un martelage particulier, qui aura lieu impérativement avant le martelage d'amélioration (stabilité de la ZAL).

Travaux de la régénération

Il est important que la régénération s'installe vite, afin que les jeunes tiges soient déjà assez grandes pour permettre les interventions nécessaires à leur discontinuité verticale et horizontale. Des techniques peuvent être conseillées pour accélérer l'acquisition de la régénération, tels que le traînage des houppiers lors de l'exploitation, le griffage du sol, le brûlage dirigé ou la plantation.

Fiche n° 5

Cas de la régénération naturelle

Avant coupe



Phase d'acquisition de la régénération après exploitation du TGB

La régénération est conservée uniquement sur la surface de la trouée (10-14 m de diamètre) (phase d'acquisition).
Dès que possible, on favorisera les essences les plus longévives.
Pour les autres enjeux, on pourra choisir de conserver d'autres essences (arbousier possible, mais absolument pas de bruyère).



Phase de qualification de la régénération

Dès que la régénération atteint 50 cm de hauteur (phase de qualification) : 5 cercles de régénération de 3 m de diamètre, séparés entre eux par 2 m minimum sans végétation, sont créés (voir schéma ci-dessous).
Au sein de ces cercles, des tiges plus vigoureuses (sprinters) vont s'individualiser naturellement en dépassant leurs voisins. Cependant, conserver toutes les tiges dans le cercle permet de les gainer et d'assurer leur stabilité (vent, neige).

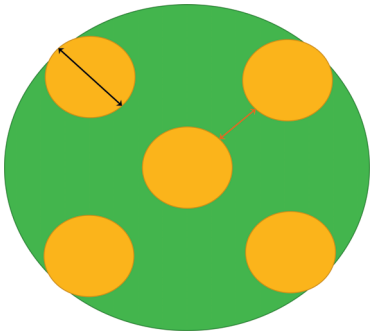


Phase d'individualisation de la tige d'avenir

Dès que les sprinters atteignent 2 m de haut (phase d'individualisation) : éliminer le maquis.
Dès qu'ils atteignent 6 m, ne conserver que 5 tiges dans la trouée (une tige par cercle, le reste étant dépressé) et élaguer à 2,5 m.
Quand les tiges atteignent 10 m : Élagage à 5 m.



Schéma d'évolution de la régénération dans le temps en traitement irrégulier sur ZAL : cas général



Vue aérienne de la répartition des cercles de régénération (en jaune) dans la trouée (en vert)
Diamètre des cercles 3 m. Espacement entre cercles : 2 m minimum, 2,5 m à 3 m si mécanisable.
La tige issue du cercle central est pressentie pour devenir la future tige structurante. En garder cinq permet de garantir une régénération viable.

- **Il est indispensable de matérialiser les cercles préalablement à toute intervention et jusqu'à ce que les tiges atteignent 5-6 m**, pour éviter que la régénération soit détruite lors des opérations de débroussaillement de la ZAL.
  En cas de forte repousse du maquis : les cercles pourront être installés avant l'acquisition de la régénération. Le démaquisage entre les cercles à l'intérieur de la trouée évitera de créer un effet de masse de combustible.
  En cas de risque avéré de bris de neige, on pourra procéder en plusieurs passages pour individualiser les tiges du cercle, lorsque celles-ci atteignent 6 m.
  L'élagage doit être réalisé sans coulées de résine sur les troncs, idéalement en intervenant hors saison de végétation, à défaut, en laissant un chicot.
  Les feuillus pourront être munis d'une protection individuelle ou d'un enclos autour du cercle, dans les secteurs fréquentés par les animaux.

- Cas de la régénération artificielle
  Cinq plants seront installés dans la trouée selon le même schéma de répartition que les cercles, la tige centrale étant en théorie l'arbre d'avenir. Ces plants seront matérialisés pour éviter qu'il soit détruit lors des opérations de débroussaillement de la ZAL.
  Les feuillus pourront être munis d'une protection individuelle dans les secteurs fréquentés par les animaux.

Stabilité de la ZAL

Coupes

Ces coupes vont permettre d'améliorer l'état sanitaire et la stabilité du peuplement, tout en réduisant le combustible et en irrégularisant, à terme, le peuplement.

Attention : ce n'est pas l'irrégularité des catégories de diamètre qui est recherchée, mais celle des âges pour assurer dans le temps la présence d'arbres adultes. Dans un peuplement de même âge mais de catégories de diamètre différentes, on favorisera les arbres les plus vaillants, donc les dominants.

Les tiges seront exploitées en priorité :

- si elles présentent des risques de chute sur la bande de roulement ;
- si elles sont dépérissantes ou dominées ;
- si elles gênent un PB ou une perche bien venante, dans la limite des 15 % recherchés ;
- si elles gênent un TGB, GB ou BM bien venant, en favorisant l'âge le moins représenté (croissance libre du houppier recherchée).

Ne pas trop ouvrir le couvert afin de limiter la repousse du maquis et de favoriser l'élagage naturel. En effet, il n'est pas sûr que des travaux d'élagage auront lieu ; il faut donc éviter la présence de branches basses vivantes. À part si elles sont chargées en aiguilles, les branches basses mortes ne sont pas gênantes, car en l'absence de strate basse, elles ne propageront pas le feu.

Dans les cas où les peuplements seraient denses, il est impératif de réduire le nombre de tiges, *a minima* pour assurer la visibilité dans la ZAL et augmenter le sentiment de sécurité des personnels de lutte contre l'incendie. L'état des arbres vis-à-vis de leur stabilité (en particulier rapport H/D [1]) peut contraindre de procéder en plusieurs passages successifs pour éviter les risques de chablis.

Si ces critères sont respectés, les autres critères pourront intervenir dans le choix des arbres à exploiter en fonction du contexte de la ZAL : vente possible des grumes (essence, qualité des fûts…), environnement (essence, conformation, microhabitats…), paysage (esthétique du port et des houppiers, essence…), etc.

[1] Rappel :
Pour un arbre : f = H/D ; H et D étant la hauteur totale (en m) et le diamètre à 1,3 m (en cm) de l'arbre en cause.
Pour un peuplement : F = H/D ou H_0/D_0 ; H et D étant la hauteur totale et le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne du peuplement ; H_0 et D_0 étant respectivement la hauteur dominante et le diamètre moyen des arbres dominants, toujours exprimés respectivement en m et cm.
Pour les peuplements résineux, il est communément admis qu'un facteur inférieur à 70-80 caractérise des peuplements résistants à d'éventuels risques de chablis importants ; un facteur égal ou supérieur à 100 désigne des peuplements très fragiles de ce point de vue ; toute éclaircie devient pratiquement impossible et il faudra alors songer à la coupe rase. Pour un coefficient compris entre 80 et 100, on ne peut que faire des éclaircies faibles (20 % des tiges au maximum).

Travaux

En dehors des rotations de coupe prévues, des travaux d'élimination des arbres dépérissants ou dangereux peuvent être proposés dans une bande située de part et d'autre de la bande de roulement, dont la largeur est égale à la hauteur du peuplement.
En cas de mévente des coupes, l'exploitation des arbres et le traitement des rémanents seront réalisés sous forme de travaux, dans les délais permettant de conserver l'opérationnalité de la ZAL.

Traitement du combustible de surface et d'échelle (débroussaillement)

- Les strates basses et d'échelle seront éliminées. C'est-à-dire que tout le sous-bois (maquis et régénération), à l'exception des semis, gaulis et perchis matérialisés et des trouées de régénération, sera éliminé. Dans certaines situations, on éliminera la litière combustible.
La rotation de l'intervention sera adaptée à la repousse du maquis.

Méthode de martelage pour le pin laricio et le pin maritime

➥ Voir fiche 6 « Mode opératoire du martelage sur ZAL en traitement Irrégulier pied à pied ».

Suivi

- Une cartographie précise des trouées de régénération sera impérativement réalisée et régulièrement mise à jour en mentionnant l'année de réalisation de la coupe, afin d'intervenir si la régénération ne vient pas.
Tous les ans, une visite sylvicole de la ZAL sera faite par le gestionnaire, afin de vérifier l'état de la régénération et l'état sanitaire des arbres.
En cas de dépérissement des arbres, une intervention sera immédiatement pratiquée en dehors de l'itinéraire sylvicole décrit ci-dessus, puisqu'il est impératif que les services de lutte soient en sécurité sur la ZAL.
En cas de régénération insuffisante, prévoir des regarnis.
La fréquence d'intervention pour l'élimination du maquis sera définie par le gestionnaire en accord avec le GTP/GTT local, en fonction de sa repousse.

Création des ZAL pour le pin laricio et le pin maritime

Les travaux de création des ZAL devront viser à s'approcher le plus possible du peuplement théorique, en choisissant les arbres à conserver selon les critères décrits ci-dessus.
Étant donné que les ZAL sont créées à partir d'un peuplement existant, il serait dommage de ne pas profiter de la régénération présente. Cependant, si la création n'est pas réalisée en régie, il est nécessaire de procéder par étapes, avec des consignes claires.
Ne pas hésiter à conserver des essences diverses dans chaque catégorie de diamètre pour obtenir la répartition souhaitée, d'autant plus si elles sont longévives.

Étape ❶
Le gestionnaire définit et matérialise les trouées. En cas de trop forte densité du maquis, les définir sur carte avant de passer à l'étape suivante. Les matérialiser sur le terrain ensuite.

Étape ❷
En dehors des trouées matérialisées, des travaux de démaquisage et d'élimination de toutes les tiges inférieures à 10 cm de diamètre sont réalisés. Attention, dans les peuplements régularisés GB/TGB ou GB/BM, prévoir de laisser quelques semis-gaulis sous forme de collectifs, de l'essence-objectif, répartis dans tout le peuplement.

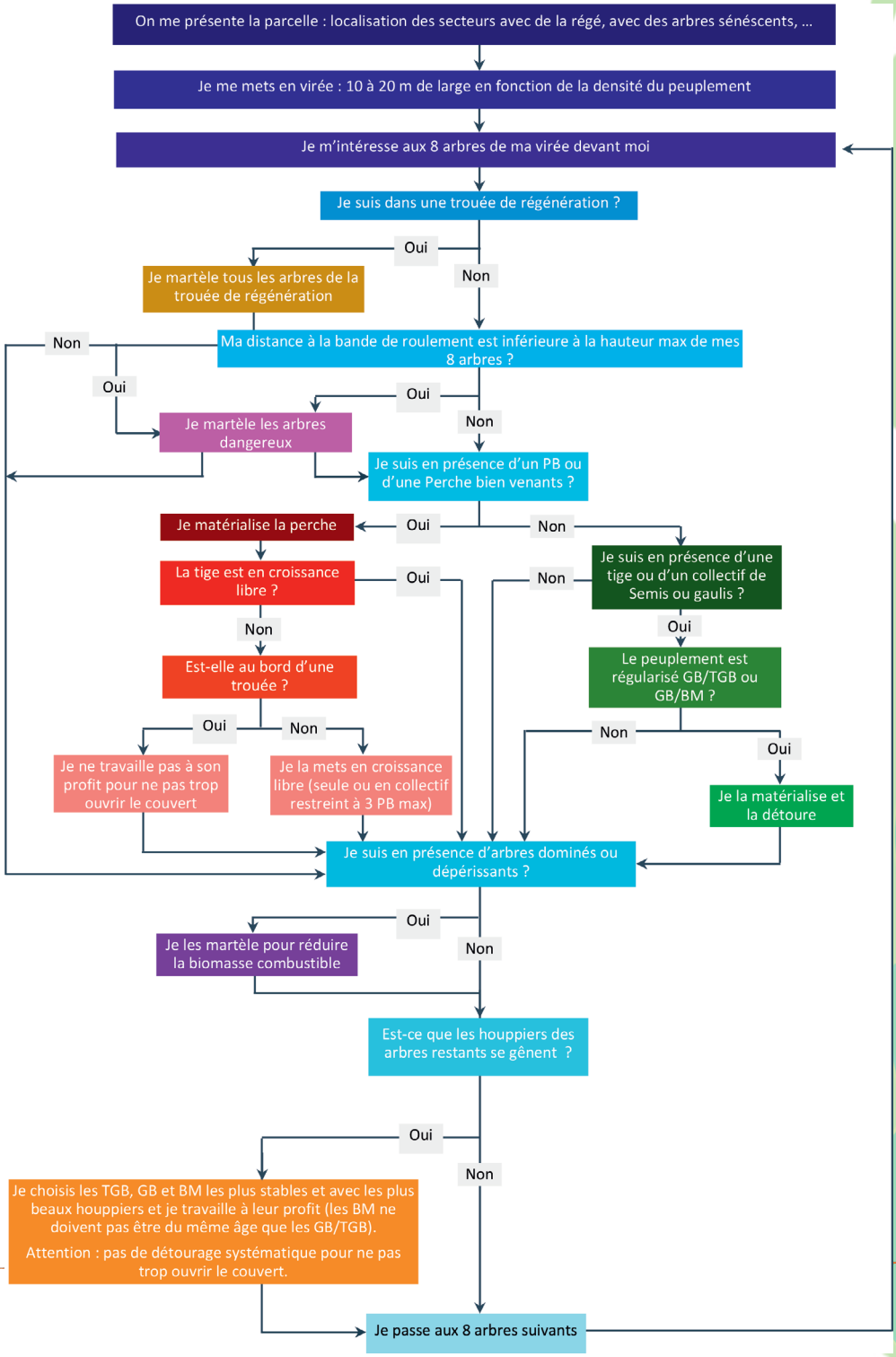
Étape ❸
Le gestionnaire martèle selon les consignes édictées ➜ dans la fiche 6.

MODE OPÉRATOIRE DU MARTELAGE SUR ZAL EN TRAITEMENT IRRÉGULIER PIED À PIED (PIN LARICIO, PIN MARITIME)

Fiche n° 6

FICHE RÉALISÉE EN CONCERTATION AVEC SÉBASTIEN LEBRE, UT NIOLU AITONE, ONF CORSE

N.B. : Ce mode opératoire intervient lorsque les trouées de régénération ont été matérialisées au préalable.



Ces itinéraires concernent les ZAL constituées de peuplements ne correspondant pas aux peuplements idéaux recherchés.
Ces préconisations sont établies pour des surfaces importantes de peuplements sur ZAL. Pour des petites surfaces (< 100 m en continu de bande de roulement), le risque de perte d'opérationnalité de la ZAL étant limité, pratiquer l'itinéraire sylvicole normal.
Cette fiche fait référence à la ➙ fiche 4 et la fiche 5.

ZAL constituée d'un peuplement jeune

Peuplement composé de jeunes adultes (perchis ou petits bois)

Il est possible de rattraper les deux types de traitement :

Traitement régulier par bouquet

Suivre l'itinéraire sylvicole du traitement régulier par bouquets en y appliquant les consignes suivantes : regrouper de façon transitoire les premières coupes de la façon suivante. Dès que possible, revenir au canevas initial.
L'intervalle de temps entre les coupes de régénération est donc doublée.
Pour les essences à âge d'exploitabilité élevée, éviter la modalité ❷.

Période entre les coupes de régénération en fonction de l'âge d'exploitabilité en cas de regroupement pour les ZAL constituées de jeunes peuplements (on évitera les cases rouges)

Âge d'exploitabilité retenu	Période entre les coupes (années)	
	Modalité ❶	Modalité ❷
80	10	20
100	12-13	25
110	14	28
120	15	30
150	18-19	**37**
200	25	**50**
250	31	**62**
280	35	**70**
300	37-38	**75**

Traitement irrégulier

Suivre les itinéraires décrits ci-dessous pour les peuplements constitués de semis-gaulis. Au choix :

- option 1 : Assister la régénération naturelle au fur et à mesure (en commençant à la phase ❸) ;
- option 2 : Attendre l'affirmation d'un peuplement.

Peuplement constitué de semis-gaulis

Le peuplement étant jeune, il faut attendre que s'individualisent des arbres adultes pour choisir dans un second temps le type de traitement. En effet, des interventions pour irrégulariser la structure à l'échelle de l'arbre (traitement irrégulier) ou de la forêt (traitement régulier) ont peu de sens puisque la différence d'âge entre la régénération issue de ces interventions et le reste du peuplement sera faible. Trois options sont possibles. Dans tous les cas, l'ouvrage ne sera pas opérationnel tout de suite ; pendant cette période, les opérations de débroussaillement pourront être suspendues.

Option 1 : Assister la régénération naturelle au fur et à mesure

Dans un premier temps et quel que soit le type de traitement souhaité : suivre l'itinéraire sylvicole du traitement régulier par bouquets des phases ❶ à ❹ pour toute la surface de la ZAL.
Attention toutefois, l'ouvrage ne sera opérationnel qu'à partir de la phase ❹.

Option 2 : Attendre l'affirmation d'un peuplement

Réaliser un brûlage selon l'itinéraire du brûlage en traitement régulier à partir du moment où les tiges atteignent 5 ou 10 cm de diamètre.
Éventuellement, compléter par un ou plusieurs dépressages pour réduire la densité à 200 tiges/ha.
Un élagage pourra être nécessaire.

Option 3 : Planter

Planter à 5 m d'espacement et suivre l'itinéraire sylvicole du traitement régulier par bouquets (modalité de régénération artificielle).

ZAL constituée d'un peuplement adulte

Il s'agit de peuplements ayant pour le pin laricio jusqu'à 80-120 ans ; pour le pin maritime de 30 à 50 ans.
Dans cette configuration, il est possible de réaliser les deux types de traitement.

Pour aller vers un traitement en régulier par bouquets

- Suivre l'itinéraire de référence, en créant les bouquets aux endroits théoriques. Ce qui reviendra nécessairement à exploiter, dans les bouquets de régénération, des arbres beaucoup plus jeunes que leur âge d'exploitabilité.
Ainsi pour du pin laricio à âge d'exploitabilité fixé à 250 ans, il pourra être nécessaire d'exploiter des bouquets d'arbres n'ayant que 60-70 ans !

Pour aller vers un traitement en irrégulier pied à pied

- Suivre l'itinéraire de référence, en créant les trouées aux endroits théoriques. En l'absence de GB/TGB à exploiter, il faudra exploiter des arbres beaucoup plus jeunes (BM) pour créer les trouées.
Ainsi pour du pin laricio à âge d'exploitabilité fixé à 250 ans, il pourra être nécessaire d'exploiter des arbres n'ayant que la moitié de l'âge d'exploitabilité, c'est-à-dire 125-150 ans ; pour du pin maritime à 100 ans, d'exploiter des arbres de 60 ans.

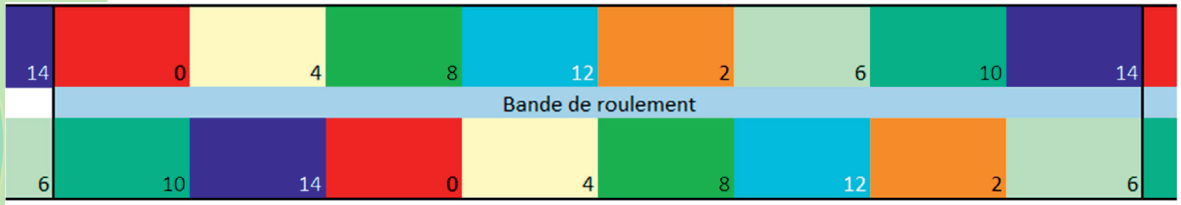
ZAL constituée d'un peuplement vieilli (mais non au bord de l'écroulement)

Pour aller vers un traitement en régulier par bouquets

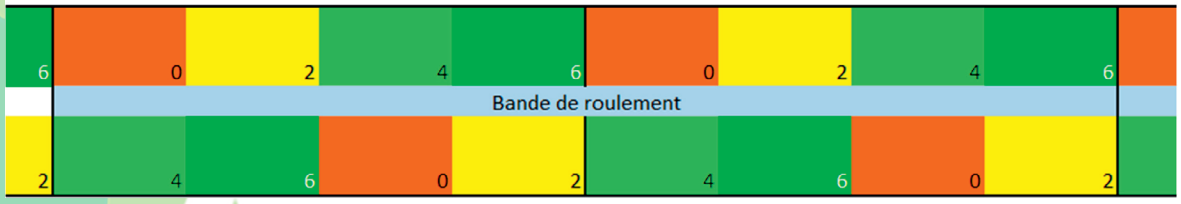
Suivre l'itinéraire sylvicole du traitement régulier par bouquets en y appliquant les consignes suivantes :

- regrouper de façon transitoire les premières coupes de la façon suivante. Dès que possible, revenir au canevas initial ;

Modalité ❶



Modalité ❷



- y appliquer une fréquence de coupes correspondant à la modalité normale ;

Période entre les coupes de régénération en fonction de l'âge d'exploitabilité en cas de regroupement pour les ZAL constituées d'un peuplement vieilli (on évitera les cases rouges)

Âge d'exploitabilité retenu	Période entre les coupes (années)	
	Modalité ❶	Modalité ❷
80	5	10
100	6	12-13
110	7	14
120	7-8	15
150	9	18-19
200	12-13	**25**
250	15-16	**31**
280	17-18	**35**
300	19	**37-38**

Si possible – impérativement pour les essences à âge d'exploitabilité élevée –, ne pas choisir la modalité ❷, afin d'ajuster les interventions régulièrement dans la ZAL.

- et **travailler hyper-activement dans les jeunes peuplements** (suivi annuel impératif et aucun retard de travaux toléré).

N.B. La ZAL risque d'être non opérationnelle pendant plusieurs années sur de grandes distances, en raison d'une possible juxtaposition de jeunes peuplements. Dans ce cas, l'option de réduire le nombre de noyaux de régénération peut être étudiée.

Pour aller vers un traitement en irrégulier pied à pied

- Suivre l'itinéraire sylvicole du traitement irrégulier pied à pied en choisissant le temps de rotation le plus bas tout en augmentant le nombre de GB/TGB à exploiter et travailler hyper-activement dans les cercles de régénération (suivi annuel et aucun retard de travaux toléré).

ZAL constituée d'un peuplement vieilli (au bord de l'écroulement)

Cas des peuplements très âgés, dont la durée de survie (durée avant dépérissement des arbres constituant le peuplement) est inférieure à 10-20 ans.
On raisonne ici en âge des arbres et non en diamètre. Se méfier de la relation diamètre/âge, qui peut induire en erreur. L'idéal est d'observer l'état sanitaire des individus et de procéder à des carottages.

Contraintes liées à ce type de peuplement

- Dans ces cas, il est trop tard pour mettre en place un peuplement idéal. En effet, l'opérationnalité impose de ne pas traiter une surface importante en même temps. Or, la durée de survie très faible ne permet pas d'étaler les interventions dans le temps.
En traitement régulier par bouquets, il faudrait régénérer (coupe à blanc puis régénération) des surfaces quasiment contiguës ou ne respectant pas des distances de sécurité pour garantir la sécurité des personnels de lutte sur l'ouvrage (les jeunes peuplements créant un risque d'embrasement par le feu). Ainsi, l'ouvrage ne serait certaine-

ment plus opérationnel pendant plusieurs années.
Le choix de n'intervenir que sur une partie de l'ouvrage pourrait être proposé mais il présente le double inconvénient en termes d'opérationnalité de l'ouvrage :

- dans un premier temps, de juxtaposer des bouquets de semis (issus de la régénération par coupe) et des peuplements dépérissants (dans les secteurs de non-intervention), tous deux peu opérationnels ;
- et au bout de quelques années, de juxtaposer des bouquets au stade perchis (issus de la régénération par coupe) et des peuplements jeunes (stade semis) issus de l'écroulement du peuplement.

Si l'on veut conserver un ouvrage boisé, il faut nécessairement aller graduellement vers l'irrégularisation, en tenant compte à la fois du délai restant avant écroulement, de la stabilité des tiges (rapport H/D et résistance au vent) et des besoins en lumière de chaque essence pour régénérer. Par chance, il suffit de peu de tiges pour assurer la régénération du peuplement.
Les expériences récentes réalisées sur plusieurs ZAL en pin maritime ont permis de constater que la consigne de préservation des semis lors du débroussaillement pouvait être suivie en interservice et que la présence de quelques petits collectifs de jeunes tiges semblait compatible avec l'opérationnalité de l'ouvrage et de surcroît acceptée par les services de lutte.

Principe retenu

Le principe retenu est d'**entamer la régénération sur l'ensemble de la ZAL dans un délai très court**, idéalement identique à la durée de survie du peuplement. Cette régénération se fera par trouées réparties dans les coupons, disposés de telle sorte qu'on peut espérer que la ZAL restera opérationnelle.
On peut penser que si globalement la durée de survie du peuplement est très faible, certains individus pourront vivre plus longtemps. Ce sont eux qui permettront de maintenir un couvert arboré, même diffus, pendant le temps d'individualisation de la régénération.
L'irrégularité, gage de conservation d'un couvert arboré constant sur l'ouvrage, se fera dans un second temps, par l'étalement dans le temps de l'exploitation de ces arbres et éventuellement de certaines tiges régénérées coupées précocement (à l'âge adulte et non vieux). Le mélange avec d'autres essences simplifiera également l'irrégularité.
Si l'écroulement de la ZAL intervient rapidement, il est possible que

pendant quelques années, la ZAL ne présente pas suffisamment d'arbres adultes pour bénéficier des avantages d'un état arboré. C'est donc une course contre la montre qui s'engage, sans garantie de succès.

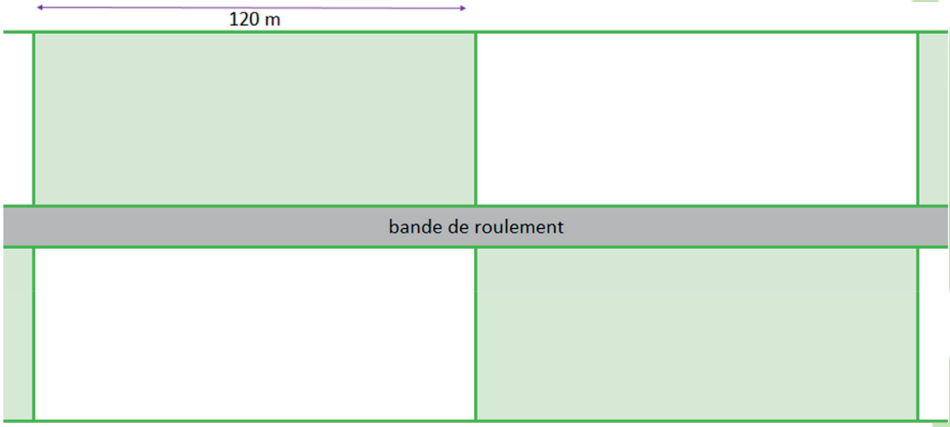
Itinéraire sylvicole

La régénération du peuplement se fera de deux manières complémentaires :

- de manière intensive, dans les trouées créées à l'intérieur des coupons et implantées de façon systématique ;
- et de manière diffuse dans le peuplement vieilli.

Phase ❶ : Installation du canevas

Il s'agit d'installer un damier de 120 m de côté sur toute la profondeur de la ZAL, de part et d'autre de la bande de roulement. Les « cases » du damier en quinconce seront gérées ensemble.



Principe d'installation du canevas pour la gestion d'une ZAL constituée d'un peuplement vieilli (au bord de l'écroulement)

Phase ❷ : 1er passage en coupe

Création des trouées de régénération dans les cases en quinconce

Dans toutes les cases en quinconce (en vert sur le schéma précédent) de l'ensemble de la ZAL (ou de la portion de ZAL concernée), des trouées de 15 m de diamètre seront créées par le martelage et l'exploitation des arbres, **le plus rapidement possible**. Les trouées seront distantes entre elles au minimum de 30 m (ce qui fait une distance de centre à centre de 45 m minimum).

Aucune trouée ne sera implantée dans les 5 m de la bande de roulement de la ZAL.

Les trouées seront réparties sur toute la profondeur de la ZAL.

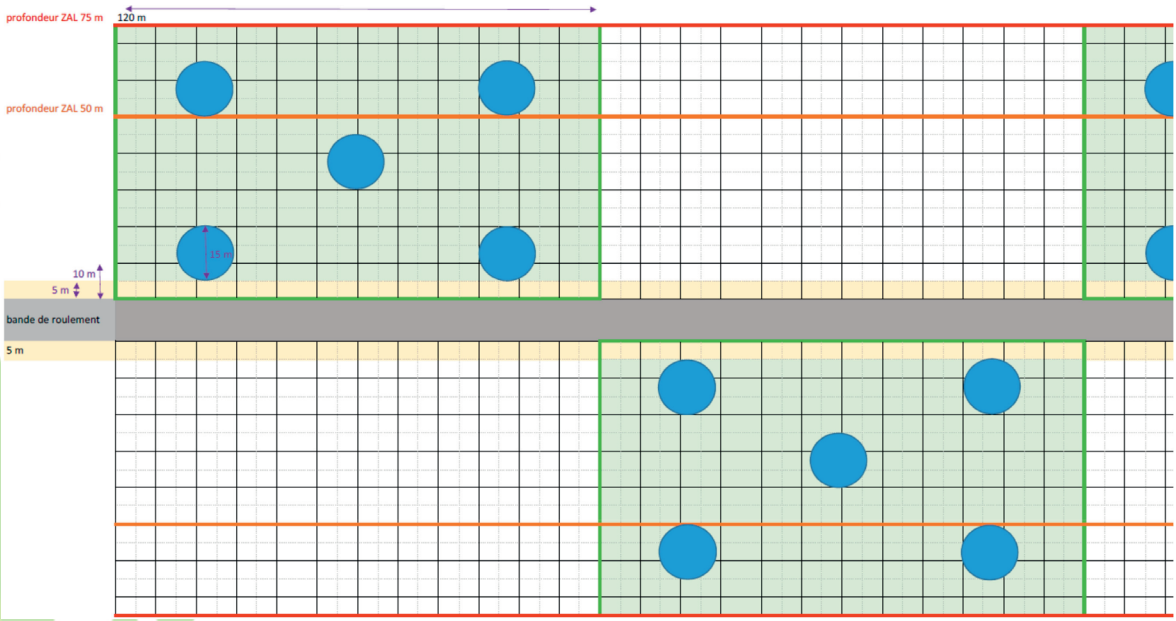


Schéma d'implantation des trouées sur la ZAL constituée d'un peuplement vieilli au bord de l'écroulement
La bande de 5 m contiguë à la bande de roulement dans laquelle les trouées ne doivent pas être implantées est figurée en jaune. Les disques bleus correspondent aux trouées à marteler.

Dans les courbes, ajuster le nombre de trouées en respectant la distance minimale de 30 m.
Les trouées seront impérativement matérialisées pour garantir la conservation de la régénération à l'intérieur lors des opérations de démaquisage.

Exploitation des arbres dépérissants sur toute la ZAL

Seuls les arbres présentant des signes avérés de dépérissement seront exploités hors trouées en même temps que les coupes de régénération. En effet, il n'y a aucun intérêt à détourer des arbres qui sont de toute façon très vieillis.

Phase ❸ : Travaux de régénération

Suivre l'itinéraire sylvicole du traitement irrégulier pied à pied pour la régénération naturelle ou artificielle.
Dans cette phase, il est **impératif**, lors des entretiens de la ZAL, **de donner les consignes suivantes** :

- ne pas intervenir dans les trouées ;
- hors trouées :
  - conserver les semis à raison d'un semis environ tous les 7 à 10 m, pour assurer la régénération diffuse. Le gestionnaire suivra impé-

rativement ces travaux (éventuellement par une matérialisation des tiges à conserver) ;
- conserver d'autres essences diverses peu combustibles dès que possible, d'autant plus si elles sont longévives.

Le suivi de la régénération sera réalisé impérativement chaque année, afin d'évaluer si les consignes données pour le débroussaillement et la taille des trouées sont effectivement suffisantes dans les différents contextes (orientation et confinement en particulier).
En cas de non-obtention de régénération viable, un regarni pourra être pratiqué ou du brûlage dirigé pourra être conduit dans certains cas pour stimuler la régénération.

- Une collaboration entre le service gestionnaire et le service en charge de l'entretien de la ZAL est impérative pour réussir ce défi.

Phase ❹ : 2e passage en coupe et travaux

Dès que la régénération aura atteint 6-8 m, s'il est encore possible, répéter les phases ❷ et ❸ sur les autres cases du damier (en blanc sur les schémas).

Phase ❺ : 2e rotation de coupe

Dès que la régénération dans les cases blanches (issue de la phase ❹) aura atteint 6-8 m, repasser dans les cases vertes pour installer de nouvelles trouées de régénération. Celles-ci seront alors installées entre les trouées initiales.

En cas d'écroulement total de la ZAL avant l'affirmation du nouveau peuplement

- Se reporter à l'itinéraire de rattrapage ZAL constitué d'un peuplement jeune (↬ au début de cette fiche).

Ces consignes seront affinées avec la définition pour la Corse des types de vulnérabilité acceptable (par analogie, type C dans la typologie des Catalans).

Travaux nécessaires

Élimination du maquis

Le maquis sera éliminé en faisant attention, dans certains contextes, à préserver les feuillus. Dans tous les cas, les tiges, même jeunes, des essences de la ripisylve seront conservées.

- Dans cette opération, il faudra veiller à conserver la régénération conformément à l'itinéraire sylvicole choisi (➜ voir fiche 4 et fiche 5).

Installation de la régénération

Il faut réfléchir à la régénération de la ZAL dès sa création, pour assurer sa pérennité. Ce qui revient à appliquer une sylviculture sur toute ZAL arborée.

Modalités selon l'itinéraire sylvicole choisi et l'état du peuplement : ➜ voir la fiche 4, la fiche 5 et la fiche 6.

Réduction de la densité des tiges inférieures à Ø 20 cm

Cette consigne doit impérativement tenir compte du type de traitement et de l'état du peuplement (âge en traitement régulier ou répartition des catégories de diamètre en traitement irrégulier).

- Attention : une partie de ces tiges peuvent être utilisées en tant que régénération en fonction de leur localisation.

Modalités selon l'itinéraire sylvicole choisi et l'état du peuplement : ➜ voir la fiche 4, la fiche 5 et la fiche 6.

Éventuellement prendre en compte les enjeux environnementaux et paysagers (choix des essences, impact paysager).

Réduction de la densité des arbres

Cette consigne doit impérativement se conformer aux types de traitement sylvicole retenu. Pour les modalités, ➜ voir la partie « Création des ZAL » de la fiche 4 et de la fiche 5.

En l'absence de types de peuplements définis pour la Corse sur ZAL, la densité sera décidée au cas par cas par le GTP.
Dans tous les cas, des adaptations pourront être faites sur le terrain pour garantir l'opérationnalité de l'ouvrage, assurer la visibilité et augmenter le sentiment de sécurité.

Élagage

Arbres élagués à 2,5 m, à adapter pour les jeunes arbres en fonction de leur hauteur (30 % de leur hauteur totale pour les feuillus ; 50 % pour les résineux).
L'élagage doit être réalisé sans coulées de résine sur les troncs, soit en intervenant hors saison de végétation, soit en laissant un chicot.

Points d'eau

L'installation des points d'eau pourra nécessiter l'abattage d'arbres.
Pour les points d'eau HBE, les arbres seront abattus sur 15 m minimum autour du bac tampon ; la distance de dégagement sera définie au cas par cas avec les pilotes d'hélicoptères (PPFENI 2013-2022).

Organisation des travaux

Il peut être préférable de réaliser les travaux en plusieurs tranches pour permettre des ajustements dans cette phase où l'expertise terrain est encore très importante.

Prise en compte du risque sanitaire

Matsucoccus feytaudii

Matsucoccus feytaudi ne provoque pas de mortalité directe des pins. L'émission de résine est propice à la colonisation du tronc par la pyrale du tronc, *Dioryctria sylvestrella*. L'affaiblissement des arbres dû à la pullulation de la cochenille sur le tronc, associé aux épisodes de sécheresse, est favorable aux attaques des ravageurs cambiophages : le pissode du pin (*Pissodes notatus*) et l'hylésine destructeur (*Tomicus destruens*) qui conduisent à la mortalité des pins.

Les dégâts sont visibles sur les arbres 5 à 7 ans après l'installation de la cochenille dans le peuplement. Des dépérissements massifs peuvent apparaître ultérieurement en fonction des aléas climatiques et des attaques d'insectes cambiophages (Boutte et al. 2017). La proportion d'arbres touchés est très forte (plus de 80 %).

Sur ZAL, une telle infestation serait problématique car la sécurité des personnels de lutte ne pourrait être garantie qu'en éliminant tous les arbres infestés.

Étant donné l'avancé de ce parasite en Corse, il convient de l'anticiper en prenant des mesures pour garantir la vigueur des arbres (consignes d'éclaircie, mélange d'essences) ou pour substituer l'essence.

Si le pin maritime est confirmé comme essence dominante de la ZAL, le choix des arbres à conserver dans les phases de réduction de la densité (éclaircies) doit impérativement prendre en compte les consignes dictées par l'INRAE (voir mesures sylvicoles pour lutter contre le risque lié à *Matsucoccus*, ONF en cours de rédaction).

Scolytes

Le respect des consignes particulières pour éviter l'invasion par les scolytes est impératif. Voir la fiche technique scolyte (Banchi & Chavenon 2017). Notamment :

- travaux réalisés d'octobre à décembre : Ø > 20 : billonnage en 0,5 m ou écorçage avec 2 bandes ; Ø 10-15 : billonnage en 1 m ;
- travaux réalisés de janvier à mars ou au-delà : élimination systématique et à l'avancement de tous les rémanents (broyage ou brûlage) ;
- de mars à septembre : interdiction de stockage des bois pour une durée supérieure à 1 mois ;

- à partir d'avril (jusqu'à l'été) : éviter la réalisation du brûlage dirigé.

Des expérimentations en brûlage sont effectuées pour l'élimination des rémanents scolytés.

Prise en compte des enjeux environnementaux

Bien qu'aucun arbre mort ou dépérissant ne soit normalement toléré à une distance de la bande de roulement, inférieure à la hauteur de l'arbre, dans des cas très particuliers (nid de sittelle, gîte à chiroptère, etc.), certains pourront toutefois être conservés, seulement si, après analyse, leur potentiel danger pour les services de lutte est écarté (chute, effet *torching*... donc éviter les arbres dépérissants, foudroyés ou présentant des coulées de résine). En revanche, les arbres situés au-delà de cette distance pourront être conservés, dans les effectifs toutefois compatibles avec les exigences de l'ouvrage en termes d'inflammabilité et de combustibilité.

Pour les mêmes raisons, les arbres bios, sentinelles et dépérissants seront désignés parmi les arbres ne présentant pas de danger pour les services de lutte. Les seuils fixés dans la DiA arbres bio pourront être réduits pour maintenir l'opérationnalité de l'ouvrage.

Lors des travaux de débroussaillement, éviter les périodes critiques des espèces : éviter la période à forme épigée des plantes protégées, éviter le printemps en cas de présence de tortue d'Hermann[1], en particulier en présence d'engins.

En cas d'utilisation du brûlage dirigé, les contraintes environnementales sont étudiées avec l'unité Environnement de l'ONF, le conservatoire botanique (flore) ou l'ONCFS (faune). Plusieurs réponses techniques peuvent être apportées (liste non exhaustive) :

- choix de la saison de brûlage : éviter les périodes de reproduction et de rut du mouflon, éviter les périodes critiques en cas de présence d'arbre gîte à chauves-souris, éviter le printemps en cas de présence de tortue d'Hermann, éviter la période à forme épigée des plantes protégées ;
- préservation et exclusion de certains secteurs (ne pas brûler à proximité d'un nid d'autour, ni à moins de 10 m des rivières et cours d'eau ; renoncer à brûler en présence d'un habitat unique ou d'une espèce protégée...) ;

[1] Voir prescriptions environnementales de l'ONF Corse pour les modalités.
[2] Voir la fiche « Chauves-souris : Que faire en présence d'un arbre-gîte ? » (ONF 2017).

- protection active des chandelles et des feuillus (en totalité ou en partie, à moduler au cas par cas).

En site Natura 2000, ces consignes seront fortement encouragées, afin de réduire les incidences de la réalisation de l'ouvrage sur les habitats et espèces. Toutefois, il faut souligner que la ZAL contribue activement à éviter le développement d'un incendie sur l'ensemble de l'écosystème forestier, principal facteur de destruction des habitats et des espèces en Corse.

Prise en compte des enjeux paysagers : paysage en vision interne (en lien avec l'accueil du public) et paysage en vision externe

➔ voir la fiche 10.

Prise en compte des enjeux pastoraux

La synergie entre la défense des forêts contre l'incendie et le pastoralisme peut être un atout afin d'entretenir les ouvrages DFCI, et en particulier les ZAL et les coupures de combustibles actives. En effet, même sur ZAL forestière, l'absence de sous-bois permet le développement des graminées. Une nouvelle démarche est d'ailleurs proposée par la CdC pour développer cette complémentarité.

A priori, toutes les espèces animales sont possibles, tant qu'elles ne portent atteinte ni aux arbres, ni à la régénération. L'opportunité est donc plutôt liée aux capacités d'accueil de la faune domestique.

Cependant, quelques points doivent être intégrés dans les contrats liant l'éleveur au propriétaire du foncier :

- le pastoralisme doit impérativement intégrer la préservation de la régénération ;
- les enclos en plein sont incompatibles avec la lutte ; Ils sont donc proscrits sur ZAL, mais peuvent être autorisés sur coupure de combustible active.

Fiche n° 9

Prise en compte des enjeux liés à la production de bois

Les sylvicultures sur ZAL imposent un martelage, des coupes et des travaux spécifiques qui n'optimisent pas la fonction de production de bois. La fonction économique de la ZAL n'est en effet pas le moteur principal et bien souvent, le bilan financier des interventions forestières est négatif, même lorsque les ZAL sont situées en bord de route, en particulier en raison de la contrainte liée à la suppression des rémanents de coupe. Cependant, il est possible de valoriser quelques grumes, afin de pouvoir vendre les coupes, plutôt que de payer pour leur exploitation. Ces conseils sont particulièrement valables dans les bonnes stations :

- parmi les arbres à conserver sur la ZAL, à chaque fois que cela est possible (c'est-à-dire compatible avec l'itinéraire sylvicole retenu), choisir ceux présentant les meilleures qualités technologiques. Bien souvent, pour les pins laricio et maritime, les qualités A et B présentent des troncs élagués sur plusieurs mètres et donc participent à la discontinuité verticale ;
- parmi les arbres à conserver sur la ZAL, à chaque fois que cela est possible (c'est-à-dire compatible avec l'itinéraire sylvicole retenu), choisir les essences les mieux commercialisables ;
- pratiquer l'élagage sans laisser de chicot, en intervenant hors saison de végétation : élagage en automne pour le pin laricio ;
- en cas d'utilisation du brûlage dirigé, limiter la hauteur de noircissement sur le tronc des tiges de qualité.

Ces préconisations permettent de réduire les incidences de la réalisation des ouvrages DFCI sur le paysage. Dans les secteurs visibles, et *a fortiori* en site classé ou inscrit, ces consignes seront fortement encouragées. Toutefois, à moins que l'objectif principal du secteur où est situé l'ouvrage DFCI soit la valorisation ou la conservation du paysage, ces recommandations devront être en adéquation avec les contraintes liées à l'ouvrage DFCI. En effet, rappelons que ceux-ci contribuent à éviter le développement d'un incendie sur l'ensemble de l'écosystème forestier, principal facteur de destruction du paysage en Corse.

Notions de paysages et points de vigilance

Paysage en vision externe

Il s'agit de la vision d'un site depuis un point de vue externe à celui-ci. L'œil de l'observateur embrasse le panorama dans son ensemble. Pour les paysages forestiers, l'élément clé à prendre en considération est la canopée. Pour éviter les atteintes au paysage en vision externe, il s'agit de préserver l'agencement de sa continuité, sa forme et sa couleur.
Pour savoir comment intervenir, il est important de savoir quel est le type de paysage considéré. On se rapportera pour cela à la typologie des paysages forestiers de Corse (Desurmont 2003).
Par exemple, pour les paysages présentant un couvert continu, toute modification (ouverture, couleur différente, forme d'un houppier différent) attirera l'œil de l'observateur et s'il n'est pas relié à une composante qui semble naturelle, portera atteinte à l'harmonie du lieu. À noter que le raisonnement est différent dans le cas d'une mosaïque de paysages, où des modifications de la canopée, telles que des ouvertures, sont invisibles pour l'observateur si elles respectent les formes et les dimensions de la trame paysagère.

Paysage en vision interne

Il s'agit de la vision du site dans lequel se situe l'observateur. Son œil perçoit le détail, depuis l'intérieur ou la proximité immédiate, mais ne distingue pas les éléments masqués. En milieu naturel et montagnard, les masques sont essentiellement définis par la végétation, les rochers et les ruptures de pente convexes. Les éléments clés à prendre en considération sont la lisière et tout ce qui se situe entre l'observateur et celle-ci, en tenant évidemment compte de la distance, l'œil y distinguant moins les détails. Pour éviter les atteintes au paysage en

vision interne, il s'agit de préserver dans cette zone et pour la lisière : les formes, textures, couleurs et la distribution des divers éléments qui les composent.
La finesse de perception par l'observateur dépend également de sa vitesse de déplacement : sur une aire d'accueil, il aura le temps de scruter le moindre détail, alors qu'à bord de son véhicule sur une route territoriale, il ne percevra que les formes globales, la teinte générale et les éléments dissonants. Il est donc important d'évaluer le type de site considéré : aire d'accueil, sentier de promenade, sentier de randonnée, piste de VTT, route touristique ou route.
À noter que les autres perceptions sensorielles (les odeurs, le toucher, la chaleur, l'humidité, le vent…), qui font partie d'une approche paysagère poussée, bien qu'importantes, ne sont pas traitées ici.

Préconisations générales

Les sites étant forestiers, l'observateur s'attend à voir un paysage d'aspect naturel. Ainsi, toute forme géométrique choque l'œil : il faut les proscrire. Pour cela, les préconisations générales suivantes sont conseillées, en fonction du type de visibilité en paysage interne ou externe et du niveau de l'attrait du site (à analyser au préalable).
En fonction du niveau de fréquentation des sites, l'intégration paysagère des travaux DFCI pourra s'étaler dans le temps ou devra être effective dès la saison touristique suivante.

Se baser sur les lignes de force du paysage

- Utiliser en particulier dans les milieux montagneux, la topographie.

En paysage externe

Épouser les lignes du relief. Par exemple, pour que les ouvrages peu arborés et débroussaillés simulent les crêtes ou croupes herbeuses. Ou que les limites des bandes vertes imitent la sinuosité des ripisylves dans les talwegs.

En paysage interne

On peut par exemple intervenir au-delà de la limite strictement nécessaire jusqu'au sommet visible.



Le débroussaillement sur cette ZAL a été poussé jusqu'à la crête pour que l'observateur ait l'impression que le sous-bois est naturellement ouvert (CL. Massaiu)

Adapter les formes et les tailles d'intervention au type de paysage

En particulier dans certains paysages de mosaïque, il peut être conseillé d'agrandir les ouvertures, au-delà du strict nécessaire.

Intervenir de façon non systématique

En variant les distances entre les arbres ou les bandes. Par exemple, proscrire les prélèvements ou les plantations systématiques du type « 1 arbre sur 3 ».

Sur ZAL, le choix du type de traitement a un impact significatif, puisque le traitement régulier impose des distances et une régularité qui, au fur et à mesure de la constitution de l'ouvrage, créent un damier. On l'évitera dans les secteurs visibles depuis un point de vue fréquenté en vision externe.

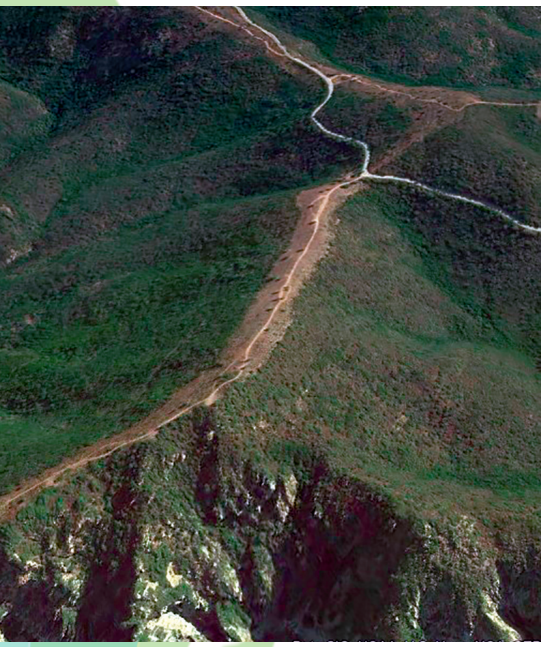
Ne pas créer de limite franche

En paysage externe

Dans les secteurs où les interventions sont franchement visibles, créer une zone tampon au-delà des ouvrages. Par exemple en dimi-

nuant progressivement la densité d'arbres depuis le peuplement vers l'ouvrage pour les coupures actives et les ZAL en maquis. Ce principe est aussi valable pour les bandes vertes ; dans ce cas, la zone tampon ne sera pas une zone de transition de densité mais d'essence, en augmentant la proportion de l'essence constituant la bande verte (si besoin par plantation).

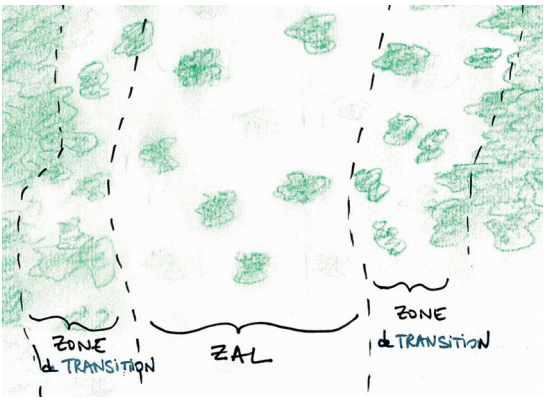
N.B. Les ZAL en milieu forestier nécessitant un couvert, il n'y a *a priori* pas d'impact, à moins d'une substitution d'essence qui serait limitée à l'ouvrage.



Ci-contre. ZAL de Piana dans un milieu constitué de maquis : le contour net strie le paysage

Ci-dessous. Proposition d'intégration de ce type de ZAL (vue aérienne) : conserver quelques tiges de maquis (de préférence de l'arbousier) sur la ZAL et ouvrir une zone de transition avec une densité intermédiaire permet d'intégrer la ZAL dans le paysage en vision externe

En bas. En revanche, à proximité d'un milieu ouvert, la ZAL s'intègre dans le paysage sans besoin d'une zone de transition





En paysage interne

Éviter les effets de mur de végétation à la limite d'une zone débroussaillée. Créer par exemple, au-delà de l'ouvrage, une zone de transition au-delà de l'ouvrage avec des alvéoles de végétation dans les secteurs très emmaquisés, où l'œil de l'observateur se perdra naturellement dans les pleins et les vides, correspondant aux bouquets et leurs interstices, répartis de façon aléatoire, comme ce qui est attendu dans un paysage préforestier.



MUR DE MAQUIS EN LIMITE DE ZONE DÉBROUSSAILLÉE



A CONTRARIO, AU-DELÀ DE LA ZONE DÉBROUSSAILLÉE, LA ZONE DE TRANSITION PAR ALVÉOLES ÉVITE À L'ŒIL DE BUTER SUR UN MUR DE VÉGÉTATION EN DÉGAGEANT LE REGARD UN PEU PLUS LOIN DANS LE PEUPLEMENT MÊME EMMAQUISÉ

Soigner les lisières

En paysage externe

Les lisières peuvent être visibles par exemple vues d'un versant en face. La distance ne permet pas de distinguer les détails ; cependant, il faudra soigner les formes et les couleurs.

En paysage interne

Par exemple, varier la distance entre les arbres ou les hauteurs d'élagage, en conservant des arbres aux caractéristiques remarquables, etc.

Préconisations par type d'intervention

Les travaux suivants étant couramment utilisés sur les ouvrages DFCI, ces préconisations peuvent servir d'aide dans la prise en compte du paysage. Attention toutefois, ces préconisations ne sont pas exhaustives et dépendent du type de paysage en jeu.

N.B. Ces recommandations sont à appliquer dans les secteurs soumis à un attrait ou une contrainte paysagère en vision interne ou externe de niveau fort impérativement et de niveau moyen au cas par cas.

Éclaircie

L'éclaircie, nécessaire à la réduction du combustible haut, permet également d'apporter de la lumière dans le sous-bois. L'alternance d'ombre et de rais de lumière est un élément très positif en paysage interne. En paysage externe, la réduction de la densité permet à l'œil de mieux distinguer les formes et textures des houppiers. Mais cette intervention doit être bien cadrée pour éviter de créer des points noirs dans le paysage.

L'abattage sélectif des arbres pour la gestion des ZAL et la mise en autorésistance concerne trois types : les arbres morts ou dépérissants, les arbres dominés (qui vont péricliter dans le futur), et des arbres sains.

Les arbres morts ou dépérissants

En paysage externe

Pour un paysage continu composé d'une seule teinte, la présence d'arbres morts, en fonction de leur quantité côte à côte, peut créer une

petite trouée de couleur et texture différente, qui pourra, pour les secteurs proches de l'observateur, attirer son regard sans lui proposer d'élément esthétique, créant une petite sensation de gêne. Leur exploitation est donc neutre à positive, sauf lorsqu'il s'agit de grandes plages de surface. Attention dans ce cas à la forme de la trouée.
Pour un paysage en mosaïque, en général, l'observateur ne les distingue pas particulièrement ; leur exploitation est donc neutre.

En paysage interne

À moins d'être en présence d'un arbre mort aux dimensions imposantes, aux formes esthétiques et aux stades premiers de l'état de dégradation, ces arbres renvoient un sentiment de désolation voire d'inquiétude. Il en est de même pour les arbres dépérissants, qui sont également amenés à mourir. Leur abattage améliore le paysage en vision interne.

Les arbres dominés

En paysage externe

Les arbres dominés ne se voient normalement pas dans la canopée continue. Leur exploitation a donc un effet neutre.

En paysage interne

Les arbres dominés sont souvent réduits à une tige grêle et un houppier très peu développé. Leur tronc, quand il est perçu, gêne le regard sans amener d'élément positif, et leur houppier confèrent un aspect maladif à la forêt. Leur exploitation est donc positive.

Les autres arbres

Puisqu'il faut prélever des arbres en bonne santé, le raisonnement s'effectue à l'inverse : rechercher les arbres à conserver et profiter du besoin d'abattre d'autres arbres pour les mettre en valeur (dans le présent ou pour le futur).
Dans tous les cas, l'éclaircie doit être réfléchie au regard de la stabilité du peuplement aux autres risques (en particulier tempêtes, neige, pullulation d'insectes) qui aurait un impact significativement négatif dans le paysage. En particulier, en ce qui concerne les jeunes tiges de régénération (semis, gaules ou perches), la conservation de collectifs de quelques tiges évite les casses de neige et de vent, sans toutefois contribuer à propager l'incendie, si ces collectifs sont isolés par éclaircie autour.

En paysage externe

Les arbres à préserver sont ceux qui présentent les houppiers les plus beaux, de par leur dimension ou leur forme. Dans un paysage de couvert continu présentant différentes tonalités, la conservation d'espèces diverses peut être intéressante.

En paysage interne

Les arbres à préserver, dans la mesure de leur compatibilité avec l'itinéraire sylvicole retenu, sont ceux qui présentent des particularités liées à leurs dimensions (hauts fûts, gros diamètre), leur forme (tortueux, à plusieurs brins...), la texture et la couleur de leur écorce ou de leur feuillage, les éléments qu'ils portent (lierre, lianes, mousses, lichen...), leur faculté à créer de l'ombre ou au contraire à laisser passer la lumière, la structuration qu'ils amènent dans le tableau (jeune tige plus petite avec du feuillage plus bas), etc. Attention toutefois sur ZAL à ce que ces arbres puissent participer à la discontinuité verticale.

Régénération

N'est analysé ici que le cas des ZAL. Les autres ouvrages seront à traiter au cas par cas.

En paysage externe

Le traitement en régulier par bouquets crée un damier qui artificialise le paysage. Or, ce damier est figé et il est difficile d'y intégrer les lignes de force du paysage, en raison des distances à respecter. Il est donc à proscrire en cas d'enjeu paysager.

Les trouées créées par le traitement en irrégulier pied à pied sont suffisamment petites pour ne pas se voir dans la majorité des types de paysage.

En paysage interne

En traitement régulier par bouquets, le damier devra être assoupli, afin que les limites de chaque coupon ne soient pas linéaires mais plutôt courbes. Les lisières devront également être soignées. Toutefois, ces précautions ne garantissent pas une bonne intégration paysagère. C'est pourquoi il vaut mieux éviter ce type de traitement.

Les trouées créées par le traitement en irrégulier pied à pied sont facilement intégrables dans le paysage.

Élagage

L'élagage est nécessaire à la réduction du combustible d'échelle.

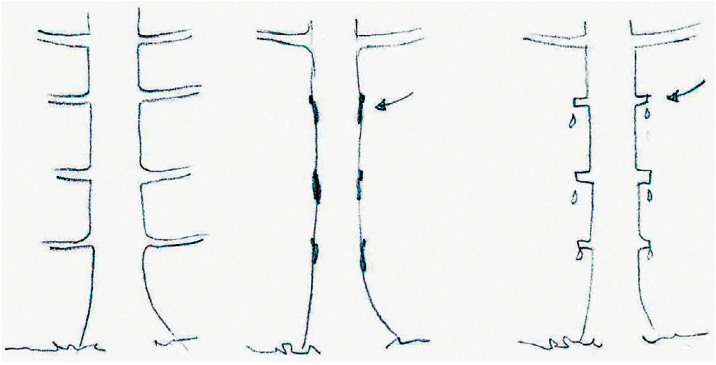
En paysage externe

Il n'est pas visible.

En paysage interne

Il permet d'évacuer une partie des branches basses mortes qui parasitent le regard et permettre à la lumière de mieux se diffuser. En ce sens, il est positif.

Cependant, les chicots laissés sur le tronc des pins par l'élagage à la scie confèrent un aspect de boursouflure à l'arbre, très inesthétique.



Principe des chicots laissés sur les résineux lors de l'élagage, pour éviter l'écoulement de résine

Afin d'éviter ces désagréments, plusieurs solutions sont proposées :

- élaguer à ras du tronc hors saison de végétation ;
- pratiquer deux passages : élagage classique avec chicot, suivi de l'élimination du chicot une fois celui-ci mort ;
- élagage thermique avec utilisation du brûlage dirigé (voir plus loin pour les restrictions liées au brûlage) ;
- pour les arbres dont les branches basses participent à son esthétisme, ne pas les élaguer mais les isoler par abattage des arbres autour et réduction drastique du combustible bas et d'échelle autour.

Élimination du sous-étage et du combustible au sol

L'élimination du sous-étage et de la strate basse est nécessaire à la réduction du combustible d'échelle et de surface.

En paysage externe

Il n'est pas visible dans les ouvrages aux boisements assez denses (couvert quasi fermé).

Pour les couverts faibles à épars, travailler avec des zones tampons au-delà de l'ouvrage (➔ voir plus haut).

En paysage interne

L'élimination du maquis dense dégage la vision, rendant plus agréable l'expérience de l'observateur. Attention toutefois à ne pas le bloquer en limite d'ouvrage en créant un mur de végétation (➔ voir plus haut).

En ce qui concerne la lande cyrno-sarde, son élimination manuelle à la débroussailleuse est fastidieuse, car située au ras du sol : l'engin entre très souvent en contact avec des pierres, impossible à distinguer tellement cette formation est dense. Son élimination par le brûlage dirigé est assez facile ; néanmoins, la chaleur dégagée est telle que les arbres situés à proximité risquent de roussir ou mourir. En cas de présence d'arbres, même isolés, il faut soit moduler l'intensité du brûlage, quitte à le réaliser en plusieurs fois, soit ne pas brûler.

Élimination des rémanents

L'éparpillement des rémanents

En paysage externe

Cette technique n'a pas d'impact.

En paysage interne

L'observateur est face à un fouillis de branches qui recouvre parfois toute la parcelle. À part s'il connaît l'intérêt écologique de cette méthode, il a le sentiment que la forêt n'est pas propre, voire qu'elle est malade ou désolée. L'impact y est donc négatif, il vaut mieux éviter cette méthode.

Le broyage des rémanents

En paysage externe

Cette technique n'a pas d'impact en vision externe.

En paysage interne

La couverture du sol par le broyat qui devient rapidement marron confère un sentiment de propreté, d'autant que la vue basse est bien dégagée dans la parcelle. La texture moelleuse du sol et l'odeur de copeaux qui se dégage même longtemps après, ajoute une impression

de bien-être. Dès que possible, utiliser cette méthode.

L'incinération des rémanents

Le feu généré lors de cette technique dégage beaucoup de chaleur. Il peut entraîner le roussissement ou l'embrasement des houppiers et laisser des traces noires au sol.

En paysage externe

Pour ne pas créer d'impact, il faut impérativement éloigner les tas des arbres, ce qui peut être difficile en cas de forte densité.

En paysage interne

- Il faut soit procéder à ce brûlage avant le printemps, pour espérer que la reprise de la végétation recouvre les traces, ce qui est seulement possible si l'incinération n'a pas été trop sévère et n'a donc pas trop perturbé le sol, soit décaler les tas hors de la zone de visibilité interne, ce qui demande une main-d'œuvre supplémentaire.

Le brûlage dirigé des rémanents

En fonction de l'intensité du feu, cette technique peut créer des impacts sur le paysage interne ou externe, mais des modalités particulières permettent de les limiter drastiquement (↬ voir ci-dessous). Cette technique est possible en respectant ces modalités.

Cas particulier du brûlage dirigé

Le brûlage dirigé peut s'utiliser pour tous les travaux cités ici. Toutefois, s'il n'est pas utilisé avec des précautions particulières, il peut porter atteinte au paysage. Citons les plus courantes, ayant d'ailleurs toutes un impact en vision interne :

- le roussissement des houppiers des arbres peut porter atteinte au paysage en vision externe dans le paysage de forêt continue. Réduire l'intensité du brûlage en intervenant uniquement les jours où les conditions sont favorables (humidité, température, le vent, etc.) et en limitant si besoin la charge en combustible, permet de réduire l'impact ;
- les marques noires sur le sol. Intervenir avant le printemps permet à la repousse de la végétation de les recouvrir et de reverdir le sol, puisque le passage d'un brûlage fait peu de dégâts au sol ;
- les marques de carbonisation sur les troncs. Pour limiter l'impact, plusieurs méthodes sont possibles : réduire l'intensité du brûlage ; utiliser des techniques particulières (tel que l'établissement de

lignes d'allumage en amont immédiat du tronc en laissant s'éloigner les flammes, suivi d'une ligne en aval) ou intervenir au préalable pour couper le combustible d'échelle à proximité des troncs ;

- les squelettes (branches ou arbustes dévitalisées restant après le brûlage du feuillage). Seule la coupe a posteriori des squelettes visibles des sentiers permet d'éviter ce problème. Cependant si cette méthode entraîne des surcoûts, elle génère également des rémanents qu'il faut ensuite traiter. La sensibilisation du public est vraisemblablement une piste à développer ;
- la mort des arbres, qui peut également porter atteinte au paysage en vision externe dans le paysage de forêt continue. Réduire l'intensité du brûlage ou éloigner le combustible des arbres de lisière permet d'éviter ces dérives. Toutefois, en cas de mortalité, il est préconisé d'abattre ces tiges. En cas de présence préalable d'arbres morts épars autour, et s'il n'y a pas de risque phytosanitaire, il est aussi possible de choisir de laisser ces arbres morts sur pied.



ZAL traitée en brûlage en février 2022 (cl. Duret)



Reverdissement avant l'arrivée de l'été (cl. Massaiu)

QUE FAIRE EN CAS DE ZAL INCENDIÉE ?

Si une ZAL existante ou prévue par un document de PRMF/PLPI, a été détruite par un incendie, les consignes suivantes sont proposées.
Faire un retour d'expérience post-incendie avec le GTP/GTT afin de confirmer le maintien de l'ouvrage prévu/détruit.
Si l'ouvrage est maintenu :

- couper et éliminer les arbres brûlés afin de garantir l'accessibilité future de l'ouvrage, par la vente, le brûlage ou le broyage ;
- puis mettre en œuvre une des trois options proposées à la partie « ZAL constituée d'un peuplement jeune » de la ➜ fiche 7.

Fiche réalisée en concertation avec Sébastien Lebre, UT Niolu Aitone, ONF Corse

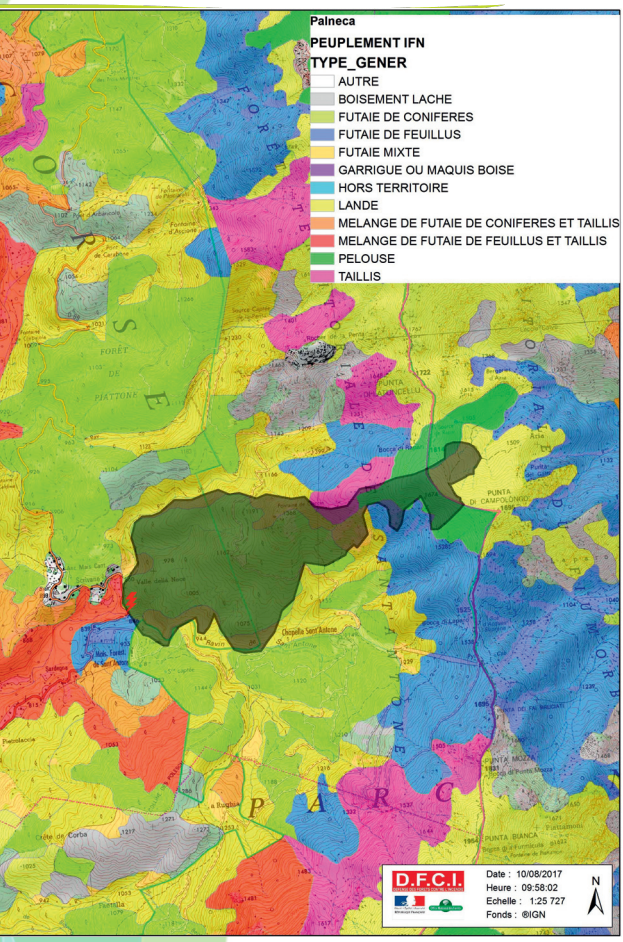
Dans les PRMF et les PLPI, les hêtraies d'altitude sont souvent considérées comme des zones capables de freiner naturellement l'incendie en été.

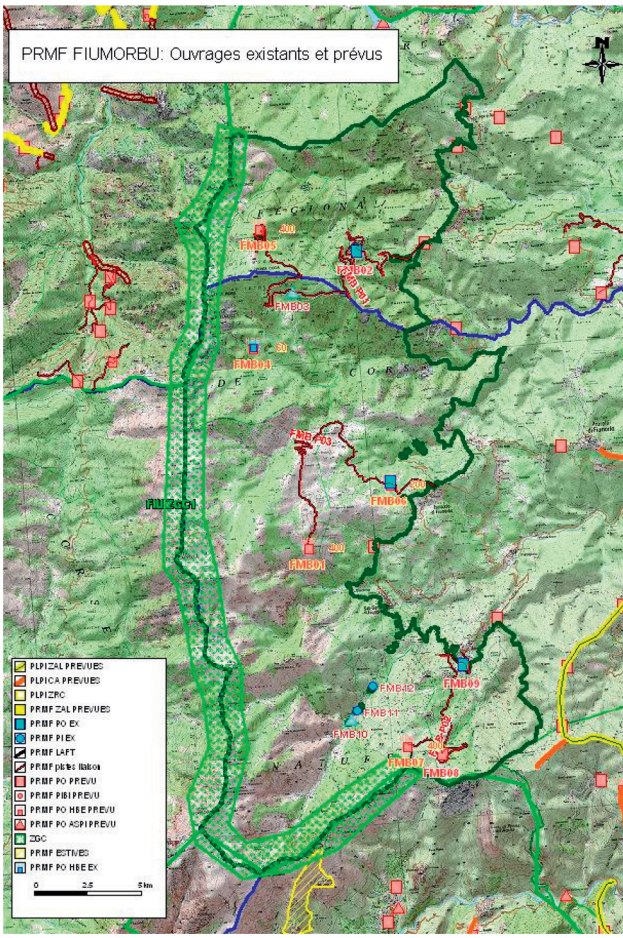
PRMF du Fium'Orbu

- Le feu de Palneca de 2017 (image de droite) nous montre que ce rôle de la hêtraie peut être confirmé. En effet en crête, le feu a été fortement ralenti par la présence d'une hêtraie (en rose et violet sur la carte), mais il a fini par passer dans une zone de discontinuité à lande d'altitude et pelouse alpine (en bleu) en basculant dans le Fiumorbu où il a été arrêté par des actions de lutte (feu tactique et groupe commando).
  Il a donc été décidé de prendre les mesures pour conforter la résistance des crêtes dans les zones de landes et les pelouses montagnardes en s'appuyant sur les formations à hêtres qui freinent naturellement l'incendie. Les mesures suivantes ont été envisagées. Elles sont formalisées dans une zone de gestion de combustible (ZGC) :
  - favoriser le hêtre à chaque fois qu'il est bien installé ;
  - dans la zone à lande et pelouse où les feuillus ne sont pas présents, le GTT a été chargé d'identifier des secteurs stratégiques pour créer une discontinuité si cela est possible et nécessaire (brûlage dirigé) ou pour anticiper sur les actions de feux tactiques (LAFT ou identification de secteur favorables naturels).

- Attention toutefois, sur les feux d'automne (feu de Ghisoni en 2017), l'effet de la hêtraie perd de son efficacité (↬ voir p. 49 « Hêtre » pour l'explication).
  Cette ZGC a été localisée sans précision sur la carte sur toute la ligne de crête dans le document de PRMF (secteur hachuré en vert). Le détail de la localisation des différentes interventions sera réellement décidé sur le terrain et leur localisation et la qualité des actions à mener pour garantir leur efficacité seront réévaluées régulièrement par le GTT, puisque ces milieux sont dynamiques et en évolution constante.

Fiche n° 12





Incendie de Palneca 2017 (à gauche) et plan rapproché de protection du massif forestier (PRMF) de Fiumorbu (à droite)

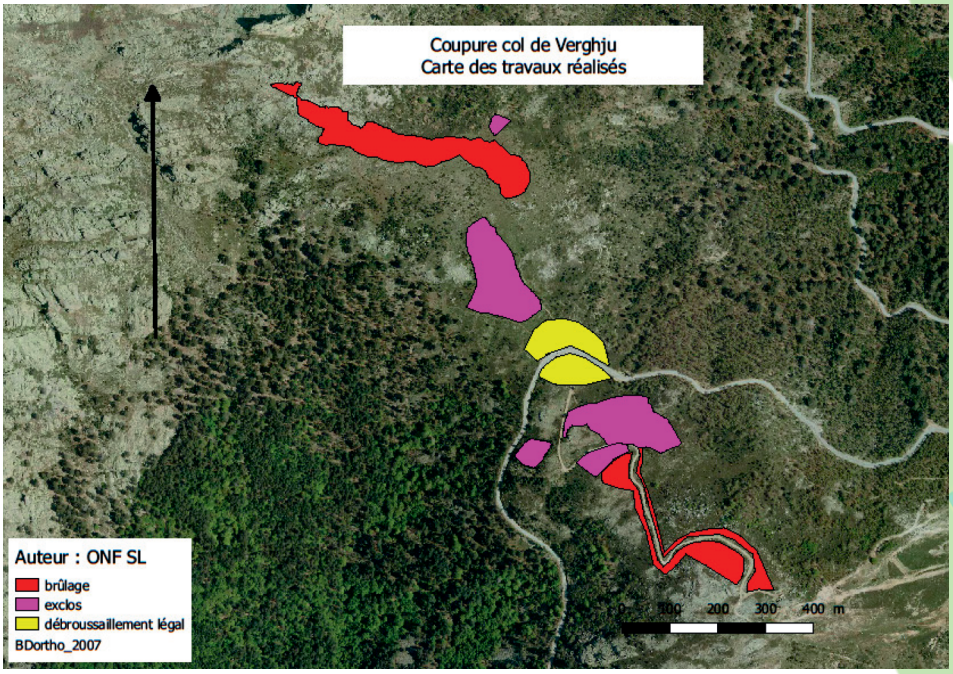
La PRMF de Valdu Niellu

Une autre zone de gestion de combustible est en cours de réalisation sur le col de Verghju. La PRMF Valdu Niellu y prévoyait initialement une coupure de combustible active. En 2015, suite à une visite de programmation des chantiers brûlage, l'ONF a proposé au GTT d'apporter des modifications techniques au projet pour des raisons paysagères. Des travaux de génie végétal pour favoriser et protéger le hêtre, accompagnés par la réduction du combustible en débroussaillement manuel et brûlage dirigé, ont commencé en 2017, suite à l'accord du GTT.

De fait, cette coupure de combustible active a été transformée en zone de gestion de combustible. Cette ZGC est la première en cours de réalisation.

Travaux réalisés sur le col de Verghju pendant l'hiver 2017/2018 :

- 7 ha de brûlage en mosaïque ;
- 6 ha d'exclus réalisés en 2017 ;
- 2 ha de débroussaillement mécanique autour du parking ;
- 2 400 plants de hêtre installés dans les enclos situés au nord du col ;
- 2 ha d'abattage de pins roussis sur zone brûlée ;
- 2 ha de dégagement des hêtres existants.





Travaux réalisés sur la ZGC de Verghju (cl. Lebre)

Ci-dessus et ci-contre. Réalisation du brûlage dirigé sur Verghju





Travaux réalisés sur la ZGC de Verghju (cl. Lebre)

Ci-contre. Plantation de hêtre

Ci-dessous. Mise en place des exclos

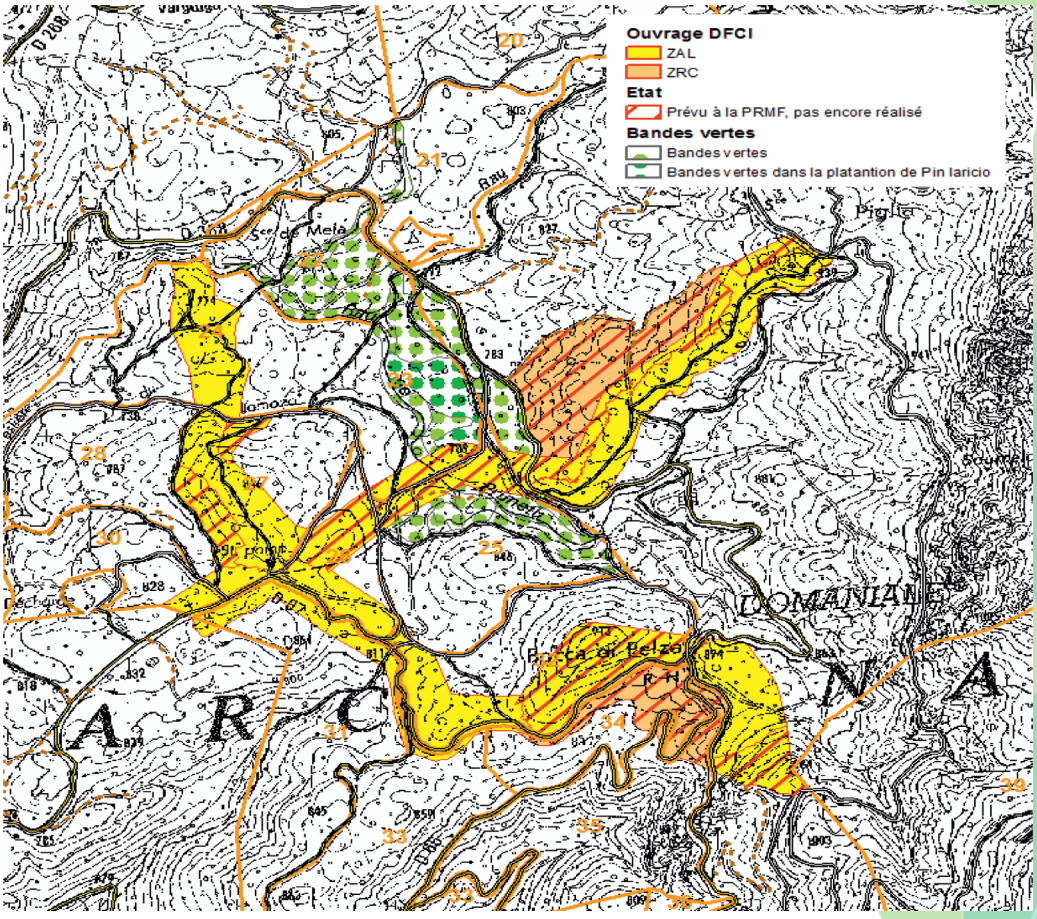


Sources : Aménagement de la forêt communale de Zonza (ONF 2020)
PRMF de Zonza (ONF 2022)

Contexte

Il a été proposé, dans le cadre de la PRMF de Zonza, de faire une expérimentation sur l'intérêt des bandes vertes. En effet, une partie du massif était difficilement protégeable contre un incendie avec uniquement des ouvrages classiques (et en particulier les ouvrages nécessitant un personnel de lutte).

Ainsi, afin de protéger à la fois la route départementale, très fréquentée, cloisonner de façon complémentaire une partie du massif et améliorer l'efficacité d'une ZAL toute proche, des bandes vertes ont été localisées en appui des ripisylves déjà bien conservées, en forêt communale et territoriale de Zonza.



Localisation des bandes vertes au sein des ouvrages de protection contre l'incendie dans la forêt de Zonza

Cette proposition a été faite conjointement avec l'élaboration de l'aménagement de la forêt communale de Zonza. Elles n'ont pas pu être intégrées dans celui de la forêt territoriale de Zonza, puisqu'il avait déjà été élaboré. Cet exemple ne détaille donc que la partie située en forêt communale, qui représente néanmoins la plus grande surface de l'ouvrage.

Mode de gestion proposé

Principes retenus et décisions de gestion

- Sur ces secteurs, il est prescrit d'introduire des essences à fort couvert (essences dites « vertes ») pour limiter naturellement la repousse du maquis et ainsi augmenter la surface contribuant à la protection du massif, sans augmenter le recours à des travaux de réduction du maquis.
Le châtaignier étant une essence à fort couvert et adaptée à ces stations, il a été proposé de l'utiliser dans la forêt communale. Les représentants de la commune ont été vivement intéressés par les possibilités d'utilisation connexe de cette essence, et en particulier son fruit, pour des questions économiques d'une part (avec la possibilité de valorisation de la châtaigne) et culturelles et historiques d'autre part (importance de la châtaigne dans l'alimentation ancestrale des villages de montagne).
Cependant, la commune ayant déjà investi sur ces secteurs, il y a une dizaine d'années, dans une plantation de 5 ha de pin laricio, il aurait été dommage de ne pas mettre en valeur également cette essence.
- Il a donc été décidé que ces bandes vertes auront pour objectif d'aménagement, en forêt communale, la défense contre les incendies. La production de châtaignes sera conduite en tant qu'objectif secondaire. Cependant, le potentiel de production de bois, enjeu fort sur ce secteur, sera pris en compte en tant que modalités de coupes et travaux. La surface étant relativement faible (une trentaine d'hectares) et le mélange d'essences prévu (châtaignier et pin laricio) nécessitant un travail précis, le traitement irrégulier pied à pied a été retenu.
Les ripisylves font également partie intégrante de l'ouvrage. Néanmoins, compte tenu de leur fragilité et de leur état naturel favorable à l'objectif poursuivi, elles ne sont pas concernées par les interventions.

Interventions proposées

L'aménagement de la forêt communale prescrit les interventions suivantes.

Dans les peuplements de pin maritime :

- coupe rase ;
- suivi de l'élimination du maquis et de la régénération naturelle de pin maritime ;
- puis travail du sol ;
- et plantation de châtaigniers greffés à distance de 6 m chacun (densité 275/ha).

- Entretien des plantations : nettoiement, démaquisage. Tant que les châtaigniers n'ont pas atteint un couvert suffisant pour empêcher la repousse du maquis, ces secteurs seront régulièrement démaquisés.

Dans les plantations de pin laricio existantes :

- éclaircie précoce dès que les qualités des tiges pourront être distinguées (stade perchis). Densité ciblée : 200 à 250 tiges/ha ;
- puis plantation de châtaigniers dans l'intervalle des pins laricio, avec la même densité (distance de 6 m entre chaque châtaignier). Ceux-ci resteront donc en sous-étage du pin laricio.

Les pins laricio seront élagués pour augmenter la discontinuité verticale (critères DFCI) et pour améliorer la qualité du bois.

Les travaux de nettoiement et de démaquisage concerneront aussi ces peuplements.

Des travaux de taille des châtaigniers seront bien évidemment à réaliser, pour répondre à l'objectif de production de châtaignes. Ils devront

- respecter les contraintes de l'ouvrage (rémanents et saison). Des modalités d'élagage des pins laricio permettront de conserver le potentiel productif des bois, sans porter atteinte à l'opérationnalité de l'ouvrage.

Principe

La mise en autorésistance à l'incendie d'un peuplement forestier vise à minimiser les dégâts d'un feu sur ce peuplement pour en garantir sa survie. Pour cela, il est nécessaire de réduire sa combustibilité, en particulier celle du sous-bois afin de :

- rompre la dynamique verticale du feu pour que celui-ci ne se communique pas aux cimes, à partir des strates inférieures ;
- rompre sa dynamique horizontale en créant les ruptures nécessaires dans la chaîne du combustible ;
- réduire sa puissance pour que la température n'atteigne pas le seuil mortel pour la strate arborée.

Il faut également travailler sur la vigueur du peuplement et des arbres qui le constituent, pour éviter une trop grande quantité de dépérissements et de chablis qui constituent un combustible facilement utilisable par l'incendie.
Notons toutefois que chaque peuplement à mettre en autorésistance est un cas particulier. Parfois, le sous-bois sera un des éléments principaux à protéger (présence de régénération, intérêt écologique, etc.).

Surface minimale

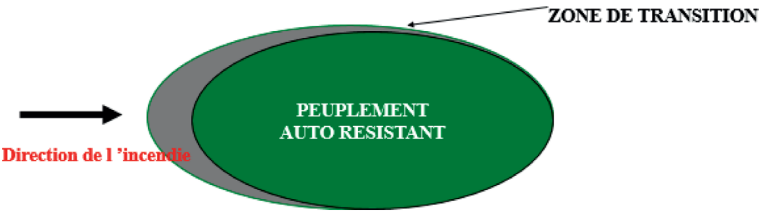
Pour être sûr que l'autorésistance soit effective, on vise l'effet de masse. Il faut donc une surface minimale.
Le consensus actuel à dires d'expert est fixé à 30 ha minimum en pinède en l'absence d'une zone tampon, mais aucune étude n'a validé ce chiffre, ni n'a traité les autres essences.

Zone tampon et zone de transition

Dans le cas général, le peuplement autorésistant présentera sur sa lisière une zone de transition. Il s'agit d'une bande périphérique interne au peuplement autorésistant qui est susceptible de ne pas résister au passage de l'incendie avant que celui-ci ne perde de sa puissance et ne retombe au sol.

Pour certains peuplements remarquables et afin de réduire au maximum la zone de transition, il pourra être nécessaire de traiter un secteur dans le périmètre externe du peuplement autorésistant, dans le

Zone de transition

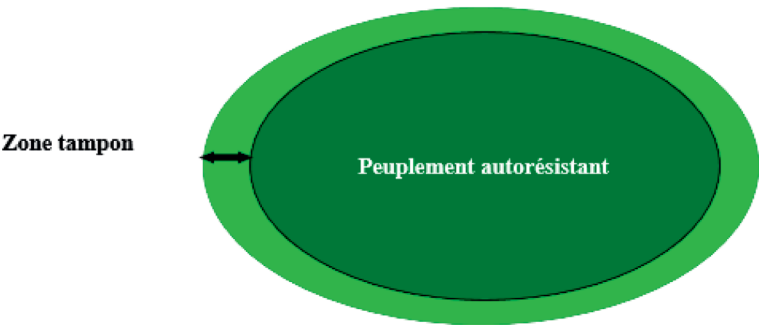


La zone de transition doit rester dans des proportions faibles par rapport à l'ensemble de la zone mise en autorésistance.

La zone de transition (source: Massaiu & Planelles 2007)

but de réduire la puissance d'un incendie avant qu'il ne l'impacte. Cet aménagement périphérique est appelé zone tampon.
La réalisation d'une zone tampon pourrait concerner des peuplements très sensibles à l'incendie (écorce fine).

Zone tampon



La zone tampon (source: Massaiu & Planelles 2007)

Largeur de la zone de transition

Lors de l'incendie de Valle Mala, la ZAL, alors en cours de réalisation, avait les caractéristiques d'un peuplement mis en autorésistance. Elle possédait en outre une bande décapée d'environ 1 m en bordure d'ouvrage.
Le feu a parcouru la ZAL mais est tombé au sol presque immédiatement (0 à 5 m environ) en arrivant dessus. Ainsi, la strate arborée (composée



ZAL sur l'incendie de Valle Mala (Bonneton/DDTM-2A)

de pin maritime) n'a pas participé à la combustion et a pu survivre.
Cet exemple laisse penser que la zone de transition n'a peut-être pas besoin d'être trop large, et que la réalisation d'une bande décapée serait un moyen de limiter ses dimensions.
D'autre part, sur l'incendie de Rospa Sorba de 2003, il a été observé qu'une rupture de pente perpendiculaire à l'axe de propagation peut contribuer à réduire considérablement la zone de transition.

- Aucune étude n'a néanmoins validé ces retours d'expérience.

Synergie des ouvrages

La proximité des secteurs mis en autorésistance et les ouvrages de lutte améliorent l'efficacité de la protection contre l'incendie.
C'est pourquoi les secteurs à traiter sont localisés en priorité à proximité d'un ouvrage de lutte. En effet, si le secteur visé par l'autorésistance se situe derrière l'ouvrage de lutte, en parcourant celui-ci, le feu sera retombé au sol (incendie de surface) ; une zone de transition ne sera alors pas nécessaire.
À l'inverse, une zone mise en autorésistance (par exemple préconisée

sur l'ensemble d'un versant) peut renforcer l'efficacité de l'ouvrage de lutte en réduisant l'intensité d'un incendie avant qu'il n'arrive dessus et en limitant le risque de sautes de feu qui pourraient le dépasser.

Points de vigilance

Mise en autorésistance et objectifs de gestion des peuplements

Quand le peuplement est géré pour répondre à un objectif de gestion défini dans l'aménagement forestier (production de bois d'œuvre, intérêt écologique, intérêt paysager, accueil du public, etc.), sa mise en autorésistance doit impérativement être compatible avec les buts poursuivis (respectivement, faire croître du bois de qualité, préserver un écosystème particulier, préserver un paysage particulier, accueillir et sécuriser le public, etc.). **En aucun cas, la mise en autorésistance ne devra aller à l'encontre de ceux-ci**.

Pour les objectifs en lien avec le paysage (groupe d'intérêt paysager et groupe d'accueil du public), ➜ se référer à la fiche 10 « Prise en compte du paysage sur les ouvrages DFCI ».

Mise en autorésistance des pinèdes et régénération des peuplements

Traitement régulier

Si les phases adultes d'un peuplement peuvent généralement être mises en autorésistance, les phases de régénération (semis et gaulis) sont difficilement protégeables. Le recours à une zone tampon, dont la largeur est à définir, peut constituer une solution.

Quoi qu'il en soit, le brûlage dirigé peut être pratiqué à partir de 5-10 cm de diamètre et 1 m – 1,30 m de hauteur quelle que soit la densité de peuplement.

Traitement irrégulier pied à pied

Parfois les contraintes liées à l'utilisation du brûlage dirigé dans les peuplements irréguliers où nous devons conserver de la régénération sont telles qu'on peut se poser la question de sa pertinence.

Un itinéraire est néanmoins proposé pour la mise en autorésistance par brûlage dirigé (➜ voir fiche 16 « Itinéraires techniques d'utilisation du brûlage dirigé dans la mise en autorésistance »). Cette technique n'a cependant pas encore été utilisée dans ce contexte. Elle reste donc à valider et à modifier éventuellement par l'expérience.

Types de travaux préconisés pour la mise en autorésistance et modalités d'application

Les travaux suivants permettent de mettre les peuplements en autorésistance. Ils peuvent être utilisés quel que soit le type de traitement sylvicole. On peut néanmoins avoir recours à d'autres techniques, comme le pâturage. Dans le cadre du projet Med Foreste, des parcelles expérimentales permanentes ont été mises en place pour étudier l'efficacité des différents types de travaux sur la mise en autorésistance d'une pinède. En parallèle, une thèse de l'université de Corse étudie leurs impacts sur l'environnement.

Éclaircie

L'éclaircie contribue à réduire la densité en éliminant en priorité les brins de maquis, les arbres morts, les arbres dominés et ceux qui pourraient conduire le feu dans le houppier (arbres blessés présentant des coulées de résine ou un tronc creux). L'élimination des arbres codominants et en bonne santé permet aux tiges restantes d'être plus robustes et augmente ainsi la stabilité du peuplement. En effet, les chablis augmentent la quantité de combustible de surface et d'échelle disponible et l'effet mikado participe à leur continuité.

Les modalités de l'éclaircie dépendront du type de peuplement. On peut proposer ici quelques bases, à adapter au contexte local (essence, densité, station, étage de végétation, densité et composition du maquis...).

Dans les jeunes peuplements ou bouquets réguliers de pin maritime ou laricio à l'étage montagnard ou supraméditerranéen :

- pour une hauteur des pins < 2 m : enlever uniquement le maquis et les tiges dominées et mortes ;
- pour une hauteur des pins comprise entre 2 et 6 m : espacer les tiges à 1,5 m ;
- pour une hauteur des pins > 6 m : espacer les tiges à 3 m.

Dans les peuplements irréguliers pied à pied, ne pas trop ouvrir le couvert pour éviter la forte recrudescence du maquis, favoriser la dévitalisation naturelle des branches basses et la croissance en hauteur des tiges.

Le brûlage dirigé peut également éclaircir les tiges de petit diamètre, en adaptant son intensité.
L'éclaircie par abattage doit impérativement être suivie par des travaux d'élimination des rémanents, sans quoi cette intervention augmente le combustible facilement disponible en transformant du combustible vivant en combustible mort (action sur la continuité verticale du combustible mais pas sur sa charge).

Élagage

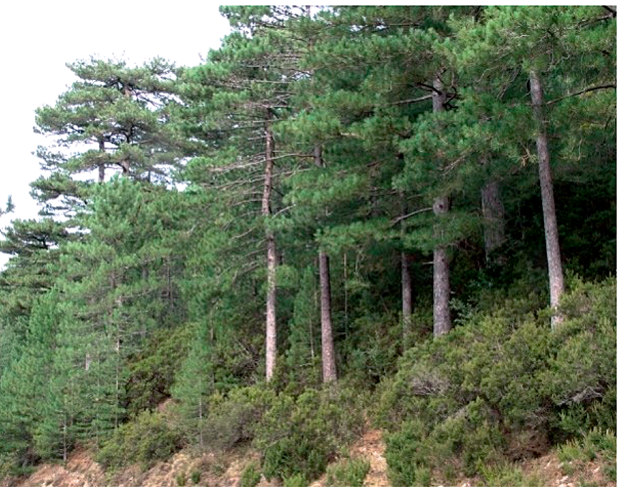
Le but est de supprimer les branches basses vivantes pour augmenter la discontinuité verticale et réduire le risque de feu de cime. À noter que les fines branches mortes n'ont pas un impact significatif sur la combustibilité du peuplement. Elles n'ont pas besoin d'être élaguées, sauf pour permettre aux opérateurs de pénétrer dans le peuplement.
Pour le pin maritime et laricio, l'élagage ne doit pas créer d'écoulement de résine sur le tronc. En effet, en cas d'incendie, cela risquerait d'enflammer l'arbre et de propager le feu dans la canopée. Pour cela, plusieurs méthodes sont possibles :

- élaguer à la scie hors saison de végétation ;
- élaguer à la scie à quelques centimètres du tronc, pour que la résine s'écoule par terre. Cependant, cette méthode génère un chicot, préjudiciable autant pour la qualité du bois que d'un point de vue esthétique. Dans les peuplements à objectif de production de bois d'œuvre ou d'accueil du public, si cette méthode est pratiquée, elle devra être suivie de l'élimination du chicot une fois celui-ci mort ;
- élagage thermique avec utilisation du brûlage dirigé.

Comme pour l'éclaircie, les rémanents doivent être éliminés.

Élimination du sous-étage et du combustible au sol

Le but est de créer une discontinuité verticale et horizontale et de réduire la charge en combustible. Il est pratiqué par débroussaillement et/ou brûlage dirigé. Comme pour l'éclaircie et l'élagage, le débroussaillement sera suivi de travaux d'élimination des rémanents.
Le brûlage dirigé permet en outre de réduire la litière, dont la partie haute, constituée de l'accumulation continue d'aiguilles résineuses, est combustible.





Peuplements avant (gauche) et après (droite) la mise en autorésistance (cl. Massaiu)

Élimination des rémanents

Cette opération est indispensable pour traiter les résidus des opérations précédentes de mise en autorésistance ou des opérations de la sylviculture pratiquée dans l'objectif de gestion du peuplement. Elle permet d'éviter d'augmenter la charge en combustible de la strate basse, la plus facilement mobilisable par l'incendie.

Éparpillement des rémanents

- Cette méthode, rapidement mise en œuvre et participant au renouvellement de la qualité du sol, permet aux petites branches mises en contact avec le sol d'être dégradées par la faune de celui-ci. Cependant, l'éparpillement transforme du combustible d'échelle vivant en combustible de surface mort, c'est-à-dire beaucoup plus facilement accessible et utilisable par l'incendie, d'autant plus préjudiciable si les plus gros billons ne sont pas exportés. En effet, la présence de billons > 7 cm et jusqu'à 30 cm de diamètre augmente considérablement la quantité de matière combustible de surface, mais aussi son délai de dégradation, d'autant plus lorsque tous les tronçons ne peuvent pas être en contact avec le sol (effet mikado). **Cette méthode n'est donc pas conseillée dans les peuplements mis en autorésistance**, à moins de limiter les rémanents à des diamètres inférieurs à 7 cm, dans une station fraîche à assez fraîche, permettant une bonne dégradation.

Mise en tas et incinération des rémanents

Nécessitant plus de main-d'œuvre, l'incinération, indispensable dans ce cas, augmente les risques de blessure aux arbres et de détérioration du premier horizon du sol. Cependant, elle permet de diminuer drastiquement ce combustible, ce que l'on recherche dans le cas de la mise en autorésistance.

Broyage des rémanents

Peu utilisée, car nécessitant de la main-d'œuvre et du matériel spécialisés et un accès au broyeur dans le peuplement, cette méthode consiste à réduire la matière organique en copeaux fins qui sont rapidement décomposés. Tout en participant au renouvellement de la qualité du sol, elle permet d'éliminer rapidement le combustible. Attention toutefois, tant qu'il n'est pas décomposé, le broyat créé une grosse charge de combustible fin et mort, c'est-à-dire du combustible de surface disponible pour le feu. En ce sens, il peut participer à l'accélération d'un incendie. L'intérêt pour la mise en autorésistance est donc fortement lié à la durée de dégradation de ce broyat.

Brûlage dirigé des rémanents

Cette méthode consiste à conduire un feu à basse intensité dans le peuplement. Nécessitant une main-d'œuvre spécialisée, elle présente un très gros avantage en ce qui concerne la protection contre l'incendie : elle permet d'éliminer tout le combustible des strates d'échelle et basse, litière incluse. Or celle-ci alimente fortement les incendies dans les peuplements résineux, d'autant plus qu'elle est épaisse et continue. Elle est donc particulièrement efficace dans les peuplements d'essences dont l'écorce est suffisamment épaisse pour supporter un tel feu (pin maritime et laricio en particulier).

Elle laisse cependant des squelettes (arbustes ou branches dévitalisés ne comportant plus de feuilles fines), qui ne participent néanmoins peu ou pas à l'incendie.

SYLVICULTURE PROPOSÉE SUR UNE ZONE MISE EN AUTORÉSISTANCE DANS UN BUT DE CONSERVATION PAYSAGÈRE

Fiche n° 15

EXEMPLE DE LA CRÊTE DU VELACO (SITE DE BAVELLA)

Projet Med Foreste (programme européen Marittimo)
Sources : Aménagement de la forêt communale de Zonza (ONF 2020)

Contexte

L'attrait de niveau international du site classé des aiguilles de Bavella et sa très forte fréquentation, imposent de conserver ce paysage, *a minima* en vision externe depuis le col et les sentiers qui parcourent les aiguilles. Ainsi, l'objectif paysager a été retenu dans la gestion forestière, se traduisant par une demande de mise en autorésistance de la crête du Velaco (Aménagement forestier de la FC Zonza, confirmé par la PRMF de Zonza).

Ici l'autorésistance est donc mise au service de la conservation du paysage externe, c'est-à-dire à la conservation de la canopée (verte et intacte) en cas de passage d'un incendie.

Ce secteur jouxte une ZAL, située en amont, sur la crête du Velaco, sur laquelle a été relocalisé un sentier très fréquenté, ouvert même en cas de risque exceptionnel (dans le but de délester le reste du massif lors des fermetures). Ainsi, la synergie des ouvrages a été utilisée, en particulier pour augmenter la protection du public.

Les préconisations exposées ici intègrent donc à la fois la mise en autorésistance (au service du paysage externe) et l'accueil du public (sa protection et la réduction des impacts paysagers en vision interne).

Ces préconisations ont fait l'objet d'une étude particulière dans le cadre du programme européen Marittimo (projet Med Foreste).

Les éléments concernant spécifiquement la gestion de la ZAL, ainsi que les flux de fréquentation ne sont toutefois pas décrits ici.

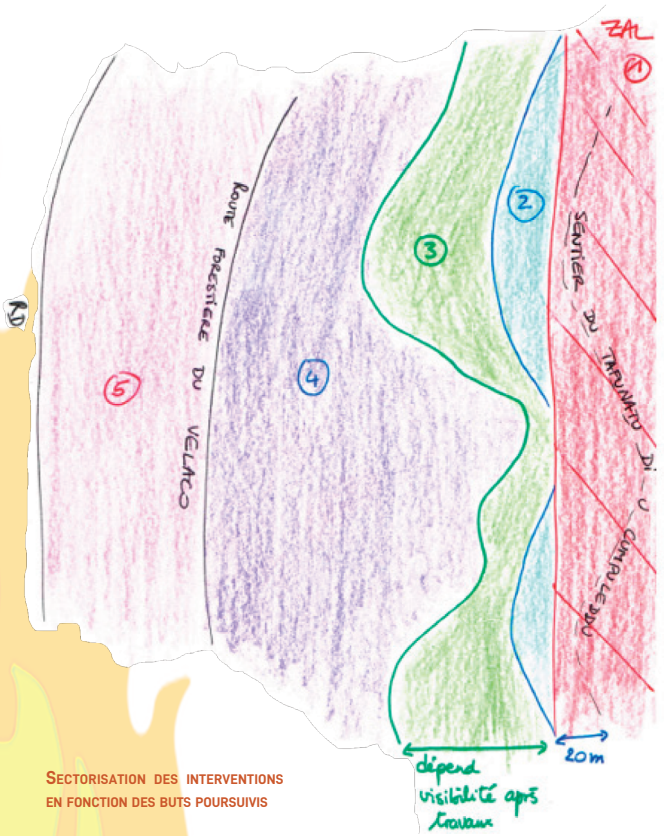
Mode de gestion proposé

Étant donné la gradation spatiale en fonction de la distance à la ZAL et au sentier, les interventions à effectuer sont sectorisées par zones afin de bien les adapter aux buts poursuivis.

Les zones ❷ à ❺ correspondent aux secteurs mis en autorésistance et couvrent 56 ha.

Notons toutefois que, en raison de ses caractéristiques, la ZAL (zone ❶) est aussi autorésistante.

Sur la zone mise en autorésistance, la sylviculture proposée se rapproche de celle du traitement irrégulier, sans toutefois que l'on puisse apporter à ce stade plus de précision. Les expériences réalisées



Sectorisation des interventions en fonction des buts poursuivis

sur une partie de ce secteur (projet Med Foreste) permettront d'y définir un traitement particulier.
L'essence-objectif est le pin laricio. Les feuillus, sapins et divers sont à conserver, mais en faible proportion, pour ne pas compliquer l'entretien éventuel de l'ouvrage en brûlage dirigé. Le critère d'exploitabilité est la durée avant dépérissement des arbres.
La régénération doit être préservée, sauf si elle pose un problème pour les buts poursuivis. Elle sera essentiellement sous forme de régénération naturelle.

Zone	Localisation	But poursuivi
❶	Emprise de la ZAL	Protection contre l'incendie (ZAL) Sécurisation du public et paysage interne (présence du sentier) Paysage externe
❷	Externe à la ZAL mais à une distance de 20 m du sentier (distance à ajuster en fonction du type de peuplement)	Sécurisation du public et paysage interne (proximité immédiate du sentier) Paysage externe
❸	En aval de la zone ❷ mais visible depuis le sentier (visibilité estimée après travaux)	Sécurisation du public et paysage interne (proximité du sentier) Paysage externe
❹	En aval de la Zone ❸ et en amont de la route forestière de Velaco	Sécurisation du public (interface pour réduire la puissance d'un feu) Paysage externe NB : Ces secteurs ne sont plus visibles depuis le sentier
❺	En aval de la route forestière de Velaco et en amont de la route départementale	Paysage externe

Coupes et travaux

Principe

Les prescriptions en matière de paysage externe (c'est-à-dire la mise en autorésistance) concernent les zones ❷ à ❺. Il s'agit de travailler sur les trois strates de combustible :

- suppression du combustible de surface, avec préservation d'une partie de la régénération ;
- réduction du combustible d'échelle par suppression du maquis et espacement des jeunes tiges (distance définie selon leur hauteur) ;
- sélection dans le combustible aérien par élimination des arbres dominés et morts.

Les prescriptions en matière d'accueil du public sont :

- la mise en sécurité en éliminant le combustible des zones ❷, ❸ et ❹ de façon de plus en plus exigeante à mesure que l'on s'approche du sentier ;
- la valorisation du paysage interne dans les zones ❶ (à proximité des sentiers uniquement), ❷ et ❸. Cela se traduit par la conservation des arbres les plus esthétiques, le respect de l'aspect naturel du site (proscrire les formes géométriques) et la réduction des impacts des travaux (par exemple pour le brûlage dirigé : hauteur de noircissement, élimination des squelettes, programmation en avant-saison pour garantir le verdissement et le camouflage).

L'ensemble de ces prescriptions sont combinées et adaptées par secteur. Les consignes seraient allégées si elles ne répondaient pas également à l'objectif d'accueil du public.

Consignes

La régénération est à conserver sur certaines tâches (donc les modalités de travaux devront en tenir compte).

Zone ❺

- Suppression du combustible de surface. En cas de brûlage dirigé :
  - pas de roussissement des houppiers des arbres adultes ;
  - dans les bouquets à structure irrégulière, en cas d'absence de régénération sous les GB/TGB, ne pas brûler pour assurer la régénération future ;

N.B. La repousse de la fougère ne pose pas de problèmes en été ; au contraire, elle masque le noircissement du brûlage et réduit l'impact visuel.

- suppression du combustible d'échelle :
  - dans les bouquets de jeunes pins, si H < 2 m : enlever uniquement le maquis et les tiges dominées et mortes ; si 2 m < H < 6 m : espacer les tiges à 1,5 m et si H > 6 m : espacer les tiges à 3 m ;
  - sous les jeunes adultes (PB, BM hors « petits vieux ») : supprimer la régénération ;
  - sous les vieux (GB/TGB), préserver la régénération comme dans les bouquets de jeunes pins. Brûlage dirigé : suivre l'itinéraire du brûlage dirigé en irrégulier.

Concernant le combustible aérien, enlever les tiges dominées, roussies et mortes, tout en préservant 1 arbre mort/ha. Préférer toujours conserver les houppiers les plus esthétiques en vision externe.

Zone ❹

Mêmes interventions que dans la zone ❺ avec en plus :

- élagage à 3 m dans les secteurs non concernés par le brûlage dirigé ;
- entretiens plus fréquents. Intervalles à définir en fonction de la repousse.

Zone ❸

Mêmes interventions que dans la zone ❹ en évitant les formes géométriques et les distances systématiques. Les travaux épouseront les formes du paysage interne (contour des peuplements en particulier). En cas d'utilisation du brûlage, des mesures pour limiter l'impact sur le paysage interne devront être prévues (par exemple : adapter les périodes pour permettre le reverdissement pour la saison estivale, limiter la hauteur de noircissement, restreindre les roussissements des houppiers, éliminer les squelettes post-brûlage).

Zone ❷

Mêmes interventions que dans la zone ❸ avec en plus :

- entretiens beaucoup plus fréquents pour tendre vers le zéro combustible au sol (hors fougère estivale). Fréquence à adapter en fonction des conclusions de la visite annuelle en fin d'hiver (impérative) ;
- extraction des arbres présentant des coulées de résine et les arbres morts sur pied ;
- exigence plus forte pour la mise à distance et l'élagage des tiges. À décider au cas par cas.

Pour effectuer la mise en autorésistance en pinède, la technique la plus utilisée actuellement est le brûlage dirigé. Cependant, les contraintes ne sont pas identiques pour tous les traitements sylvicoles. C'est pourquoi cette fiche définit des itinéraires techniques par type de traitement, dans trois cas de figure : traitement régulier par parquets, traitement irrégulier pied à pied, passage d'un traitement régulier à un traitement irrégulier. Pour l'instant, elle se cantonne au pin laricio (PL) et au pin maritime (PM).

Traitement régulier par parquets

Âge de la 1re intervention

Deux possibilités en fonction des résultats souhaités :
Intervention possible à partir de 5-10 cm de diamètre (stade gaulis/perchis) :

- si le but recherché est une éclaircie ou un dépressage thermique et un élagage thermique ;
- ou si une éclaircie et un débroussaillement avec élimination de rémanents ont déjà été réalisés.

Intervention possible à partir de 10 cm de diamètre (perchis) :

- si une faible mortalité est acceptée ;
- ou si l'éclaircie, le dépressage et l'élagage manuel précèdent le brûlage (sans élimination des rémanents).

Nombre et rotations des interventions

Trois réalisations de brûlage semblent nécessaires.
Les rotations seront de 3 à 5 ans dans le PL et de 2 à 5 ans dans le PM.

Conditions de réalisation

Pluie : minimum 2 jours après la dernière précipitation, idéalement entre 3 et 12 jours, maximum 28 jours après (Fernandes).

[1] Valeurs actuellement utilisées dans l'Aude. Au Portugal, les valeurs tournent plutôt autour de 3 à 6 km/h de façon idéale et 12 km/h au maximum.

Vent: constant entre 10 et 30 km/h (le vent est nécessaire pour que les fumées se dissipent rapidement et pour éviter de blesser les houppiers en inclinant la colonne de convection). Ces valeurs ne sont pour l'instant pas figées et sont variables d'une équipe à l'autre[1].
Éviter de brûler avec un vent non établi, ou sans vent dans des secteurs à plat, ou avec un vent contraire à la pente.
Pente: > 20 % pour brûler sans vent.
Humidité relative: > 30-40 %.
Température: idéalement < 13 °C, maxi 20 °C pour éviter les risques de scolytes.
Sol et humus humide.

La technique et les conditions du brûlage devront être adaptées à la charge du combustible de la parcelle. En cas de charge élevée, choisir de diminuer l'intensité du brûlage en prescrivant les conditions suivantes: substrat humide, humidité de l'air importante, température basse, ligne d'allumage réduite.

Période de réalisation

Idéalement entre octobre et fin mars, maximum en avril en cas de saison particulière (forte pluie au printemps et température fraîches). Ces périodes sont données à titre indicatif pour limiter au maximum le risque d'attaque de scolytes. Selon la station, l'altitude, les espèces de scolytes présentes et les températures du printemps, la période prescrite pourrait être modifiée.

Synergie entre les techniques

Le brûlage peut être réalisé en ouverture ou précédé par des opérations d'éclaircie, de dépressage et d'élagage. Dans ce cas, des consignes particulières sont impérativement à respecter:

- élagage à effectuer sans coulées de résine (hors zone de production: pas au ras du tronc, ou élagage en automne pour le PL pour limiter les coulées de résine. Attention, dans les zones de production à PM, élaguer plutôt après le brûlage);
- rémanents de travaux et de coupe à tronçonner et à éparpiller sur le terrain: billonnés à 1 m ou, en cas de risque de scolytes, billonnage court à 50 cm.

Traitement irrégulier pied à pied (peuplement à l'équilibre)

Le gestionnaire forestier devra définir, en fonction du type de peuplement et des valeurs cibles – surface terrière et effectif de perches visés (arbres objectifs) –, le nombre de collectifs de régénération à préserver par les services en charge du brûlage dirigé.

Pour l'instant, en l'absence de connaissance sur les types de peuplements irréguliers autorésistants (ou moins vulnérables à l'incendie) et de leurs données cibles, l'hypothèse suivante a été émise : conserver les collectifs dans les trouées.

- Cependant, si le peuplement est trop clair et pas autorésistant à cause de la repousse excessive du maquis, il est possible de conserver plus de collectifs. Un maximum sera à établir pour garantir l'efficacité et la faisabilité des travaux.

Des retours d'expériences sont indispensables pour affiner ces hypothèses en l'absence d'étude dédiée.

Âge de la 1re intervention

Dans une pinède irrégulière, il est possible d'intervenir à tout moment, mais il est indispensable de sauvegarder des collectifs de régénération et de préserver les petits bois. Par conséquent, le brûlage sera peu intense et les collectifs de régénération seront identifiés, en général à chaque trouée, et préservés (non parcourus).

- 

Brûlage dirigé de faible intensité dans un peuplement irrégulier de pin laricio pour préserver la régentation (cl. Massaiu)

Quand ces collectifs auront un diamètre de 5 à 10 cm et une hauteur de 8 à 10 m, on pourra réaliser un brûlage dirigé peu intense d'ouverture. Si le peuplement est moins haut pour les mêmes diamètres, la faisabilité du brûlage doit être étudiée.
À ce stade, sélectionner d'autres collectifs où on laisse s'affirmer la régénération (non parcourus).

Rotation des interventions

Les interventions seront espacées de 5 ans minimum pour permettre l'affirmation des collectifs de régénération. Si une intervention plus rapprochée est nécessaire, avant l'affirmation de la régénération, veiller à éviter les zones destinées au collectif de régénération. Une matérialisation des collectifs de régénération par le gestionnaire peut être utilement envisagée.

Conditions de réalisation

Humidité du combustible élevée.
Humidité relative élevée.
Température basse (en particulier pour les interventions dans les bouquets de régénération).

Période de réalisation

Idéalement entre octobre et fin mars, maximum en avril en cas de saison particulière (forte pluie au printemps et température fraîches). Ces périodes sont indicatives pour limiter au maximum le risque d'attaque de scolytes. Selon la station, l'altitude, les espèces de scolytes présentes et les températures du printemps, la période prescrite pourrait être modifiée.

Synergie entre techniques

Synergie possible comme en traitement régulier, mais *a priori* pas nécessaire.
Dans tous les cas, dans les trouées, dès la sélection de la régénération avant son affirmation, les rémanents de travaux et de coupe sont à tronçonner (1 m ou 50 cm en cas de risque de scolytes) et à éparpiller sur le terrain.

Passage d'un traitement régulier à un traitement irrégulier

Le gestionnaire forestier devra définir, en fonction du type de peuplement et des valeurs cibles – surface terrière et effectif de perches visés (arbres objectifs) –, le nombre de collectifs à préserver par les services en charge du brûlage dirigé.
Pour l'instant, en l'absence de connaissance sur les types de peuplements irréguliers autorésistants (ou moins vulnérables à l'incendie) et de leurs données cibles, les hypothèses suivantes ont été émises :

- dans le cas d'une futaie à l'équilibre, conserver 5 à 7 collectifs/ha de semis/gaulis ;
- dans le cas d'une futaie plus claire, ces chiffres pourront être augmentés.

Dans les peuplements irréguliers sans traitement sylvicole, conserver les collectifs dans les trouées.
Un maximum sera à établir pour garantir l'efficacité et la faisabilité des travaux.
Des retours d'expériences sont indispensables pour affiner ces chiffres en l'absence d'étude dédiée.

La 1re intervention

La première intervention se fera dans l'ensemble de la parcelle pour diminuer la charge avant de commencer l'irrégularisation. Au bout de 5 ans, pratiquer un premier passage de sélection des collectifs de régénération (opérer comme pour le traitement en irrégulier) en adaptant le nombre de collectifs de régénération.

Rotations des interventions

Les interventions seront espacées de 5 ans minimum pour permettre l'affirmation des collectifs de régénération. Si une intervention plus rapprochée est nécessaire avant l'affirmation de la régénération, veiller à éviter les zones destinées au collectif de régénération. Leur matérialisation par le gestionnaire peut être utilement envisagée.

Conditions de réalisation

- Humidité du combustible élevée.
- Humidité relative élevée.
- Température basse (en particulier pour les interventions dans les bouquets de régénération).

Période de réalisation

Idéalement entre octobre et fin mars, maximum en avril en cas de saison particulière (forte pluie au printemps et température fraîches). Ces périodes sont données à titre indicatif pour limiter au maximum le risque d'attaque de scolytes. Selon la station, l'altitude, les espèces de scolytes présentes et les températures du printemps, la période prescrite pourrait être modifiée.

Synergie entre techniques

- Synergie possible comme en traitement régulier, mais *a priori* pas nécessaire.
- Dans tous les cas, dans les trouées, dès la sélection de la régénération avant son affirmation, les rémanents de travaux et de coupe sont à tronçonner (1 m ou 50 cm en cas de risque de scolytes) et à éparpiller sur le terrain.

Techniques pour limiter les impacts paysagers et environnementaux

Contraintes paysagères

➜ voir la fiche 10 « Prise en compte du paysage sur les ouvrages DFCI ».

Contraintes environnementales

- Les contraintes environnementales sont étudiées avec l'unité Environnement de l'ONF, le Conservatoire botanique (flore) ou l'ONCFS (faune). Plusieurs réponses techniques peuvent être apportées (liste non exhaustive) :
  - choix de la saison de brûlage : éviter les périodes de reproduction et de rut du mouflon, éviter les périodes critiques en cas de présence d'arbre gîte à chauves-souris, éviter le printemps en cas de présence de tortue d'Hermann, éviter la période à forme épigée des plantes protégées ;
  - préservation et exclusion de certains secteurs (ne pas brûler à proximité d'un nid d'autour, ni à moins de 10 m des rivières et cours d'eau ; renoncer à brûler en présence d'un habitat unique ou d'une espèce protégée…) ;
  - protection active des chandelles et des feuillus (en totalité ou en partie, à moduler au cas par cas).

[1] Voir fiche « Chauves-souris : Que faire en présence d'un arbre-gîte ? » (ONF 2017).