

ANNEXE 2

Guide de désignation des arbres dangereux

Travaux de mise en sécurité après incendie



Petit guide de désignation des arbres dangereux après l'incendie *Essences rencontrées à Gonfaron*

DIAGNOSTIC DE DANGEROUSITE DES ARBRES IMPACTES PAR LE FEU DANS LES ZONES A RISQUES POUR LES PERSONNES ET LES BIENS

Dans cette première démarche d'urgence qui ne concerne que les zones définies comme à risques pour les personnes et les biens (proximité d'enjeux humains, zones fréquentées), il conviendra de diagnostiquer chaque arbre afin de déterminer :

1. **Les risques de rupture immédiats** liés aux atteintes biomécaniques des racines et surtout des troncs.
2. **Les risques de rupture différés**, liés à une forte probabilité de mort de l'individu, en fonction des dégâts observés sur le cambium (tronc) et sur les bourgeons (houppier).

Nota : les dégâts sur les racines sont difficiles à estimer du fait du caractère souterrain de ces organes. De fait la plupart du temps, le sol forestier en assure la protection.

ATTENTION, autant les arbres à risque de rupture immédiat tomberont avec quasi-certitude à court terme, autant pour les arbres diagnostiqués à risque de rupture différée, la chute aura lieu inexorablement, mais dans un délai qu'il est impossible de prévoir, allant du très court terme à plusieurs années.

Il convient de rappeler que pour rationaliser les travaux de mise en sécurité et les limiter à un unique passage, les critères de diagnostic sont plus sévères dans les zones présentant des risques pour le public et les biens que dans les zones purement forestières, où les arbres susceptibles de chute ne représentant pas un danger pour la sécurité publique.

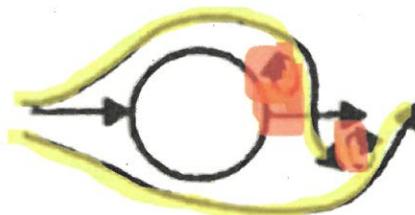
(Dans les zones strictement forestières et pour favoriser la résilience des forêts incendiées, les critères seront assouplis et concerneront non plus des individus, mais des ensembles homogènes de peuplements ayant été exposés à un même niveau d'intensité d'incendie. Certains sujets même condamnés pourront néanmoins fructifier, drageonner ou rejeter. Ces critères ne sont pas traités dans le présent document de synthèse.)

A noter également qu'au-delà des impacts de l'incendie, les stress subis par les arbres avant et après l'incendie, tels que les incendies passés ou les conditions climatiques, peuvent fortement influencer les probabilités de survie des arbres, et cela d'autant plus que les conditions locales d'implantation (stations) sont arides.

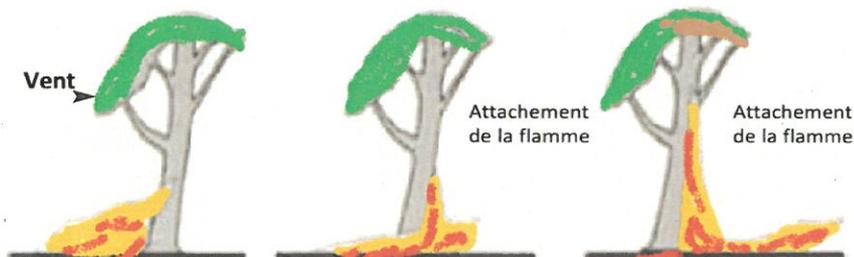
Rappel du phénomène d'attachement de la flamme sur le tronc (d'après Gutsell et Johnson, 1996)



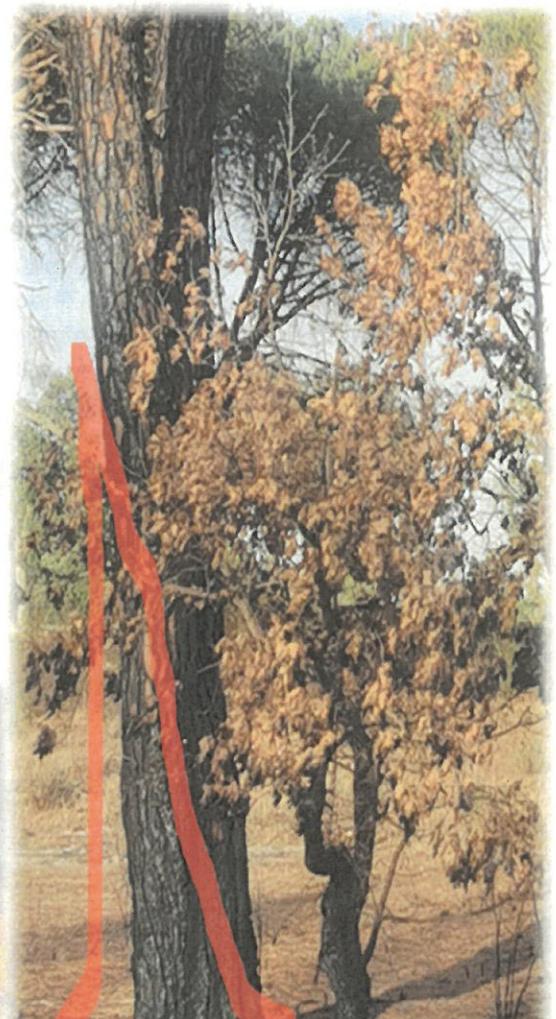
Petit diamètre et vent faible :
Le sillage est « laminaire » et il n'y a pas d'attachement de la flamme



Gros diamètre ou cépée et vent fort :
Le sillage est « turbulent » et il y a attachement de la flamme



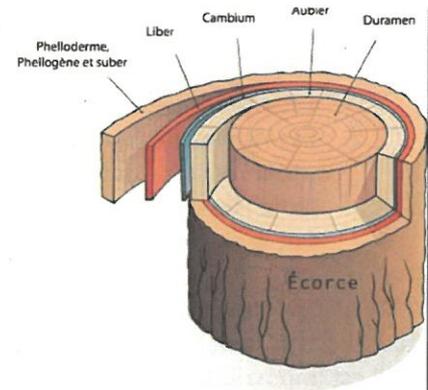
En raison du vent et du diamètre du tronc de l'arbre, la flamme s'attache au tronc en aval de ce dernier, augmentant le taux de combustion et le temps de résidence du feu



IMPACT DU PASSAGE DU FEU DANS UN PEUPEMENT FORESTIER

Les impacts du passage d'un feu sur un peuplement généralement observés sont une carbonisation plus ou moins marquée du tronc ; les feuilles (dont l'ensemble forme le houppier) sont en général plus ou moins roussies, voire complètement brûlées.

Selon les espèces et les individus, ces impacts peuvent se traduire par une mortalité plus ou moins généralisée des cellules vivantes. Les tissus cellulaires touchés peuvent être ceux qui permettent aux arbres de croître : ces tissus sont situés dans les bourgeons, mais aussi juste sous l'écorce (c'est le cambium). Dans ce cas, la survie de l'arbre est compromise.



Mécanismes de la mortalité des arbres soumis au feu

La température de flamme dans un feu de forêt atteint couramment les 1 000 °C, ce qui dépasse très largement la température létale des cellules de l'arbre, voisine de 70 °C pour une exposition de quelques secondes. Les cellules qui vont survivre sont donc soit très éloignées de la flamme, soit bien protégées. Par exemple, un feu ne concernant que le sous-bois (feu de surface) et ayant une intensité limitée, aura un impact faible sur les cellules des bourgeons (suffisamment éloignées de la flamme) ainsi que sur les cellules cambiales (protégées sous l'écorce ou dans les racines).

Les cellules du cambium sont situées à proximité immédiate des flammes, car un feu se propage toujours autour des troncs, même lorsqu'il se propage aussi en cime. Elles sont protégées par l'écorce, qui atténue d'autant plus la chaleur qu'elle est épaisse.

On estime en général que l'arbre peut survivre si le temps de séjour du feu (en minutes) est inférieur à $3x^2$, le « x » représentant l'épaisseur de l'écorce en centimètres. À titre d'exemple, un pin d'Alep de 25 cm de diamètre (mesuré à 1,30 de haut) a une épaisseur d'écorce voisine de 2 cm et peut donc survivre à un temps de séjour du feu de plus de 10 minutes. Un tel arbre risque moins de mourir de dégâts au cambium (les temps de séjour excèdent rarement quelques minutes) que d'éventuels dégâts dans son houppier. En revanche, dans le cas d'un taillis de chêne vert, des tiges de 10 cm de diamètre ne sont protégées que par 5 mm d'épaisseur d'écorce, et ne peuvent résister à un feu de plus de 45 secondes de temps de séjour, ce qui est courant, même lors d'un brûlage dirigé.

À épaisseur égale, les propriétés thermo-physiques des écorces sont relativement similaires, à quelques exceptions près comme le chêne liège, dont l'écorce très poreuse, constitue un excellent isolant (quand elle n'a pas été récoltée !). On pourra retenir que plus un arbre est gros, plus son épaisseur d'écorce est importante, mieux son cambium est protégé.

Cela étant, une circulation de l'air au sein du peuplement complexifie cette analyse sommaire car le tronc perturbe l'écoulement d'air et crée une zone de turbulence sur sa face aval (par rapport au sens du vent et de progression du feu). Cette zone de turbulence induit un attachement de la flamme au tronc, une combustion plus intense et un temps de séjour plus long. La dimension de cette zone d'attachement de la flamme est proportionnelle à la vitesse du vent, mais aussi au diamètre du tronc.

Ce phénomène implique des dégâts plus importants sur l'écorce des gros arbres pour une même situation de feu, ce qui compense en partie la meilleure protection dont ils bénéficient du fait de leur écorce plus épaisse. Même si l'arbre survit, la zone de tissus morts sous l'écorce entraîne un décollement de l'écorce et la mise à nu du bois. Des bourrelets cicatriciels se formeront et recouvriront progressivement la zone blessée, sauf si un nouveau feu touche le peuplement. Dans ce cas, le bois non protégé peut entrer en combustion et former une cavité à la base du tronc fragilisant l'arbre.

A noter que d'autres facteurs peuvent créer des dommages importants au tronc, comme une forte quantité de combustible accumulée à proximité du tronc.

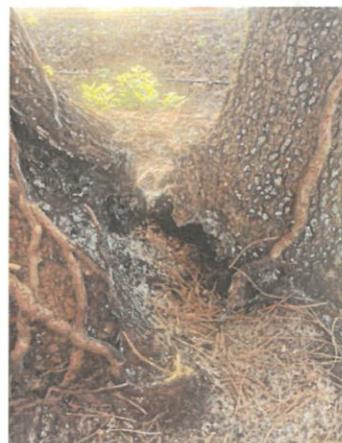
(source : Les effets du passage d'un feu dans un peuplement arboré. Pimont, Dupuy, Rigolot et Duché. Forêt méditerranéenne, 2014)

ITINERAIRE TECHNIQUE

POUR DIAGNOSTIC VISUEL DES ARBRES DANGEREUX A SECURISER

1. Diagnostic des risques de rupture immédiats

- ✓ Racines ou tronc avec cavité carbonisée = **ABATTAGE**



✓ Problèmes sanitaires impactant les vieux chênes lièges et pubescents

Indépendamment de l'impact de l'incendie, de nombreux chênes lièges très âgés sont fortement attaqués par le grand capricorne.

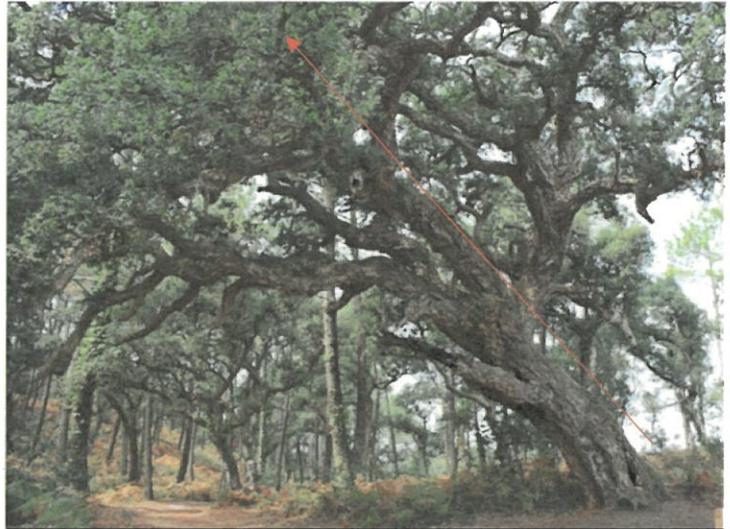
L'identification des arbres est facile du fait des excroissances et ouvertures à la base du tronc (en forme de bouteille).

On peut voir de très nombreuses galeries de la taille d'un petit doigt et de la sciure déposée en périphérie.

Lorsque l'arbre penche fortement sur une route ou construction et que les galeries sont denses et associées à diverses pourritures, **l'abattage** est nécessaire.

Si l'arbre présente un caractère paysager ou patrimonial, il pourra être opportun d'obtenir une expertise arboricole approfondie qui déterminera les éventuels travaux nécessaires à sa conservation.

Le grand capricorne étant une espèce protégée, le bois vivant coupé doit être laissé sur place pour maintenir son habitat.



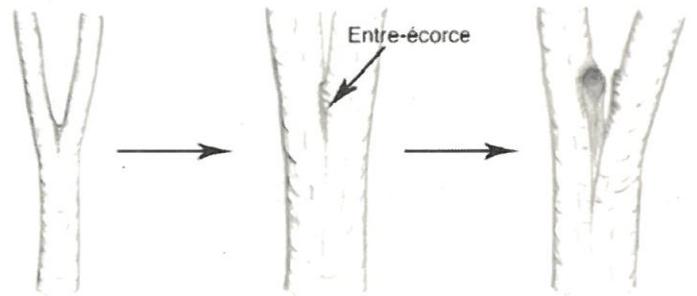
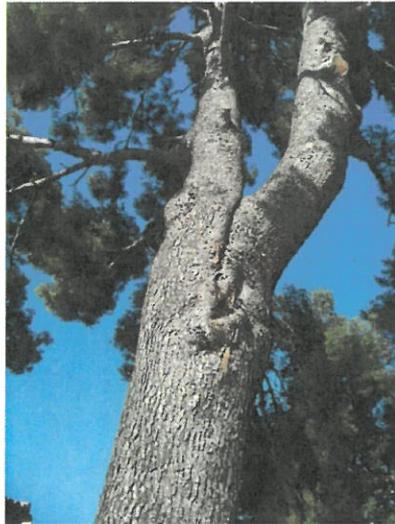
Les chênes lièges attaqués par le « Charbon de la mère » *Hypoxylon méditerranéum* seront également **abattus** et incinérés.



✓ **Problèmes biomécaniques spécifiques**

La présence « d'écorces incluses » doit être prise en compte car elle représente un fort risque de rupture, amplifié par l'incendie.

Il convient donc de procéder à l'**abattage** des arbres qui présentent le moindre début de fissuration entre les deux axes.



2. Diagnostic des risques de rupture liés à la mortalité probable

✓ **CHENE LIEGE** (échelle de L. AMANDIER 2004)

- Liège carbonisé découvrant le bois et chênes démasclés récemment

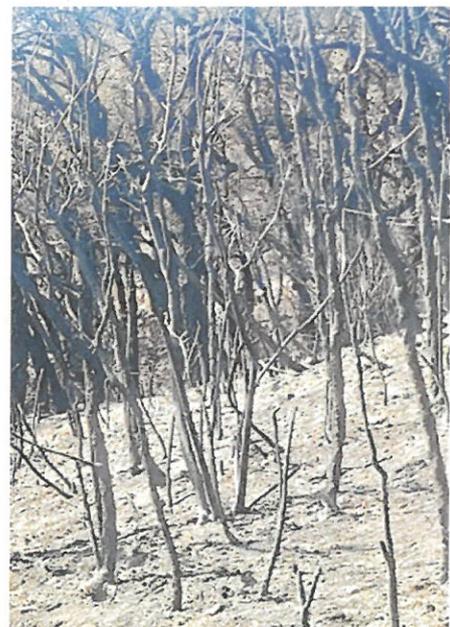
= ABATTAGE



Âge des lièges de reproduction	Mortalité des arbres atteints
1 an	100 %
2 ans	90 %
3 ans	70 %
4 ans	50 %
5 ans	25 %
6 ans	15 %
7 ans	10 %
8 ans	4 %
9 ans	2 %

Capacités de survie des arbres selon l'âge du liège (LAMEY, 1893)

- Chênes aux brindilles calcinées ne présentant que des moignons de branches d'assez gros diamètres (> 8/10 mm) – sévérité du feu très forte **= ABATTAGE**



- Chênes impactés par le feu d'un diamètre inférieur à 20 cm **= ABATTAGE**

Dans tous les autres cas, on peut espérer que les chênes lièges survivent (sauf conditions particulières, cf. intro), et ce même si l'ensemble du houppier a brûlé.

= A CONSERVER SUR PIED



✓ CHENES PUBESCENT ET VERT

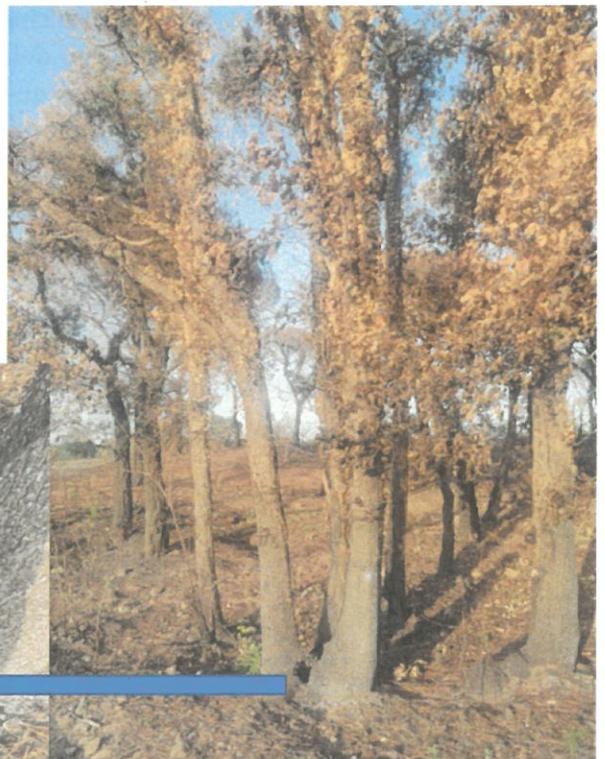
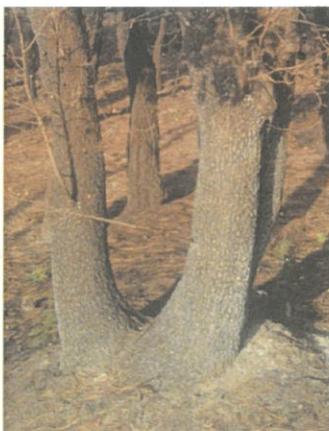
En lien avec la finesse de l'écorce, l'assise cambiale des chênes verts et pubescents est très fragile aux incendies. Même si l'écorce n'est pas calcinée, il est possible d'identifier une coloration plus sombre à la base du tronc, qui témoigne d'une très forte chaleur souvent létale.

L'état de l'assise cambiale peut être vérifié par griffage à la griffe forestière : la couleur sous l'écorce est brune si le cambium est touché (cf. page suivante).

Dès lors que le passage du feu est visible sur l'écorce, a fortiori si le cambium est brun

= ABATTAGE

(d'autant plus que cela favorisera de vigoureux rejets de souche)



Contrôle du cambium d'un chêne pubescent à la griffe forestière

Assise cambiale morte couleur brune



Assise cambiale vivante couleur blanc/rose



✓ PINS

Malgré l'absence de cavités ou racines calcinées, l'assise cambiale des pins peut n'être plus protégée par l'écorce au-delà d'une certaine sévérité du feu. Même si l'arbre peut parfois survivre quelques temps, la zone de tissus morts sous l'écorce entraînera alors rapidement un décollement de cette dernière : une entrée parfaite pour les insectes et champignons xylophages, qui condamneront l'arbre.

= ABATTAGE

NB : Le diagnostic de l'atteinte au cambium des pins est compliqué par la fréquente impossibilité, même muni d'une griffe forestière, d'évaluer la profondeur de l'impact du feu. C'est pourquoi **ce critère est rarement utilisé.**



✓ **PIN PIGNON = PIN PARASOL**

Le pin pignon est un champion de la survie après incendie... Sauf impact particulièrement fort au tronc (et sauf conditions particulières, cf. intro), il survit généralement si le feuillage encore vert représente globalement au moins 1/4 du houppier.

= A CONSERVER SUR PIED



**Abattage si plus de 3/4
du houppier roussi**

✓ **PIN MARITIME :**

Le pin maritime offre également une bonne résistance. Sa probabilité de survie est correcte si le feuillage encore vert représente globalement **au moins 1/2 du houppier**.

= A CONSERVER SUR PIED

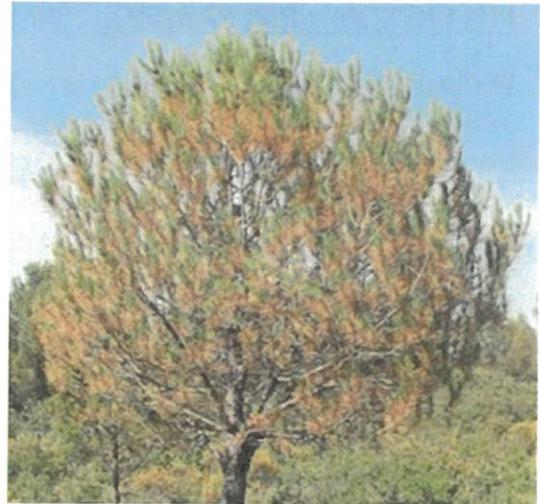


**Abattage si plus de 1/2
du houppier roussi**

✓ **PIN D'ALEP :**

Le Pin d'Alep est une espèce dont la stratégie est fondée sur une faible résistance des arbres aux flammes, mais sur une libération de graines favorisée par le feu.

Dès qu'un impact de feu est visible sur le houppier, le pin d'Alep est condamné. = **ABATTAGE**



✓ Problèmes sanitaires pour le pin d'Alep et pour le pin pignon

Après une sécheresse estivale marquée, les pins, même très légèrement impactés par l'incendie peuvent devenir une cible privilégiée pour divers ravageurs.

L'hylésine destructeur du pin notamment, insecte sous-cortical xylophage, pourra facilement coloniser les arbres affaiblis puis essaimer aux premiers beaux jours de mars.

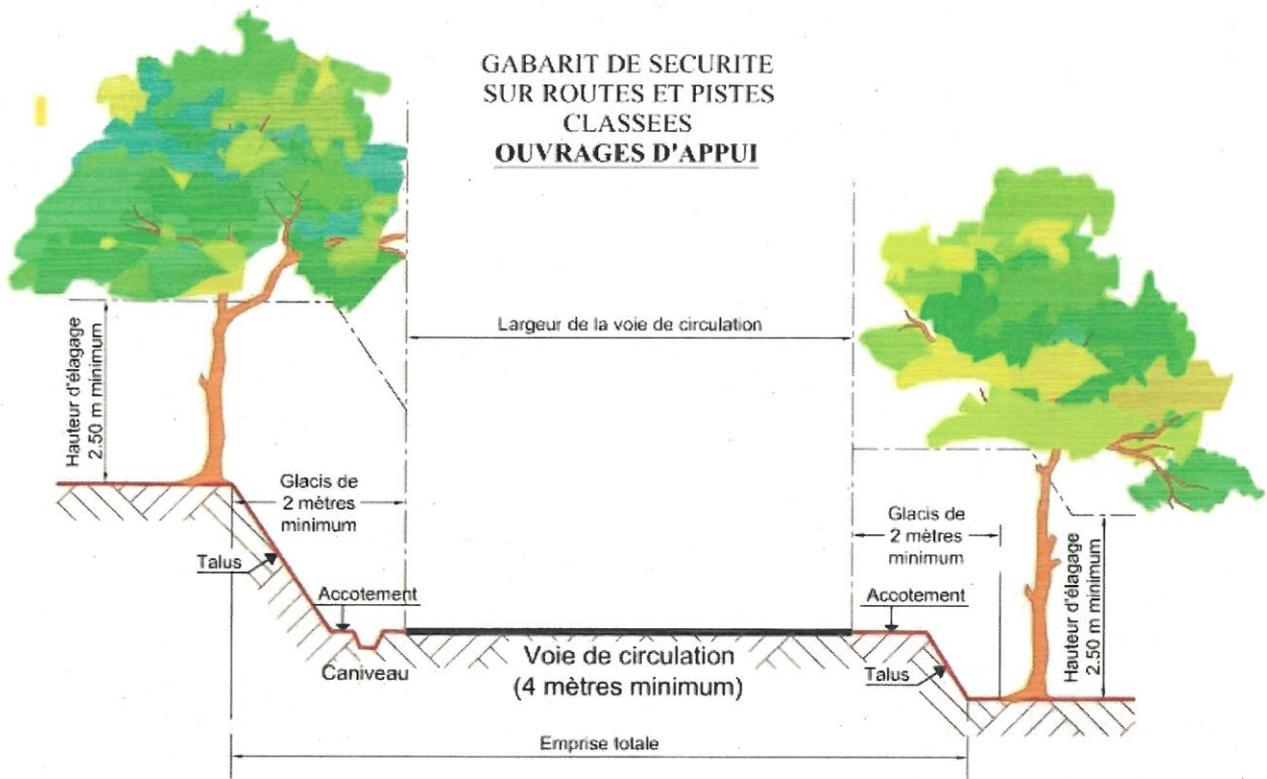
Dans les images ci-dessous, un peuplement de pins d'Alep dont les houppiers étaient verts après le passage du feu... L'hylésine a colonisé les arbres affaiblis, puis les peuplements voisins.

Il est donc important de procéder à l'**abattage** des arbres atteints et à l'évacuation (ou au broyage) des rémanents afin d'éviter une atteinte aux peuplements voisins.



A gauche, Pin Pignon attaqué par des scolytes avant l'incendie dans la plaine des Maures... Ces arbres secs devront être également abattus.

✓ **Problèmes de gabarit de route, chemin ou piste DFCI : à mettre à la norme ci-dessous**



Arbre penché sur voie de circulation à abattre (idem sur constructions, parkings, etc..)

