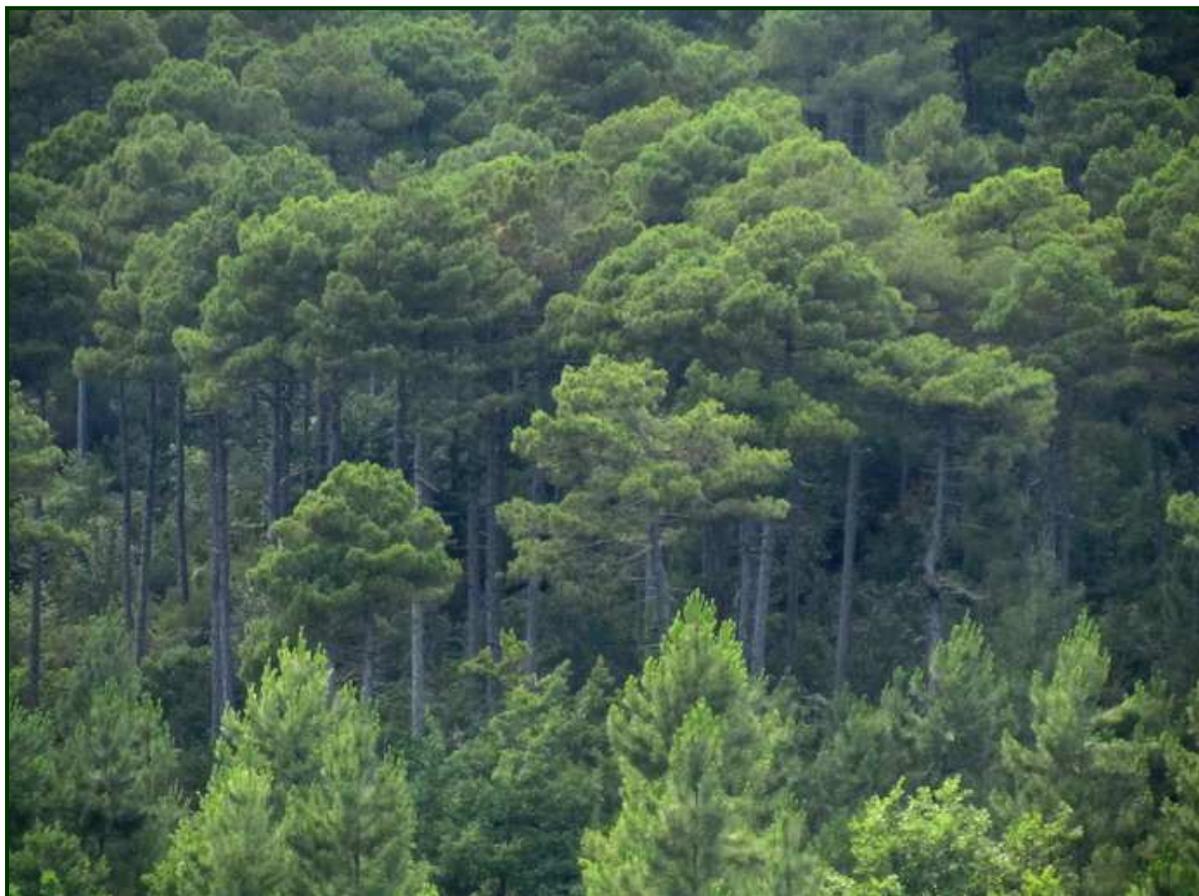


Biodiversité

Etat de conservation de la forêt de pins de Salzmann de Bessèges (Gard)

Daniel Cambon
Isabelle Bassi
Vincent Sauvetre

Mars 2011



Vieille futaie de pin de Salzman du Gachas

Remerciements :

Merci à Emeric SULMONT qui a bien voulu nous communiquer ses précieuses données floristiques sur le site et qui a bien voulu nous relire.

Couverture :

Canopée de pins de Salzman

Rameaux de pins de Salzman

Forêt de pin de Salzman du Gachas

Détail de l'écorce : à droite pin de Salzman, à gauche pin maritime

Crédits photos :

CAMBON Daniel – Office National des Forêts, direction territoriale Méditerranée (sauf mention contraire)

Les photos sont utilisables à condition de mentionner le nom de l'auteur.

SOMMAIRE

<u>RESUME</u>	4
<u>GLOSSAIRE</u>	5
<u>TABLE DES TABLEAUX ET DES FIGURES</u>	7
<u>1°) INTRODUCTION</u>	8
1.1 Contexte, intérêts et objectifs de l'étude	8
1.2 Le pin de Salzmänn	8
1.2.1 Présentation et contexte général	8
1.2.2 Caractères morphologiques	9
1.2.3 Génétique	10
1.2.4 Cycle de développement et autécologie	10
1.2.5 Statuts	11
1.2.6 Programme de conservation	12
1.3 La forêt de pin de Salzmänn de Bességes	12
1.3.1 Généralités	12
1.3.2 Historique	13
1.3.3 Caractères physiques	13
1.3.4 Eléments de phytosociologie	15
1.3.5 Enjeux écologiques, faune et flore	15
1.3.6 Activités humaines	17
1.3.7 Risques et menaces	17
<u>2°) METHODE</u>	20
2.1 Evaluation de l'état de conservation des peuplements	20
2.1.1 Principe de la méthode	20
2.1.2 Les différents critères	20
2.1.3 Calculs, seuils, notation des critères	22
2.2 Enjeux, contraintes et choix d'une méthode de recueil de données	23
2.3 Description des peuplements et des habitats	24
2.3.1 Elaboration d'une fiche de description	24
2.3.2 Utilisation de typologies forestières	24
2.3.3 Typologies d'habitats	25
2.3.4 Photo interprétation	25
2.3.5 Phase de terrain	26
2.4 Traitement des données et cartographies	26
2.4.1 Saisie des données et traitements divers	26
2.4.2 Cartographie	26
<u>3°) RESULTATS</u>	26
3.1 Photo-interprétation	26
3.2 Etude physique des peuplements	26
3.2.1 Aire de présence	27
3.2.2 Peuplements	27
3.2.3 Dynamique et impact des incendies	29
3.2.4 Environnement des peuplements	30
3.3 Habitats, faune, flore	31

3.4 Etat de conservation des peuplements	32
3.4.1 Typicité dendrologique	32
3.4.2 Très gros bois vivants	32
3.4.3 Dynamique	33
3.4.4 Bois mort	33
3.4.5 Typicité de la flore	33
3.4.6 Atteintes diffuses	33
3.4.7 Atteintes fortes	33
3.4.8 Etat de conservation	33
3.4.9 Fiabilité du résultat et critères les plus influents	34
3.5 Comparaison avec le résultat antérieur	34
<u>4°) PROPOSITIONS DE GESTION</u>	34
4.1 Enjeux et hiérarchisation	34
4.2 Propositions liées au risque incendie	35
4.3 Propositions liées au risque d'exploitation forestière	35
4.4 Propositions liées au risque de pollution génétique	35
4.5 Propositions liées au pin maritime	36
4.6 Propositions liées à la régression du pin de Salzmann	37
4.7 Approche économique	38
4.8 Effets possibles	38
<u>5°) SYNTHESE et CONCLUSION</u>	39
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	40
<u>ANNEXES</u>	42

RESUME

Le pin de Salzmann est à la fois l'une des essences forestières les plus rares et les plus menacées. Son habitat a été reconnu d'intérêt communautaire prioritaire. Il est toujours présent dans la forêt de Bessèges, mais le manque d'informations a conduit à entreprendre une étude afin de connaître sa consistance et d'évaluer son état de conservation. Pour cela la "méthode Carnino" a été mise en oeuvre. Le recueil des données a été précédé par une phase préparatoire reposant essentiellement sur la photo-interprétation. Ce premier travail a eu pour corollaire la révélation de la grande richesse biologique de la zone d'étude. Les peuplements forestiers et habitats sont décrits. L'état de conservation de l'habitat du pin de Salzmann se révèle être fortement dégradé du fait de la très forte présence de pins exogènes qui constituent en outre de fortes atteintes contre l'intégrité génétique du pin de Salzmann, et contre sa survie. Des actions de conservation ou sylvicoles sont proposées. Mais pour passer de l'état actuel "dégradé" à un état "altéré", il faudra engager de lourds investissements qui devront s'accompagner d'une dynamique sylvicole. La restauration de cet habitat sera donc une action de longue haleine.

GLOSSAIRE

Acidicline : Se dit des plantes qui ont une légère préférence pour les substrats acides.

Acidiphile : Se dit des plantes qui aiment ou sont favorisées par les substrats acides.

Allochtone : Qui vient d'un autre lieu.

Anthracologie : Etude des charbons de bois issus de sites archéologiques.

Autoécologie : Partie de l'écologie étudiant les relations entre les populations ou les espèces, considérées isolément, et leur environnement

Bilan hydrique : Répartition de l'eau ayant pénétré dans le sol, en eau perdue par drainage, en eau retenue par le sol, en eau évaporée, et en eau utilisée par les plantes.

Cavicole : Vivant dans les cavités, grottes ou tronc d'arbre.

CEMAGREF : Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts

CGAF : Conservatoire Génétique des Arbres Forestiers.

Conglomérat : roche constituée d'une agglomération de fragments d'autres roches.

CRGF : Commission Nationale des Ressources Génétiques Forestières

Cynégétique : qui a rapport à la chasse

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer (anciennement appelée DDAF)

Dendrologique : domaine ayant pour objet l'étude des arbres.

Dérive génétique : évolution d'une population ou d'une espèce causée par des phénomènes aléatoires impossible à prévoir.

Détritiques : roche sédimentaire composée d'au moins 50 % de débris.

DFCI : Défense des forêts contre l'incendie

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

DOCOB : Document d'Objectifs. Le DOCOB définit, pour chaque site Natura 2000, un état des lieux, des objectifs de gestion et les modalités de leur mise en œuvre. Il est établi par un opérateur en concertation avec les acteurs locaux réunis au sein d'un comité de pilotage (COPIL). Il est validé par le préfet.

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (anciennement appelée DIREN)

Ecologie : science ayant pour objet l'étude des êtres vivants avec leur habitat ou leur environnement.

EUFORGEN: European Forest Genetic Ressources Programme

Exogène : synonyme d'allochtone

Flux de gènes : transport des gènes lors des déplacements des géniteurs, de la polinisation ou de la dispersion des graines.

Fosse pédologique : trou fait dans le sol afin d'observer les différents horizons.

Génotypage : discipline qui vise à déterminer l'identité génétique d'un individu.

Hybridation : croisements intra- ou inter-spécifiques.

Hydromorphe : se dit d'un sol gorgé d'eau.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

Introgression : Synonyme d'hybridation.

Mesoméditerranéen : Etage de végétation caractérisé par la chênaie verte.

Métamorphique : Roche formées par la cristallisation de roches sédimentaires ou magmatiques.

MCPFE : Conférence Ministérielle pour la Protection des Forêts en Europe

Neutrophile : Se dit de plantes qui aiment les conditions de pH neutre.

Pollinisation : Transport des grains de pollen depuis l'étamine vers l'ovaire pour assurer la fécondation.

Pyrophyte : Se dit d'une plante qui supporte ou peut être favorisée par le feu.

Roche sédimentaire : Roche résultant de l'accumulation et du compactage de débris d'origine minérale

Roche métamorphique : roche formées par la cristallisation de roches sédimentaires ou magmatiques.

R.T.M : Restauration des Terrains en Montagne (loi du 10 Juillet 1860).

Saproxylique : Se dit d'une espèce qui dépend de la décomposition du bois et y contribue pour au moins une étape de son développement.

Séminal : qui contient du sperme.

Sérotinie : Comportements de certaines espèces qui conservent leurs graines dans un cône ou une coque en bois.

SIC : Site d'Intérêt Communautaire (site Natura 2000 en attente de désignation par arrêté ministériel)

SIG : Système d'informations géographiques.

ZSC : Zone Spéciale de Conservation (site Natura 2000 au titre de la directive habitats).

Station forestière : Etendue de terrain, de superficie variable, homogène dans ses conditions physiques et biologiques. Elle se définit par sa topographie, son sol et le cortège de plantes du sous-bois.

Substrat : Ce qui sert de support à un végétal.

Variabilité phénotypique : Expression des caractéristiques physiques pouvant varier entre individus d'une même espèce.

Xérophile : Se dit d'une espèce ou d'une végétation pouvant s'accommoder de milieux secs.

ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

TABLE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Figure 1 : Aire de présence du pin de Salzman en France	8
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude	12
Figure 3 : Précipitations Bessèges	14
Figure 4 : Précipitations Sénéchas	14
Figure 5 : Précipitations Les Vans	14
Figure 6 : Carte géologique	14
Figure 7 : Enjeux écologiques	15
Figure 8 : Grands incendies	17
Figure 9 : Aléa global incendies	18
Figure 10 : Aire de présence du pin de Salzman sur le site	27
Figure 11 : Classes d'âges au sein des peuplements	29
Figure 12 : Présence du pin laricio	30

Tableau 1 : Synthèse des caractères distinctifs des principaux pins noirs	9
Tableau 2 : Précipitations	13
Tableau 3 : Caractères distinctifs entre pin de Salzman et pin maritime	19
Tableau 4 : Synthèse des critères, seuil et notations	23
Tableau 5 : Types de peuplements de pin de Salzman	28
Tableau 6 : Types de peuplements synthétiques de pin de Salzman	28
Tableau 7 : Types de peuplements selon la fertilité des stations	29
Tableau 8 : Recouvrement et âge	30
Tableau 9 : Autres habitats naturels	32
Tableau 10 : Calcul de la note finale	33
Tableau 11 : Récapitulatif des actions	38

1°) INTRODUCTION

1.1 Contexte, intérêts et objectifs de l'étude

La nécessité de préserver les ressources génétiques forestières fut confirmée à Strasbourg en 1990 lors de la première conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe. Depuis, le programme européen EUFORGEN a été développé, dont l'un des pôles d'action est la préservation des ressources génétiques des conifères. En France, le « programme national de gestion et de conservation des ressources génétiques des arbres forestier », qui s'inscrit dans le cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité, est piloté par la commission nationale des ressources génétiques forestières (CRGF).

C'est dans ce contexte que l'Office National des Forêts lança le « programme global de conservation des populations françaises de pin de Salzman » en 2008. Celui-ci comprend un volet d'expertise physique, financé par la DREAL Languedoc-Roussillon, et destinée à évaluer l'état de conservation des peuplements afin d'en assurer la pérennité par une gestion adaptée.

Cette étude consistera donc en une expertise physique des peuplements de pin de Salzman de la forêt de Bessèges. En découleront des propositions de gestion pour la conservation de l'espèce et de ses habitats. Elle constituera ainsi une première approche qui contribuera à l'étude du document d'objectifs (DOCOB) du site Natura 2000 FR9101366 « Forêt de pins de Salzman de Bessèges ».

Le présent travail a donné lieu à un rapport de stage « Etude de l'état de conservation des peuplements de pins de Salzman de la forêt de Bessèges », réalisé par Vincent SAUVETRE en 2010 dans le cadre d'un BTS Gestion des Espaces Naturels au sein du CNPR.

1.2 Le pin de Salzman

1.2.1 Présentation et contexte général

Le pin de Salzman (*Pinus nigra Arnold subsp. salzmannii*) est une sous-espèce de pin noir (*Pinus nigra Arnold*) endémique franco-ibérique. Il fut découvert en 1810 par le botaniste allemand, Philipp SALZMANN, dans les monts de Saint-Guilhem-Le-Désert (Hérault) et décrit par DUNAL en 1851. Son aire de répartition fut vaste et continue avant d'être morcelée du fait des activités humaines, récolte de bois, écobuage, culture, pâturage (Vernet, 2006 ; Vernet et al, 2010). Dans ce contexte de forte déforestation, d'importants travaux de reboisements furent entrepris dans le cadre de la loi de Restauration des Terrains en Montagne (R.T.M.) de 1860. C'est ainsi que diverses espèces exogènes telles que le pin noir d'Autriche et le pin laricio de Corse, furent utilisées à proximité ou à l'intérieur même des massifs relictuels de pin de Salzman (ONF, 1990 ; Allemand, 1990 ; Cambon, 2008).

Actuellement, le pin de Salzman est présent en Espagne (environ 350 000 hectares), et en France sous forme de populations isolées. Les 7 stations connues, toutes en Languedoc-Roussillon et en Ardèche, recouvrant approximativement 5000 hectares, font du pin de Salzman une des essences forestières les plus rare de France (Debazac, 1963 ; Quezel, 1988) (Figure 1).



Figure 1 : Aire de présence du pin de Salzman en France

(Sources : EUFORGEN Conifers Network, 2004)

Il est de plus menacé d'extinction par trois facteurs d'importance relative selon les stations:

- ⇒ la destruction par incendies
- ⇒ la pollution génétique (introgression par les pins noirs introduits)
- ⇒ l'isolement et la petite taille de certaines populations

1.2.2 Caractères morphologiques

Le pin de Salzmann présente les caractères morphologiques communs à toutes les espèces de pins noirs (Thangues, 1991 ; Debazac, 1991). Malgré une certaine variabilité phénotypique, il possède des particularités qui permettent de le distinguer clairement : ses aiguilles d'un vert très clair, droites, souples et ne piquant pas au toucher, mesurant de 10 à 18 centimètres, disposées en pinceau, et le rameau de l'année a la particularité d'être dénudée à la base, laissant apparaître sa couleur d'un beau et luisant brun orangé. Son port est plutôt érigé à étalé, les branches formant un angle fermé avec le tronc. Le pin laricio de Corse a des aiguilles plus petites, également souples et non piquantes, mais d'un vert plus prononcé, légèrement frisées et refermées sur le bourgeon. La base du rameau brun gris n'est habituellement pas dénudée. Le port est élancé, les branches étant insérées à angle droit et légèrement relevées à leur extrémité, faisant penser à un empilement d'assiettes. Le pin noir d'Autriche est vert sombre. Son port est pyramidal, sa couronne très dense. Ses aiguilles raides et piquantes sont souvent disposées en écouvillon sur le rameau qui est entièrement recouvert et foncé.

Caractères	Pin de Salzmann	Pin laricio de Corse	Pin noir d'Autriche
Ecorce	Brune grise écailleuse (jeunes)	Brune rougeâtre écailleuse (jeunes)	Grise écailleuse (jeunes)
	Grise crevassée, à plaques (âgés)	Grise crevassée, à plaques (âgés)	Grise crevassée, à plaques (âgés)
Aiguilles	10-18 cm	12-15 cm	9-16 cm
	Vert clair, droites, souples, non piquantes, insérées en pinceau	Vert bleu, frisées non piquantes, refermées sur le bourgeon	Vert foncé, raides et piquantes, souvent insérées en écouvillon
Bourgeons	Peu résineux, pointu et crevassé	Peu résineux, brusquement pointu	Résineux, oblong pointu, écailles appliquées
Rameau de l'année	Brun orangé, luisant	Brun clair, terne	Brun foncé terne
	Base du rameau dénudé	Pas de zone dépourvue d'aiguilles, ou réduite	Pas de zone dépourvue d'aiguilles, ou réduite
Port	Branches à angle fermé, cime ovoïde puis étalée, aérée, vert jaune clair	Branches à angle droit, cime élancée puis étalée, aérée, vert bleuté	Branches à angle fermé, cime pyramidale dense et vert très foncé

Tableau 1 : Synthèse des caractères distinctifs des principaux pins noirs



Pin laricio de Corse



Pin de Salzmann



Pin noir d'Autriche



Vieux pin de Salzmann sur rocher à Saint-Guilhem-Le-Désert

Selon où il se trouve, le pin de Salzmann peut montrer des aspects très différents. Lorsqu'il pousse dans les fissures de la roche en stations chaudes et sèches il adopte un port rabougri, bas, buissonnant et tortueux. C'est le cas dans les roches dolomitiques de Saint-Guilhem-Le-Désert. En revanche lorsqu'il se trouve sur une station fertile il exprime tout son potentiel forestier et donne un grand arbre au fut droit pouvant dépasser 25m de hauteur. Dans la forêt de Bessèges le pin de Salzmann donne habituellement un arbre de grandeur moyenne. Debazac (1963) observa sur la station de Gagnières un bouquet de pin de Salzmann, atteignant 25m de hauteur avec une circonférence de 1m50 et un âge de 70 ans.

1.2.3 Génétique

Jusqu'à présent, et malgré quelques publications (Raffi, 2006), on ne connaissait pas grand-chose de la génétique des pins noirs et du pin de Salzmann en particulier. Les récents travaux menés dans le cadre du programme de conservation mené par l'ONF permettent d'y voir plus clair (Fady et al., 2010). Les pins noirs se répartissent en deux groupes. Le premier rassemble les sous espèces orientales *pallasiana*, *nigra*, *caramanica*, *dalmatica*. Le second regroupe les sous espèces occidentales *laricio*, *salzmanii*, *mauretanica*. Le pin de Salzmann lui-même montre une bonne structuration géographique. D'une part on note des différences entre origines espagnoles et origines françaises. D'autre part les isolats français forment deux blocs distincts : Causses-Cévennes et Conflent. Les pins du Conflent, de bonne diversité génétique, sont proches des pins catalans espagnols. Dans le groupe Causses-Cévennes, Saint Guillem-Le-Désert



Grands pins de Salzmann à Gagnières

et Ardèche ont une grande diversité génétique et sont quasiment identiques alors que les peuplements de petite taille, Col d'Uglas et Gorges du Tarn révèlent une faible diversité mais de fortes particularités génétiques. Du fait du protocole d'échantillonnage (pins âgés de 140 ans au moins), aucun arbre de la forêt de Bessèges n'a été retenu pour les études génétiques. Cependant on peut les rattacher aux peuplements ardéchois tout proches avec lesquels ils sont en continuité. Ces premiers résultats sont riches d'enseignements : dans le cadre d'une gestion patrimoniale on ne mélangera pas les différentes origines afin de conserver leur identité génétique.

1.2.4 Cycle de développement et autécologie

En France on rencontre le pin de Salzmann dans des régions dont la pluviométrie annuelle varie de 650 mm à 1600 mm, avec des températures annuelles moyenne comprises entre 10 et 14°C (Thangues, 1991), et pour des altitudes allant de 50 à 1200 mètres (étages mésoméditerranéen à montagnard) (Quezel et Médail, 2003 ; Godron 1988). C'est un arbre peu exigeant vis-à-vis de la composition chimique du sol (Quezel et Barbero, 1988). Il colonise des substrats variés tels que grès, schistes, calcaires et dolomies, y compris des sols nus et stériles (Fabre, 1877). Il peut s'installer dans

les fissures de la roche. Il résiste bien au stress hydrique et aux attaques de parasites notamment à la chenille processionnaire du pin (Callas, 1899; Thangues, 1991).

La floraison est printanière. La fructification débute, selon les auteurs, entre 15 et 25 ans (Callas, 1900 ; Ordonnez et al, 2005). La maturation du cône dure 20 mois et ce dernier peut persister plus d'un an après la chute des graines (Callas, 1900). Les cônes s'ouvrent aux premiers beaux jours en février-mars et libèrent les semences. La germination intervient alors rapidement. Un léger couvert favorise l'apparition des plantules. Le pin de Salzmann peut se régénérer sous lui-même ou dans des formations de garrigues et pelouses. Souvent les plus fortes densités de semis apparaissent sur des zones dénudées. Jusqu'à sa troisième année la plantule développe son système racinaire et son premier verticille. Ensuite la croissance est plus rapide. On observe des accroissements annuels de 40 à 60 centimètres (Calas, 1900), et parfois plus en bonnes conditions de fertilité. La dissémination « efficace » des graines (au delà d'une certaine distance les graines ont de faibles chances de donner une plantule du fait de leur faible nombre, Achenar et al, 1984) est de 50 mètres (Gracias et al, 2002). Mais le vent peut les porter très loin.

Ainsi la régénération se fait selon deux modalités. D'une part de façon dense, progressive et concentrique autour des semenciers (Trabaud et Campan, 1991). D'autre part de façon disséminée plus ou moins loin des semenciers, ce qui permet à l'espèce d'avoir un caractère colonisateur.

Le pin de Salzmann est une espèce très sensible aux incendies de forêts. Les peuplements adultes sont relativement résistants du fait d'une écorce épaisse, d'un sous bois peu fourni et d'un bon élagage naturel, ce qui n'est pas le cas des jeunes formations. En outre il ne s'agit pas d'une espèce sérotineuse (dont les semences peuvent rester stockées dans les cônes pendant des années). Ainsi la plupart des incendies, tout particulièrement lorsque ils surviennent en été, ont un fort impact sur la régénération car les cônes immatures sont détruits. La régénération post incendie n'apparaît qu'à partir de semenciers qui ont échappé aux flammes. En cas d'incendies intenses et fréquents le pin de Salzmann régresse fortement ou disparaît rapidement.

Le pin de Salzmann est également sensible à la concurrence du pin maritime, tout particulièrement en cas d'incendie. Les cônes sérotineux de ce dernier accumulent de grandes quantités de semences qui sont libérées après le passage du feu, donnant une très importante régénération. Contrairement à celles du pin de Salzmann les plantules du pin maritime ont une croissance rapide. Ceci amoindrit les chances de régénération du pin de Salzmann, dont les rares jeunes individus seront rapidement dominés. Toutefois le pin de Salzmann va subsister et continuer de croître lentement jusqu'à rattraper puis dépasser et dominer les pins maritimes. Donc sur le long terme le pin de Salzmann est capable de lutter ... si un nouvel incendie ne l'extermine pas totalement.

Enfin le pin de Salzmann est un arbre de grande longévité. Les travaux en cours ont révélé des individus d'environ 500 ans dans les Gorges du Tarn, et il est probable que des sujets inaccessibles soient bien plus âgés. Ainsi le pin de Salzmann est soumis à des cycles sylvogénétiques très longs. Son habitat primaire est constitué par les zones rocheuses sur lesquelles aucune autre espèce forestière ne peut le supplanter sur le long terme. Il y subsiste sous forme rabougrie et c'est là qu'on recense actuellement les plus vieux. A partir de ces refuges et lorsque les conditions lui sont favorables, notamment absence de dense végétation forestière, il colonise des sols bien meilleurs sur lesquels il va atteindre de fortes dimensions (habitats secondaires). Ainsi il dominera pendant plusieurs siècles les autres espèces forestières, chênes en particulier. Mais ces derniers prendront la relève à la mort du pin qui aura du mal à se régénérer et pourra tout de même se maintenir à l'état disséminé au milieu des feuillus ... en attendant une perturbation. De tels cycles s'accomplissent sur plusieurs siècles. De nos jours ils ont été fortement perturbés par l'action humaine et surtout par la fréquence des incendies.

1.2.5 Statuts

Arbre endémique, rare et menacé, le pin de Salzmann n'est pas une espèce protégée. Il constitue cependant un enjeu écologique local majeur et sa présence a donné lieu à la création de ZNIEFF. Lorsqu'il se trouve en forêt publique il jouit d'une bonne protection grâce à l'application du régime forestier. C'est ainsi que 219 ha du massif de Saint-Guilhem-le-Désert, abritant les plus vieux arbres, ont été classés en réserve biologique domaniale. C'est également un enjeu écologique européen, l'habitat naturel dont il est l'élément structurant a été reconnu d'intérêt communautaire et prioritaire au

titre de la directive habitat (D.92/43 CEE, 1992) « Pinèdes (sub-)méditerranéennes de pins noirs endémiques : pin de Salzman* ». Les principaux peuplements sont en sites Natura 2000.

1.2.6 Programme de conservation

Devant la vulnérabilité et la nécessité de protéger ce taxon, l'Office National des Forêts, qui est gestionnaire de la plupart des peuplements, a lancé en 2008 « le programme global de conservation des populations françaises de pins de Salzman » (Cambon, 2008). Il comprend trois volets :

- Volet connaissance des peuplements : Rechercher l'espèce, connaître son aire de répartition, la surface qu'elle occupe et l'état de conservation de ses habitats dans les divers sites. Le présent travail contribue à cette partie du programme.
- Volet génétique : Situer le pin de Salzman par rapport aux autres pins noirs. Appréhender sa diversité et sa variabilité génétique. Mieux connaître les flux de pollens et les phénomènes d'introgression.
- Volet conservation : Quelles stratégies pour gérer les peuplements existants et améliorer leur état de conservation ? Actions de conservation ex situ visant à rechercher des arbres âgés de plus de 140 ans (dont on est sûr qu'ils sont antérieurs aux reboisements RTM, donc d'authentiques pins de Salzman – les seuls servant par ailleurs aux études génétiques). Sur ces arbres on prélève des greffons afin de produire des copies destinées à la création de plantations conservatoires et vergers à graines qui permettront soit de retrouver du matériel génétique afin de reconstituer un peuplement disparu lors d'un incendie, soit de produire de la semence lorsque les peuplements naturels sont dans un environnement favorisant l'hybridation.

Ce programme a été développé grâce au partenariat financier avec l'Etat (DRAAF et DREAL), la Région Languedoc-Roussillon, GUIGOZ et IKEA. Les acteurs techniques, outre l'ONF, sont l'INRA d'Avignon et le conservatoire génétique des arbres forestiers d'Orléans (CGAF).

1.3 La forêt de pin de Salzman de Bessèges

1.3.1 La zone d'étude

Située dans le Gard, canton de Bessèges, à 20 km au nord d'Alès, la zone d'étude couvre le site Natura 2000 « Forêt de pins de Salzman de Bessèges ». Elle est très grossièrement délimitée du nord-ouest au sud par la RD 51, du nord-est au sud par la vallée de la Gagnière, et au nord par la limite avec le département de l'Ardèche. Sa superficie est de 744 hectares partagés entre les deux communes de Gagnières et de Bordezac dont les deux forêts communales totalisent 258 hectares et relèvent du régime forestier. Le reste du foncier est de la propriété privée. Il s'agit de la station française la plus septentrionale de pins de Salzman (Quezel, 1988).

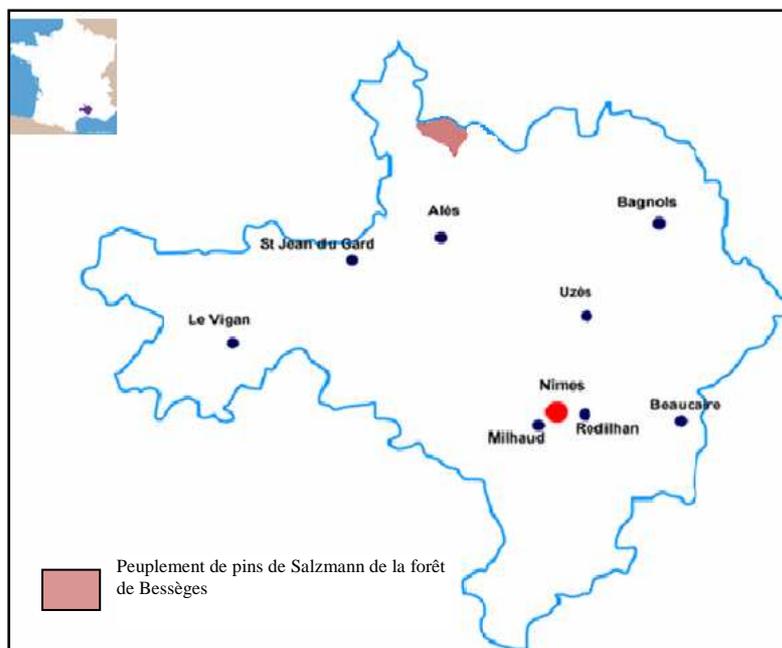


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude

1.3.2 Historique

D'après l'Administration des Eaux & Forêts, aux environs de la dernière guerre mondiale le pin de Salzman occupait 50% de la surface des forêts communales de Gagnières et de Bordezac dont les derniers aménagements datent respectivement de 1925 et 1926. Un grand incendie fit renoncer au renouvellement de ces plans de gestion pour la période 1964-2003. Des travaux de reboisement en pin laricio de Corse ont été presque intégralement détruits par le feu. Ces deux forêts communales sont actuellement sans aménagement forestier valide.

Il ne nous a pas été possible d'obtenir des informations sur la forêt privée. Cependant nous avons constaté que plusieurs reboisements à base essentiellement de pin laricio de Corse avaient été réalisés, et existent toujours. Des coupes ont été réalisées récemment.

Les dernières informations font état de la présence du pin de Salzman au col de la Matte et au Gachas. Ailleurs il a été détruit par les incendies, les rescapés étant disséminés « au milieu d'un océan de pin maritime ».

1.3.3 Caractères physiques

• **Topographie et hydrographie** : Il s'agit d'une zone de basse montagne au relief très tourmenté et globalement structuré nord-est /sud-ouest. Les altitudes s'étagent de 190 à 511 mètres. De longues croupes alternent avec des pentes parfois prononcées et des vallons relativement confinés. Le tout est drainé vers le bassin de la Cèze, affluent du Rhône, par des ruisseaux souvent temporaires soit directement, soit se déversant dans la Gagnière qui rejoint la Cèze au sud du site.

• **Climat** : Les données climatologiques ont été réunies à partir des stations météorologiques les plus proches. Elles fournissent surtout des données de précipitation (tableau n°2).

	département	altitude	période des relevés	Précipitations annuelles moyennes
Les Vans	Ardèche	201 m	1961-1990	1204 mm
Bessèges	Gard	170 m	1964-1984	1347 mm
Sénéchas	Gard	291 m	1985-2000	1285 mm

Tableau 2 : Précipitations - (Sources : d'Epenoux, Météo France)

La moyenne des précipitations annuelles se situe autour de 1280 mm avec de fortes variabilités inter saisonnières. Les diagrammes des moyennes des précipitations mensuelles par stations nous montrent que les pluies ne sont pas régulièrement réparties sur toute l'année. Les minima sont en juillet avec des hauteurs de précipitations de 30 à 40 mm tandis que les maxima sont en octobre pour des précipitations avoisinant les 200 mm (figures 3, 4 et 5). Cette pluviosité mal répartie se manifeste surtout par des orages ponctuels, rendant les conditions du milieu variables.

D'après les données de la station des Vans, les hivers sont doux (moyenne des températures maximales hivernales supérieures à 9°C) et les étés sont chauds (moyenne des températures estivales supérieures à 28°C).

Le climat du site est assez particulier : aux influences méditerranéennes sensiblement estompées se mélangent des influences montagnardes. Pourtant la zone d'étude appartient bien à deux étages bioclimatiques sous influence méditerranéenne, le méso-méditerranéen (190 à 450 mètres) et le supra-méditerranéen (les versants exposés au nord et les quelques crêtes s'élevant jusqu'à 500 mètres). Les conditions climatiques sont favorables à la végétation forestière, et notamment au pin de Salzman.

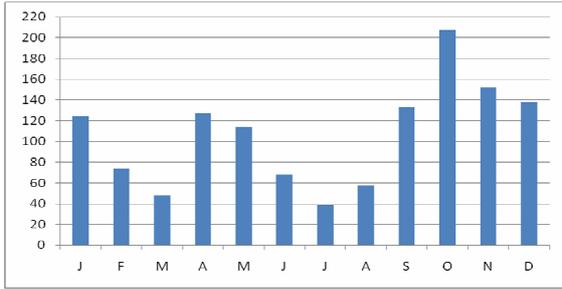


Figure 3 : Bessèges - moyenne des précipitations mensuelles (1964 - 1984) - altitude 170m (Sources : d'Epenoux)

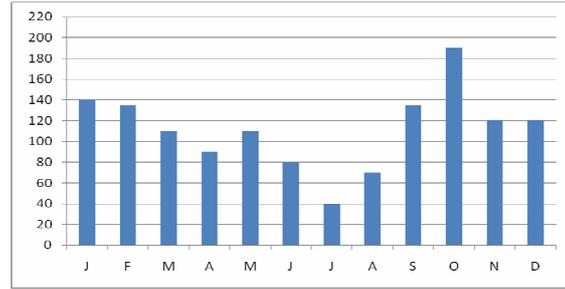


Figure 4 : Sénéchas - moyenne des précipitations mensuelles (1985 - 2000) - altitude 291m (Sources : Météo France)

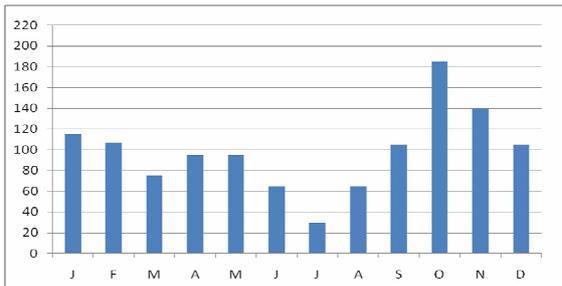


Figure 5 : Les Vans - moyenne des précipitations mensuelles (1961 - 1990) - altitude 291m (Sources : d'Epenoux)



• Géologie, pédologie :

Les formations géologiques que l'on retrouve sur l'ensemble du site correspondent à des roches détritiques de granulométrie variable. Ce sont surtout des grès du houiller, des conglomérats tels que les poudingues et des psammites qui datent de la fin de l'ère primaire (Stéphanien inférieur). A la suite de mouvements de terrain postérieurs aux dépôts (charriage), les couches de sédiments les plus anciennes (Stéphanien inférieur) reposent en partie au dessus des couches plus récentes datant du Stéphanien moyen, à l'est du site (figure 6). Les dépôts sédimentaires viennent recouvrir en partie un substrat métamorphique qui émerge au niveau de la pointe ouest du site. Ces roches peuvent être constituées de schistes des Cévennes, de micaschistes et de gneiss à deux micas ou de conglomérats.

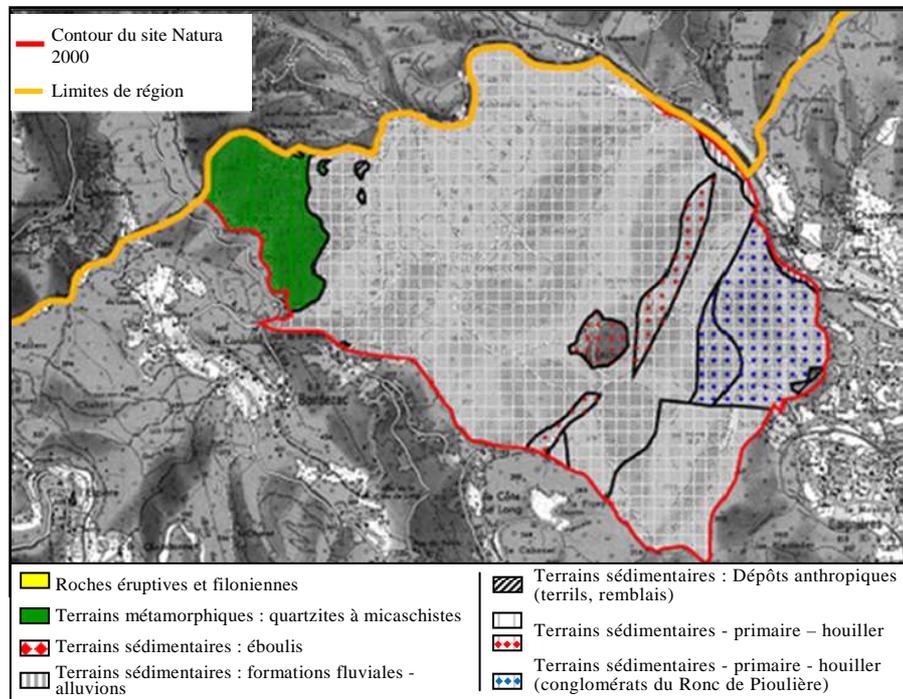


Figure 6 : Carte géologiques de la forêt de Bessèges - (Sources : BRGM)

Les sols présentent tout un éventail allant de la roche dénudée sur les sommets et les pentes, jusqu'à de très bons sols bruns acides profonds et frais dans les vallons. De façon générale les sols sont peu à moyennement profonds et offrent des conditions assez favorables à la végétation forestière.

1.3.4 Eléments de phytosociologie

De par leur impact catastrophique, les incendies ont perturbé, voire anéanti, la dynamique naturelle des peuplements et ont bouleversé la composition floristique spontanée. Par ailleurs la présence du pin maritime, qui régénère beaucoup plus rapidement que le pin de Salzman, contribue à perturber l'équilibre écologique initial (Quezel et Barbero, 1988). Les peuplements cévenols ont une composition végétale comparable à ceux des Pyrénées-Orientales. La strate arborée couvre généralement de 40 à 80 % de la surface, la strate arbustive est très développée. Le pin de Salzman est associé en basse altitude, ou plus haut sur sols superficiels, au chêne vert (*Quercus ilex*), à l'arbousier (*Arbutus unedo*), au ciste à feuille de sauge (*Cistus salviifolius*) à la lavande à feuilles larges (*Lavandula latifolia*), au genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*). En conditions plus favorables on le trouve en mélange avec le chêne sessile (*Quercus petraea*) et le châtaignier (*Castanea sativa*) avec sous bois de fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) – voir les cahiers d'habitats 9530* 1.5.

1.3.5 Enjeux écologiques, faune et flore

- Inventaires et périmètres réglementaires

La forêt de Bessèges est concernée par plusieurs zones d'enjeux écologiques (Figure 7) :

- Proximité de la zone d'adhésion du Parc national des Cévennes
- Site Natura 2000 (ZSC FR9101366) : « Forêt de Pins de Salzman de Bessèges »
- ZNIEFF de type I (n°3013-2087) : « Crête de Gourret »
- ZNIEFF de type I (n°3013-2090) : « Vallon du ruisseau de Maubert »
- ZNIEFF de type I (n°3013-2091) : « Vallon du ruisseau de Ranc Corbier »
- ZNIEFF de type I (n°3013-2092) : « Vallée de la Gagnière à Chavagnac »
- ZNIEFF de type II (n°3013-0000) : « Bois de Bordezac et de Bessèges »
- Forêts communales de Gagnières et de Bordezac

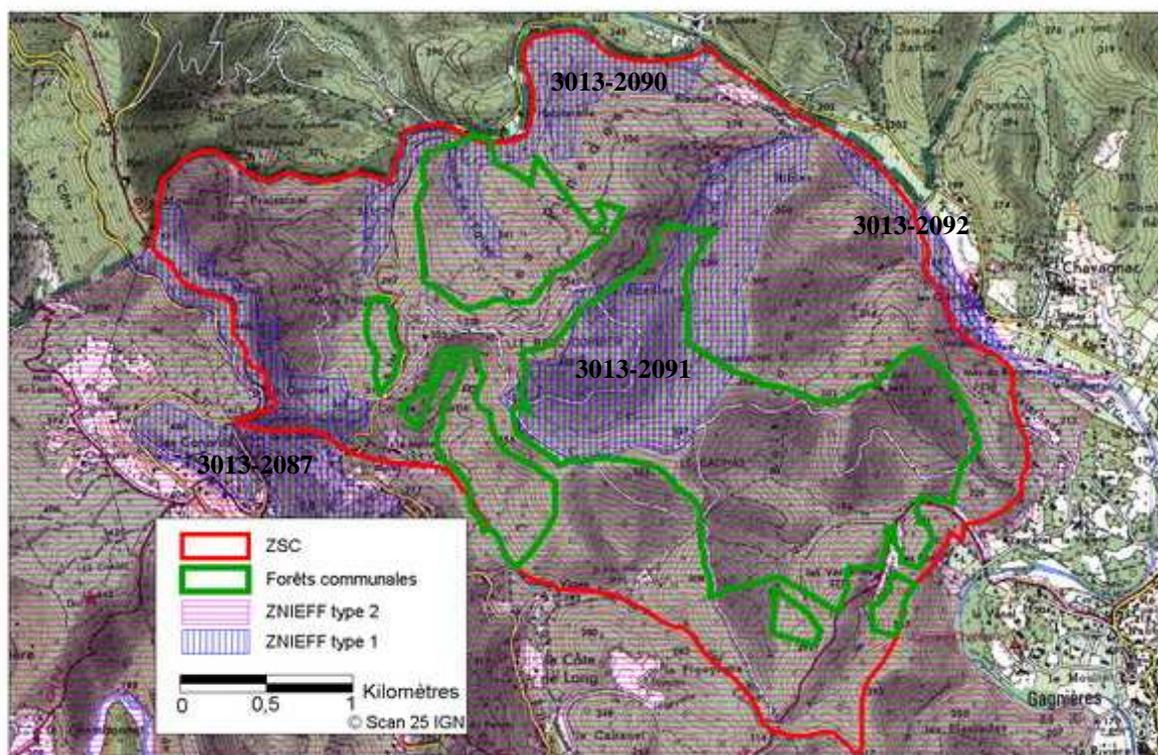


Figure 7 : Carte des enjeux écologiques de la forêt de Bessèges
Sources : DREAL LR et ONF

- **Faune et flore**



Méliée des linaires

Au premier abord, hormis la présence du pin de Salzman, le site ne semble rien avoir d'exceptionnel : écureuil roux, blaireau, sanglier, chevreuil, geai des chênes, pigeon ramier, pinson des arbres, mésanges et fauvettes ... Mais l'inventaire ZNIEFF mentionne cependant divers odonates patrimoniaux : la **cordulie splendide** *Macromia splendens*, la **cordulie à corps fin** *Oxygastra curtisii*, l'agrion nain *Ischnura pumilio* et le gomphe à crochets *Onychogomphus uncatius*, espèces indicatrices de milieux aquatiques de bonne qualité, **dont les deux premières sont inscrites à l'annexe 2 de la directive habitats**. Les ruisseaux temporaires sont favorables aux amphibiens, notamment à la salamandre tachetée (*Salamandra*

salamandra – protection nationale). La **loutre** (*Lutra lutra* - **annexe 2 de la directive habitats**) est présente dans le bassin de la Cèze, elle fréquente la Gagnière et ses affluents. La présence de la salamandre et de la loutre a été mise en évidence par l'ONEMA début 2011. Nous n'avons pas trouvé de données sur les autres groupes faunistiques. Nous pensons néanmoins que au moins deux autres espèces d'intérêt communautaires pourraient être présentes, le barbeau méridional et le damier de la succise, ainsi que d'autres espèces patrimoniales comme la méliée des linaires, ou bien les coléoptères inféodés au pin de Salzman (dont *Cryptocephalus mayeti*). Ces espèces sont à rechercher.

Mais c'est la flore qui révèle la grande richesse du site, grâce aux travaux d'Emeric Sulmont (non publié – Annexe 2) : pas moins de 41 espèces avec statut, et 20 autres qui sont rares en zone méditerranéenne et dont certaines sont déterminantes ZNIEFF. La flore est donc particulièrement riche en éléments patrimoniaux offrant un grand contraste entre espèces de milieux xériques et espèces de milieux humides dont certaines sont inattendues. L'inventaire ZNIEFF cite :

- Le ciste de Pouzol, *Cistus pouzolii*, espèce endémique au sud du Massif Central et bénéficiant d'une protection nationale, observé également par Vincent SAUVETRE.
- La marguerite vert-glaucue, *Leucanthemum subglaucum*, endémique des Cévennes.
- L'euphorbe poilue, *Euphorbia villosa*
- L'euphorbe de Duval, *Euphorbia duvalii*
- Le réséda de Jacquin, *Reseda jacquini*
- La lobélie brûlante *Lobelia urens*, espèce atlantique en limite d'aire dont le site abrite deux des trois stations du Languedoc-Roussillon.
- La laïche à style bulbiforme, *Carex oedipostyla*, présente dans une vingtaine de localités de la région.
- Le dryoptéris des Cévennes, *Dryopteris ardechensis*, fougère connue dans une trentaine de stations du sud du Massif Central.
- La **spiranthe d'été**, *Spiranthes aestivalis*, orchidée des milieux humides acides oligotrophes, protégée au niveau national, **inscrite à l'annexe 4 de la directive habitats**.
- La rossolis à feuilles rondes, *Drosera rotundifolia*, petite plante carnivore protégée nationalement, plus connue des tourbières de montagne et qui constitue ici des stations marginales de basse altitude. Sont susceptibles d'être présents (ZNIEFF partiellement dans le site) : *Halimium lasianthum subsp. alyssoides* ; *Halimium umbellatum subsp. umbellatum* ; *Gratiola officinalis* ; *Ophioglossum azoricum* ; *Illecebrum verticillatum* ; *Trifolium strictum*.



Drosera à feuilles rondes



Ciste de Pouzol

1.3.6 Activités humaines

Six foyers, dont quatre en tant que résidences principales, sont disséminés au milieu des espaces naturels. La pression humaine est faible et diffuse : chasse, essentiellement au sanglier, ramassage de champignons et de châtaignes, quelques promeneurs dominicaux à proximité des axes routiers publics, et des randonneurs dans les parties nord-ouest et sud-est traversées par des sentiers de grande randonnée. Toutefois la pratique de sports motorisés au nord-est, peut perturber la faune et les habitats.

L'exploitation forestière est peu intense. Comme nous le verrons plus loin, le massif a été fortement rajeuni par les incendies et la plupart des peuplements sont jeunes. Il n'y a pas eu de coupes de bois dans les forêts communales depuis plusieurs décennies. Par contre nous avons constaté des coupes récentes de pins maritimes et de pins de Salzmann en terrains privés. Hormis les reboisements, l'activité sylvicole se borne à récolter les arbres exploitables. Le risque d'incendie est un frein à la sylviculture, les investissements risquant d'être ruinés lors d'un sinistre.

Notons la présence d'un centre de traitement des ordures ménagères au lieu dit « La côte de Long ». Cette installation classée (ICPE) est à l'extérieur du site dans sa partie sud-ouest, mais son périmètre de protection intersecte le site.

1.3.7 Risques et menaces

Les pins de Salzmann de la forêt de Bessèges sont soumis à diverses menaces que nous allons analyser. Certaines ont déjà causé le recul de l'espèce alors que d'autres pourraient causer sa disparition.

- **Incendies de forêts**

Le pin de Salzmann est une espèce relativement bien résistante aux feux courants qui peuvent permettre sa régénération. Par contre il est vulnérable devant les incendies intenses et répétés. Or il semblerait que la violence et surtout la fréquence des incendies sont des phénomènes récents. En effet, par le passé les feux, essentiellement pastoraux, étaient provoqués en saison humide. Ils parcouraient les sous bois sans causer de graves dommages aux arbres, permettant l'installation de semis. Les chèvres constituaient alors la menace principale pour la régénération. De nos jours les incendies éclatent en pleine canicule. Alimentés par un sous bois luxuriant et desséché, poussés par un vent violent, ils atteignent souvent des proportions gigantesques. Après leur passage la végétation est totalement détruite sur des centaines, voire des milliers d'hectares. Il en résulte un paysage lunaire sur lequel le pin de Salzmann aura bien du mal à se maintenir ...

Les peuplements de pin de Salzmann de la forêt de Bessèges furent régulièrement victimes du feu au cours du vingtième siècle. Durant les trente dernières années, plus d'une soixantaine d'incendie furent déclarés. On retiendra plus particulièrement les incendies des années 1965, 1985 et 1998 qui parcoururent respectivement 260, 625 et 102 hectares de garrigues et de forêts (ONF, 2010) (Figure 8).

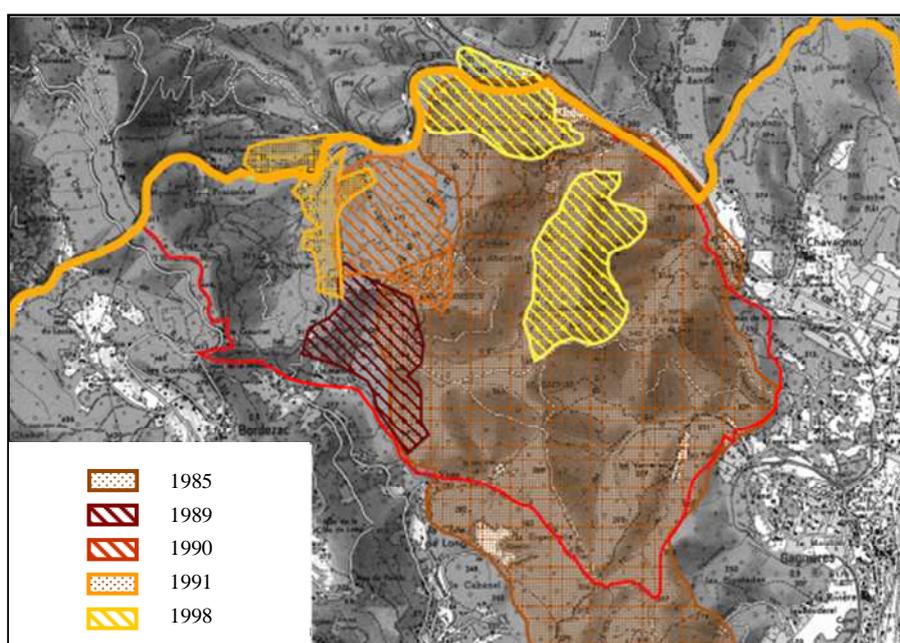


Figure 8 :
Grands incendies
(Sources: Base de données histofeux, Prométhée)

Ainsi on voit bien que la quasi-totalité du massif a été parcourue, certaines parties ayant été touchées de façon répétitive. Rappelons que lors des grands incendies estivaux le stock de graines étant systématiquement détruit par le feu (Tapias et al, 2004), le pin de Salzman ne peu pas se régénérer. A chaque incendie le pin de Salzman régresse, s'il n'est pas totalement détruit localement.

Malgré une absence d'incendie dans la forêt de Bessèges depuis quelques années, le peuplement de pin de Salzman reste très menacé. En effet l'aléa global des incendies calculé en fonction de différents facteurs (inflammabilité de la végétation, vents, pentes et historique des incendies) par la DDTM présente un risque incendie très élevé (Figure 9). **Le feu reste donc une menace principale pour la forêt de pin de Salzman de Bessèges.**

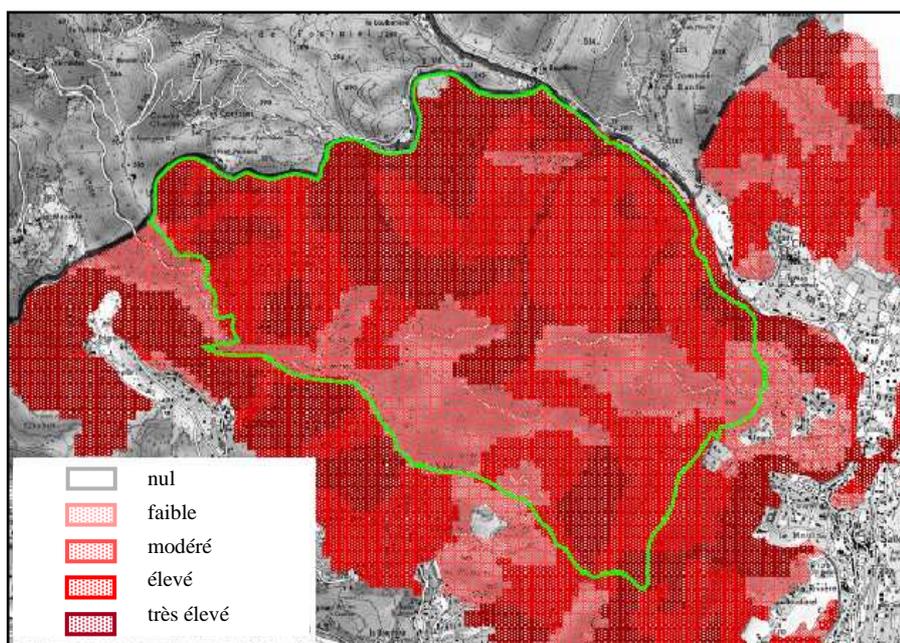


Figure 9 : Carte de l'aléa global des incendies sur la forêt de Bessèges
(Sources : DDTM)

- **Exploitation forestière**

Le bois de pin de Salzman est comparable à celui du pin laricio de Corse et présente un intérêt économique. Les peuplements les plus âgés sont donc susceptibles d'être exploités, le propriétaire forestier étant en droit d'en attendre un revenu. De ce fait les peuplements relictuels, ou les arbres disséminés, peuvent disparaître à tout moment. Si cette menace est quasiment nulle dans les deux forêts communales en l'absence de plan de gestion et de coupes réglées, elle est bien réelle en forêt privée où des pins de Salzman ont récemment été coupés au sud et au sud-est du site.

- **Pollution génétique**

Si introgression et hybridation peuvent être des facteurs bénéfiques en agriculture (création de variétés plus productives ou plus résistantes par exemple) elles peuvent poser des problèmes du point de vue de la conservation du patrimoine génétique, de la résistance aux aléas climatiques et aux parasites dans le milieu naturel (Quezel et Médail, 2003).

En tant que sous-espèce, le pin de Salzman (*Pinus nigra ssp. salzmannii*) est susceptible de se reproduire avec tous les autres pins noirs. En effet, bien que isolés depuis de longues périodes, tous ces pins ont évolué sans développer de barrières génétiques allant à l'encontre de croisements intra-spécifiques (Givors/Boissier, 2003). Le pin laricio de Corse (*Pinus nigra ssp laricio*) et le pin noir d'Autriche (*Pinus nigra nigra*), essences de reboisement fréquemment utilisées, représentent donc un risque pour l'intégrité génétique du pin de Salzman. Le risque est présent non seulement lorsque ils ont été utilisés au sein même des peuplements relictuels, mais aussi lorsque ils se trouvent à distance plus ou moins grande et cela à cause d'une part de la dispersion du pollen, et d'autre part de la dispersion des semences. En ce qui concerne les pollens, peu d'espèces forestières ont fait l'objet de

mesures instantanées de flux génétiques. Certains pins étudiés montrent une proportion non négligeable de flux polliniques efficaces sur des distances pouvant atteindre plusieurs kilomètres. Cependant la présence d'un dense couvert forestier peut réduire la dispersion des pollens en jouant le rôle d'obstacle (Couvret et al, 1999). Un rayon d'action des pollens viables du pin noir d'Autriche, calculé en fonctions du rayon de dispersion des pollens viables du pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et de la vitesse de sédimentation des pollens de pins noirs (*Pinus nigra*), a été déterminé à 770m (Nanson, 2004). Pour ce qui est de la dispersion des graines, la distance efficace est de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Cependant lorsque un semencier se trouve sur une crête ventée, ses graines peuvent être emportées très loin avec une probabilité non nulle de donner un arbre. Ainsi au Roc des Hourtous (Gorges du Tarn – Lozère) nous avons remarqué la présence de quelques jeunes pins noirs d'Autriche dans les falaises et au sein même des pin de Salzman, alors qu'il n'y a aucune plantation de cet intrus à proximité immédiate. La reproduction croisée entre les différents pins noirs donne des individus aux phénotypes hétérogènes qu'il est souvent difficile d'attribuer à une sous-espèce. On retrouve de tels individus en quantités dans une zone de contact entre pin noir d'Autriche dominant et pin de Salzman disséminé à l'extrême est de la forêt domaniale de Notre Dame de Parlatges (Hérault). De nombreux reboisements de pin laricio de Corse effectués il y a quelques décennies sont également constitués de tels pins à l'aspect hétérogène : certains ressemblent effectivement à des pins laricio, chez d'autres on reconnaît les caractères du pin de Salzman, ou bien ceux du pin noir d'Autriche, d'autres sont difficiles à classer : à l'époque l'arboretum des Barres constituait une source de semences pour les pépinières ... si les semences étaient bien récoltées sur des pins laricio de Corse, ces mêmes arbres avaient été fécondés par n'importe lequel des pins noirs de la collection.

Il existe également des flux géniques observés dans certaines populations entre le pin de Salzman et le pin maritime ou le pin sylvestre (CNRS, 2006 ; Rafii, 2006). Cependant il ne nous a pas été possible de déceler des individus issus de tels croisements. Ces croisements interspécifiques doivent rester rares et sans suites. Ils sont donc peu préoccupants.

Le pin laricio de Corse ayant été introduit au sein même de la forêt de pins de Salzman de Bessèges, le risque d'hybridation est présent. Par contre l'océan de pins maritimes qui noie les pins de Salzman peut réduire ce risque.

• **Concurrence par le pin maritime**

Le pin maritime d'origine landaise a été introduit dans les Cévennes lors du développement des exploitations minières pour la production d'étais. Il a rapidement envahi toutes les formations forestières sur sols acides à basse et moyenne altitude. C'est le cas dans la forêt de pins de Salzman de Bessèges où à première vue on a l'impression qu'il n'y a que du pin maritime. C'est un grand arbre qui est facile à distinguer du pin de Salzman (voir tableau 3 et photos de couverture). Contrairement au pin de Salzman, le pin maritime possède des cônes sérotineux. La sérotinie est une adaptation aux incendies de forêts qui permet aux graines mûres de rester à l'intérieur du cône, dans la canopée, pour constituer une banque aérienne de semence.

Pins de Salzman au centre, au tronc rectiligne lisse et clair, entourés de pins maritimes au tronc foncé, flexueux et noueux



	Ecorce	Aiguilles	Bourgeon	Cônes
Pin de Salzman	Argentée	Souples	Clair, résineux	Petits
Pin maritime	Brun rouge	Raides	Sombre, peu résineux	Grands

Tableau 3 : Caractères distinctifs entre pin de Salzman et pin maritime

Des caractéristiques anatomiques et physiologiques (résine) permettent au cône de rester fermé pendant les hautes températures et de libérer les graines seulement après passage de l'incendie quand les conditions redeviennent plus favorables (Quezel et Médail, 2003). Il en résulte que le pin maritime a un comportement pyrophyte : après un incendie, même si les semenciers sont détruits, une dense régénération apparaît. Par surcroît les plantules de pin maritime ont un rapide développement, la croissance du jeune arbre va être plus rapide pendant les 15 premières années, et la fructification apparaît dès l'âge de 5 ans ce qui peut lui permettre de subsister, voire de prospérer, lors d'incendies à répétition. Ainsi à la difficulté du pin de Salzman pour recoloniser le milieu après incendie vient s'ajouter la forte concurrence par le pin maritime, mieux adapté au feu et de croissance initiale bien plus forte. Dans un tel contexte le pin maritime a tendance à rapidement remplacer les autres essences forestières, y compris le châtaignier.

Les caractères écologiques, mais aussi économiques du pin maritime peuvent lui valoir la préférence du forestier. C'est une autre source de concurrence. Le pin maritime pousse seul, abondamment et rapidement après incendie. Il peut donner rapidement des produits commercialisables. Alors pourquoi investir, et prendre des risques, en faveur du pin de Salzman ?

2°) METHODE

2.1 Evaluation de l'état de conservation des peuplements

2.1.1 Principe de la méthode

La méthode utilisée ici est celle développée par Nathalie CARNINO dans sa version finale (MNHN/ONF 2009). Le principe en est très simple : une note de 100 est attribuée à l'état de conservation théorique idéal (état objectif). Différents critères, s'ils sont défavorables au bon état de conservation, font baisser la note. Le résultat final (note finale Nf) permet d'apprécier l'état de conservation en fonction de l'échelle suivante :

- $90 < Nf \leq 100$: Etat bon optimal
- $70 < Nf \leq 90$: Etat bon correct
- $40 < Nf \leq 70$: Etat altéré
- $Nf \leq 40$: Etat dégradé

Avertissement : La première version de cette méthode (2008) a été appliquée dans « Etude de l'état de conservation des peuplements de pins de Salzman de la forêt de Bessèges », rapport de stage de Vincent SAUVETRE en 2010. Un premier test dans le cadre d'un travail similaire sur le massif de Saint-Guilhem-le-Désert avait donné lieu à un rapport de stage « Evaluation de l'état de conservation du peuplement de pins de Salzman de la forêt domaniale de St-Guilhem-le-Désert (Hérault, France) - Anis CHAKIB 2009 ». Les tests réalisés, notamment en région méditerranéenne, ont fait évoluer critères, seuils, modes de calculs et échelle d'appréciation de l'état de conservation. Cela peut conduire à un résultat sensiblement différent, ce que nous allons vérifier.

2.1.2 Les différents critères

Deux catégories de critères ont été retenues : fonctionnalité et atteintes. D'autres éléments compléteront le diagnostic.

- Facteurs influant sur la structure et la fonctionnalité de l'habitat :

- Intégrité de la composition dendrologique : elle est évaluée par le pourcentage de recouvrement en espèces forestières allochtones (pin maritime, pin laricio, Douglas ...) qui réduisent la typicité de l'habitat et peuvent menacer de le faire disparaître. L'information est recueillie à l'échelle de l'unité d'analyse, le recouvrement est calculé à l'échelle du site.

- L'état de la flore typique de l'habitat : ce critère fait intervenir la proportion d'espèces présentes par rapport à une liste de référence à établir à partir des « Cahiers d'habitats » (Bensettiti et al., 2001). Pour l'habitat : « peuplements cévenols méso et supra-méditerranéens de Pin de Salzman »

il est mentionné 39 espèces indicatrices, dont le pin maritime. Ce dernier, introduit sur le site, n'a pas été retenu. Une certaine tolérance a été admise par rapport à l'absence de quelques espèces uniquement identifiables en été. Il a ainsi été établi, à partir de la liste des cahiers d'habitat, une liste de référence comprenant 34 espèces (annexe 3). Ce critère est recueilli à l'échelle de l'unité d'analyse par placettes, puis calculé à l'échelle du site par moyenne pondérée.

- La présence de très gros bois vivants (TGB) : Ces vieux arbres sont des éléments à haute valeur biologique qui structurent les stades terminaux des forêts. Ils sont indispensables à de nombreux compartiments de la biodiversité : champignons lignivores, oiseaux utilisant les cavités du bois, cortèges saproxylophages dont coléoptères saproxyliques ... On les définit comme ayant dépassé le diamètre optimal d'exploitabilité, ou appartenant au moins à la classe de 45 cm de diamètre (42,5 cm au minimum) pour les essences à faible développement ou sur stations peu fertiles. Les stations à pin de Salzmann étant souvent de fertilité moyenne à médiocre, et en l'absence d'aménagement forestier, nous retiendrons la classe 45 cm. Il s'agit bien sûr d'espèces typiques de l'habitat, on ne tiendra donc pas compte du pin maritime. Ce critère est recueilli à l'échelle de l'unité d'analyse puis calculé à l'échelle du site par moyenne pondérée.

- La dynamique du renouvellement : Le renouvellement des essences typiques est nécessaire au maintien de l'habitat. Par ailleurs les jeunes stades sont favorables à de nombreuses espèces typiques, notamment flore, passereaux et insectes. Un peuplement est considéré jeune jusque au stade du perchis, soit habituellement un âge voisin de 30 ans pour une hauteur de 10 à 15 mètres. Un excès de jeunes peuplements sera défavorable à la représentativité des vieux peuplements et aux espèces qui leurs sont associées. Inversement un déficit de régénération peut porter préjudice à la pérennité de l'habitat. Ce critère est mesuré à l'échelle du site, à partir du calcul de la surface occupée par une ou plusieurs classes d'âges dans l'unité d'analyse.



Régénération de pin laricio ... défavorable !



Régénération de pin de Salzmann ... Favorable !

- La quantité de bois mort : Les arbres morts sur pied ou au sol font partie intégrante de l'habitat. Ils sont importants d'une part pour le maintien de nombreuses espèces qu'ils abritent et dont ils constituent la nourriture, et d'autre part parce qu'ils participent aux cycles biochimiques permettant le bon fonctionnement de l'écosystème et la préservation de sa productivité (Vallauri et al., 2005). Ne seront retenus que les arbres de diamètre supérieur ou égal à 35 cm d'essences typiques de l'habitat. Le pin maritime est donc exclu. Ce critère est évalué au niveau de l'unité d'analyse, il est ensuite calculé à l'échelle du site par moyenne pondérée.

- Prise en compte d'autres groupes taxonomiques typiques de l'habitat : La démarche est la même que pour la typicité du cortège floristique, mais par exemple pour les coléoptères saproxyliques. Cela suppose de disposer d'inventaires sur le site, ce qui n'est pas le cas. Nous n'avons pas utilisé ce critère facultatif.

- Les facteurs de dégradation : atteintes qui remettent en cause la typicité, le bon fonctionnement et la pérennité de l'habitat.

- Atteintes lourdes : Ce sont celles qui remettent en cause le bon état de conservation de l'habitat dès leur simple apparition sur le site. La méthode liste la présence d'espèces envahissantes (le pin maritime peut être considéré à ce titre), les perturbations hydrologiques, les dégâts aux sols. Nous y ajouterions bien la présence d'autres pins noirs présentant un fort risque d'hybridation pour le pin de Salzman. Cependant pin maritime et autres pins noirs sont déjà pris en compte au titre de la typicité dendrologique et nous verrons plus loin que leur prise en compte ici ne changerait rien au calcul de la note finale puisque les deux critères ne sont pas cumulatifs. Ce critère est évalué par unité d'analyse selon le pourcentage de recouvrement, puis calculé au niveau du site par moyenne pondérée.

- Atteintes diffuses : Il s'agit de perturbations qui n'ont qu'une action locale et qui ne représentent une menace pour l'habitat que dès lors qu'elles en concernent une proportion importante. La méthode cite l'impact des grands ongulés (modifications ou disparition de la flore), l'impact de la fréquentation humaine (piétinement), l'impact des incendies (destruction directe, modifications de la flore). Une vision globale étant nécessaire, et en l'absence d'indicateurs simples et opérationnels, ce critère est évalué directement à l'échelle du site en tenant compte toutefois des études ou données disponibles et en cumulant les impacts.

- Eléments complémentaires : Ils n'auront pas d'influence sur la note, mais pourront permettre de moduler l'état de conservation.

- Surface et répartition de l'habitat dans le site : En plus de la surface et de la répartition lors de l'étude, si l'information existe il sera intéressant de connaître l'historique de ces critères.

- Perspectives pour l'habitat : Comment l'habitat risque t-il d'évoluer sur le site en fonction des menaces ou des actions entreprises ?

- Qualité des données : Afin de connaître la fiabilité du diagnostic il est important d'indiquer la méthode adoptée pour le recueil des données. La qualité des données sera bonne en cas d'inventaire complet ou de méthode statistique fiable. Elle sera modérée en cas de données partielles, extrapolations ou inventaire statistique peu fiable à faible taux d'échantillonnage (moins de 20 placettes par habitat). Elle sera à dire d'expert en absence de prise de données sur le terrain.

2.1.3 Calculs, seuils, notation des critères

Pour les critères nécessitant un calcul pondéré, une valeur (Ci) est calculée au niveau de l'unité de recueil de l'information. Une moyenne pondérée en fonction des surfaces des unités d'analyse (Si) et de la surface totale de l'habitat (Sh) permet d'obtenir la valeur (C) pour ce critère sur l'ensemble du site:

$$C = [(C1*S1)+(C2*S2)+(Ci*Si)] / Sh$$

On va ensuite attribuer à chaque critère une note (N) en fonction de la position de sa valeur (C) entre divers seuils (tableau 4 ci dessous). Une valeur négative de plus en plus forte est ainsi attribuée au critère lorsque l'on s'éloigne de l'état optimal, ou que la perturbation est plus prononcée.

Pour obtenir la note finale (Nf) on fait la somme des notes pour chaque critère (Nx) et on l'ajoute à 100 (100 étant l'état optimal).

$$Nf = 100+(Na+Nb+Nx)$$

Critères	Modalités (valeurs de C et seuils)	Valeur (N)
Intégrité de la composition dendrologique et/ou atteintes lourdes	Pas d'essences forestières allochtones et pas d'atteintes	0
	1 à 5% d'essences allochtones et aucune atteinte	-5
	5 à 15% d'essences allochtones ou moins de 15% d'atteintes	-10
	15 à 30% d'essences allochtones ou 15 à 30% d'atteintes	-30
	Plus de 30% d'essences allochtones ou plus de 30% d'atteintes	-60
Très gros arbres vivants (TGB)	5 TGB/ha et plus	0
	3 à 5 TGB/ha	-2
	1 à 3 TGB/ha	-10
	Moins de 1 TGB/ha	-20
Dynamique de renouvellement	Entre 5 et 30% de jeunes peuplements	0
	Plus de 30% ou moins de 5% de jeunes peuplements	-10
	Pas de problème de régénération (structures irrégulières)	0
	Problème de régénération (structures irrégulières)	-10
Bois mort	Plus de 6 arbres morts de diamètre > 35 cm par hectare	0
	3 à 6 arbres morts de diamètre > 35 cm par hectare	-2
	1 à 3 arbres morts de diamètre > 35 cm par hectare	-10
	Moins de 1 arbre mort de diamètre > 35 cm par hectare	-20
Flore typique de l'habitat	Plus de 40% d'espèces typiques en moyenne	0
	Entre 20 et 40%	-5
	Au dessous de 20%	-10
Atteintes diffuses	Atteintes négligeables ou nulles	0
	Atteintes moyennes (ponctuelles ou maîtrisées)	-10
	Atteintes fortes (dynamique de l'habitat remise en cause)	-20

Tableau 4 : Synthèse des critères, seuils et notations

2.2 Enjeux, contraintes et choix d'une méthode de recueil des données

L'acquisition des données peut se faire selon diverses modalités :

- L'inventaire total : recensements, comptages et mesures sur l'ensemble de la surface étudiée.
- L'inventaire par échantillonnage systématique : concerne une fraction de la zone d'étude selon un réseau de placettes implantées aux noeuds d'un maillage rectangulaire de taille définie.
- L'inventaire par échantillonnage aléatoire : tirage au sort d'un nombre limité de placettes à traiter.
- L'inventaire par échantillonnage systématique ou aléatoire après stratification ou photo-interprétation : permet de réduire fortement la surface traitée.
- Photointerprétation et vérification systématique sur le terrain des unités d'analyses, avec ou sans prise de mesures dendrométriques et autres.

- Photo-interprétation avec phase de terrain limitée à la vérification de quelques unités par type de formation et extrapolation.
- Le dire d'expert.

Ces méthodes, dans l'ordre où elles sont citées vont de la plus précise, mais plus longue et plus coûteuse, à la moins précise mais plus rapide et économique. Le choix d'une méthode est lié à un certain rapport qualité/prix en fonction des enjeux, des surfaces à traiter, des difficultés du terrain, et des moyens disponibles. Le but poursuivi ici ne vise pas la connaissance fine des caractères dendrométriques et écologiques de la forêt de pins de Salzman de Bessèges. Par ailleurs certaines zones semblent difficiles d'accès, et la végétation est souvent impénétrable. Au vu des objectifs, des moyens disponibles et des contraintes, la méthode choisie est donc basée sur une photo-interprétation avec visite de chaque unité complétée par des mesures dendrométriques et écologiques ponctuelles.

2.3 Description des peuplements et des habitats

2.3.1 Elaboration d'une fiche de description

La fiche de description établie pour le recueil de données figure en annexe 4.

2.3.2 Utilisation de typologies forestières

Deux typologies ont été utilisées et combinées. La première est axée sur la structure des peuplements. La deuxième permet de caractériser les stations forestières.

Typologie des peuplements :

Afin de faciliter la caractérisation des formations forestières. Nous avons utilisé en partie la typologie élaborée pour les peuplements de la forêt domaniale de Saint-Guilhem-le-Désert (CHAKIB, 2009). Seuls les peuplements de pins de Salzman étant concernés dans l'évaluation de l'état de conservation, 10 types de peuplements ont été utilisés. Ils se distinguent par le taux de recouvrement végétal, les types de végétation, les structures de peuplement et les espèces forestières dominantes présentes (Annexe 5).

Typologie des stations forestières :

Pour mieux identifier les caractéristiques écologiques de l'habitat du pin de Salzman sur la forêt de Bessèges, une typologie des stations forestières a été utilisée. Cette typologie fût élaborée lors de l'étude conservatoire du pin de Salzman sur le site voisin de Malbosc en Ardèche (Givor et Boissier, 2007) qui possède les mêmes caractéristiques géologique et topographique que la forêt de Bessèges. La typologie se base sur 5 critères de terrains, inventoriés par placettes :

- Un relevé floristique
- La description d'une fosse pédologique (texture, structure, profondeur, couleur, pierrosité, compacité, humus)
- Une caractérisation topographique (exposition, pente, altitude, forme du versant)
- Une description succincte du peuplement forestier
- Des mesures dendrométriques sur les quatre pins dominants présents sur la zone de relevé.

Neuf types de stations sont définis :

- ⇒ Type 1.1 - Stations para forestières sur conglomérats, à bilan hydrique très défavorable sur sols superficiels (lithosols) et à flore thermo-xérophile acidiphile.
- ⇒ Type 1.2 - Stations para forestières sur conglomérats, à bilan hydrique très défavorable sur sols développés et à flore thermo-xérophile acidiphile.
- ⇒ Type 2.0 - Stations forestières sur conglomérats, à bilan hydrique défavorable sur sols profonds et à flore xérophile acidiphile.
- ⇒ Type 3.0 - Stations forestières sur conglomérats, à bilan hydrique défavorable sur sols profonds et à flore acidiphile.
- ⇒ Type 4.0 - Stations forestières sur conglomérats, à bilan hydrique favorable sur sols profonds et à flore acidiphile.

- ⇒ Type 5.0 - Stations forestières sur conglomérats, à bilan hydrique favorable sur sols profonds et à flore acidophile
- ⇒ Type 6.0 - Stations forestières sur alluvions, à bilan hydrique favorable sur sols profonds et à flore neutrocline.
- ⇒ Type 7.1 - Stations forestières sur schistes, à bilan hydrique défavorable sur sols profonds et à flore acidophile.
- ⇒ Type 7.2 - Stations forestières sur schistes, à bilan hydrique favorable sur sols profonds et à flore acidophile.

Remarque : L'objectif n'était pas la cartographie des stations sur le site. La typologie a donc été adaptée à hauteur des données relevées sur le terrain et afin d'obtenir une clé de détermination basée sur la qualité de la roche mère, l'exposition, la topographie et le type de couverture végétale (Annexe 6). Lorsque un relevé floristique a été fait, il a été utilisé. Afin d'intégrer des critères stationnels à la description des peuplements, la typologie des stations forestières proposée ci-dessus a été simplifiée en regroupant certaines unités typologiques :

- ⇒ Type 1.1 : station sans forêt. Aucune gestion n'est envisageable.
- ⇒ Type 1.2 : stations peu fertiles figurant sous la forme « **b** ».
- ⇒ Types 2.0 ; 3.0 ; 4.0 ; 7.1 : stations fertiles figurant sous la forme « **a** ».
- ⇒ Types 5.0 ; 6.0 ; 7.2 : stations très fertiles figurant sous la forme « **a+** ».

Typologie synthétique de peuplements :

Elle est issue de la combinaison des précédentes. Sa codification comprend un nombre et une lettre. Le nombre indique le recouvrement en pin de Salzman (1 pour >60% ; 2 entre 10 et 60% ; 3 pour < à 10% ; 4 pour les plantations de pin laricio. La lettre indique le type de station simplifié (cf. ci-dessus).

- ⇒ Type **1a+** : Peuplements avec pin de Salzman dominant en station très fertile.
- ⇒ Type **1a** : Peuplements avec pin de Salzman dominant en station fertile.
- ⇒ Type **1b** : Peuplements avec pin de Salzman dominant en station peu fertile.
- ⇒ Type **1** : Bouquets de pin de Salzman, station non déterminée.

- ⇒ Type **2a** : Peuplement avec pin de Salzman plus ou moins dominant en station fertile.
- ⇒ Type **2b** : Peuplement avec pin de Salzman plus ou moins dominant en station peu fertile.
- ⇒ Type **2** : Peuplement avec pin de Salzman plus ou moins dominant, station non déterminée.

- ⇒ Type **3** : Pin de Salzman absent ou rare, station non déterminée.
- ⇒ Type **4** : Pin laricio de Corse

2.3.3 Typologies d'habitats

La typologie Corine biotope (Bissardon et al, 1997) ne distingue pas d'habitat à pin de Salzman des Cévennes. Par contre les cahiers d'habitats (MNHN, 2001) l'individualisent en tant que « Peuplements cévenols méso et supra-méditerranéens de Pins de Salzman sur silice : 9530*-1.5 ». Nous proposons donc un nouveau code Corine **42.633** « forêts cévenoles de pin de salzman sur silice ». La typologie EUR 15-2, à laquelle font référence les cahiers d'habitats, a également été utilisée. Nous nous sommes appuyés sur l'expertise de monsieur Lamri Zéraïa. Seul l'habitat pin de Salzman a fait l'objet d'une détermination précise. Les habitats interstitiels ont été notés sur simple observation de la flore et sans autres investigations. Ils ont fait l'objet de discussions avec monsieur Emeric Sulmont et devront éventuellement être déterminés et cartographiés plus précisément.

2.3.4 Photo interprétation

La méthode retenue pour l'acquisition des données repose sur la définition d'unités d'analyses, portions de territoire aux caractéristiques végétales homogènes. Pour cela nous avons utilisé les photographies aériennes infrarouge IRC, IGN 2006, qui permettent de distinguer résineux, feuillus, landes, rochers, ainsi que la consistance des peuplements forestiers, et les zones reboisées, selon les variations de couleurs et de grains. La distinction entre pin de Salzman et pin maritime étant

impossible, l'utilisation des photos « vraie couleur », IGN 2006, a permis d'affiner. Le grain retenu a été le ¼ d'hectare, cependant de simples bouquets supposés de pin de Salzman ont été individualisés. La photo-interprétation a donc pour rôle essentiel de préparer la phase de terrain.

2.3.5 Phase de terrain

La phase de terrain s'est déroulée essentiellement au premier trimestre 2010. Des compléments ont été réalisés pendant l'été, notamment habitats autres que pin de Salzman. Dans un premier temps le contenu de chaque unité d'analyse a été vérifié, avec modification des contours si nécessaire. Ensuite nous ne nous sommes intéressés qu'aux pins de Salzman et aux parties reboisées. Seules les zones présentant au moins 50% de recouvrement en pin de Salzman ont fait l'objet d'une description poussée et d'un relevé floristique. En proportions inférieures elles n'étaient pas considérées en tant que peuplement et on fait l'objet de simples évaluations. La taille minimum du peuplement a été le ¼ d'hectare. En deçà de cette surface l'unité d'analyse était considérée comme un bouquet ne faisant pas l'objet d'une description aussi détaillée. Cependant même les arbres isolés repérés ont été notés et cartographiés. Pour le relevé de données descriptives, des placettes circulaires d'une surface de 1250 m² (cercle d'un rayon de 20 m) ont été retenues (minimum de surface significatif d'après Carnino, 2009). Les principales informations recueillies sont la couverture au sol des essences forestières dominantes, leur répartition spatiale (dense, lâche), la densité, l'âge moyen, l'âge maximal observé (par sondages à la tarière de Pressler), la hauteur moyenne des arbres (par classes d'âge), le diamètre moyen, l'état sanitaire, topographie et conditions stationnelles, et autres informations nécessaires à la méthode :

- La présence de gros pin de Salzman (Ø classe 45 cm et plus)
- La présence de bois mort de pin de Salzman (sur pied ou au sol, Ø 35 cm minimum)
- La présence de régénération (semis) de pins de Salzman
- La présence de traces d'incendies ou toutes autres atteintes
- La présence de pins laricio de Corse
- Le relevé floristique (placette de 10m de rayon)

Mis à part quelques fonds de vallons et quelques ravines, le site ne présentait pas de zones trop inaccessibles et a donc pu être parcouru dans son intégralité sur la base des zones localisées par photo-interprétation.

2.4 Traitement des données et cartographies

2.4.1 Saisie des données et traitements divers

Les données géographiques ont été saisies dans un Système d'Information Géographique (SIG) - logiciel ArcView 3.2. Les fiches de description ainsi que les données relatives aux habitats naturels ont été saisies sur logiciel Excel. Ce même logiciel a été utilisé pour l'obtention de données synthétiques, à partir de calculs et de tris. Les données habitats, flore et faune, seront saisies dans la base de données naturalistes de l'ONF (BDN).

2.4.2 Cartographie

La jointure de tables entre ArcView et Excel permet de récupérer toutes les informations traitées dans le SIG et d'éditer différentes cartes thématiques.

3°) RESULTATS

3.1 Photo-interprétation

La photo-interprétation a permis de délimiter 403 unités d'analyse allant d'une surface de 0.016 hectare à 28.42 hectares, pour une surface moyenne 1,9 hectares. Il s'agit des unités d'analyse après validation et modifications d'après les observations faites sur le terrain.

3.2 Etude physique des peuplements

3.2.1 Aire de présence

Pour déterminer l'aire de présence, toute unité d'analyse présentant au minimum des pins de Salzman disséminés a été prise en compte. Le pin de Salzman est présent sur 207 unités d'analyse totalisant **325 ha** (figure 10). La surface unitaire des unités d'analyse concernées ne dépasse pas onze hectares avec une moyenne de 1,5 ha. Le pin de Salzman est donc présent sur 44% de la surface du site, plus densément à l'est et à l'ouest, de façon très mitée au centre. Il y a peu de pins isolés en dehors de l'aire de présence. Pour plus de détail consulter l'annexe 7, carte 1.

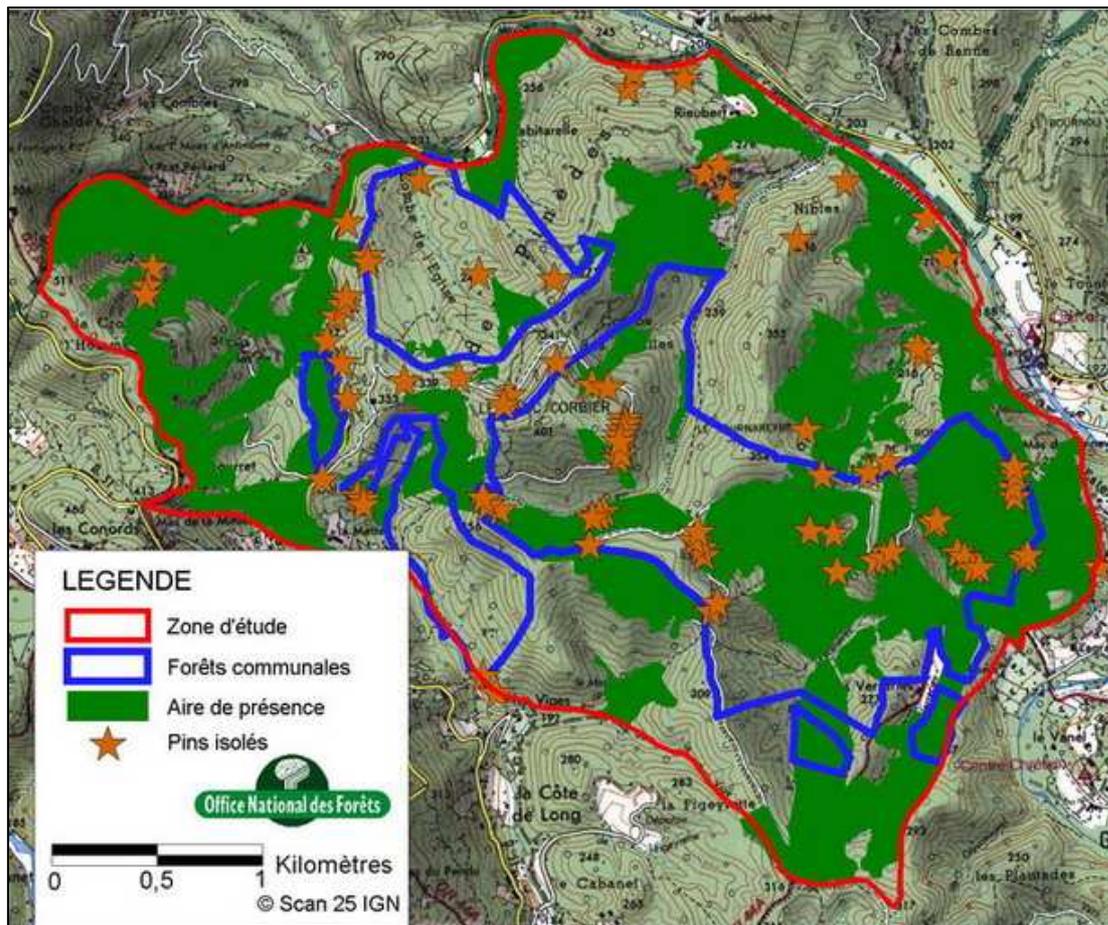


Figure 10 : Carte de l'aire de présence du pin de Salzman dans la forêt de Bessèges

3.2.2 Peuplements (annexe 7, cartes 1, 2 et 3)

Les **peuplements** de pin de Salzman, qu'ils soient purs ou mélangés, en futaie claire ou fermée, occupent une surface de **92 hectares**, soit 12,4 % de la superficie totale du site. Les plus beaux sont localisés dans la zone du « Gachas », autour des « Verreries » (35 hectares) et dans la partie schisteuse à l'ouest du site (11 hectares). Le pin de Salzman y est souvent pur. Ailleurs il est en mélange avec le pin maritime en proportions variables, mais toujours dominant. Les autres essences d'accompagnement, chênes et châtaigniers essentiellement, sont rares. La surface réelle couverte par le pin de Salzman dans ces peuplements est de 56 hectares, soit un taux de recouvrement moyen de 60 %. Cela ne représente que 7,4% de la superficie totale de la forêt.

Pour obtenir la **surface réellement occupée par le pin de Salzman à l'échelle du site** il faut ajouter les bouquets, et tenir compte des pins disséminés. On arrive alors à **91 ha**, soit **12,4% du site**.

Les peuplements sont majoritairement représentés par des futaies fermées (FFPNS) qui couvrent 74 hectares soit de près de 81% des peuplements. Le pin de Salzman y occupe réellement 49 ha, soit une composition moyenne de 2/3 de pin de Salzman et 1/3 pin maritime.

On le trouve ensuite dans 13 ha de futaies fermées résineuses mixtes (FFRMixt) où le pin maritime est nettement majoritaire.

Les autres types de peuplement tels que les formations fermées mélangées (FOFMel), les futaies claires (FRC PNS) et les futaies claires résineuses mixte (FRC Mixt) sont rares, deux unités par type pour un total de 5 ha avec moins de 2 ha de pin de Salzmann .

Le pin de Salzmann est également présent pratiquement pur dans de nombreux bouquets totalisant 13 ha, dont certains ont plus d'une centaine d'année. Ces derniers sont intéressants sur le plan reproductif car ils constituent de bons semenciers pouvant permettre la reconquête d'espaces perdus.

Enfin il est à l'état disséminé dans 221 ha de pinèdes à pin maritime où il n'occupe qu'une proportion moyenne de 10%. Des résultats détaillés sont présentés dans les tableaux 5 et 6 ci-dessous.

Typologie forestière	Nombre d'unité d'analyse	Surface d'analyse (ha)	Surface réelle couverte par le pin de Salzmann (ha)	% des surfaces d'analyse	% des surfaces réelles
Futaie fermée de Pin de Salzmann (FFPNS)	54	74,02	48,88	22,78%	53,67%
Futaie fermée résineuse mixte (FFRMixt)	6	12,54	5,75	3,86%	6,31%
Formation fermée mélangée (FOFMel)	2	2,39	0,79	0,74%	0,87%
futaie claire résineuse mixte (FRC Mixt)	2	1,76	0,52	0,54%	0,57%
Futaie claire de Pin de Salzmann (FRC PNS)	2	0,99	0,43	0,30%	0,47%
Sous total peuplements	66	91,7	56,37	28,22%	61,89%
Bouquets	63	12,63	12,58	3,89%	13,81%
Arbres disséminés	78	220,67	22,13	67,90%	24,30%
Total	207	325	91,08	100%	100%

Tableau 5 : Types de peuplements de pin de Salzmann

Type	Pin de Salzmann	Hauteur moyenne	Surface	%
1a+	> 60 %	21 m	16,54 ha	5,1%
1a	> 60 %	20 m	25,47 ha	7,8%
1b	> 60 %	17 m	15,48 ha	4,8%
1	> 60 %	non renseigné	15,08 ha	4,6%
Sous total type 1			72,57 ha	22,3%
2a	10 à 60 %	17 m	32,16 ha	9,9%
2b	10 à 60 %	15 m	6,16 ha	1,9%
2	10 à 60 %	non renseigné	133,15 ha	41,0%
Sous total type 2			171,47 ha	52,7%
3	< 10 %	non renseigné	17,40 ha	5,4%
4	Pin Laricio de Corse	7 m	63,66 ha	19,6%
TOTAL			325,10	1

Tableau 6 : Types de peuplements synthétiques de pin de Salzmann

Pour les seuls peuplements, 58 % des individus ont entre 60 et 90 ans, suivis par ceux ayant entre 30 et 60 ans qui couvrent 24 % de la surface. La classe d'âge de 91 à 120 ans n'est représentée que par 15 % du peuplement. La régénération, classe de 0 à 30 ans, ne couvre que 3% de la surface. Les classes d'âges correspondant aux vieux peuplements ne sont pas représentées. Seuls quelques arbres de plus de 120 ans (âge évalué à 130 ans à la tarière de Pressler), ont été recensés dans des bouquets isolés. Ce sont donc des peuplements adultes jeunes, représentés par une classe d'âge intermédiaire (Figure 11). Cette vision est toutefois à modérer quelque peu lorsque on prend en compte la totalité des formations. En effet, les zones à pins de Salzman disséminés montrent très souvent de la régénération de pin de Salzman en mélange avec de la régénération de pin maritime, voire au milieu de plantations de pins laricios. On obtient ainsi un total de 17 ha de régénération, soit 19% de la surface occupée par le pin de Salzman.

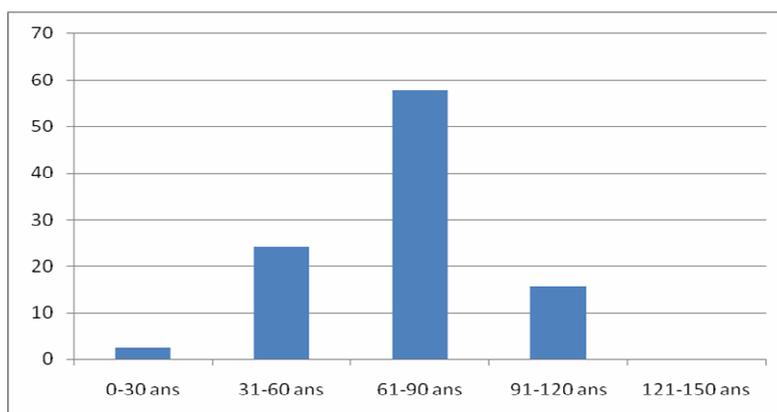


Figure 11 : Représentativité des classes d'âges (%) au sein des peuplements

Dans les peuplements les densités sont relativement élevées, traduisant une absence de sylviculture. On relève par exemple jusque à 1200 tiges/ha sur une unité dépassant 100 ans, mais à cet âge la densité moyenne est voisine de 450/ha. Pour les mêmes raisons les diamètres moyens sont également modestes : 27cm pour la classe 91-120 ans. Notons cependant la présence de sujets dépassant les 50cm de diamètre. Pour la même classe 91-120 ans les hauteurs observées s'étalent de 18 à 25 mètres, démontrant que le pin de Salzman est un arbre de première grandeur dont l'intérêt forestier est ici affirmé.

Le tableau 5 donne la répartition des peuplements de pin de Salzman selon la fertilité des stations. La moitié d'entre eux sont sur des stations moyennement fertiles. L'autre moitié est partagée à parts égales entre stations très fertiles et stations peu fertiles.

Très fertiles	Moyennement fertiles		Peu fertiles	
a+	1a	2a	1b	2b
22%	23%	33%	16%	6%
22%	56%		22%	

Tableau 7 : Répartition des peuplements selon la fertilité des stations

3.2.3 Dynamique et impact des incendies

On remarque que le taux de recouvrement par le pin de Salzman est fortement corrélé à l'âge (tableau 6). Alors que les vieux peuplements sont constitués presque exclusivement de pin de Salzman, cette essence se raréfie à mesure que l'âge baisse. Les vieux peuplements sont le témoin d'anciennes régénérations denses. Relativement résistants au feu ils sont bien conservés. Par contre les incendies répétés ont fortement affecté les plus jeunes. Le pin de Salzman s'est régénéré, mais il a rapidement été étouffé par le pin maritime. Ceci est inquiétant : le pin de Salzman régresse.

Age	< 30	30-60	61-90	91-120
Recouvrement	13%	36%	71%	93%

Tableau 8 : Age et recouvrement en pin de Salzmann



Vieux peuplement de pin de Salzmann

Régénération dense de pin maritime

3.2.4 Environnement des peuplements

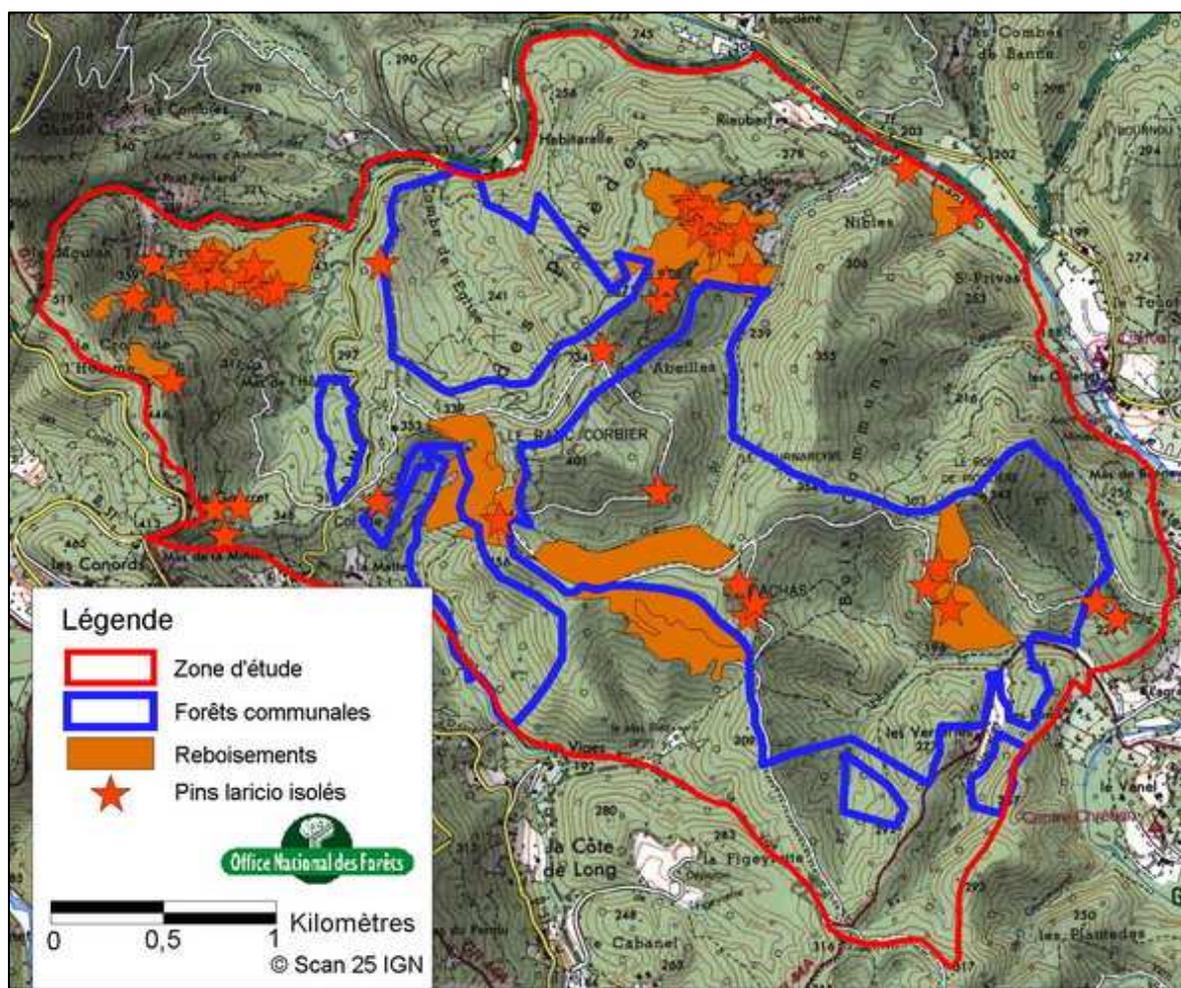


Figure 12 : Carte de la présence du pin laricio de Corse

Le pin laricio de Corse a beaucoup été planté au sein du site, autant dans les forêts communales qu'en forêt privée. Il ne nous a pas été possible de nous procurer les dossiers de reboisements auprès de la DDTM du Gard. Cependant les plantations sont pour certaines bien visibles à partir de la photographie aérienne. Les autres ont été repérées lors de la phase terrain. Le pin laricio de Corse est présent sur **64 ha** (figure 12). Cela représente 20% de l'habitat du pin de Salzman, ou 8,5% de la surface du site. Son âge est compris entre 15 et 30 ans, sauf pour quelques semis naturels. Certaines plantations sont bien venantes, alors que d'autres ont été dominées par le pin maritime. On y trouve toujours du pin de Salzman en plus ou moins faible proportion. Les pins laricio isolés, probables vestiges de reboisements détruits par le feu, ont été cartographiés. Nous n'avons pas observé d'autres plantations de pins noirs exogènes en dehors du site et à sa proximité.

On rencontre d'autres espèces plantées à l'intérieur de la zone d'étude ou à son voisinage immédiat : sapin de Douglas, aulne à feuilles en cœur, chêne rouge d'Amérique, robinier.

Il est à noter que le pin maritime, qui constitue une menace de par son caractère envahissant, peut jouer un rôle positif d'écran s'opposant à la diffusion des pollens de pin laricio.

Soulignons enfin la présence du pin de Salzman à l'extérieur de la zone d'étude, soit en bouquets, soit en arbres disséminés.

3.3 Habitats, faune, flore

- **Habitat du pin de Salzman** (annexe 7, carte 4)

En préalable il faut se mettre d'accord sur ce que nous allons retenir : habitat réel ou habitat potentiel ? La totalité de la zone d'étude est écologiquement favorable au pin de Salzman. Mais l'élément essentiel à la caractérisation de cet habitat, le pin de Salzman, est souvent absent. Il s'agit alors d'habitat potentiel susceptible à long terme de devenir habitat réel si le pin s'y installe. Nous ne nous intéresserons qu'aux zones sur lesquelles le pin de Salzman est présent, l'habitat réel, qui soit dit en passant peut basculer en habitat potentiel si le pin venait à disparaître. Pour cela nous avons retenu toute unité d'analyse à l'intérieur de laquelle le pin de Salzman est présent, au moins à l'état disséminé. L'habitat est donc équivalent à l'aire de présence du pin, soit **325 ha** représentant 44% de la zone d'étude. Il est exclusif ou dominant sur 120 ha, secondaire et dominé par les formations à pin maritime sur 205 ha. Cet habitat est conforme à celui qui est décrit dans les cahiers d'habitats. L'analyse des relevés floristiques ne fait pas ressortir de fortes variations. On peut néanmoins distinguer quelques espèces dominantes telles que *Arbutus unedo* (l'arbousier), *Calluna vulgaris* (la callune), *Erica scoparia* (bruyère à balai), *Erica cinerea* (bruyère cendrée), *Genista pilosa* (genêt poilu) et *Pteridium aquilinum* (fougère aigle). Cette dernière, avec *Ilex aquifolium* (houx), indique les meilleures stations. *Erica scoparia* et *Genista pilosa* marquent les zones de fertilité moyenne, alors que *Rubia peregrina* (Garance voyageuse) est essentiellement observée sur les crêtes peu fertiles. On rencontre régulièrement le châtaignier sous forme de taillis sur nombre de stations fertiles, vestige des activités agricoles. On peut répartir l'habitat en sous-types dont la représentativité est cohérente avec la fertilité des stations :

Combes : 20 %	Ubac : 64 %	Adret : 8 %	Crêtes : 8 %
---------------	-------------	-------------	--------------

- **Autres habitats** (annexe 7, carte 4)

Douze autres habitats ont été notés dans la zone d'étude (détermination à confirmer). Six d'entre eux sont d'intérêt communautaire, dont deux prioritaires. En ajoutant les bois de pins de Salzman, la zone d'étude comprend sept habitats d'intérêt communautaire dont trois prioritaires.

- Les formations à pins maritimes ont été classées en 32.141 car il ne s'agit pas de pins mésogéens mais de pins d'origine atlantique hors de leur zone naturelle de présence.
- Les maquis sans pins ont été classés en 32.32 et non en bas maquis à cistes car ces derniers sont minoritaires et les éricacées sont très nettement dominantes.
- Des habitats de faible surface n'ont pas été cartographiés, en particulier les landes montagnardes dont nous n'avons repéré que quelques petites tâches à l'extrémité nord ouest de la zone d'étude (Croix de l'Homme mort).
- Il existe en limite du site, mais à l'extérieur (Les Oulettes, rive droite de la Gagnière) une mare temporaire méditerranéenne (22.341 ; **3170***) particulièrement riche sur le plan floristique.

Désignation	Code CORINE	Code N2000
Mares temporaires méditerranéennes * Groupements à <i>Spiranthes</i> et <i>Anagallis</i> des bordures de ruisselets	22.3417	3170*
Cours d'eau intermittents	24.16	3290
Landes montagnardes à <i>Calluna</i> et <i>Genista</i>	31.226	4030
Mattoral arborescent à <i>Pinus pinaster</i>	32.141	
Maquis bas à éricacées	32.32	
Autres bois caducifoliés	41.H	
Bois sub-méditerranéens de <i>Quercus petraea</i>	41.712	
Forêts de châtaignier	41.9	9230
Falaises siliceuses catalano-languedociennes	62.62	8220
Plantations de pins européens (pin laricio)	83.3112	
Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> *	44.3	91E0*
Terrains en friche	87.1	

Tableau 9 : Autres habitats naturels

- **Faune et flore**

Nous avons bien trouvé la méliée des linaires (*Mellicta dejone*) et avons noté 17 autres espèces de lépidoptères diurnes. Quelques stations de ciste de Pouzolz ont été relevées. La présence du ciste à feuilles de peuplier (*Cistus populifilius*), qui bénéficie d'une protection nationale, n'est pas certaine et doit être confirmée en période de floraison.



Ciste à feuille de peuplier
© Emeric SULMONT

3.4 Etat de conservation des peuplements

3.4.1 Typicité dendrologique

Il s'agit de la proportion d'essences étrangères à l'habitat, ici pin maritime et pin laricio de Corse. Nous allons faire le calcul pour les seuls peuplements, et pour l'ensemble de l'habitat.

- Peuplements : il s'agit des données les plus fiables car recueillies par placettes avec pourcentage de couverture par essence. La surface totale des peuplements ainsi décrits est de 77 ha. La surface réelle occupée par le pin de Salzman y est de 46 ha soit 61%. La surface occupée par le pin maritime est de 30 ha soit 39%, valeur qui donne une note de -60 (cf tableau 4). Mais ce calcul ne tient pas compte des bouquets et formations à pin de Salzman disséminé, ainsi que des reboisements.
- Habitat : la surface totale de l'habitat est de 325 ha. Le pin de Salzman y occupe 91 ha, soit 28%. Pin maritime et pin laricio occupent 229 ha, soit 70%. Cette valeur conduit également à une note de -60.

La note retenue est de -60

3.4.2 Très gros bois vivants

Les données ayant été prises par fourchettes au niveau de chaque placette (première version de la méthode), chaque unité d'analyse a été notée. Nous avons ensuite pondéré en multipliant chaque note par la surface de l'unité. Enfin la somme des ces produits a été divisée par la surface totale des unités inventoriées. Le résultat est -10, soit une fourchette de 1 à 3 TGB/ha. Ce calcul ne tient pas compte des formations à pin de Salzman disséminés dont la valeur risque de se situer au dessous de 1 TGB/ha avec une note de -20. En l'absence de données fiables on s'en tiendra aux seuls peuplements.

La note retenue est de -10

3.4.3 Dynamique

Il s'agit du pourcentage occupé par la classe d'âge inférieur à 30 ans. Deux calculs différents.

- Peuplements : Surface totale des peuplements inventoriés par placettes : 77 ha. Surface occupé par les régénérations de pin de Salzman : 1 ha, soit 2%. La note est de -10.
- Totalité de l'habitat : Surface totale 325 ha. Surface des régénérations en pin de Salzman : 17 ha, soit 5% de l'habitat pour une note de 0.

La note retenue est de 0

3.4.4 Bois mort

Tous les relevés par placettes indiquent <1 gros arbre mort par hectare, note -20. A priori ce n'est pas dans les formations à pins de Salzman disséminés qu'on trouverait plus de bois mort.

La note retenue est de -20

3.4.5 Typicité de la flore

Ce critère est basé sur les seuls relevés floristiques réalisés. La typicité a été calculée pour chaque relevé, puis pondéré selon les surfaces de unités concernées et la surface totale. La typicité moyenne est de 21%, note -5.

La note retenue est de -5

3.4.6 Atteintes fortes

La forte concurrence par le pin maritime et les risques d'hybridation avec le pin laricio sont à classer dans ce type d'atteintes à hauteur de 70%. Cependant ces facteurs ont déjà été pris en compte dans la typicité dendrologiques. La présence de *Molinia caerulea* (Molinie bleue) peut faire penser à une dégradation du sol. Il n'en est rien cette présence est totalement naturelle et constitue même une des originalités du site en lien avec les roches et sols présents. Il n'a pas non plus été constaté de dégâts récents d'incendies. Ce critère est donc favorable.

La note retenue est de 0

3.4.7 Atteintes diffuses

L'impact des grands herbivores, tel que le sanglier, est contrôlé par les activités cynégétiques locales. La fréquentation humaine est quant à elle limitée aux sentiers et pistes forestières et ne peut être considérée comme dommageable au pin de Salzman. Une note favorable de 0 a donc été attribuée à ce critère.

La note retenue est de 0

3.4.8 Etat de conservation

Critères	Valeurs	Note
	Etat idéal	100
Intégrité de la composition dendrologique et/ou atteintes lourdes	Plus de 30% d'essences allochtones ou plus de 30% d'atteintes	-60
Très gros arbres vivants (TGB)	1 à 3 TGB/ha	-10
Dynamique de renouvellement	Entre 5 et 30% de jeunes peuplements	0
Bois mort	Moins de 1 arbre mort de diamètre > 35 cm par hectare	-20
Flore typique de l'habitat	Entre 20 et 40%	-5
Atteintes diffuses	Atteintes négligeables ou nulles	0
	Note finale Nf	5

Tableau 10 : Calcul de la note finale

Pour le calcul de la note finale on retranche à 100 (état idéal), la somme des notes par critères.
 $Nf = 100 - (60+10+20+5)$ $Nf = 5$ $Nf < 40$ **Etat dégradé**

L'habitat du pin de Salzman de la forêt de Bessèges est dans un état de conservation dégradé, on peut même dire fortement dégradé.

3.4.9 Fiabilité du résultat et critères les plus influents.

Les données recueillies sont réputées fiables, bien que les placettes ne concernent que les seuls peuplements. Pour les très gros bois, nous avons retenu une note de -10 et nous avons vu que la prise en compte de la totalité de l'habitat aurait pu donner une note de -20, le résultat final aurait été de 0 ($Nf \geq 0$), donc très peu différent. Le seul doute subsistant concerne la typicité floristique. En effet certains relevés ont été réalisés sur un sol enneigé, ce qui a pu diminuer sensiblement le nombre d'espèces rencontrées. La note pour la typicité floristique aurait pu être de 0, donnant une note finale de 10 ou 5 selon la note retenue pour les très gros bois vivants ... Cela n'aurait rien changé à l'état de conservation.

On remarque sans équivoque que le facteur le plus influent sur la note finale est la **typicité dendrologique**, la présence du pin maritime et du pin Laricio représentant par ailleurs des atteintes fortes.

C'est donc sur ce facteur qu'on devra agir pour améliorer l'état de conservation.

3.5 Comparaison avec le résultat antérieur

Rappelons que le premier travail sur cette zone d'étude (Sauvêtre, 2010) a été réalisé à partir de la première version de la méthode Carnino, et avec les mêmes données que celles utilisées ici. Le résultat final était « $Nf = 58$; état dégradé ». La qualification de l'état de conservation était identique, mais la note était plus élevée car les atteintes relatives à la présence de pin laricio et pin maritime avaient un poids moins lourd dans le calcul.

4°) PROPOSITIONS DE GESTION (annexe 7, carte 5)

Compte tenu de la richesse floristique du site, on se renseignera auprès du Conservatoire Botanique de Porquerolle (CBN) afin de vérifier l'absence d'espèce protégée sur le chantier.

4.1 Enjeux et hiérarchisation

La forêt de pin Salzman de Bessèges est soumise à cinq types de menaces :

- Destruction par le feu (menace la plus forte, la plus brutale, et généralisée).
- Destruction par exploitation forestière (menace forte mais locale).
- Risque de pollution génétique (menace forte sur le long terme).
- Concurrence par le pin maritime (menace faible sur le long terme, sauf incendie).
- Régression du pin de Salzman sur le site sous l'effet conjugué des menaces précédentes.

Il faut bien sûr sauvegarder l'existant. Mais si on veut améliorer l'état de conservation on devra agir sur la typicité dendrologique, et prioritairement sur la présence de pin laricio qui présente la menace majeure à long terme. Les priorités sont donc ainsi définies :

- Priorité 1 (très forte) : actions relatives aux bonnes pratiques, au risque génétique, à la reconstitution de peuplements de pin de Salzman.
- Priorité 2 (forte) : actions relatives à la conservation de l'existant.
- Priorité 3 (faible) : actions relatives à la présence du pin maritime

4.2 Propositions liées au risque incendie

L'incendie est une menace majeure. La défense des forêts contre les incendies fait l'objet d'un programme annuel piloté par la DDTM du Gard (plan de massif). Nous ne ferons aucune propositions, si ce n'est d'insister sur le caractère prioritaire de cette zone qui doit retenir l'attention afin d'assurer prévention et moyens de lutte (annexe 7, carte 6).

4.3 Propositions liées au risque d'exploitation forestière (E)

Le site accuse un déficit en très gros bois vivants, et en arbres morts. Les plus vieux peuplements ont entre 100 et 140 ans, ils s'étendent sur 46 ha auxquels s'ajoutent 12 ha de bouquets. Bien que étant exploitables, ils sont encore jeunes, le pin de Salzmann peut vivre plus de cinq siècles ! Ils concentrent la majeure partie du potentiel de reproduction du site, et de sa diversité génétique. Il importe donc de conserver les vieux arbres. Leur exploitation par coupe à blanc serait une atteinte à l'état de conservation de l'habitat au niveau du site. Les actions possibles sont :

E1 Contractualisation en îlot Natura 2000 - Priorité 2 : Moyennant contrepartie financière le propriétaire s'engage à conserver le peuplement pendant 30 ans sans coupe. Cette action doit viser prioritairement les plus beaux peuplements, soit 35 hectares.

E2 Contractualisation en arbres disséminés Natura 2000 - Priorité 2 : Moyennant contrepartie financière le propriétaire s'engage à conserver les arbres contractualisés pendant 30 ans. Il peut exploiter les arbres non contractualisés. Cette action peut s'appliquer à la totalité des peuplements et bouquets, soit sur 106 ha, mais elle convient mieux en dehors des plus beaux peuplements soit sur 71 ha.

E3 Création d'îlot de vieillissement - Priorité 2 : Le peuplement ne sera pas coupé à blanc pendant la durée du plan de gestion, les coupes d'éclaircie sont possibles.

E4 Création d'une réserve biologique - Priorité 3 (applicable uniquement dans les forêts communales).

E5 Sylviculture dans les vieux peuplements de pin de Salzmann - Priorité 1

Le propriétaire peut très bien faire le choix de conserver les vieux peuplements et bouquets tout en y faisant des interventions sylvicoles sous forme de coupes d'éclaircies favorisant les plus gros et les plus beaux arbres. Dans ce cas on recommandera de favoriser le pin de Salzmann au détriment du pin maritime, et de conserver les arbres morts. Ce choix est compatible avec la contractualisation d'arbres disséminés ou la mise en place d'îlots de vieillissement. Action non prise en charge par le contrat Natura 2000.

4.4 Propositions liées au risque de pollution génétique (G)

Le pin laricio de Corse risque de s'hybrider avec le pin de Salzmann, donnant à long terme des arbres dénaturés. On le rencontre sur 64 hectares. Plusieurs cas sont à envisager.

G1 Destruction de plantations de pins laricio - Priorité 1

Le pin laricio constitue l'essentiel du peuplements, la densité atteint souvent 1000 individus /ha, arbres âgés d'environ 15 à 30 ans pour une hauteur de 4 à 8 mètres. La faible densité de pin de Salzmann ne justifie pas une intervention sélective à son bénéfice. Le pin maritime peut également être rencontré en densité plus ou moins forte. Il n'est pas envisageable d'intervenir manuellement du fait de la quantité de rémanents générée, et du risque d'incendie induit. L'action consistera en un broyage mécanique de la totalité de la plantation. Les surfaces à traiter totalisent 40 ha. **Action fortement prioritaire** pouvant être prise en charge par un contrat Natura 2000.



Broyage de pins laricio et dépressage en faveur du pin de Salzmann – Photo Laurent Golliard, ONF

G2 Eradication de pins laricio dans les régénérations de pin de Salzmann - Priorité 1

Les pins laricio étant minoritaires on peut pratiquer un dépressage visant à les éradiquer, tout en diminuant la densité des jeunes pins de Salzmann. Les pins maritimes seront également enlevés. La difficulté réside dans la capacité de l'opérateur à différencier pin de Salzmann et pin laricio. Si l'opérateur ne sait pas, les arbres devront être préalablement repérés, ou bien l'opérateur devra être accompagné par un agent forestier capable de faire la différence. Surface à traiter 2 ha. Cette **action prioritaire** peut être prise en charge par un contrat Natura 2000. Attention, intervenir impérativement entre octobre et février afin de ne pas provoquer la prolifération de scolytes qui porteraient atteinte aux arbres voisins.

G3 Eradication de pins laricio isolés - Priorité 1

Il s'agit des pins laricio isolés indiqués sur la figure 12 (l'inventaire n'est pas réputé exhaustif, il peut y en avoir d'autres). Ces arbres devront être éradiqués par simple abattage à la tronçonneuse. La difficulté réside dans la capacité de l'opérateur à différencier pin de Salzmann et pin laricio. Si l'opérateur ne sait pas, les arbres devront être préalablement repérés, ou bien l'opérateur devra être accompagné par un agent forestier capable de faire la différence. Cette **action prioritaire** peut être prise en charge par un contrat Natura 2000. Attention, intervenir impérativement entre octobre et février afin de ne pas provoquer la prolifération de scolytes qui porteraient atteinte aux arbres voisins.

G4 Eradication de pins laricio « noyés » dans le pin maritime - Priorité 2

Leur densité est faible et ils sont fortement dominés par le pin maritime, risquant à long terme de disparaître naturellement. Le pin maritime s'oppose à la diffusion du pollen dont la production est faible à nulle. L'action consistera à rechercher les pins laricio et à les abattre à la tronçonneuse. La difficulté réside dans la reconnaissance de ces pins, et dans la progression au sein d'un sous bois souvent difficilement pénétrable. Attention, intervenir impérativement entre octobre et février afin de ne pas provoquer la prolifération de scolytes qui porteraient atteinte aux arbres voisins. Action de **seconde priorité** pouvant être couplée avec G3. Surface à traiter 22 ha.

G5 Ne pas planter de pins noirs autres que du pin de Salzmann d'origine locale - Priorité 1

Il serait aberrant de continuer à planter des pins noirs exogènes. Cette mesure peut être contrôlée par l'évaluation des incidences (à vérifier), et être inscrite dans les engagements de la charte Natura 2000. Il serait souhaitable que cette mesure soit étendue hors site dans une zone tampon de 500 mètres au minimum.

4.5 Propositions liées au pin maritime (M)

Le pin maritime est une essence introduite qui envahit les habitats naturels et exerce une forte concurrence envers le pin de Salzmann, surtout en cas d'incendie. Les interventions proposées ne

visent pas à éradiquer le pin maritime, mais à réduire sa densité pour favoriser les pins de Salzmänn généralement disséminés.



Eclaircie au bénéfice du pin de Salzmänn – Laurent Golliard, ONF

M1 Pin maritime commercialisable - Priorité 1

Lors d'une récolte de bois on favorisera systématiquement le pin de Salzmänn au détriment du pin maritime, cela quelle que soit la forme du pin de Salzmänn. Dans les peuplements à pins de Salzmänn disséminés on conservera les pins de Salzmänn. Même chose pour les pins de Salzmänn isolés. La conservation systématique de ces arbres devrait permettre l'apparition de régénération de pin de Salzmänn après une coupe de pins maritimes. Cette recommandation peut être formalisée dans la charte Natura 2000.

M2 Pin maritime non commercialisable - Priorité 3

Si le bois n'est pas valorisable, l'opération peut faire l'objet d'un contrat Natura 2000. Dans ce cas on se contentera de détourner les pins de Salzmänn dominants et de mettre en lumière les dominés. On procédera de préférence par annellation des pins maritimes, ce qui est moins coûteux et permet de maintenir la stabilité du peuplement tout en augmentant la quantité de bois mort sur pied. Surface à traiter : 74 ha. Attention, intervenir à l'automne afin d'éviter les dégâts dus aux scolytes.

M3 Réduction de la densité ou éradication du pin maritime dans les régénérations - Priorité 3

Le pin maritime est plus ou moins dominant dans les jeunes stades. Le dépressage sera fait au bénéfice du pin de Salzmänn. Si les pins de Salzmänn sont suffisamment nombreux le pin maritime sera éliminé systématiquement. Dans le cas contraire on conservera des pins maritimes afin d'obtenir un peuplement mélangé qui à terme pourra être conduit en régénération naturelle de pin de Salzmänn. Attention, intervenir à l'automne afin d'éviter les dégâts dus aux scolytes. Cette intervention peut être financée par un contrat Natura 2000. La surface à traiter est de 82 ha.

4.6 Propositions liées à la régression du pin de Salzmänn (P)

Le pin de Salzmänn a connu une régression constante sous l'effet conjugué des diverses menaces. Par contre sa lente dynamique ne lui permet pas de regagner rapidement le terrain perdu. Afin d'augmenter la surface d'habitat et d'améliorer l'état de conservation on peut envisager de planter du pin de Salzmänn.

P1 Plantation de pin de Salzmänn - Priorité 1 :

Cette action doit prioritairement faire suite à l'action G1 (destruction de plantations de pins laricio). En effet, après le broyage des anciens reboisements il n'y a que peu de chances de voir apparaître de la régénération naturelle de pin de Salzmänn du fait de la rareté ou de l'éloignement des semenciers. Si on ne plante pas du pin de Salzmänn on risque donc de voir apparaître rapidement un matorral à pin maritime. La plantation ne peut pas à priori bénéficier d'un financement Natura 2000, par contre elle devra être prioritaire pour l'obtention de financements du ministère de l'agriculture. Il n'est actuellement pas possible de planter du pin de Salzmänn car il n'y a pas de peuplements classés porte graines. Une procédure est en cours et devrait aboutir en 2011 au classement de la forêt communale voisine de Banne (Ardèche). On veillera à n'utiliser que cette ressource génétique locale. La plantation obéira aux normes habituelles pour les densités, la périodicité des entretiens ...

4.7 Approche économique

Le tableau ci-dessous récapitule les actions, leur priorité, les surfaces théoriques à traiter, les prix unitaires, le coût par action et le coût total. Les prix unitaires sont ceux constatés sur le site Natura 2000 voisin du bois des Barthes (Ardèche) sur lequel plusieurs contrats Natura 2000 sont en cours.

Code	Libellé action	Priorité	Surface	Prix unitaire	Montant
E1	Contrat N2000 îlots de sénescence	2	35 ha	4000	140000
E2	Contrat N2000 arbres disséminés	2	71 ha	2000	142000
E3	Ilots de vieillissement (avec éclaircies)	2	106 ha	Bonnes pratiques	/
E4	Création d'une réserve biologique	3	/	/	30000
G1	Destruction des plantations de pin laricio	1	40 ha	5000	200000
G2	Eradication pin laricio dans régénérations de pin de Salzman	1	2 ha	3500	7000
G3	Eradication de pins laricio isolés	1	/	/	6000
G4	Eradication de pins laricio noyés dans les pins maritimes	2	22 ha	3000	66000
G5	Ne pas planter de pins noirs exogènes	1	/	Bonnes pratiques	/
M1	Eclaircie commercialisable au profit du pin de Salzman	1	/	Bonnes pratiques	/
M2	Eclaircie non commercialisable au bénéfice du pin de Salzman	3	74 ha	3000	222000
M3	Dépressage au bénéfice du pin de Salzman	3	82 ha	3500	287000
P1	Plantation de pin de salzman	1	40 ha	3500	140000
				TOTAL	1.240.000

Tableau 11 : Récapitulatif des actions

Le coût total est un montant théorique qui suppose que la totalité de la surface soit traitée. Les prix unitaires peuvent varier en fonction de divers paramètres, notamment quantités à traiter. L'habitat occupant une surface de 325 ha, le coût moyen de son maintien et de sa restauration est de l'ordre de 3800 €/ha ... prix à payer pour la conservation d'unhabitat devenu rare.

4.8 Effets possibles

Pour passer d'un état dégradé (état actuel) à un état altéré, il faudrait que la note finale gagne 35 points. Améliorer les notes pour les gros bois vivants et le bois mort ne peut pas être obtenu rapidement. On peut admettre gagner 5 points sur la typicité floristique. Il faudrait alors que la typicité dendrologique puisse récupérer 30 points, soit ramener la proportion de pins exogènes à 30% (actuellement elle est de 70%). Cela suppose de regagner au minimum 140 ha de surface en pin de Salzman (dont 40 ha de destruction prioritaire de reboisements en pin laricio) ! On mesure alors l'ampleur de la tâche, et l'investissement nécessaire.

Comme il semble difficile d'intervenir rapidement sur la totalité de l'habitat, et encore moins sur l'ensemble du site, l'objectif à atteindre devrait être une redynamisation de la sylviculture dans ce massif, et les aides financières disponibles peuvent y contribuer grandement. La restauration sera donc une œuvre de longue haleine ... à l'image du rythme des arbres !

Mais n'oublions pas enfin que si ces massifs forestiers, pourtant productifs, semblent un peu à l'abandon, c'est le résultat de la fréquence des incendies qui rend tout investissement très hasardeux pour le propriétaire. Prévenir les incendies est un préalable à toute action de conservation ou de restauration des habitats sur ce site.

5°) SYNTHÈSE et CONCLUSION

La forêt de Bessèges, véritable océan de pin maritime, abrite des peuplements relictuels de pin de Salzman entre autres richesses naturelles jusque là insoupçonnées.

La richesse écologique du site peut se résumer ainsi :

- Sept habitats d'intérêt communautaire dont 3 prioritaires
9530* Pinèdes sub-méditerranéennes de pins noirs endémiques
3170* Mares temporaires méditerranéennes
91E0* Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior*
3290 Cours d'eau intermittents
4030 Landes montagnardes à *Calluna* et *Genista*
9230 Forêts de châtaignier
8220 Falaises siliceuses catalano-languedociennes
- Trois habitats d'espèces d'intérêt communautaire
1036 Cordulie splendide
1041 Cordulie à corps fin
1355 Loutre
- Une quarantaine d'espèces patrimoniales de divers statuts, plantes essentiellement.

L'habitat du pin de Salzman, qui correspond à l'aire de présence de cet arbre au sein de la zone d'étude, couvre 325 ha, soit 44% de l'étendue du site. Les peuplements sont relativement jeunes et montrent de bonnes capacités de croissance et de production lorsque le sol est profond. L'évaluation de l'état de conservation par application de la "méthode Carnino" révèle un état fortement dégradé. Le mauvais état de l'habitat résulte essentiellement d'une forte présence de pins exogènes, pin maritime et pin laricio de Corse, à hauteur de 70%. Des actions sont proposées afin de conserver et d'améliorer l'existant, tout en couplant sylviculture et protection de la biodiversité. Mais ne serait-ce que pour passer d'un état "dégradé" à un état "altéré" il sera nécessaire de fournir un effort particulièrement important pour éradiquer 40 ha de plantations de pin laricio, et pour gagner 140 ha de pins de Salzman. La restauration de cet habitat d'intérêt communautaire prioritaire sera donc une œuvre de longue haleine qui devra s'accompagner d'une nouvelle dynamique sylvicole dans ce massif forestier. Cependant le risque incendie étant la première menace pour le pin de Salzman, et un frein sérieux à la gestion forestière, il sera nécessaire de porter une attention particulière à cette problématique.

Bibliographie

- Achenar M., Lepart J., Debussche M., (1984) - La colonisation des friches par le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Languedoc méditerranéen. Acta Oecologica, Oecol Plant 19, pp179-189.
- Agence MTDA, (2008). Plan de Massif de protection des forêts contre l'incendie. DDAF du Gard.
- Allemand P. (1990) Espèces exotiques utilisables pour la reconstitution du couvert végétal en région méditerranéenne. Bilan des arboretums forestiers d'élimination, Paris, INRA.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C. (1997). *Corine biotopes, version originale, types d'habitats français*. Nancy : ENGREF-ATEN.
- Calas J. (1899). Le pin Laricio de Salzmann. Bulletin de la Société Agricole, Scientifique et Littéraire des Pyrénées-orientales, XV, 5-40.
- Calas J. (1900). Restauration et conservation des terrains en montagne : Le pin Laricio de Salzmann. Paris, Imprimerie Nationale.
- Cambon D. (2008). Programme global de conservation des populations françaises de pin de Salzmann. Montpellier : Office National des Forêts, direction territoriale Méditerranée.
- Cambon D., Vernet J.-L., Zéraia L. (2010). La forêt de pins de Salzmann (*Pinus nigra ssp. Salzmannii*) de Saint-Guilhem-le-Désert (Hérault – France) : De la « gestion historique » à la gestion moderne. XXX° rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Editions APDCA.
- Carnino N. (2009). Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site – Méthode d'évaluation des habitats forestiers – MNHN / ONF
- Couvet D., Austerlitz F., Brachet S., Frascaria-Lacoste N., Jung-Muller B., Krener A., 1999 – Flux génétique chez les arbres forestiers. Synthèse bibliographiques, 68 pages.
- Chakib Anis (2009). Evaluation de l'état de conservation du peuplement de pins de Salzmann de la forêt domaniale de saint Guilhem-le-Désert (Hérault – France). Master 1 IEGB – Université Montpellier II et ONF.
- Darracq S., Godron M. et Romane F. (1984). Typologie Forestière de la région des Garrigues du Gard. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts. Nancy.
- Debazac E.-F. (1963). L'aire spontanée du pin de Salzmann en France. Revue forestière française, 10, 768-784.
- Debazac E.-F. (1991). Manuel des conifères. Nancy, Ecole Nationale Des Eaux et Forêts.
- Derivery M. (2004). Du bois mort pour des forêts vivantes. WWF, rapport de conférence communiqué de presse.
- Dubourdiou J. (1997). Manuel d'aménagement forestier. Paris, Office National des Forêts.
- Fady B., Brahic P., Cambon D., Gilg O., Rei F., Roig A., Royer J., Thevenet J., Turion N. (2010). Valoriser et conserver le pin de Salzmann en France. Forêt Méditerranéenne t. XXXI, n°1, mars 2010.
- Givors A., Boissier J.M. (2007). Plan de gestion conservatoire du Pin de Salzmann (*Pinus nigra ssp. Salzmannii*) sur le site de Malbosc en Ardèche. Etude. Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche.
- Fabre G. (1877) - Tableau synoptique pour les Cévennes de la distribution des essences selon les altitudes, les sols et les expositions, Service forestier de la 27e conservation, 1923.
- Gonelle M. (1999) Etude et cartographie des groupements végétaux à *Pinus nigra subsp. Salzmannii* de la Réserve Biologique Domaniale de Saint-Guilhem-le-Désert. Mémoire de maîtrise inédit, Université Mtp II.
- Gracia M., Retana J. et Roig P. (2002) - Mid-term successional patterns after fire of mixed pine-oak forest in NE Spain. Acta oecologica, 23, pp 405-411.

- Martinez-Sanchez J.J., Marin A., Herranz J.M., Ferrandis P., De las Heras J. (1995) - Effects of high temperatures on germination of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus pinaster* Aiton ssp. *pinaster* seeds in southeast Spain. *Vegetatio*, 116, pp 339-349.
- Nanson A. (2004). Génétique et amélioration des arbres forestiers. Presse agronomique de Gembloux.
- Ordóñez J.L., Retana J., and Espelta J.P. (2005). Effects of tree size, crown damage, and tree location on post-fire survival and cone production of *Pinus nigra* trees. *Forest Ecology and Management*, 206, pp109-117.
- ONF, historique des feux. Base de données DFCI (systèmes d'Informations Géographiques)
- Quezel P. et Barbero M. (1988). Signification phytoécologique et phytosociologique des peuplements de Pin de Salzmann en France. *Ecologia mediterranea – XIV*, pp 41-63.
- Quezel P. et Médaille F. (2003). *Ecologie et Biogéographie du bassin méditerranéen*. Editions Elsevier, collection Environnement, 571 pages.
- Rameau J.-C., Mansion D., Dumé G. Gauberville C. (2008). *Flore forestière française, guide écologique illustré : Région méditerranéenne*. Dijon : Institut pour le développement forestier.
- Sauvêtre Vincent (2010). Etude de l'état de conservation des peuplements de pin de Salzmann de la forêt de Bessèges. Rapport de stage BTS GEN – CNPR et ONF DT Méditerranée.
- Tapias R., Climent R., Pardos R. A., Gil L. (2004). Life histories of mediterranean pines. *Plant Ecology*, 171, 53-68.
- Tapias R., Gil L., Fuentes-Utrilla P., and Pardos J.A. (2001) - Canopy seed banks in Mediterranean pines of south-eastern of Spain : a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arn. and *P. pinea* L.. *Journal of Ecology*, 89, 629-638
- Thangue C. (1991). *Ecologie et croissance du pin de Salzmann en France*. Mémoire ENITEF, CEMAGREF Aix-en-provence.
- Trabaud L. et Campant C. (1991) - Difficulté de recolonisation naturelle du pin de Salzmann *Pinus nigra ssp salzmannii* (Dunal) Franco après incendie. *Biological conservation*, 58(3), pp 329-343.
- Vallauri D., André J., Dobelin B., Eynard-Machet R., Rambaud D. (2005). Bois mort et à cavités. Une clé pour les forêts vivantes. Ed. Tec et Doc, 405 p.
- Vautrin M.A. et Royer J. (1998) - Le Pin de Salzmann. Etude préalable à la mise en place d'un réseau de conservation des ressources génétiques et au classement des peuplements. CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson, 67 pages et annexes
- Vernet J.-L. (2006). History of the *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra ssp. Salzmannii* forest in the sub-mediterranean mountains (Grands Causses Saint-Guilhem-le-Désert, southern Massif Central, France) based on charcoal from limestone and dolomitic deposits. *Veget Hist archaeobot*, 16, 23-42.
- Zara A.Rafii. (2006). Recherches Génétiques sur le pin de Salzmann en France par les analyses moléculaires cpssr-microsatellites. Institut Méditerranéen d'Ecologie et de paléoécologie, UMR 6116.

Annexes

Annexe 1 : Carte de répartition des différents pins noirs dans le bassin méditerranéen	42
Annexe 2 : Liste des plantes à statut (données Emeric SULMONT)	43
Annexe 3 : Liste floristique de référence	46
Annexe 4 : Fiche de description	47
Annexe 5 : Typologie des peuplements	48
Annexe 6 : Typologie des stations	49
Annexe 7 : Cartes	50

Carte 1 : Présence du pin de Salzman - Localisation et types de structures

Carte 2 : Essences forestières – Localisation et principaux mélanges

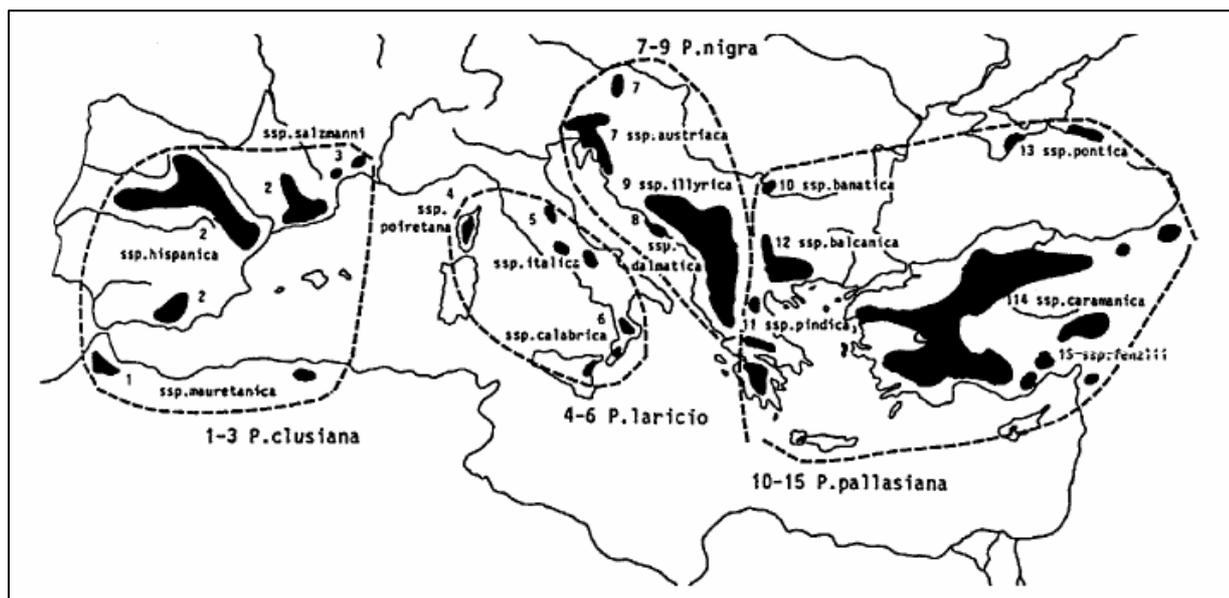
Carte 3 : Types de peuplements

Carte 4 : Habitats

Carte 5 : Mesures de gestion

Carte 6 : Dispositif de défense des forêts contre l'incendie

ANNEXE 1



Annexe 1 : Carte de répartition des différentes espèces de pin noir dans le bassin méditerranéen

ANNEXE 2

Espèces patrimoniales répertoriées par **Emeric SULMONT** dans la zone des conglomérats houillers du bassin de la Gagnière. Communes de Banne, Malbosc (Ardèche) et Bordezac, Gagnières (Gard).

Détails statuts NOM_TAXON	Prot. nat.		Prot. Rég.		Liste rouge		CW	Dir. Hab.			Priorité	Commentaires	Présence		
	Na 1	Na 2	LR A	R	LR 1	LR 2		D H2	D H4	D H5			R	Gard	Ardèche
<i>Ophioglossum azoricum</i> C. Presl	1				1								Typique des mares temporaires, habitat prioritaire européen	1	1
<i>Cistus pouzolzii</i> Delle	1					1						O	Plante endémique des Cévennes	1	1
<i>Orchis coriophora</i> L. subsp. coriophora	1				1		1						Au Lauzas près Bordezac, très potentielle dans la zone	1	?
<i>Spiranthes aestivalis</i> (Poiret) L.C.M. Richard	1				1		1		1			O	Taxon des suintements ensoleillés sur silice	1	1
<i>Drosera rotundifolia</i> L.		1				1						O	Montagnarde relictuelle et rarissime en vallée méditerranéenne	1	1
<i>Gratiola officinalis</i> L.		1				1						O	Taxon typique des mares temporaires alcalines, habitat prioritaire au niveau européen	1	1
<i>Dryopteris ardechensis</i> Fraser-Jenkins					1								Fougère endémique des Cévennes siliceuses	1	1
<i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte						1						O	Taxon répandu en général sur pelouses siliceuses > 600m d'altitude, très probable dans la zone	?	?
<i>Aster sedifolius</i> L. subsp. trinervis (Pers.) Thell.						1						O	Espèce bien présente en vallée de la Cèze (fin septembre)	1	?
<i>Carex depressa</i> subsp. basilaris						1						O	200 m aval RD du Pont de Martinet (Malbosc), sans doute plus fréquent	?	1
<i>Carex oedipostyla</i> Duval-Jouve						1						O	Rare en France, fréquent ici	1	1
<i>Muscari botryoides</i> (L.) Miller						1						O	Taxon connu des conglomérats houillers de la Gagnière (Malbosc, Bordezac, Banne)	1	1
<i>Orchis laxiflora</i> ssp. laxiflora Lam.			1		1		1					O	Présent en prairie humides neutres à alcalines, station de la mare d'Abeau non revu depuis 2004, autres stations en bord de route vers Loubatière (Malbosc)	1	1
<i>Silene viridiflora</i> L.			1			1						O	Signalé en 1959 par Breistroffer aux environs du Montgros (Banne, 07), revu en 2009 au carrefour du Mas de l'Oume (Banne, 07)		1
<i>Asarina procumbens</i> Miller						1						N	Banalité des rochers siliceux du sud du Massif Central	1	1
<i>Dianthus graniticus</i> Jordan						1						N	Banalité des schistes cévenols	1	1
<i>Euphorbia duvalii</i> Lecoq & Lamotte						1						N	Taxon fréquent sur les Causses, rare ailleurs notamment sur conglomérats houillers cévenols : Aval RG du Pt du Martinet, Ranc Corbier, Combe de l'Eglise et secteur de Portes vers la Grand-Combe (30)	1	
<i>Festuca arvernensis</i> Auquier, Kerquélen & Markgr.-Dann						1						N	Banalité des rochers siliceux	1	1
<i>Leucanthemum monspeliense</i> (L.) Coste						1						N	Fréquent en Cévennes	1	1
<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. salzmannii (Dunal) Franco						1						N	Taxon dont l'habitat est prioritaire au niveau européen	1	1
<i>Pulmonaria longifolia</i> (Bast.) Boreau subsp. cevennensis Bolliger						1						N	Taxon endémique	1	?
<i>Pulsatilla rubra</i> Delarbre			1			1						N	Localisée aux crêtes d'altitude Causses-Cévennes + 2 stations excentrées vers St André Capcèze et Bordezac	1	?
<i>Sagina procumbens</i> L. subsp. muscosa (Jordan) Nyman						1						N	Espèce répandue en bord de rivières sur rochers humides	1	1
<i>Senecio adonidifolius</i> Loisel.						1						N	Banalité des landes sèches	1	1
<i>Thymus nitens</i> Lamotte						1						N	Endémique mais banal	1	1
<i>Cistanthemum x-revolii</i> Coste et Soulié			1										Hybride rare présent à proximité de Bordezac	1	
<i>Daphne cneorum</i> L.			1										Taxon présent sur les causses et les affleurements de conglomérat de Bordezac-Bessèges-Martinet	1	1

Détails statuts NOM_TAXON	Prot. nat.		Prot. Rég.		Liste rouge		CW	Dir. Hab.			Priorité	Commentaires	Présence		
	Na 1	Na 2	LR	R A	LR 1	LR 2		D H2	D H4	D H5			R	Gar d	Ardèche
<i>Epipactis microphylla</i> (Ehrh.) Swartz				1			1						Taxon calcicole assez répandu en aval des routes	1	
<i>Hypericum androsaemum</i> L.				1									Taxon répandu sub-atlantique	1	1
<i>Illecebrum verticillatum</i> L.				1									Taxon répandu mais indique souvent un suintement à forte potentialité d'espèces rares : <i>Ophioglosse, Isoetes</i> etc.		1
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.				1									Avec <i>Ophioglossum azoricum</i> en aval du Pont du Martinet	1	1
<i>Reseda jacquinii</i> Reichenb. subsp. <i>jacquinii</i>				1		1							Espèce endémique très fréquente en Cévennes schisteuses	1	1
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch							1							1	?
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó							1							1	1
<i>Dactylorhiza occitanica</i> Geniez & al			1				1						Orchidée de description récente endémique du sud de la France	1	?
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz							1							1	1
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz							1						Typique des bas-marais alcalins, habitat d'intérêt patrimonial fort	1	
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.							1							1	1
<i>Orchis mascula</i> (L.) L.							1							1	1
<i>Orchis provincialis</i> Balbis ex DC.							1						Espèce méditerranéenne en limite d'aire	1	?
<i>Orchis ustulata</i> L.							1							1	1
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) L.C.M. Richard							1							1	1
<i>Serapias lingua</i> L.							1							1	1
<i>Spiranthes spiralis</i> (L.) Chevall.							1							1	1
<i>Ruscus aculeatus</i> L.										1			Banalité des chênaies vertes	1	1

Autres espèces sans statut mais rares ou exceptionnelles dans la région considérée (bassin méditerranéen).

En vert, espèces déterminantes ou remarquables ZNIEFF L-R

Lobelia urens	Taxon atlantique situé à plus de 150 km à l'est des stations les plus orientales connues à ce jour	Rau de Maubert (RD uniquement !), Rau du ranc Corbier, Combe de l'Eglise	1	
Euphorbia villosa	Taxon atlantico-méditerranéen, rare en général	Rau de Maubert, Rau du ranc Corbier, Combe de l'Eglise	1	1
Hypericum pulchrum	Taxon subatlantique en limite d'aire	Rau de Maubert, Rau du ranc Corbier, Combe de l'Eglise, Rau de l'Habitarelle, rau de la Vige,	1	1
Halimium umbellatum	Taxon subatlantique en limite extrême d'aire	Crête entre Croix de l'Homme Mort et Gourret sur schiste, vu également près bassin DFCI de	1	
Halimium lasianthum subsp alyssoides	Taxon subatlantique en limite extrême d'aire	Crête entre Croix de l'Homme Mort et Gourret sur schiste	1	
Aconitum vulparia	Taxon montagnard, stations abyssales	Ripisylve de la Gagnière et de l'Abeau	1	1
Lilium martagon	Taxon montagnard, stations abyssales	Confluent Rau de Maubert et Gagnière		1
Anagallis tenella	Taxon subatlantique ou thermo-atlantique?	Béal de l'Habitarelle, Rau de Maubert, Rau du Ranc Corbier	1	1
Blechnum spicant	Taxon rare en versant méditerranéen	Nombreux ruisseaux ombragés et suintements dans la zone	1	1
Carex digitata	Taxon à tendance montagnarde, relictuel	Ancienne fonderie d'Antimoine d'Abeau, Rau de la Vige, Boniol, aval RD du Pont du Martinet	1	1
Carex echinata	Taxon plutôt montagnard, typique de bas-marais acide, relictuel	Pas très rare dans la zone	1	1
Frangula alnus	Taxon subatlantique rare dans la région méditerranéenne	Pas très rare dans la zone	1	1
Gentiana pneumonanthe	Taxon montagnard, relictuel	Rau du Ranc Corbier	1	
Juncus bulbosus var supinus	Taxon de tourbières plutôt montagnard	Pas très rare dans la zone	1	1
Juncus tenageia	Taxon rare en général	Pas très rare dans la zone	1	1
Ludwigia palustris	Taxon très rare en versant méditerranéen	Vu sur mare en RD en amont du Pont du Martinet		1
Lythrum portula	Taxon rare en versant méditerranéen	Vu sur mare en RD en amont du Pont du Martinet, ainsi qu'à la Mare d'Abeau		1
Osmunda regalis	Fougère subatlantique rare et protégée dans l'est de la France	Fréquent à parfois abondant dans la zone	1	1
Prenanthes purpurea	Taxon montagnard, relictuel	Rau de Malpas	1	
Sanguisorba officinalis	Taxon plutôt montagnard, relictuel	Combe de l'Eglise, Rau de Maubert, Rau parallèle au Rau de Maubert à l'est...	1	1
Sanicula europaea	Taxon plutôt montagnard, relictuel	Rau de la Vige...	1	1
Schoenus nigricans	Taxon rare sur la zone, typique des bas-marais alcalin	Bord DFCI, versant sud de Gachas, Combe de l'Eglise	1	
Scorzonera humilis	Taxon des prairies montagnardes humides, relictuel	Rau de l'Habitarelle (150 m au nord du mas, RG du Rau de Maubert)		1
Sphagnum denticulatum	Sphaigne rare en général en versant méditerranéen, relictuelle	Rau de l'Habitarelle (150 m au nord du mas, RG du Rau de Maubert), Béal de l'Habitarelle,	1	1

Espèces à rechercher :

Simaethis matthiazii	Connu depuis Lecoq et Lamotte (1847) sur conglomérat Houiller du secteur sud du bassin d'Alès (l'Affénadou près de Portes, plus autres stations vers la Grd Combe au lotissement des Lumières et de la Trouche notamment), potentiel dans la zone
Lythrum hissopifolia	Signalé au Mazel par Breistroffer sur grès triasique, non revu, vu sur mares temporaires des Oulettes (Gagnière)
Sagina apetala ssp lamyi et ssp erecta	Signalé par Breistroffer au Mazel (Banne) (les deux ssp côte à côte...?)
Minuartia viscosa	Signalé par Breistroffer au Mazel (Banne) et au Pont d'Abeau (Malbosc)
Silene viridiflora	Signalé par Breistroffer au Bois des Bartres au dessus du Mazel (400 m), récolté le 14/06/1953
Hypericum linarifolium	Signalé par Breistroffer au Bois des Bartres vers le Mazel (400 m)
Centaurium grandiflorum	Taxon à faible valeur taxonomique (rattaché à <i>Ceotaurium erythraea</i>), signalé par Breistroffer au Pont d'Abeau à Malbosc

Liste des 33 espèces « indicatrices » du type d'habitat (peuplements cévenols méso et supraméditerranéens de Pin de Salzmann sur silice : 9530 (1.5)) pour la période du 10 Janvier au 12 Mars

Adénocarpe à folioles pliées en long (*Adenocarpus complicatus*)

Arbousier (*Arbutus unedo*)

Asplénium des ânes (*Asplenium onopteris*)

Brachypode des bois (*Brachypodium sylvaticum*)

Brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*)

Bruyère à balais (*Erica scoparia*)

Bruyère arborescente (*Erica arborea*)

Bruyère cendrée (*Erica cinerea*)

Callune (*Calluna vulgaris*)

Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*)

Centauree pectinée (*Centaurea pectinata*)

Chêne sessile (*Quercus petrae*)

Chêne vert (*Quercus ilex*)

Ciste à feuilles de peuplier (*Cistus populifolius*)

Ciste à feuilles de Sauge (*Cistus salviifolius*)

Ciste de pouzols (*Cistus pouzolzii*)

Chataîgnier (*Castanea sativa*)

Dorycnium à 5 folioles (*Dorcnium pentaphyllum*)

Epervière tachée de brun (*Hieracium pictum*)

Erable de Montpellier (*Acer monspessulanum*)

Filaria à feuilles intermédiaires (*Phillyrea media*)

Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*)

Garance voyageuse (*Rubia peregrina*)

Genêt pileux (*Genista pilosa*)

Genévrier commun (*Juniperus communis*)

Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*)

Germandrée scorodoïne (*Teucrium scorodonia*)

Houx (*Ilex aquifolium*)

Lavande des îles d'Hyères (*Lanvandula stoechas*)

Lavandula à feuilles larges (*Lavandula latifolia*)

Pin de salzmann (*Pinus nigra subsp. Salzmannii*)

Pin sylvestre (*Pinus silvestris*)

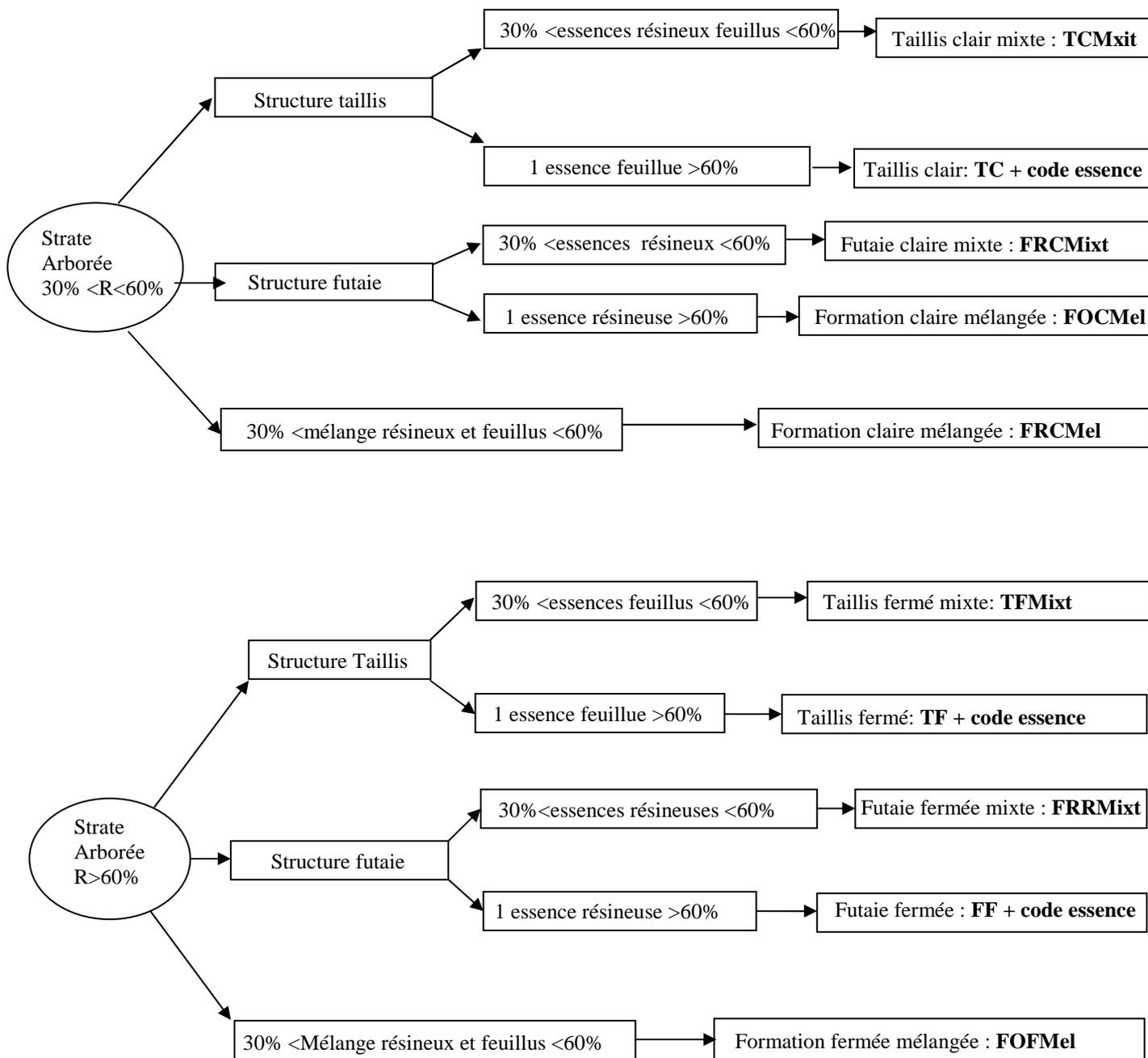
Pulmonaire à longues feuilles (*Pulmonaria longifolia*)

Séneçon à feuilles d'Adonis (*Senecio adonidifolius*)

ANNEXE 4 - Fiche de description

FICHE DESCRIPTIVE					
Forêt	U / B			Date	
Id_polygone		GPS_placette		Descripteur	
Id_placette				Relevé	
PEUPEMENT					
Essences principales:		1:		%	
<i>au sein de la strate dominante et couvrant le plus au sol</i>		2:		%	
Essences secondaires:		1:		%	
<i>somme des % d'essences = 100%</i>		2:		%	
% de recouvrement de la strate dominante					
Répartition spatiale seuil perception 1/2 ha	peuplement		bouquet	dispersé	
	dense	lache			
Densité des arbres sur la placette (1/4 ha)					<i>à x4 pour tiges/ha</i>
Classes d'âge:	diamètre moyen	hauteur moyenne	% de recouvrement		
si une seule classe d'âge					
âge < 30 ans					
30 < âge < 60 ans					
60 < âge < 90 ans					
90 < âge < 120 ans					
120 < âge < 150 ans					
150 < âge < 180 ans					
180 ans < âge					
Age maximal observé sur l'ensemble du polygone					
Présence de bois mort Pin de Salzman	oui	non			
Nbre d'arbre mort D> 35 cm :	sur pied:		au sol:		<i>à x4 pour nbre/ha</i>
ATTEINTES					
Plantation résineuse alentour					
Problèmes sanitaires:					
Impact ongulés					
Impact fréquentation humaine					
Trace d'incendies	0%	0 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	75 -100%
Présence de régé acquise		si régé, % rec			
HABITAT FLORISTIQUE <i>A évaluer au bureau à partir du relevé floristique</i>					
OBSERVATIONS					
Bouquets de Pin Salzman :					
Type d'habitat élémentaire :					
Pins Salzman disséminés :					
Individus (point GPS)	hauteur	diamètre	âge		

ANNEXE 5 - Typologie des peuplements



ANNEXE 6 - Typologie des stations forestières (d'après Givors et Boissier, 2007)

1	↗	✓ Roche mère schisteuse	⇒ ⇒ ⇒ poursuivre en 2
	↘	✓ Roche mère gréseuse	⇒ ⇒ ⇒ poursuivre en 3
2	↗	✓ Exposition sud ou autre exposition mais relief nettement convexe (croupe sur le versant)	Type 7.1
	↘	✓ Autres caractéristiques topographiques	Type 7.2
3	↗	✓ Fond de vallée ou de vallon	⇒ ⇒ ⇒ poursuivre en 4
	↘	✓ Autre position topographique	⇒ ⇒ ⇒ poursuivre en 5
4	↗	✓ Topographie plane et pente faible à nulle ✓ Présence probable de galets et/ou de graviers visibles à la surface du sol ✓ Station "déconnectée" du versant	Type 6.0
	↘	✓ Topographie concave et pente faible ✓ Station connectée au versant	Type 5.0
5	↗	✓ Abondance de la Fougère aigle, formant une strate continue ou présente par grandes tâches.	⇒ ⇒ ⇒ poursuivre en 6
	↘	✓ Fougère aigle absente, ou présente de façon éparse (quelques pieds disséminés)	⇒ ⇒ ⇒ poursuivre en 7
6	↗	✓ Versant convexe, ou partie supérieure du versant	Type 3.0
	↘	✓ Versant concave, replat sur le versant, ou bas de versant	Type 4.0
7	↗	✓ Faible couverture végétale quelle que soit la strate considérée. ✓ Larges plages de sol nu visibles. ✓ Nombreux affleurements de dalles et/ou nombreux graviers et cailloux visibles à la surface du sol	Type 1.1
	↘	✓ Couverture végétale importante (strate herbacée, arbustive ou arborescente).	⇒ ⇒ ⇒ poursuivre en 8
8	↗	✓ Sommet de versant, ou croupe sur le versant	Type 1.2
	↘	✓ Versant de forme rectiligne ou en escaliers (alternance d'affleurements rocheux et de plages de terre fine), ou bas de versant	Type 2.0