

# Dynamique des peuplements de pin maritime en région méditerranéenne française

par Guy AUBERT

***Si le pin maritime est une essence  
pionnière, qui se développe très  
vite dans son jeune âge,  
son avenir dépend fortement  
des conditions stationnelles  
et biotiques. En région  
méditerranéenne, celles-ci sont  
extrêmement variées.  
Guy Aubert nous décrit ici,  
l'ensemble des facteurs  
qui influencent cette dynamique.  
Connaître les causes  
et les conséquences de l'évolution  
des peuplements de pin maritime,  
c'est être en mesure  
de mieux gérer ces derniers.***

## Introduction

Le présent document a pour objectif d'apporter aux gestionnaires des espaces forestiers, l'essentiel de ce qu'on sait actuellement sur la dynamique des peuplements de pin maritime dans les territoires méditerranéens français. Pour l'instant, à ma connaissance, aucune synthèse ou étude globale n'a été effectuée sur ce sujet.

Vu qu'il existe une multitude de peuplements mixtes (mélanges avec d'autres essences forestières selon des proportions très variables), voire même un continuum entre les types décrits, seuls les peuplements purs ou presque purs seront considérés ici.

Beaucoup de gestionnaires confrontés à des peuplements de pin maritime se posent la question suivante : que vont-ils devenir après :

- soit un abandon et un vieillissement,
- soit une coupe,
- soit un cataclysme destructeur, tel qu'un incendie ?

Des idées assez diverses pouvant circuler, une mise au point s'impose.

Qu'ils soient naturels ou artificiels, en règle générale, les peuplements subissent des transformations ; certaines sont plus ou moins visibles à l'échelle de la vie humaine. Elles sont engendrées par un large éventail de caractères ou facteurs.

La connaissance des mécanismes à l'origine des modifications est indispensable pour comprendre et imaginer dans quel état sera tel ou tel peuplement dans vingt, cinquante ou cent ans.

En conséquence, la présente communication présentera deux parties essentielles. En premier lieu, seront exposés les facteurs à l'origine de la dynamique, et en second lieu la destinée du pin maritime : sa survie ou son remplacement. Au préalable, il est nécessaire d'apporter quelques informations sur ce que l'on entend par pin maritime.

Que désigne-t-on par pin maritime ?

La lecture de plusieurs documents scientifiques consacrés au pin maritime, conduit à être conscient qu'il existe plusieurs sous-espèces et races. Ces dernières ont pu être discernées à partir de caractères morphologiques, anatomiques, mais aussi semble-t-il écologiques.

Henri GAUSSEN, en 1960 dans « *Les gymnospermes actuelles et fossiles* » (Fascicule 6, chapitre 11) décrivait l'existence de deux sous-espèces :

- *Pinus pinaster* (Ait) Sol. = *P. maritima* Mill. = *P. syrtica* Thore = *P. Atlantica* Svob. ;
- *Pinus mesogeensis* Fieschi et Gaussen.

*Pinus pinaster* serait originaire du Portugal et du Sud-Ouest de la France. Il a été planté dans le centre et l'ouest de la France. C'est à partir de 1786 que Brémontier a préconisé la fixation des dunes du golfe de Gascogne par le pin maritime.

Tab. I :  
Caractères de distinction  
entre *Pinus atlantica*  
et *Pinus mesogeensis*

	<i>Pinus atlantica</i>	<i>Pinus mesogeensis</i>
Tronc	souvent tortueux	plus droit
Cime	plus ou moins étalée	plus étroite
Longueur des aiguilles	10 à 20 cm vert brillant	18 à 25 cm vert foncé
Longueur du cône	9 à 18 cm	20 cm environ
Apophyse pyramidale sur écaille du cône	souvent carrée, rarement 2 fois plus large que haute	souvent 2 fois plus large que haute
Dans l'aiguille, sous la gaine	2 canaux résinifères	plus de 2 canaux centraux
Résistance au froid	--	+
Tolérance au calcaire	apparemment nulle Existe-t-il sur substrat dolomitique ?	+

*Pinus mesogeensis* serait présent dans les pays circumméditerranéens occidentaux. Certains auteurs parlent de races telles que *corteensis* (Corse), *provincialis* (Maures), *iberica* (Espagne, Afrique du Nord).

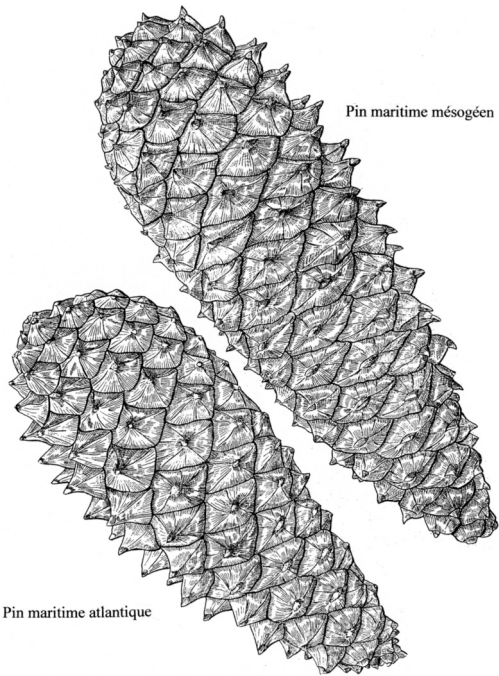
Pour GAUSSEN, la distinction des deux sous-espèces reposerait sur plusieurs caractères résumés dans le tableau I.

Remarques : La variabilité des caractères morphologiques sous l'effet des conditions stationnelles, rend la distinction parfois délicate. Il faut disposer d'un échantillonnage assez large.

L'installation du pin maritime sur substrat calcaire, conduit à penser qu'on est en présence de la sous-espèce mésogéenne.

Dans le présent document, la désignation « pin maritime » englobera le pin mésogéen et le pin atlantique. En région méditerranéenne française, on a affaire très souvent au premier. Le second existe notamment sur les terrains ocreux des environs d'Apt (Vaucluse), dans les Cévennes et sur quelques affleurements siliceux du nord du Vaucluse et de la Drôme méridionale ; il y aurait été planté.

Fig. 1 :  
Cônes de *Pinus atlantica*  
et de *Pinus mesogeensis*  
D'après H. Gaussen, 1960,  
"Les gymnospermes actuelles et fossiles"  
Fasc. VI, chapitre XI.



## Facteurs intervenant dans la dynamique

Les transformations des peuplements de pins maritimes dépendent :

- certes, des caractéristiques du peuplement considéré (âge, hauteur, densité, cortège floristique, état sanitaire, etc.),
- mais aussi d'un large éventail de caractères qui peuvent être biologiques, stationnels, biotiques et voire même induits par les peuplements eux-mêmes.

### Caractères biologiques

Le pin maritime présente :

- une croissance relativement forte durant sa jeunesse,
- une longévité assez faible (au maximum 150 à 200 ans),
- une production de graines à partir de 10 ans environ,

- une dissémination assurée surtout par le vent, mais sur des distances assez courtes,
- la possibilité de retarder la déhiscence de cônes murs (stock de graines sur l'arbre).

### Caractères stationnels

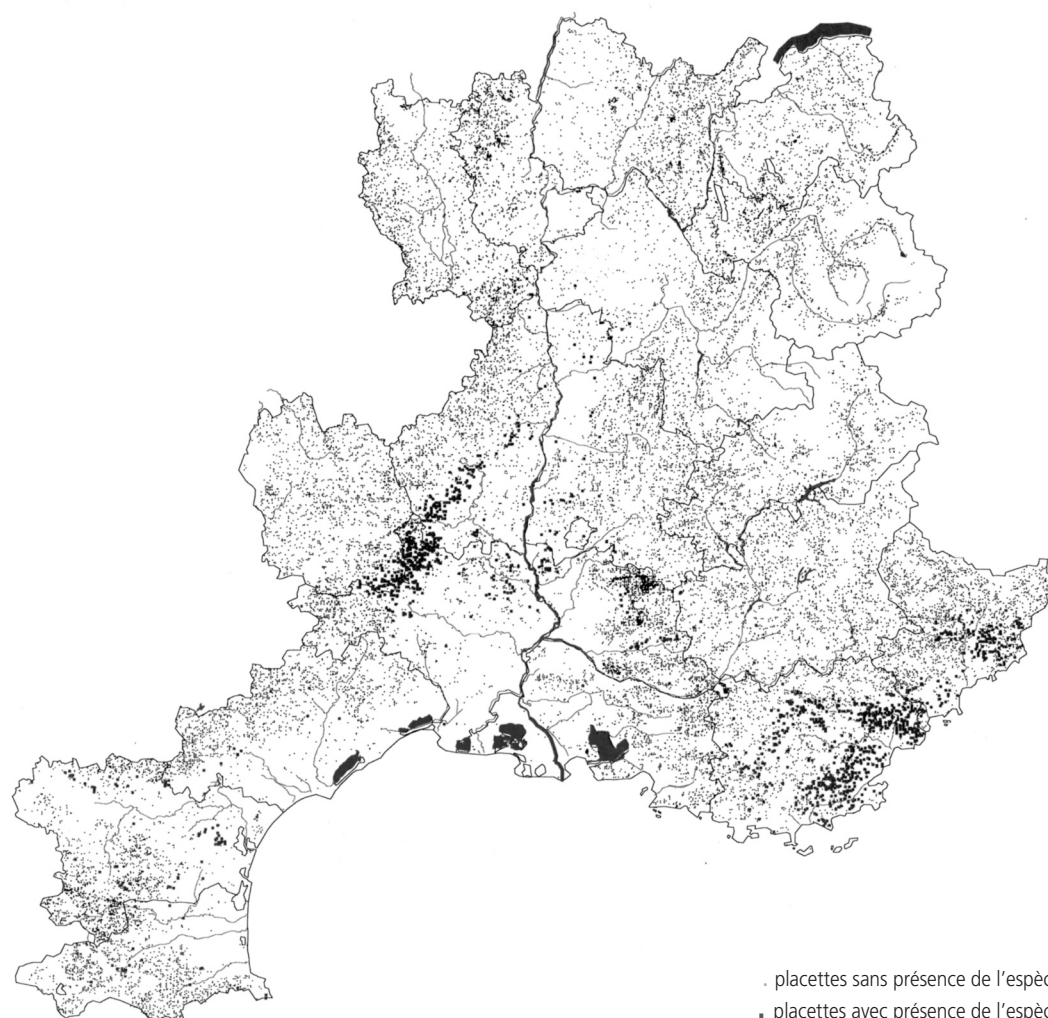
On entend par caractères stationnels, les caractères climatiques et édaphiques du lieu où pousse le végétal considéré. Par rapport à ces caractères, le pin maritime présente des exigences et des accommodats.

### Comportement face aux caractères climatiques

#### Température

##### Température moyenne annuelle

D'après sa répartition selon l'altitude et l'exposition, le pin maritime est surtout fréquent dans les étages altitudinaux dits « thermoméditerranéen, mésoméditerranéen



**Fig. 2 :**

Aire de répartition du pin maritime dans les régions Languedoc-Roussillon, PACA et Rhône-Alpes, établie à partir de 26 839 relevés effectués par l'I.F.N. Les sous-espèces mésogénée et atlantique ne sont pas distinguées.

Extrait des SRGS PACA (Schémas régionaux de gestion sylvicole).

- placettes sans présence de l'espèce
- placettes avec présence de l'espèce

et supraméditerranéen », c'est-à-dire dans les territoires où la température moyenne annuelle est comprise entre 10 et 16° c environ. Toutefois, il n'est pas exclu de le rencontrer dans la zone de transition « supraméditerranéen-montagnard », ou même à la base du montagnard, vers 1200 m en adret.

### *Température maximale*

Il s'accommode de températures proches de 40° C (exemple : été 2003).

### *Température minimale*

Il a résisté à des températures de l'ordre de -27° c, en février 1956, dans le bassin d'Apt, en Vaucluse.

*Remarque* : La sous-espèce atlantique n'a pas résisté à -30° C au cours de l'hiver 1879-1880 dans le centre de la France (Sologne, forêt de Fontainebleau).

## Précipitations

### *Sous forme liquide*

Plus exigeant en eau que le pin d'Alep, il est absent ou très rare dans les territoires les moins arrosés de la région méditerranéenne française (près de l'embouchure du Rhône, environs du Cap d'Agde).

### *Sous forme solide*

– Grêle : résistant à l'impact de petits grêlons, mais assez fragile s'il est confronté à de gros grêlons (rameaux de l'année cassés, détachement des faisceaux d'aiguilles).

– Neige : en février 2001, dans les environs de Mazauges et de Tourves (Var), il a été peu traumatisé par les abondantes chutes de neige lourdes et collantes qui ont par contre, causé d'importants dégâts sur le pin d'Alep.

## Turbulence atmosphérique

En dehors des tempêtes exceptionnelles, le pin maritime paraît résistant au vent. Toutefois, la rareté de vieux peuplements ne permet pas de se faire une idée de la résistance lorsque une partie du système racinaire profond dégénère.

Le vent assure la dissémination des graines, mais sur des distances assez courtes.

## Eclairement

Quelque soit son âge, il exige un bon ensoleillement (héliophilie).

## Comportement face aux caractères édaphiques

Ne seront considérés que les caractères intervenant dans :

- la germination des graines et la survie des plantules,
- l'exploration racinaire,
- l'alimentation et l'engorgement en eau,
- et la nutrition minérale.

### Germination des graines et survie des plantules

**La germination** pour qu'elle se déroule dans de bonnes conditions, exige un enrobage de la graine par de la terre fine, et un ensevelissement de l'ordre de quelques centimètres.

De telles conditions sont réalisées sur les sols dénudés au moins en partie, et dont la surface est remaniée par les agents de l'érosion.

De tels faits sont particulièrement visibles sur les talus de pistes D.F.C.I. ou de routes récemment aménagées ou réaménagées.

Une terre et un air humides sont bien sûr propices à la germination.

**La plantule doit émettre un ou plusieurs pivots** dont le rôle majeur sera de puiser l'eau en profondeur lorsque la partie supérieure du substrat sera asséchée. La croissance du pivot en profondeur peut se heurter à un obstacle.

La présence d'une dalle à faible profondeur conduit à la dégénérescence dès la dessiccation prononcée du sol. Quand à l'existence d'un niveau compacté à faible profondeur, il peut ralentir la croissance racinaire et induire de faibles elongations aériennes.

## Exploitation racinaire

La vitalité du pin maritime perçue en milieu aérien, dépend pour une bonne part de l'exploration racinaire.

Le pin maritime met en place un système racinaire profond et un système racinaire superficiel, traçant. En présence de contraintes édaphiques, il peut s'accommoder :

- soit d'un très faible développement du système racinaire superficiel (pins installés dans de larges et profondes fissures au sein des falaises et des plateaux rocheux),
- soit d'un très faible développement du système racinaire profond (pins installés sur



des substrats mal fissurés ou compactés en profondeur, mais alimentés en eau par des circulations souterraines peu profondes et assez persistantes en cours d'année).

Les caractères de la fissuration du sous-sol (largeur, profondeur, densité, direction et contenu des fissures) ou le degré d'altération de ce dernier (friabilité) interviennent dans la mise en place d'un système racinaire profond.

Quand à la genèse du système racinaire superficiel, il dépend des proportions de terre fine et d'éléments grossiers dans les horizons supérieurs du sol, mais aussi de l'existence préalable de systèmes racinaires appartenant à d'autres végétaux déjà en place.

### Alimentation et engorgement en eau

L'alimentation en eau dépend certes de l'étendue du système racinaire (notamment de la surface absorbante, racelles, poils absorbants, champignons mycorhiziens), mais aussi des caractéristiques du réservoir hydrique (volume, localisation, remplissage) et de son aptitude à conserver l'eau le plus longtemps possible (évaporation, absorption par les autres végétaux).

La saturation en eau plus ou moins stagnante est tolérée par le pin maritime sous réserve qu'elle se manifeste en période de repos ou de très faible activité (présence dans certaines cuvettes ou dépressions temporairement mouilleuses).

#### Remarques :

1°– Les jeunes pins maritimes âgés de quelques années, dont le système racinaire est encore peu développé en profondeur, peuvent dégénérer sous l'effet d'un stress de xéricité prolongé au sein du substrat. Ce phénomène a pu être observé après l'été 2003 au sein de semis naturels installés après le passage d'incendies survenus au cours des dernières années. La mortalité des jeunes pins a été d'autant plus intense que ces derniers s'étaient trouvés inclus dans des groupements herbacés ou suffrutescents<sup>1</sup> devenus rapidement denses. Ce phénomène a été particulièrement net au lieu-dit « Les Trécassats » à la limite des communes d'Apt et de Villars (Vaucluse), où un incendie a détruit en juillet 1999 des peuplements de pins maritimes.

2°– Après le passage d'un incendie au sein d'un territoire qui était couvert de peuplements de pins maritimes, il est possible de

recueillir quelques appréciations sur les potentialités forestières de celui-ci à partir de la vitalité des jeunes pins récemment installés. Les élongations annuelles reflètent les aptitudes du substrat à porter des peuplements (exemple : Site du Bois Panisse, entre Draguignan et Figanières dans le Var, visité le samedi matin 9 octobre 2004, dans le cadre des Journées sur le pin maritime). On peut facilement visualiser l'homogénéité ou l'hétérogénéité stationnelle sur une parcelle. Il faut toutefois être conscient qu'un pin peut avoir une forte croissance dans son jeune âge, mais présenter au bout de quelques décennies un fort ralentissement de la croissance du fait qu'il ne peut pas étendre davantage son système racinaire, notamment en profondeur.

### Nutrition minérale

Le pin maritime *sensu lato* forme de vastes peuplements sur les terrains silico-silicatés. Sa forte fréquence sur ces terrains, est à l'origine des qualificatifs de silicole ou de calcifuge figurant dans la plupart des flores.

Lorsqu'on est amené à faire de nombreuses investigations sur le terrain aussi bien en région Languedoc-Roussillon qu'en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, on constate qu'il existe des peuplements de pin maritime aussi sur des terrains dolomitiques et voire calcaires.

Des plantations sur des substrats calcaires ont eu lieu notamment dans le Moyen-Var (environs de Draguignan, de Mazaugues et de Tourves), ou encore dans le Vaucluse (piedmont sud du Mont Ventoux sur les ter-

1 - Suffrutescent : composé de végétaux bas en grande partie ligneux. Exemples : lavandes, *Dorycnium pentaphyllum* etc.

#### Photo 1 :

Régénération très dense du pin maritime mésogéen après l'incendie d'août 1993 sur les terrains dolomitiques du Malmont, Bois Panisse (Var)  
Photo G.A.



rains communaux de Bédoin, entre Apt et Céreste sur la commune de Saint-Martin-de-Castillon). Lorsque les conditions d'installation du semis sont propices, de jeunes individus peuvent être observés au sein ou à la périphérie de ces territoires.

Le pin maritime peut donc s'accommoder de substrats assez divers. Quelques uns offrent une particularité et méritent d'être cités.

*Substrats à forte acidité et oligotrophes dans les horizons supérieurs*

Parfois des substrats offrent en surface des placages de sables siliceux ou de fragments de quartzites dont l'acidité et l'oligotrophie sont nettement marquées. Ces placages peuvent reposer sur des matériaux nettement différents qui peuvent assurer un enracinement profond au pin et une meilleure nutrition minérale à cause d'un pH moins acide et d'une représentation suffisante en éléments nutritifs assimilables. Dans une telle situation édaphique, la vitalité des pins ne peut pas être corrélée avec le sol seulement (Exemple : massif des Maures).

*Substrats induisant une chlorose*

Le pin maritime peut être affecté d'une chlorose engendrée par une carence en fer. Cela peut être observé sur les substrats sableux issus de l'altération de dolomies très claires (exemple : au nord du village de Cotignac dans le Var). La chlorose s'accroît lors des séries d'années particulièrement déficitaires en précipitations. Lorsque les poches d'altération au sein de la dolomie, sont colorées en rouge ou orange par des oxydes de fer liés aux argiles de la terra

rossa, la chlorose ne se manifeste pas sur le pin maritime.

Les substrats assurant de bonnes aptitudes au niveau de l'exploration racinaire, de l'alimentation en eau et de la nutrition minérale, peuvent porter des pins maritimes à très forte croissance.

### Caractères biotiques

Comme tous les végétaux supérieurs, le pin maritime est confronté à l'environnement biotique (flore et faune locales). La cohabitation avec d'autres êtres vivants peut lui être propice comme défavorable.

Le pin maritime peut s'associer à des champignons pour former des mycorhizes. Existe-t-il de bonnes et de mauvaises mycorhizes ?

Il peut être parasité par des champignons ou des insectes <sup>2</sup>.

En peuplement dense et à partir d'une quinzaine d'années, il exerce une forte pression séminale, d'où son caractère de pionnier et de colonisateur lorsque le semis peut s'installer.

Certaines activités humaines peuvent le favoriser (incendie de la couverture végétale, coupe de bois, abandon de culture, etc.).

### Effet des incendies

De nombreuses pinèdes sont issues du passage répété du feu. Le pin maritime ayant l'avantage de fructifier dès une dizaine d'années, deux cas sont à considérer selon la périodicité des incendies.

Lorsque la périodicité des incendies est supérieure à une quinzaine d'années, le renouvellement par semis est en général assuré. Par contre, lorsque l'incendie survient avant que le pin ait été en état de produire des graines fertiles, le renouvellement du peuplement peut être compromis en l'absence de géniteurs tout proches, épargnés par le feu.

L'ouverture momentanée du milieu crée des conditions favorables pour l'installation de populations équiennes ou presque. Le passage répété du feu peut contribuer au maintien de peuplements de pin maritime.

### Coupe de bois

La coupe de peuplements de pin maritime, en âge de production de graines, favorise en règle générale leur renouvellement par

2 - Cf. Articles précédents dans ce numéro.

**Photo 2 :**  
Colonisation d'une vigne en friche par le pin maritime, à Mazaugues (Var), printemps 2004.  
Photo G.A.





semis. De nombreux facteurs ou paramètres écologiques interviennent dans les caractéristiques du semis installé. Le peuplement nouvellement créé ne ressemblera pas forcément à celui qui l'a précédé (densité, cortège floristique, etc.).

### Abandon de cultures ou autres exploitations

L'abandon de terres agricoles favorise l'installation du pin maritime si des semenciers tout proches existent, et si la couverture végétale n'a pas eu le temps de « se fermer » en totalité et densément.

L'arrêt de l'entretien de chênaies-lièges ou de vergers de châtaigniers clairiérés, a pu être aussi à l'origine de l'extension du pin maritime. L'abandon de l'exploitation du liège dans les suberaies varoises a été pour une bonne part, à l'origine de peuplements de pins maritimes souvent non-équiens. Le passage ultérieur de l'incendie a pu être déterminant dans la mise en place de peuplements équiens.

En résumé, face aux facteurs climatiques, édaphiques et biotiques, le pin maritime *sensu lato* se comporte comme une espèce :

- relativement thermophile (tout au plus, il monte dans la zone de transition entre le supraméditerranéen et le montagnard,
- relativement exigeante en eau (plus que le pin d'Alep), mais s'accommodant d'un air sec en été,
- héliophile,
- assez résistante aux intempéries non excessives (vent, grêle, neige),
- s'accommodant de terrains aussi bien nettement acides que de substrats plus ou moins carbonatés (dolomies, calcaires),
- exerçant une forte pression séminale (possibilité de produire des graines dès l'âge de 10 ans environ et voire même avant, dispersion par le vent, mais sur des distances assez courtes),
- dont la germination des graines exige un sol en partie dénudé au moins, et dont l'horizon supérieur du sol assure un enrobage de terre fine et un ensevelissement par les agents de l'érosion,
- dont la survie des plantules ne peut s'effectuer qu'avec un enracinement suffisamment profond (absence de dalle ou de niveau très compacté à une faible profondeur),
- à croissance juvénile relativement importante, la mettant à l'abri d'une dominance des autres essences forestières locales,

durant plusieurs décennies au moins,

- incapable d'avoir une multiplication végétative et de mettre en place de jeunes individus sous son ombre.

L'ensemble des caractères précédents donne au pin, un comportement de pionnier et de colonisateur. Il est particulièrement bien adapté pour survivre dans les territoires parcourus par de fréquents incendies.

### Impact des peuplements sur les conditions stationnelles

Les peuplements de pin maritime par leur maintenance sur plusieurs décennies au moins, ont pour effet de modifier à des degrés divers, les conditions stationnelles présentes au moment de leur installation.

### Création d'un microclimat

Sous leur couvert apparaît un microclimat :

- moins éclairé,
- moins venté (effet d'abri),
- moins assujéti à de fortes amplitudes thermiques, hydriques et hygrométriques.

De telles conditions sont propices à l'installation de plantules appartenant à diverses espèces. Celles qui donnent des arbustes et des arbres, ont le plus d'impact sur la physiologie du sous-étage.

Si dans ce dernier, l'éclairement reste encore suffisant et si l'effet litière n'est pas trop opprimant, des espèces arbustives et arborescentes peuvent s'installer et survivre.

Parmi les **espèces arbustives** peuvent figurer :

- des éricacées (*Calluna vulgaris*, *Erica scoparia*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, ces deux dernières peuvent devenir des arbres),
- des papilionacées ou fabacées (cytises, genêts, sarothamnes, ajoncs, calycotomes, etc.),
- des cistes,
- des lauriers-tins,
- des ronces,
- etc.

Parmi les **essences forestières** peuvent être citées :

- des chênes (*Quercus pubescens*, *Q. ilex*, *Q. suber*, *Q. coccifera*, *Q. sessiliflora*),
- des filaires (*Phillyrea media*),
- des érables (*Acer monspessulanum*, *A. campestre*, *A. opalus*),

- des sorbiers (*Sorbus domestica*, *S. aria*, *S. torminalis*),
- des frênes (*Fraxinus ornus*),
- des charmes-houblon (*Ostrya carpinifolia*),
- des charmes communs (*Carpinus betulus*),
- des châtaigniers (*Castanea sativa*),
- des merisiers (*Cerasus avium*),
- des houx (*Ilex aquifolium*),
- des ifs (*Taxus baccata*).

Localement, il n'est pas exclu de voir une infiltration du sapin pectiné (zone de transition supraméditerranéen-montagnard), ou encore du cèdre de l'Atlas (exemple : peuplements de pins maritimes peu denses en piedmont sud du Mont Ventoux).

La fréquence élevée des peuplements de chênes verts et pubescents dans les environs immédiats des pinèdes, induit l'installation de nombreuses plantules de ces deux cupulifères, et laisse envisager un remplacement tôt ou tard, du pin maritime par ces chênes. Ces derniers pourront avec les conditions stationnelles constituer un habitat propice à l'installation d'un cortège floristique et faunistique dont la composition sera influencée par l'environnement biotique.

Dans les massifs siliceux des Maures, de l'Estérel, du Tanneron, des Pyrénées-Orientales et de la Corse, les pinèdes de pin maritime ont pu favoriser l'installation du chêne-liège lorsque ce dernier était abondamment représenté dans les environs immédiats.

*Remarque* : Lorsque le sous-bois est relativement sombre (en rapport avec la densité et la vigueur des pins), les plantes héliophiles présentes lors de l'installation du semis peuvent disparaître en totalité.

### Approfondissement et/ou augmentation du volume du substrat explorable

La mise en place du système racinaire du pin s'accompagne de l'apparition de contraintes physiques au sein du substrat, qui ont pour effet de déplacer les éléments grossiers de toute taille. Les fissures, notamment les microfissures profondes, se trouvent plus ou moins élargies. Selon la nature du sous-sol, l'écartement des blocs va favoriser l'apparition de cavités lorsque des racines dégèneront et pourriront. L'amélioration de la fissuration en profondeur pourra être suivie d'un transfert de terre fine du haut vers le bas. Cette migration en profon-

deur va déplacer une partie du réservoir hydrique en profondeur. Un tel phénomène peut se dérouler sans accroissement notable du volume de terre fine si les fragments de roche sont durs et libèrent peu de résidus.

L'augmentation du volume de terre fine par unité de surface peut avoir lieu si la croissance racinaire se déroule dans un substrat friable (effet racinaire physique et chimique accélérant la friabilité). L'augmentation du volume ne s'accompagne pas forcément d'un approfondissement du substrat explorable.

### Effet litière

La croissance relativement rapide du pin maritime au cours des premières décennies notamment (élongations importantes, grand nombre et grandes dimensions des aiguilles), est à l'origine de la production d'un volume important de débris organiques inertes.

En raison de la nature chimique (nombreuses substances phénoliques) des débris organiques et de l'existence de longues périodes de sécheresse climatique en région méditerranéenne, ces débris ont tendance à s'accumuler :

- soit en **litière aérienne ou suspendue** sur les strates de végétation sous-jacentes aux arbres (effets de poids et d'interception de lumière à l'origine de la dégénérescence de nombreuses espèces végétales héliophiles),

- soit en **litière plaquée sur le sol**. Son épaisseur peut parfois atteindre une vingtaine de centimètres.

Lorsque la litière à la surface du sol devient épaisse, elle peut exercer un impact sous plusieurs formes :

*Effets physiques* : formation :

- d'un obstacle à la germination de nombreuses espèces végétales (absence de contact avec la terre fine),
- d'un écran à l'éclairement des plantules qui auraient pu s'installer,
- d'un écran à l'évaporation de l'eau contenue dans le sol.

*Effets chimiques* : formation d'un matériau organique évoluant par vieillissement vers un humus brut acide (au bout de plusieurs années, les débris les moins gros et ensevelis par la litière récente, finissent par se fractionner en une poudre organique grossière correspondant à un humus brut apparenté à un mor<sup>3</sup>. Par temps humide, il va sous

3 - Mor : humus brut nettement acide apparaissant sous des peuplements denses de résineux ou de bruyères, sous climat tempéré ou froid.



l'action des microorganismes libérer des substances organiques solubles dans l'eau et présentant de nombreuses fonctions acides ( $-\text{COOH}$ ). La destinée de ces substances organiques pouvant porter de nombreuses fonctions acides et de ce fait nettement agressives, va être différente selon la nature du matériau minéral sous-jacent à la litière prise dans son sens le plus large. Trois cas seront exposés ci-après :

### Substrats sablo-siliceux, assez pauvres en oxydes de fer

Les eaux de pluie s'infiltrant rapidement et entraînent avec elles, des acides organiques. Lors de leur migration, ces derniers vont avoir pour effet :

- de désorganiser les argiles minéralogiques qui sont des silicates d'alumine hydratés,

- et de complexer le fer et voire même l'aluminium. Les complexes entraînés par les eaux de pluie, vont s'accumuler à partir d'une certaine profondeur (front de pénétration de la plupart des précipitations). La fraction organique des complexes va tôt ou tard se décomposer, alors que le fer et l'aluminium pourront se concentrer et engendrer des concrétions. C'est le fer qui en cristallisant sous forme d'oxydes et en cimentant les grains de sable siliceux, est à l'origine de l'Alios<sup>4</sup> décrit dans les sols portant des peuplements de pin maritime dans le pays des Landes (Sud-Ouest de la France).

Les phénomènes précédemment décrits correspondent au processus de podzolisation qui conduit à la mise en place de sols podzolisés ou encore de podzols, dont les potentialités forestières se trouvent réduites.

### Substrats silico-silicatés ou surtout silicatés

Ici, le substrat étant moins filtrant et plus riche en cations métalliques ou alcalino-terreux, s'oppose au processus de podzolisation. Il est le siège d'une insolubilisation plus marquée des substances humiques, et d'un effet tampon plus accentué au niveau du pH. La podzolisation y est souvent remplacée par le processus de lessivage (acidification engendrant une défloculation des argiles minéralogiques) qui conduit à des sols présentant des défauts moins sévères (concentration des argiles en dessous de l'horizon lessivé).



*Remarque :* En région méditerranéenne française, le fait que la plupart des peuplements de pin maritime sont installés sur des sols qui ont été remaniés par l'érosion jusqu'à une date relativement récente (reboisement, déprise rurale), les processus de podzolisation et de lessivage n'ont pas eu le temps de s'exprimer pleinement. Le risque de podzolisation et de lessivage existe si des peuplements de pins maritimes sont maintenus durant des siècles, sur des substrats silico-silicatés peu pentus, plus ou moins filtrants, et sous des climats locaux relativement pluvieux (exemple : Cévennes, Mont Aigoual).

### Substrats calcaires et/ou dolomitiques

Le fait que le calcaire  $\text{CaCO}_3$  et la dolomie  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  puissent se solubiliser très partiellement en phase aqueuse, sous la forme d'ions  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  ; ces derniers induisent alors les réactions suivantes.

Les ions  $\text{HCO}_3^-$  s'associent en grande partie avec des ions  $\text{H}^+$  ou  $\text{H}_3\text{O}^+$  pour former un acide faible  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (acide carbonique). La fixation des ions générateurs d'acidité, a pour effet d'élever un peu le pH et de le rendre plus ou moins basique. Les acides organiques libérés au niveau de la litière peuvent par contre l'abaisser.

Les ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  ont la propriété de se fixer aisément sur les charges électronégatives des acides organiques apparues après le détachement des  $\text{H}^+$  sur les fonctions  $-\text{COOH}$ . Un tel phénomène a pour conséquence d'insolubiliser la matière humique dans les premiers centimètres du sol contenant des carbonates.

### Photo 3 :

Peuplement de pin maritime atlantique sur les terrains ocreux d'Apt, à Trecassats (Vaucluse), incendié en juillet 1999, photographiée en avril 2004  
Photo G.A.

4 - Alios : horizon profond du sol où les grains de sable sont cimentés par un précipité d'oxyde de fer. Il peut gêner l'exploration racinaire en profondeur.

### Remarques :

Sur les sols dont l'horizon supérieur contient de la terre fine non calcaire ou non dolomitique, mais saturé en ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ , l'apport d'acides organiques par les eaux infiltrées peut se traduire par une légère acidification.

Lorsque la terre fine précédemment décrite est en mélange avec des éléments grossiers calcaires ou dolomitiques, la réserve en  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  est telle que les processus de décalcarification et de décalcification mettront plusieurs siècles au moins pour arriver à leur terme. Ainsi, le risque d'acidification des sols souvent évoqué à propos des pins, n'est nullement préoccupant dans les siècles à venir sur ce type de substrat.

En résumé, le maintien d'une ligniculture à base de pin maritime installés sur des substrats non remaniés, peut conduire :

- sur des sols sablo-siliceux, pauvres en fer, au phénomène de podzolisation,
- sur des sols silico-silicatés ou essentielle-

ment silicatés, au processus de lessivage,

- sur des sols calcaires et/ou dolomitiques, à une meilleure évolution des substances humiques par neutralisation des fonctions acides par des cations bivalents tels que le calcium et le magnésium. Les ions hydrogénéo-carbonates fixent des ions  $\text{H}^+$  et maintiennent un pH plus élevé.

Le lessivage et surtout la podzolisation créent des sols présentant des défauts réduisant alors les potentialités forestières. La podzolisation rend de plus en plus difficile l'installation et la croissance des feuillus.

L'impact de l'interception de la lumière par la couronne des pins et la litière sur le cortège floristique, se déroule presque simultanément avec l'apparition du phénomène. Par contre, l'impact des effets chimiques engendrés par la litière, se manifeste avec un différé plus ou moins grand (phénomène relativement lent).

## Devenir de la couverture de pins maritimes

Pour comprendre la destinée des peuplements de pins maritimes, il faudra avoir en mémoire les faits et phénomènes évoqués précédemment.

Vu que la dynamique est activée par de nombreux facteurs à l'origine de diverses combinaisons, il faut s'attendre à la mise en place d'une multitude de scénarios ou filières d'évolution au sein des peuplements de pins maritimes. Pour l'instant, aucune étude synthétique à l'échelle de la région méditerranéenne française n'a été réalisée pour dégager toutes les variantes de la dynamique des peuplements de pin maritime. Les grandes tendances peuvent être saisies (elles seront exposées ci-après), mais les détails de la dynamique (ce qui est attendu du propriétaire ou du gestionnaire) doivent être encore évalués au cas par cas, en fonction des caractères stationnels et biotiques locaux. Cette évaluation ne peut être que le fruit d'un raisonnement effectué à partir d'une part, du rôle exercé par les principaux facteurs cités précédemment, et d'autre part, d'observations réalisées dans les environs du peuplement considéré.

Parmi les faits d'ordre général, on peut dire que la plupart des peuplements de pins maritimes de la région méditerranéenne française vont laisser la place à des peuple-

### Photo 4 :

Entre Mazaugues et Rougiers (Var) sur calcaire, peuplement de pin maritime adulte en mélange avec le chêne vert.  
Photo G.A.





ments de feuillus où le chêne pubescent et éventuellement le chêne vert pourront être majoritaires. La représentation des autres feuillus dépendra de leur distribution géographique, de leur pression séminale et bien sûr des conditions stationnelles locales.

De plus, la dynamique peut présenter des variantes en fonction de l'existence de nombreux types de peuplements : plus ou moins purs ou mixtes, équiens ou non-équiens, plus ou moins jeunes ou âgés. Vu la très forte diversité des peuplements mixtes, seuls les peuplements purs ou presque purs seront considérés ici.

Pour des raisons didactiques, il est préférable de considérer séparément la dynamique des peuplements équiens et celle des peuplements non-équiens.

Enfin, dans le développement qui suit, il sera fait abstraction de la prolifération massive du *Matsucoccus feytaudi*, qui peut être à l'origine du dépérissement de peuplements entiers de pins mésogéens, comme cela a pu être observé durant les dernières décennies du XX<sup>e</sup> siècle, dans les massifs littoraux de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

## Dynamique des peuplements équiens

Au sein de ces peuplements, on est amené à distinguer des peuplements soit jeunes, soit plus ou moins âgés.

### Jeunes peuplements (quelques années à une ou deux décennies)

Sur le plan de l'évolution, deux cas doivent être considérés selon qu'ils sont ou ne sont pas atteints de perturbations majeures conduisant à leur dégénérescence.

#### Jeunes peuplements atteints de perturbations majeures

Parmi les perturbations majeures, c'est l'incendie qui est de très loin le plus fréquent. Ponctuellement, un peuplement pourrait être aussi victime d'un éboulement ou d'un glissement de terrain.

L'attention sera surtout portée sur le devenir des jeunes peuplements parcourus par un incendie. Selon l'âge du peuplement, deux cas doivent être considérés.

*Peuplement en âge de produire des graines*  
Si l'incendie parcourt un peuplement âgé d'une quinzaine d'années ou plus, il y a une

grande probabilité pour qu'après le passage du fléau, s'installe un nouveau semis de pins accompagné d'un cortège floristique ayant beaucoup de points communs avec celui qui existait auparavant.

#### *Peuplement ne produisant pas encore de graines*

Deux éventualités sont à prévoir selon l'existence ou l'absence d'îlots de semenciers dans les environs immédiats. En effet, des îlots de jeunes pins peuvent être épargnés par le feu.

Absence totale : le renouvellement du peuplement de pins maritimes ne pourra pas se faire.

Présence d'îlots : dans ce cas, un essai-mage de graines immédiat ou différé, pourra s'effectuer autour des îlots. Le semis pourra être dense à leur proximité, plus ou moins diffus lorsqu'on s'en éloignera. Si les surfaces incendiées sont occupées par un semis de très faible densité, et restent longtemps en partie dénudées, celui-ci pourra au fil des années se densifier. Si l'installation des jeunes individus se poursuit sur une assez longue période, le peuplement deviendra non-équien.

La densité des jeunes pins maritimes pourra être différente de celle qui existait dans le peuplement précédent et incendié (pression séminale et conditions climatiques différentes au moment de l'installation du nouveau semis).

#### Jeunes peuplements non profondément perturbés

En l'absence d'incendie ou de tout autre action fortement destructrice, les jeunes peuplements sont en règle générale susceptibles d'évoluer vers des peuplements adultes. Cette possibilité, ils la doivent à leur croissance juvénile relativement grande, les mettant à l'abri d'une compétition néfaste exercée par les autres essences forestières locales, encore souvent sous la forme de jeunes individus.

Il faut tout de même rappeler que l'héliophilie condamne tôt ou tard les sujets dominés.

### Peuplements plus ou moins âgés

Les peuplements plus ou moins âgés peuvent être exposés :

- soit à un abandon et à un vieillissement,
- soit à une coupe,
- soit à un incendie.



### Peuplements abandonnés et vieillissants

#### *Cas le plus fréquent*

En l'absence de perturbations majeures, un peuplement abandonné atteint la phase de vieillesse. Celle-ci sera d'autant plus vite atteinte que les conditions de vie auront été plus ou moins mauvaises (exploration racinaire, alimentation en eau, nutrition minérale, compétition interspécifique, parasitisme, etc.). Le pin maritime est une essence forestière dont la longévité est assez faible par rapport aux autres (150 à 200 ans).

On rappellera que la persistance d'un couvert de pins maritimes durant des décennies, voire même durant plus d'un siècle, induit divers phénomènes tel que la création d'un microclimat en sous-étage, des modifications au niveau des aptitudes à l'enracinement, ainsi que l'effet litière. Ces phénomènes agissent à leur tour à des degrés divers sur la dynamique. C'est la création d'un microclimat particulier qui a l'impact le plus visible et rapide sur la destinée de la pinède. En effet, il est propice à l'installation de nouveaux végétaux, notamment d'arbustes et d'essences forestières s'accommodant de la demi-ombre engendrée par le pin. Lors de la dégénérescence des vieux pins maritimes, l'absence de semis de ce conifère, permettra aux divers feuillus qui ont pu s'installer d'assurer un remplacement. Ainsi, dans la plupart des cas, en l'absence de cataclysme destructeur, le peuplement de pins maritimes doit être considéré comme transitoire, il prépare le retour des feuillus. Ce dernier dépendra d'une multitude de paramètres ou facteurs locaux parmi lesquels figurent :

- des conditions climatiques,
- des conditions édaphiques,
- des conditions biotiques qui existent dans le peuplement et dans les environs (exemples : bois de divers chênes, de châtaigniers, de merisiers, etc.).

#### *Remarques :*

- Au fil des décennies, certaines conditions, notamment édaphiques et biotiques peuvent évoluer à l'intérieur du peuplement, mais aussi dans les environs immédiats. Certaines évolutions peuvent être lentes, puis s'accélérer par la suite, ou inversement.
- L'appréciation de la dynamique d'un peuplement de pins maritimes, exige certes une connaissance des conditions stationnelles qui existent sous son couvert, mais

aussi celle des caractéristiques de la couverture végétale environnante.

Localement, les conditions stationnelles et biotiques peuvent être singulières et être à l'origine de cas particuliers.

#### *Cas particuliers*

Quatre seront exposés ci-après.

#### *Peuplements sur des placages de cailloutis de quartzites*

Localement, en fonction des caractères topographiques, géologiques et des différents modes d'érosion, il arrive que des fragments de quartzites se sont accumulés sur un à plusieurs décimètres d'épaisseur. On est alors en présence de substrats dont la partie supérieure présente une nette acidité et une forte oligotrophie. De plus, les aiguilles reposant sur la surface d'un sol fréquemment sec, ont tendance à se décomposer plus lentement, à s'accumuler et à constituer un obstacle à la germination de nombreuses espèces. Les pins maritimes étant des espèces frugales, s'accommodant de sols nettement acides et oligotrophes, parviennent à s'y installer et à présenter une croissance satisfaisante si leur système racinaire profond parvient à explorer à plusieurs mètres de profondeur, des assises géologiques en partie au moins altérées.

La forte acidité et l'oligotrophie prononcée au sein des couches superficielles du sol, favorisent la prolifération de la callune qui d'ailleurs présente un aspect malvenant (touffes peu denses, rachitiques, nombreux rameaux desséchés). Les autres végétaux qui parviennent à s'installer, restent en général chétifs et très dispersés. Lorsque le peuplement de pins entre dans la phase de dégénérescence, et que les feuillus même à l'état de plantules sont absents ou très rares, il arrive que les conditions stationnelles restent encore favorables à l'installation du semis de pin maritime. Dans ce cas, cette essence forestière est susceptible de se maintenir par renouvellement du peuplement, durant une période relativement longue, mais qui reste à définir.

#### *Peuplements où les feuillus ont du mal à s'installer*

Suite à l'existence de certaines conditions surtout climatiques et biotiques locales, les feuillus peuvent tarder à s'installer.

Au fur et à mesure que le peuplement de pin maritime va vieillir, il va s'éclaircir et un

sous-étage herbacé, suffrutescent ou arbustif peut voir le jour, devenir dense et continu. Dans de telles conditions, le renouvellement du peuplement de pins est inhibé. Selon le type de formation végétale mis en place, l'installation des divers feuillus risque d'être encore freinée.

#### *Peuplements sur falaises et plateaux rocheux*

A cause de contraintes topographiques et géologiques (exemples : falaises et escarpements rocheux au sein de l'Estérel), les pins maritimes installés dans de larges fissures constituent des peuplements diffus au sein d'une couverture végétale clairsemée. Epargnés par le feu, ils peuvent mourir de vieillesse. En l'absence d'implantation rapide de feuillus ou d'autres résineux, le pin maritime peut coloniser ou recoloniser des fissures plus ou moins ensoleillées et momentanément dépourvues de toute rude compétition entre les différentes espèces de la flore locale. C'est dans de telles stations que le pin maritime a pu se maintenir en tant qu'espèce durant au moins les derniers millénaires.

#### *Peuplements sur dolomie portant des poches ou placages de terre sableuse*

Sur les poches ou placages épars de terre sableuse, des pins maritimes peuvent s'installer mais forment des peuplements diffus dont les individus sont malvenants et voire même des bonsais (effet de pot). Entre les poches ou placages de terre fine existent essentiellement des affleurements rocheux mal fissurés ou altérés sur lesquels s'installent une végétation très clairsemée et très xérophytique. De tels peuplements peuvent être observés entre Aups et Villecroze, près de Tourtour dans le Var.

#### **Peuplements coupés**

La coupe d'un peuplement de pins maritimes qu'elle soit totale ou partielle, favorise en règle générale le renouvellement de celui-ci, sous réserve que durant les quelques années qui suivent l'exploitation forestière, la surface du sol soit :

- d'une part, ameublie par l'intermédiaire notamment du débardage ou encore du des-souchage,
- et d'autre part, privée d'une couverture végétale dense et continue, notamment sous la forme d'une strate herbacée ou suffrutescente.

Si des feuillus ont eu le temps de s'installer dans le peuplement coupé, la plupart d'entre eux continueront à vivre s'ils sont restés enracinés ; ceux qui auront été mutilés, rejetteront de souche. En conséquence, si un peuplement de pins maritimes, se reconstitue après une coupe, il y a une forte probabilité pour qu'il ne soit pas identique à un âge donné, à celui qui existait auparavant.

#### **Peuplements incendiés**

Le passage d'un incendie dans un peuplement de pin maritime plus ou moins âgé, laisse souvent en place une multitude de troncs en partie carbonisés (bois vert lors du passage du feu). La chute au sol des troncs pourra demander plusieurs années.

En règle générale, le peuplement de pins maritimes sera renouvelé, selon des modalités diverses. Les faits exposés pour les peuplements coupés, sont en grande partie transposables sur les peuplements brûlés.

#### **Peuplements non équiens**

Pour des raisons diverses (faible nombre de semenciers, obstacle édaphique, couverture végétale assez dense mais à dynamique très lente, pratique pastorale, etc.), il arrive que le pin maritime ait du mal à coloniser densément et rapidement un espace. L'étalement du semis dans le temps est alors à l'origine d'un peuplement non-équien. De même lorsqu'un incendie épargne des sujets de pin maritime dispersés ou en bouquets, il peut induire un mélange de différentes classes d'âge.

Souvent les peuplements non équiens, notamment lorsqu'il y a de grandes différences d'âge, peuvent sur des surfaces offrant des conditions stationnelles assez homogènes, présenter une hétérogénéité au niveau de la dynamique. Le niveau de l'évolution pourra être différent, plus avancé dans les îlots les plus anciens, relativement en retard dans les îlots récents. Au fil des décennies, en l'absence de cataclysme destructeur, l'hétérogénéité perçue au sein de la dynamique s'estompera.

Par contre, un incendie détruisant en totalité un peuplement non-équien, peut induire l'apparition d'un peuplement équien. Si la destruction est partielle, la dynamique fera fort probablement réapparaître un peuplement non-équien.

### Conclusion

Les peuplements de pins maritimes doivent être considérés dans la plupart des cas, comme des formations végétales transitoires préparant avec des vitesses très variables l'installation de feuillus à forte pression séminale et adaptés aux conditions stationnelles et biotiques locales.

Le pin maritime, comme la plupart des autres pins, est un colonisateur des espaces en partie au moins dépourvus de couverture végétale et présentant un horizon supérieur du sol remanié par les agents de l'érosion (enrobage et enfouissement de la graine).

Prévoir le devenir d'un peuplement de pin maritime abandonné et vieillissant, ou encore d'un peuplement coupé ou incendié, est la préoccupation d'un bon nombre de gestionnaires.

La prévision de la destinée de tel ou tel peuplement, implique une connaissance suffisante des conditions stationnelles et biotiques existant au sein du peuplement, mais aussi dans les terrains environnants. Il est nécessaire d'avoir la vision la plus large. Axer ses observations uniquement sur le peuplement considéré, c'est s'exposer à des erreurs d'évaluation.

C'est à partir de la connaissance des facteurs qui sont à l'origine de la dynamique, et de ce qui se passe dans les environs, qu'on peut élaborer un raisonnement conduisant à un scénario évolutif.

Tout gestionnaire connaissant les causes et les conséquences de la dynamique des peuplements de pins maritimes, doit être en mesure de mieux les gérer.

**G.A.**

### Résumé

---

Tout gestionnaire d'espaces forestiers, confronté à des peuplements naturels ou artificiels de pin maritime, est amené, tôt ou tard, à s'interroger sur leur destinée (lors d'un abandon ou d'un vieillissement, après une coupe ou un cataclysme tel qu'un incendie).

En règle générale, les peuplements de pin maritime subissent des transformations. Ces dernières dépendent certes de leurs caractéristiques (âge, densité, hauteur, état sanitaire, cortège floristique, etc.), mais aussi d'une multitude de facteurs parmi lesquels figurent notamment des caractères :

- biologiques, concernant le pin (croissance relativement forte dans le jeune âge, longévité assez faible, héliophilie, assez résistant au froid, production de graines vers 10 ans, anémochorie, etc ...),
- stationnels, intervenant dans la distribution altitudinale, l'exploration racinaire, l'alimentation en eau, la nutrition minérale, l'installation du semis et la survie des plantules,
- biotiques, existant dans les environs (flore, végétation, activités humaines, etc.)
- induits par la présence du peuplement : création d'un microclimat en sous-étage, épaissement ou augmentation du volume du substrat explorable, effet litière.

La forte variabilité des conditions stationnelles et biotiques au sein de la région méditerranéenne française, crée par le jeu des interactions, une multitude de combinaisons à l'origine d'une large gamme de scénarios évolutifs. Parmi ces derniers, certains peuvent être décrits comme des types alors que d'autres apparaissent comme des variantes. Tout gestionnaire qui dispose de connaissances suffisantes sur les caractères précédemment évoqués, doit être en mesure de définir le ou les types, et éventuellement la ou les variantes évolutives figurant à l'échelle locale.

Dans le cadre du présent résumé, on peut tout au plus mentionner les faits majeurs suivants :

- Peuplements abandonnés et non affectés de destruction.

Selon la pression séminale locale, apparaissent des plantules appartenant à diverses espèces, notamment arbustives et arborescentes. Si les plantules des essences forestières ne rencontrent aucun obstacle à leur croissance, le peuplement de pin maritime laissera la place à un peuplement de feuillus, lors de sa dégénérescence par vieillissement.

Les peuplements étant répartis essentiellement dans les étages altitudinaux de végétation dits « thermoméditerranéen, mésoméditerranéen et supra méditerranéen », ce sont les chênes qui par leur forte pression séminale, s'installent en nombre élevé dans le sous-étage. On verra fréquemment le chêne pubescent, le chêne vert, parfois localement le chêne kermès, ou encore le chêne-liège dans les massifs littoraux siliceux.

Localement, selon la répartition géographique et la pression séminale de certains feuillus et voire de certaines gymnospermes, on pourra voir, à des degrés divers, une infiltration de ces essences forestières.

- Peuplements coupés.

Une très forte probabilité existe pour que le peuplement abattu soit remplacé par un nouveau peuplement de pin maritime (similaire ou nettement différent du précédent).



– Peuplements incendiés.

En règle générale, l'incendie crée des conditions propices à la mise en place d'un semis de pins. Sa densité dépend certes de la production de graines fertiles, mais aussi des conditions climatiques qui se manifestent après le sinistre.

Selon les caractéristiques de l'incendie, le nouveau peuplement sera équien ou non-équien. Il pourra être différent de celui qui existait auparavant pour diverses raisons.

En conséquence, les peuplements de pin maritime doivent être considérés comme des stades pionniers et colonisateurs. En l'absence de perturbation destructrice, ils ne sont que transitoires. A partir d'un certain âge, leur dégénérescence peut être accélérée par la concurrence exercée par d'autres essences forestières. Toutefois, il existe des conditions stationnelles particulières où le pin maritime paraît être en mesure de se maintenir (refuges de l'espèce).

Dans l'état actuel des connaissances, aucun végétal dit « supérieur » ne semble être strictement inféodé à un peuplement de pin maritime.

Connaître les causes et les conséquences de la dynamique des peuplements de pins maritimes, c'est être en mesure de mieux gérer ces derniers.

---

## Summary

### The dynamics of maritime pine stands in the Mediterranean region of France

Anyone responsible for managing woodlands who is involved with natural or planted stands of maritime pine will sooner or later have to face the question of their future (whenever a stand is abandoned or ageing, is clear-cut, or hit by catastrophe such as wildfire).

Generally speaking, maritime pine stands evolve. Any transformation depends on the characteristics of the stand (age, density, height, state of health, associated plants...) but also on a multitude of other factors which include :

- biological aspects specific to the species (relatively fast growth when young, fairly limited lifespan, sunloving, quite cold-hardy, seed production from 10 years of age, wind resistant...)
- location factors related to altitudinal distribution, extent of the root system, availability of water, mineral nutrition, likelihood of self-seeding and the survival of seedlings.
- biotic aspects prevailing in the vicinity (flora, vegetation, human activity...).
- factors deriving from the very presence of the stand : creation of a microclimate in the under-canopy, deepening or increase in the volume of available soil, effect of leaf litter.

The great variability of biotic and location-related factors within the French Mediterranean region produces, through the interplay of the attendant factors, a multiplicity of combinations resulting in a wide range of possible scenarios in evolution, some of which appear as types while others can be seen as variants. A woodland manager sufficiently aware of the above characteristics should be in a position to define the type(s) and, where present, the variant(s) at his/her local level.

In the context of the present summary, the following main facts need to be mentioned :

- Abandoned stands not destined for destruction.

Depending on local opportunities for germination, seedlings emerge of the assorted species present, particularly bushes and shrubs. If seedlings of forest species face no obstacles to their growth, the maritime pine population as it ages will give way to broadleaved cover.

The maritime pine stands are essentially spread across mountain vegetation zones at various altitudes characterised as « thermo-Mediterranean, meso-Mediterranean and supra-Mediterranean ». Consequently, oaks with their high rate of seeding take hold below the pine canopy. There will often be the downy oak, the holm oak, sometimes locally the kermès oak, and also the cork oak in the silicious soil of the coastal mountain massifs.

Locally, depending on the geographic distribution and the readiness to self-seed of certain broadleaved species, and even of gymnosperms, a creeping spread of these species can be found.

- Felled stands

There is every likelihood that the area of a felled stand will be repopulated by new maritime pines (similar to or clearly different from the previous stand).

- Burnt-out stands

As a general rule, wildfire leaves in its wake conditions that favour the emergence of self-seeded pines. Their density will of course depend on the production of viable seeds but, also, on the climatic conditions prevailing after the burn-out.

Depending on the nature of the fire, trees in new stands will be coeval or not. The stand may well differ from its predecessor on account of various factors.

Consequently, maritime pinewoods should be seen as a pioneer or colonising stage : when spared from destructive upsets, their existence is only transitory. After a certain age, their decline is speeded up by competition from other forest species. Even so, some special localised conditions do exist where maritime pines appear to endure (areas of species refuge).

It can be affirmed in the light of current knowledge that no « higher » plant species can be said to be definitely tributary to the existence of maritime pine stands.

Understanding the causes and consequences of the dynamics of maritime pine stands makes for better management of such forests.

## Riassunto

---

### Dinamica dei popolamenti di pini marittimi in regione mediterranea francese

Ogni gestore di spazi forestali, confrontato a popolamenti naturali o artificiali di pini marittimi, è condotto, prima o poi, a interrogarsi sul loro destino (durante un abbandono o un invecchiamento, dopo un taglio o un cataclisma tale un incendio).

In regola generale, i popolamenti di pini marittimi subiscono trasformazioni. Queste ultime dipendono certo delle loro caratteristiche (età, densità, altezza, stato sanitario, corteo floristico, ecc...), ma anche di una moltitudine di fattori tra i quali figurano particolarmente caratteri :

- biologici, riguardando il pino (crescenza relativamente forte nella giovane età, longevità abbastanza debole, eliofila, abbastanza resistente al freddo, produzione di semi verso 10 anni, anemocoria, ecc...),
- stazionali, intervento nella distribuzione altitudinale, esplorazione radicinaria, alimentazione in acqua, nutrizione minerale, installazione di semine e sopravvivenza delle pianticelle,
- biotiche, esistenti nei dintorni (flora, vegetazione, attività umane, ecc...),
- indotti dalla presenza del popolamento : creazione di un microclima in sotto-stadio, ispessimento o aumento del volume del sostrato esplorabile, effetto lettiera.

La forte variabilità delle condizioni stazionali e biologiche in seno alla regione mediterranea francese, crea dal gioco delle interazioni, una moltitudine di combinazioni all'origine di una larga gamma di scenari evolutivi. Tra questi ultimi, alcuni possono essere descritti come tipi mentre altri appaiono come varianti. Ogni gestore che dispone di conoscenze sufficienti sui caratteri evocati da prima, deve essere in misura di definire il o i tipi, eventualmente la o le varianti evolutive figurante a scala locale.

Nel quadro del presente riassunto, si può tutt'al più menzionare i fatti maggiori seguenti :

- popolamenti abbandonati e non intaccato di distruzione.

Secondo la pressione seminale locale, appaiono plantule che appartengono a diverse specie, particolarmente arbustive e arboree. Se le plantule delle essenze forestali incontrano nessuno ostacolo alla loro crescita, il popolamento di pini marittimi lascerà il posto a un popolamento di latifoglie, al momento della sua degenerazione a causa dell'invecchiamento.

I popolamenti essendo suddivisi essenzialmente negli stadi altitudinali di vegetazione detti « termomediterraneo, mesomediterraneo, sopra mediterraneo », sono le querce che dalla loro forte pressione seminale, si impiantano in alto numero nel sotto stadio. Si vedrà frequentemente la roverella, il leccio, talvolta localmente la quercia coccifera o anche il sughero nei massicci litoranei silicei.

Localmente, secondo la ripartizione geografica e la pressione seminale di alcune latifoglie e perfino alcune gimnosperme, si potrà vedere a stadi diversi, una infiltrazione di queste essenze forestali.

- Popolamenti tagliati

Una fortissima probabilità esiste perché il popolamento abbattuto sia sostituito da un nuovo popolamento di pini marittimi (similari o chiaramente differente del precedente).

- Popolamenti incendiati

In regola generale, l'incendio crea condizioni propizie alla messa in posto di un seminato di pini. La sua densità dipende certo dalla produzione di semi fertili, ma anche delle condizioni climatiche che si manifestano dopo il sinistro.

Secondo le caratteristiche dell'incendio, il nuovo popolamento sarà equianno o non equianno. Potrà essere differente di quello che esisteva prima per ragioni diverse.

Di conseguenza, i popolamenti di pini marittimi devono essere considerati come stadi pionieri e colonizzatori. In assenza di perturbazione distruttrice, sono soltanto transitori. A decorrere da una certa età, la loro degenerazione può essere accelerata dalla concorrenza esercitata da altre essenze forestali. Tuttavia, esistono condizioni stazionali particolari dove il pino marittimo pare essere in grado di mantenersi (rifugio della specie).

Nello stato attuale delle conoscenze, nessuno vegetale detto « superiore » sembra essere strettamente infeudato a un popolamento di pini marittimi.

Conoscere le cause e le conseguenze della dinamica dei popolamenti di pini marittimi, è essere in grado di gestire meglio questi ultimi.