







ECOLOGIE DU PIN PIGNON

Bénédicte BOISSEAU



Les cahiers de la forêt méditerranéenne .

Sommaire

	1. La croissance en hauteur.	4
	2. Les facteurs du milieu ayant une influence sur la survie, la croissance et le régénération du Pin Pignon: les pistes données par la bibliographie.	6
	3. Ou trouve-t-on actuellement le Pin Pignon en France ?	8
	4. Facteurs influençant la croissance en hauteur du pin Pignon.	12
	5. Clé de prédiction de la croissance en hauteur du Pin Pignon - Vérification.	16
	6. Tableau simplifié - Détermination de la hauteur du Pin Pignon en fonction du milieu.	19
	Annexe 1 : Bibliographie.	24
	Annexe 2 : Analyse statistique sur le Tableau : Détermination de la hauteur du Pin Pignon à 50 ans en fonction du milieu.	27

Avertissement

Ce document rassemble les principaux résultats des études menées au CEMAGREF d'Aix-en-Provence sur l'écologie du Pin pignon :

Les travaux menés par J. LABADIE (Stage ENITEF) en 1983 ont abouti à une clé de prédiction de la hauteur des peuplements adultes de Pin pignon en fonction de quelques caractéristiques du milieu.

Cette clé a été reprise et adaptée par D. ALEXANDRIAN dans le cadre de la fiche Pin pignon du Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français.

En 1991, C. ZANNINI (Stage BTS - Production Forestière) a vérifié systématiquement la valeur prédictive de cette clé sur de nouveaux boisements et proposé quelques améliorations.

A la suite de cette vérification, nous avons complété ce travail par des analyses supplémentaires sur l'ensemble des relevés pour aboutir à une nouvelle présentation des facteurs déterminant la croissance en hauteur du Pin pignon.

Ainsi, ce document comprend les courbes et classes de croissance en hauteur du Pin pignon, puis des éléments sur les facteurs du milieu influençant cette croissance. Il est pour partie issu de la bibliographie et pour partie déterminés ou précisés par les études réalisées. Leur synthèse fait apparaître le comportement écologique du Pin pignon.

Les outils pratiques proposés ensuite permettent de réaliser un diagnostic sur le terrain. Ils sont constitués par :

- la "clé Pin pignon" diffusé dans le Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français. La valeur prédictive de cette clé est ici évaluée.
- un tableau simplifié de détermination de la hauteur du Pin pignon en fonction du milieu. □



1. La croissance en hauteur



Courbes de croissance en hauteur (cf. graphique)

Comme d'autres pins, le Pin pignon est caractérisé par une croissance rapide au départ (jusqu'à environ 30 ans) qui s'infléchit nettement après. Plusieurs études ponctuelles en petite Camargue (CABANETTES, 1979), en Tunisie (POUPON, 1970) montrent que la diminution progressive de la longueur des pousses annuelles débute dès l'âge d'une dizaine d'années. La courte période d'allongements importants expliquerait les hauteurs relativement modestes atteintes par le Pin pignon (moins de 20 m dans presque tous les cas et 25-30 m au maximum).

Il est donc important de soigner les techniques de reboisement et l'entretien des jeunes plantations puisque l'essentiel de la croissance en hauteur se joue dans le jeune âge.



Comparaison avec la croissance en hauteur d'autres essences méditerranéennes

Selon les données disponibles, on peut comparer à certains âges de référence la croissance en hauteur du Pin pignon avec celle de quelques autres résineux :

à 30 ans	Pin pignon =	2 à 15 m	(LABADIE, 1983)
	Pin brutia et eldarica =	2,5 à 16 m	(NOUALS et al., 1991)
	Pin d'Alep =	3 à 12 m	(COUHERT, à paraître)
	Cyprès vert =	3 à 13 m	(BOUVET, 1983)
à 80 ans	Pin pignon =	2 à 25 m	
	Pin d'Alep =	4 à 18 m	
	Cyprès vert =	5 à 25 m	

L'amplitude des hauteurs atteintes est du même ordre de grandeur pour tous ces pins (un peu plus faible pour le Pin d'Alep). Le Cyprès vert a rattrapé les Pins à 80 ans.

Boisement paysager de Pin pignon, pin d'Alep, cyprès bleu et Pin eldarica à FITOU (11)



Photo : D. NOUALS

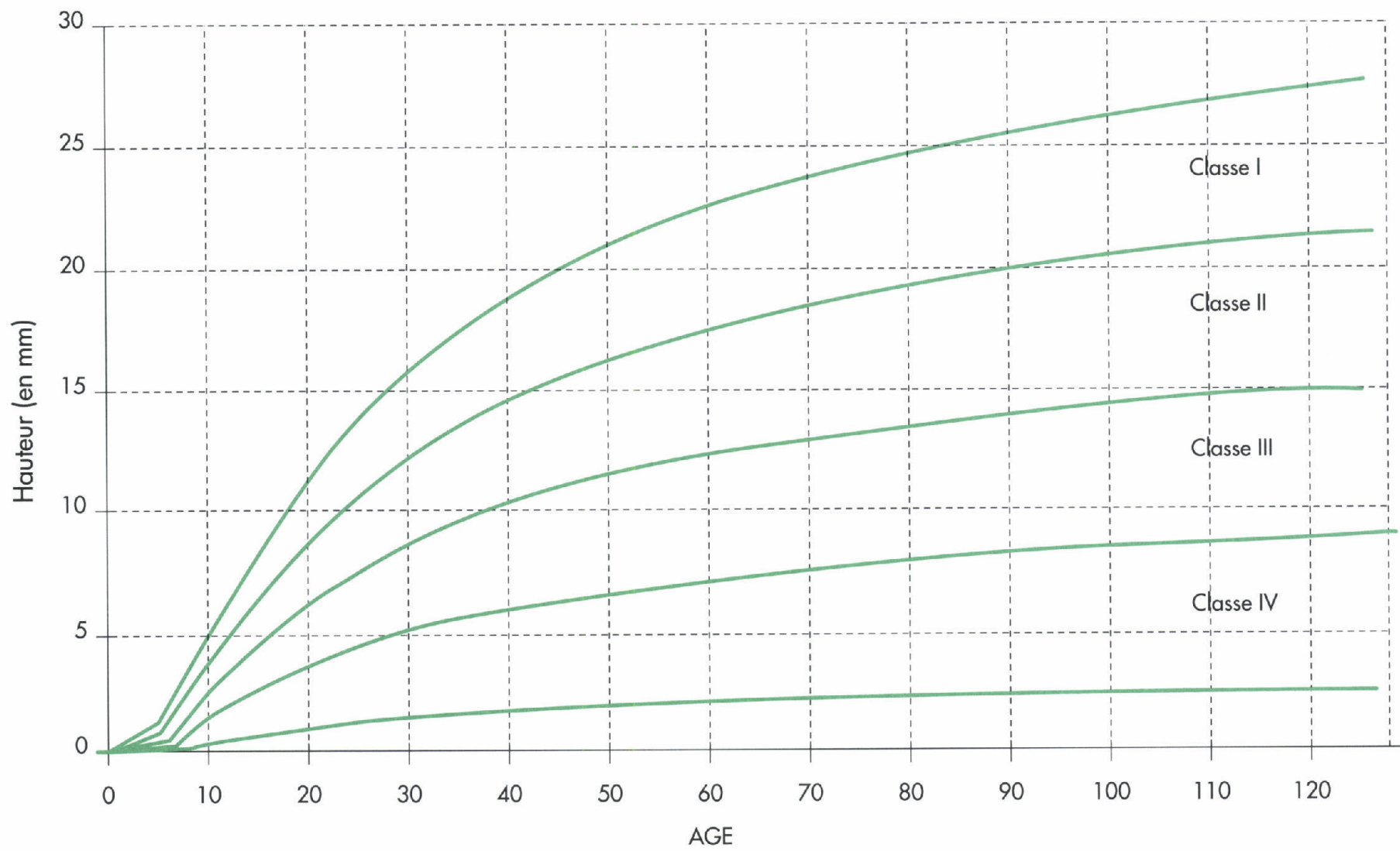
Reboisement avec Pin pignon et cyprès à Villeveyrac (34)



Photo : T. SARDIN

Courbes de croissance en hauteur du Pin pignon

Source : LABADIE J., 1983





2. Les facteurs du milieu ayant une influence sur la survie, la croissance et la régénération du Pin pignon : les pistes données par la bibliographie



Dans l'ensemble du bassin méditerranéen,

le Pin pignon occupe généralement les plaines littorales et les collines mais on le trouve jusqu'à 1000 m d'altitude en Espagne et au Sud de l'Italie.

- Climat : le Pin pignon est surtout sensible aux températures minimales absolues (GIORDANO, 1967). Les basses températures combinées à l'humidité seraient encore plus néfastes. La neige peut provoquer des dégâts sur les houppiers.

- Roche - sol : on trouve généralement le Pin pignon sur des terrains sableux ou alluviaux. Cependant, en Tunisie, il est considéré comme une essence plastique, tolérante en particulier au calcaire et à la "lourdeur" des sols (DJAZIRI, 1971).



En France

- Climat

L'étude de A. CABANETTES (1979) sur un peuplement de petite Camargue montre que la période de croissance active se situe essentiellement au printemps (40 à 70 % de la longueur totale de la pousse), sur une durée très dépendante des conditions climatiques : le début de croissance a lieu généralement en février avec un démarrage lié à des températures suffisantes (minima journalier de 4-5 °C - moyenne journalière de 9 °C).

Durant les mois de février et mars, ce sont surtout les températures qui peuvent constituer un facteur limitant la croissance, bien que les précipitations commencent aussi à jouer.

En avril-mai, période de croissance maximale, les allongements restent très dépendants de températures élevées mais le bilan hydrique, conditionné par les précipitations, devient primordial.

L'arrêt de croissance se produit quand le déficit hydrique est trop fort, durant le mois de juin ou juillet. Par ailleurs IBRAHIM (1980) a montré que les stomates se ferment à des températures de l'air dépassant 30 °C, même en bonnes conditions d'alimentation en eau. Un mois de septembre frais et surtout humide semble favorable à une bonne élongation l'année suivante (élaboration du bourgeon terminal de l'année suivante durant l'automne).

Ces éléments sont ponctuels et dans des conditions très particulières : sable littoral avec nappe phréatique à 1,5 m. Ils renseignent sur les limites climatiques dans des conditions de sol extrêmement favorables.



- Roche - sol :

Pour la germination et le développement des semis, les sols les plus favorables sont les sols profonds et meubles, à texture sableuse. La présence de sel dans le sol empêche toute germination (LOISEL, 1967). Ceci explique sûrement en partie la localisation actuelle des peuplements naturels.

Par contre à l'âge adulte, le Pin pignon semble peu exigeant vis à vis des propriétés chimiques du sol. Le calcaire actif et la salinité, sans interdire le développement de l'arbre, limiteraient cependant la croissance (GODIN, 1975).

Sans avoir clairement mis en évidence les facteurs du sol déterminants, P. GODIN note que la croissance du Pin pignon dépend de l'alimentation en eau et donc des précipitations bien sûr mais aussi des possibilités de stockage du sol.

On retiendra donc des éléments bibliographiques rassemblés :

- une régénération naturelle favorisée dans les sols profonds à texture sableuse ; ce qui explique sûrement la localisation des peuplements naturels en France et à l'étranger.
 - une croissance en hauteur dépendant
 - d'une température suffisamment élevée,
 - du bilan hydrique : précipitations et capacité de stockage du sol.
- L'effet du calcaire actif et de la salinité du sol reste à vérifier.



Regénération naturelle
de Pin pignon à Aigues
Mortes (34)



Regénération naturelle de Pin pignon à Aigues-Mortes (34)

Photo : C. NOUALS

Photo : C. NOUALS

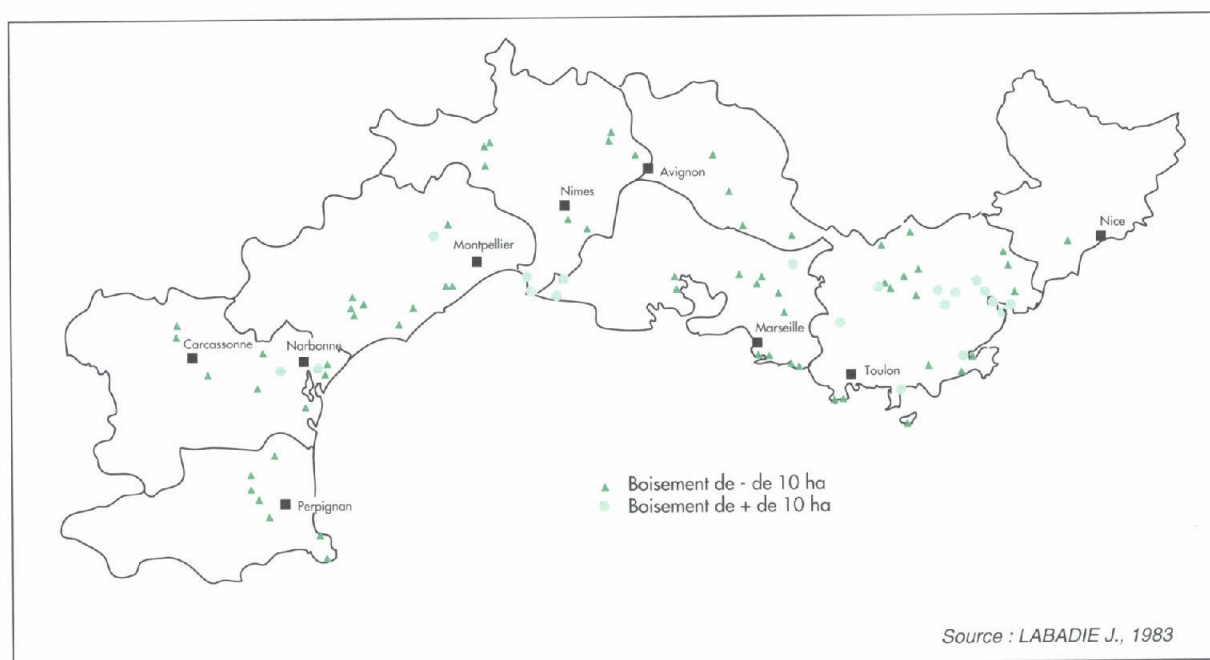


3. Ou trouve-t-on actuellement le Pin pignon en France ? (cf. carte)

Les deux principales zones où les peuplements de Pin pignon forment de véritables massifs forestiers sont la petite Camargue et la dépression permienne du Var. On le trouve sous forme de boisements de quelques hectares à une centaine d'hectares dans les plaines et les collines littorales, en général à moins de 50 km de la mer et à moins de 400 m d'altitude. On l'a trouvé jusqu'à 87 km du littoral et 600 m d'altitude.

Les 200 placettes de relevés de l'étude de J. LABADIE (1983) ont été implantées afin de couvrir au maximum la diversité des milieux où existe le Pin pignon. Leur situation est donc représentative de la palette des conditions écologiques où vit le Pin pignon en France.

Carte de localisation des boisements de Pin pignon en région méditerranéenne française

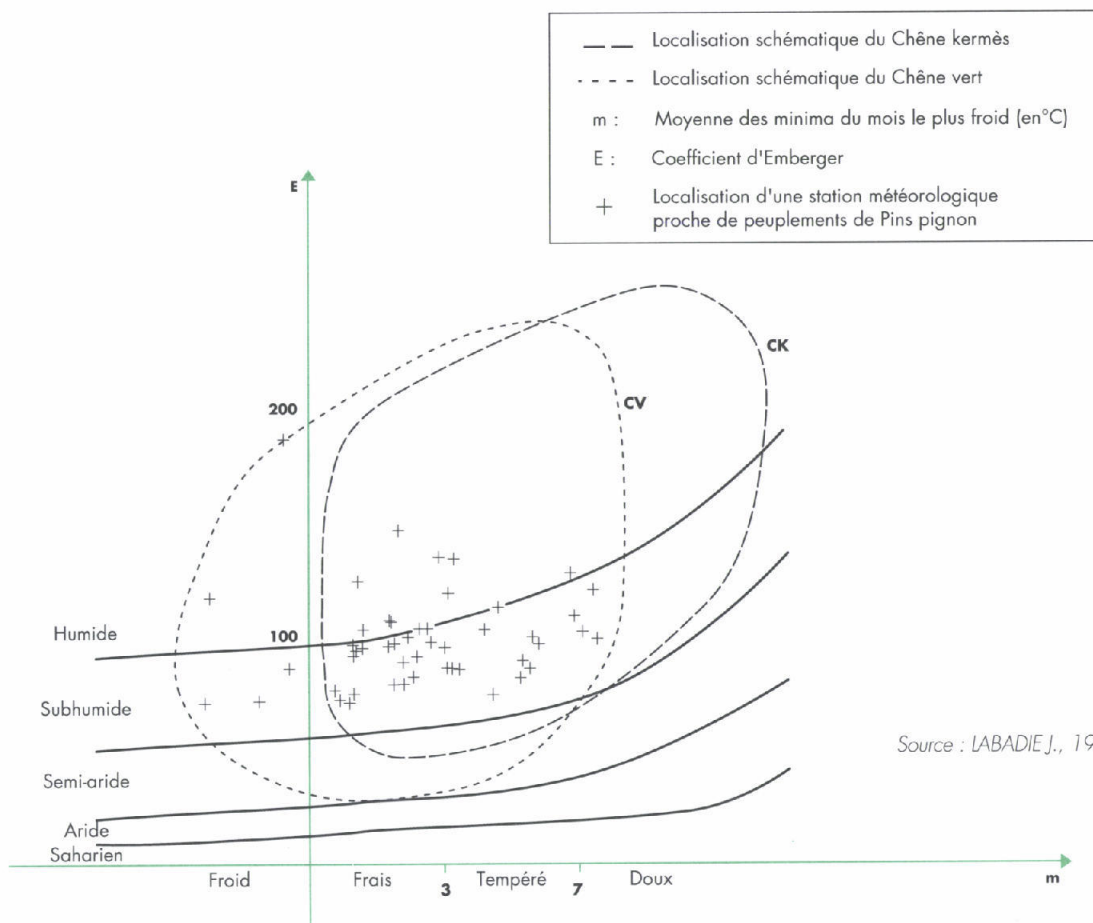




Climat

- Pluie totale de 545 mm (Fitou - Aude) à 1500 mm (St Jean du Gard - Gard).
- Pluie d'été de 48 mm (Fitou) à 196 mm (Millas - Pyrénées Orientales).
- Température moyenne annuelle de 9,5°C (Sault - Vaucluse) à 17°C (Laure-Minervois - Aude).
- Moyenne des minima du mois le plus froid de -2 °C (St Paul-les-Durance - Bouches du Rhône) à 6 °C (Porquerolles - Var).
- Moyenne des maxima du mois le plus chaud de 32 °C (Lorgues - Var) à 27 °C (Sault - Vaucluse).
- Nombre de mois secs : de 1 à 6.
- Sur le climagramme d'Emberger, son aire correspond à l'aire du Chêne vert (cf. diagramme).

Climagramme d'Emberger : localisation du Pin pignon en région méditerranéenne française





* Les types climatiques CEMAGREF (RIPERT et al., 1988) représentés sont les suivants :

Pluie	Température	% des relevés
8	6	25
8	7	19
6	5	17
7	6	17
8	5	11
6	4	} < 5
7	5	
8	4	
2	5	
1	5	

(Caractérisation de ces types en annexe 1)

La plus grosse partie des peuplements se situe donc dans les climats les plus chauds et secs de la région (type pluie-température 8-7 et 8-6) mais il en existe aussi une proportion non négligeable dans des nuances plus fraîches ou un peu moins sèches (6-5, 8-5, 7-6).



Roches :

On trouve le Pin pignon quasiment sur tous types de roche, aussi bien sur calcaire que sur substrat siliceux.

Pin pignon sur grès dans la dépression Permienne



Photo : P. LÉCONTE

Roches sédimentaires	% des relevés
- Calcaire dur	20 %
- Autres calcaires (en plaquettes, tendre, dolomitique, grès calcaire)	15 %
- Conglomérat	12 %
- Grès siliceux (grès permien)	11 %
- Sable (sable littoral ou alluvial)	9 %
- Alternance calcaire / marne	6 %
- Argile	5 %
- Dolomie	< 5 %
- Marne	< 5 %
- Roches métamorphiques : micaschistes, gneiss, schistes	14 %
- Roches volcaniques : Basalte, rhyolite ...	< 5 %

Argile

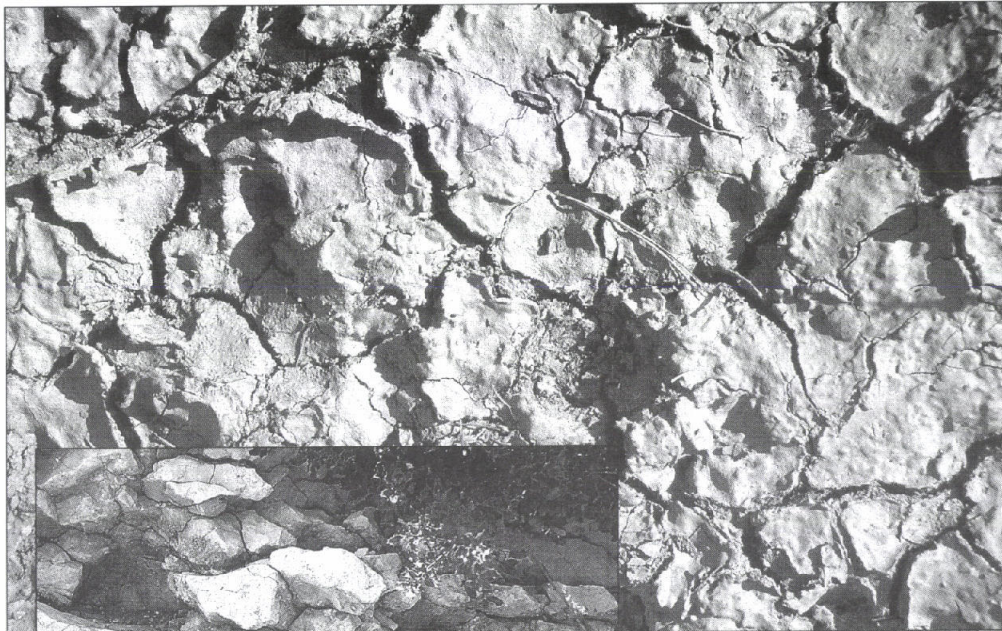


Photo : C. NOUALS



Photo : B. BOISSEAU

Calcaire fissuré



Photo : C. NOUALS

Calcaire



4. Facteurs du milieu influençant la croissance en hauteur du Pin pignon

Le tableau, ci-dessous, résume les résultats de l'étude de J. LABADIE (1983) sur l'influence des facteurs du milieu pris un par un.

Les commentaires qui suivent reprennent ces résultats complétés par de nouvelles analyses.

	HAUTEUR MOYENNE A 50 ANS			
	11 - 12 m	9,5 - 10,5 m	8 - 9 m	< 8 m
Roche	Sable littoral	autres		
Climat				
Température moyenne annuelle	> 16 °C	< 16 °C		/
Altitude	0 - 50 m	50 - 100 m	> 100 m	/
Mois secs	/	2 ou 3	4 ou 5	/
Types climatiques CEMAGREF	6-5, 6-4, 7-5, 7-6	8-5, 8-6, 8-7		
Topographie				
Position topographique	Plat - dépression	Bas/mi-versant replat	Haut de versant sommet, croupe	/
Pente	0 - 3%	3 - 10%	> 10%	
Sol				
Affleurements rocheux	/	0 - 10%	> 10%	
Affleurements de cailloux	0 - 10%	10 - 30%	30 - 60%	+ de 60%
Cailloux dans le sol	0 - 10%	10 - 30%	30 - 60%	+ de 60%
Profondeur moyenne d'enfoncement d'une tarière	+ de 50 cm	25 - 50 cm	10 - 25 cm	- de 10 cm

FACTEURS DU MILIEU

Légende : Favorable (light green), Peu influent (medium green), Défavorable (dark green), Très défavorable (darkest green)

(Hauteur moyenne à 50 ans pour l'ensemble des relevés = 9,8 m)



Le climat

J. LABADIE avait montré que les températures moyennes annuelles supérieures à 16 °C étaient favorables à la croissance du Pin pignon.

Il s'agit en partie de relevés sur sable littoral avec nappe d'eau, donc particulièrement favorable pour l'alimentation en eau. Si l'on exclut ceux-ci, on observe des indices de fertilité (hauteur à 50 ans) croissant des climats les plus chauds et secs aux climats les plus frais et pluvieux. Les types climatiques s'ordonnent donc ainsi en fonction des fertilités croissantes :

8-7, 8-6 Basse Provence - Bas Languedoc

8-5 Bassin d'Aix

7-6, 7-5 Est Varois - Piémonts du Massif Central

6-5, 6-4 Arrière pays méditerranéen

(Seuls les climats les plus représentés ont été pris en compte).

On a regroupé ces types climatiques pour ne garder que deux grands groupes avec des hauteurs moyennes à 50 ans significativement différentes (analyse de variance) :

1er groupe : 7-6, 7-5, 6-5, 6-4 Moyenne des hauteurs : 11,2 m

2ème groupe : 8-7, 8-6, 8-5 Moyenne des hauteurs : 9,5 m



Photo : C. NOUALS



Photo : J. LAURENT



Le premier groupe est donc globalement meilleur. Les hauteurs rencontrées sont relativement groupées autour de la moyenne. Elle ne dépasse pas 14 m. Le deuxième groupe au contraire montre une très forte hétérogénéité. On y trouve les pires mais aussi les meilleurs indices (jusqu'à 17 m). On peut tenter d'interpréter ces résultats à la lumière de la bibliographie citée par deux effets opposés des climats chauds et secs :

- en fin d'hiver, température élevée favorable à un démarrage précoce de la croissance,
- au début d'été, température élevée et pluie faible, défavorable pour l'alimentation en eau et donc pour la croissance.

Selon la station sur laquelle on se trouve ce sera l'un ou l'autre de ces effets qui serait prédominant. C'est ce que nous essaierons de vérifier en croisant le climat avec d'autres facteurs du milieu.



Les roches

L'analyse de variance globale ne permet de distinguer que le sable littoral des autres roches.

Roche	Nombre de relevés	Hauteur moyenne à 50 ans
Sable	7	13,6 m
Argile	9	11,5 m
Dolomie - calc. dolomitique	7	11,5 m
Alternance calcaire/marne	10	11,2 m
Conglomérat	22	11,0 m
Calcaire	44	10,6 m
Grès calcaire	13	10,0 m
Marne	6	9,3 m
Grès siliceux	20	8,9 m
Gneiss, micaschiste, schiste	25	8,4 m
Rhyolite, basalte	5	—

Le classement des roches par moyenne d'indice de fertilité décroissante ne fait pas apparaître de distinction entre :

- roches calcaires et acides,
- roches s'altérant en donnant des textures très différentes (les sables et les argiles se retrouvent ensemble en tête de classement mais les grès s'altérant en sable sont en queue).

Par contre, ce classement semble révéler l'importance :

- de certaines caractéristiques physiques du sol issu de ces roches : affleurements rocheux et affleurements de cailloux peu importants correspondent aux roches les mieux classées. Sable et argile sont dans ce cas.
- dans quelques cas, de la nature de la roche. Malgré des caractéristiques physiques du sol bonnes ou moyennes, certaines roches correspondent à de mauvaises fertilités. Bien qu'il faille être très prudent sur la représentativité des relevés, cela semble être le cas des marnes, des grès siliceux (grès permien en grande partie) et des rhyolites qui sont en queue de classement sans autres raisons apparentes que la nature même de la roche. On peut supposer qu'il s'agit de substrat non prospectable par les racines tandis que même le calcaire dur, fissuré permet d'atteindre de meilleurs indices de fertilité.

Enfin, ce classement est lié pour partie à l'échantillonnage : certaines roches n'ont été échantillonnées qu'en climat favorable ou en position topographique favorable ou à l'inverse en situation défavorable, ce qui participe à les placer en début ou fin de classement (ex. : dolomie en début, schistes-micaschistes en fin) sans que la nature de la roche soit réellement en cause.



La topographie

Les positions topographiques plates ou en dépression sont nettement plus favorables à la croissance du Pin pignon que toutes les autres positions topographiques.

Les relevés en bas et mi-versant ainsi qu'en replat ont aussi en moyenne des indices de fertilité un peu supérieurs aux autres.



Le sol

Plusieurs caractères physiques du sol sont très fortement corrélés à la croissance du Pin pignon : affleurement rocheux, affleurement de cailloux, cailloux dans le sol, profondeur du test tarière. Ils contribuent tous à définir le volume de terre fine, sa proportion par rapport aux cailloux et rochers. Le Pin pignon serait particulièrement sensible à ce facteur (difficulté de prospection racinaire lorsqu'il y a beaucoup de cailloux ? Volume permettant la réserve en eau ?).



Mesure de hauteur

Photo : C. NOUJALS



Par contre, comme lors de l'analyse des roches, la texture de la terre fine et le taux de calcaire (réaction de la terre fine à l'acide) ne ressortent pas.



Conclusion

Les facteurs du milieu les plus déterminants pour la croissance du Pin pignon sont :

- *le climat avec deux tendances contradictoires : le Pin pignon aime la chaleur mais en même temps est sensible comme toutes les essences au bilan hydrique conditionné par les pluies et températures.*
- *la position topographique,*
- *les caractères physiques du substrat (compacité/fissuration de la roche, et surtout pénétrabilité, profondeur et charge en cailloux du sol).*

5. Clé de prédiction de la croissance en hauteur du Pin pignon - Vérification -

Il s'agit de la clé Pin pignon telle qu'elle apparaît dans les fiches du Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français (CEMAGREF, 1988). Elle combine les principaux facteurs qui viennent d'être décrits pour permettre de déterminer la hauteur atteinte par le peuplement à 50 ans. Une vérification systématique de la valeur prédictive de cette clé a été réalisée en 1990 sur de nouveaux peuplements (ZANNINI, 1991).

50 relevés ont été effectués sur des peuplements qui n'avaient pas été pris en compte lors de l'étude. Dans ces peuplements, la clé autécologique a été utilisée et la hauteur réelle des arbres mesurée. Tous les cas prévus par la clé ont été recherchés.

On obtient les résultats suivants :

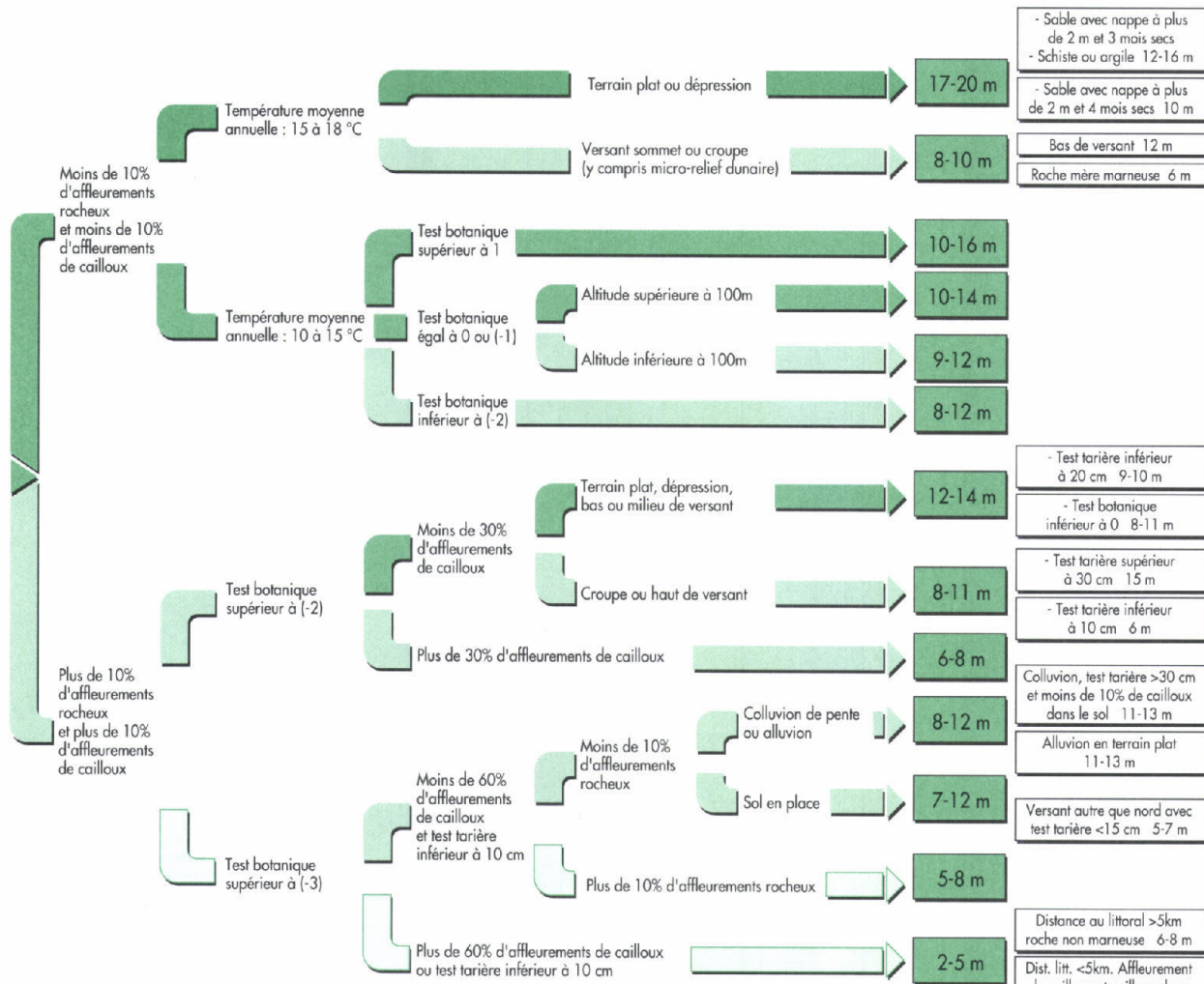
- 30 % des nouveaux relevés sortent des fourchettes de hauteurs prédites,
- si l'on tolère une imprécision de + ou - 1 m par rapport à la fourchette indiquée, 18 % des nouveaux relevés sortent de ces fourchettes élargies mais sans en être très éloignés.

Lors de cette vérification, il est apparu que :

- certaines branches de cette clé étaient moins "solides" que d'autres,
- d'autres branches ont toujours été justes (cf. clé vérifiée),
- d'autres branches n'ont pu être vérifiées, faute d'avoir retrouvé des cas identiques.

Les branches qui semblent les moins solides sont aussi celles qui ont des fourchettes de hauteur d'amplitude faible (2 ou 3 m). On peut supposer que les relevés qui ont servi à bâtir ces cas écologiques n'étaient pas représentatifs de l'ensemble des hauteurs possibles (nombre de relevés peut-être trop faible). Ainsi, la fourchette des hauteurs était artificiellement réduite par le hasard de l'échantillonnage.

Vérification de la clé



- Sable avec nappe à plus de 2 m et 3 mois secs 12-16 m
- Schiste ou argile 12-16 m
- Sable avec nappe à plus de 2 m et 4 mois secs 10 m
- Bas de versant 12 m
- Roche mère marneuse 6 m
- Test tarière inférieur à 20 cm 9-10 m
- Test botanique inférieur à 0 8-11 m
- Test tarière supérieur à 30 cm 15 m
- Test tarière inférieur à 10 cm 6 m
- Colluvion, test tarière >30 cm et moins de 10% de cailloux dans le sol 11-13 m
- Alluvion en terrain plat 11-13 m
- Versant autre que nord avec test tarière <15 cm 5-7 m
- Distance au littoral >5km roche non marneuse 6-8 m
- Dist. litt. <5km. Affleurement de cailloux et cailloux dans le sol <60% 6-8 m

Nombre de relevés nouveaux	Dont nombre de relevés sortant	Hauteurs des relevés sortant	Nouvelle fourchette de hauteurs proposés
1	0	--	id
2	0	--	id
9	0	--	id
4	1	9 m	id
1	1	13 m	id
6	1	14 m	id
Cas général 4	2	11 m	Pas de cas particulier
Cas particulier 6	3	12-13 m	8-14 m
0	0	--	id
5	4	8,5-12 m	6-12 m
0	0	--	id
5	2	4,5-6 m	5-12 m
2	0	--	id
4	2	5,5-7 m	2-7 m
49	16		





Conclusion

La vérification

- ne remet pas fondamentalement en cause la clé Pin pignon : dans 80 % des cas on tombe dans la fourchette à 1 m près.
- met en évidence la fragilité de certains embranchements qui pèchent sans doute par trop de précision dans les hauteurs prédites alors que la caractérisation du milieu reste assez simple.

A l'issue de cette vérification, on peut proposer :

- de continuer à utiliser cette clé mais avec une certaine prudence pour les 4 cas entourés (cf. clé vérifiée).
- d'élargir l'amplitude des fourchettes prédites pour ces 4 cas en tenant compte des nouvelles hauteurs rencontrées (mais encore faudrait-il vérifier la validité de ces nouvelles fourchettes...).
- de conserver les mêmes fourchettes de hauteurs prédites :
 - pour les cas vérifiés et justes,
 - pour les cas où l'on a pas (ou insuffisamment) de nouveaux relevés pour conclure.



*Reboisement
de Pin pignon en
Petite Camargue*

Plantation de Pin pignon dans le Var



Photo : C. NOUALS

Photo : C. NOUALS

6. Tableau simplifié - Détermination de la hauteur du Pin pignon en fonction du milieu -

La vérification de la clé de prédiction de la croissance en hauteur du Pin pignon laisse un certain nombre de questions en suspens (certaines fourchettes de hauteur prédite n'ont pu être vérifiées).

Elle nous a permis de mieux connaître les avantages mais aussi les limites de telles clés (cas final parfois basé sur trop peu de relevés, fourchette finale parfois trop précise pour une caractérisation du milieu aussi simple ...). De plus, la démarche suivie au CEMAGREF pour les études autécologiques a continué d'évoluer au fil du temps. En particulier, nous avons essayé lors des études ultérieures de mieux cerner les types de milieu individualisés selon les essences afin :

- de mieux comprendre leur comportement écologique,
- de mieux connaître l'échantillon de peuplements sur lequel repose nos conclusions.

C'est l'ensemble de ces réflexions qui nous a amené à proposer une nouvelle présentation des résultats concernant la croissance en hauteur du Pin pignon.

Les principaux facteurs déterminant cette croissance (cf. Chap. 4) ont été repris ; ils apparaissent d'ailleurs dans la clé.

Parmi les facteurs du milieu déterminant, ce sont les plus faciles à appréhender qui ont été retenus. Ainsi le pourcentage de cailloux dans le sol est très lié au pourcentage de cailloux en affleurement, mais moins rapide et facile à observer. On a donc retenu le second. La profondeur du test tarière est lié à la fois à la topographie et au taux de cailloux dans le sol ; elle n'apparaît pas en critère déterminant mais illustratif.

La flore apparaissait aussi dans la clé autécologique sous la forme du test botanique. Il n'a pas été retenu dans cette nouvelle présentation car :

- la phase de vérification de la clé a montré quelques problèmes liés à l'utilisation de celui-ci.
- son interprétation écologique n'est pas évidente. Il serait donc difficile de le traduire en terme de comportement écologique du pin pignon.
- d'autres critères du milieu se sont avérés plus discriminants dans le cadre de cette nouvelle présentation. Il garde cependant un caractère illustratif intéressant.

Finalement, 4 critères déterminants permettent de cerner des grands types de milieux correspondant à des niveaux de fertilité relativement différents pour le Pin pignon :

- le climat,
- la topographie,
- le pourcentage d'affleurement rocheux,
- le pourcentage d'affleurement de cailloux,

Détermination de la hauteur du Pin pignon à 50 ans en fonction du milieu

(Pour établir ce tableau, les peuplements de Pin pignon de moins de 15 ans n'ont pas été pris en compte).

Mode d'emploi :

Déterminer le climat, la topographie et le % d'affleurement rocheux et de cailloux du site étudié. On obtient ainsi la hauteur à 50 ans du Pin pignon. Les critères du milieu en italique sont descriptifs. Ils complètent la caractérisation du milieu.

* Test botanique apparaissant dans la fiche pin pignon du Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français.

** L'amplitude de hauteurs indiquées correspond au minimum et au maximum observés. Une grosse partie des observations est groupée autour de la moyenne.



Affleurement	Hauteur moyenne à 50 ans et amplitude des hauteurs observées	Descriptif supplémentaire du milieu			Hauteur moyenne à 50 ans et amplitude des hauteurs observées**	Descriptif supplémentaire du milieu		
		Topographie les plus fréquentes	Profondeurs du test tarière les plus fréquentes	Valeur du test botanique*		Topographie les plus fréquentes	Profondeurs du test tarière les plus fréquentes	Valeur du test botanique
rocheux < 10% et cailloux < 10%	11,8 m	<i>pente < 10%</i>	<i>30 à 60 cm</i>	<i>-3/+3</i>	13 m 10-17 m	<i>pente < 15%</i>	<i>30 à 50 cm</i>	<i>-3/+4</i>
rocheux ou cailloux < 10% l'autre à 10-30%	10-15 m	<i>pente < 10%</i>	<i>20 à 30 cm</i>	<i>-2/+2</i>	9,8 m 6-13 m	<i>pente < 15%</i>	<i>15 à 30 cm</i>	<i>-4/0</i>
rocheux < 10% et cailloux < 10%	Pouvant descendre jusqu'à 8m pour les roches les plus défavorables.	<i>pente 5 à 40% bas, mi-verst replat</i>	<i>30 à 40 cm</i>	<i>-4/+2</i>		<i>pente 10-30% bas, mi-verst replat</i>	<i>25 à 50cm</i>	<i>-4/-2</i>
rocheux ou cailloux < 10% l'autre à 10-30%	9,8 m	<i>pente 5 à 30% haut et mi-verst croupe</i>	<i>15 à 30 cm</i>	<i>-5/+3</i>	<i>pente 10-30% mi-bas versant</i>	<i>10 à 25cm</i>	<i>-5/0</i>	
rocheux et cailloux à 10-30% ou l'un < 10% l'autre à 30-60%	7-13 m	<i>pente 10 à 40% haut et mi-verst croupe</i>	<i>15 à 30 cm</i>	<i>-3/+3</i>	6,5 m 4-9 m	<i>pente 10-30% mi-haut verst croupe</i>	<i>10 à 20cm</i>	<i>-5/-1</i>
autres cas jusqu'à 60 à 100% de cailloux et de rochers en affleurement.	6,5 m	<i>Quelques relevés seulement</i>				<i>pente 10-30% mi-haut verst sommets, croupe</i>	<i>10 à 20cm</i>	<i>-8/-1</i>

Légende : AR = Affleurement Rocheux et Ac = Affleurement de cailloux

TOPOGRAPHIE

Plat,
dépression

Autres

Par regroupement des cas proches, on peut distinguer de façon statistiquement significative 4 niveaux de fertilité illustrés par leur hauteur moyenne et la fourchette des hauteurs rencontrées (Cf. tableau ci-joint et annexe 2).

Ainsi, cette nouvelle présentation propose des fourchettes plus larges de hauteur atteinte en fonction du milieu mais sans doute plus sûres et plus en rapport avec le niveau de précision qu'on peut réellement obtenir à partir des données initiales. Ce niveau de précision devrait suffire pour décider si on reboise ou non avec cette essence, en fonction de l'objectif souhaité.

En utilisant à nouveau les relevés supplémentaires réalisés en 1990 pour vérifier la valeur prédictive de ce nouveau tableau, on obtient moins de 10 % des relevés en dehors des fourchettes de hauteur prévues dont 1 seul relevé à plus d'un mètre de la prédiction.

Commentaire du tableau

L'entrée dans un des cas du tableau est obtenue par le choix des 4 critères précédemment cités. D'autres facteurs du milieu, les plus souvent rencontrés pour chacun de ces cas viennent compléter ce tableau mais n'ont qu'un caractère illustratif.

Dans tous les cas, on rencontre des roches très diverses, aussi bien calcaires qu'acides et des réactions de la terre fine à l'acide de nulle à très forte.

Dans certains cas où il existe de très nombreux relevés, en particulier le cas "climat : type 1 ; topographie : autres ; affleurement rocheux et affleurement de cailloux < 10 %", on peut distinguer nettement les roches les plus défavorables (grès permien, rhyolite, marne) correspondant aux relevés montrant les plus mauvaises fertilités du cas. Mais l'échantillonnage ne permet pas de le mettre en évidence de façon sûre pour tous les cas.

On remarquera :

- que les meilleures fertilités apparaissent dans les climats du type 2 (les plus chauds et secs) pour les conditions topographiques et de sol les plus favorables. Par contre, dès que ces conditions sont un peu moins bonnes, la fertilité chute nettement. La large amplitude du cas "climat : type 2 ; topographie : plat, dépression ; affleurement rocheux et de cailloux < 10 %" montre bien que les quelques critères pris en compte ne suffisent pas à rendre compte de la finesse des compensations sol-climat qui permettent à certains peuplements d'atteindre des hauteurs records.
- que les climats de type 1 ne permettent pas d'atteindre les meilleures fertilités mais sont globalement plus favorables et dans une plus large gamme de conditions topographiques et de sol.



Ce tableau exclut les sables littoraux qui présentent la particularité d'avoir une nappe plus ou moins profonde. Pour ceux-ci, le nombre de mois secs et la hauteur de la nappe semble être de bons critères de distinction des fertilités (ZANNINI, 1991). Trois cas peuvent être individualisés :

- | | |
|--|--------------|
| Sable avec nappe à moins de 2 m | -> 17 - 20 m |
| -> ou Sable avec nappe à plus de 2 m et moins de 3 mois secs | -> 17 - 20 m |
| -> Sable avec nappe à plus de 2 m et 3 mois secs | -> 11 - 17 m |
| -> Sable avec nappe à plus de 2 m et 4 mois secs | -> 9 - 10 m |



Conclusion

Quelques critères simples semblent particulièrement pertinents pour évaluer la croissance en hauteur du Pin pignon.

Ils apparaissent dans la clé Pin pignon dont on a vu les conditions de validité.

Ils peuvent être repris sous une autre forme plus simple qui permet de mieux la comprendre et de mettre en évidence des compensations entre facteurs du milieu.

A la lumière de ces différentes approches on peut tenter une description du "caractère" du Pin pignon :

- aime la chaleur,
- mais est sensible comme toutes les essences au bilan hydrique,
- a une préférence nette pour les situations plates,
- redoute cailloux et rochers (difficulté de prospection racinaire),
- est insensible au caractère calcaire ou acide des roches,
- préfère les substrats meubles aux roches compactes.

Pin Pignon en petite Camargue



Photo : C. NOUALS

Pin Pignon sur sable



Photo : J. LAURENT



BIBLIOGRAPHIE

BOUVET J.Y. (1983) - Le Cyprés vert en zone méditerranéenne française : étude écologique et perspectives d'utilisation - Mémoire de 3ème année ENITEF - CEMAGREF.

CABANETTES A. (1979) - Croissance, biomasse et productivité de *Pinus pinea* L. en petite Camargue (thèse) - Université des Sciences et techniques du Languedoc, 175 p.

CEMAGREF - Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français - chapitre Essences Forestières et chapitre Stations Forestières.

COUHERT B. (à paraître) - Sylviculture et croissance du Pin d'Alep - ONF.

DJAZIRI A. (1971) - Etude stationnelle du Pin pignon en Italie - Bulletin d'information de l'Institut National de Recherche Forestière (Tunisie), vol. 18, pp. 37-42.

GIORDANO E. (1967) - Qualche osservazione sull'ecologia del *Pinus pinea* L. - Ente nazionale per la cellulosa e per la carta, Centro di sperimentazione agricole e forestale, vol. IX, fasc. 2.

GODIN P. (1975) - Le Pin pignon sur différents sols du Languedoc - INAPG - CEPE Montpellier.

IBRAHIM, RAPP, BERGER, LOSSAINT (1980) - Evaluation de la transpiration d'un peuplement de *Pinus pinea* L. en condition naturelle.

LABADIE J. (1983) - Etude des exigences écologiques du Pin pignon en région méditerranéenne française - Mémoire de 3ème année ENITEF - CEMAGREF.

LOISEL (1967) - Contribution à l'étude biologique des Pins de basse Provence - germination du Pin pignon au niveau de certaines associations végétales - Bulletin de la Société Botanique Française, fasc. 114, pp. 163-174.

NOUALS D., BOISSEAU B. (1991) - Le Pin brutia en France continentale - CEMAGREF, 86 p.

POUPON H. (1970) - Etude de la croissance en hauteur et en circonférence de quelques espèces de pins et d'eucalyptus dans l'arboretum de Zerniza - Annales de l'institut national de recherches forestières de Tunisie, vol. 4, Fasc. 5.

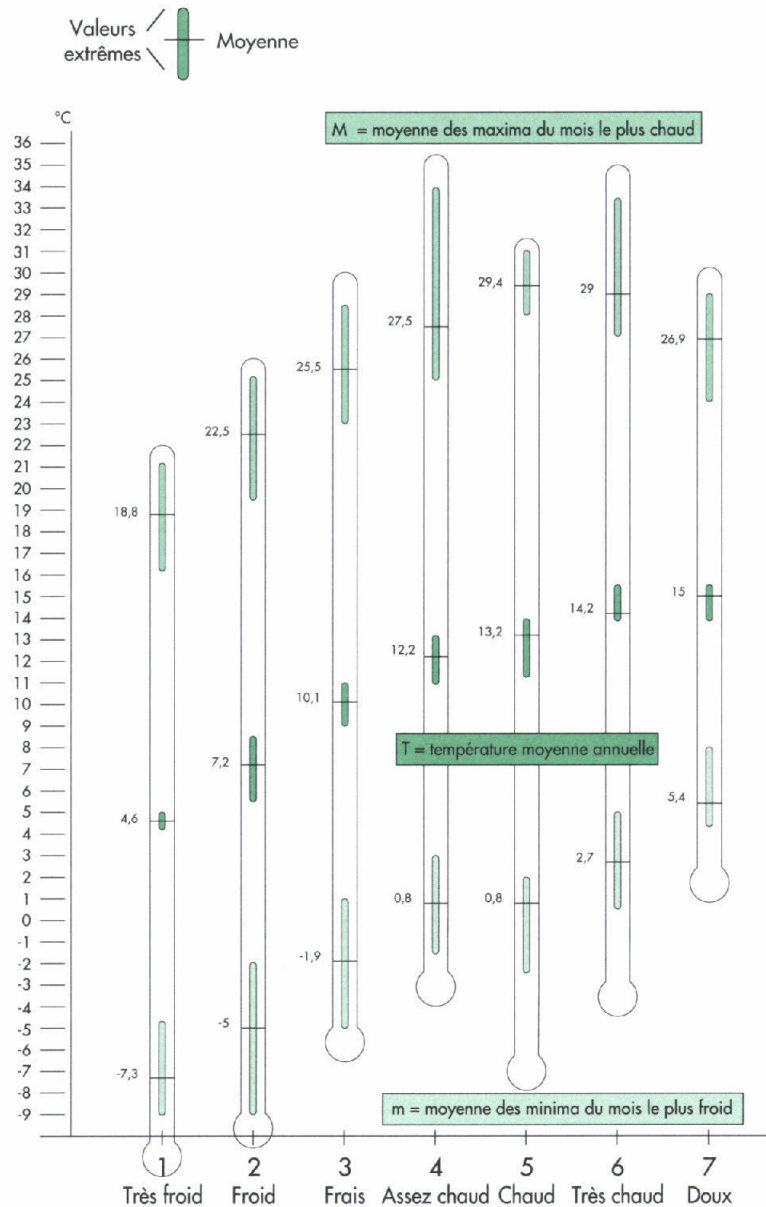
RIPERT C., NOUALS D. (1988) - Proposition de découpage interrégional en secteurs écologiques homogènes dans la zone méditerranéenne Française, 44 p. + carte.

ZANNINI C. (1991) - Vérification et amélioration de la clé autécologique du Pin pignon - Rapport de stage ENITEF, BTS - CEMAGREF/ENITEF.



Caractérisation des types climatiques du CEMAGREF

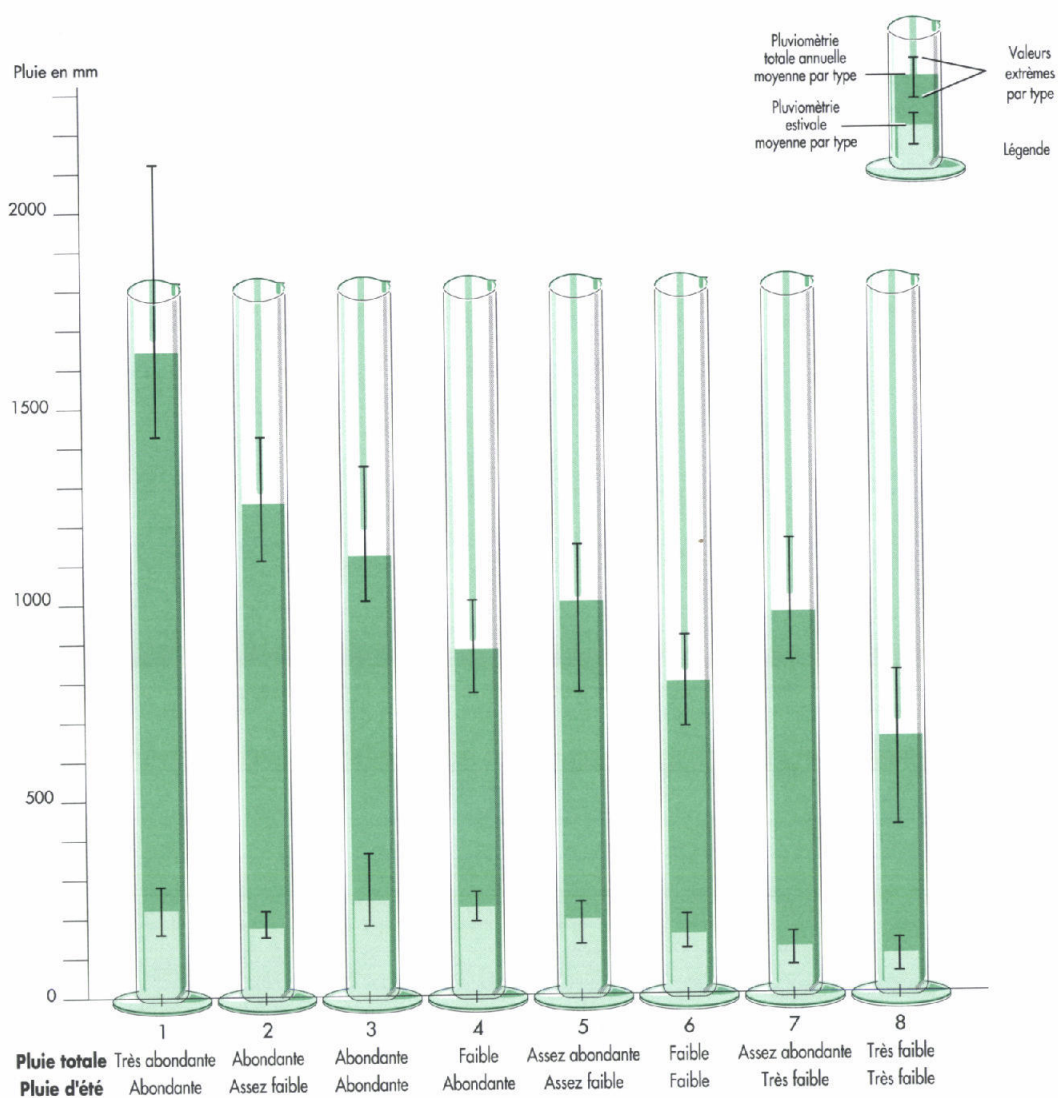
TYPES THERMIQUES



Température

- le type 7 des températures est maritime (chaud, amplitude minima-maxima plus faible que pour les autres types).
- les types 6 et 5 sont après le type 7 les deux types les plus chauds, le 5 étant plus frais que le 6.

TYPES PLUVIOMETRIQUES



Pluie

- le type de pluie 8 est le plus sec avec un creux estival très marqué (basse Provence et bas Languedoc),
- le type de pluie 7 correspond à une pluie totale assez élevée mais une lame d'eau estivale très basse (est varois et piémonts du Massif Central),
- le type de pluie 6 a une pluie totale plus élevée que le type 8 et un creux estival moins fort (arrière pays méditerranéen de basse altitude).

On trouvera une caractérisation plus complète de ces types dans le Guide Technique du Forestier Méditerranéen (chapitre stations forestières).



Analyse statistique sur le tableau :

Détermination de la hauteur du Pin pignon à 50 ans en fonction du milieu

Afin d'avoir un nombre suffisant de relevés pour réaliser une analyse statistique, les différents cas du tableau ont été rassemblés en 4 groupes comme suit :

	Climat	Topographie	Affleurement rocheux et de cailloux
Groupe 1 : (1 cas)	Type 2	Plat	rocheux < 10% et cailloux < 10%
Groupe 2 : (3 cas)	Type 1	Plat, dépression	rocheux < 10% et cailloux < 10%
	Type 1	Plat, dépression	rocheux ou cailloux < 10% l'autre à 10 - 30%
	Type 1	Autres	rocheux < 10% et cailloux < 10%
Groupe 3 : (5 cas)	Type 1	Autres	rocheux ou cailloux < 10% l'autre à 10 - 30 %
	Type 1	Autres	rocheux ou cailloux à 10 - 30% ou l'un < 10%, l'autre à 30 - 60%
	Type 2	Plat, dépression	rocheux ou cailloux < 10% l'autre à 10 - 30%
	Type 2	Autres	rocheux < 10% et cailloux < 10%
	Type 2	Autres	rocheux ou cailloux < 10% l'autre à 10 - 30%
Groupe 4 : (3 cas)	Type 1	Autres	Autres cas
	Type 2	Autres	rocheux et cailloux à 10 - 30% ou l'un < 10%, l'autre à 30 - 60%
	Type 2	Autres	Autres cas

Analyse de variance sur les 4 groupes de relevés

Variable : Hauteur à 50 ans

- Test de Fischer : $F = 57$ $P = 0,0001$
- Test de Duncan : chaque groupe est significativement différent des 3 autres.

Groupes	Nombre de relevés	Moyenne (m)	Ecart-type (m)	Test de Duncan
1	17	13	2,7	A
2	48	11,8	1,7	B
3	51	9,8	1,9	C
4	25	6,5	1,4	D



Photo : J.M. MOUREY

Les travaux de recherche et développement conduits par la division forêt méditerranéenne du CEMAGREF d'Aix-en-provence sont réalisés avec le concours financier :

- de la Communauté Economique Européenne,
- du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt
- du Ministère de la Recherche
- des Régions Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Languedoc-Rousillon.

Cette publication a bénéficié du concours financier :

du **ministère de l'agriculture** et de la **pêche**

par la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de Provence Alpes Côte d'Azur
par la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de Languedoc Roussillon



GROUPEMENT D'AIX-EN-PROVENCE
B.P. 31 Le Tholonet
13612 Aix-en-Provence Cedex 1
Tél. : 42 66 93 10 - Téléc : 401 910 F
Télécopie : 42 66 88 65