

Relations sol-productivité chez la variété *maghrebiana* du pin maritime (*Pinus pinaster* Sol.)

Cas des reboisements du Rif oriental et du Moyen-Atlas oriental Province de Taza - Maroc

par Bakhiyi BELGHAZI et Mustapha EZZAHIRI *

Introduction

La variété *maghrebiana* du pin maritime (*Pinus pinaster* Sol.), spontanée dans les zones de bioclimat subhumide et humide frais au sens d'Emberger (1955), forme au Maroc des peuplements disloqués dans les montagnes du Rif, du Moyen et du Haut Atlas. Sa plasticité et sa résistance relative au froid lui confèrent une importante place dans les reboisements de montagne de ce pays. Néanmoins, cette variété qui représente 90 % environ des plantations résineuses du Rif et du Moyen Atlas oriental demeure encore peu étudiée.

Dans une récente étude sur l'écologie et la production de cette variété, Belghazi *et al.* (1994, 1995) ont décrit trois classes de croissance. Les caractéristiques écologiques et forestières de ces classes se résument comme suit :

- la première classe, produisant 5,340 m³/ha/an, se trouve dans des sols profonds de la suberaie humide et subhumide fraîche au sens d'Emberger (1955),
- la deuxième classe produisant

3,340 m³/ha/an correspond surtout aux milieux relativement froids,

- la troisième classe qui regroupe les stations pauvres, produit environ 1,574 m³/ha/an. Cette classe se situe dans les milieux assez secs, sur sols superficiels, calcaires et surtout marneux.

Toutefois, si l'étude en question renseigne suffisamment sur les caractéristiques phyto-écologiques et sur les potentialités ligneuses de chaque classe de croissance, l'étude édaphique n'était que très peu abordée. N'étant pas d'avis que cette variété de pin maritime soit indifférente au substrat (EMBERGER, 1939 ; BOUDY, 1950 ; Anonyme, 1978), nous nous proposons ici, pour affiner les études écologiques précédentes et pouvoir ainsi apporter une aide plus efficace au sylviculteur et au reboiseur de montagne au Maroc, de mieux cerner les relations de cette variété de pin maritime avec les caractères édaphiques et ce à partir d'analyses physico-chimiques du sol.

Dans un premier temps, ces relations sol-productivité seront examinées dans les plantations du Moyen Atlas oriental et du Rif oriental qui relèvent de la province de Taza, où la productivité de cette essence couvre une large gamme. Par ailleurs, pour mieux situer les placettes au niveau de chaque classe de croissance décrites

précédemment, il a été procédé à un inventaire de la végétation, du peuplement et du milieu.

Matériel et méthode

Méthode d'étude

Echantillonnage

L'hétérogénéité de la zone d'étude impose de fait un échantillonnage stratifié par classes de croissance préalablement définies (BELGHAZI *et al.*, 1994, 1995). Un total de 64 placettes circulaires, de 300 m² réparties selon l'allocation proportionnelle entre strates et de façon aléatoire dans chaque strate, a été inventorié, soit 13 placettes dans la première classe de croissance, 14 dans la deuxième et 37 dans la troisième.

Collecte de l'information

Il a été procédé aux mesures et prélèvements suivants :

- mesures au mètre à ruban des circonférences à 1,30 m au-dessus du sol de tous les arbres sur pied de la placette, la circonférence de précomptage étant de 10 cm,

* Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, BP 511, 11000 SALE (Maroc)

- mesures à l'aide d'une perche télescopique graduée en cm, de la hauteur totale des trois plus gros arbres de la placette. Ces mesures ont permis d'évaluer la production totale sur pied, moyennant un tarif de cubage déjà élaboré (BELGHAZI, 1990), et d'estimer la hauteur dominante, élément clé pour le regroupement des placettes selon leurs classes de croissance étant donné que cette hauteur dominante à 20 ans a été retenue comme indice de site. La hauteur dominante est considérée ici comme étant la hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare ;

- le relevé de la végétation et du milieu, où ont été observés les descripteurs topoclimatiques (altitude, exposition et pente), l'inventaire de toutes les espèces présentes notées selon la flore de Jahandiez & Maire (1931, 1932, 1934). Il y a eu par ailleurs, dans chacun des relevés, prélèvement d'un échantillon composite dans les horizons de surface de 0 à 50 cm de profondeur (TURVEY & RUDRA, 1986) ; ces échantillons, enfermés dans des sachets de polyéthylène, ont été aussitôt analysés au laboratoire du Centre National de Recherche Forestière à Rabat. Les analyses de sol portent sur la détermination de l'azote total (N), du calcaire actif (CaCO_3), du phosphore assimilable (P), de la matière organique (MO), du rapport C/N, des bases échangeables (Na, Ca, Mg, K) et du pH du sol. En outre, ont été décrits en détail, deux profils pédologiques type par classe de croissance, soit six au total.

Méthode d'analyse

Pour décrire et comparer les relations entre la productivité forestière, d'une part, et les caractéristiques physico-chimiques du sol et la végétation, d'autre part, deux approches classiques d'analyse de la végétation et du milieu, convenant parfaitement pour atteindre nos objectifs, ont été adoptées :

- l'approche analytique basée sur l'étude des profils écologiques, des profils indicés et sur le calcul de l'information mutuelle entre une espèce et un descripteur (GOUNOT, 1969 ; GAUTHIER *et al.*, 1977 ; DAGET & GODRON, 1982). Le mérite de cette méthode est son pouvoir discriminant de l'activité des descripteurs ainsi que

la mise en évidence de groupes d'espèces indicatrices⁽¹⁾ ;

- l'approche globale : les descripteurs retenus (indice de site et éléments chimiques du sol) étant tous quantitatifs, c'est l'analyse en composantes principales (ACP) qui a été retenue (logiciel STAT-ITCF, version 5 ; LEBART & FÉNELON, 1971 ; DAGNÉLIE, 1977). Cette ACP devrait permettre de préciser d'une manière globale les caractéristiques du sol fortement liées à chaque classe de croissance.

Résultats et discussion

L'analyse des données par la méthode analytique montre que :

- d'une part, les descripteurs topoclimatiques (altitude, exposition) et le pH du sol sont bien échantillonnés et efficaces et que, d'autre part, l'indice de site (S), l'azote du sol et la matière organique sont efficaces, mais relativement mal échantillonnés (Cf. Fig. 1). Quant à la pente du terrain, et aux bases échangeables, ces descripteurs apportent relativement peu d'information.

- des groupes d'espèces indicatrices, au sens de Daget & Godron (1982), peuvent être mis en évidence par une analyse conjointe des profils des fréquences corrigées et des profils indicés (les espèces sont alors réunies

selon leurs affinités communes pour un, ou plusieurs, état(s) de variable.

L'interprétation des résultats des profils écologiques, en ne considérant que les descripteurs actifs, à savoir l'indice de site, l'altitude, le pH du sol, le taux de matière organique, l'azote total et le phosphore assimilable, permet de distinguer deux groupes d'espèces indicatrices :

- Un groupe d'espèces indicatrices de milieu fertile qui correspond plus particulièrement au massif du Tazekka avec *Quercus suber*, *Cytisus triflorus*, *Arisarum vulgare*, *Urginea maritima*, *Pteridium aquilinum*, *Olea europea*, *Bryonia dioica*, *Geum sylvaticum*, *Rubus ulmifolius* et *Satureja granatensis*. Ce groupe d'espèces caractéristiques de la classe de croissance la plus forte se situe dans des sols riches en matière organique (taux > 3,33 %), en azote total (taux > 1,84 %), en phosphore assimilable (taux compris entre 4,5 et 6,5 mg/100 g de terre), et où le pH est compris entre 5 et 5,5.

- Un groupe d'espèces de milieu médiocre concerne en particulier, les reboisements du Rif oriental (Tizi Ouzli, Tizi Moudrine, Aknoul, Boured, Taïneite, Oued Marticha) avec *Quercus rotundifolia*, *Cistus albidus*, *Cistus ladaniferus*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Ulex boivini* et *Cistus laurifolius*. Ce groupe indicateur de la classe de croissance la plus faible trouve son optimum dans des sols alcalins (pH > 7,5), pauvres en matière organique (taux compris entre 0,34 et 0,84 %), et en phosphore assimilable (taux compris entre 0,5 et 2,5 mg/100 g de terre). En effet, dans ce groupe, le chêne vert (*Quercus rotundifolia*) considéré comme espèce plastique (QUÉZEL, communication verbale), occupe souvent des milieux difficiles. Dans les bonnes stations, celui-ci est remplacé, selon la nature physico-chimique du sol par du chêne-liège (*Quercus suber*) ou du chêne zéen (*Quercus canariensis*).

En définitive, si la deuxième classe de croissance est, sur le plan floristique, à cheval sur les deux autres classes, sur le plan édaphique, elle semble néanmoins être plus représentée dans des sols légèrement acides ($6,0 < \text{pH} < 6,5$), assez pauvres en matière organique et en azote total, avec des teneurs respectives variant de 2,33 à 3,33 % et de 0,84 à 1,34 %.

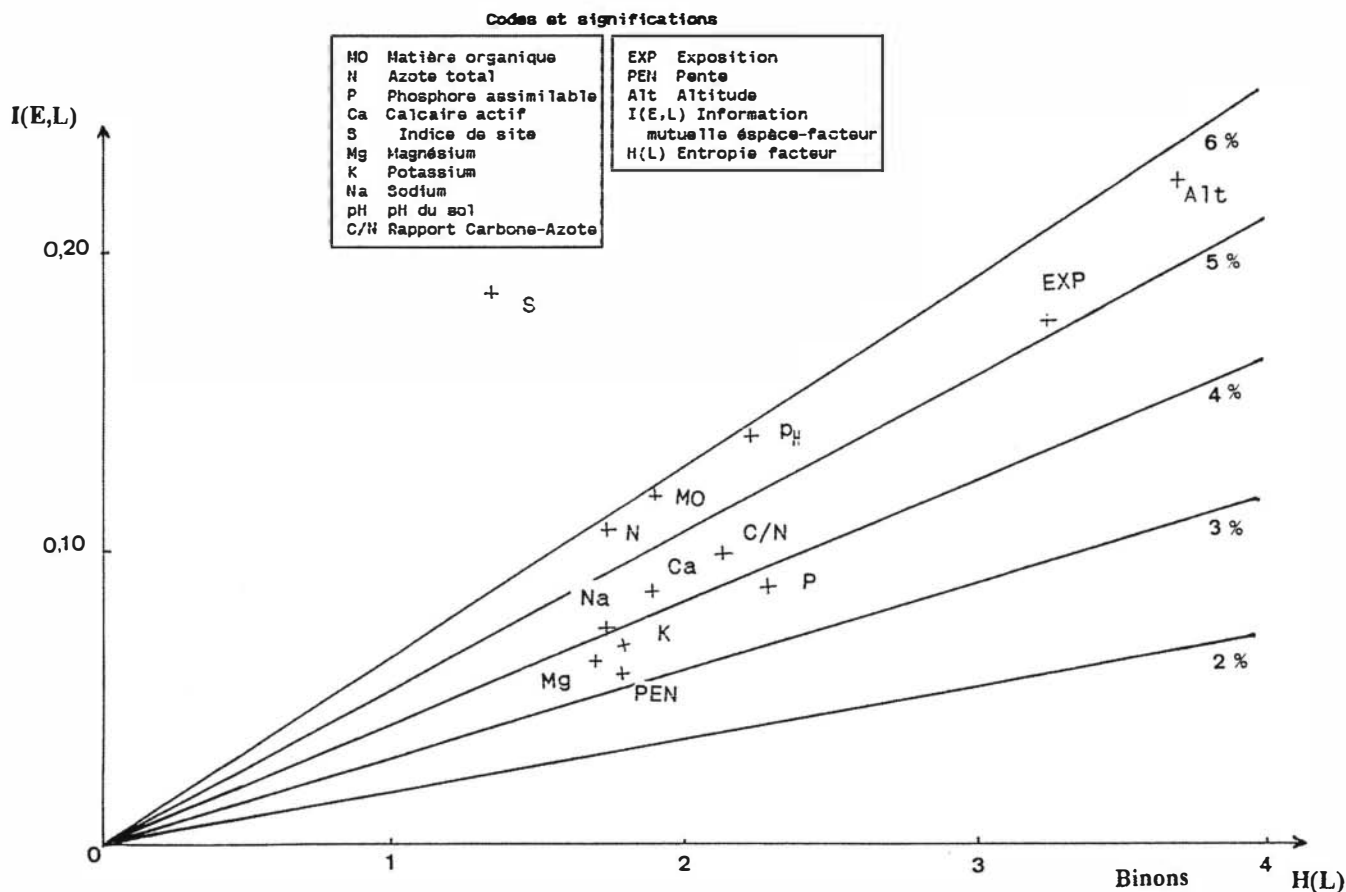


Fig. 1 : Relation entre échantillonnage et qualité des descripteurs.

Par l'analyse en composantes principales (ACP), il a été tenté d'étudier plus globalement les rapports entre l'indice de site (S) et les caractéristiques physico-chimiques du sol. Dans ce cas, cette analyse porte sur une matrice de 64 lignes (relevés) et 10 colonnes (descripteurs édaphiques et indice de site) dont la nature et les caractéristiques statistiques figurent au Tableau I (sans le CaCO_3 pour lequel les analyses sont incomplètes).

L'examen de la matrice de corrélations (Cf. Tab. II) fait apparaître :

- une forte corrélation négative entre l'indice de site et le pH du sol,
- une corrélation positive entre l'indice de site et le taux de matière organique (MO), l'azote total (N), le rapport C/N et le sodium,
- une faible corrélation de l'indice de site avec le phosphore assimilable (P), le potassium (K) et les bases échangeables (Na, Ca et Mg), étant entendu que toutes ces corrélations sont significatives ($p < 0,05$) sauf pour le potassium.

Descripteur	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
S indice de site (m)	6,454	2,984	1,81	11,90
pH	6,592	0,917	5,10	8,40
MO (%)	2,704	2,287	0,33	10,68
N (‰)	0,125	0,076	0,03	0,46
P (mg/100)	5,275	3,220	0,63	16,25
Ca (mg/100)	10,203	3,525	3,50	20,50
Mg (mg/100)	2,403	1,472	0,17	7,01
K (mg/100)	0,702	2,316	0,06	1,03
Na (mg/100)	0,308	0,197	0,17	0,91
C/N	11,792	5,136	2,96	32,68

Tab. I : Nature et valeurs statistiques des descripteurs (signification des abréviations dans le texte)

Il ressort de ces résultats que la variété *maghrebiana* du pin maritime montre des affinités étroites avec la composition chimique du sol, contrairement à ce qui avait été parfois suggéré pour cette variété (EMBERGER, 1939 ; BOUDY, 1950 ; Anonyme, 1978).

Quant à l'ACP elle-même (Cf. Tab. III), l'inertie cumulée expliquée par les trois premiers axes est d'environ 65 %, la contribution du quatrième axe étant tellement faible que son interprétation paraît inutile. Pour comprendre la signification de chacun des trois premiers axes principaux, il est nécessaire

	S	pH	MO	N	P	Ca	Mg	K	Na	C/N
S indice de site (m)	1,000									
pH	- 0,757	1,000								
MO (%)	0,580	- 0,437	1,000							
N (0/00)	0,503	- 0,343	0,853	1,000						
P (mg/100)	0,327	- 0,387	0,247	0,163	1,000					
Ca (mg/100)	- 0,301	0,474	- 0,092	- 0,032	0,118	1,000				
Mg (mg/100)	0,228	- 0,264	0,190	0,171	0,208	0,045	1,000			
K (mg/100)	- 0,127	0,171	- 0,063	0,102	- 0,100	0,083	- 0,155	1,000		
Na (mg/100)	0,439	- 0,350	0,570	0,653	0,054	- 0,188	0,006	- 0,044	1,000	
C/N	0,401	- 0,357	0,677	0,237	0,251	- 0,170	0,006	- 0,185	0,180	1,000

Tab. II : Matrice des coefficients de corrélation entre les descripteurs.

d'étudier leurs corrélations avec les différents descripteurs. Pour cela la représentation des descripteurs pour chaque composante est inscrite dans un cercle de rayon égal à l'unité (en fait représenté ici par une ellipse, choix du logiciel retenu). A partir de là nous suggérons l'interprétation suivante des 3 composantes C1, C2 et C3 (Cf. Fig. 2) :

- la première composante (C1), fortement corrélée au pH du sol d'une part, et d'autre part à l'indice de site S et aux éléments chimiques du sol MO, N, Na et C/N, oppose nettement les deux groupes d'espèces indicatrices. Cette composante qui explique 38 % environ de la variation totale, peut être interprétée à la fois comme composante de fertilité et composante de la richesse chimique du sol ;

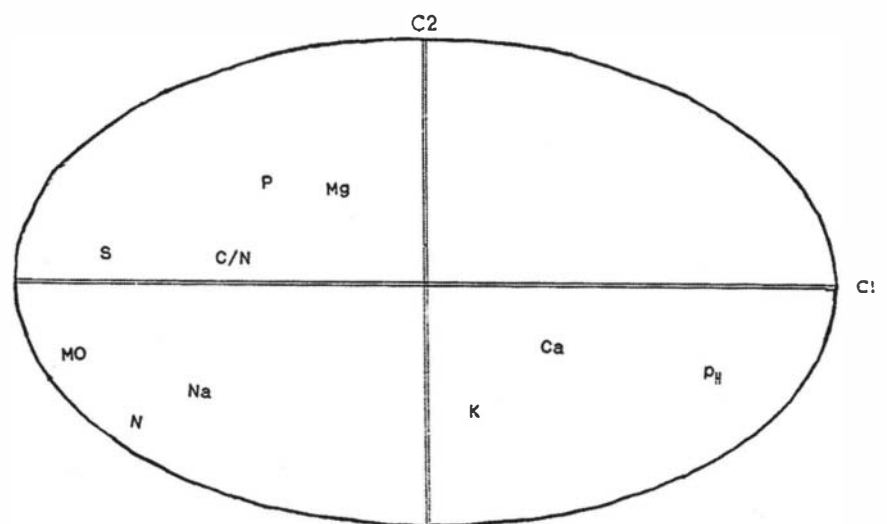
- la deuxième composante (C2) d'interprétation peu évidente, semble être liée aux bases échangeables, K, Na, Ca et Mg ;

- la composante (C3) apporte apparemment les mêmes informations que la composante (C2).

Sur le plan pédogénétique des sols, la description et l'analyse physico-chimique des six profils pédologiques type, montre que la première classe de croissance se place sur des sols profonds bruns acides, développés sur basalte ou sur sol fersialitique andique, la deuxième classe correspond à des sols brunifiés peu évolués, ou à sol brun lessivé, alors que la troisième classe, la moins productive se place sur des sols calcimagnésiques de type rendzine sur sol peu évolué d'érosion.

Axe n°	1 (C1)	2 (C2)	3 (C3)	4 (C4)
Variance	3,785	1,424	1,272	0,971
Pourcentage	37,9	14,2	12,7	9,7
Pourcentage cumulé	37,9	52,1	64,8	74,5

Tab. III : Inerties absorbées par les 4 premiers axes de l'analyse en composantes principales



GERCLE DES CORRELATIONS

Codes et significations

MO Matière organique	EXP Exposition
N Azote total	PEN Pente
P Phosphore assimilable	Alt Altitude
Ca Calcaire actif	I(E,L) Information mutuelle espèce-facteur
S Indice de site	H(L) Entropie facteur
Mg Magnésium	
K Potassium	
Na Sodium	
pH pH du sol	
C/N Rapport Carbone-Azote	

Fig. 2 : Projection des descripteurs dans les plans des composantes principales C1 et C2

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la variété *maghrebiana* du pin maritime, contrairement à ce que l'on pensait (EMBERGER, 1939 ; BOUDY, 1950 ; Anonyme, 1978), est un taxon qui présente des affinités notables avec les caractéristiques chimiques du sol. Les meilleures productions sont obtenues sur des sols acides, riches en matière organique, en azote total et en phosphore assimilable. Les faibles productions et les plantations souffreteuses, se rencontrent sur des sols pauvres, alcalins où le pH avoisine ou dépasse 7,5.

Si ce taxon supporte malgré tout les sols alcalins, il n'en est pas de même pour le *Pinus pinaster* var. *atlantica*, spontané dans le sud-ouest de la France, où ce taxon est calcifuge. Sur le plan des performances, ce taxon *atlantica* a une production nettement supérieure, car elle peut atteindre en moyenne 12 m³/ha/an dans les Landes (GELPE & LEFROU, 1986). Selon les tables de production des pinèdes landaises (DÉCOURT & LEMOINE, 1969), les accroissements moyens varient selon les classes de fertilités de 2,5 à 10,6 m³/ha/an à 24 ans correspondant à l'âge moyen des plantations étudiées. Au Maroc, sur les sables dunaires de la Mâamora, une étude récente sur le comportement et la productivité de la variété *atlantica* (HAMROUCH, 1997) montre que celle-ci produit en moyenne 5,1 à 7,2 m³/ha/an selon les stations. Mais, malgré la supériorité sur le plan de la production de la variété *atlantica*, la variété marocaine du pin maritime (*Pinus pinaster* Sol. var. *maghrebiana*), devrait, à notre avis, de par sa résistance au froid, demeurer l'essence de base pour les reboisements de montagne. Il serait maintenant certainement fructueux de réaliser dans les peuplements naturels une étude similaire à celle que nous avons réalisée dans les reboisements et ce pour encore mieux cerner les exigences de cette espèce vis-à-vis du sol.

B.B., M.E.

Références bibliographiques

- ANONYME 1978. Guide pratique du reboiseur au Maroc. Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols. Imp. Agdal-Maghreb, Rabat, 373 p.
- BELGHAZI B., 1990. Etude de l'écologie et de la productivité du pin maritime (*Pinus pinaster* Sol. var. *magh.*) en peuplements artificiels au nord du Maroc. Thèse de Doc. ès-Sci. Agro., IAV Hassan II, Rabat, 189 p.
- BELGHAZI B. & EZZAHIRI M., 1995. Caractéristiques dendrométriques et écologiques des classes de croissance du pin maritime (*Pinus pinaster* Sol. var. *magh.*) en reboisements du Rif et du Moyen Atlas oriental. Annales de la Recherche Forestière (Rabat), 28 : 17-32.
- BELGHAZI B. & ROMANE F., 1994. Productivité du pin maritime (*Pinus pinaster* Sol. var. *magh.*) en peuplements artificiels dans le nord du Maroc. Forêt Méditerranéenne, Tome XV, n°4 : 391-396.
- BOUDY P., 1950. Economie forestière nord-africaine. Tome 2 : Monographie et traitement des essences forestières, Fascicule II, Larose, Paris : 529-878.
- DAGET Ph. & GODRON M., 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson & Cie., 163 p.
- DAGNELIE P., 1977. Analyse statistique à plusieurs variables. Les presses agronomiques de Gembloux. Duculot, 362 p.
- DECOURT N. & LEMOINE B., 1969. Le pin maritime dans le sud ouest de la France. Table de production provisoire. Annales Sciences Forestières (Nancy), 26(1) : 3-44.
- EMBERGER L., 1939. Aperçu général sur la végétation au Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc au 1/1 500 000^e. (Extrait de E. Rübel & W. Lüdi, Ergebnisse der internationalen Pflanzengeographischen Exkursion durch Marokko und Westalgerien 1936. Veröff. geobot. Inst. Rübel in Zürich, 14. Heft, 1939) Mémoire hors série de la Société des Sciences Naturelles du Maroc (Editions Hans Huber, Bern) : 40-157.
- EMBERGER L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Lab. Bot., Fac. Sci. Montpellier, Sér. Bot., 7 : 3-43.
- GAUTHIER M., GODRON M. & HIERNAUX P., 1977. Un type complémentaire de profil écologique : le profil écologique "indiqué". Jour. Canad. Bot., 55(23) : 2859-2865.
- GELPE J. & LEFROU G., 1986. Essai de fertilisation minérale sur pin maritime à Mimizan (Landes). Résultats après la 26^e année. Revue Forestière Française, 38(4) : 394-400.
- GOUNOT M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson & Cie, Paris, 314 p.
- HAMROUCH M., 1997. Etude du comportement et modélisation de la production du pin maritime (*Pinus pinaster* var. *atlantica*) en peuplements artificiels dans la Mâamora. Mém. 3^e cycle, Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs (Salé), 118 p.
- JAHANDIEZ E., MAIRE R., 1931 ; 1932 ; 1934. Catalogue des plantes du Maroc (Spermaphytes et Ptéridophytes). Tomes I, II, III, Minerva, Alger.
- LEBART L. & FENELON J.P., 1971. Statistique et informatique appliqués. Dunod, Paris, 457 p.
- TURVEY N.D & RUDRA A.B, 1986. Characteristics of soil and productivity of *Pinus radiata* (D. Don) in New South Wales. I. Relative importance of soil physical and chemical parameters. Aust. J. Soil Res.: 95-102.

Résumé

La variété maghrébienne du pin maritime (*Pinus pinaster* Sol.), spontanée au Maroc, est de par sa résistance au froid considérée comme une essence de base pour les reboisements de montagne. Dans un travail précédent, l'étude de sa productivité en reboisement a permis de mettre en évidence trois classes de croissance distinctes au travers de quelques caractéristiques écologiques, caractéristiques reprises ici comme strates d'échantillonnage. Toutefois, ses affinités vis-à-vis du sol demeuraient encore mal connues. C'est afin de combler cette lacune que nous avons réalisé une analyse des relations entre la productivité de cette variété et la composition physico-chimique du sol.

Pour cela, 64 placettes circulaires de 3 ares, réparties selon l'allocation proportionnelle entre strates et de façon aléatoire dans chaque strate, ont été inventoriées. Chaque placette a fait l'objet d'inventaires du peuplement, de la végétation et du milieu. En outre, au sein de chaque placette, a été prélevé un échantillon composite du sol, sur une profondeur de 0 à 50 cm, qui a été analysé au laboratoire. De plus, deux profils pédologiques type ont été décrits en détail à l'intérieur de chaque classe de croissance.

Il a pu être ainsi montré que *Pinus pinaster* Sol. var. maghrébienne, est étroitement lié à certaines caractéristiques chimiques du sol. Les meilleures productions se trouvent sur des sols acides, riches en matière organique, en azote total et en phosphore assimilable. Les faibles productions et les plantations souffreteuses, se rencontrent sur des sols pauvres, alcalins où le pH avoisine 7,5 ou le dépasse.

Mots clé : Analyse globale ; Méthode analytique ; Moyen Atlas, Maroc ; Productivité ; Physico-chimie du sol ; *Pinus pinaster* Sol. var. maghrébienne.

Summary

The relationship between soil and cluster pine (*Pinus pinaster* Sol. var. magh) productivity. The case of reforestation in the eastern Rif and eastern Middle Atlas (Morocco)

Cluster pine (*Pinus pinaster* Sol. var. maghrébienne), a spontaneous species in Morocco, is considered as the most important species for reforesting in mountain conditions, because of its cold resistance.

In a previous work, studying the productivity of this species, showed three different classes of growth from an ecological point of view. But its relationship to soil type remained doubtful. To enhance the nature of this relationship, the objective is to analyse the links between soil physico-chemical composition and plant productivity.

In this respect, 64 circular plots of 300 m² were proportionally and randomly allocated through out the sampling strata. In each plot an inventory of the trees, the vegetation, and the environment was done. In addition, inside each plot, a random sample of composite soil was collected from 0 to 50 cm deep, and analysed in laboratory. Simultaneously two soil profile types were described in detail within each class of growth.

The results of this study show that the cluster pine behaves significantly differently as a function of the chemical characteristics of soil. The best production can be found in acid soils, rich in organic matter, with nitrogen and assimilated phosphorous. On the other hand, the lowest productions and weak plants were found on poor alkaline soils, where the pH is 7.5 or more.

Key words : Global analysis; Analytical method; Eastern Middle Atlas; Eastern Rif; Morocco; *Pinus pinaster* Sol. var. maghrébienne; Productivity; Soil physico-chemical composition.

Riassunto

Relazioni suolo-productività del pino maritimo (*Pinus pinaster* Sol. var. magh.) : caso dei rimboschimenti del Rif orientale e del Medio Atlante orientale (Provincia di Taza) Marocco

Il pino maritimo (*Pinus pinaster* Sol. var. magh.), essenza spontanea al Marocco, per riguardo alla sua resistenza relativa al freddo, è considerato come essenza di base per i rimboschimenti di montagna.

In un lavoro anteriore, lo studio della sua produttività in rimboschimenti ha messo in evidenza tre classi di crescenze distinte dalle loro caratteristiche ecologiche, considerate qui come strati di campionatura. Tuttavia, le sue affinità di fronte al suolo rimangono ancora ipotetiche. Per dominare meglio questa affinità, questo studio è stato consacrato all'analisi delle relazioni produttività - composizione chimico-fisica del suolo. Per questo 64 piazzette circolari di 3 are, ripartite secondo l'assegno proporzionale tra strati e in modo aleatorio in ogni strato, sono state inventariate.

Ogni piazzetta è stata materia d'inventario del popolamento, della vegetazione e dell'ambiente. Inoltre, in seno a ogni piazzetta, è stato prelevato un campione composito del suolo, su una profondità di 0 a 50 cm, che è stato analizzato in laboratorio. Due profili pedologici tipo sono stati descritti nei particolari all'interno di ogni classe di crescita.

Consegue di questo studio che *Pinus pinaster* Sol. var. magh. presenta affinità notevoli di fronte alle caratteristiche chimiche del suolo. Le migliori produzioni si trovano su suoli acidi, ricchi in materia organica, in azoto totale e in fosforo assimilabile. Le deboli produzioni e le piantagioni malaticcie s'incontrano su suoli poveri, alcalini di cui il pH è attiguo o supera 7,5.

Parole chiave : analisi globale, metodo analitico, Medio Atlante, produttività, chimico-fisica del suolo, Rif, Taza, *Pinus pinaster* Sol. var. magh.