

TARIFS DE CUBAGE DE PINUS PINEA L. DANS LES REBOISEMENTS DU SOUS SECTEUR LITTORAL ALGÉROIS : CAS DES STATIONS DE BAÎNEM, BOUCHAOUI ET ZÉRALDA

A. OUNNAS-GUERCHANI¹ et A. TAHAR²

1 : Institut national de la recherche forestière, INRF Bainem, BP37 Cheraga, Alger - (Algérie). ounnasassia@yahoo.fr.

2 : Laboratoire de statistique appliquée, Faculté des Sciences, Université de Annaba (Algérie). Pr_tahar_ali@hotmail.com

ملخص

لتقدير انتاج الخشب، انطلاقا من 32 مساحة صغيرة مؤقتة و الموضوعة في مناطق مشجرة بغابات باينم، بوشاوي و زرالدة قمنا بتقطيع 65 شجرة، ومن ذلك صيغنا معادلات رياضية، (تعريف حجم المكعبات)، كما قمنا كذلك بدراسات احصائية دقيقة. و قد أقمنا جداول قياس حجم المكعبات، و التي ستكون ذات أهمية للتسيير الغابي الناحية البحرية للجزائر العاصمة، و ستساهم في تحضير الأشجار المخصصة للتشجير. $V_1 = 0,69.10^{-5} \cdot C^{2,43}$ et $V^2 = 0,48. 10^{-5} \cdot C^{1,53} \cdot H^{1,68}$.

الكلمات الدالة : صنوبر، القطع المتعاقبة، تعريف حجم المكعبات، حجم.

RÉSUMÉ

L'estimation du volume des arbres sur pied a été réalisée à partir 32 placettes temporaires installées et inventoriées dans les reboisements de Bainem, Bouchaoui et Zeralda. Sur la base de 65 arbres abattus. Des modèles mathématiques ont été testés. Le choix du modèle de régression s'est fait selon certains critères qui permettent d'apprécier la validité des ajustements : le coefficient de détermination élevé, le coefficient de variation résiduel, l'écart type résiduel le coefficient de variation résiduelle et la moyenne quadratique des résidus absolus Sa et relatifs Sr. Les équations de régression multiples ont été ajustées par la méthode des moindres carrés. Deux tarifs de cubage à une et à deux entrées ont été retenus. $V_1 = 0,69.10^{-5} \cdot C^{2,43}$ et $V_2 = 0,48.10^{-5} \cdot C^{1,53} \cdot H^{1,68}$. Les deux modèles mathématiques ont fait l'objet d'une analyse détaillée afin de confirmer leur adéquation.

Des tables de cubage à une et à deux entrée ont été établies dans le sous secteur littoral algérois qui seront d'une utilité dans la gestion forestière et de prévoir le choix des essences à reboiser.

Mots clés : *Pinus pinea*, billons successifs, tarifs de cubage, volume.

INTRODUCTION

Au début du 20^{ème} siècle le pin pignon a été introduit en Algérie dans les arboreta, par la suite d'autres plantations ont suivis mais elles restent confinées à des stations très réduites.

L'introduction de ces espèces forestières et leur utilisation dans les reboisements reste toujours possible mais leurs exi-

gences écologiques et leur adaptation permettent de recueillir de précieuses informations. Il s'agit d'acquérir des connaissances de base sur le fonctionnement de ces formations pour offrir au gestionnaire la possibilité de choix raisonnés. L'estimation forestière est l'un des problèmes les plus importants qui se posent au gestionnaire, l'inventaire forestier ne suffit pas : il faut encore pouvoir passer

5

Les données sont issues de placettes temporaires, la circonférence à 1,30 m et la hauteur totale constituent les entrées des différents tarifs et sont souvent recommandées par plusieurs auteurs (Rondeux, 1977 ; Bouchon, 1982 ; Dagnélie *et al.*, 1985 ; Chevrou, 1988a ; Courbet, 1991 et Rondeux, 1993).

Des mesures dendrométriques ont été effectuées :

- la hauteur totale,
- l'épaisseur de l'écorce.

- hauteur totale du niveau du sol jusqu'au bourgeon terminal,
- la hauteur du bois fort de la tige, jusqu'à 22 cm de circonférence
- les circonférences de la souche à 0,50 m puis de 2 m en 2 m (Dagnélie *et al.*, 1985).
- L'âge des arbres.



Tableau I : Statistiques descriptives des paramètres dendrométriques mesurées.

Paramètres dendrométriques	Paramètres statistiques					
	Minimum	Maximum	Moyenne	Aplatissement	dissymétrie	Ecart-type
Circonférence à 1,30m	24	179	71,99	2,20>0	0,68>0	16,54
Hauteur totale(m)	7	19	12,21	1,19>0	0,17>0	1,50
Epaisseur d'écorce (cm)	0,90	3,10	2,03	-0,32	-0,18	2,26
Age (ans)	32	91	53,77	-1,51	0,54	20,78

Beaucoup d'études concernent la représentation mathématique des distributions du nombre de tiges par catégories de grosseurs en peuplement équiennne et tendent à montrer que la circonférence moyenne est le paramètre le plus important à estimer car il explique souvent très bien d'autres paramètres traduisant la dissymétrie des distributions (Husch *et al.*, 1982). En effet la forme de ces distributions est évidemment largement tributaire de la sylviculture pratiquée.

Le calcul des paramètres statistiques indiqués ci-dessus (tableau I) montre que les peuplements étudiés sont normaux et présentent une légère dissymétrie à droite (valeurs supérieures à zéro) et un aplatissement normal (valeurs également supérieures à zéro) (Dagnélie, 1992). Il est apparu également que l'écart-type des grosseurs augmente avec l'âge des peuplements, alors que la dissymétrie des distributions diminue avec l'âge.

Nous pouvons donc dire que la distribution du nombre de tiges en fonction de la circonférence se rapproche de la forme normale, prouvant ainsi l'aspect équiennne des peuplements inventoriés. L'asymétrie s'explique par l'absence des travaux sylvicoles.

Le cubage des arbres s'est réalisé par la méthode des billons successifs de deux mètres de longueur jusqu'à une certaine limite (bois fort, 22 cm de circonférence, en utilisant la formule de Newton).

$$V = \frac{h}{6} (S_0 + S_1 + 4S)$$

Avec :

S_0 : section de base

S_1 : section extrême

S : section médiane

h : distance entre S_0 et S_1

V : volume.

A partir des mesures récoltées sur terrain, le volume de la souche, dont la hauteur est considérée comme constante et égale à 30 cm, a été exclue du volume du bois fort de la tige.

De nombreux modèles mathématiques pour l'établissement des tarifs de cubage son présentés dans des ouvrages tels que ceux de Bruce (1950), Spurr (1952), Pardé et Bouchon (1961, 1988), Bouchon (1968, 1973, 1974), Assmann (1970) Loetsh *et al.*, (1973) ; Avery, (1975) ; Palm, (1981a) ; Duplat et Perotte (1981) Dagnélie *et al.*, (1985) et Rondeux, (1993). Plutôt que de fournir une liste

exhaustive d'équations identifiées dans la littérature, nous nous limiterons à quelques modèles parmi les plus utilisés (Tableaux II et III).

Le choix du modèle de régression le plus approprié s'est fait selon certains critères (Rondeux 1993). Ces critères étudiés permettent d'apprécier la validité des ajustements, à savoir, le coefficient de détermination élevé, les paramètres basés sur la valeur des résidus, le coefficient de variation résiduel, la valeur de Fobservé, l'écart type résiduel et le coefficient de variation résiduelle. Les équations de régression multiples ont été ajustées par la méthode des moindres carrés.

Pour la moyenne quadratique des résidus absolus Sa et relatifs Sr, nous avons calculé pour chaque ajustement, les expressions suivantes (Palm, 1981b) :

$$Sa = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Vi - Vest)^2}$$

$$Sr = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Vi - Vest}{Vest} \right)^2}$$

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats sont fournis pour l'ensemble des pinèdes étudiées (Tableaux II et III).

Tableau II : Tarifs de cubage à une entrée. Stations confondues.

Tarif de cubage	Equations	R ²	Sy.x	Sa	Sr	C.V résiduel (%)
V=a+b.C	V=0,402+9,46.10 ⁻³ .C	77,4	0,119	0,117	0,871	33,49
V=a+b.C ²	V=-0,0812+6,3.10 ⁻⁵ .C ²	80,7	0,108	0,106	0,527	30,34
V=a+b ₁ .C+b ₂ .C ²	V=0,091-4,8.10 ⁻³ .C+5,1.10 ⁻⁵ .C ²	81,2	0,1037	0,100	0,534	30,06
V=a.C ^b	V=0,69.10 ⁻⁵ .C ^{2,43}	81,9	0,1632	0,111	0,443	30,71
LogV=a+b ₁ .C	LogV=-1,82+0,0155.C	83,7	0,1547	0,124	0,385	43,47

Tableau III : Tarifs de cubage à deux entrées. Stations confondues.

Tarif de cubage	Equations	R ²	Sy.x	Sa	Sr	C.V résiduel (%)
V=a+b.C ² .H	V=-0,0122+0,4.10 ⁻⁵ .C ² ..H	86,7	0,089	0,088	0,439	25,14
V=a+b ₁ .C ² +b ₂ .C ² .H	V=0,0167-0,20.10 ⁻⁴ .C ² +0,5.10 ⁻⁵ .C ² ..H	87,1	0,089	0,087	0,333	24,98
V=a+b ₁ .C ² +b ₂ .C ² .H+b ₃ .H	V=0,001-0,14.10 ⁻⁴ .C ² +5,10 ⁻⁶ .C ² ..H	87,1	0,090	0,087	0,444	25,20
V=a.C ^{b₁} .H ^{b₂}	V=0,48.10 ⁻⁵ .C ^{1,53} .H ^{1,68}	87,6	0,136	0,120	0,453	38,24
V=a+b ₁ .C+b ₂ .C ² +b ₃ .C ³ +b ₄ .H+b ₅ .C ² .H	V=0,573-0,0235.C+31,6.10 ⁻⁵ .C ² -0,2.10 ⁻⁵ .C ³ -0,0064.H+5,10 ⁻⁵ .C ² .H	87,6	0,089	0,569	0,555	25,09

Log : désigne le logarithme décimal :

V : Volume tige totale

H : Hauteur totale

C : Circonférence à 1.30 m.

Tous les paramètres ont été comparés entre eux, sur la base de ces vérifications, l'équation puissance s'est avérée la plus appropriée. Dans l'ensemble deux types de modèles ont été retenus, selon la précision souhaitée et la rapidité d'exécution afin d'approcher le volume exact. Ces modèles ont été affectés à l'ensemble des peuplements étudiés.

Tarifs propre à l'ensemble des pinèdes :

$$V_1 = 0,69.10^{-5} \cdot C^{2,43}$$

$$V_2 = 0,48.10^{-5} \cdot C^{1,53} \cdot H^{1,68}$$

Afin de vérifier l'adéquation des modèles choisis, nous avons étudié la qualité de l'ajustement des équations de cubage à une et à deux entrées. Le calcul des paramètres statistiques résiduels de base a montré que les équations testées (tableau IV) montrent des valeurs cohérentes.

Tableau IV : Calcul des paramètres statistiques résiduels de base.

Variables	Effectifs (n)	Moyenne (m)	Ecart-type (Sx,y) (m)	X _{min} -X _{max} (m)
Volume1 observé (V ₁)	65	0,365	0,249	0,023- 0,943
Volume1 estimé	65	0,332	0,192	0,033- 0,7798
Résidus 1	65	0,032	0,142	-0,032- 0,685
Volume2 observé (V ₂)	65	0,364	0,249	0,022- 0,943
Volume2 estimé	65	0,332	0,192	0,033- 0,778
Résidus 2	65	0,032	0,128	-0,153- 0,739

La représentation graphique des résidus en fonction des volumes estimés par les équations de cubage à une et deux entrées, nous fournissent des informations

concernant l'adéquation du modèle. Les figures 2 et 3 montrent une bonne dispersion des résidus.

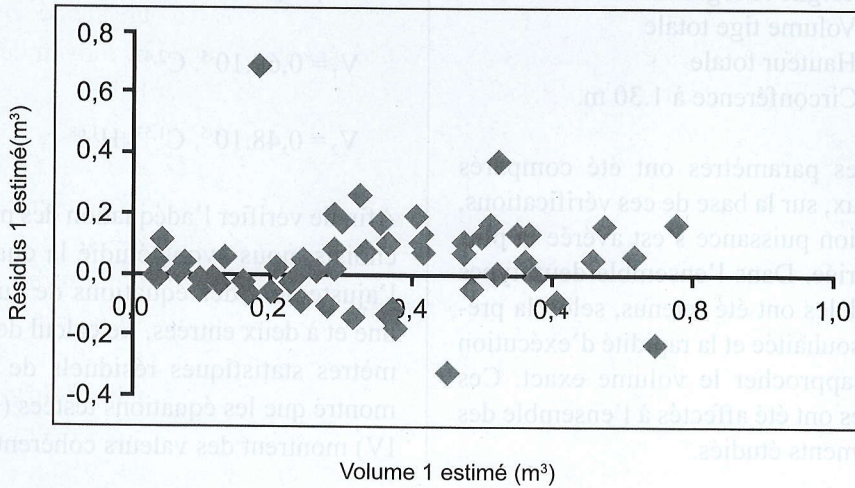


Figure 2 : Résidus en fonction du volume1 estimé par l'équation de cubage à une entrée pour l'ensemble des pinèdes.

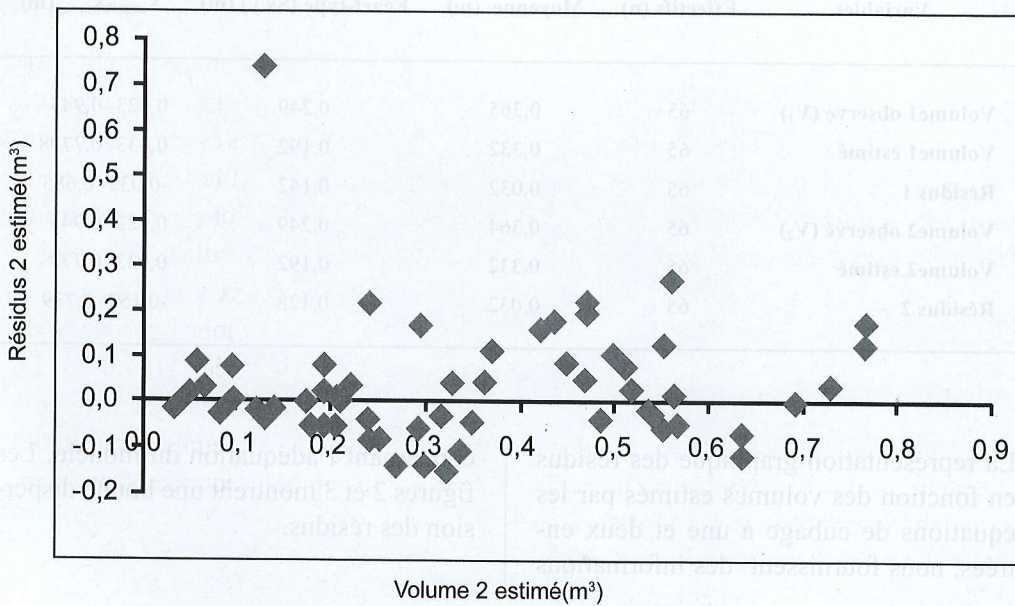


Figure 3 : Résidus en fonction du volume1 estimé par l'équation de cubage à une entrée pour l'ensemble des pinèdes.

Les résidus standardisés sont particulièrement utiles pour mettre en évidence d'éventuelles anomalies existant dans les données initiales. En particulier dans l'optique d'une distribution normale ou approximativement normale, les valeurs des résidus inférieures à -2 et supérieures à +2 doivent en effet retenir l'attention, et être éventuellement considérées comme suspectes (Dagnélie, 1992). Le calcul des résidus standardisés a permis de localiser les individus suspects (Palm et Chentouf, 1986). A cet effet pour les équations de cubage testées, un à trois individus sont localisés en dehors de l'intervalle (-2,+2).

Le test T de Student pour échantillons associés par paires a pour but de voir si la moyenne des valeurs observée est identique à la moyenne des valeurs estimées par le modèle.

L'application du test donne des valeurs respectives des équations à une et deux entrées de $T_{\text{observé}}$ de 1,83 et 2,04 auxquels correspondent des probabilités P 0,07 et 0,04. La comparaison de P avec le risque $\alpha = 0,05$ montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les volumes calculés et les volumes estimés par les équations de cubage testées.

Les nombres des résidus négatifs (29) et des résidus positifs (34) sont pratiquement égaux, témoignent que la distribution des résidus est normale et par conséquent les modèles choisis sont adéquats. A cet effet la comparaison des valeurs calculées des équations à une et deux entrées de $\mu_{\text{observé}}$ (0,49 et 0,99) avec la valeur théorique

$\mu_{1-\alpha/2}$ (1,69 et 1,96) pour $\alpha = 0,05$ montre l'infériorité de la valeur calculée ($\mu_{\text{observé}}$) d'où égalité du nombre moyen des deux signes (Dagnélie 1976).

3.1. Etablissement des tables de cubage

Les tables de cubage à une entrée et à deux entrées, exprime un volume en fonction d'une ou deux mesures soit : la circonférence à 1,30 m ou bien les circonférences toujours à 1.30 m et de leur hauteur totale individuelle. Selon Dagnélie *et al.*, (1985), il appartiendra à l'utilisateur de définir dans chaque cas le volume auquel il se réfère, pour cela les résultats fournis par les tables concernant le volume bois fort de la tige, correspondant à une découpe de 22 cm de circonférence.

La connaissance de la distribution des tiges par classes de grosseur constitue pour l'aménagiste forestier un outil très précieux qui lui facilite la prévision des différentes interventions sylvicoles ainsi que des volumes récoltés. (Sghaier et Palm, 2002) (Tableaux V et VI).

Nous avons mesuré pour l'ensemble des placettes échantillonnées 1116 tiges. Les mesures ont été regroupées par stations et pour l'ensemble des peuplements étudiés en classe de circonférence de 10 en 10 cm.

Tableau V : Table de cubage à une entrée pour le pin pignon dans le sous-secteur littoral algérois. Volume commercial tige sur écorce (en m³ à la découpe 7 cm de diamètre ou 22 cm de circonférence) en fonction de la circonférence à 1,30 m à partir des 1116 tiges, $V = 0,69 \cdot 10^{-5} \cdot C^{2,43}$.

Classe de circonférence (cm)	Centre de la classe (cm)	Volume par arbre (m ³)	Fréquence absolue	Volume total (m ³)
20-30	25	0,017	6	0,104
30-40	35	0,039	13	0,508
40-50	45	0,072	63	4,536
50-60	55	0,117	185	21,689
60-70	65	0,176	276	48,559
70-80	75	0,249	285	70,994
80-90	85	0,338	154	51,998
90-100	95	0,442	75	33,183
100-110	105	0,564	33	18,620
110-120	115	0,704	17	11,965
120-130	125	0,862	3	2,586
130-140	135	1,039	4	4,157
140-150	145	1,236	1	1,236
150-160	155	1,454	0	0,000
160-170	165	1,692	0	0,000
170-180	175	1,952	1	1,952
Total			1116	272,087

Tableau VI : Table de cubage des arbres cubés individuellement à deux entrées pour le pin pignon dans le sous-secteur littoral algérois. Volume commercial tige sur écorce (en m³ à la découpe 7 cm de diamètre ou 22cm de circonférence) en fonction de la circonférence à 1,30m et de la hauteur à partir des 65 tiges, $V = 0,48 \cdot 10^{-5} \cdot C^{1,53} \cdot H^{1,68}$.

Hauteur (m)	Circonférence (cm)	06-08	08-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	
		7	9	11	13	15	17	19	
20-30	25	0,000	4,103	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,103
30-40	35	0,000	0,000	22,946	0,000	0,000	0,000	0,000	22,946
40-50	45	0,000	0,000	44,203	0,000	0,000	0,000	0,000	44,203
50-60	55	0,093	0,427	9,370	61,499	0,336	0,000	0,000	71,631
60-70	65	0,000	0,345	3,380	42,833	1,626	0,000	0,000	48,184
70-80	75	0,000	0,204	2,004	14,400	12,530	1,189	0,717	31,045
80-90	85	0,000	0,000	1,668	2,650	12,357	0,000	0,000	16,675
90-100	95	0,000	0,000	1,150	0,508	6,456	1,593	0,960	10,667
100-110	105	0,000	0,000	0,000	0,000	1,467	0,905	0,000	2,372
110-120	115	0,000	0,000	0,000	0,000	2,475	1,018	0,000	3,493
120-130	125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,136	0,000	1,136
130-140	135	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
140-150	145	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
150-160	155	0,000	0,000	0,000	0,965	0,000	0,000	0,000	0,965
160-170	165	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
170-180	175	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total			5,389	84,720	122,855	37,247	5,842	1,677	257,730

Tableau VII : Table de cubage des arbres cubés individuellement à deux entrées pour le pin pignon dans le sous-secteur littoral algérois. Volume commercial tige sur écorce (en m³) en fonction de la circonférence à 1,30 m et de la hauteur totale à partir des 1116 tiges, $V = 0,48 \cdot C^{1,53} \cdot H^{1,68}$.

Hauteur (m)		06-08	08-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
Circonférence (cm)		7	9	11	13	15	17	19
20-30	25	0,017	0,026	0,037	0,049	0,063	0,077	0,093
30-40	35	0,029	0,044	0,062	0,082	0,105	0,129	0,156
40-50	45	0,043	0,065	0,091	0,121	0,154	0,190	0,229
50-60	55	0,058	0,089	0,124	0,164	0,209	0,258	0,311
60-70	65	0,075	0,114	0,160	0,212	0,270	0,333	0,401
70-80	75	0,093	0,142	0,199	0,264	0,336	0,414	0,499
80-90	85	0,113	0,172	0,241	0,320	0,407	0,502	0,605
90-100	95	0,134	0,204	0,286	0,379	0,482	0,595	0,717
100-110	105	0,156	0,238	0,334	0,442	0,562	0,693	0,836
110-120	115	0,179	0,274	0,383	0,508	0,646	0,797	0,960
120-130	125	0,204	0,311	0,436	0,577	0,733	0,905	1,091
130-140	135	0,229	0,350	0,490	0,649	0,825	1,018	1,227
140-150	145	0,256	0,390	0,547	0,724	0,920	1,136	1,369
150-160	155	0,283	0,432	0,605	0,801	1,019	1,258	1,516
160-170	165	0,312	0,475	0,666	0,882	1,122	1,384	1,668
170-180	175	0,341	0,520	0,729	0,965	1,227	1,514	1,826

CONCLUSION

L'étude a été abordée en exploitant les tarifs de cubage qui restent toujours des outils d'utilisation pratique par rapport au cubage des arbres sur pied.

Le choix du modèle a été fait selon un ensemble de calculs afin d'apprécier la validité des ajustements. La fonction puissance s'est avérée la plus appropriée. Deux modèles ou tarifs mathématiques ont été retenus, selon la précision souhaitée et la rapidité d'exécution. Ces tarifs ont permis d'approcher le volume du pin pignon dans la région d'étude.

Deux tables de cubage à une et à deux entrées par classe de circonférence et par classe de hauteur calculées pour l'ensemble des pinèdes ont été élaborées. Elles sont d'une grande utilité pour approcher le volume de l'essence étudiée dans le sous-secteur littoral algérois et de prévoir ainsi dans le futur le choix des essences à reboiser.

Les résultats obtenus ont permis de confirmer l'adaptabilité et les capacités productives de *Pinus pinea* dans la zone étudiée.

Summary

The estimate of the volume of the trees was carried out to leave 32 temporary squares installed and inventoried in Baïnem, Bouchaoui and Zeralda. On the basis of 65 shot down tree. Mathematical models were tested. The choice of the model of regression was done according to certain criteria which make it possible to appreciate the validity of the adjustments : the coefficient of determination, the residual coefficient of variation, the residual standard deviation, the residual coefficient of variation and the quadratic average of the absolute Sa and relative residual Sr.

The multiple regression equations were adjusted by the method of least squares. Two mathematical models cubing were retained. $V_1 = 0,69.10^{-5}.C^{2,43}$ and $V_2 = 0,48.10^{-5}.C^{1,53}.H^{1,68}$.

The two mathematical models were the subject of a detailed analysis in order to confirm their adequacy. Tables of cubage to one and two entry were drawn up under of Algiers sector littoral which will be of a utility in forest management and to lay down the choice of the species.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AVERY T.E., 1975 - Natural ressources measurement. 2nd ed. Mc Graw- Hill. New York, 339 p.
- BOUCHON J., 1974 - *Les tarifs de cubage*. E.N.G.RE.F. Nancy, 135 p.
- BOUCHON J., 1982 - Tarifs de cubage à deux entrées pour le Hêtre (*Fagus sylvatica*) en France. *Rev. For. Fr.*, Vol. XXXIV. 3, 225 - 236.
- BRUCE P., 1950 - Forest mensuration. Mc Graw - Hill. New York, 483 p.
- CHEVROU A., 1988 - Les tarifs de cubage de l'inventaire forestier national. *For. Med.* 10 1, 86-88.
- CHEVROU A., 1988B - construction et utilisation d'un tarif de cubage. *Rev. For. Fr.* 40.1, 69-86.
- COURBET F., 1991 - Tarif de cubage à deux entrées pour le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti.) en France. *Rev. For. Fr.* XLIII. 3, 215- 226.
- DAGNELIE P., PALM R., RONDEUX J., THILLA., 1985 - *Tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers*. Presses Agronomiques de Gembloux. Belgique, 148 p.
- DAGNELIE P., 1992 - Statistiques théoriques et appliquées. Tome 1. Presse Agronomiques de Gembloux, Belgique, 492 p.
- DUQUESNAY A., 1998 - Changement de la composition et de la productivité dans le quart Nord-Est de la France entre 1970- 1995. Thèse. Doct. Université Henri Poincaré. Nancy, 205 p.

LOETSCH F., ZÖHRER F. HALLER K.E., 1973 - *Forest inventory*. Vol. 2. München, BLV Verlagsgesellschaft, 469 p.

OTTORINI J.M. ET NYS C., 1981 - Application des données de l'inventaire forestier national à l'étude de la production du pin sylvestre en Margeride. A- Etude de la croissance en hauteur. *Ann. Sci. For.* 223-235.

PALM R., 1981A - Contribution méthodologique au cubage des arbres et à la construction de tables de cubage et d'assortiments. Gembloux, Faculté des sciences agronomiques, 295 p.

PALM R., CHENTOUF J., 1986 - Ajustement de faisceaux de courbes : Application au cas de hauteurs des arbres. *Notes de statistiques et d'informatique Gembloux. Faculté des Sciences Agronomiques*, 14 p.

PALM R., 1981B - Calcul et choix d'équations de cubage d'arbres. *Bull. Rech. Agro. Gembloux* 16, 351-370.

PARDE J. ET BOUCHON J., 1988 - Dendrométrie. 2^{ème} ed. Ecole Nationale des Eaux et Forêts. Nancy, 291 p.

QUEZEL P., 1985 - Les Pins du groupe «halepensis». Ecologie, végétation, écophysologie. Séminaire sur le Pin d'alep et le Pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne. C.I.H.E.A.M, 17p.

RONDEUX J., 1977 - Construction et utilisation de tarifs de cubage des peuplements pour l'épicéa (*Picea abies* KARST) en Ardenne méridionale. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*. 12, 339-348.

RONDEUX J., 1993 - La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Gembloux. Presses Agronomiques de Gembloux, 511 p.

SGHAIER T., et PALM R., 2002 - Répartition des arbres et des volumes par classes de grosseur dans les peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Tunisie. *Ann. For. Sci.* 59, 293-300

SPURR .S.H., 1952 - Forest Inventory. New York, The Ronald Press Company, 476 p.

YESSAD SA., 1988 - Contribution à l'étude écodendrométrique du *Pinus halepensis* Mill. dans le sub-humide littoral centre: Cas de la forêt de Taourira (Cherchell). Thèse. Maj. Inst. Nat. Agro. Alger, 138 p.