

CHAPITRE VI. : TARIFS DE CUBAGE

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

Un tarif de cubage doit être établi à partir d'observations sûres comprenant chacune la variable expliquée (le volume) et les variables explicatives (circonférence ou diamètre, hauteur,...).

Son domaine de validité est le domaine couvert par l'échantillon d'arbres sur lesquels on a effectué les observations .

Par opposition au tarif de cubage, le barème de cubage (chapitre IV) n'est pas déterminé sur la base d'observations directes relatives au volume, mais il s'appuie sur une relation supposée connue à priori entre volume, diamètre, hauteur,... (on se base alors sur des hypothèses concernant la forme des arbres ou leur appartenance à des types géométriques déterminés ; le cylindre par exemple).

Le principe de base d'un tarif de cubage repose sur le fait que des arbres de même essence, de même grosseur, de même hauteur et de même forme, ayant grandi dans des milieux de croissance comparables ont un volume identique ou qui oscille peu autour d'un volume moyen pouvant être exactement déterminé.

Les tarifs de cubage sont construits par la recherche de relations entre le volume de l'arbre d'une part et sa grosseur et / ou sa hauteur et / ou sa hauteur et / ou..., d'autre part.

Les tarifs de cubage sont généralement utilisés dans trois types de problèmes : l'aménagement et la gestion forestière, la commercialisation des bois et la recherche forestière (études de productivité,...). Ils peuvent être conçu en fonction des objectifs poursuivis ou de la précision souhaitée et, de manière très générale, ils se différencient les uns des autres par le nombre d'« entrées » qu'ils comportent, c'est-à-dire par les caractéristiques de l'arbre en fonction desquels ils fournissent le volume.

Dans ces conditions, on distingue plusieurs types de tarif de cubage :

- les tarifs nécessitant une seule mesure par arbre : ce sont les tarifs à une entrée. Ceux-ci expriment le volume moyen d'un arbre en fonction d'un seul critère qui est la grosseur à hauteur d'homme :

$$v = f (d_{1,3})$$

L'utilisation d'un tarif à simple entrée pour cuber exactement un peuplement est une exception (seulement en cas de grande homogénéité de la station en cause). Leur domaine d'application est d'autant plus limité que le nombre de sujets ayant servi à les construire est restreint et localisé. Les tarifs de cubage à une entrée ne conviennent généralement pas pour cuber de manière précise un peuplement. Par contre, ils permettent à l'utilisateur d'avoir rapidement une idée générale de son volume.

Parfois, on parle de « **tarif aménagement** » : il s'agit en fait d'un tarif de cubage à une entrée (diamètre à hauteur d'homme) donnant un certain volume des arbres d'une essence donnée dans une unité d'aménagement donnée (voir cours d'aménagement).

- les tarifs nécessitant une mesure par arbre et une mesure ou une observation générale relative au peuplement, telle que sa hauteur dominante ou son âge par exemple ($v = f(d, H_{dom})$). Il s'agit de tarifs à une entrée gradués en fonction d'un paramètre étranger à l'arbre.
- les tarifs nécessitant deux mesures par arbre (tarifs à deux entrées) : ils font intervenir un facteur supplémentaire tel que la hauteur totale ($v = f(d, h)$) et gagnent donc en précision. Ces tarifs sont d'usage beaucoup plus général et sont plus fiables. Toutefois, il est important de signaler que les tarifs de cubage à une ou deux entrées ne permettent jamais de cuber UN arbre avec précision.
- les tarifs nécessitant plus de deux mesures par arbres (tarifs à plus de deux entrées) : ils peuvent être envisagés pour obtenir davantage de précision ($v = f(d_{1,3}, h, d_{0,5h}, \dots)$). Sur le plan pratique, l'utilisation de ces types de tarifs est évidemment plus laborieuse.

III. CONSTRUCTION D'UN TARIF DE CUBAGE

L'établissement de tarifs de cubage s'effectue en plusieurs phases parmi lesquelles on peut distinguer :

- la récolte des données,
- la préparation des données (calcul des volumes),
- le choix et l'application de la méthode de construction proprement dite.

3.1. RECOLTE DES DONNEES DE BASE

a) Taille de l'échantillon :

Fixer l'importance de l'échantillon d'arbres abattus ou sur pied nécessaire à l'élaboration d'un tarif de cubage est un problème relativement complexe lié à l'échantillonnage, aux objectifs poursuivis et à la précision souhaitée.

Le choix de l'échantillon suppose la prise en compte de plusieurs critères tels que : le nombre de sujets à mesurer, les dimensions de ceux-ci et le choix des peuplements dans lesquels ils sont prélevés.

Par exemple, il est très important de veiller à utiliser un échantillon assurant une dispersion suffisante de la distribution des grosseurs. C'est ainsi qu'il sera souvent plus avantageux de mesurer un nombre plus élevé d'arbres appartenant aux catégories de grosseur extrêmes plutôt que d'accroître l'effectif total. En particulier, on veillera à disposer d'un nombre suffisamment important de gros bois au sein de l'échantillon eu égard à la plus grande variabilité des volumes de ceux-ci.

Autre exemple : la plupart du temps, la récolte des données se fait à partir d'arbres issus d'éclaircies ou de coupes rases, voire d'arbres abattus pour la circonstance. Dans le cas d'arbres d'éclaircies, il faut savoir que les sujets retenus ne constituent généralement pas un échantillon représentatif de la population observée (peuplement final), car ils possèdent des caractéristiques propres ayant justifié leur élimination !.

Tout ceci montre la complexité des problèmes posés par l'échantillonnage. **Quoi qu'il en soit, il faudra veiller à ce que les arbres destinés à construire un tarif de cubage soient représentatifs de l'ensemble des arbres (ou de la population) auquel ce tarif sera appliqué.**

Ainsi, dans une futaie régulière :

- si on désire un tarif qui s'applique à des peuplements en coupe finale (arrivés au terme d'exploitabilité), on prendra des arbres-échantillons surtout dans des coupes rases.
- si on désire un tarif qui s'applique à l'ensemble des arbres normalement exploités durant la vie d'un peuplement, on choisira des arbres-échantillons dans des coupes de régénération, des coupes rases et des coupes d'amélioration.

En ce qui concerne les tarifs à une entrée (qui ne prennent pas en compte la hauteur des arbres), on veillera en futaie régulière à ce qu'ils soient appliqués dans les classes d'âges pour lesquels ils ont été construits (perchis ou futaie mûre,...). Ainsi par exemple, on comprendra qu'un hêtre de 20 cm de diamètre n'aura pas le même volume dans une hêtraie de 40 ans par rapport à une hêtraie de 90 ans puisqu'il n'aura pas la même hauteur !

Quel doit être le nombre d'arbres à mesurer ? :

Si le tarif concerne une aire limitée où les conditions de croissance sont homogènes, on peut admettre un échantillon variant de 30 à 100 bois. Pour un tarif d'application plus large, devant par exemple couvrir une région où les conditions de croissance d'une essence sont hétérogènes (fertilité des diverses stations, traitement,...), il est indispensable de mesurer un plus grand nombre d'arbres.

Pour fixer les idées, on peut admettre d'après BOUCHON (1988), les chiffres suivants :

- pour un peuplement : mesurer 30 à 100 arbres selon l'hétérogénéité.
- pour une forêt (1000 ha par exemple) : 400.
- pour une région : 1000.
- pour un pays : 2000.

b) Types de données récoltées :

Les données récoltées sont fonction de la nature des tarifs de cubage à construire et des résultats recherchés, elles intéresseront la construction proprement dite du tarif ainsi que la caractérisation des milieux dont sont issus les arbres échantillons.

De façon générale, ces données (essentiellement des paramètres de peuplements) ou observations doivent être récoltées dans la perspective suivante :

- déterminer les volumes des arbres servant de base à l'élaboration du tarif,
- définir et fixer les valeurs des entrées du tarif (ex : classes de diamètres,...),
- déterminer éventuellement la valeur des paramètres de peuplement ou de station (hauteur moyenne, hauteur dominante, types de sol,...) pouvant également constituer d'autres « entrées ».

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

Parmi les mesures couramment effectuées, le plus souvent sur des arbres abattus, il faut noter :

- la grosseur à 1,3 m sur écorce,
- les grosseurs à divers niveaux de longueur de billons successifs, à mi-longueur du bois fort,...
- la hauteur totale
- l'épaisseur de l'écorce
- la largeur et la longueur du houppier,...

La figure 2 ci-dessous représente une fiche de récolte des données tirée du « Protocole national pour le cubage d'arbres-échantillons » (O.N.F, I.F.N., 1972).

CUBAGE DE TIGES - ECHANTILLONS		Fiche - arbre , n° 3
		1 3
IDENTIFICATION DU LOT :	ESSENCE CUBEE : Région - Région forestière : Organisme : Lot n° :	3 6 10 12 14
N° DE L'ARBRE DANS LE LOT :		15
DOMINANCE DE L'ARBRE SUR PIED (si 1 en col. 60 de la fiche n° 1) :		17
- Faire deux blanchis opposés avec un n° d'ordre à la craie (N° de l'arbre dans le lot). - Marquer le niveau 1,30 m		
MESURES SUR LA TIGE :		
- Circonférence à 1,30 m sur écorce :		18 cm
Nombre de cerne annuels de la souche :		21
- GRUME	(Longueur de la grume :	24 m
(du sol à la	(Circonférence au milieu sur écorce :	27 cm
découpe bûcheron)	(Circonférence au milieu sous écorce :	30 cm
	(Circonférence à la découpe bûcheron sur écorce :	33 cm
- BILLE DE PIED (Feuillus)	(Longueur de la bille ou de la tige bois fort :	36 m
ou TIGE BOIS FORT (résineux)	(Circonférence au milieu sur écorce :	39 cm
- Hauteur totale du sol au bourgeon terminal :		42 44 m
- PROFIL DE LA TIGE		Circonférence à ce niveau
Souche	Niveau : = , m	C souche = 45 cm
1/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,1 = 48 cm
2/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,2 = 51 cm
3/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,3 = 54 cm
4/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,4 = 57 cm
5/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,5 = 60 cm
6/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,6 = 63 cm
7/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,7 = 66 cm
8/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,8 = 69 cm
9/10 de la hauteur totale	= , m	C 0,9 = 72 74 cm
HOUPIER :	Volume du houppier enstéré :	75 st
	Nombre de cartes branches (si 1,3 ou 4 en col. 56 de la fiche n° 1) :	78 80

Figure 2 : fiche de récolte des données tirée du « Protocole national pour le cubage d'arbres-échantillons » (O.N.F, I.F.N., 1972)

3.2. PREPARATION DES DONNEES DE BASE

Après la phase de récolte des données sur le terrain, il sera très important d'organiser et de pré-traiter les données récoltées sur le terrain (données brutes) en vue de la phase proprement dite de construction du tarif. Dans cet esprit, l'utilisation de l'informatique s'avère particulièrement intéressante et efficace, permettant d'effectuer rapidement un nombre élevé de calculs fastidieux (...).

Les données brutes concernent par exemple les longueurs et grosseurs permettant de déterminer le volume d'un arbre-échantillon (volume déterminé par exemple en appliquant une formule de cubage par billons successifs). Les volumes calculés étant alors des « données transformées ».

Ces données transformées (ou combinées), constituent les « variables » à mettre en relation et parmi celles-ci, on distinguera les variables à expliquer ou variables dépendantes (volumes), et les variables explicatives (grosseur, hauteur,...).

3.3. CONSTRUCTION PROPREMENT DITE D'UN TARIF DE CUBAGE : CAS DES TARIFS A UNE ENTREE

La construction d'un tarif peut s'appuyer sur plusieurs types de méthodes :

- méthode directe,
- méthode graphique,
- méthode semi-graphique,
- méthode statistique.

Afin de mieux faire comprendre la technique de construction d'un tarif de cubage, nous avons repris un exemple (Rondeux J., 1993) concernant la mesure de 50 arbres abattus repérés au sein d'une futaie de hêtre d'environ 100 ha.

Le tableau 1 ci-contre rassemble les principales données de base à mettre en relation telles que diverses grosseurs et hauteurs, ainsi que les volumes du bois fort tige et du bois d'oeuvre (découpe située à l'endroit de la tige où la circonférence correspond à 50 % de la circonférence à 1,5 m) calculés à partir de billons cubés au moyen de la formule de SIMPSON (Chapitre IV).

a) Méthode directe :

Dans cette méthode, les arbres sont regroupés

- par classes de grosseur dans le cas d'un tarif à une entrée,
- par classes de grosseur et de hauteur dans le cas d'un tarif à deux entrées.

Dans le cas qui nous intéresse, c'est-à-dire le tarif de cubage à une entrée, on calcule ensuite le volume moyen correspondant à chaque classe de grosseur.

C'est ainsi que si nous reprenons les données du tableau 1 ci-dessous, on obtiendra les résultats suivants (figure 3) :

N°	c _{1,5} (cm)	c ₇ (cm)	c _{0,5h} (cm)	h (cm)	d _{ho} (cm)	v _{bft} (dm ³)	v _{bo} (dm ³)	N°	c _{1,5} (cm)	c ₇ (cm)	c _{0,5h} (cm)	h (cm)	d _{ho} (cm)	v _{bft} (dm ³)	v _{bo} (dm ³)
1	65	53	45	1.950	420	325	313	26	142	124	96	2.255	915	1.666	1.558
2	70	57	50	2.010	400	376	346	27	144	122	88	2.750	600	1.926	1.818
3	76	59	47	2.460	345	483	437	28	146	127	91	2.800	1.100	2.134	1.973
4	82	67	57	1.980	630	514	474	29	152	125	88	2.850	1.000	2.061	1.979
5	83	71	54	2.750	385	680	626	30	152	124	97	2.960	830	2.228	2.056
6	84	63	44	2.040	350	454	407	31	154	132	90	2.490	875	1.994	1.796
7	88	69	56	2.475	450	629	590	32	155	141	113	2.830	1.185	2.683	2.546
8	92	76	66	2.360	680	732	706	33	156	130	89	2.600	1.200	2.097	1.888
9	94	71	60	2.250	390	624	564	34	161	123	102	2.445	865	1.967	1.839
10	95	83	59	2.350	580	725	700	35	163	146	113	2.940	1.400	2.911	2.706
11	100	87	65	2.780	590	1.102	950	36	164	136	101	2.470	1.200	2.262	2.144
12	102	81	58	2.150	465	761	709	37	174	150	80	2.760	1.200	2.597	2.365
13	105	87	73	2.530	790	1.022	960	38	175	151	110	2.760	870	2.924	2.729
14	105	91	77	2.600	615	1.106	1.041	39	178	157	94	2.755	1.255	2.779	2.593
15	106	90	75	2.780	800	1.140	1.035	40	182	160	123	2.635	1.175	3.248	3.104
16	110	93	78	2.440	400	1.065	997	41	192	166	107	2.900	1.140	2.903	2.725
17	116	99	90	2.480	725	1.288	1.168	42	197	170	118	2.960	1.270	3.531	3.176
18	116	98	69	2.655	680	1.305	1.194	43	205	171	115	2.820	1.150	3.910	3.662
19	117	99	79	2.650	680	1.226	1.116	44	220	187	144	2.960	1.570	4.812	4.386
20	119	104	83	2.540	575	1.345	1.268	45	222	193	124	3.210	1.500	5.170	4.813
21	121	97	61	2.370	740	999	906	46	229	198	143	2.870	1.555	5.304	4.926
22	121	101	84	2.450	700	1.408	1.314	47	229	197	154	2.910	1.480	5.498	5.238
23	130	109	92	2.645	875	1.588	1.512	48	230	202	113	2.890	1.160	4.545	3.948
24	131	113	93	2.900	620	1.711	1.648	49	243	217	123	3.045	1.420	5.671	5.143
25	138	115	82	2.520	800	1.615	1.517	50	248	205	136	2.730	1.570	4.995	4.555

c_{1,5} = circonférence à 1,5 m

c₇ = circonférence à 7 m

c_{0,5 h} = circonférence à la moitié de la hauteur totale

h = hauteur totale

d_{ho} = diamètre du houppier (mesuré avant abattage)

v_{bft} = volume du bois fort de la tige

v_{bo} = volume du bois d'oeuvre défini par le volume de la tige jusqu'à la découpe fixée à 50 %.

Tableau 1 : Données dendrométriques relatives à 50 hêtres abattus (Rondeux J ., 1993)

$c_{1,5}$ (cm)	v_{bft} (dm ³)	$c_{1,5}$ (cm)	v_{bft} (dm ³)	$c_{1,5}$ (cm)	v_{bft} (dm ³)
65	325	135	1.638	195	3.217
75	430	145	1.909	205	3.910
85	569	155	2.213	215	–
95	694	165	2.380	225	5.196
105	1.026	175	2.767	235	4.545
115	1.246	185	3.248	245	5.333
125	1.204				

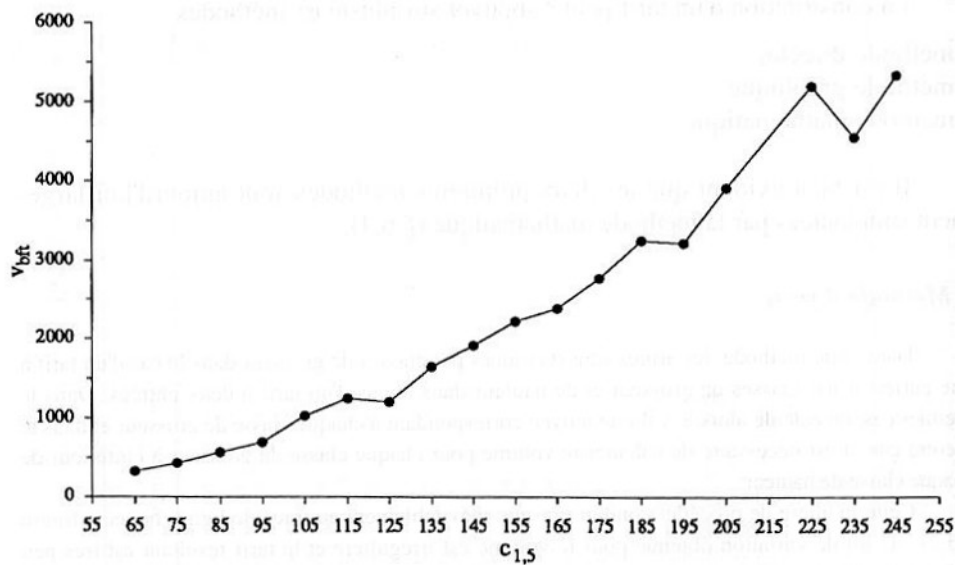


Figure 3 : Tableau donnant le volume moyen par classes de circonférence (échelonnées de 10 en 10 cm). En dessous : graphique représentant le tarif de cubage obtenu (Rondeux J., 1993).

b) Méthode graphique :

Cette méthode est surtout utilisée dans la construction de tarifs à une entrée et, comparée à la précédente, elle a l'avantage de mieux tenir compte de l'allure générale du nuage de points.

Tous les arbres de l'échantillon sont placés dans un graphique dont les axes matérialisent respectivement le volume, en ordonnée, et la grosseur à hauteur d'homme, en abscisse. On trace ensuite une courbe continue occupant une position moyenne au sein du nuage de points.

C'est ainsi que si nous revenons aux données du tableau 1 de données utilisé en exemple, nous pourrions obtenir le graphique ci-dessous (figure 4) :

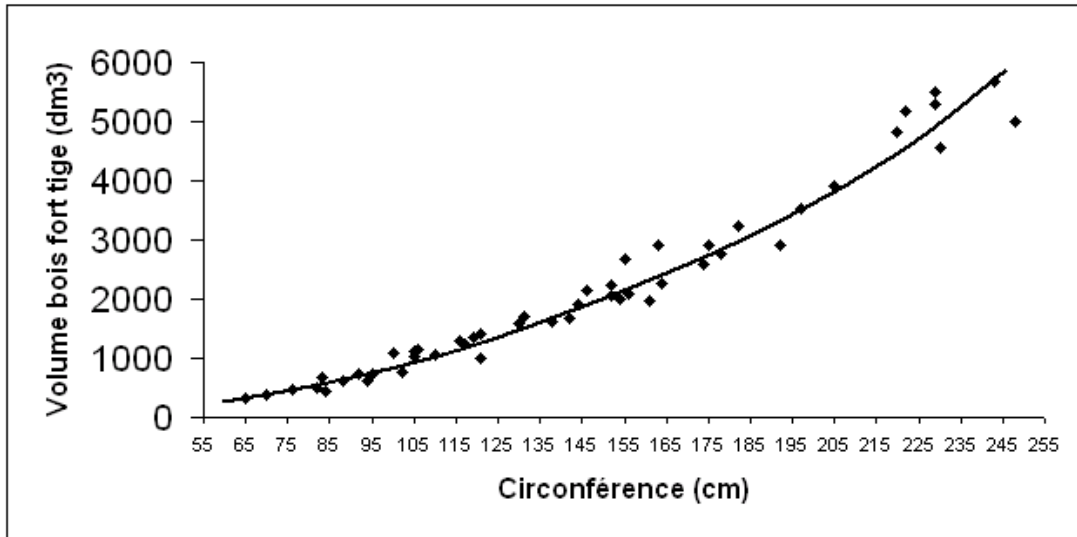


Figure 4 : Représentation graphique du volume du bois fort tige en fonction de la circonférence à 1,5 m (Rondeux J., 1993).

Une fois la courbe tracée, il est aisé de faire un tarif numérique sous forme de tableau avec les classes de grosseurs (diamètres de 5 en 5 cm , circonférences de 10 en 10 cm par exemple) et les volumes correspondants (voir tableau en figure 3).

Le gros inconvénient de cette technique réside dans sa subjectivité, les résultats obtenus dépendent en effet de l'habileté de celui qui trace la courbe et de sa plus ou moins bonne connaissance des lois de variation du volume. En outre, comme pour la méthode directe, la méthode graphique ne permet pas d'estimer la précision du tarif de cubage lors de la détermination du volume d'un ensemble d'arbres.

Signalons que la plupart des tarifs de cubage élaborés fin du 19^{ème} – début du 20^{ème} siècles l'ont été par cette méthode.

c) Méthode semi-graphique de Keen et Page :

Cette méthode vise à l'obtention d'une droite représentative de l'allure générale du nuage de point obtenu graphiquement (voir ci-dessus).

Celle-ci s'exécute de la façon suivante :

Tout d'abord, comme dans la méthode graphique, on trace le nuage de points (volumes, grosseurs) dont on calcule ensuite les coordonnées du point moyen M (figure 5) :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \text{et} \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

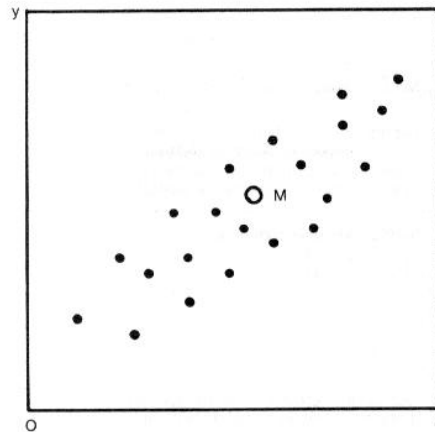


Figure 5

La suite de la méthode est graphique :

- le point M étant représenté en fonction de ses coordonnées que l'on vient de calculer, traçons la droite parallèle à l'axe des Y passant par M (figure 6),

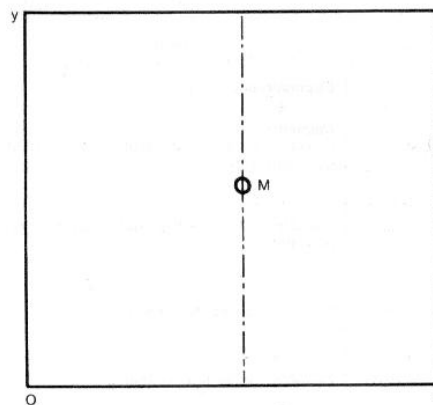


Figure 6

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

- traçons dans le demi-plan de gauche la demi-droite MA issue de M qui passe par le milieu du demi-nuage (figure 7),

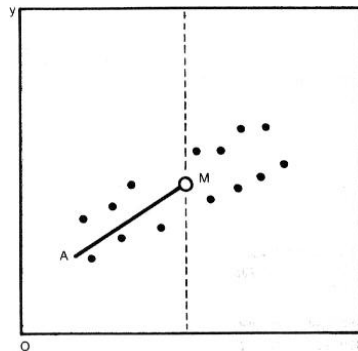


Figure 7

- faisons ensuite de même dans le demi-plan de droite : on obtient alors une deuxième « demi-droite » MB . Prolongeons MB vers la gauche suivant MB' (figure 8),

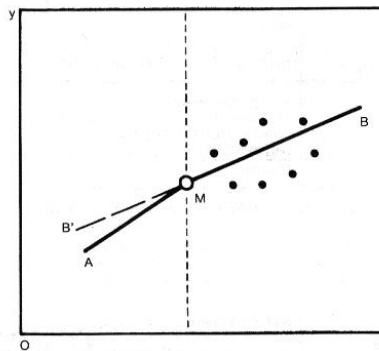


Figure 8

- la bissectrice de l'angle AMB' (figure 9) est une bonne approximation de la droite de régression.

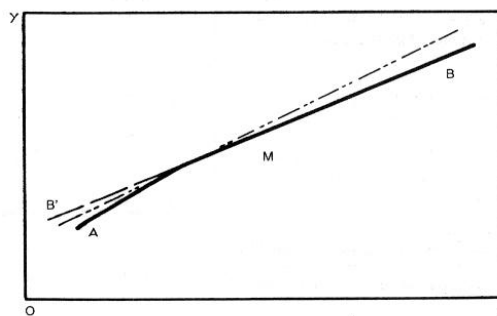


Figure 9

d) Méthodes statistiques :

Les tarifs de cubage sont actuellement pratiquement tous construits par voie mathématique (statistique) et se présentent de plus en plus sous la forme d'équations résultant de l'application de la méthode statistique de régression par les moindres carrés. Ce procédé est largement facilité par l'utilisation de programmes de calcul sur ordinateur permettant d'envisager des régressions multiples de diverses formes (linéaires, non linéaire, pondérées,...).

Etant donné la grande importance des tarifs mathématiques, voyons comment construire un tarif de cubage exprimant le volume en fonction de la grosseur à hauteur d'homme (tarif de cubage à une entrée). Pour cela, reprenons une nouvelle fois les données du tableau 1.

Vu le programme de statistiques vu dans le cycle BTS, nous nous limiterons ici à détailler l'établissement d' une équation de régression linéaire au sens des moindres carrés. Celle-ci s'écrit :

$$V = \bar{v} + a.(C - \bar{c})$$

avec: $\bar{c} = 143,6 \text{ cm}$ et $\bar{v} = 2.121 \text{ dm}^3$

de plus:
$$a = \frac{SPE}{SCE_C} = \frac{3.579.998}{121.130} = 29,555$$

d'où:
$$V = 2.121 + 29,555.(C - 143,6) = 29,555 C - 2.123$$

SPE = somme des produits des écarts ; SCE = somme des carrés des écarts ; C= circonférence ; V= volume

Mais en toute logique, compte tenu de l'allure générale du nuage de points, il est plus indiqué d'ajuster une courbe à concavité tournée vers le haut.

La relation unissant le volume V à la circonférence C sera alors curvilinéaire et se présentera sous la forme :

$$V = a_0 + a_1 . C^2$$

Ce qui donne lieu à la nouvelle relation suivante :

$$V = -74,851 + 0,09531 C^2$$

IV. PRECISION ET LIMITE DE VALIDITE DES TARIFS DE CUBAGE

Lors de l'utilisation d'un tarif de cubage, l'erreur globale observée, pour un arbre donné, correspond à la différence entre le volume réel de cet arbre et son volume estimé par le tarif.

Cette erreur peut être importante et résulter de plusieurs sources :

- erreurs de mesures relatives aux arbres destinés à la construction du tarif et aux arbres à cuber au moyen du tarif (erreurs dues à l'opérateur ou à l'instrument utilisé).
- variabilité naturelle des sujets à cuber : il est impossible de cuber exactement UN arbre par un tarif à une ou deux entrées.
- variabilité liée à l'échantillonnage : elle s'explique par le fait que le tarif construit sur base d'un échantillon est appliqué à l'entièreté d'une population, l'imprécision de l'estimation fournie par le tarif diminue avec l'augmentation du nombre d'arbres échantillonnés en vue de construire le tarif.
- la méthode de construction du tarif. Dans le cas de la méthode statistique (méthode la plus fiable), un coefficient de détermination élevé conjugué à un écart-type résiduel faible témoigne d'un bon ajustement.

Beaucoup de tarifs de cubage construits et publiés de par le monde sont souvent muets ou peu explicites en ce qui concerne des informations pourtant très utiles en vue de leur utilisation correcte. A titre indicatif, on suggère de mentionner (Rondeux J., 1993) :

- l'essence ou le groupe d'essence auquel le tarif se réfère,
- le type de peuplement (futaie régulière adulte, taillis-sous-futaie,...),
- la zone de validité (région, localisation des peuplements échantillonnés),
- la définition des variables dépendantes et explicatives (niveau de mesure, unités,...),
- le nombre d'arbres échantillonnés,
- la méthode de calcul des volumes individuels des arbres échantillonnés,
- la méthode de construction utilisée (graphique,...),...

V. PRINCIPAUX TARIFS UTILISES EN FRANCE

Vu le grand nombre de tarifs de cubage, nous nous limiterons à présenter ceux utilisés en Normandie.

4.1. LES TARIFS A UNE ENTREE

a) Les tarifs ALGAN :

Les tarifs et barèmes de cubage ne sont pas une « invention » récente. En effet, dès le début du XIX^{ème} siècle, ces « outils » de cubage s'étaient multipliés, entraînant une grande confusion et d'étonnantes discordances. Ceci ne plu pas à ALGAN, inspecteur des Eaux et Forêts dans l'Est de la France vers les années 1900, comme en témoigne un article qu'il publia dans un numéro de la Revue des Eaux et Forêts en novembre 1894 :

« ... les tarifs en usage sont beaucoup trop nombreux, sinon trop compliqués. Chaque région, chaque forêt même, a souvent les siens. Ici, le tarif indique, pour chaque catégorie de diamètre mesuré, soit de 2 en 2, soit de 5 en 5 cm, le volume grume ; là le volume total de l'arbre ; ailleurs il ne donne que le volume du bois d'oeuvre. Parfois, c'est la circonférence, non le diamètre, qui sert à exprimer la grosseur de l'arbre et cette grosseur doit être prise, tantôt à 1 m du sol, tantôt à 1,3 m, 1,33 m ou encore 1,50 m. Dans tels tarifs, le volume est donné avec une décimale seulement ; en d'autres, c'est avec deux, trois décimales,... »

Tout ceci le conduit à réfléchir et le mena à construire une gamme de 20 tarifs permettant de cuber tous les massifs forestiers. Voyons comment ALGAN a construit ces tarifs .

ALGAN fit la réflexion suivante :

« Quelles que soient l'essence et la situation d'une forêt, les volumes de deux arbres de forme régulière et de hauteur moyenne, c'est-à-dire les volumes de deux arbres types, de grosseurs déterminées, y sont dans un rapport constant.

Ainsi, en plaine comme en montagne, en sol sec et superficiel comme en terrain frais et profond, dans une futaie de hêtre comme dans une pineraie, dans la sapinière comme dans la forêt de mélèzes, l'arbre de 60 cm de diamètre a un volume double de l'arbre de 45 cm. ».

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

C'est ainsi qu'il remarqua lors de ses nombreuses observations faites dans les peuplements résineux de sa région que :

- un arbre décuple son volume total quand son diamètre à hauteur d'homme passe :
de 20 à 60 cm
de 25 à 65 cm
de 30 à 70 cm,
- un arbre quintuple son volume quand son diamètre passe de 35 à 70 cm,
- un arbre triple son volume quand son diamètre passe de 60 à 100 cm,
- un arbre double son volume quand son diamètre passe :
de 20 à 25 cm
de 30 à 40 cm
de 45 à 60 cm
de 65 à 90 cm.

Ces rapports n'ont pas une rigueur mathématique, mais selon l'auteur, ils sont satisfaisants en moyenne et seraient valables quelque soit l'essence et la région en France. Ceci étant admis, ALGAN établit 20 tarifs numérotés de 1 à 20 tels que, d'un tarif au suivant, le volume de l'arbre de diamètre 45 augmente de 0,1 mètre cube :

NUMERO DU TARIF	1	2	3...	...18	19	20
V_{45}	0,9	1,0	1,1	2,6	2,7	2,8

Ces tarifs furent présentés au public forestier en 1901 et jouirent immédiatement d'un vif succès. Ils sont encore employés de nos jours et sont reproduits ci-dessous (tableau 2). Pour chaque catégorie de diamètre est indiqué le volume total¹ de l'arbre, houppier compris (volume bois d'oeuvre + houppier).

TARIFS ALGAN

diamètre à 1,3m (m)	Numéro de tarif																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
0,25	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1
0,35	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6
0,4	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
0,45	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
0,5	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6
0,55	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0	4,2	4,4	4,5
0,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6
0,65	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,8	5,0	5,3	5,5	5,8	6,0	6,2	6,5	6,7
0,7	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,1	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,3	7,6	7,9
0,75	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,6	5,9	6,2	6,5	6,9	7,2	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	9,2
0,8	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	6,0	6,4	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7	9,1	9,4	9,8	10,1	10,5
0,85	3,8	4,2	4,7	5,1	5,6	6,0	6,4	6,2	7,2	7,6	8,1	8,5	9,0	9,4	9,9	10,3	10,7	11,1	11,5	12,6
0,9	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,2	7,7	8,1	8,6	9,1	9,6	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,5	13,0	13,5
0,95	4,8	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,7	10,2	10,8	11,3	11,9	12,4	13,0	13,5	14,0	14,6	15,1
1	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	8,4	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0	12,6	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,2	16,8

Tableau 2 : Tarifs ALGAN

¹L'expérience a cependant montré que ces tarifs pouvaient être employés pour déterminer le volume de la tige jusqu'à une certaine découpe.

Comment choisir le tarif dans la pratique ? : On peut utiliser une des méthodes suivantes :

1. Se référer à l'usage local.
2. Déterminer la hauteur totale moyenne H des arbres d'une certaine catégorie de diamètre et introduire cette valeur dans l'une des formules rapides de cubage données au chapitre IV.

Exemple :

Si la hauteur totale moyenne des sapins de 50 cm est de 22 m, leur volume est :

$$v = 0,4 d^2 H = 2,2 m^3$$

Il y correspond le tarif n°9.

N.B. : Pour le sapin ou l'épicéa, ALGAN admettait que la hauteur moyenne en mètres des arbres de 50 cm de diamètre divisée par 10 est une expression valable du volume total correspondant :

$$v = 0,4.d^2.H = 0,4.(0,5)^2.H$$

et donc :

$$V_{50} = \frac{H}{10}$$

N.B. : Pour le Mélèze d'Europe, des observations ont montré que le volume moyen des mélèzes de 55 cm de diamètre est représenté par $H/10$.

3. Même méthode que la précédente mais en remarquant qu'entre le numéro du tarif N et le volume de l'arbre de 45, on a la relation : $10.V_{45} = N + 8$, ce qui permet de choisir le tarif à appliquer, connaissant le volume moyen de l'arbre de 45 dans un peuplement grâce à quelques cubages préalables.

Exemple :

Si on a trouvé que le chêne moyen de 0,45 m de diamètre cube 2,3 mètres cube, c'est le tarif n° 15 que l'on adoptera.

4. Déterminer le volume total moyen (par une méthode appropriée choisie par l'estimateur) de l'arbre d'une seule catégorie, autant que possible de la catégorie la plus importante du peuplement à cuber, et chercher dans quelle colonne du tableau on trouve le même volume pour la catégorie en question.
5. Déterminer le volume moyen d'arbres de différentes catégories de grosseur dans le peuplement à cuber puis repérer le numéro de tarif correspondant le mieux.

b) Les tarifs SCHAEFFER :

1°) LES TARIFS RAPIDES :

Les tarifs ALGAN n'étant pas basés sur une relation algébrique², L. SCHAEFFER (1949) les rénova sous le nom de « tarifs rapides » . Ceux ci sont basés sur la relation :

$$V = \frac{M}{1400} \cdot (D - 5) \cdot (D - 10)$$

V étant exprimé en mètres cubes ;

D étant le diamètre à hauteur d'homme exprimé en cm,

M étant le volume de l'arbre de 45 en mètres cubes.

Pour les tarifs en circonférence, on a :

$$V = \frac{M}{1400 \cdot \pi^2} (C - 5\pi) \cdot (C - 10\pi)$$

C étant exprimé en centimètres.

On remarquera que les observations d'ALGAN se trouvent à peu près satisfaites par les tarifs rapides. En effet, on peut écrire :

$$\frac{V}{V'} = \frac{(D - 5) \cdot (D - 10)}{(D' - 5) \cdot (D' - 10)}$$

donc:

$$\frac{V_{50}}{V_{20}} = 12 \quad \frac{V_{65}}{V_{25}} = 11 \quad \frac{V_{80}}{V_{30}} = 10,5 \quad \text{soit des rapports proches de 10}$$

$$\frac{V_{70}}{V_{35}} = 5,2 \quad \text{rapport proches de 5 de 5}$$

$$\frac{V_{100}}{V_{60}} = 3,1 \quad \text{rapport proches de 3}$$

$$\frac{V_{25}}{V_{20}} = 2 \quad \frac{V_{40}}{V_{30}} = 2,1 \quad \frac{V_{60}}{V_{45}} = 1,96 \quad \frac{V_{90}}{V_{65}} = 2,06 \quad \text{rapports proches de 2}$$

²Signalons que le barême ALGAN de numéro i peut être approché avec une excellente précision, par :

$$v_i = \frac{(8+i)}{28} \cdot (0,31 - 4,52 \cdot d_{1,3} + 23,9 \cdot d_{1,3}^2 - 2,9 \cdot d_{1,3}^3)$$

ou encore, en s'inspirant des formules de BRENAC, par :

$$v_i = \frac{5}{7} \cdot (8+i) \cdot d_{1,3}^2 \cdot e^{\frac{-0,16}{d_{1,3}}}$$

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

Le choix de ces tarifs, qui sont reproduits dans les tableaux 3 et 4 ci-dessous, se fait comme pour les tarifs ALGAN.

TARIFS SCHAEFFER "rapides"

diamètre à 1,3m (cm)	Numéro de tarif																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
15	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10
20	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
25	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
30	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0
35	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
40	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1
45	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
50	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6
55	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,3	4,5
60	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5
65	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5	4,7	5,0	5,2	5,4	5,7	5,9	6,1	6,4	6,6
70	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9	6,1	6,4	6,7	7,0	7,2	7,5	7,8
75	2,9	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,2	5,5	5,9	6,2	6,5	6,8	7,2	7,5	7,8	8,1	8,5	8,8	9,1
80	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	6,0	6,4	6,8	7,1	7,5	7,9	8,3	8,6	9,0	9,4	9,8	10,1	10,5
85	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,0	6,4	6,9	7,3	7,7	8,1	8,6	9,0	9,4	9,9	10,3	10,7	11,1	11,6	12,0
90	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3	7,8	8,3	8,7	9,2	9,7	10,2	10,7	11,2	11,7	12,1	12,6	13,1	13,6
95	4,9	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,2	8,7	9,3	9,8	10,4	10,9	11,5	12,0	12,6	13,1	13,7	14,2	14,8	15,3
100	5,5	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,2	9,8	10,4	11,0	11,6	12,2	12,8	13,4	14,0	14,7	15,3	15,9	16,5	17,1

Tableau 3 : Tarifs SCHAEFFER rapide (grosseur exprimée en diamètre)

TARIFS SCHAEFFER "rapides"

Circ. à 1,3m (cm)	Numéro de tarif																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
40	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
50	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
60	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
70	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
80	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
90	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
100	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2
110	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
120	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9
130	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3
140	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
150	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
160	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	3,8
170	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	3,7	3,9	4,0	4,2	4,3
180	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	4,9
190	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6
200	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3
210	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,3	5,5	5,8	6,0	6,3	6,5	6,8	7,0
220	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9	6,1	6,4	6,7	7,0	7,2	7,5	7,8
230	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,7	8,0	8,3	8,6
240	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7	5,1	5,4	5,8	6,1	6,4	6,8	7,1	7,4	7,8	8,1	8,5	8,8	9,1	9,5
250	3,3	3,7	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	5,9	6,3	6,7	7,0	7,4	7,8	8,2	8,5	8,9	9,3	9,6	10,0	10,4
260	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,7	8,1	8,5	8,9	9,3	9,7	10,1	10,5	10,9	11,3
270	4,0	4,4	4,8	5,3	5,7	6,1	6,6	7,0	7,5	7,9	8,3	8,8	9,2	9,7	10,1	10,5	11,0	11,4	11,9	12,3
280	4,3	4,8	5,2	5,7	6,2	6,7	7,1	7,6	8,1	8,6	9,0	9,5	10,0	10,5	10,9	11,4	11,9	12,4	12,8	13,3
290	4,6	5,1	5,6	6,2	6,7	7,2	7,7	8,2	8,7	9,2	9,8	10,3	10,8	11,3	11,8	12,3	12,8	13,3	13,9	14,4
300	5,0	5,5	6,1	6,6	7,2	7,7	8,3	8,8	9,4	9,9	10,5	11,1	11,6	12,2	12,7	13,3	13,8	14,4	14,9	15,5

Tableau 4 : Tarifs SCHAEFFER rapides (grosseur exprimée en circonférence)

2°) LES TARIFS LENTS :

L. SHAEFFER (1949) observe ce qui suit :

« On fait parfois grief aux tarifs ALGAN d'être trop rapides. Les hypothèses de base admises par leur auteur semblent surtout vérifiées dans les peuplements hétérogènes : si le sol d'une parcelle est inégalement fertile, et si les gros arbres se rencontrent dans la meilleure partie (cas assez fréquent en montagne), les hypothèses de base sont tout à fait vérifiées, les tarifs ne sont pas trop rapides, surtout si on prend la précaution recommandées par ALGAN, de mesurer les diamètres des gros arbres suffisamment hauts nettement au-dessus de l'empatement des racines.

Mais quand on a affaire à des petites parcelles très homogènes, et si on mesure le diamètre à une hauteur fixe, le besoin se fait sentir de tarifs plus lents, basés sur des variations moins rapides du volume en fonction du diamètre, que nous appellerons donc des tarifs lents ».

Pour ce faire, il a suffi à SCHAEFFER de modifier la formule des tarifs rapides³, et d'adopter :

$$V = \frac{M}{1800} \cdot D \cdot (D - 5)$$

Les hypothèses d'ALGAN sont alors décalées de 5 cm vers l'origine (voir figure 10 ci-dessous), et un arbre, par exemple double maintenant son volume non plus quand son diamètre passe de 20 à 25 cm, mais quand il passe de 15 à 20 cm.

On remarquera que les courbes des fonctions paraboliques représentant ces tarifs lents coupent l'axe des abscisses à l'origine et pour D=5, tandis que celles rendant compte des tarifs rapides coupent cet axe aux points d'abscisses D=5 et D=10. On n'utilise naturellement que les parties de droite des courbes en cause, et pas en dessous de la catégorie de diamètre 15 cm.

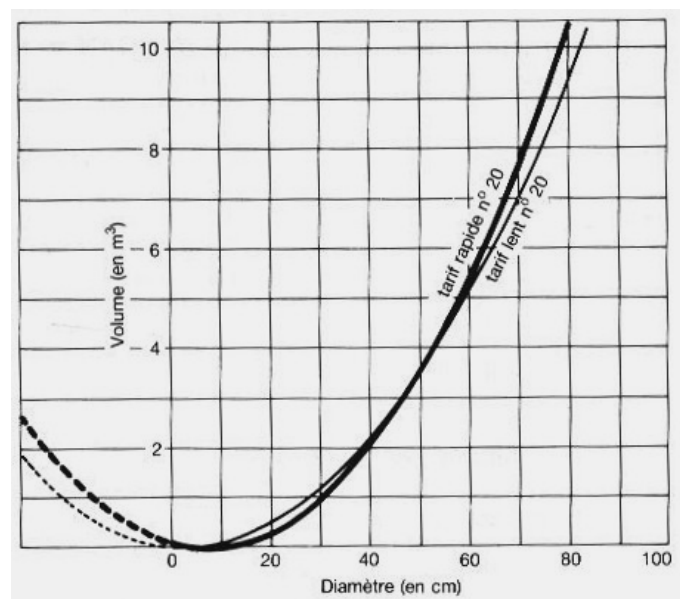


Figure 10 : Tarifs rapides et tarifs lents (in Bouchon J., 1988).

³La formule des tarifs rapides

Les tarifs lents (reproduits dans les tableaux 5 et 6 ci-dessous) sont employés surtout en peuplements réguliers sur station écologique bien homogène.

Pour un même peuplement, on peut être conduit à changer de numéro de tarif au cours du temps. En effet, au fur et à mesure qu'un peuplement régulier avance en âge, les arbres qui le composent, à diamètre égal, s'allongent ou même changent de forme. En fait, le tarif « monte » avec l'âge, c'est ainsi qu'il est commun de constater que chaque décennie, le tarif lent le mieux applicable au peuplement en cause « grimpe » d'un numéro, du moins dans le cas de jeunes peuplements (figure 11).

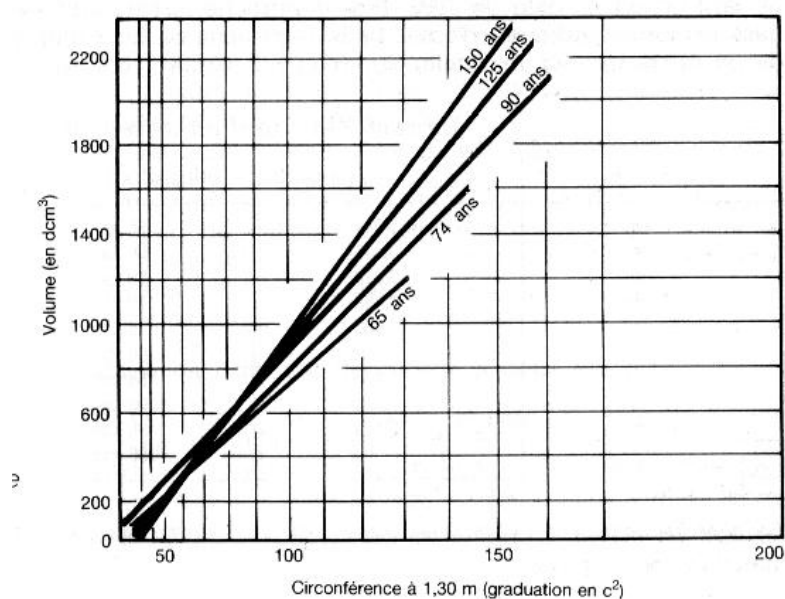


Figure 11 : Tarifs lents, aux différents âges, d'un peuplement équienné de Mélèze à Montgenèvre (Hautes-Alpes). Tiré de BOUCHON J. (1988).

Aussi, plus le peuplement vieillit, plus son tarif tend à se stabiliser.

TARIFS SCHAEFFER "lents"

diamètre à 1,3m (cm)	Numéro de tarif																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
15	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23
20	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
30	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2
35	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6
40	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2
45	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
50	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5
55	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3
60	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,1
65	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
70	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,8	6,1	6,3	6,6	6,8	7,1
75	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	7,9	8,2
80	3,0	3,3	3,7	4,0	4,3	4,7	5,0	5,3	5,7	6,0	6,3	6,7	7,0	7,3	7,7	8,0	8,3	8,7	9,0	9,3
85	3,4	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	7,9	8,3	8,7	9,1	9,4	9,8	10,2	10,6
90	3,8	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,4	6,8	7,2	7,7	8,1	8,5	8,9	9,4	9,8	10,2	10,6	11,1	11,5	11,9
95	4,3	4,8	5,2	5,7	6,2	6,7	7,1	7,6	8,1	8,6	9,0	9,5	10,0	10,5	10,9	11,4	11,9	12,4	12,8	13,3
100	4,8	5,3	5,8	6,3	6,9	7,4	7,9	8,4	9,0	9,5	10,0	10,6	11,1	11,6	12,1	12,7	13,2	13,7	14,3	14,8

Tableau 5: Tarifs SCHAEFFER lents (grosseur exprimée en diamètre)

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

TARIFS SCHAEFFER "lents"

Circ. à 1,3m (cm)	Numéro de tarif																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
40	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15
50	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
60	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
70	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
80	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
90	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
100	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3
110	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6
120	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0
130	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3
140	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7
150	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
160	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6
170	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0	4,1
180	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,7	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7
190	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8	5,0	5,2
200	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8
210	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,1	4,4	4,6	4,8	5,1	5,3	5,5	5,7	6,0	6,2	6,4
220	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,8	6,1	6,3	6,6	6,8	7,1
230	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0	5,3	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8
240	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5
250	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6	4,9	5,3	5,6	5,9	6,3	6,6	6,9	7,3	7,6	7,9	8,2	8,6	8,9	9,2
260	3,2	3,6	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,8	7,2	7,5	7,9	8,2	8,6	8,9	9,3	9,7	10,0
270	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,6	7,0	7,3	7,7	8,1	8,5	8,9	9,3	9,7	10,0	10,4	10,8
280	3,7	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,2	11,7
290	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6	8,1	8,5	9,0	9,4	9,9	10,3	10,7	11,2	11,6	12,1	12,5
300	4,3	4,8	5,3	5,8	6,2	6,7	7,2	7,7	8,2	8,6	9,1	9,6	10,1	10,6	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,4

Tableau 6: Tarifs SCHAEFFER lents (grosseur exprimée en circonférence)

4.2. LES TARIFS A DEUX ENTREES

Ces tarifs ont pour entrées le diamètre des arbres et leur hauteur totale ou leur hauteur découpe. Les tableaux qui suivent représentent les tarifs utilisés en Normandie par l'O.N.F.

TARIF DE CUBAGE : Pin sylvestre (Normandie)

ONF Département Recherches et Techniques (1997)

Diamètre à 1,3 m (cm)

	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
8	0,058	0,107	0,185	0,283	0,206							
9	0,068	0,123	0,197	0,302	0,244							
10	0,078	0,139	0,210	0,322	0,282							
11	0,088	0,155	0,223	0,342	0,319							
12	0,098	0,171	0,238	0,363	0,357	0,547	0,797					
13	0,108	0,187	0,253	0,385	0,394	0,594	0,851					
14	0,118	0,204	0,268	0,408	0,432	0,641	0,905					
15	0,128	0,220	0,285	0,431	0,469	0,687	0,959					
16	0,138	0,236	0,302	0,455	0,507	0,734	1,013					
17	0,148	0,252	0,320	0,480	0,544	0,780	1,066					
18	0,158	0,268	0,339	0,506	0,582	0,827	1,120					
19	0,168	0,284	0,358	0,532	0,619	0,874	1,174	1,532	1,956	2,456	3,042	3,724
20	0,178	0,300	0,378	0,559	0,657	0,920	1,228	1,591	2,019	2,521	3,108	3,789
21	0,188	0,316	0,399	0,587	0,695	0,967	1,282	1,651	2,083	2,587	3,175	3,854
22	0,198	0,332	0,421	0,616	0,732	1,013	1,336	1,711	2,146	2,653	3,241	3,920
23	0,208	0,349	0,443	0,645	0,770	1,060	1,390	1,770	2,210	2,719	3,307	3,985
24	0,218	0,365	0,466	0,675	0,807	1,107	1,444	1,830	2,273	2,785	3,374	4,050
25	0,228	0,381	0,490	0,706	0,845	1,153	1,498	1,889	2,337	2,851	3,440	4,116
26				0,737	0,882	1,200	1,552	1,949	2,401	2,916	3,507	4,181
27				0,770	0,920	1,246	1,606	2,009	2,464	2,982	3,573	4,246
28				0,803	0,957	1,293	1,660	2,068	2,528	3,048	3,639	4,312
29				0,836	0,995	1,340	1,714	2,128	2,591	3,114	3,706	4,377
30				0,871	1,033	1,386	1,768	2,187	2,655	3,180	3,772	4,442
31				0,906	1,070	1,433	1,822	2,247	2,718	3,246	3,839	4,507
32							1,876	2,307	2,782	3,312	3,905	4,573
33							1,930	2,366	2,846	3,377	3,972	4,638
34							1,984	2,426	2,909	3,443	4,038	4,703
35							2,038	2,486	2,973	3,509	4,104	4,769

Hauteur totale (m)

Diamètre inférieur ou égal à 20 cm :

$$\text{Vol découpe 7 cm} = -0,02212 + 0,02474 \cdot (d_{1,3}) \cdot H + 0,27921 \cdot d_{1,3}^2 \cdot H$$

Diamètre supérieur à 20 cm et < ou = à 30 cm :

$$\text{Vol découpe 14 cm} = -0,07636 - 0,2901 \cdot H + 0,1389 \cdot d_{1,3} \cdot H + 0,252445 \cdot (d_{1,3})^2 \cdot H + 0,00037 \cdot H^2 + 10,09691 \cdot d_{1,3}^4$$

Diamètre supérieur à 30 cm :

$$\text{Vol découpe 14 cm} = 0,71128 - 3,91159 \cdot d_{1,3} - 0,07325 \cdot H + 0,43523 \cdot d_{1,3} \cdot H - 0,33901 \cdot d_{1,3}^2 \cdot H + 13,14902 \cdot d_{1,3}^3$$

TARIF DE CUBAGE : Douglas (Normandie)

ONF Département Recherches et Techniques (1997)

Diamètre à 1,3 m (cm)

	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
10	0,07	0,13	0,16											
11	0,08	0,14	0,18											
12	0,09	0,16	0,20											
13	0,09	0,17	0,22											
14	0,10	0,18	0,23											
15	0,11	0,20	0,25	0,37	0,49									
16	0,12	0,21	0,27	0,39	0,53									
17	0,12	0,22	0,29	0,42	0,57									
18	0,13	0,24	0,31	0,45	0,60									
19	0,14	0,25	0,32	0,48	0,64									
20	0,14	0,26	0,34	0,50	0,68									
21	0,15	0,28	0,36	0,53	0,72									
22	0,16	0,29	0,38	0,56	0,76	0,97	1,18	1,39	1,59					
23	0,16	0,30	0,40	0,59	0,79	1,02	1,24	1,47	1,69					
24	0,17	0,32	0,42	0,61	0,83	1,07	1,31	1,55	1,78					
25			0,43	0,64	0,87	1,12	1,37	1,63	1,88	2,11	2,33	2,50	2,64	2,71
26			0,45	0,67	0,91	1,17	1,43	1,71	1,97	2,23	2,46	2,66	2,81	2,91
27			0,47	0,70	0,95	1,22	1,50	1,79	2,07	2,34	2,59	2,81	2,99	3,11
28			0,49	0,72	0,99	1,27	1,56	1,86	2,17	2,46	2,73	2,97	3,17	3,31
29			0,51	0,75	1,02	1,32	1,63	1,94	2,26	2,57	2,86	3,12	3,34	3,51
30			0,53	0,78	1,06	1,37	1,69	2,02	2,36	2,68	2,99	3,27	3,52	3,71
31			0,54	0,81	1,10	1,42	1,76	2,10	2,45	2,80	3,13	3,43	3,69	3,91
32			0,56	0,84	1,14	1,47	1,82	2,18	2,55	2,91	3,26	3,58	3,87	4,11
33					1,18	1,52	1,88	2,26	2,64	3,02	3,39	3,74	4,05	4,31
34					1,22	1,57	1,95	2,34	2,74	3,14	3,53	3,89	4,22	4,51
35					1,25	1,62	2,01	2,42	2,84	3,25	3,66	4,04	4,40	4,71
36					1,29	1,67	2,08	2,50	2,93	3,37	3,79	4,20	4,58	4,91
37					1,33	1,72	2,14	2,58	3,03	3,48	3,92	4,35	4,75	5,11
38					1,37	1,77	2,20	2,66	3,12	3,59	4,06	4,51	4,93	5,31
39					1,41	1,82	2,27	2,74	3,22	3,71	4,19	4,66	5,11	5,51
40					1,45	1,87	2,33	2,81	3,31	3,82	4,32	4,81	5,28	5,71

Hauteur totale (m)

Diamètre inférieur ou égal à 25 cm :

$$\text{Vol découpe 7 cm} = 0,007615 - 0,002334 * H + 0,013552 * (d_{1,3}) * H + 0,320538 * (d_{1,3})^2 * H - 5,085271 * (d_{1,3})^4$$

Diamètre supérieur à 25 cm :

$$\text{Vol découpe 14 cm} = -0,000701 - 0,006181 * H + 0,025038 * (d_{1,3}) * H + 0,291166 * (d_{1,3})^2 * H - 5,601742 * (d_{1,3})^4$$

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

TARIF DE CUBAGE : Hêtre en futaie (Normandie)

ONF Département Recherches et Techniques (1997)

Diamètre à 1,3 m (cm)

	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
10	0,063	0,116	0,183	0,100	0,195	0,296	0,399	0,499	0,591	0,670	0,731	0,766	0,769	0,733	0,648	0,508	0,302	0,021
11	0,072	0,131	0,205	0,133	0,240	0,355	0,473	0,590	0,702	0,802	0,886	0,946	0,975	0,967	0,913	0,804	0,632	0,387
12	0,081	0,146	0,228	0,166	0,285	0,413	0,547	0,681	0,812	0,934	1,040	1,125	1,181	1,201	1,177	1,100	0,962	0,753
13	0,091	0,162	0,251	0,199	0,330	0,472	0,621	0,773	0,923	1,066	1,195	1,304	1,387	1,435	1,441	1,397	1,292	1,119
14	0,101	0,178	0,275	0,232	0,375	0,530	0,695	0,864	1,034	1,197	1,349	1,483	1,593	1,669	1,706	1,693	1,623	1,485
15	0,111	0,195	0,299	0,265	0,419	0,589	0,769	0,956	1,144	1,329	1,504	1,663	1,798	1,904	1,970	1,989	1,953	1,850
16	0,122	0,212	0,324	0,298	0,464	0,647	0,843	1,047	1,255	1,461	1,659	1,842	2,004	2,138	2,234	2,286	2,283	2,216
17	0,133	0,229	0,349	0,331	0,509	0,706	0,917	1,139	1,366	1,592	1,813	2,021	2,210	2,372	2,499	2,582	2,613	2,582
18	0,144	0,247	0,375	0,364	0,554	0,764	0,991	1,230	1,476	1,724	1,968	2,201	2,416	2,606	2,763	2,879	2,943	2,948
19	0,156	0,265	0,401	0,396	0,599	0,823	1,065	1,322	1,587	1,856	2,122	2,380	2,622	2,840	3,027	3,175	3,274	3,314
20	0,168	0,284	0,427	0,429	0,643	0,881	1,140	1,413	1,698	1,988	2,277	2,559	2,827	3,074	3,292	3,471	3,604	3,680
21	0,180	0,302	0,454	0,462	0,688	0,940	1,214	1,505	1,808	2,119	2,431	2,738	3,033	3,308	3,556	3,768	3,934	4,046
22	0,192	0,322	0,482	0,495	0,733	0,999	1,288	1,596	1,919	2,251	2,586	2,918	3,239	3,543	3,820	4,064	4,264	4,412
23	0,205	0,341	0,510	0,528	0,778	1,057	1,362	1,688	2,030	2,383	2,741	3,097	3,445	3,777	4,085	4,360	4,594	4,777
24	0,218	0,361	0,538	0,561	0,823	1,116	1,436	1,779	2,140	2,514	2,895	3,276	3,651	4,011	4,349	4,657	4,925	5,143
25	0,231	0,382	0,567	0,594	0,868	1,174	1,510	1,871	2,251	2,646	3,050	3,456	3,856	4,245	4,613	4,953	5,255	5,509
26	0,244	0,403	0,597	0,627	0,912	1,233	1,584	1,962	2,362	2,778	3,204	3,635	4,062	4,479	4,878	5,249	5,585	5,875
27	0,258	0,424	0,627	0,660	0,957	1,291	1,658	2,054	2,472	2,910	3,359	3,814	4,268	4,713	5,142	5,546	5,915	6,241
28	0,272	0,445	0,657	0,693	1,002	1,350	1,732	2,145	2,583	3,041	3,514	3,993	4,474	4,948	5,407	5,842	6,245	6,607
29	0,287	0,467	0,688	0,726	1,047	1,408	1,806	2,236	2,694	3,173	3,668	4,173	4,680	5,182	5,671	6,139	6,576	6,973
30	0,301	0,489	0,719	0,759	1,092	1,467	1,880	2,328	2,805	3,305	3,823	4,352	4,886	5,416	5,935	6,435	6,906	7,339
31	0,316	0,512	0,751	0,792	1,136	1,525	1,955	2,419	2,915	3,436	3,977	4,531	5,091	5,650	6,200	6,731	7,236	7,704
32	0,331	0,535	0,783	0,825	1,181	1,584	2,029	2,511	3,026	3,568	4,132	4,711	5,297	5,884	6,464	7,028	7,566	8,070
33	0,347	0,559	0,816	0,857	1,226	1,642	2,103	2,602	3,137	3,700	4,286	4,890	5,503	6,118	6,728	7,324	7,896	8,436
34	0,363	0,582	0,849	0,890	1,271	1,701	2,177	2,694	3,247	3,832	4,441	5,069	5,709	6,353	6,993	7,620	8,227	8,802
35	0,379	0,607	0,883	0,923	1,316	1,760	2,251	2,785	3,358	3,963	4,596	5,248	5,915	6,587	7,257	7,917	8,557	9,168
36	0,395	0,631	0,917	0,956	1,361	1,818	2,325	2,877	3,469	4,095	4,750	5,428	6,120	6,821	7,521	8,213	8,887	9,534
37	0,412	0,656	0,952	0,989	1,405	1,877	2,399	2,968	3,579	4,227	4,905	5,607	6,326	7,055	7,786	8,509	9,217	9,900
38	0,429	0,682	0,987	1,022	1,450	1,935	2,473	3,060	3,690	4,358	5,059	5,786	6,532	7,289	8,050	8,806	9,547	10,266
39	0,446	0,707	1,023	1,055	1,495	1,994	2,547	3,151	3,801	4,490	5,214	5,965	6,738	7,523	8,314	9,102	9,878	10,632
40	0,463	0,733	1,059	1,088	1,540	2,052	2,621	3,243	3,911	4,622	5,369	6,145	6,944	7,758	8,579	9,398	10,208	10,997
41	0,481	0,760	1,095	1,121	1,585	2,111	2,695	3,334	4,022	4,754	5,523	6,324	7,149	7,992	8,843	9,695	10,538	11,363
42	0,499	0,787	1,132	1,154	1,629	2,169	2,770	3,426	4,133	4,885	5,678	6,503	7,355	8,226	9,107	9,991	10,868	11,729
43	0,518	0,814	1,170	1,187	1,674	2,228	2,844	3,517	4,243	5,017	5,832	6,683	7,561	8,460	9,372	10,288	11,199	12,095
44	0,536	0,842	1,208	1,220	1,719	2,286	2,918	3,609	4,354	5,149	5,987	6,862	7,767	8,694	9,636	10,584	11,529	12,461
45	0,555	0,870	1,246	1,253	1,764	2,345	2,992	3,700	4,465	5,281	6,141	7,041	7,973	8,928	9,900	10,880	11,859	12,827

Hauteur totale (m)

Diamètre inférieur ou égal à 25 cm :

$$\text{Vol découpe 7 cm} = -0,01411 + 0,27716 \cdot (d_{1,3})^2 \cdot H + 0,00095 \cdot d_{1,3} \cdot (H)^2$$

Diamètre supérieur à 25 cm :

$$\text{Vol découpe 20 cm} = -0,20139 + 0,36588 \cdot (d_{1,3})^2 \cdot H - 3,4364 \cdot (d_{1,3})^4$$

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

TARIF DE CUBAGE : Chêne en futaie (Normandie)

ONF Département Recherches et Techniques (1997)

Diamètre à 1,3 m (cm)

	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
10	0,092	0,158	0,241	0,370	0,612	0,867	1,135	1,415	1,708	2,013	2,331	2,662	3,005	3,361	3,730	4,111	4,505	4,911
11	0,101	0,174	0,266	0,392	0,643	0,907	1,186	1,478	1,784	2,104	2,438	2,786	3,147	3,523	3,912	4,316	4,733	5,164
12	0,110	0,190	0,291	0,415	0,674	0,948	1,237	1,541	1,860	2,195	2,545	2,909	3,289	3,684	4,095	4,520	4,961	5,416
13	0,118	0,206	0,316	0,438	0,705	0,988	1,288	1,604	1,937	2,286	2,651	3,033	3,431	3,846	4,277	4,724	5,188	5,669
14	0,127	0,222	0,340	0,460	0,736	1,028	1,339	1,667	2,013	2,377	2,758	3,157	3,573	4,007	4,459	4,929	5,416	5,921
15	0,136	0,238	0,365	0,483	0,767	1,069	1,390	1,730	2,089	2,468	2,864	3,280	3,715	4,169	4,642	5,133	5,644	6,174
16	0,145	0,253	0,390	0,506	0,797	1,109	1,441	1,793	2,166	2,558	2,971	3,404	3,857	4,331	4,824	5,338	5,872	6,426
17	0,154	0,269	0,415	0,529	0,828	1,150	1,492	1,857	2,242	2,649	3,078	3,528	3,999	4,492	5,007	5,542	6,100	6,678
18	0,163	0,285	0,440	0,551	0,859	1,190	1,544	1,920	2,319	2,740	3,184	3,652	4,141	4,654	5,189	5,747	6,328	6,931
19	0,172	0,301	0,464	0,574	0,890	1,230	1,595	1,983	2,395	2,831	3,291	3,775	4,283	4,815	5,371	5,951	6,555	7,183
20	0,181	0,317	0,489	0,597	0,921	1,271	1,646	2,046	2,471	2,922	3,398	3,899	4,425	4,977	5,554	6,156	6,783	7,436
21	0,190	0,333	0,514	0,620	0,952	1,311	1,697	2,109	2,548	3,013	3,504	4,023	4,567	5,138	5,736	6,360	7,011	7,688
22	0,199	0,349	0,539	0,642	0,983	1,352	1,748	2,172	2,624	3,104	3,611	4,146	4,709	5,300	5,919	6,565	7,239	7,941
23	0,208	0,365	0,564	0,665	1,014	1,392	1,799	2,235	2,700	3,195	3,718	4,270	4,851	5,462	6,101	6,769	7,467	8,193
24	0,217	0,381	0,589	0,688	1,045	1,432	1,850	2,298	2,777	3,285	3,824	4,394	4,993	5,623	6,283	6,974	7,695	8,446
25	0,226	0,396	0,613	0,710	1,076	1,473	1,901	2,361	2,853	3,376	3,931	4,517	5,135	5,785	6,466	7,178	7,922	8,698
26	0,235	0,412	0,638	0,733	1,107	1,513	1,952	2,425	2,929	3,467	4,038	4,641	5,277	5,946	6,648	7,383	8,150	8,950
27	0,244	0,428	0,663	0,756	1,138	1,554	2,004	2,488	3,006	3,558	4,144	4,765	5,419	6,108	6,830	7,587	8,378	9,203
28	0,253	0,444	0,688	0,779	1,169	1,594	2,055	2,551	3,082	3,649	4,251	4,888	5,561	6,269	7,013	7,792	8,606	9,455
29	0,261	0,460	0,713	0,801	1,200	1,634	2,106	2,614	3,159	3,740	4,358	5,012	5,703	6,431	7,195	7,996	8,834	9,708
30	0,270	0,476	0,738	0,824	1,230	1,675	2,157	2,677	3,235	3,831	4,464	5,136	5,845	6,593	7,378	8,201	9,061	9,960
31	0,279	0,492	0,762	0,847	1,261	1,715	2,208	2,740	3,311	3,922	4,571	5,260	5,987	6,754	7,560	8,405	9,289	10,213
32	0,288	0,508	0,787	0,869	1,292	1,756	2,259	2,803	3,388	4,012	4,678	5,383	6,129	6,916	7,742	8,610	9,517	10,465
33	0,297	0,524	0,812	0,892	1,323	1,796	2,310	2,866	3,464	4,103	4,784	5,507	6,271	7,077	7,925	8,814	9,745	10,718
34	0,306	0,540	0,837	0,915	1,354	1,836	2,361	2,929	3,540	4,194	4,891	5,631	6,413	7,239	8,107	9,019	9,973	10,970
35	0,315	0,555	0,862	0,938	1,385	1,877	2,413	2,993	3,617	4,285	4,998	5,754	6,555	7,400	8,290	9,223	10,201	11,222
36	0,324	0,571	0,887	0,960	1,416	1,917	2,464	3,056	3,693	4,376	5,104	5,878	6,697	7,562	8,472	9,428	10,428	11,475
37	0,333	0,587	0,911	0,983	1,447	1,957	2,515	3,119	3,769	4,467	5,211	6,002	6,839	7,723	8,654	9,632	10,656	11,727
38	0,342	0,603	0,936	1,006	1,478	1,998	2,566	3,182	3,846	4,558	5,318	6,125	6,981	7,885	8,837	9,836	10,884	11,980
39	0,351	0,619	0,961	1,028	1,509	2,038	2,617	3,245	3,922	4,649	5,424	6,249	7,123	8,047	9,019	10,041	11,112	12,232
40	0,360	0,635	0,986	1,051	1,540	2,079	2,668	3,308	3,999	4,740	5,531	6,373	7,265	8,208	9,202	10,245	11,340	12,485
41	0,369	0,651	1,011	1,074	1,571	2,119	2,719	3,371	4,075	4,830	5,638	6,497	7,407	8,370	9,384	10,450	11,568	12,737
42	0,378	0,667	1,036	1,097	1,602	2,159	2,770	3,434	4,151	4,921	5,744	6,620	7,549	8,531	9,566	10,654	11,795	12,990
43	0,387	0,683	1,060	1,119	1,632	2,200	2,822	3,497	4,228	5,012	5,851	6,744	7,691	8,693	9,749	10,859	12,023	13,242
44	0,396	0,698	1,085	1,142	1,663	2,240	2,873	3,561	4,304	5,103	5,958	6,868	7,833	8,854	9,931	11,063	12,251	13,494
45	0,405	0,714	1,110	1,165	1,694	2,281	2,924	3,624	4,380	5,194	6,064	6,991	7,975	9,016	10,114	11,268	12,479	13,747

Diamètre inférieur ou égal à 25 cm :

$$\text{Vol découpe 7 cm} = 0,00367612 + 0,39731 \cdot (d_{1,3})^2 \cdot H - 2,81246 \cdot d_{1,3}^4$$

Diamètre supérieur à 25 cm :

$$\text{Vol découpe 20 cm} = -0,819541 + 3,20641 \cdot d_{1,3} + 0,252445 \cdot (d_{1,3})^2 \cdot H$$

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

TARIF DE CUBAGE : Hêtre en TSF (Normandie)

ONF Département Recherches et Techniques (1997)

Diamètre à 1,3 m (cm)

	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
10	0,051	0,097	0,157	0,153	0,244	0,351	0,474	0,614	0,770	0,944	1,137	1,348	1,579	1,830	2,102	2,396	2,713	3,054
11	0,066	0,116	0,183	0,186	0,286	0,403	0,538	0,691	0,862	1,052	1,262	1,492	1,743	2,016	2,312	2,631	2,974	3,342
12	0,081	0,136	0,208	0,219	0,328	0,455	0,602	0,768	0,954	1,160	1,387	1,637	1,908	2,203	2,522	2,866	3,235	3,631
13	0,096	0,155	0,234	0,252	0,369	0,507	0,666	0,845	1,045	1,268	1,513	1,781	2,073	2,390	2,732	3,100	3,496	3,920
14	0,111	0,175	0,259	0,285	0,411	0,559	0,729	0,922	1,137	1,376	1,638	1,925	2,238	2,576	2,942	3,335	3,757	4,208
15	0,126	0,194	0,285	0,317	0,453	0,611	0,793	0,999	1,229	1,483	1,763	2,070	2,403	2,763	3,152	3,570	4,018	4,497
16	0,140	0,213	0,310	0,350	0,495	0,664	0,857	1,076	1,320	1,591	1,889	2,214	2,567	2,950	3,362	3,804	4,279	4,785
17	0,155	0,233	0,336	0,383	0,537	0,716	0,921	1,153	1,412	1,699	2,014	2,358	2,732	3,136	3,572	4,039	4,540	5,074
18	0,170	0,252	0,361	0,416	0,578	0,768	0,985	1,230	1,504	1,807	2,140	2,503	2,897	3,323	3,782	4,274	4,801	5,363
19	0,185	0,272	0,386	0,449	0,620	0,820	1,049	1,307	1,596	1,915	2,265	2,647	3,062	3,510	3,992	4,509	5,062	5,651
20	0,200	0,291	0,412	0,482	0,662	0,872	1,113	1,384	1,687	2,022	2,390	2,791	3,226	3,696	4,202	4,743	5,322	5,940
21	0,215	0,311	0,437	0,515	0,704	0,924	1,176	1,461	1,779	2,130	2,516	2,936	3,391	3,883	4,412	4,978	5,583	6,228
22	0,230	0,330	0,463	0,548	0,745	0,976	1,240	1,538	1,871	2,238	2,641	3,080	3,556	4,070	4,622	5,213	5,844	6,517
23	0,245	0,350	0,488	0,581	0,787	1,028	1,304	1,615	1,962	2,346	2,766	3,224	3,721	4,256	4,831	5,448	6,105	6,806
24	0,260	0,369	0,514	0,614	0,829	1,080	1,368	1,692	2,054	2,454	2,892	3,369	3,885	4,443	5,041	5,682	6,366	7,094
25	0,275	0,389	0,539	0,646	0,871	1,132	1,432	1,769	2,146	2,561	3,017	3,513	4,050	4,629	5,251	5,917	6,627	7,383
26	0,290	0,408	0,565	0,679	0,912	1,184	1,496	1,846	2,238	2,669	3,142	3,657	4,215	4,816	5,461	6,152	6,888	7,671
27	0,305	0,428	0,590	0,712	0,954	1,236	1,559	1,924	2,329	2,777	3,268	3,802	4,380	5,003	5,671	6,387	7,149	7,960
28	0,320	0,447	0,616	0,745	0,996	1,289	1,623	2,001	2,421	2,885	3,393	3,946	4,545	5,189	5,881	6,621	7,410	8,249
29	0,335	0,467	0,641	0,778	1,038	1,341	1,687	2,078	2,513	2,993	3,518	4,090	4,709	5,376	6,091	6,856	7,671	8,537
30	0,350	0,486	0,666	0,811	1,079	1,393	1,751	2,155	2,604	3,100	3,644	4,235	4,874	5,563	6,301	7,091	7,932	8,826
31	0,364	0,506	0,692	0,844	1,121	1,445	1,815	2,232	2,696	3,208	3,769	4,379	5,039	5,749	6,511	7,325	8,193	9,114
32	0,379	0,525	0,717	0,877	1,163	1,497	1,879	2,309	2,788	3,316	3,894	4,523	5,204	5,936	6,721	7,560	8,454	9,403
33	0,394	0,545	0,743	0,910	1,205	1,549	1,943	2,386	2,879	3,424	4,020	4,668	5,368	6,123	6,931	7,795	8,715	9,692
34	0,409	0,564	0,768	0,942	1,247	1,601	2,006	2,463	2,971	3,532	4,145	4,812	5,533	6,309	7,141	8,030	8,976	9,980
35	0,424	0,583	0,794	0,975	1,288	1,653	2,070	2,540	3,063	3,640	4,270	4,956	5,698	6,496	7,351	8,264	9,237	10,269
36	0,439	0,603	0,819	1,008	1,330	1,705	2,134	2,617	3,155	3,747	4,396	5,101	5,863	6,683	7,561	8,499	9,498	10,557
37	0,454	0,622	0,845	1,041	1,372	1,757	2,198	2,694	3,246	3,855	4,521	5,245	6,027	6,869	7,771	8,734	9,759	10,846
38	0,469	0,642	0,870	1,074	1,414	1,809	2,262	2,771	3,338	3,963	4,647	5,389	6,192	7,056	7,981	8,969	10,019	11,135
39	0,484	0,661	0,896	1,107	1,455	1,861	2,326	2,848	3,430	4,071	4,772	5,534	6,357	7,242	8,191	9,203	10,280	11,423
40	0,499	0,681	0,921	1,140	1,497	1,914	2,389	2,925	3,521	4,179	4,897	5,678	6,522	7,429	8,401	9,438	10,541	11,712
41	0,514	0,700	0,947	1,173	1,539	1,966	2,453	3,002	3,613	4,286	5,023	5,822	6,687	7,616	8,611	9,673	10,802	12,000
42	0,529	0,720	0,972	1,206	1,581	2,018	2,517	3,079	3,705	4,394	5,148	5,967	6,851	7,802	8,821	9,907	11,063	12,289
43	0,544	0,739	0,997	1,238	1,622	2,070	2,581	3,156	3,797	4,502	5,273	6,111	7,016	7,989	9,031	10,142	11,324	12,578
44	0,559	0,759	1,023	1,271	1,664	2,122	2,645	3,233	3,888	4,610	5,399	6,255	7,181	8,176	9,241	10,377	11,585	12,866
45	0,574	0,778	1,048	1,304	1,706	2,174	2,709	3,311	3,980	4,718	5,524	6,400	7,346	8,362	9,451	10,612	11,846	13,155

Hauteur totale (m)

Diamètre inférieur ou égal à 25 cm : $\text{Vol découpe 7 cm} = -0,098649 + 0,009979 \cdot H - 0,010311 \cdot (d_{1,3}) \cdot H + 0,28893 \cdot (d_{1,3})^2 \cdot H + 0,346565 \cdot (d_{1,3})^4$

Diamètre supérieur à 25 cm : $\text{Vol découpe 20 cm} = -0,178649 + 0,009979 \cdot H - 0,010311 \cdot (d_{1,3}) \cdot H + 0,28893 \cdot (d_{1,3})^2 \cdot H + 0,346565 \cdot (d_{1,3})^4$

Chapitre 6 : Tarifs de cubage

TARIF DE CUBAGE : Chêne en TSF (Normandie)

ONF Département Recherches et Techniques (1997)

		Diamètre à 1,3 m (cm)																	
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Hauteur totale (m)	10	0,11	0,17	0,26	0,30	0,41	0,55	0,71	0,91	1,14	1,40	1,72	2,09	2,51	3,01	3,57	4,23	4,97	5,81
	11	0,11	0,18	0,27	0,32	0,45	0,59	0,77	0,98	1,22	1,50	1,83	2,21	2,66	3,17	3,75	4,42	5,19	6,05
	12	0,11	0,19	0,29	0,35	0,48	0,64	0,82	1,04	1,30	1,59	1,94	2,34	2,80	3,33	3,93	4,62	5,40	6,29
	13	0,11	0,20	0,31	0,37	0,51	0,68	0,88	1,11	1,38	1,69	2,05	2,46	2,94	3,48	4,11	4,82	5,62	6,53
	14	0,12	0,21	0,32	0,39	0,55	0,73	0,94	1,18	1,46	1,78	2,16	2,59	3,08	3,64	4,29	5,01	5,84	6,77
	15	0,12	0,22	0,34	0,42	0,58	0,77	0,99	1,25	1,54	1,88	2,27	2,71	3,22	3,80	4,46	5,21	6,06	7,01
	16	0,12	0,23	0,36	0,44	0,62	0,82	1,05	1,31	1,62	1,97	2,38	2,84	3,36	3,96	4,64	5,41	6,27	7,25
	17	0,12	0,24	0,37	0,47	0,65	0,86	1,10	1,38	1,70	2,07	2,48	2,96	3,51	4,12	4,82	5,61	6,49	7,48
	18	0,13	0,25	0,39	0,49	0,69	0,91	1,16	1,45	1,78	2,16	2,59	3,09	3,65	4,28	5,00	5,80	6,71	7,72
	19	0,13	0,26	0,41	0,52	0,72	0,95	1,21	1,52	1,86	2,26	2,70	3,21	3,79	4,44	5,17	6,00	6,93	7,96
	20	0,13	0,27	0,42	0,54	0,75	0,99	1,27	1,58	1,94	2,35	2,81	3,34	3,93	4,60	5,35	6,20	7,14	8,20
	21	0,13	0,27	0,44	0,57	0,79	1,04	1,32	1,65	2,02	2,44	2,92	3,46	4,07	4,76	5,53	6,39	7,36	8,44
	22	0,14	0,28	0,46	0,59	0,82	1,08	1,38	1,72	2,10	2,54	3,03	3,59	4,21	4,92	5,71	6,59	7,58	8,68
	23	0,14	0,29	0,47	0,62	0,86	1,13	1,44	1,79	2,18	2,63	3,14	3,71	4,36	5,08	5,89	6,79	7,80	8,92
	24	0,14	0,30	0,49	0,64	0,89	1,17	1,49	1,85	2,26	2,73	3,25	3,84	4,50	5,24	6,06	6,99	8,01	9,16
	25	0,14	0,31	0,51	0,67	0,92	1,22	1,55	1,92	2,35	2,82	3,36	3,96	4,64	5,40	6,24	7,18	8,23	9,39
	26	0,15	0,32	0,52	0,69	0,96	1,26	1,60	1,99	2,43	2,92	3,47	4,09	4,78	5,56	6,42	7,38	8,45	9,63
	27	0,15	0,33	0,54	0,72	0,99	1,31	1,66	2,06	2,51	3,01	3,58	4,21	4,92	5,71	6,60	7,58	8,67	9,87
	28	0,15	0,34	0,55	0,74	1,03	1,35	1,71	2,12	2,59	3,11	3,69	4,34	5,06	5,87	6,77	7,78	8,88	10,11
	29	0,15	0,35	0,57	0,77	1,06	1,39	1,77	2,19	2,67	3,20	3,80	4,46	5,21	6,03	6,95	7,97	9,10	10,35
	30	0,16	0,36	0,59	0,79	1,10	1,44	1,82	2,26	2,75	3,29	3,91	4,59	5,35	6,19	7,13	8,17	9,32	10,59
	31	0,16	0,37	0,60	0,82	1,13	1,48	1,88	2,33	2,83	3,39	4,02	4,71	5,49	6,35	7,31	8,37	9,54	10,83
	32	0,16	0,37	0,62	0,84	1,16	1,53	1,94	2,40	2,91	3,48	4,12	4,84	5,63	6,51	7,49	8,56	9,75	11,07
	33	0,16	0,38	0,64	0,87	1,20	1,57	1,99	2,46	2,99	3,58	4,23	4,96	5,77	6,67	7,66	8,76	9,97	11,31
	34	0,17	0,39	0,65	0,89	1,23	1,62	2,05	2,53	3,07	3,67	4,34	5,09	5,91	6,83	7,84	8,96	10,19	11,54
	35	0,17	0,40	0,67	0,92	1,27	1,66	2,10	2,60	3,15	3,77	4,45	5,21	6,06	6,99	8,02	9,16	10,41	11,78
	36	0,17	0,41	0,69	0,94	1,30	1,70	2,16	2,67	3,23	3,86	4,56	5,34	6,20	7,15	8,20	9,35	10,63	12,02
	37	0,17	0,42	0,70	0,97	1,34	1,75	2,21	2,73	3,31	3,96	4,67	5,46	6,34	7,31	8,38	9,55	10,84	12,26
	38	0,18	0,43	0,72	0,99	1,37	1,79	2,27	2,80	3,39	4,05	4,78	5,59	6,48	7,47	8,55	9,75	11,06	12,50
	39	0,18	0,44	0,74	1,02	1,40	1,84	2,32	2,87	3,47	4,15	4,89	5,71	6,62	7,63	8,73	9,94	11,28	12,74
	40	0,18	0,45	0,75	1,04	1,44	1,88	2,38	2,94	3,55	4,24	5,00	5,84	6,76	7,79	8,91	10,14	11,50	12,98
	41	0,18	0,46	0,77	1,07	1,47	1,93	2,44	3,00	3,63	4,33	5,11	5,96	6,91	7,94	9,09	10,34	11,71	13,22
	42	0,19	0,47	0,79	1,09	1,51	1,97	2,49	3,07	3,72	4,43	5,22	6,09	7,05	8,10	9,26	10,54	11,93	13,46
	43	0,19	0,47	0,80	1,12	1,54	2,02	2,55	3,14	3,80	4,52	5,33	6,21	7,19	8,26	9,44	10,73	12,15	13,69
	44	0,19	0,48	0,82	1,14	1,57	2,06	2,60	3,21	3,88	4,62	5,44	6,34	7,33	8,42	9,62	10,93	12,37	13,93
	45	0,19	0,49	0,84	1,17	1,61	2,10	2,66	3,27	3,96	4,71	5,55	6,46	7,47	8,58	9,80	11,13	12,58	14,17

Diamètre inférieur ou égal à 25 cm :

$$\text{Vol découpe 7 cm} = 0,078704 - 0,011536 * H + 0,066212 * (d_{1,3}) * H + 0,184169 * (d_{1,3})^2 * H + 3,405162 * (d_{1,3})^4$$

Diamètre supérieur à 25 cm :

$$\text{Vol découpe 20 cm} = 0,018704 - 0,011536 * H + 0,066212 * (d_{1,3}) * H + 0,184169 * (d_{1,3})^2 * H + 3,405162 * (d_{1,3})^4$$

TARIF DE CUBAGE : Epicéa (Normandie)

ONF Département Recherches et Techniques (1997)

Diamètre à 1,3 m (cm)

	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
8	0,061	0,107	0,121	0,177	0,229	0,291						
9	0,069	0,123	0,146	0,212	0,277	0,354						
10	0,078	0,139	0,170	0,248	0,325	0,417						
11	0,087	0,154	0,195	0,283	0,374	0,479						
12	0,096	0,170	0,219	0,318	0,422	0,542						
13	0,105	0,186	0,244	0,354	0,470	0,605						
14	0,114	0,202	0,269	0,389	0,518	0,669						
15	0,123	0,218	0,293	0,425	0,567	0,732						
16	0,131	0,233	0,318	0,461	0,615	0,795						
17	0,140	0,249	0,343	0,496	0,664	0,859						
18	0,149	0,265	0,368	0,532	0,712	0,922						
19	0,158	0,281	0,392	0,568	0,761	0,986	1,193	1,395	1,581	1,740	1,860	1,927
20	0,167	0,297	0,417	0,604	0,810	1,049	1,274	1,495	1,702	1,884	2,028	2,122
21	0,176	0,313	0,442	0,639	0,859	1,113	1,355	1,594	1,822	2,027	2,196	2,317
22	0,185	0,329	0,467	0,675	0,908	1,177	1,436	1,694	1,943	2,171	2,365	2,513
23	0,194	0,345	0,492	0,711	0,957	1,241	1,516	1,794	2,064	2,315	2,534	2,709
24	0,203	0,361	0,517	0,747	1,006	1,305	1,598	1,894	2,185	2,459	2,703	2,905
25	0,212	0,377	0,542	0,783	1,055	1,369	1,679	1,994	2,306	2,603	2,872	3,101
26	0,221	0,393	0,567	0,820	1,104	1,433	1,760	2,095	2,428	2,747	3,042	3,298
27	0,230	0,409	0,592	0,856	1,153	1,498	1,841	2,195	2,549	2,892	3,212	3,495
28			0,618	0,892	1,202	1,562	1,923	2,296	2,671	3,037	3,382	3,692
29			0,643	0,928	1,252	1,626	2,004	2,397	2,793	3,182	3,552	3,890
30			0,668	0,965	1,301	1,691	2,086	2,498	2,915	3,327	3,723	4,087
31			0,693	1,001	1,351	1,756	2,168	2,599	3,037	3,473	3,893	4,285
32			0,719	1,037	1,400	1,820	2,250	2,700	3,160	3,619	4,064	4,484
33						1,885	2,332	2,801	3,282	3,765	4,236	4,682
34						1,950	2,414	2,903	3,405	3,911	4,407	4,881
35						2,015	2,497	3,004	3,528	4,057	4,579	5,080

Hauteur totale (m)

Diamètre inférieur ou égal à 20 cm :

$$\text{Vol découpe 7 cm} = -0,005885 + 0,3887033*(d_{1,3})^2*H - 7,08094*d_{1,3}^4 + 0,000281*d_{1,3}^2*H^2$$

Diamètre supérieur à 20 cm et < ou = à 30 cm :

$$\text{Vol découpe 14 cm} = -0,045885 + 0,3887033*(d_{1,3})^2*H - 7,08094*d_{1,3}^4 + 0,000281*d_{1,3}^2*H^2$$

Diamètre supérieur à 30 cm :

$$\text{Vol découpe 14 cm} = -0,025885 + 0,3887033*(d_{1,3})^2*H - 7,08094*d_{1,3}^4 + 0,000281*d_{1,3}^2*H^2$$

