



Chapitre 3 : **LES TARIFS DE CUBAGE**

Présenté par : Dr BENANDALLAH Mohamed Ali

-25 Avril 2020-

Chapitre 3 : Les tarifs de cubage

Par définition, un tarif de cubage est un tableau chiffré, un graphique ou une formule qui donne une estimation du volume d'un arbre ou d'un ensemble d'arbres en fonction de diverses variables représentant les entrées du tarif.

Ces entrées facilement mesurables sont des caractéristiques soit de l'arbre (circonférence, hauteur totale ou hauteur du bois fort) soit du peuplement (surface terrière par hectare, hauteur moyenne ou dominante).

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.

Plusieurs types de tarifs sont rapportés dans la littérature forestière (PARDE et BOUCHON, 1988 ; RONDEUX,1993).

- Les tarifs à une entrée**
- Les tarifs de cubage à 2 entrées**
- Les tarifs à plus de deux entrées**

- **Les tarifs à une entrée $[v=f(d)]$ qui donnent le volume moyen(v) d'un arbre qui nécessitent la mesure d'un seul paramètre, la circonférence(c) ou le diamètre à 1.30m (d) . Ces types de tarifs peu précis sont d'une utilisation plus restreinte et localisée, car ils supposent que pour une essence donnée, le rapport hauteur-diamètre est constant. Ils sont utilisés généralement comme tarif d'aménagement pour le cubage des peuplements homogènes et le calcul de la possibilité.**

- Les tarifs de cubage à 2 entrées [v=f(d,h)] qui nécessitent en plus du diamètre, la mesure d'une autre caractéristique de l'arbre comme la hauteur totale(h) ou la hauteur correspondant à une découpe donnée (hd). Ces tarifs augmentent la précision au niveau du calcul du volume d'un peuplement et sont d'usage courant.

- Les tarifs à plus de deux entrées (tarifs à entrées multiples) : ces tarifs nécessitant plus de deux mesures par arbres) : 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 « difficile ».

2-Utilisation des tarifs de cubage :

A- Les tarifs ALGAN :

Ces tarifs “à une entrée” ont été établis par ALGAN, inspecteur des Eaux et Forêts dans l’Est de la France. Ils supposent que :

- 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.

- Un arbre triple son volume quand son diamètre passe de 60 à 100 cm.

Selon l'auteur, ces tarifs sont satisfaisants en moyenne et seraient valables quelque soit l'essence et la région en France. A cet effet, les tarifs rapides conviennent surtout dans les peuplements hétérogènes.

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 :

N° du tarif	1	2	3...	...18	19	20
V45	0,9	1	1,1	2,6	2,7	2,8

Remarque : La relation : $10 \cdot V45 = N + 8$ (N le numéro du tarif et V45 le volume de l'arbre de 45), permet de choisir le tarif à appliquer en connaissant le volume moyen de l'arbre de 45 dans un peuplement grâce à quelques cubages préalables.

B- Les tarifs SCHAEFFER :

1- LES TARIFS RAPIDES :

Les tarifs ALGAN n'étant pas basés sur une relation algébrique, 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 le Volume 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.

2- LES TARIFS LENTS :

Les tarifs lents sont utilisés dans le cas des parcelles très homogènes (petite surface), 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. Par contre les tarifs rapides sont valables dans le cas des parcelles hétérogènes .

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

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

***V* : étant le Volume 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.**

Exemple : Le volume de l'arbre de 45 cm en mètres cubes $V_{45}=1,1$ m³. Trouvez le Volume (V_{75} m³) par l'utilisation du tarif de cubage lent de Schaeffer :

$$V_{75} = 1,1/1800 \times 75 (70) = 3,20$$

$$V_{45} = 1,1 , V_{75} = 3,20 \dots\dots\dots \text{Tarif N}^\circ 3.$$

3-Elaboration des tarifs 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.**

1-Récolte des données 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.

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.

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 ».**

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,...**

2- Préparation des données 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,...).

4- Construction proprement dite d'un tarif de cubage :

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

- méthode directe,**
- méthode graphique,**
- méthode statistique.**

On distingue en général trois méthodes de construction des tarifs:

a- La méthode dite directe qui utilise le volume moyen estimé par des formules de cubages. Ce volume moyen est déterminé par classes de grosseur (circonférence ou diamètre) pour le tarif de cubage à une entrée ou par classes de grosseurs et de hauteurs dans le cas du tarif à 2 entrées et de tracer la courbe correspondante.

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

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

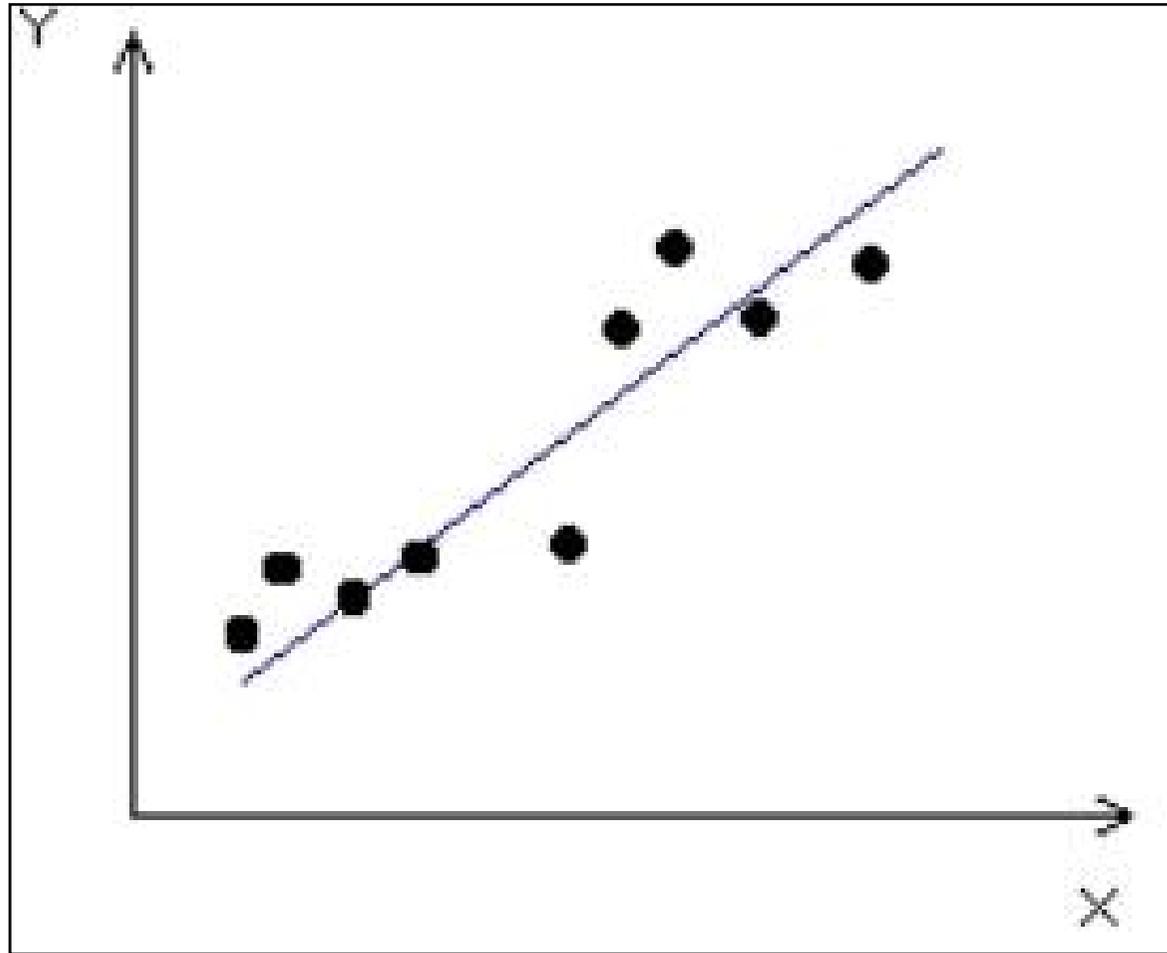
h = hauteur totale

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 %.

b- La méthode graphique ne nécessitent aucun calcul permet de tracer une courbe moyenne dans le nuage de points défini par le volume en fonction du diamètre ou de la circonférence à 1,30m. Elle reste cependant subjective et n'est pas précise dans le calcul d'un ensemble d'arbres.



Representation graphique de la variable Y (ex: volume) en fonction de X (ex: diamètre)

c- La construction des tarifs de cubage par voie mathématique est la plus utilisée actuellement. Elle s'est développée grâce à l'utilisation de l'outil informatique. A partir des mesures effectuées sur les arbres échantillonnés, on établit des relations

Les équations mathématiques les plus utilisées sont de type :

-Tarif à une entrée

$$V = a_0 + a_1 d$$

$$V = a_0 + a_1 d^2$$

$$V = a_0 + a_1 d^k$$

-Tarif à 2 entrées

$$V = a_0 + a_1 d^2 H_{tot}$$

$$V = a_0 + a_1 d^2 + a_2 H_{tot}$$

$$V = a_0 + a_1 d^2 + a_2 H_{tot} + a_3 d^2 H_{tot}$$

Avec:

V = volume total de l'arbre (m³) ; d = diamètre à 1,30 m (m) ; H tot = hauteur totale de l'arbre ; a₁, a₂... a_k, k = paramètres de régression

5-Utilisation des tables de cubage :

Au niveau de la gestion forestière, les tarifs de cubage parfois aussi appelé « table de cubage » servent surtout pour la détermination de la possibilité annuelle dans l'estimation des coupes sur pied ou bien dans la recherche forestière pour l'élaboration des modèles de sylviculture ou encore pour la construction des tables de production.

•Bibliographie :

- Pardé, J. and Bouchon J. (1988) Dendrométrie. 2nd Edition, Ecole National du Génie Rural, des Eaux et Forets, Nancy, 327.
- RONDEUX Jacques (1999) : La mesure des arbres et des peuplements forestiers (2° Edition)., 522 p.
- 4-Cours Dendrométrie Jean-Yves MASSENET