

Tarifs de cubage « peuplement » pour l'épicéa commun en Ardenne

PAR

Jacques RONDEUX

*Chaire de Sylviculture
Faculté des Sciences Agronomiques Gembloux (Belgique)*

Ind. bibli. : 524.315:174.2

1. — Introduction.

Habituellement, le cubage d'un peuplement s'appuie sur la détermination préalable du volume d'arbres individuels ou moyens, par l'intermédiaire de tarifs mettant en œuvre des variables dendrométriques telles que la grosseur à hauteur d'homme et la hauteur (totale ou bois fort). Le volume d'un peuplement sur pied peut cependant être directement estimé à partir de ces deux mêmes variables transposées au niveau du peuplement, c'est-à-dire la surface terrière et la hauteur moyenne.

Le but de cet article est de présenter, dans les grandes lignes, un tarif « peuplement » destiné au cubage global des pessières de l'Ardenne méridionale. La méthodologie utilisée dans la construction de semblable tarif est présentée dans une étude plus détaillée (RONDEUX, 1976).

2. — Données de base.

1) *Peuplements*

Plusieurs centaines d'hectares d'épicéa, représentés par plus de 300 placettes temporaires de 4 ares initialement destinées à une étude de production (THILL et PALM, 1976), ont servi de base à l'élaboration de notre tarif.

Il s'agit de peuplements dont l'âge varie de 30 à 100 ans, la hauteur dominante de 16 à 35 m et la surface terrière de 24 à 55 m².

2) *Mesures et calculs effectués*

Dans chaque placette, on a mesuré, entre autres choses, la circonférence à 1.3 m (c) de tous les arbres et la hauteur dominante (h_{dom}), correspondant à la moyenne arithmétique des hauteurs totales des 4 plus gros bois (ou, par convention, des 100 plus gros bois à l'hectare).

Ces deux variables ont permis « d'entrer » dans des tarifs de cubage « individuels » fournissant divers types de volume définis par des découpes variables. Nous n'envisagerons ici que des volumes bois fort (v_{22}) et des

volumes correspondant à une découpe de 60 cm de circonférence (v_{60}). Les tarifs utilisés étaient basés sur les équations suivantes (DAGNELIE et al., 1976; THILL et PALM, 1975) :

$$v_{22} = -0,046981 + 0,00003714 c^2 + 0,0005887 h_{dom} + 0,0000021025 c^2 h_{dom}$$

$$v_{60} = -0,446020 + 0,00005788 c^2 + 0,008537 h_{dom} + 0,0000015400 c^2 h_{dom}$$

3. — Tarifs et équations de cubage.

Etant donné que l'on disposait, pour chaque placette, des volumes (ramenés à l'hectare), des surfaces terrières (calculées à partir des circonférences) et des hauteurs dominantes, nous avons testé divers modèles mathématiques susceptibles d'expliquer au mieux la relation unissant les volumes aux deux autres composantes.

Selon les types de volumes envisagés, seuls les modèles suivants ont été retenus (1) :

$$v_{22} = -54,43650 + 2,59570 G + 2,00900 h_{dom} + 0,32115 G h_{dom} \quad (R^2 = 0,992; CV = 2,2 \%)$$

$$v_{60} = 75,29876 - 14,24099 G - 2,69513 h_{dom} + 0,85859 G h_{dom} \quad (R^2 = 0,945; CV = 11,1 \%)$$

Les tarifs proprement dits sont présentés sous leur forme plus conventionnelle dans le tableau 1, en ce qui concerne le volume du bois fort, et dans le tableau 2, en ce qui concerne le volume jusqu'à la découpe située à 60 cm de circonférence.

Lorsque l'on dispose de ces relations, le volume à l'hectare peut aussi être estimé par d'autres voies : par exemple, en utilisant la relation générale : $V = G.H.F.$ ou $V = G.(HF)^{(2)}$. En effet, pour les peuplements analysés dans notre étude, l'expression V/G ou HF est étroitement liée à la hauteur dominante (RONDEUX, 1976).

Il est particulièrement intéressant de remarquer que, par le calcul, on obtient un coefficient de forme F égal à 0,421 avec un écart-type très faible de 0,012, pour des hauteurs dominantes s'échelonnant de 19 à 34 m. En d'autres termes, cela voudrait dire que l'on pourrait accepter un coefficient de forme F pratiquement constant dans la réalisation de cubages rapides de peuplements d'épicéa et vraisemblablement aussi d'autres essences au moyen de la formule classique $V = G.H.F.$

(1) Les volumes sont exprimés en m^3 , la surface terrière en m^2 et la hauteur dominante en m. Le coefficient de détermination R^2 traduit la part de variation du volume qui est expliquée par l'équation de régression tandis que le coefficient de variation résiduel CV (exprimé en %) représente la dispersion des volumes observés par rapport aux volumes estimés au moyen du modèle de régression.

(2) HF est généralement appelée « hauteur réduite », celle-ci correspond au produit de la hauteur d'un peuplement (ici la hauteur dominante) par le coefficient de forme F de ce même peuplement. A noter que le coefficient de forme F que nous utilisons est basé sur la hauteur dominante du peuplement et non, comme c'est toujours le cas, sur la hauteur moyenne.

TABLEAU 1. — Volume, par hectare (en m³), du bois fort de la tige en fonction de la surface terrière G (en m²) et de la hauteur dominante b dom (en m.)

TARIF DE CURAGE PEUPLIEMENT - EPICEA
 $V = -54,43650 + 2,59570 * G + 2,00900 * HDOM + 0,32115 * G * HDOM$

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
I 1																	
I 6																	
I 24	173.	185.	192.	202.	212.	222.	231.	241.	251.	260.	270.	280.	290.	299.	309.	319.	329.
I 25	184.	191.	201.	211.	221.	231.	241.	251.	261.	271.	281.	292.	302.	312.	322.	332.	342.
I 26	189.	200.	210.	220.	231.	241.	251.	262.	272.	282.	293.	303.	313.	324.	334.	345.	355.
I 27	197.	208.	219.	229.	240.	251.	261.	272.	283.	293.	304.	315.	325.	336.	347.	357.	368.
I 28	205.	216.	228.	238.	249.	260.	271.	282.	293.	304.	315.	326.	337.	348.	359.	370.	381.
I 29	213.	225.	236.	247.	259.	270.	281.	293.	304.	315.	327.	338.	349.	361.	373.	383.	394.
I 30	221.	233.	245.	256.	268.	280.	291.	303.	315.	326.	338.	349.	361.	373.	384.	396.	408.
I 31	229.	241.	253.	265.	277.	289.	301.	313.	325.	337.	349.	361.	373.	385.	397.	409.	421.
I 32	237.	250.	262.	274.	287.	299.	311.	323.	336.	348.	360.	373.	385.	397.	409.	422.	434.
I 33	246.	258.	271.	283.	296.	309.	321.	334.	346.	359.	372.	384.	397.	409.	422.	435.	447.
I 34	254.	267.	279.	292.	305.	318.	331.	344.	357.	370.	383.	396.	409.	422.	435.	448.	460.
I 35	262.	275.	288.	301.	315.	328.	341.	354.	368.	381.	394.	407.	421.	434.	447.	460.	474.
I 36	270.	283.	297.	310.	324.	338.	351.	365.	378.	392.	405.	419.	433.	446.	460.	473.	487.
I 37	278.	292.	306.	319.	333.	347.	361.	375.	389.	403.	417.	431.	444.	458.	472.	486.	500.
I 38	286.	300.	314.	328.	343.	357.	371.	385.	400.	414.	428.	442.	455.	471.	485.	499.	513.
I 39	294.	308.	323.	337.	352.	367.	381.	396.	410.	425.	439.	454.	468.	483.	497.	512.	526.
I 40	302.	317.	332.	346.	361.	376.	391.	406.	421.	436.	450.	465.	480.	495.	510.	525.	540.
I 41	310.	325.	340.	356.	371.	386.	401.	416.	431.	447.	462.	477.	492.	507.	522.	538.	553.
I 42	318.	334.	349.	365.	380.	396.	411.	427.	442.	458.	473.	489.	504.	520.	535.	550.	566.
I 43	326.	342.	358.	374.	389.	405.	421.	437.	453.	468.	484.	500.	516.	532.	548.	563.	579.
I 44	334.	350.	366.	383.	399.	415.	431.	447.	463.	479.	496.	512.	528.	544.	560.	576.	592.
I 45	342.	359.	375.	392.	408.	425.	441.	457.	474.	490.	507.	523.	540.	556.	573.	589.	606.
I 46	350.	367.	384.	401.	417.	434.	451.	468.	485.	501.	518.	535.	552.	568.	585.	602.	619.
I 47	358.	375.	393.	410.	427.	444.	461.	478.	495.	512.	529.	546.	564.	581.	598.	615.	632.
I 48	366.	384.	401.	419.	436.	453.	471.	488.	506.	523.	541.	558.	575.	593.	610.	628.	645.
I 49	374.	392.	410.	428.	445.	463.	481.	499.	516.	534.	552.	570.	587.	605.	623.	641.	658.
I 50	382.	401.	419.	437.	455.	473.	491.	509.	527.	545.	563.	581.	599.	617.	635.	653.	672.

TABLEAU 2. — Volume, par hectare (en m³), jusqu'à la découpe de 60 cm de circonférence en fonction de la surface terrière G (m²) et de la hauteur dominante h dom (en m)

TABLIJ DE CUBAGE PEUPLLEMENT - EPICEA
 $V = 75,24276 - 14,24098G + 2,69513h_{dom} + 0,85859Gh_{dom}$

	h dom															
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
I 6	38	56	74	92	110	128	145	163	181	199	217	235	253	271	289	307
I 24	38	57	76	95	113	132	151	170	189	207	226	245	264	282	301	320
I 25	38	57	76	95	113	132	151	170	189	207	226	245	264	282	301	320
I 26	39	58	78	98	117	137	156	176	196	215	235	255	274	294	314	333
I 27	39	60	80	101	121	142	162	182	203	223	244	264	285	305	326	346
I 28	39	61	82	103	125	146	167	189	210	232	253	274	296	317	338	360
I 29	40	62	84	106	129	151	173	195	217	240	262	284	306	328	351	373
I 30	40	63	86	109	132	155	179	202	225	248	271	294	317	340	363	386
I 31	40	64	88	112	136	160	184	208	232	256	280	304	328	351	375	399
I 32	41	66	90	115	140	165	190	214	239	264	289	313	338	363	388	413
I 33	41	67	92	118	144	169	195	221	246	272	298	323	349	374	400	426
I 34	42	68	95	121	148	174	201	227	254	280	307	333	360	386	413	439
I 35	42	69	97	124	151	179	206	233	261	288	315	343	370	398	425	452
I 36	42	70	99	127	155	183	212	240	268	296	324	353	381	409	437	465
I 37	43	72	101	130	159	188	217	246	275	304	333	362	391	421	450	479
I 38	43	73	103	133	163	193	223	252	282	312	342	372	402	432	462	492
I 39	43	74	105	136	166	197	228	259	290	320	351	382	413	444	474	505
I 40	44	75	107	139	170	202	234	265	297	329	360	392	423	455	487	519
I 41	44	77	109	142	174	207	239	272	304	337	369	402	434	467	499	532
I 42	44	78	111	144	178	211	245	278	311	345	378	411	445	478	512	545
I 43	45	79	113	147	182	216	250	284	319	353	387	421	455	490	524	558
I 44	45	80	115	150	185	221	256	291	326	361	396	431	466	501	536	571
I 45	45	81	117	153	189	225	261	297	333	369	405	441	477	513	549	585
I 46	46	83	119	156	193	230	267	303	340	377	414	451	487	524	561	598
I 47	46	84	121	159	197	234	272	310	347	385	423	460	498	536	573	611
I 48	47	85	124	162	201	239	278	316	355	393	432	470	509	547	586	624
I 49	47	86	126	165	204	244	283	323	362	401	441	480	519	559	598	638
I 50	47	87	128	168	208	248	289	329	369	409	450	490	530	570	611	651

4. — *Utilisation pratique.*

1) *Quelques principes*

Sur le terrain, l'utilisation de notre tarif de cubage à l'échelle d'un ou de plusieurs peuplements suppose la détermination préalable, sur base d'échantillons, de la surface terrière et de la hauteur dominante.

— *Echantillonnage*

Qu'il s'agisse d'inventaires ou d'études de production, la meilleure façon de procéder consiste à matérialiser au sein des peuplements un certain nombre d'échantillons : « points de sondage » ou placettes, de préférence circulaires, à rayon variant de 6 à 10 m selon les circonstances. Les placettes peuvent être installées au moyen de la mire de PARDE (placettes fixes délimitées), au moyen du relascope de BITTERLICH ou de prismes relascopiques (DELVAUX, 1976) (placettes non délimitées à surface variable) ou encore, plus expéditivement, de manière à ce qu'elles comportent au moins une dizaine de bois.

Pour travailler avec une précision acceptable, le nombre de points d'échantillonnage peut être fixé à titre indicatif comme suit, selon l'étendue des peuplements ou des massifs d'épicéa, pour autant qu'ils soient relativement uniformes (HAMILTON, 1975).

<i>Surface (ha)</i>	<i>Nombre de placettes</i>
0,5 — 2,0	6
2,0 — 10,0	8
+ de 10,0	10

Dans des situations non uniformes, il convient de baser les mesures sur un nombre plus élevé de placettes (pratiquement le double, pour fixer les idées) et de répartir les peuplements en strates plus homogènes.

— *Mesure de la surface terrière*

En principe, la surface terrière est estimée à partir des circonférences de tous les arbres présents dans les placettes. En pratique, on peut, partout où les conditions le permettent, la déterminer directement au moyen du relascope de BITTERLICH lors de mesures « ponctuelles ».

— *Mesure de la hauteur dominante*

La hauteur dominante est mesurée au dendromètre BLUME-LEISS; elle correspond, pour une placette donnée, à la hauteur totale moyenne des arbres les plus gros (à raison d'un bois par are de surface considérée) et pour un peuplement donné à la moyenne arithmétique des hauteurs de ces mêmes arbres relatifs à l'ensemble des placettes intéressant ledit peuplement.

2) Exemple

Le volume d'un peuplement d'épicéa de 3 ha, à première vue homogène, comportant 813 bois a été estimé par l'intermédiaire du tarif peuplement que nous avons mis au point. A cette fin, 6 placettes délimitées au relascope de BITTERLICH (1) et réparties aléatoirement dans le peuplement ont donné lieu aux valeurs suivantes de surface terrière et de hauteur dominante.

Placettes	G (m ² /ha)	h _{dom} (m)
1	31.5	34.0
2	30.0	33.0
3	33.0	33.0
4	31.0	32.5
5	34.0	32.0
6	29.0	31.0
Total :	188.5	195.5
Moyenne :	31.4	32.6

Si l'on s'en réfère au tableau 1, pour une surface terrière de 31,4 m² et une hauteur dominante de 32,6 m, on obtient par interpolation 435 m³/ha, soit pour le peuplement en cause 435 x 3 = 1 305 m³. Par la formule simplifiée utilisant le coefficient de forme F, on aurait obtenu :

$$31,4 \times 32,6 \times 0,421 = 431 \text{ m}^3/\text{ha},$$

soit un volume total de 1 293 m³.

L'inventaire complet du même peuplement donne, sur base d'un tarif beaucoup plus précis à deux entrées (circonférence, hauteur totale), un cube total de 1 322 m³ soit, pour les deux méthodes ci-avant, des différences de 1,3 % et 2,2 %.

5. — Conclusions

Dans le but de faciliter le cubage de peuplements d'épicéa, nous avons construit des tarifs fournissant directement le volume à l'hectare en fonction de la surface terrière à l'hectare et de la hauteur dominante de ces mêmes peuplements.

Semblable tarif serait intéressant à considérer lors de la réalisation d'inventaires-pilotes, dans l'estimation rapide de nos ressources forestières et dans l'établissement des assiettes de coupes. Son principe mériterait aussi d'être envisagé pour d'autres essences éduquées en peuplements équiennes et certainement dans la plupart des problèmes de cubage où l'utilisateur accorde plus d'importance à l'efficacité d'une méthode qu'à la recherche d'une précision élevée.

(1) Pour une placette de ce type, l'ensemble des opérations effectuées (délimitations et mesures des deux hauteurs, par exemple) demande environ 10 à 15 minutes de travail à un seul opérateur.

Remerciements.

Les données de base utilisées dans la présente étude ont été récoltées par Monsieur A. THILL, Chef de Travaux au Centre d'Ecologie Forestière I.R.S.I.A. de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux.

Nous tenons à le remercier d'avoir mis à notre disposition les divers dossiers qui nous intéressaient.

Bibliographie.

- DAGNELIE, P.; RONDEUX, J.; THILL, A. (1978). — Tables dendrométriques. Presses Agronomiques de Gembloux, 120 p.
- DELVAUX, J. (1978). — Données et procédés pour l'estimation des peuplements forestiers. Bull. Soc. Roy. For. de Belgique, 83 (2), 93-100.
- HAMILTON, G.J. (1975). — Forest mensuration handbook - Forestry Commission, Booklet n° 39, 274 p.
- RONDEUX, J. (1978). — Construction et utilisation de tarifs de cubage de peuplement pour l'épicéa (*Picea Abies* Karst.) en Ardenne méridionale. (Texte à publier dans le Bull. Rech. Agron. Gembloux).
- LOETSCH, F.; ZÜHRER, F. and HALLER, K.E. (1973). — Forest inventory, Volume 2, BLV Verlagsgesellschaft, München, 469 p.
- THILL, A. et PALM, R. (1975). — Etude dendrométrique de l'épicéa commun. Note technique n° 21. Centre d'Ecologie Forestière IRSIA, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, 74 p.
- THILL, A. et PALM, R. (1978). — Production de l'épicéa commun dans le Sud-Ouest de l'Ardenne belge. Note technique n° 20, Centre d'Ecologie Forestière IRSIA, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, 42 p.

Résumé.

Cet article a pour but de présenter des tarifs de cubage qui ont été construits en vue d'estimer plus rapidement les volumes à l'hectare de peuplements d'épicéa (*Picea Abies* KARST.) principalement situés en Ardenne méridionale. L'utilisation de ces tarifs nécessite la détermination préalable de la surface terrière à l'hectare et de la hauteur dominante.

Samenvatting

In dit artikel worden kuberingstabellen voorgesteld die werden uitgewerkt om sneller de inhoud per hectare te bepalen van fijnsparpstanden (*Picea abies* Karst.) die zich hoofdzakelijk in de zuidelijke Ardennen bevinden. Om deze tabellen te gebruiken dienen vooraf het grondvlak per hectare en de hoogte van de overheersende bomen bepaald.

Zusammenfassung

Die vorgeschlagenen Massentafeln erlauben es schneller als bisher das Bestandesvolumen von Südbelgischen Fichtenbeständen (*Picea Abies* Karst.) zu bestimmen. Grundfläche und Oberhöhe des Bestandes müssen vorher bestimmt werden.

Summary

Stand volume tables of Norway Spruce (*Picea Abies* Karst.) in « Southern Ardennes » have been established in order to estimate directly volumes per hectare. The use of such tables calls for preliminary measurements of the basal area and the top height.

Compared to the tree volume approach, fewer measurements and computations are made with great savings in time and little loss in accuracy. The equations should be valid for many inventory purposes.

Special attention should be given in future to stand volume equations for other species and local use.