

technique et forêt

TARIF DE CUBAGE "PEUPLEMENT" POUR LES MÉLÈZES EN BELGIQUE MÉRIDIONALE *

Dominique PAUWELS – J. RONDEUX

Les tarifs de cubage "peuplement" permettent d'estimer directement le volume sur pied, ramené à l'hectare, d'un peuplement à partir de caractéristiques dendrométriques aisément récoltables telles que la hauteur dominante et la surface terrière. Ils s'avèrent particulièrement utiles dans les problèmes d'aménagement forestier et d'évaluation des ressources forestières, plus précisément lors d'estimations globales et rapides du matériel ligneux sur pied (Rondeux, 1977).

Plusieurs tarifs de ce type existent actuellement en Région wallonne pour les peuplements d'Épicéa (Rondeux, 1977), de Hêtre (Toussaint et al., 1983), de Douglas (Hondeux et al., 1991) et de Chênes indigènes cultivés en taillis-sous-futaie (Rondeux et al., 1987). À la suite d'une étude portant sur l'élaboration d'un modèle de croissance pour les mélèzes, nous avons mis à profit les nombreuses mesures dendrométriques récoltées au sein de placettes de production pour construire un tarif semblable adapté au cubage de peuplements de Mélèze, plus particulièrement de Mélèze du Japon [*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.] et ainsi étoffer la gamme de tarifs "peuplement" déjà existante.

Après un bref rappel de l'importance du Mélèze en Région wallonne (ci-dessous), nous présenterons le matériel d'étude et la méthode de construction du tarif (p. 606). Nous discuterons ensuite les résultats obtenus (p. 609), évoquerons la manière d'utiliser le tarif (p. 609) et tirerons quelques conclusions (p. 610).

LE MÉLÈZE EN RÉGION WALLONNE

Au milieu des années 80, selon l'inventaire forestier régional, la surface totale estimée des mélèzins (tous mélèzes coniférus : Mélèze d'Europe [*Larix decidua* Mill.], Mélèze du Japon [*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.] et Mélèzes hybrides [*Larix eurolepis*]) avoisinait 10300 ha, soit approximativement

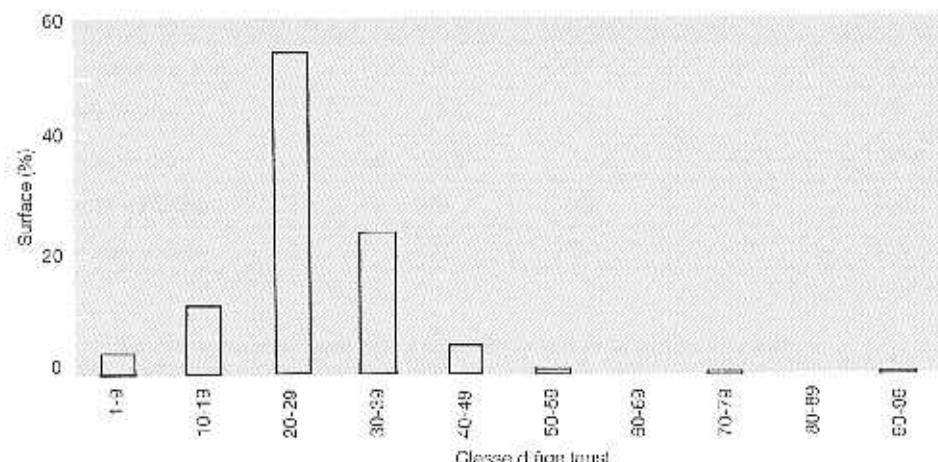
* Recherche financée par la Région wallonne, Ministère de l'Environnement, des Ressources naturelles et de l'Agriculture.

4 % des peuplements résineux (Rondeaux *et al.*, 1986). Une mise à jour partielle de cet inventaire effectuée en 1996 (Lecomte *et al.*, 1997) tend à montrer que les surfaces des mélèzins, comme celles des autres résineux, sont en légère régression.

La répartition des surfaces par classes d'âge en 1986 est présentée dans la figure 1 (ci-dessous). Plus de 75 % des peuplements ont un âge compris entre 20 et 40 ans. Ces peuplements correspondent à la vague de plantation de Mélèze observée de 1950 à 1970.

Figure 1

**RÉPARTITION PAR CLASSES D'ÂGE DES SURFACES DE MÉLÈZE
EN RÉGION WALLONNE EN 1986**



Les peuplements sont principalement situés sur des sols caillouteux à charge schisteuse, gréseuse ou schisto-gréseuse (80 %) et sont observés dans une très large gamme d'altitudes allant de 50 à 600 m. L'Ardennais est la région naturelle qui comporte la majorité des mélèzins (50 % des peuplements observés) suivie par le Condroz (29,1 %) tandis que les autres régions sont moins concernées : Région limoneuse (7,3 %), Fagne-Farolloise (9,2 %), Région jurassique (4,4 %).

Il s'agit principalement de peuplements de Mélèze du Japon (environ 70 %). Les peuplements de Mélèze d'Europe et de Mélèzes hybrides (ces derniers étant encore très jeunes) sont également représentés mais dans une moindre proportion. Les peuplements ont une taille moyenne souvent réduite à quelques dizaines d'ares et sont très disséminés sur l'étendue de la Région wallonne.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Des placettes temporaires à surface variant de 1 à 22 ares (selon la densité et la surface des peuplements retenus dans l'échantillon) et représentant la plus grande diversité possible de conditions de sol et de croissance ont été installées dans 150 peuplements purs et équiliéens de Mélèze situés en Région wallonne. Le choix de la localisation de ces placettes au sein des peuplements, d'étendues généralement faibles, a été largement dicté par la volonté d'éviter les effets de bordures et de trouées. Il s'agit majoritairement (72 %) de peuplements de Mélèze du Japon, le reste étant constitué de Mélèze d'Europe. La circonference à 1,30 m (C_{130}) de tous les arbres ainsi que la hauteur dominante (Hdom) du peuplement (correspondant par convention à la moyenne arithmétique des hauteurs des 100 plus gros bois à l'hectare ou des n plus gros bois par n ares de placette)

Technique et forêt

ont été mesurées sur chaque placette. Seuls les peuplements dont la circonférence moyenne était supérieure à 50 cm ont été pris en considération, et ce afin que la majorité des arbres du peuplement puissent être cubés avec une précision suffisante.

À partir des variables précitées, le volume bois fort (volume géométrique de la tige depuis le sol jusqu'à la découpe de circonference 22 cm : v_{22} , en m^3) de chaque arbre ayant une circonference

Tableau I Caractéristiques dendrométriques des peuplements de Mélèze mesurés en vue de la construction du tarif de cubage "peuplement"

Caractéristiques dendrométriques	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Circonference moyenne (cm)	87	21	51	141
Surface terrière (m^2/ha)	29,5	7,7	16	59
Hauteur dominante (m)	24,5	4,3	14,3	33,8
Nombre de tiges à l'hectare	588	368	166	1650
Volume à l'hectare (m^3/ha)	320	97	163	655

Tableau II Nombre de placettes ayant servi à construire le tarif de cubage "peuplement" réparties en catégories de surface terrière (G/ha en m^2/ha) et de hauteur dominante (Hdom en m)

G/ha (m^2/ha)	Hdom (m)										Total
	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33	
14-15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
16-17	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
18-19	0	0	1	0	1	0	1	2	0	0	5
20-21	0	0	1	0	1	6	2	3	1	0	14
22-23	0	0	2	2	2	4	3	2	0	0	15
24-25	2	0	0	1	3	6	1	3	1	1	18
26-27	2	2	1	3	2	3	4	0	0	0	17
28-29	3	0	0	3	3	1	5	2	2	3	22
30-31	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	5
32-33	0	1	0	4	1	2	3	3	1	0	15
34-35	0	1	2	1	1	2	0	1	0	0	8
36-37	0	0	1	4	1	0	2	1	1	0	10
38-39	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	5
40-41	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
42-43	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	4
44-60	0	0	0	1	2	1	1	3	0	0	8
Total	7	4	10	22	20	28	25	22	8	4	150

supérieure à 22 cm a été calculé grâce à l'équation de cubage "arbre" de Dagnelie et al. (1999) dont le domaine de validité englobe la région étudiée. Cette équation qui fait intervenir la circonférence à 1,30 m (c_{130} , en cm) et la hauteur dominante (Hdom, en m) a été établie à partir d'arbres abattus dont les volumes résultent d'un cubage par billets successifs d'une longueur d'un mètre dans les 10 premiers mètres de la tige et de 2 mètres au-delà. Elle se présente sous la forme suivante :

$$v22 = -0.17511 \cdot 10^{-3} + 0.50499 \cdot 10^{-3} \cdot c_{130} + 0.15638 \cdot 10^{-4} \cdot c_{130}^2 - 0.74426 \cdot 10^{-7} \cdot c_{130}^3 - 0.21894 \cdot 10^{-2} \cdot Hdom + 0.32361 \cdot 10^{-5} \cdot c_{130}^2 \cdot Hdom$$

Le volume est alors ramené à l'hectare puis mis en relation avec la surface terrière et la hauteur dominante du peuplement. Étant donné l'existence d'un tarif de cubage "arbre" unique pour les deux espèces, le tarif de cubage "peuplement" concerne indistinctement les Mélèzes d'Europe et du Japon.

Les caractéristiques dendrométriques générales des placettes ayant servi à construire le tarif de cubage "peuplement" sont reprises, en termes de moyennes et de variabilité, dans le tableau I (p. 607). Le tableau II (p. 607) présente le nombre de placettes par catégories de surface terrière (G/ha) et de hauteur dominante (Hdom). Il fournit ainsi de précieuses indications sur le domaine de validité du tarif.

Tableau III Volume (m³/ha) du bois fort de la tige (jusqu'à la découpe de 22 cm de circonférence) en fonction de la surface terrière (G/ha en m²/ha) et de la hauteur dominante (Hdom en m)
Les valeurs grisesées correspondent à des classes de surface terrière et de hauteur dominante non représentées dans l'échantillon

G/ha (m ² /ha)	Hdom (m)									
	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
15	113	125	136	147	159	170	181	193	204	216
17	127	140	153	166	179	192	204	217	230	243
19	141	155	170	184	199	213	227	242	256	271
21	155	171	187	203	219	235	250	266	282	298
23	169	186	204	221	239	256	273	291	308	326
25	183	201	220	239	258	277	296	315	334	353
27	196	217	237	258	278	299	319	340	360	381
29	210	232	254	276	298	320	342	364	387	409
31	224	248	271	296	318	342	365	389	413	436
33	238	263	288	313	338	363	388	414	439	464
35	252	278	305	332	358	385	411	438	465	491
37	266	294	322	350	378	406	434	463	491	519
39	280	309	339	369	398	428	457	487	517	546
41	294	325	356	387	418	449	480	512	543	574
43	307	340	373	405	438	471	503	536	569	601
45	321	355	390	424	458	492	526	561	595	629

RÉSULTATS OBTENUS

La relation exprimant le volume (jusqu'à la découpe de circonférence 22 cm) ramené à l'hectare (V_{22} , en m^3/ha) en fonction de la surface terrière à l'hectare (G , en m^2/ha) et la hauteur dominante (H_{dom} , en m) résulte d'un ajustement par la méthode des moindres carrés non pondérés. L'équation finale se présente sous la forme mathématique suivante :

$$V_{22} = 9,031 + 0,37987 \cdot G \cdot H_{dom} + 1,240078 \cdot G \quad [R = 99,9 \%, CVR = 30,3 \%]$$

et donne lieu aux résultats fournis dans le tableau III (p. 608).

Les résidus de cette équation sont, dans 90 % des cas, compris entre -1 et 4 m^3/ha et présentent un minimum de -11,5 m^3/ha et un maximum de 7,2 m^3/ha . On observe qu'ils sont toujours inférieurs en valeur absolue à 2,5 % du volume observé. Rappelons que le calcul des volumes des peuplements résulte de l'application d'un tarif de cubage "arbre", ce qui a largement contribué à lisser la variabilité réelle.

À titre purement indicatif, à surface terrière et hauteur dominante égales, le volume sur pied (jusqu'à la découpe de circonférence 22 cm) des peuplements de Mélèze est toujours supérieur à celui de l'Épicéa commun.

Afin de valider le tarif de cubage "peuplement", celui-ci a été testé sur un échantillon de 65 peuplements différents de ceux ayant servi à sa construction. Les volumes de ceux-ci ont été estimés à partir de placettes temporaires pour lesquelles chaque arbre a été cubé via le tarif de cubage "arbre" déjà mentionné. Ils ont été comparés aux estimations fournies par le tarif de cubage "peuplement". L'erreur d'estimation est, dans 90 % des cas, inférieure à 2 % en valeur absolue avec un maximum de 3,7 %.

Si on priviliege la rapidité d'estimation, ce qui revient à accepter une perte de précision, la formule classique de cubage de peuplement

$$V = V_{22} - G \cdot H_{dom} \cdot F$$

dans laquelle F représente le coefficient de forme moyen du peuplement, pourrait également être utilisée. En effet, l'ajustement des valeurs V/G en fonction de la hauteur dominante montre que le coefficient de forme F se caractérise par une valeur moyenne très stable de 0,446⁽¹⁾ (écart-type de 0,014) pour des hauteurs dominantes s'échelonnant de 14 à 34 m. L'utilisation de cette valeur moyenne pour estimer très rapidement le volume des peuplements ayant servi à construire et à valider la table de cubage entraîne une erreur inférieure à 2 % dans 50 % des cas et inférieure à 5 % dans 90 % des cas.

UTILISATION

L'utilisation proprement dite du tarif en gestion forestière courante nécessite évidemment l'estimation préalable de la hauteur dominante et de la surface terrière du peuplement.

Si celui-ci n'est pas homogène du point de vue de ses propriétés stationnelles (sol), il sera nécessaire de le décomposer en strates (zones plus homogènes) et de procéder à des estimations différencierées de la hauteur dominante. Cette dernière sera mesurée, dans chaque strate, en plusieurs

(1) Afin d'éviter toute ambiguïté, le coefficient de forme F utilisé ici est basé sur la hauteur dominante. Il n'est donc pas étonnant que, pour un même peuplement, il soit inférieur au coefficient de forme généralement calculé à partir de la hauteur moyenne H . À titre d'information, pour l'Épicéa commun en Ardennes, le même type de raisonnement a conduit à un coefficient de forme F de 0,421 (Rondeux, 1977).

points (endroits choisis aléatoirement et en nombres liés à l'hétérogénéité du peuplement). On calculera la moyenne des hauteurs totales des arbres les plus gros, chacun d'entre eux étant repéré au sein d'une placette de 1 arc (rayon approximatif de 6 m). L'utilisation d'un dendromètre ultrasonique tel que le Forastor Vertex garantira une mesure à la fois rapide et précise, y compris dans des conditions de mesure éventuellement difficiles (densité, visibilité) (Rondeux et Pauwels, 1998).

Quant à la surface terrière, elle sera mesurée aux mêmes points que ceux auxquels la hauteur dominante se réfère. Pour des raisons de rapidité de mesure, on conseillera de l'estimer en utilisant un prisme relascopique à facteur de surface terrière adapté à la densité des peuplements (facteur 1 pour des surfaces terrières inférieures à 20 m²/ha et facteur 2 pour des surfaces terrières supérieures à cette même valeur). On veillera à respecter les élémentaires précautions d'usage (Rondeux, 1983; 1993) destinées à limiter l'effet "opérateur" sur la qualité des estimations. Celles-ci pourraient évidemment aussi résulter de mesures individuelles de grosseur au sein de placettes d'échantillonnage à surfaces définies, mais on pourrait alors se demander pourquoi ne pas préférer un tarif "arbre".

La mise en œuvre du tarif de cubage proposé n'est valable que pour des peuplements situés en Région wallonne et présentant des caractéristiques comparables à celles rassemblées dans le tableau I (p. 607).

CONCLUSIONS

Un tarif de cubage a été déterminé afin de calculer directement le volume sur pied (jusqu'à la découpe de circonférence 22 cm) à l'hectare de peuplements de Mélèze à partir de leur surface terrière et de leur hauteur dominante. La précision de ce tarif est très satisfaisante puisque l'erreur est inférieure à 2 % dans 90 % des cas d'estimation. Le tarif peut être utilisé sans crainte pour des estimations rapides de volume lors de la réalisation d'inventaires de gestion ou d'évaluations financières. Le cubage rapide des peuplements peut également être réalisé, si on admet une légère perte de précision, en utilisant un coefficient de forme "peuplement" constant de 0,446.

Il est par ailleurs recommandé de n'utiliser ces tarifs que pour des peuplements dont la circonférence moyenne dépasse 50 cm.

Dominique PAUWELS
Assistant de Recherche

J. RONDEUX
Professeur

Unité de Gestion et Économie forestières
FACULTÉ UNIVERSITAIRE
DES SCIENCES AGRONOMIQUES DE GEMBLoux
Parcage des Départs, 2
B-6030 GEMBLoux (BELGIQUE)

Remerciements

Il nous est agréable de remercier les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude et plus particulièrement :

- MM. Delcoo, Florkin, Havenne, Larose, Marenne, Morlmont et Thirion, techniciens forestiers, qui ont sillonné la Région wallonne, repéré les peuplements de Mélèze et effectué toutes les mesures de terrain.
- les propriétaires forestiers privés ainsi que les agents de la Division Nature et Forêts qui nous ont permis, grâce à leur collaboration, de rassembler une quantité très importante d'informations utiles à une meilleure connaissance du Mélèze en Région wallonne.

BIBLIOGRAPHIE

- DAGNELIE (P.), PALM (R.), RONDEUX (J.), THILL (A.). — Tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers. — Gembloux : Les Presses Agronomiques, 1999. — 128 p.
- LECOMTE (H.), FLORKIN (P.), THIRION (M.). — L'inventaire des massifs forestiers de la Wallonie : aperçu global de la situation en 1998. — Namur : Ministère de la Région wallonne - Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, 1997. — 43 p. (Fiche technique : 9).
- RONDEUX (J.). — Construction et utilisation de tarifs de cubage "peuplement" pour l'épicéa en Ardenne Méridionale. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 12, n° 4, 1977, pp. 339-348.
- RONDFUX (J.). — La Mesure des arbres et des peuplements forestiers. — Gembloux : Les Presses Agronomiques, 1993. — 521 p.
- RONDEUX (J.). — La Méthode de l'angle critique : une conception particulière de l'échantillonnage appliquée aux inventaires forestiers. — *Annales de Gembloux*, vol. 89, n° 3, 1983, pp. 183-200.
- RONDEUX (J.), HEBERT (J.), TOUSSAINT (A.). — L'estimation rapide des volumes sur pied en taillis sous-futaie de chênes. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 22, n° 3, 1987, pp. 199-207.
- RONDEUX (J.), LAURENT (C.), LEJELLINE (P.). — Tarif de cubage peuplement pour le Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en Moyenne et Haute Belgique. — *Revue forestière française*, vol. XLII, n° 6, 1991, pp. 507-513.
- RONDEUX (J.), LECOMTE (H.), FAGOT (J.), LAURENT (C.), TOUSSAINT (A.). — Quelques données statistiques récentes sur la forêt wallonne. — *Bulletin de la Société royale forestière de Belgique*, vol. 93, n° 1, 1986, pp. 1-22.
- RONDEUX (J.), PAUWELS (D.). — Le Forestor Vertex : une nouvelle génération de dendromètres. — *Revue forestière française*, vol. L, n° 1, 1998, pp. 59-64.
- TOUSSAINT (A.), FAGOT (J.), LECOMTE (H.), RONDEUX (J.). — Tarif de cubage peuplement pour le Hêtre (*Fagus sylvatica* L.) en Wallonie. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 18, n° 3, 1983, pp. 165-172.

TARIF DE CUBAGE "PEUPLEMENT" POUR LES MÉLÉZES EN BELGIQUE MÉRIDIONALE (Résumé)

Des données dendrométriques récoltées dans 150 placettes temporaires installées dans des peuplements équiniens de Mélèze situés en Belgique méridionale (Région wallonne) ont permis de construire un tarif de cubage "peuplement" exprimant le volume bois fort tige (jusqu'à la découpe de circonférence 22 cm) à l'hectare de mélèzins en fonction des surfaces terrières et des hauteurs dominantes qui les caractérisent.

"STAND" VOLUME TABLES FOR LARCHES IN SOUTHERN BELGIUM (Abstract)

Dendrometric data taken from 150 temporary plots set up in even-aged stands of larch trees in southern Belgium (French-speaking region) were used to devise a "stand" volume table that expresses the stem solid volume (for log girths not less than 22 cm) per hectare of larch depending on the land surface areas and dominant tree heights.