

# Les tarifs de cubage de l'Inventaire forestier national

par Robert B. CHEVROU\*

**L**es données de l'inventaire forestier national permettent de construire divers types de tarifs de cubage.

## Choix selon l'essence et le type d'arbre

On peut construire des tarifs de cubage pour toute essence sur toute partie du territoire. En fait, il faut disposer d'un échantillon de taille suffisante, c'est-à-dire au moins 50 arbres bien répartis dans les catégories de diamètres et les classes de hauteurs utiles. Il est, par exemple, impossible de construire un tarif de cubage pour le chêne vert dans le département de la Sarthe où cette essence existe, mais où l'effectif de l'échantillon IFN est nul ou très faible; ou un tarif de cubage pour le charme dans le Gard pour le même motif.

Par contre, pour le hêtre, et dans de nombreux départements, on pourra construire des tarifs sélectionnés par région forestière, par type de peuplement, par catégorie de propriété (domanial, communal, autres), par type de structure forestière, voire par classe d'âges; pour certains résineux, on peut même envisager de construire des tarifs de cubage par classe de productivité définie par les modèles hauteur/âge de l'IFN (voir article « Modèle d'évolution des peuplements »).

Pour certaines essences dispersées, comme l'if, il ne sera possible de construire que des tarifs de cubage très généraux, soit au niveau national, soit pour des groupes de départements. Noter que certaines essences forestières sont regroupées par l'IFN. Ainsi l'aune regroupe les aunes glutineux, blanc, cordiforme et vert; les grands érables regroupent l'érable sycomore et l'érable plane. Sont encore regroupés : les bouleaux, les frênes, les ormes, les tilleuls, les petits érables, les merisiers, les fruitiers divers, les saules, les peupliers, les feuillus exotiques, les pins Laricio, divers résineux exotiques.

Pour chacune des essences, l'IFN classe chacun des arbres de l'échantillon selon des critères qui situent la position de l'arbre dans les étages du peuplement et le mode de régénération :

réserve de taillis sous futaie (TSF), tige de futaie, brin de taillis, et pour ces deux dernières catégories : arbre dominant, c'est-à-dire dont la cime a un libre accès à la lumière; arbre dominé, c'est-à-dire dont la cime est dominée mais avec accès à la lumière; cette catégorie est réservée aux tiges de futaie; arbre surcimé, dont la cime n'a pas d'accès à la lumière.

Lorsque l'échantillon IFN est suffisant, on peut construire un tarif de cubage pour chacune de ces diverses catégories.

## Diamètres

L'IFN mesure le diamètre à 1,30 m ( $D_{13}$ ) au centimètre près pour tous les arbres dont  $D_{13}$  est au moins égal à 7,5 cm (arrondi à 8 cm). Les gestionnaires forestiers adoptent parfois des diamètres de recensabilité très supérieurs à 8 cm. Si, par exemple, le diamètre de recensabilité est de 17,5 cm, on peut construire un tarif de cubage ne prenant en compte que les arbres de l'échantillon IFN dont  $D_{13}$  est au moins égal à 18 cm. On peut aussi écarter les arbres dont le diamètre est très grand.

## Volume de référence

Le volume IFN est celui de la seule tige, branches et houppier exclus. L'IFN mesure divers diamètres de la tige de l'arbre d'où est déduite une estimation du volume géométrique.

Il a été prouvé que cette estimation du volume géométrique est très peu différente de celle obtenue par la méthode de cubage consistant à mesurer le diamètre (ou la circonférence) de chacun des billons de 1 m de longueur constituant la tige (J. Bouchon, J.-M. Delord et P. Rousseau, « Comparaison de deux méthodes de cubage », *Revue forestière française*, XXXVIII, 1, 1986, p. 47-54).

La découpe terminale est, en principe, égale à 7 cm, mais elle peut être différente pour diverses raisons pratiques. On peut construire un tarif de cubage ne prenant en compte que les tiges dont la découpe terminale est strictement égale à 7 cm, ou égale à une autre valeur, ou encore dont la découpe terminale est comprise dans une certaine fourchette de valeurs à définir.

A partir des divers diamètres mesurés sur la tige, on peut reconstituer la forme de la tige, au moins approximativement, par une fonction de forme (voir J.-M. Delord, « Le profil des tiges », *Revue forestière française*, XXXVI, 6, 1984, p. 505-514). Ceci permet d'estimer le diamètre de la tige à un niveau quelconque, ou le niveau auquel se situe un diamètre fixé, donc d'estimer le volume géométrique pour une découpe terminale différente de celle arrêtée par l'IFN. On peut aussi estimer le diamètre médian de la tige, donc estimer le volume commercial correspondant. Plus on s'écarte des niveaux auxquels les diamètres ont été effectivement mesurés, moins le volume déduit de la fonction de forme est précis. Il semble néanmoins que ces volumes soient assez précis pour les besoins des forestiers de terrain, et le coût des tarifs de cubage ainsi obtenus est négligeable au regard de celui d'un tarif de cubage obtenu par la mesure des volumes d'arbres abattus selon la méthode des billons d'un mètre de longueur.

## Choix des entrées du tarif de cubage

Certaines des entrées concernent l'arbre individuel, d'autres le peuplement. En pratique, on se limite aux entrées suivantes :

*Pour l'arbre individuel*: le diamètre à 1,30 m,  $D_{13}$ ; la hauteur totale ( $H_t$ ); la hauteur à la découpe ( $H_d$ ); la décroissance métrique (dec). La décroissance métrique est celle de la moitié inférieure de la tige, entre 1,30 m et la moitié de la hauteur où est située la première découpe de forme prise en compte par l'IFN.

*Pour le peuplement*: la hauteur dominante ( $H_{dom}$ ). Il s'agit ici de la moyenne des hauteurs des arbres dominants au sens IFN, c'est-à-dire des plus grands arbres et non des plus gros.

## Choix de la formule du tarif

Faute d'une connaissance précise de la morphologie des tiges, le choix de la formule du tarif de cubage est totalement arbitraire. Certains auteurs recherchent la formule qui s'ajuste le plus étroitement possible aux volumes observés. D'autres imposent des condi-

tions de croissance uniforme pour éviter que le volume ne décroisse lorsque le diamètre ou la hauteur augmente.

Le choix de la formule devient quelque peu secondaire lorsqu'on envisage d'utiliser le tarif de cubage sous la forme d'un tableau donnant le volume par catégories de diamètres et de hauteurs; en effet, cette pratique entraîne une perte de précision très supérieure à la précision de l'ajustement de la formule.

Du fait que le choix de la formule du tarif est totalement arbitraire et que les tarifs sont le plus souvent utilisés sous forme de tableaux, l'IFN a conçu une présentation de ses données brutes sous la forme dite du tarif brut, qui fournit, en quelque sorte, le tableau le mieux ajusté aux volumes observés de l'échantillon IFN. Un tarif brut IFN présente, pour chacune des cases du tableau, c'est-à-dire par catégorie de diamètres (de 5 en 5 cm) et de hauteurs (de 2 en 2 m), l'effectif  $n$  de l'échantillon; le volume centré moyen  $V$ , l'écart-type  $E$  des volumes centrés.

Le volume centré de l'arbre de diamètre  $D$ , de hauteur  $H$  et de coefficient de forme  $F$ , appartenant à la case  $(D_0, H_0)$ ,  $D_0$  étant la catégorie de diamètres et  $H_0$  la catégorie de hauteurs, est égal au volume d'un arbre de diamètre  $D_0$ , de hauteur  $H_0$  et de même coefficient de forme  $F$ . Le volume centré

moyen est donc celui d'un arbre de diamètre  $D_0$  et de hauteur  $H_0$ , dont le coefficient de forme est égal à la valeur moyenne des coefficients de forme  $F$  des  $n$  arbres de l'échantillon appartenant à la case  $(D_0, H_0)$ .

### Choix de la pondération

La pondération est une technique mathématique qui permet d'obtenir, en théorie, le tarif de cubage le plus précis. Dans ce cas, la pondération adoptée est inversement proportionnelle au carré de la valeur de l'écart-type  $E$  donné par le tarif brut. En pratique, la pondération permet d'ajouter certains critères à l'ajustement de la formule; on peut ainsi imposer que l'ajustement soit meilleur pour certaines catégories de diamètres ou de hauteurs.

### Présentation du tarif de cubage

La formule mathématique représentant le tarif de cubage permet de calculer le volume pour toute valeur du diamètre et toute valeur de la hauteur, voire pour toute valeur de la décroissance métrique. On peut aussi en déduire la précision de l'estimation du volume d'un lot d'arbres.

Lorsque le tarif de cubage est présenté sous forme d'un ou de plusieurs tableaux, par grandes classes de dé-

croissances métriques (faible, moyenne, forte), ou par catégories de diamètres (de 5 en 5 cm) ou de hauteurs (de 2 en 2 m), il y a une perte de précision par rapport à celle résultant de l'utilisation de la formule. Noter qu'il en est de même si l'on utilise la formule après avoir transcrit les valeurs mesurées en ces différentes classes et catégories. Il est encore possible d'en déduire la précision de l'estimation du volume d'un lot d'arbres.

Il est important de concevoir ces tableaux de façon à ce que la perte de précision entraînée par les catégories de hauteurs soit du même ordre de grandeur que celle résultant des catégories de diamètres. Avec des catégories de diamètres de 5 cm de large (valeur usuelle), il est, par exemple, tout à fait inopportun de prendre des catégories de hauteurs de seulement 1 m de large: pour la hauteur, des largeurs de plus de 2 m seraient ici beaucoup plus logiques.

Tous ces tarifs de cubage peuvent être demandés à l'IFN et sont livrés dans un délai de quelques semaines. Des résultats similaires sont disponibles pour d'autres variables intéressantes, comme l'épaisseur de l'écorce à 1,30 m, la circonférence de la souche à 10 cm au-dessus du sol, etc.

R.-B. C

DOCUMENT EDITE PAR L'INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL \* ANTENNE RECHERCHES  
Programme TARIF DE CUBAGE Version 21-07-87

TARIF BRUT

\*\*\*\* PIN LARICIO DE L'HERAULT : Volume commercial à découpe 12 cm \*\*\*\*

\*\*\*\* EFFECTIFS (N) - VOLUMES CENTRES (V) - ECART-TYPE (E) \*\*\*\*  
D en centimètres - H totale en mètres - V et E en décimètres cubes

H=	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	Total
D=											
10	N	23	7	3	...	...	...	...	...	...	33
	V	17	23	18	...	...	...	...	...	...	
	E	2	2	3	...	...	...	...	...	...	
15	N	...	11	23	44	14	...	...	...	...	92
	V	...	46	52	63	70	...	...	...	...	
	E	...	3	6	12	18	...	...	...	...	
20	N	...	9	24	22	12	1	...	...	...	68
	V	...	86	113	115	154	193	...	...	...	
	E	...	7	12	21	22	...	...	...	...	
25	N	...	1	11	7	1	...	...	...	...	20
	V	...	161	194	239	304	...	...	...	...	
	E	...	32	23	...	...	...	...	...	...	
30	N	...	1	2	3	6	1	...	...	...	13
	V	...	324	306	346	424	524	...	...	...	
	E	...	27	52	45	...	...	...	...	...	
35	N	...	1	...	3	...	...	1	...	...	5
	V	...	384	...	605	...	...	884	...	...	
	E	...	...	...	90	...	...	...	...	...	
40	N	...	...	...	...	1	2	2	2	5	
	V	...	...	...	...	834	1320	1522	...	...	
	E	...	...	...	...	...	112	93	...	...	
45	N	...	...	...	...	1	2	...	...	3	
	V	...	...	...	...	1038	1533	...	...	...	
	E	...	...	...	...	146	...	...	...	...	
50	N	...	...	...	...	1	1	1	2	...	
	V	...	...	...	...	1477	...	2342	...	...	
	E	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
55	N	...	...	...	...	...	1	1	2	...	
	V	...	...	...	...	1524	...	2332	...	...	
	E	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	Total	N	23	27	52	80	36	11	3	2	243

\* Diamètre de recensabilité (ou minimum) = 8 cm

\* Volume commercial avec surbilles IFN de tige

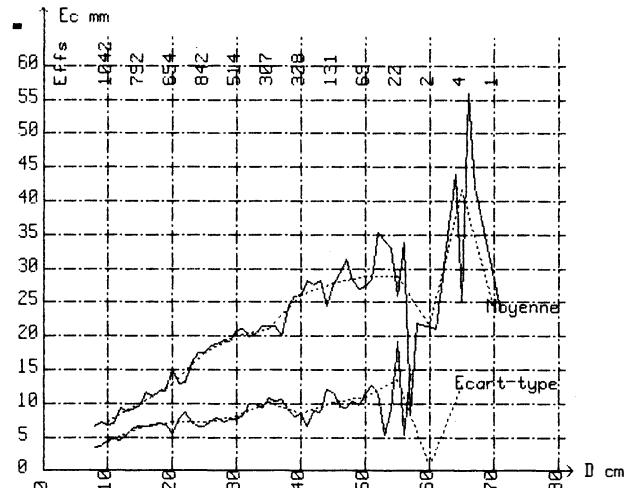
\* Découpe fixée au diamètre sur écorce = 12 cm à (+/-) 1 cm près

\* Type arbre retenu = tous arbres de futaie

Le volume centré de l'arbre de diamètre  $D$ , de hauteur  $H$  et de coefficient de forme  $F$ , appartenant à la case  $(D_0, H_0)$ , est égal au volume d'un arbre de diamètre  $D_0$ , de hauteur  $H_0$  et de même coefficient de forme  $F$ .

Le volume centré moyen est celui d'un arbre de diamètre  $D_0$ , de hauteur  $H_0$  et dont le coefficient de forme est égal à la valeur moyenne des coefficients de forme  $F$  des  $N$  arbres de l'échantillon appartenant à la case  $(D_0, H_0)$ .

Tableau I



DOCUMENT EDITE PAR INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL ANTENNE RECHERCHES

Valeurs moyennes et Ecart-type de l'écorce

PIN SYLVESTRE 86

Effectif total = 4708

Trait continu pour D de cm en cm / Tirete pour D de 5 cm en 5 cm

Tableau II

Tableau III

DOCUMENT EDITE PAR L'INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL \* ANTENNE RECHERCHES  
Programme TARIF DE CUBAGE Version 21-07-87

## PIN LARICIO DE L'HERAULT

COEFFICIENTS DU TARIF  
Volume en decimètres cubes - Diamètre en centimètres - Hauteur en decimètres

Volume tarif =  $C1 * 1 + C2 * d*d*h$   
                   >> Ponderation par l'inverse de  $(d*d*h)^{** 2}$   
  Coeff de 1 =  $C1 = 2.858990E+00$   
  Coeff de  $d*d*h$  =  $C2 = 3.055120E-03$   
  Variance residuelle =  $3.72468E-07 * (d*d*h)^{** 2}$   
  Ecart-type residuel =  $0.000610 * (d*d*h)^{** 1}$  dm<sup>3</sup>  
  Effectifs = 243

Rappel de vos choix initiaux  
  \* Diamètre de recensabilité (ou minimum) = 8 cm  
  \* Diamètre maximum = 60 cm  
  \* Hauteur decoupe minimum = 1.3 m  
  \* Volume commercial avec surbillies IFN de tige  
  \* Decoupe fixée au diamètre sur écorce = 12 cm a (+-) 1 cm près  
  \* Type arbre retenu = 8 pour tous arbres de futaie  
  \* Fichier(s) = ERO553

Tableau IV

DOCUMENT EDITE PAR L'INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL \* ANTENNE RECHERCHES  
Programme TARIF DE CUBAGE Version 21-07-87

## PIN LARICIO DE L'HERAULT

## \*\*\*\* TABLEAU DES ECARTS ENTRE VOLUME TARIF ET VOLUME CENTRE \*\*\*\*

D en centimètres \* H totale en mètres \* Vol en decimètres cubes

H=	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
D=										
10	-2	-1	9	...	...	...	...	...	...	...
15	...	-2	6	9	15	...	...	...	...	...
20	...	-10	-12	10	-4	-19	...	...	...	...
25	...	...	-5	-0	-7	-34	...	...	...	...
30	...	...	-102	-28	-13	-36	-82	...	...	...
35	...	...	...	-7	...	-78	...	...	-132	...
40	...	...	...	...	...	...	-49	...	-340	-444
45	...	...	...	...	...	...	-45	...	-293	...
50	...	...	...	...	...	...	...	-99	...	-659
55	...	...	...	...	...	...	...	143	...	-296

Rappel de vos choix initiaux  
  \* Diamètre de recensabilité (ou minimum) = 8 cm  
  \* Diamètre maximum = 60 cm  
  \* Hauteur decoupe minimum = 1.3 m  
  \* Volume commercial avec surbillies IFN de tige  
  \* Decoupe fixée au diamètre sur écorce = 12 cm a (+-) 1 cm près  
  \* Type arbre retenu = 8 pour tous arbres de futaie  
  \* Fichier(s) = ERO553

Tableau V

DOCUMENT EDITE PAR L'INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL \* ANTENNE RECHERCHES  
Programme TARIF DE CUBAGE Version 21-07-87

## PIN LARICIO DE L'HERAULT

## \*\*\*\* TARIF DEFINITIF \*\*\*\*

D en centimètres \* H totale en mètres \* Volume en decimètres cubes

H=	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
D=											
10	15	21	27	33	40	46	...	...	...	...	...
15	30	44	58	72	85	99	113	...	...	...	...
20	52	76	101	125	150	174	198	...	...	...	...
25	79	117	156	194	232	270	308	347	...	...	...
30	...	168	223	278	333	388	443	498	553	608	663
35	...	227	302	377	452	527	602	677	751	826	901
40	...	...	394	492	589	687	785	883	980	1078	1176
45	...	...	...	...	745	869	993	1116	1240	1364	1488
50	...	...	...	...	919	1072	1225	1378	1530	1683	1836
55	...	...	...	...	1112	1297	1482	1666	1851	2036	2221
60	...	...	...	...	1323	1543	1763	1983	2203	2423	2642

Rappel de vos choix initiaux  
  \* Diamètre de recensabilité (ou minimum) = 8 cm  
  \* Diamètre maximum = 60 cm  
  \* Hauteur decoupe minimum = 1.3 m  
  \* Volume commercial avec surbillies IFN de tige  
  \* Decoupe fixée au diamètre sur écorce = 12 cm a (+-) 1 cm près  
  \* Type arbre retenu = 8 pour tous arbres de futaie  
  \* Fichier(s) = ERO553