

## Construction et utilisation de tarifs de cubage « peuplements » pour l'épicéa (*Picea Abies* Karst.) en Ardenne méridionale

par

J. RONDEUX (\*)

### Résumé

Sur base de placettes temporaires installées dans des peuplements d'épicéa en Ardenne belge, l'auteur envisage la construction de tarifs de cubage exprimant divers types de volumes à l'hectare en fonction de la surface terrière et de la hauteur dominante.

Des relations entre volumes définis par des découpes variables et le volume du bois fort sont également présentées en vue de permettre la réalisation d'estimations rapides du matériel ligneux ventilé par types d'utilisation.

### 1. Introduction

Les tarifs de cubage ou équations de cubage, établis au niveau des peuplements forestiers, permettent de réaliser une estimation directe très satisfaisante du volume à l'hectare de ceux-ci en éliminant les calculs fastidieux découlant de la détermination de volumes individuels d'arbres au moyen de tarifs spécifiques.

Le but de notre étude est de montrer comment il est possible d'envisager la construction de tarifs de cubage « peuplements » et de les utiliser en pratique dans le cadre de cubages ou d'inventaires forestiers.

Plusieurs équations de cubage relatives à divers types de volumes ou fractions de volumes (assortiments) sont proposées en ce qui concerne l'épicéa, essence dont les peuplements, par leur structure équienne et leur assez grande uniformité, se prêtent parfaitement bien à semblables applications.

---

(\*) Chaire de Sylviculture, Fac. Sci. Agron. Gembloux.

Nous verrons successivement la nature des données de base utilisées (paragraphe 1), la construction proprement dite des modèles de cubage (paragraphe 2), ainsi que les principaux résultats fournis par ces divers modèles (paragraphe 3); un dernier paragraphe (4) sera consacré à quelques conclusions générales.

## 2. Matériel d'étude

Les données de base utilisées dans cette étude sont principalement issues de plus de 300 placettes temporaires de 4 ares destinées initialement à la construction d'un modèle de croissance valable pour l'épicéa dans la partie méridionale de l'Ardenne belge [Thill et Palm, 1976]. Les peuplements analysés se distinguent les uns des autres par des différences suffisamment bien marquées en ce qui concerne l'âge (de 30 à 100 ans), la hauteur dominante (de 16 à 35 m) et la surface terrière (de 24 à 55 m<sup>2</sup>). Trente placettes semi-permanentes supplémentaires, installées par nos soins, ont aussi été considérées.

A partir des mesures effectuées dans chacune des placettes et concernant principalement les circonférences de tous les arbres à hauteur d'homme, ainsi que les hauteurs (individuelles ou dominantes), la détermination du volume à l'hectare de toutes les placettes considérées a été réalisée, par ordinateur, au moyen de tarifs existants [Thill et Palm, 1975], destinés non seulement au cubage du bois fort de la tige, mais aussi à celui défini par des découpes variables en grosseur, de 35, 60, 90 et 120 cm de circonférence.

Les tarifs utilisés à cette fin étaient de la forme générale suivante:

$$v = a_0 + a_1 c^2 + a_2 h_{dom} + a_3 c^2 h_{dom}$$

si l'on désigne par  $c$  la circonférence à 1,3 m et par  $h_{dom}$  la hauteur dominante (hauteur moyenne des 4 plus gros bois par placette).

## 3. Construction des modèles de cubage

### 3.1. VOLUMES

Partant du principe général que le volume  $V$  d'un peuplement est fortement lié à sa hauteur  $H$  et à sa surface terrière  $G$  [Brinkman, 1967; Buckman, 1961; Cole, 1971; Decourt, 1971; Evert, 1970; Honer, 1965; Spurr, 1952; Vuokila, 1966], nous avons tenté de mettre ces deux variables en relation avec différents volumes ramenés à l'hectare: le volume du bois fort ( $V_{22}$ ), les volumes jusqu'aux découpes situées à 35, 60, 90 et 120 cm de circonférence  $V_{35}$ ,  $V_{60}$ ,  $V_{90}$  et  $V_{120}$ .

En raison de sa plus grande facilité de détermination et de son intérêt en matière de productivité ou de cubage des peuplements, nous avons uniquement

considéré, dans les calculs qui suivent, la hauteur dominante  $h_{dom}$  des peuplements.

De nombreuses équations, mettant en œuvre les différentes variables évoquées et certaines combinaisons d'entre elles, ont été testées en nous fiant à la littérature existante d'une part et à diverses approches personnelles d'autre part. Nous donnons successivement, ci-après, les modèles qui nous paraissent les plus intéressants à envisager pour les différents types de volume retenus. La qualité des ajustements qui ont été réalisés est appréciée globalement par le coefficient de détermination  $R^2$  et par le coefficient de variation résiduel CV (exprimé en pour cent).

$$V = a_0 + a_1 G + a_2 h_{dom} \quad (\text{Modèle 1})$$

$$V = a_0 + a_1 G \cdot h_{dom} \quad (\text{Modèle 2})$$

$$V = a_0 + a_1 G + a_2 G \cdot h_{dom} \quad (\text{Modèle 3})$$

$$V = a_0 + a_1 G + a_2 h_{dom} + a_3 G \cdot h_{dom} \quad (\text{Modèle 4})$$

	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3		Modèle 4	
	$R^2$	CV	$R^2$	CV	$R^2$	CV	$R^2$	CV
$V_{22}$	0,984	3,1	0,990	2,5	0,992	2,2	0,992	2,2
$V_{35}$	0,967	4,9	0,974	4,3	0,976	4,2	0,976	4,2
$V_{60}$	0,923	13,2	0,841	18,9	0,945	11,1	0,945	11,1
$V_{90}$	0,849	27,4	0,656	41,1	0,884	24,0	0,887	23,7
$V_{120}$	0,641	58,4	0,404	74,9	0,675	55,5	0,682	55,0

On peut constater que, dans l'ensemble, les modèles 3 et 4 donnent les meilleurs résultats. En ce qui concerne le volume jusqu'à une découpe de 120 cm de circonférence ( $V_{120}$ ), la moins bonne qualité de l'ajustement s'explique, selon toute vraisemblance, par le nombre de placettes et le nombre de bois entrant réellement en ligne de compte dans les calculs liés à ce type de volume (65 % du nombre total de placettes sont concernés, mais une analyse plus détaillée révèle que le nombre de bois supérieur ou égal à 120 cm de circonférence n'exécède pas 1 dans 10 % des cas et 2 ou 3 dans 8 % des cas).

Le tableau 1 fournit les résultats relatifs au volume du bois fort ramené à l'hectare ( $m^3$ ) en fonction de la surface terrière ( $m^2$ ) et de la hauteur dominante (m). Tous les volumes précités peuvent évidemment aussi être calculés à partir du modèle mathématique retenu; dans cette perspective les équations à utiliser seraient :

$$V_{22} = -54,43650 + 2,59570 G + 2,00900 h_{dom} + 0,32115 G \cdot h_{dom}$$

$$V_{35} = -51,81517 + 0,28008 G + 2,00640 h_{dom} + 0,39242 G \cdot h_{dom}$$

$$V_{60} = 75,29876 - 14,24099 G - 2,69513 h_{dom} + 0,85859 G \cdot h_{dom}$$

$$V_{90} = 353,45002 - 27,85415 G - 14,17035 h_{dom} + 1,24003 G \cdot h_{dom}$$

$$V_{120} = 564,15744 - 31,39730 G - 20,66095 h_{dom} + 1,19699 G \cdot h_{dom}$$

Tableau I. — Volume, par hectare (m<sup>3</sup>), du bois fort de la tige, en fonction de la surface terrière G (m<sup>2</sup>) et de la hauteur dominante HDOM (m).

TARIF DE CUBAGE PEUPLIEMENT -ÉPICES-  
 $V = -54,4365U + 2,59570*G + 2,00900*HDOM + 0,32415*G*HDOM$

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	173	183	192	202	212	222	231	241	251	260	270	280	290	299	309	319	329	I	I
I	181	191	201	211	221	231	241	251	261	271	281	292	302	312	322	332	342	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	189	200	210	220	231	241	251	262	272	282	293	303	313	324	334	345	355	I	I
I	197	208	219	229	240	251	261	272	283	293	304	315	325	336	347	357	368	I	I
I	205	216	227	238	249	260	271	282	293	304	315	326	337	348	359	370	381	I	I
I	213	225	236	247	259	270	281	293	304	315	327	338	349	361	372	383	394	I	I
I	221	233	245	256	268	280	291	303	315	326	338	349	361	374	386	396	408	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	239	241	253	265	277	289	301	313	325	337	349	361	373	385	397	409	421	I	I
I	237	250	262	274	287	299	311	323	336	348	360	373	385	397	409	422	434	I	I
I	245	258	271	285	298	309	321	334	346	359	372	384	397	409	422	435	447	I	I
I	254	267	279	292	305	318	331	344	357	370	383	396	409	422	435	448	460	I	I
I	262	275	288	301	315	328	341	354	368	381	394	407	421	434	447	460	474	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	270	283	297	310	324	338	351	365	378	392	405	419	433	446	460	473	487	I	I
I	278	292	306	319	333	347	361	375	389	403	417	431	444	458	472	486	500	I	I
I	286	300	314	328	343	357	371	385	400	414	428	442	456	471	485	499	513	I	I
I	294	308	323	337	352	367	381	396	410	425	439	454	468	483	497	512	526	I	I
I	302	317	332	346	361	376	391	406	421	436	450	465	480	495	510	525	540	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	310	325	340	356	371	386	401	416	431	447	462	477	492	507	522	538	553	I	I
I	318	334	349	365	380	396	411	427	442	458	473	489	504	520	535	550	566	I	I
I	326	342	358	374	389	405	421	437	453	468	484	500	516	532	548	563	579	I	I
I	334	350	366	383	399	415	431	447	463	479	496	512	528	544	560	576	592	I	I
I	342	359	375	392	408	425	441	457	474	490	507	523	540	556	573	589	606	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	350	367	384	401	417	434	451	468	485	501	518	535	552	568	585	602	619	I	I
I	358	375	393	410	427	444	461	478	495	512	529	546	564	581	598	615	632	I	I
I	366	384	401	419	436	453	471	488	506	523	541	558	575	593	610	628	645	I	I
I	374	392	410	428	445	463	481	499	516	534	552	570	587	605	623	641	658	I	I
I	382	401	419	437	455	473	491	509	527	545	563	581	599	617	635	653	672	I	I

### 3.2. RAPPORTS ENTRE LES VOLUMES ET LA SURFACE TERRIÈRE

Au lieu d'exprimer les volumes par hectare  $V$  en fonction de variables telles que la surface terrière  $G$  et la hauteur dominante  $h_{dom}$  des peuplements, il arrive que l'on mette directement en relation les rapports  $V/G$  <sup>(1)</sup> et la hauteur dominante. Cette façon de procéder permet de construire des graphiques qui simplifient sensiblement, sur le terrain, l'estimation des volumes en cause [Badoux, 1968; Decourt, 1971].

Après plusieurs essais préliminaires basés sur de simples observations graphiques, le modèle suivant a été jugé satisfaisant :

$$V_{22}/G = -3,0270 + 0,7148 h_{dom} - 0,00674 h_{dom}^2 \quad (R^2 = 0,960, CV = 3,1)$$

$$V_{35}/G = -9,6281 + 1,1414 h_{dom} - 0,01375 h_{dom}^2 \quad (R^2 = 0,969, CV = 3,3)$$

$$V_{60}/G = -23,0334 + 1,6685 h_{dom} - 0,01743 h_{dom}^2 \quad (R^2 = 0,938, CV = 10,4)$$

$$V_{90}/G = -2,0145 + 0,4009 h_{dom} + 0,02394 h_{dom}^2 \quad (R^2 = 0,867, CV = 23,6)$$

Les résultats obtenus pour le facteur de conversion  $V_{120}/G$  sont trop peu fiables pour être pris en considération.

Afin de fixer les idées, le tableau II fournit les valeurs calculées de ces rapports; il donne aussi les coefficients de forme « peuplements »  $F$  directement issus de la division des rapports  $V/G$  par la hauteur dominante <sup>(2)</sup>.

On notera que, *pour le bois fort, le coefficient de forme  $F$  est remarquablement stable*: en moyenne, il est égal à 0,421 avec un coefficient de variation  $CV$  de 2,9 %. Pour les volumes correspondant aux découpes de 35, 60 et 90 cm et l'ensemble des hauteurs dominantes envisagées, les coefficients de forme globaux sont respectivement de 0,404 ( $CV = 3,0\%$ ), 0,335 ( $CV = 18,5\%$ ) et 0,225 ( $CV = 38,7\%$ ).

Il résulte de ces considérations que le volume du bois fort à l'hectare d'un peuplement d'épicéa peut être rapidement apprécié par la formule bien connue des forestiers:  $V = \text{surface terrière} \times \text{hauteur dominante} \times \text{coefficient de forme}$ , le coefficient de forme étant pratiquement constant et égal à 0,421.

### 3.3. RAPPORTS ENTRE VOLUMES

Afin de permettre la réalisation ultérieure d'estimations de volumes « partiels » de peuplements, il peut être intéressant d'exprimer les volumes définis au moyen de découpes variables en fonction du volume du bois fort de la tige

(1) Ce facteur est souvent appelé « hauteur réduite » (« Formhöhe » en allemand, « Formheight » en anglais).

(2) 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  $\bar{H}$ .



Tableau II. — Valeurs des rapports  $V_i/G$  et  $F$  en fonction de la hauteur dominante  $h_{dom}$ .

$h_{dom}$	$V_{22}/G$	$F_{22}$	$V_{35}/G$	$F_{35}$	$V_{60}/G$	$F_{60}$	$V_{90}/G$	$F_{90}$
19	8,2	0,432	7,1	0,374				
20	8,6	0,430	7,7	0,385				
21	9,1	0,433	8,3	0,395	4,4	0,210		
22	9,5	0,432	8,9	0,405	5,3	0,241		
23	9,9	0,430	9,4	0,409	6,2	0,270		
24	10,3	0,429	9,9	0,413	7,0	0,292	2,2	0,092
25	10,7	0,428	10,4	0,416	7,8	0,312	3,0	0,120
26	11,1	0,427	10,8	0,415	8,6	0,331	3,8	0,146
27	11,4	0,422	11,2	0,415	9,4	0,348	4,7	0,174
28	11,8	0,421	11,6	0,414	10,1	0,361	5,6	0,200
29	12,1	0,417	12,0	0,414	10,7	0,369	6,5	0,224
30	12,4	0,413	12,3	0,410	11,4	0,380	7,6	0,253
31	12,7	0,410	12,6	0,406	12,0	0,387	8,6	0,277
32	13,0	0,406	12,9	0,403	12,6	0,394	9,7	0,303
33	13,3	0,403	13,1	0,397	13,1	0,397	10,9	0,300
34	13,5	0,397	13,3	0,391	13,6	0,400	12,1	0,356

[Hamilton, 1975; Rondeux, 1976; Schlaegel, 1971] et ce par référence à un critère dendrométrique global.

Après plusieurs calculs visant surtout à déterminer l'importance respective des variables susceptibles d'expliquer au mieux la variation des rapports entre ces volumes, il est apparu que les valeurs des dits rapports étaient surtout liées à l'arbre moyen  $\bar{c}$  (= arbre de surface terrière moyenne exprimé en cm) et n'étaient par contre pas significativement liées à la hauteur dominante.

Sur base de cette constatation, des facteurs de conversion <sup>(1)</sup> entre volumes ont été calculés au moyen de relations exponentielles du type:

$$y = k \cdot e^{-ax}$$

ou en transformée logarithmique:

$$\log_{10} y = \log k - ax \log_{10} e$$

ou encore, pour les volumes  $V_i$  étudiés ( $i$  = niveau de découpe), les relations:

$$\log y = \log (V_{22} - V_i) / V_{22} = b_0 + b_1 \bar{c}$$

Pour les différentes découpes considérées, nous avons obtenu les résultats suivants (la qualité des ajustements réalisés est appréciée globalement par le coefficient de détermination  $R^2$  et, après retour aux variables initiales, par

<sup>(1)</sup> Aucune relation satisfaisante n'a pu être mise en évidence pour la découpe située à 120 cm de circonférence.

l'écart-type  $\hat{\sigma}$  des écarts entre les valeurs observées et les valeurs estimées) [Palm et Rondeux, 1976]:

— découpe à 35 cm:  $\log y = -0,46331 - 0,012215 \bar{c}$  ( $R^2 = 0,791$ ;  $\hat{\sigma} = 0,031$ )

— découpe à 60 cm:  $\log y = 0,54411 - 0,013946 \bar{c}$  ( $R^2 = 0,977$ ;  $\hat{\sigma} = 0,051$ )

— découpe à 90 cm:  $\log y = 0,55704 - 0,008521 \bar{c}$  ( $R^2 = 0,952$ ;  $\hat{\sigma} = 0,079$ )

Étant donné les implications pratiques de semblable approche, nous avons cependant jugé plus opportun de sacrifier la précision des résultats en considérant une autre caractéristique dendrométrique, intimement liée à l'arbre de surface terrière moyenne et plus rapide à déterminer sur le terrain: le nombre de bois (relatif à une surface de 4 ares).

De nouvelles relations ont été calculées et ont donné lieu aux résultats paramétrés ci-après, également présentés dans le tableau III et sous forme d'abaques (fig. 1):

— découpe à 35 cm:  $\log y = -3,41404 + 1,3183 \log N$  ( $R^2 = 0,854$ ;  $\hat{\sigma} = 0,022$ )

— découpe à 60 cm:  $\log y = -2,66581 + 1,3895 \log N$  ( $R^2 = 0,899$ ;  $\hat{\sigma} = 0,108$ )

— découpe à 90 cm:  $\log y = -1,42923 + 0,8718 \log N$  ( $R^2 = 0,773$ ;  $\hat{\sigma} = 0,132$ )

#### 4. Conclusions

L'appréciation du volume d'un peuplement peut découler directement de la connaissance de sa hauteur moyenne (dominante de préférence) et de sa surface terrière. Il est ainsi possible de réaliser des estimations concernant plusieurs types de volumes définis par des découpes fixes ainsi que d'autres estimations de la production ligneuse, lorsqu'une économie en temps et en coût l'emporte sur la recherche d'une précision élevée.

Utiles dans la réalisation d'inventaires pilotes, les tarifs construits pour les peuplements sont d'usage rapide; ils ont un rôle intéressant à jouer dans les problèmes d'aménagement forestier et d'estimation globale des ressources forestières; à ce titre, ils méritent une attention particulière et leur généralisation à nos principales essences à rendement économique élevé serait certes souhaitable. Les tarifs de cubage individuels ne seraient plus utilisés que pour des cubages exigeant plus de précision [Bouchon, 1974]. Les tarifs conçus à l'échelle de peuplements constituent également un outil de gestion souple qui devrait conduire tout naturellement le gestionnaire forestier à une utilisation accrue des tables de production, dont les paramètres d'entrée sont précisément, le plus souvent, outre l'âge, la hauteur dominante et la surface terrière.

Depuis de nombreuses années, plus spécialement aux U.S.A. et au Canada, ce type de cubage s'applique aussi à la détermination de volumes à l'hectare sur base de photos aériennes; ces dernières permettent en effet l'estimation directe de hauteurs ainsi que de surfaces terrières (via l'importance du couvert, lui-même exprimé en nombre de bois dominants, en pourcentage d'occupation du sol, etc.) [Löetsch *et al.*, 1973].

Tableau III. — Relation entre rapports de volumes (%) et nombres de bois.

N/ha	N/4 ares	$V_{35}/V_{22}$	$V_{60}/V_{22}$	$V_{90}/V_{22}$
1 800	72	89,2	18,8	
1 700	68	90,0	24,1	
1 600	64	90,7	30,2	
1 500	60	91,5	36,2	
1 400	56	92,2	42,0	
1 300	52	93,0	47,7	
1 200	48	93,7	53,2	
1 100	44	94,3	58,5	
1 000	40	95,0	63,7	7,2
900	36	95,7	68,6	15,4
800	32	96,3	73,4	23,6
700	28	96,9	77,9	32,0
600	24	97,5	82,1	40,6
500	20	98,0	86,1	49,3
400	16	98,5	89,8	58,3
300	12	99,0	93,2	67,5
200	8	99,4	96,1	77,2
100	4	99,8	98,5	87,5

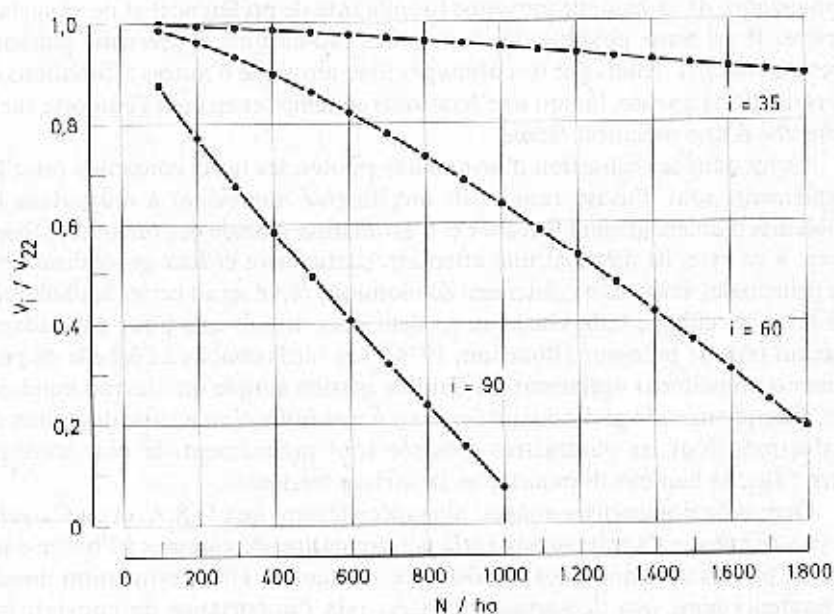


Figure 1. — Relation entre les rapports de volumes à différents niveaux de découpe et le nombre de bois.



### Summary

#### *Construction and utilization of stand volume tables (with application to Picea Abies Karst.)*

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 three 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. Furthermore they give the possibility of appraising very quickly merchantable volumes based upon varying limits of utilization. Special attention should be given to constructing stand volume equations for other species and local use.

### Bibliographie

- BADOUX E. [1968]. *Tables de production pour l'épicéa en Suisse*. Birmensdorf, Zurich, Institut Fédéral de Recherches Forestières, 65 p.
- BOUCHON J. [1974]. *Les tarifs de cubage*. Nancy, Institut National de la Recherche Agronomique, Centre National de Recherches Forestières, 57 p.
- BRINKMAN K. A. [1967]. *Stand volume equations for shortleaf pine in Missouri*. Research Note NC-24. U.S.D.A. Forest Service, 4 p.
- BUCKMAN R. E. [1961]. Development and use of three stand volume equations for Minnesota. *J. For.* **59**, 573-575.
- COLE D. M. [1971]. *A cubic-foot stand volume equation for lodgepole pine in Montana and Idaho*. Research Note INT-150. U.S.D.A. Forest Service, 8 p.
- DECOURT N. [1971]. Comparaison des équations de régression. Application au cubage des peuplements d'épicéa commun. *Ann. Sci. For.* **28** (1), 51-58.
- EVERT F. [1970]. Black spruce growth and yield at various densities in the Ontario Clay Belt. *For. Sci.* **16** (2), 183-195.
- HAMILTON G. J. [1975]. *Forest Mensuration Handbook*. Forestry Commission Booklet n° 39, 274 p.
- HONER T. G. [1965]. A new total cubic foot volume function. *For. Chron.* **41** (4), 476-493.
- LÖETSCH F., ZÖHRER F. et HALLER K. E. [1973]. *Forest inventory* (vol. 2). München, BLV Verlagsgesellschaft mbH, 469 p.
- PALM R. et RONDEUX J. [1976]. A propos de deux problèmes rencontrés dans la construction de tarifs de cubage: le choix des équations de régression et l'échantillonnage des arbres. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* **11** (1-2), 243-258.
- RONDEUX J. [1976]. L'opportunité de recoups strictement définies dans l'estimation du volume du bois d'œuvre. Application au hêtre. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* **11** (1-2), 265-274.
- SCHLAEGEL B. E. [1971]. *Growth and yield of quaking Aspen in North-Central Minnesota*. Research Paper NC-58. U.S.D.A. Forest Service, 11 p.

- SPURR S. H. [1952]. *Forest inventory*. New York, Ronald Press Company, 476 p.
- THILL A. et PALM R. [1975]. *Étude dendrométrique de l'épicéa commun*. Note technique n° 21. Gembloux, Centre d'Écologie forestière (I.R.S.I.A.), 74 p.
- THILL A. et PALM R. [1976]. *Production de l'épicéa commun dans le sud-ouest de l'Ardenne Belge*. Note technique n° 28. Gembloux, Centre d'Écologie forestière (I.R.S.I.A.), 42 p.
- VUOKILA Y. [1966]. *Functions for variable density yield tables of pine based on temporary sample plots*. Helsinki, Forest Research Institute in Finland, 86 p.