Leerstoel voor Algemene en Vergelijkende Bosbouw
Prof. Dr. M. Van Miegroet

LE CALCUL DU COEFFICIENT DE GRADATION q D'APRÈS DE LIOCOURT A L'AIDE DU VOLUME TOTAL ET DU DIAMETRE MAXIMAL

par

N. Lust
Aspirant du Fonds National Belge de la Recherche Scientifique

O.D.C. 221.41

On accepte généralement que le jardinage est un mode de traitement qui réunit les mesures propres à la conduite simultanée de la régénération, du traitement, de la structure et enfin de la récolte en une seule intervention : la coupe jardinatoire et cela en vue d'obtenir un état d'équilibre permanent et une production, de la plus haute valeur possible, du peuplement dans toutes ses parties et dans son ensemble.

L'un des problèmes principaux concernant la forêt jardinée est par conséquent la réalisation et la stabilisation de l'état d'équilibre, qui peut se caractériser par une courbe d'équilibre, c'est-à-dire par la détermination du nombre de pieds optimal dans chaque classe de diamètre.

De Liocourt est d'avis que, dans la forêt jardinée, l'équilibre idéal correspond à une diminution du nombre de pieds selon une progression géométrique de la forme

$$a \quad a\,q^{-1} \quad a\,q^{-2} \ldots\ldots\ldots a\,q^{-(n-2)} \quad a\,q^{-(n-1)}$$

et dans laquelle

a = le nombre d'arbres de la classe de diamètre la plus basse
q = le coefficient de gradation
n = nombre de classes de diamètre

De Liocourt calcule ces trois facteurs de la manière suivante :

a = s.P où s = le nombre de pieds exploité annuellement.
P = le temps de passage de la classe la plus basse.

avec $s = \frac{Z}{m}$ où

$$Z = \text{l'accroissement annuel courant par ha.}$$

$$m = \text{le volume moyen des arbres exploités.}$$

avec $m = \frac{4}{3} \cdot m'$ où

$$m' = \text{le volume de l'arbre moyen du peuplement.}$$

dans ce cas $a = \frac{3\,Z}{4\,m'} \cdot P$

n = le nombre de classes de diamètre. (Ce nombre est déterminé par la fixation de la limite de l'exploitabilité.)

$$\log q = \frac{1}{n-1} \cdot \log a \qquad (\text{de } a \cdot q^{-(n-1)} = 1)$$

Semblable détermination de a, q et n n'est pourtant pas au-dessus de toute critique.

Le facteur « a » représente en effet une valeur discutable, parce qu'une erreur initiale est faite à propos de Z, m' et P. On accepte généralement que, en mesurant le volume, on commet toujours des fautes, qui peuvent atteindre 20 %. Les facteurs Z et m' résultent du mesurage de la réserve sur pied; la faute commise lors du mesurage est donc étendue aux deux facteurs.

La détermination du temps de passage à l'aide d'une tarière de Pressler se fait également d'une manière pas trop exacte, car, en vue de cette détermination, l'on compte d'habitude le nombre de cernes dans les 25 mm qui se trouvent immédiatement sous l'écorce. Pour la détermination du temps de passage d'un arbre de la classe 20, qui a exactement 20 cm de diamètre, on compte les cernes des 25 mm extérieurs. Ce ne sont pourtant que les 12,5 mm extérieurs qui appartiennent à la classe 20 et les autres sont de la classe 15.

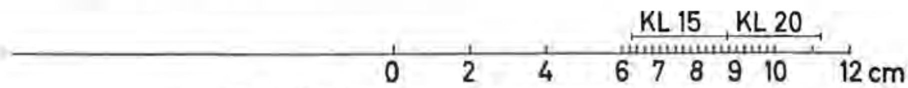

Fig. 1. La détermination du temps de passage.

La détermination du temps de passage se fait par conséquent donc couramment d'une manière assez douteuse si l'on ne prend pas les précautions absolument nécessaires.

Pour déterminer le facteur P d'un arbre de la classe 20, il faut forer un arbre qui a un diamètre égal à 22,5 cm, c'est-à-dire forer un arbre qui est sur le point de passer à la classe de diamètre suivante. Même dans ce cas on peut commettre une erreur importante car l'excentricité des arbres peut être considérable, aussi dans le cas où il s'agit d'arbres provenant d'une forêt jardinée. La détermination du temps de passage, suivant différentes directions, donne en effet dans la plupart des cas des valeurs fort dissemblables.

La limite de l'exploitabilité, dont on a besoin pour le calcul de la courbe d'équilibre, peut être déterminée sur une base économique ou sur une base physique. C'est le forestier qui, sans appliquer des règles ou des lois bien déterminées, fixe le diamètre maximal. Il est donc possible, même très probable, que deux forestiers différents acceptent deux limites de l'exploitabilité différentes pour la même station. Le plus souvent, ils ne se rendent pas compte que de petites différences dans le choix du diamètre maximal causent de grands changements dans la structure de la forêt jardinée.

Quand par exemple a = 111,1 et n = 15, alors

$$\log q = \frac{2{,}04571}{14} = 0{,}14612 \text{ et } q = 1{,}40$$

A ces valeurs correspond un volume égal à 286 m^3

Mais, quand a = 111,1 et n = 14, alors

$$\log q = \frac{2{,}04571}{13} = 0{,}15736 \text{ et } q = 1{,}437 = 1{,}44$$

Le volume correspondant est alors de 237 m^3.

Cette différence de 49 m^3 ne peut être expliquée que par la valeur différente de n. Il est évident que la limite de l'exploitabilité doit être déterminée dès lors avec beaucoup de précision.

La valeur de q, calculée selon la méthode traditionelle, est presque toujours incorrecte car le facteur « a » n'est jamais déterminé d'une façon exacte et la détermination de « n » dépend d'une interprétation subjective. Une détermination très précise de q est pourtant indispensable, car la moindre modification en variation de q, avec des valeurs constantes pour « a » et pour n, a des répercussions considérables sur le volume total calculé. Cela se trouve clairement démontré dans le tableau 1 qui donne le volume correspondant à n = 14 a = 125,3 et q oscillant entre 1,41 et 1,45.

TABLEAU 1

Le volume total avec valeur constante pour n et « a »), mais changeante pour q(

q	1,41	1,42	1,43	1,44	1,45
V	301,25	289,44	278,00	267,39	256,34

Ceci nous révèle assez clairement que la courbe d'équilibre, calculée selon la méthode de De Liocourt, n'est pas tout à fait exacte. La cause principale de cette inexactitude est la détermination fautive du coefficient de gradation q. Nous devons donc chercher une calculation plus précise de ce facteur.

Notre but est dès lors d'examiner quelle valeur de q doit être employée en vue d'obtenir un volume total et un diamètre maximal bien défini, c'est-à-dire, afin d'examiner la possibilité d'établir une courbe d'équilibre partant du volume total, V, et du diamètre maximal D_E.

Nous procédons de la façon suivante.

On calcule V pour les différents diamètres maximaux, avec les valeurs de q les plus probables. Lors de ce calcul, on emploie le tarif suivant :

TABLEAU 2

Tarif pour le calcul du volume des arbres

Cl.	20	25	30	35	40	45	50	55
V.	0,26974	0,45248	0,68619	1,01602	1,42884	1,89764	2,41874	2,98851
Cl.	60	65	70	75	80	85	90	95
V.	3,60329	4,25944	4,95329	5,68121	6,43953	7,22462	8,03281	8,86046
Cl.	100	105	110	115	120	125		
V.	9,70392	11,59184	13,29791	15,22638	17,33280	19,59302		

TABLEAU 3

Les valeurs de V pour des valeurs de q et D_E différentes

D_E (cm)	Le volume total (m^3)								
	q								
	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60
50								24,41	27,15
55			21,86	24,78	27,83	31,61	36,01	40,78	46,39
60			32,02	37,03	42,54	49,39	57,56	66,78	77,78
65			45,90	54,25	63,83	75,86	90,54	107,44	128,64
70			64,62	78,12	94,35	114,95	141,71	171,89	210,71
75	58,61	73,48	89,69	111,06	137,75	172,34	216,64	272,03	342,69
80	77,98	98,25	123,04	156,26	199,33	256,34	334,10	428,31	554,62
85	100,81	129,99	167,13	218,01	286,33	378,90	503,94		
90	129,00	170,40	224,28	302,13	408,90	557,87			
95	163,72	221,83	301,71	416,44	581,41				
100	206,14	286,84	401,87	571,50					
105	259,01	369,98	533,96						
110	324,00	475,61							
115	404,09	609,34							
120	502,17								
125	622,19								

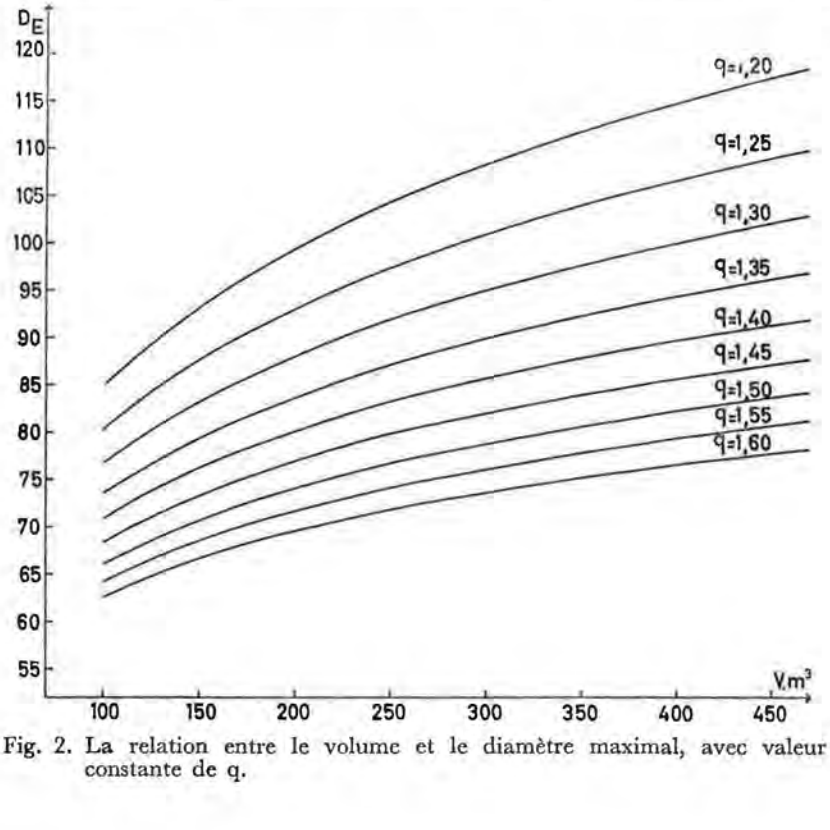

Fig. 2. La relation entre le volume et le diamètre maximal, avec valeur constante de q.

Cette présentation graphique laisse la possibilité d'examiner le choix du diamètre maximal qui correspond théoriquement à une valeur de q déterminée au préalable et à un certain volume déterminé.

TABLEAU 4

Le diamètre maximal correspondant à une valeur définie de V et q.

q	De					
	V					
	200	250	300	350	400	450
1,20	99,4	104,2	108,6	112,4	115,7	118,1
1,25	93,0	97,3	101,0	104,0	106,5	109,0
1,30	88,0	92,0	95,0	97,6	100,0	101,9
1,35	83,6	87,2	90,0	92,3	94,4	96,2
1,40	80,0	83,0	85,7	87,9	89,6	91,4
1,45	76,8	79,7	82,1	84,0	85,8	87,4
1,50	74,0	76,7	78,8	80,6	82,3	83,6
1,55	71,6	74,0	76,0	77,6	79,2	80,6
1,60	69,5	71,7	73,6	75,2	76,6	77,8

A l'aide de ce tableau, l'on peut établir la figure 3, qui montre la relation entre le diamètre maximal et la valeur de q pour un volume constant.

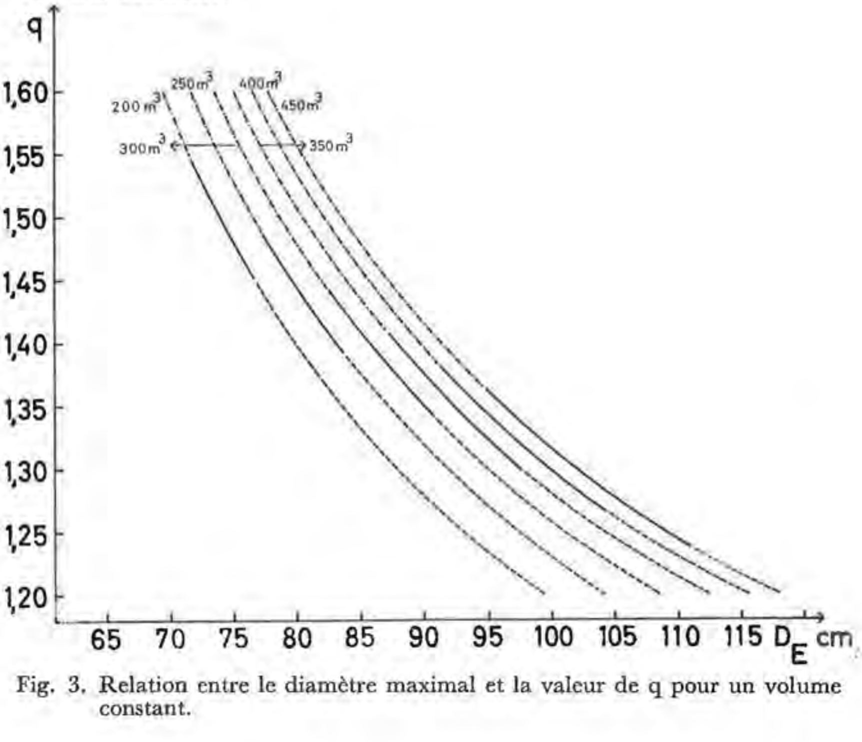

Fig. 3. Relation entre le diamètre maximal et la valeur de q pour un volume constant.

La figure 3 démontre qu'il est possible de déterminer graphiquement la valeur de q qui doit être employée pour obtenir, avec un diamètre maximal choisi, un certain volume.

Aux courbes de la figure 3, l'on peut adapter l'équation du deuxième degré $y = a.x^2 + b.x + c$. Les valeurs des coefficients a, b et c pour chacun des différents volumes sont indiquées au tableau 5.

TABLEAU 5

La valeur des coefficients a, b et c de la comparaison $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ pour les courbes de la figure 7.

V	a	b	c
200	0,000270	− 0,0588	4,378
250	0,000236	− 0,0537	4,235
300	0,000211	− 0,0498	4,120
350	0,000191	− 0,0467	4,031
400	0,000176	− 0,0440	3,934
450	0,000164	− 0,0419	3,836

Par conséquent, un certain volume étant donné, la valeur de q peut être calculée ainsi :

$$q = a \cdot D_E^2 + b \cdot D_E + c \qquad (1)$$

Ces valeurs de a, b et c, diffèrent pour chaque volume, que l'on désire obtenir dans une situation idéale préconisée. On peut ainsi reproduire la relation entre ces valeurs sur double papier logarithmique, sous la forme d'une droite.

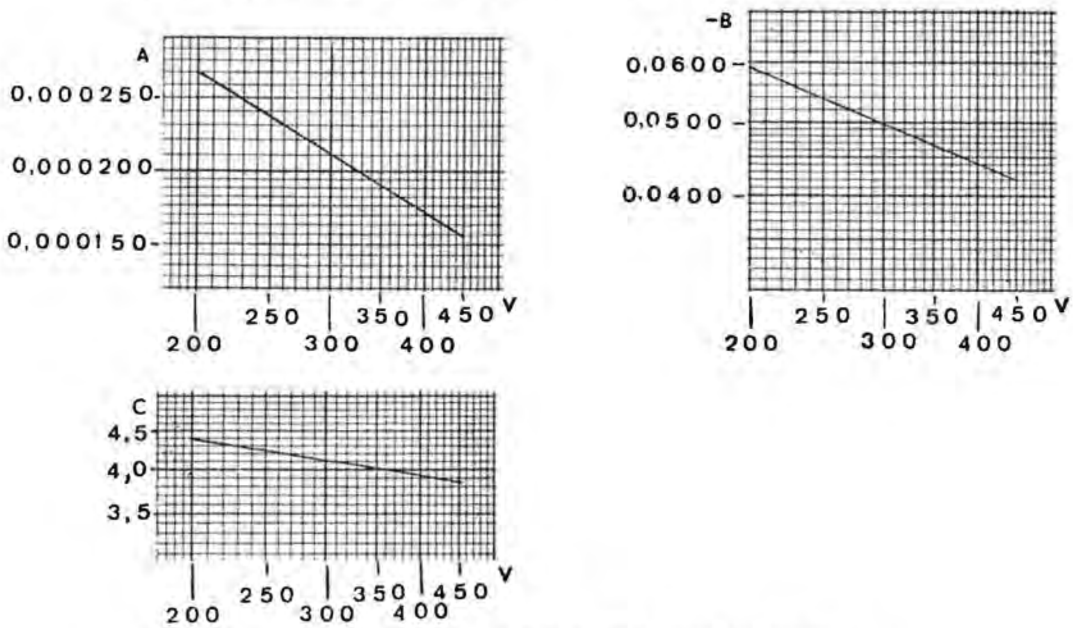

Fig. 4. Les valeurs des coefficients a, b et c, en fonction du volume.

Les droites peuvent être représentées de la manière suivante :

1. $\log a = \log m + n . \log V$
2. $\log b = -(\log m' + n'.\log V)$
3. $\log c = \log m'' + n'' \log V$

Si nous appliquons la méthode des moindres carrés, nous obtenons

1. $\log a = \bar{3},85354 - 0,61776.\log V$ $(m = 0,0071382)$
2. $\log b = -(\bar{1},72785 - 0,41655.\log V)$ $(m' = 0,534348)$
3. $\log c = 0,99641 - 0,15413.\log V$ $(m'' = 9,91700)$

De là suit que :

1. $a = 0,0071382 . V^{-0,61776}$
2. $b = -(0,534348 . V^{-0,41655})$
3. $c = 9,9170 . V^{-0,15413}$

Par conséquent, la formule (1) peut être généralisée comme suit :

$$q = (0,0071382.V^{-0,61776})\, D_E^2 - (0,534348.V^{-0,41655})\, D_E + (9,9170.V^{-0,15413})$$

La valeur de q, calculée de cette façon, comporte encore une petite erreur, parce que la relation, dont nous nous servons, est le résultat de deux adaptations consécutives. L'erreur n'est pourtant jamais supérieure à 0,01, de sorte que l'équation peut être employée avec une certitude de précision suffisante.

Cette formule permet donc de calculer d'une façon simple la courbe d'équilibre, à condition que le volume total ainsi que le diamètre maximal soient connus. Ces deux facteurs doivent être déterminés au préalable par le forestier, car ils diffèrent selon la station et le but de l'aménagement. En une station précise, le diamètre maximal possible peut changer à cause de la variabilité et du libre choix du but de l'aménagement forestier.

Selon la figure 3, il serait donc possible de tracer une courbe d'équilibre, par exemple pour un volume de 200 m^3 et un D_E = 95 cm.

Dans ce cas le pourcentage de bois fort serait supérieure à 60. Or, en une station dont le volume optimal ne dépasse pas les 200 m^3, le pourcentage de bois fort ne peut être plus élevé que 26,9. (1)

Par là, $q \geqslant 1,456$.

Le tableau 6 indique le pourcentage maximal de bois fort, ainsi que la valeur minimale de q, permises pour d'autres volumes.

(1) Lust N. Die Berechnung der Gleichgewichtskurve von dem Modellbaum ausgehend. Mededelingen van de Rijkstakulteit der Landbouwwetenschappen te Gent. XXXIII, 1968, 175-208.

TABLEAU 6

Le pourcentage de bois fort et la valeur minimale de q

V	% bois fort	q
450	61,9	1,237
400	56,2	1,265
350	49,9	1,299
300	42,9	1,340
250	35,2	1,391
200	26,9	1,456

Ce tableau et la figure 3 permettent de conclure que, lors d'un volume de 200 m³, D_E ne peut dépasser les 76,4 cm, sinon, le pourcentage de bois fort deviendrait trop grand. De la même façon l'on peut déterminer le plus grand D_E admissible pour d'autres volumes. Etalées graphiquement, ces valeurs forment plus ou moins une droite (figure 5), qui peut être représentée par l'équation :

$$\text{Max. } D_E = 49{,}057 + 0{,}138.V \qquad (3)$$

Le D_E maximal établi de cette façon pour un certain volume est représenté au tableau 7.

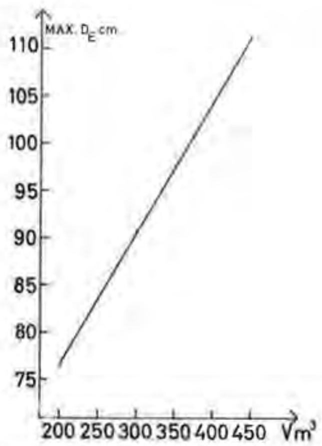

Fig. 5. La relation entre le volume et le D_E maximal.

TABLEAU 7

Le D_E maximal pour un certain volume

V	200	250	300	350	400	450
Max. D_E	76,7	83,6	90,4	97,4	104,3	111,2

Pour un volume déterminé, les valeurs de D_E, plus grandes que celles indiquées au tableau 7, sont inadmissibles et d'ailleurs impossibles. Pour cette raison, les parties des courbes de la figure 3, ayant un D_E trop grand, sont tracées en traits interrompus.

Aux valeurs maximales de D_E correspondent des valeurs minimales de q. Etablies graphiquement (figure 6), ces valeurs représentent une courbe à laquelle on peut adapter l'équation suivante :

$$\text{Min. } q = 1807136.10^{-12} \,.\, V^2 - 2039781.10^{-9}.V + 1{,}790206 \quad (4)$$

Les valeurs minimales de q, établies au moyen de cette équation sont représentées, pour les différents volumes, au tableau 8.

Fig. 6. Relation entre le volume total et la valeur minimale de q.

TABLEAU 8

Les valeurs minimales de q pour les différents volumes

V	200	250	300	350	400	450
Min. q	1,455	1,393	1,340	1,298	1,264	1,238

A l'aide de l'équation 4, il est donc possible de calculer pour chaque volume les valeurs minimales de q.

Figure 3 nous montre aussi que, si nous partons toujours de la forêt jardinée idéale (c'est-à-dire avec un arbre de la classe de diamètre la plus haute) et d'une valeur de q $\leqslant$ 1,60, le D_E minimal doit être égal à 70 cm pour atteindre un volume supérieur à 200 m^3. Ainsi il est impossible d'atteindre un volume de 200 m^3 avec un $D_E \leqslant 60$ cm, ce qui veut dire que la valeur de q doit être supérieure à 1,60 pour qu'on puisse obtenir un volume de 200 m^3 en partant d'un $D_E = 60$ cm.

C'est pourquoi les courbes d'équilibre ont été calculées pour les différents diamètres maximales, à partir d'une valeur de q supérieure à 1,60. Ces courbes d'équilibre permettent d'établir la figure 7, qui indique les valeurs de D_E correspondant à un certain volume et à une valeur de q supérieure à 1,60.

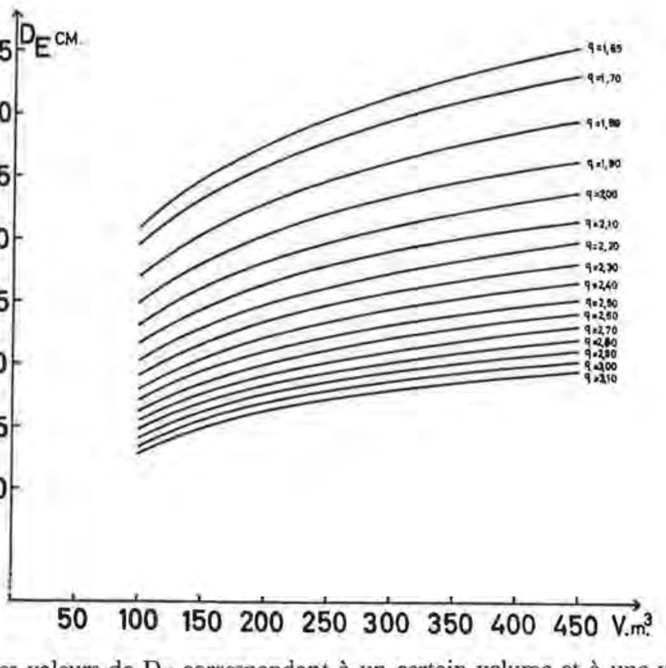

Fig. 7. Les valeurs de D_E correspondant à un certain volume et à une valeur de q supérieure à 1,60

De cette figure peut être déduit le tableau 9, qui indique la valeur de D_E pour un volume et une valeur de q déterminés.

TABLEAU 9

La valeur de D_E pour un volume et une valeur de q déterminés.

q	D_E					
	V					
	200	250	300	400	400	450
1,65	67,4	69,6	71,3	72,9	74,2	75,3
1,70	65,7	67,8	69,3	70,8	72,1	73,2
1,80	62,7	64,5	65,9	67,3	68,5	69,5
1,90	60,2	61,9	63,2	64,5	65,6	66,5
2,00	58,2	59,7	60,9	62,0	62,9	63,8
2,10	56,3	57,8	58,9	60,0	60,8	61,6
2,20	54,7	56,0	57,2	58,1	59,0	59,7
2,30	53,2	54,6	55,6	56,5	57,3	58,0
2,40	51,9	53,2	54,2	55,1	55,9	56,6
2,50	50,9	52,1	53,0	53,8	54,6	55,3
2,60	49,9	51,0	51,9	52,7	53,4	54,1
2,70	49,0	50,0	50,9	51,7	52,4	53,1
2,80	48,1	49,2	50,0	50,8	51,5	52,1
2,90	47,3	48,4	49,2	49,9	50,6	51,2
3,00	46,5	47,6	48,4	49,1	49,8	50,4
3,10	46,0	46,8	47,6	48,3	49,0	49,6

Ce tableau permet à son tour d'établir la figure 8 qui, pour un volume constant, démontre la relation entre D_E et les valeurs de q supérieure à 1,60.

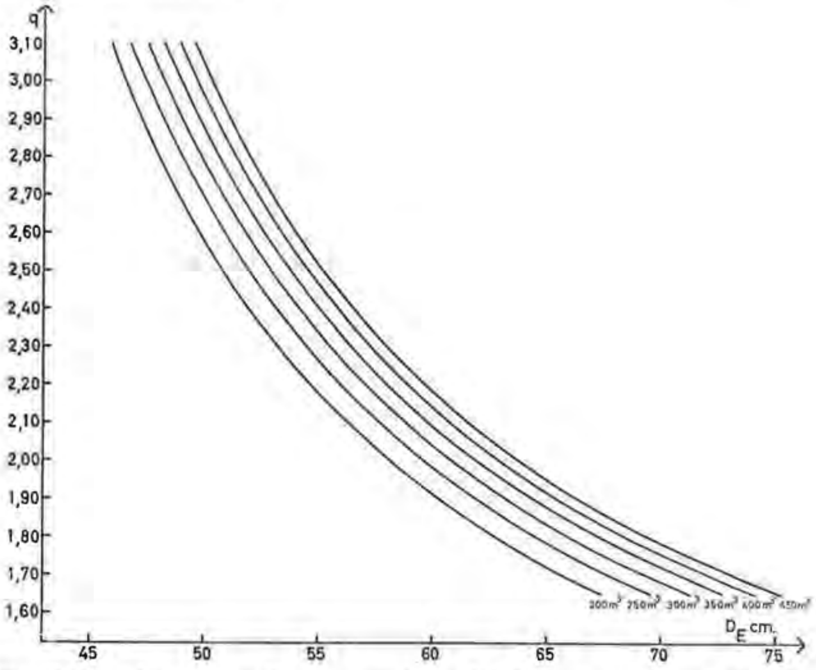

Fig. 8. La relation entre D_E et q, supérieur à 1,60, pour un volume constant.

A l'aide de cette figure, il est possible de définir quelle valeur doit avoir q pour atteindre un certain volume à partir d'un $D_E \leqslant$ 70 cm

TABLEAU 10

La valeur de q nécessaire pour atteindre un certain volume à partir de $D_E \leqslant 70$ cm

D_E	q					
	V					
	200	250	300	350	400	450
50	2,59	2,71	2,81	2,89	2,97	3,05
55	2,18	2,27	2,35	2,41	2,47	2,53
60	1,91	1,99	2,05	2,10	2,14	2,18
65	1,72	1,79	1,84	1,88	1,92	1,96
70	1,59	1,64	1,68	1,72	1,76	1,79

Pour obtenir par exemple un volume de 300 m^3 et un D_E = 60 cm q devrait être égal à 2,05. Dans ce cas, le nombre de pieds de la classe de diamètre 15, devrait être plus élevé que 600, ce qui est impossible. Il est même douteux qu'une forêt jardinée soit encore possible pour une valeur de « a » supérieure à 200. Or, pour une valeur de q $\geqslant$ 1,65 et pour un volume d'au moins 200 m^3 « a » est toujours supérieur à 200. Par conséquent, les courbes d'équilibre, calculées avec une valeur de q $\geqslant$ 1,65 sont inutilisables et d'ailleurs impossibles. Dans la pratique « a » n'est même jamais supérieur à 140. Le tableau 11 indique d'ailleurs, pour des volumes différents, la valeur de q qui correspond à une valeur de q = 140.(1)

TABLEAU 11

Les valeurs de q qui, pour des volumes différents, correspondent à une valeur a = 140

V.	200	250	300	350	400	450
q	1,546	1,486	1,442	1,410	1,382	1,362

(1) Voyez note p. 228

Le facteur « a » dépasse 140 dès que les valeurs de q, indiquées ci-dessus, sont dépasées, de sorte que, pour les volumes indiqués, des valeurs de q plus élevées ne peuvent être utilisées.

Etalées graphiquement (figure 9), ces valeurs du tableau 11 forment une courbe à laquelle peut être adaptée une équation du deuxième degré :

$$\text{Max. } q = 1886.10^{-9}.V^2 - 1948.10^{-6}.V + 1{,}858171 \qquad (5)$$

Les valeurs maximales ainsi calculées sont indiquées au tableau 12.

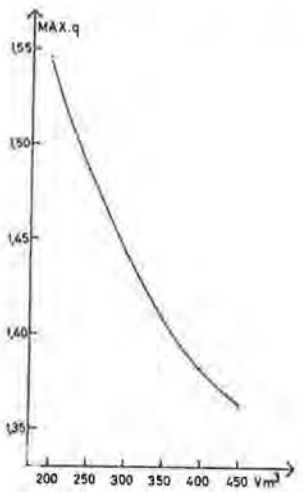

Fig. 9. Les valeurs maximales de q admises pour un volume différent.

TABLEAU 12

Valeurs maximales de q

V	200	250	300	350	400	450
Max. q	1,544	1,489	1,444	1,407	1,381	1,368

Comme valeurs maximales de q sont donc acceptées les valeurs calculées au moyen de la formule 5.

Pour ne dépasser la valeur maximal de q, il faut aussi que, pour un volume déterminé, D_E ait une valeur déterminée. Ces valeurs minimales de D_E, qui peuvent être lues à la figure 3 donnent, représentées graphiquement, une courbe à laquelle l'équation

$$\text{Min. } D_E = -111428.10^{-9}.V^2 + 0{,}165228.V + 43{,}083 \qquad (6)$$

peut être adaptée.

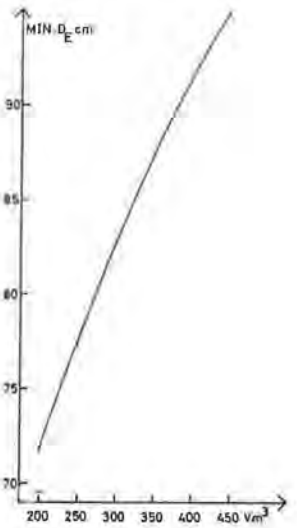

Fig. 10. La relation entre le volume et le D_E minimal.

Dans la figure 3, les parties de la courbe, où D_E est trop petit, sont tracées en traits pointillés et interrompus. (. ——.——)

Conclusion

Les lignes pleines de la figure 3 démontrent que l'acquisition d'un certain volume n'est possible que si le diamètre maximal se trouve entre des limites bien définies.

Le D_E minimal peut être calculé au moyen de la formule 6, le D_E maximal au moyen de la formule 3.

Pour l'établissement de la courbe d'équilibre, le forestier doit donc définir le volume et le diamètre maximal. Celui-ci dépend du but de l'aménagement, mais ne peut toutefois pas dépasser certaines limites, alors il est possible que le pourcentage de bois fort ou le facteur « a » soient trop élevés.

Pour le calcul de la valeur de q, l'on peut employer la formule 2. La figure 3 démontre pourtant, que, pour un volume déterminé, la valeur de q doit être située entre des limites définies. Pour un volume déterminé au préalable, la valeur de q minimale peut être calculée au moyen de la formule 4, la valeur maximale au moyen de l'équation 5.

En résumé, le tableau 13 établit entre quelles valeurs les facteurs D_E et q doivent être situés pour atteindre un certain volume.

TABLEAU 13

Les valeurs minimales et maximales de D_E et de q pour un certain volume

V = 200		V = 250		V = 300		V = 350		V = 400		V = 450	
D_E	q	D_E	q	D_E	q	D_E	q	D_E	q	D_E	q
71,7	1,455	77,4	1,393	82,6	1,340	87,3	1,298	91,3	1,264	94,9	1,238
76,7	1,544	83,7	1,489	90,8	1,444	97,7	1,407	104,4	1,381	111,0	1,363

Ce procédé présente le grand avantage que des mesures ne sont plus nécessaires pour déterminer le facteur q. En outre, la valeur de q dépend alors du volume total et du diamètre maximal voulu, c'est-à-dire que, à la même station, le coefficient de gradation peut varier selon le but de l'aménagement. Ceci rejoint les idées de Mitscherlich (16) qui pose en principe que, pour une même station, plusieurs courbes d'équilibre sont possibles.

SAMENVATTING

De Liocourt stelde vast, dat in het ideale plenterbos de stamtallen afnemen volgens een meetkundige reeks van de vorm :

$$a \quad a \cdot q^{-1} \quad a \cdot q^{-2} \ \dots \dots \dots \ a \cdot q^{-(n-2)} \quad a \cdot q^{-(n-1)}$$

De Liocourt berekent de drie factoren a, q en n als volgt :

$$a = \frac{3 \cdot Z}{4 \cdot m'} \, p.$$

n, gelijk aan het aantal diameterklassan, wordt bepaald door het vastleggen van de kapbaarheidsgrens.

$$\log q = \frac{1}{n-1} \cdot \log a \qquad (\text{Uit } a \cdot {}^{-(n-1)} = 1).$$

Volgens deze traditionele methode is het echter zeer moeilijk om « a », n en q juist te bepalen, zodat het niet te verwonderen is, dat twee auteurs, uitgaande van dezelfde basisgegevens, een verschillende evenwichtscurve opstellen. De voornaamste oorzaak hiervan is de foutieve bepaling van de gradatiecoefficient q.

Het was dan ook de bedoeling een nauwkeuriger berekening voor deze parameter uit te werken. Hiervoor werd uitgegaan van het totale volume V en de einddiameter D_E.

Aan de hand van de verhouding tussen V en verschillende waarden van q en D_E en de betrekking tussen de einddiameter en de waarde van q bij een constante voorraad kan de vergelijking

$$q = a \cdot D_E^2 + b \cdot D_E + c \qquad (1)$$

opgesteld worden, die het mogelijk maakt bij een gegeven volume de waarde van q te berekenen.

De formule 1 kan als volgt veralgemeend worden :

$$q = (0{,}0071382 . V^{-0{,}61776}) . D_E^2 - (0{,}534348 . V^{-0{,}41655}) D_E + + (9{,}9170 . V^{-0{,}15413}) \qquad \text{(formule 2)}$$

Deze formule laat toe op een eenvoudige wijze de gradatiecoefficient en aldus ook de evenwichtscurve te berekenen, tenminste als V en D_E gekend zijn. Deze twee faktoren moeten door de bosbouwer op voorhand bepaald worden, daar zij kunnen verschillen naargelang de standplaats en het bedrijfsdoel.

Het blijkt echter, dat bij een bepaald volume niet alle waarden van D_E kunnen gebruikt worden omdat het procent boomhout te groot zou worden. De maximale einddiameter die bij een bepaald volume toegelaten is, kan berekend worden door volgende vergelijking :

$$\text{Max. } D_E = 49{,}057 + 0{,}138 . V$$

Aan deze maximale waarden van D_E bantwoorden minimale waarden van q :

$$\text{Min. } q = 0{,}000001807136 . V^2 - 0{,}002039781 . V + 1{,}790206$$

Er bestaat evenwel ook een maximale waarde van q, daar het anders mogelijk zou zijn, dat bij een bepaalde waarde van V en D_E de waarde van « a » te groot zou worden.

Om te beletten, dat bij een bepaald volume « a » groter zou zijn dan 140, kan gebruik gemaakt worden van de formule :

$$\text{Max. } q = 0{,}000001886 . V^2 - 0{,}001948 . V + 1{,}858171$$

Om de maximale waarde van q niet te overschrijden moet bij een bepaald volume D_E een minimale waarde hebben :

$$\text{Min. } D_E = -0{,}000111428 . V^2 + 0{,}165228 . V + 43{,}083$$

Deze werkwijze biedt het grote voordeel, dat voor de bepaling van de faktor q geen metingen meer noodzakelijk zijn. Daarenboven is de waarde van q nu afhankelijk van het volume en de beoogde einddiameter, d.w.z. dat op eenzelfde standplaats, de gradatiecoefficient kan verschillen naargelang het bedrijfsdoel. Dit sluit aan met de ideeën van Mitscherlich (16) die vooropstelt, dat op eenzelfde standplaats meerdere evenwichtscurven mogelijk zijn.

LITERATURE

1. AMMON W. — Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft : Folgerungen aus 40 Jahre Schweizerischer Praxis.
2. BADOUX E. — L'allure de l'accroissement dans la forêt jardinée. M.S.A.F.V. XXVI (1) 1949 (9)
3. BIOLLEY H.E. — L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle.
4. BOUDRU, M. — Considérations sur la futaie jardinée de chênes. *B.I.A.G.* **20** (314) 1952 (155-177).
5. BOUDRU, M. — Quelques exemples de la forêt jardinée de chênes. *B.I.A.G.* XXIV (2) 1956 (109).
6. BOUDRU, M. — Evolution d'une forêt de chênes d'âges multiples soumise à un aménagement controlé. *B.S.R.F.B.* **63** (8-9) 1956 (373)
7. COLETTE, L. — Aménagements des futaies jardinées par la méthode du contrôle. *B.S.R.F.B.* **39** 1932 (105-177).

8. DANNECKER, K. — Beitrag zur Anwendung und zur Ausbau der Kontrollmethode im Plenter- und Femelschlagwald.

9. DE COULON, M. — Structure et évolution de peuplements jardinés. *J.F.S.* **113** (10) 1962 (543).

10. KNUCHEL H., — Planung und Kontrolle im Forstbetrieb.

11. LEIBUNDGUT, H. — Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern. *M.S.A.F.V.* **24** (1) 1945 (219-296).

12. LEIBUNDGUT, H. — Femelschlag und Plenterung. *S.Z.F.* **97** (7) 1946 (306-317).

13. LEIBUNDGUT, H. — Ueber Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. *J.F.S.* **110** (3) 1959.

14. LEIBUNDGUT, H. — Beitrag zur Anwendung und zur Ausbau der Kontrollmethode im Plenter- und Femelschlagwald. *J.F.S.* **104** (1-2) 1953 (32).

15. LENGER, A. — A propos d'une loi mathémathique simple concernant la structure équilibrée des peuplements forestiers. *B.I.A.G.* XXII (2) 1954 (241).

16. MITSCHERLICH, G. — Untersuchungen in Schlag- und Plenterwäldern *A.F.* **74** (5-6) 1963 (45)

17. MITSCHERLICH, G. — Untersuchungen in Plenterwäldern des Schwarzwaldes. *A.F.J.* **132** (3) 1961 (61) **132**(4) 1961 (5).

18. PRODAN, M. — Die theoretische Bestimmung des Gleichgewichtszustandes im Plenterwald. *J.F.S.* **100** (2) 1949 (81).

19. SUSMEL, L. — Leggi di variazione dei parametri della foresta disetanea normale. *I.F.M.* XI (3) 1956 (105).

20. VAN MIEGROET, M. — De toepassing van de plentering in Nederland· *N.B.T.* **37** (10) 1965 (310-334).

21. WAUTHOZ, L. — Contribution à la recherche d'une norme générale d'équilibre des peuplements d'âges multiples. *B.S.R.F.B.* **70** (6) 1963 (305-331).

A.F.	:	Allgemeine Forstzeitung.
A.F.J.	:	Allgemeine Forst- und Jagdzeitung.
B.I.A.G.	:	Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux.
B.S.R.F.B.	:	Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique.
I.F.M.	:	Italia Forestalia e Montana
J.F.S.	:	Journal Forestier Suisse
M.S.A.F.V.	:	Mitteilungen Schweizerischer Anstalt für das Forstliche Versuchswesen.
S.Z.F.	:	Schweizerische Zeitschrift für Fortswesen