

CARACTERES MORPHOLOGIQUES, BIOMETRIQUES ET ANALYTIQUES DE FOURRES DE HETRE DANS LA FORET DE SOIGNES

Reh J.\* & Lust N.\*\*

Résumé

Des mesurages des caractères morphologiques, biométriques et analytiques, ainsi de processus de croissance ont été exécutés dans deux fourrés de hêtre, issus d'une régénération naturelle dans la forêt de Soignes.

Le but de la recherche était de caractériser les brins de hêtre en fonction de leur âge et de l'étage social auquel ils appartiennent.

Les résultats permettent de conclure que les fourrés sont d'une bonne qualité et qu'ils descendent d'une provenance convenable. Ils permettent aussi de mettre en graphique les arbres modèles de chaque groupe d'âge et de chaque classe sociale.

\* Vysoká škola lesnícka a drevárska vo Zvolene

\*\* Université d'état de Gand.

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION	101
2. RESULTATS DES ANALYSES DES CARACTERES MORPHOLOGIQUES, BIOMETRIQUES ET ANALYTIQUES	103
2.1. Le diamètre des arbres ( $d_{1,3}$ )	103
2.3. La grandeur et la forme de la couronne	106
2.3.1. La hauteur de la couronne verte ( $h_z$ )	106
2.3.2. La longueur de la couronne ( l )	107
2.3.3. La largeur de la couronne ( b )	107
2.3.4. Le coefficient de sveltesse	107
2.3.5. L'indice de la couronne ( $l/h$ )	108
2.3.6. Le branchage de l'arbre ( $l/h$ )	109
2.3.7. Le branchement de la couronne ( $b/h$ )	109
2.3.8. L'épaisseur de la couronne ( $b/l$ )	109
2.4. La capacité de croissance des couronnes	109
2.4.1. La projection horizontale de la couronne	110
2.4.2. La projection verticale de la couronne	110
2.4.3. Le volume de la couronne	110
2.4.4. La surface de la couronne	111
2.4.5. La forme de la couronne	111
2.5. La surface terrière de l'arbre	111
2.6. Le volume des arbres	112
2.7. La productivité des arbres	112
3. CONCLUSIONS	113
LITTERATURE	116

## 1. INTRODUCTION

Des mesurages de caractères morphologiques, biométriques et analytiques, ainsi de processus de croissance ont été exécutés dans deux fourrés de hêtre, issus d'une régénération naturelle dans la forêt de Soignes ( Belgique, Europe occidentale ).

La recherche avait comme but de caractériser les brins en fonction de leur âge et de l'étage sociale auquel ils appartiennent déjà.

Les mesurages ont été faits à deux stations, avec des caractères généraux très semblables :

1. Un fourré de hêtre âgé de 26 ans, situé dans le cantonnement de Bruxelles I.
2. Un fourré de hêtre âgé de 16ans, situé dans le cantonnement de Bruxelles II.

Une telle recherche permet, quoique toujours dans une mesure relative, de juger le développement de fourrés de hêtre dans deux étages de leur croissance juvénile et dans des circonstances de milieu presque pareilles.

L'étude doit répondre à la double question :

1. Comment les individus modèles de brins de hêtre sont-ils construits ?
2. Quels caractéristiques les arbres d'avenir ont-ils dans des fourrés, issus de peuplements de hêtre, jugés généralement comme des meilleurs de l'Europe occidentale et centrale.

Les résultats des caractères morphologiques, de la croissance, et du développement des fourrés de hêtre non influencés sylvicolement ou économiquement, ont été retenus comme base de l'analyse et de la comparaison. Ils jugent les caractères de la forme de la tige et de la couronne et surtout les caractères de la grandeur et de la puissance de l'appareil assimilative, comme étant le facteur le plus important de production de substance organique.

Comme l'analyse a été faite dans chaque étage d'arbres, déterminé en grande partie par des différences d'âge, il est finalement possible de reconnaître les modèles pour le traitement et l'éducation des peuplements dans l'avenir.

Pendant la recherche les caractères suivants ont été étudiés et jugés ( figure 1 ).

- le diamètre  $d_{1,3}$ , en cm ;
- la hauteur  $h$ , en m ;
- la hauteur de la couronne verte  $h_2 = h - l$ , en m ;
- la longueur de la couronne  $l = h - h_2$ , en m ;
- la largeur de la couronne  $b$ , en m ;
- le coefficient de sveltesse, selon la formule  $\frac{h}{d_{1,3}^3} = 100$
- l'indice de couronne: la relation entre la longueur et la largeur de la couronne (  $l/b$  ) ;
- le branchage de l'arbre : la relation entre la longueur de la couronne et son hauteur (  $l/h$  ) ;
- le branchement de l'arbre : la relation entre la largeur de la couronne et son hauteur (  $b/h$  ) ;
- l'épaisseur de la couronne : la relation entre la largeur et la longueur de la couronne (  $b/l$  ) ;
- la projection horizontale de la couronne, selon la formule

$$p_l = \frac{\pi \cdot b^2}{4}, \text{ en m}^2 ;$$

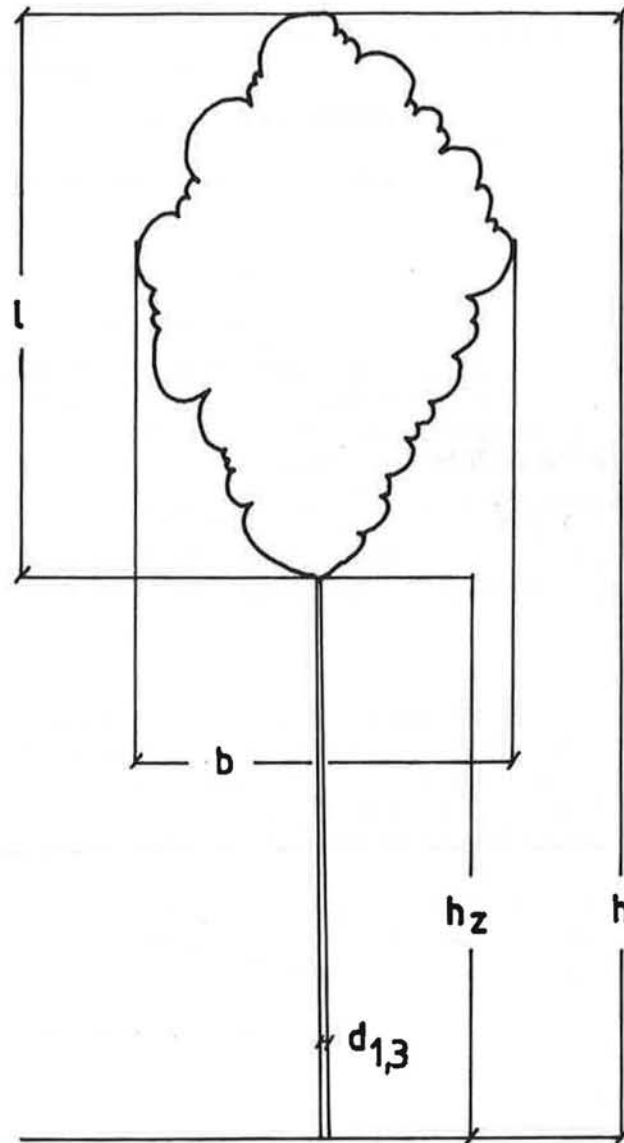


Figure 1. Les caractères d'arbres :  $d_{1,3}$  = diamètre 1,3 ;  $h$  = hauteur ;  
 $l$  = longueur de la couronne ;  $b$  = largeur de la couronne ;  
 $h_z$  = hauteur de la couronne verte.

- la projection verticale de la couronne, selon la formule  $pl_n = \frac{b \cdot l}{2}$ , en m<sup>2</sup> ;
- le volume de la couronne, selon la formule pour la paraboloïde de révolution  $c_k = \frac{l}{2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot b^2 \cdot l$ , en m<sup>3</sup> ;
- la surface de la couronne, selon la formule pour l'ellipsoïde de révolution  $pl_k = \frac{\pi}{4} \cdot b \cdot 4 \cdot l^2 + b^2$ , en m<sup>2</sup> ;
- la forme de la couronne, selon la formule  $f_k = \frac{c_k}{pl_p \times l}$  ;
- la surface terrière de l'arbre g, en m<sup>2</sup> ;
- le volume de l'arbre v, en m<sup>3</sup> ;

Les mesurages biométriques principaux ont été faits avec des échantillons pris de 30 arbres.

Pour chaque caractère analysé la déviation  $s_x$  et le coefficient de variation  $s_x\%$  ont été déterminés.

## 2. RESULTATS DES ANALYSES DES CARACTERES MORPHOLOGIQUES, BIOMETRIQUES ET ANALYTIQUES ( TABLEAUX 1 et 2 ).

### 2.1. Le diamètre des arbres ( $d_{1,3}$ )

Le diamètre  $d_{1,3}$  est utilisé non seulement pour la classification des arbres, la détermination du volume et de la surface terrière, mais aussi pour le calcul du coefficient de sveltesse.

De l'analyse il résulte clairement que le diamètre moyen dépend de l'âge et qu'il baisse fortement avec les étages descendants.

Les résultats de l'accroissement moyen annuel ( en cm ) sont aussi intéressants :

	26 ans	16 ans
Et.1	0,20	0,20
Et.2	0,13	0,11
Et.3	0,10	0,09

L'accroissement est égal dans chaque groupe d'âge de l'étage dominant, mais il est un peu plus fort dans les couches inférieures du plus vieux fourré.

La déviation du diamètre baisse en fonction des étages et conformément au diamètre.

Au contraire, le coefficient de variation s'élève indépendamment de la maturité de croissance. Ce phénomène s'explique par le fait que le processus de la différenciation des brins dans la fourré de 16 ans est encore dans la phase initiale et qu'il n'est pas encore terminé à l'âge de 26 ans, au moins dans les circonstances de la forêt de Soignes.

### 2.2. La hauteur des arbres (h)

La hauteur a été utilisée pour le calcul du volume, la détermination du coefficient de sveltesse, l'appréciation sociale des brins ( se basant sur la classification sylvicole ), ainsi que pour le calcul des autres paramètres déduites.

Analogue au diamètre, la hauteur moyenne est liée assez fortement à l'âge et à la position sociale des brins dans le fourré.

Il résulte de la comparaison des deux collections d'individus ( 16 et 26 ans ) et plus spécialement de leur croissance en diamètre et en hauteur que, dans cette phase de développement, la croissance en hauteur est plus forte que la croissance en diamètre.

Tabl. 1. Les caractères analytiques des arbres modèles de 16 ans

Cantonement	Etage		Diamètre	Hauteur	Hauteur de la couronne verte	Longueur de la couronne	Largeur de la couronne	Coefficient de sveltesse	Indice de couronne	Branchage de l'arbre	Branchement de la couronne	Epaisseur de la couronne	La proj. hor. de la couronne	La proj. vert. de la couronne	Volume de la couronne	Surface de la couronne	Forme de la couronne	Surface terrière	Volume d'arbre
			Bruxelles I	1	∅	5,1	8,4	4,1	4,3	3,1	166	1,4	0,5	0,4	0,7	7,6	6,7	16,8	22,3
$s_x$	0,46	0,64			0,33	0,55	0,48	13,5	0,14	0,06	0,05	0,09	2,41	1,68	6,65	5,78	-	3,59	0,01
$s_x\%$	9,26	12,86			6,57	10,91	15,69	8,12	10,10	12,65	13,61	12,78	31,75	25,12	39,54	25,88	-	17,73	22,87
2	∅	3,4		7,2	3,8	3,4	2,0	212	1,8	0,5	0,3	0,6	3,0	3,4	5,3	11,0	0,5	9,3	0,005
	$s_x$	0,35		0,39	0,71	0,69	0,24	12,17	0,45	0,12	0,04	0,14	0,71	0,88	1,91	2,83	-	1,93	0,001
	$s_x\%$	10,20		5,42	18,88	20,19	12,24	5,74	24,85	24,30	14,29	23,57	23,51	26,09	36,20	25,67	-	20,75	29,49
3	∅	2,5		5,5	3,6	1,9	1,4	222	1,3	0,3	0,3	0,8	1,6	1,3	1,6	4,6	0,5	5,00	0,002
	$s_x$	0,32		0,44	0,52	0,52	0,28	31,82	0,53	0,10	0,05	0,26	0,56	0,49	0,76	1,58	-	1,17	0,001
	$s_x\%$	12,65		8,07	14,65	27,10	20,01	14,35	39,37	28,32	18,84	34,91	35,21	36,43	48,75	34,71	-	23,53	22,22

Tabl. 2. Les caractères analytiques des arbres modèles de 26 ans

Cantonnement	Etage		Diamètre	Hauteur	Hauteur de la couronne verte	Longueur de la couronne	Largeur de la couronne	Coefficient de svelteuse	Indice de la couronne	Branchage de l'arbre	Branchement de la couronne	Epaisseur de la couronne	La projection horizontale de la couronne	La projection verticale de la couronne	Volume de la couronne	La surface de la couronne	Forme de la couronne	Surface côtérière	Volume d'arbre
			cm	m	m	m	m						m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Bruxelles II.	1	∅	3,2	4,2	1,2	3,0	2,0	129	1,5	0,7	0,5	0,7	3,1	3,0	4,7	11,8	0,5	8,3	0,0024
		s <sub>x</sub>	0,15	0,23	0,52	0,40	0,16	8,64	0,26	0,12	0,04	0,14	0,51	0,35	0,78	3,47	-	0,76	0,0005
		s <sub>x</sub> %	4,62	5,54	46,03	13,05	8,08	6,68	16,73	16,20	8,33	20,55	16,57	11,73	16,63	29,49	-	9,2	20,41
	2	∅	1,8	3,0	0,4	2,6	1,1	169	2,3	0,9	0,4	0,4	1,0	1,5	1,4	4,8	0,5	2,5	0,0005
		s <sub>x</sub>	0,19	0,19	0,17	0,14	0,15	13,16	0,37	0,04	0,06	0,07	0,26	0,20	0,35	0,71	-	0,55	0,0001
		s <sub>x</sub> %	19,89	6,20	44,50	5,47	13,19	7,79	15,99	4,55	15,81	17,82	24,78	13,42	25,73	14,65	-	21,94	28,26
	3	∅	1,5	2,7	1,3	1,4	1,0	178	1,5	0,5	0,4	0,8	0,8	0,7	0,5	2,26	0,5	1,9	0,0003
		s <sub>x</sub>	0,13	0,20	0,34	0,35	0,11	16,14	0,47	0,14	0,05	0,30	0,19	0,14	0,10	0,36	-	0,33	0,0001
		s <sub>x</sub> %	8,81	7,50	26,09	25,05	10,99	9,08	31,81	28,28	13,61	38,38	24,86	20,55	18,88	15,98	-	17,61	23,53

Accroissement moyen annuel (cm) à	26 ans	à 16 ans
Et.1	0,32	0,26
Et.2	0,28	0,19
Et.3	0,21	0,16

- La hauteur à 26 ans est de deux fois plus grande que la hauteur à 16 ans, tandis que les différences en diamètres sont plus petites ( 59 % ).
- Il y a une croissance forte en hauteur entre 16 en 26 ans et cela dans chaque étage.

La valeur du coefficient de variation dans le fourré de 16 ans s'élève en fonction des étages sociaux montants. Cela soutient l'idée que dans un tel groupe la différenciation en hauteur est loin d'être terminée.

Dans le fourré de 26 ans la valeur du coefficient de variation est beaucoup plus grande dans l'étage supérieur. Cette constatation prouve aussi qu'à cet âge et à cette station le diamètre moyen des brins de l'étage supérieur n'atteint pas encore les dimensions de bois fort.

### 2.3. La grandeur et la forme de la couronne

Avoir l'intelligence de la grandeur et de la forme de la couronne a une signification importante pour la recherche sylvicole, vue que la couronne et son appareil assimilateur produisent la matière organique.

La grandeur et la forme de la couronne sont directement influencées par des interventions sylvicoles. C'est pourquoi elles sont des indices clairs de son activité.

Ces paramètres sont utilisés pour la classification sylvicole des arbres. Ils offrent aussi, au moyen d'une présentation graphique, la possibilité d'apprécier le couvert dans la direction horizontale et verticale, ainsi que la mesure d'occupation de l'espace disponible.

Les données numériques de la forme et de la grandeur de la couronne permettent, en relation avec d'autres caractères, à juger "l'économie de la production" en matière organique des arbres individuels et leur répartition selon les circonstances diverses, qui sont influencées par les interventions sylvicoles.

Les données de base de la grandeur et de la forme de la couronne ont été obtenues par les mesurages de chaque fois 30 échantillons, c.à.d. des brins coupés. Elles ont permis de déterminer la grandeur de la couronne au moyen de sa projection horizontale, sa projection verticale, son volume et sa surface.

#### 2.3.1. La hauteur de la couronne verte ( $h_z$ )

La hauteur de la couronne vivante sert à déterminer la longueur de la cime et la longueur de la tige sans appareil assimilateur.

Il est donc indirectement possible de juger le processus de l'élagage naturel de la tige.

On constate, dans le fourré le plus mûr, qu'il y a une plus grande régularité de l'élagage naturel de la tige en fonction de la position sociale des brins. Les branches des parties basses des éléments de la couche intermédiaire et inférieure sont de moins en moins approvisionnées en lumière. En conséquence elles meurent et l'arbre se débarrasse rapidement d'une partie de son appareil assimilateur.

Ce cours est aussi visible dans le plus jeune fourré ( 16 ans ), néanmoins avec exception des arbres de l'étage intermédiaire, mais certainement pour les valeurs plus basses. Cela s'explique par un couvert encore imparfait.

Les valeurs du coefficient de variation, qui sont plus hautes dans le fourré plus mûr, confirment également les résultats susmentionnés.



### 2.3.2. La longueur de la couronne (1)

---

La longueur de la couronne, c.à.d. la distance entre le sommet de la couronne et le point où commence la couronne verte, sert au jugement de la forme de la couronne et à la détermination de sa projection verticale et de son volume.

La longueur de la couronne est directement proportionnelle à la position sociale de l'arbre. Elle raccourcit relativement avec un âge augmentant. En effet, avec les arbres dominants, âgés de 26 ans, la couronne n'occupe qu'environ la moitié de la hauteur totale, tandis qu'à l'âge de 16 ans elle atteint encore les trois quarts de la hauteur d'arbre. La maturité du fourré, et surtout le couvert plus parfait accélèrent le processus de l'élagage naturel de la tige et mènent à la production d'un couvert horizontal.

La variabilité de la longueur de la couronne est plus petite avec l'étage supérieur qu'avec les étages plus bas. Ce phénomène est valable indépendamment de la maturité du fourré.

### 2.3.3. La largeur de la couronne (b)

---

La largeur de la couronne était déterminée comme la valeur moyenne des distances horizontales entre les bords de la couronne en deux directions perpendiculairement l'une sur l'autre. Elle sert à la détermination de la forme de la couronne et au calcul de sa projection verticale et horizontale, du volume et de la surface de la couronne.

Précisément comme pour la longueur de la couronne, il est possible de constater une proportion directe entre la largeur de la couronne et la position sociale de l'arbre.

La largeur de la couronne influence fortement la densité du fourré.

A l'âge de 16 ans, avec un nombre d'environ 21.600 brins/ha, la surface moyenne de la couronne s'élève à 0,46 m<sup>2</sup>, tandis qu'à l'âge de 26 ans, avec un nombre d'environ 18.600 arbres/ha, cette valeur est montée à 0,54 m<sup>2</sup>. Se basant sur ces valeurs le couvert total du fourré de 16 ans s'élève à 99% et celui du fourré de 26 ans à 100 %.

Bien sûr l'écartement se change aussi continuellement d'une manière naturelle.

Il évolue de 0,6 m à l'âge de 16 ans jusqu'à 0,7 m à l'âge de 26 ans.

La plus basse variabilité de la largeur de la couronne se présente dans le fourré avec la croissance la moins forte et plus spécialement avec les brins de l'étage supérieur et de l'étage inférieur. La plus grande variabilité par contre se produit dans l'étage inférieur du plus vieux fourré, étant la couche qui contient, au point de vue économique, les arbres les moins importants. C'est pourquoi les arbres s'oppriment dans la couche des couronnes.

Les relations de croissance plus avantageuses des arbres dominants marquent aussi leur variabilité moyenne de la largeur de la couronne.

Au point de vue sylvicole la largeur de la couronne du hêtre, une essence qui réagit très intensivement au déserrément latéral, a une signification importante en relation avec la production de matière organique.

Les résultats obtenus correspondent aux données des auteurs Magin (1952), Mayer (1958), Korpel (1964), Chroust (1966) et Jurca (1967).

### 2.3.4. Le coefficient de sveltesse

---

Le coefficient de sveltesse des arbres est déterminé par le rapport entre la hauteur de l'arbre et son diamètre. Il est un indicateur important de la stabilité statique de l'arbre.

Le paramètre a non seulement une signification dans les régions avec beaucoup de neige, mais aussi par rapport avec d'autres facteurs abiotiques, tel que le vent, la pluie, etc.

La règle générale, notamment la diminution du degré de sveltesse en fonction de l'âge, est valable pour des fourrés de hêtre régénérés naturellement et dès lors d'une très grande densité, environ 100.000 semis/ha. Dans les fourrés d'une densité plus basse, comme par exemple en forêt de Soignes (environ 20.000 brins/ha à l'âge de 16 ans), les arbres ne sont pas forcés de mettre toute leur énergie de croissance à la disposition de la croissance en diamètre. C'est pourquoi le coefficient de sveltesse est relativement favorable, même dans la jeunesse. Cependant il monte jusqu'au moment que le couvert du fourré devient complet, environ à l'âge de 30 ans.

Le coefficient critique de sveltesse, auquel les brins sont menacés par la pression de la neige, se situe vers 240 dans les fourrés de hêtre. C'est pourquoi il est avantageux d'atteindre, au moyen des interventions sylvicoles, une telle situation, à laquelle le degré de sveltesse est éloigné suffisamment de cette valeur limite. Il est plutôt souhaitable de stabiliser cette valeur autour de 160. Les résultats de la recherche montrent que seulement la part du fourré, qui est sylvicolement la plus importante, notamment les arbres de l'étage supérieur, atteint cette valeur optimale. Les brins dominants sont suffisamment stables et résistants. Au contraire les arbres de l'étage intermédiaire et inférieur dépassent cette valeur. Ce phénomène s'explique par le fait que les fourrés de hêtre dans la forêt de Soignes ne sont pas encore éduqués à cet âge, ou tout au plus avec une intensité très faible.

#### 2.3.5. L'indice de la couronne ( $l/h$ )

-----

La forme de la couronne est conditionnée génétiquement, mais il est facilement possible, et surtout avec le hêtre, de changer sa forme par l'éducation des peuplements. Les résultats précédents montrent que la largeur de la couronne, et par conséquent aussi sa projection horizontale, est changée relativement moins sous l'influence des interventions sylvicoles que par la longueur de la couronne.

La structure du peuplement et surtout sa densité influencent avant tout la longueur de la couronne. En effet, par l'influence du couvert dense dans le fourré les branches inférieures sont ombragées de plus en plus, alimentées de moins en moins, de sorte qu'elles meurent finalement.

Il est quand même possible de ralentir dans la partie inférieure de la couronne le processus de mortalité des branches et d'allonger ainsi la longueur de la couronne.

Dans les fourrés de hêtre de la forêt de Soignes, avec des densités relativement basses, le processus de l'élagage naturel de la tige n'est pas influencé par des interventions. La valeur de l'indice de la couronne, comme étant le rapport entre la longueur de la couronne et sa largeur, est influencée le plus par la longueur de la couronne, qui peut être modifiée éventuellement par le traitement forestier.

Le paramètre a une signification fondamentale non seulement au point de vue de la production en matière organique mais aussi au point de vue de la stabilité du fourré.

Dans les fourrés de hêtre l'indice de la couronne a la même valeur dans l'étage supérieur et l'étage inférieur, et cela dans chaque classe d'âge. Sa valeur diminue quand même en fonction de la maturité montante de la croissance. Cela s'accorde au fait que la productivité maximale dans les hêtraies de Soignes est liée à la forme sphérique de la couronne.

Les relations de la croissance individuelle des brins de l'étage intermédiaire montrent que leur indice de la couronne est plus grand que celui des arbres de l'étage supérieur et inférieur.

La différenciation plus grande du fourré en fonction de l'âge conditionne aussi la plus grande valeur du coefficient de variation.

### 2.3.6. Le branchage de l'arbre ( l/h )

-----

Le branchage, étant la relation entre la longueur de la couronne et la hauteur totale de l'arbre, indique le processus de l'élagage de la tige, comme un résultat de sa structure, mais simultanément aussi de sa stabilité statique.

Dans le fourré de 16 ans, avec une densité d'environ 20.000 arbres/ha, les arbres de l'étage intermédiaire sont branchés le plus, ceux de l'étage supérieur le sont moins et ceux de l'étage inférieur encore moins. Tout ça est en relation avec le processus de la nutrition et de la mortalité des branches.

Cette situation se réfère en même temps au processus continu de la différenciation social, qui n'est pas encore terminé et qui s'accomplit ici tout à fait d'une manière d'auto-régulation. Au cours de l'évolution, comme conséquence de la création d'un couvert dense et en même temps de la croissance en hauteur, le branchage des brins diminue. A l'âge de 26 ans, avec une densité d'environ 18.600 arbres/ha, le branchage des arbres dominants et intermédiaires atteint une valeur de 0,5. Cela signifie que la couronne des arbres atteint la moitié de la hauteur totale des arbres et qu'à cet âge l'espace définitive des couronnes et des tiges se forme déjà.

Les valeurs de la déviation, surtout avec les arbres de l'étage supérieur, renvoient aussi à la formation d'un couvert horizontal.

### 2.3.7. Le branchement de la couronne ( b/h )

-----

Le branchement de la couronne, défini comme le rapport entre la largeur de la couronne et la hauteur de l'arbre, renseigne aussi sur la stabilité statistique et la résistance de l'arbre contre les facteurs abiotiques défavorables.

La valeur de ce paramètre diminue avec un âge augmentant.

Les arbres dominants ont, encore à l'âge de 16 ans, un branchement de 0,5, mais à l'âge de 26 ans il est tombé à 0,4. Avec les arbres intermédiaires et dominés le branchement évolue entre 16 à 26 ans de 0,4 à 0,3.

La variabilité du branchement s'agrandit avec l'âge augmentant et les étages descendants.

### 2.3.8. L'épaisseur de la couronne ( b/l )

-----

L'épaisseur de la couronne est la valeur renversée de l'indice de la couronne.

Il est intéressant que, indépendamment de l'âge du fourré, l'épaisseur de la couronne reste constant pour les arbres dominants et dominés, tandis que quand même la couronne des arbres est toujours plus longue que large.

Les valeurs montrent que l'épaisseur de la couronne est toujours plus grande avec les brins dominés qu'avec les brins dominants et surtout intermédiaires. Elles prouvent aussi, conformément à l'évolution de la densité plus élevée que la longueur de la couronne des arbres de l'étage intermédiaire raccourcit fortement au cours des années. La couronne de ces arbres devient beaucoup plus longue que large.

Les valeurs du coefficient de variation renvoient aussi aux conclusions susmentionnées. Elles sont le plus élevées avec les arbres de l'étage inférieur, mais moins élevée et presque égales avec les étages supérieurs et intermédiaires.

## 2.4. La capacité de croissance des couronnes

-----

La capacité de croissance de la couronne, ou la puissance de l'appareil assimilateur, dépend fortement de la forme et de la grandeur de la couronne.

Les valeurs de la projection horizontale et verticale de la couronne permettent de conclure concernant la capacité de croissance de la couronne.

Les relations très étroites entre la largeur de la couronne et le diamètre de l'arbre, ainsi qu'entre la projection horizontale de la couronne et l'accroissement de la surface terrière sont bien connues dans la phase de développement du fourré. Le traitement sylvicole n'influence pas manifestement la largeur de la couronne ni sa projection horizontale. Par contre il influence la longueur de la couronne et dès lors aussi la projection verticale de la couronne. C'est pourquoi ce paramètre est un indice plus précis de la capacité de croissance de l'appareil assimilateur.

#### 2.4.1. La projection horizontale de la couronne

---

La projection horizontale de la couronne montre une relation étroite avec la largeur de la couronne. Elle est déterminée sur base d'un cercle.

La grandeur de l'appareil assimilateur des arbres, dérivée de la projection horizontale de la couronne, baisse conformément à la diminution de la stratification. Remarquable quand même est la valeur très haute du coefficient de variation, surtout dans le fourré de 26 ans et dans l'étage supérieur et inférieur. Cette variation a augmenté sensiblement depuis l'âge de 16 ans.

Au cours de l'évolution, de 16 à 26 ans, la projection horizontale a augmenté relativement le plus avec les brins de l'étage intermédiaire ( 3,0 fois ), moins avec les brins de l'étage supérieur ( 2,4 fois ) et le moins avec les arbres dominés ( 2,0 fois ). La suppression du hêtre mène dans une phase initiale à l'élargissement de la cime.

#### 2.4.2. La projection verticale de la couronne

---

La stratification des arbres, qui s'accomplit avec une différenciation incomplète en hauteur et aussi avec un couvert imparfait, lequel permet néanmoins encore la survie des individus dans l'étage inférieur, influence aussi la grandeur de la projection verticale des couronnes dans tous les étages. Généralement il est possible de constater qu'il y a une relation étroite entre les conditions avantageuses de croissance et la grandeur de la projection verticale de la couronne. Celle-ci est en effet la plus grande avec les arbres dominants et la plus petite avec les arbres dominés.

Au cours de l'évolution, de 16 à 26 ans, mais encore toujours dans la phase de développement du fourré, la projection verticale augmente relativement le plus avec les arbres de l'étage intermédiaire ( 2,3 fois ), grâce à l'élargissement de la couronne. L'augmentation est un peu moins forte avec les brins dominants ( 2,2 fois ), qui gagnent surtout en hauteur, et elle l'est le moins avec les arbres dominés ( 1,9 fois ).

#### 2.4.3. Le volume de la couronne

---

La détermination du volume de la couronne est importante au point de vue de son évolution dans le temps et en relation avec son impact sur la production de matière organique de brins dans toutes les classes sociales, réalisées dans ce fourré par voie naturelle.

Chaque individu augmente son volume en croissant, et certainement dans le cas d'un écosystème-forêt. Cela s'accomplit néanmoins toujours en relation avec sa position dans l'espace de croissance et plus spécialement avec le degré de compétition des autres individus.

Le volume de la couronne forme la manifestation la plus particulière de la puissance de l'appareil assimilateur.

L'évolution naturelle du volume de la couronne, au cours de l'intervalle de 10 ans, mérite une attention spéciale. Précisément comme avec les valeurs de la projection horizontale et verticale de la couronne, il existe une relation directe entre la grandeur du volume de la couronne et la position sociale de l'arbre. Au cours de cette période le volume de la couronne a agrandi relativement le plus avec les brins de l'étage intermédiaire ( 3,8 fois ). L'accroissement relatif était un peu moins fort dans l'étage supérieur ( 3,6 fois ), la classe de la quelle on aurait attendu la plus grande augmentation. Le volume de la couronne des brins dominés a pour sa part encore agrandi de 3,2 fois, malgré l'ombrage fort et l'abaissement général des manifestations de vie.

#### 2.4.4. La surface de la couronne

-----

La surface de la couronne est également un facteur très important, sinon le plus important, pour la production de matière organique et de bois.

Le paramètre considère la couronne extérieure totale, comme si toutes les parties de la couronne auraient la même fonction et valeur. Du point de vue physiologique il est quand-même nécessaire, surtout avec les arbres de l'étage supérieur et intermédiaire, de faire une différence claire entre la partie de la couronne qui est éclairée directement, et la partie ombragée qui pousse dans des conditions de lumière diffuse, en relation active ou passive de l'équation assimilatrice. Néanmoins ce caractère donne une bonne information de la puissance de l'appareil assimilateur.

Au début de la phase du fourré il y a une différence très significative entre la grandeur de la surface de la couronne des étages divers. A 16 ans la surface des brins de l'étage supérieur est déjà de 246% plus grande que celle de l'étage intermédiaire et même de 522 % plus grande que celle des arbres dominés. Evidemment ce phénomène est une conséquence de la position des arbres dans l'espace de croissance. Au cours de l'évolution naturelle, pendant la période de 16 à 26 ans, les différences diminuent un petit peu, mais la tendance dure.

La valeur des arbres dominants de 26 ans est de 202 % plus grande que celle des arbres intermédiaires et même 487 % plus grande que celle des arbres dominés.

En chiffres absolues la surface de la couronne a augmenté le plus au cours de ces 10 ans parmi les arbres intermédiaires ( 2,3 fois ) et ensuite viennent les arbres dominants et dominés ( 1,9 resp. 2,0 fois ).

#### 2.4.5. La forme de la couronne

-----

La forme de la couronne, exprimée par la relation entre le volume de la couronne et la projection verticale, multipliée par la longueur de la couronne, est une quantité constante et n'est pas influencée, au moins dans la jeunesse, par l'âge ou la position sociale des brins.

#### 2.5. La surface terrière de l'arbre

-----

Au point de vue pratique, l'étude de la situation et de l'évolution de la surface terrière n'a pas de signification particulière dans la phase du fourré à hêtre. En effet, à cette période, le but de l'éducation des peuplements n'est pas l'agrandissement de l'accroissement de la surface terrière, mais bien l'orientation sylvicole des processus autorégulateurs d'une telle manière que l'on fait d'abord une sélection des individus économiquement importants et utiles et en même temps une élimination des brins pas désirables par cause de leur moins-valeur ou leur trop grande concurrence.

Néanmoins cette étude a aussi sa signification, puisqu'elle précise théoriquement l'évolution de la surface terrière dans la phase du fourré et parce qu'elle complète ainsi la connaissance de la recherche de l'éclaircie.

Dans le fourré de hêtre, à l'âge de 16 ans, les brins de l'étage supérieur prennent la plus grande partie de la surface terrière totale, notamment 65 %. Donc les arbres de l'étage intermédiaire et inférieur ensemble n'ont pas plus que 35 % de la surface terrière totale.

Ce rapport n'a pas changé pendant la période de 16 à 26 ans, quoique l'accroissement de la surface terrière ait été très fort.

De la comparaison du rapport entre la surface terrière à l'âge de 16 ans avec celle à l'âge de 26 ans il résulte, une fois de plus, comme suite de l'évolution naturelle, que la surface terrière des arbres de l'étage intermédiaire a augmenté relativement le plus fort, notamment avec un facteur 3,7. Les arbres de l'étage supérieur et inférieur n'ont agrandi que de 2,4 fois, respectivement 2,6 fois.

## 2.6. Le volume des arbres

Des réflexions, semblables à celles susmentionnées pour les valeurs de la surface terrière, sont aussi valables pour les résultats du volume des arbres dans la phase du fourré. Toutefois dans la perspective d'un manque de matière de bois et simultanément d'une négligence de l'éducation systématique des fourrés et, de l'autre part, en vue d'une économie forestière intégrée, il est aussi souhaitable de connaître la grandeur du stock de bois dans les fourrés. Il faut souligner en même temps l'importance des interventions sylvicoles dans la phase du fourré, ainsi que la durée de la rotation. Finalement on ne peut pas négliger non plus les possibilités de l'utilisation du bois faible, comme résultat des soins culturels du fourré.

A l'âge de 16 ans les fourrés de hêtre en forêt de Soignes ont en moyenne un volume de bois de 23,0 m<sup>3</sup>/ha. A ceci il est intéressant de référer par exemple aux fourrés de hêtre du même âge, en Europe centrale, mais avec un nombre plus élevé, et qui ont quand-même un pareil fonds de bois, notamment 25,0 m<sup>3</sup>/ha. Cela renvoie certainement aux possibilités excellentes de production du hêtre et des hêtraies dans la forêt de Soignes et éventuellement dans des conditions d'un milieu similaire.

A l'âge de 26 ans le volume du fourré de hêtre en forêt de Soignes s'élève déjà à 117,8 m<sup>3</sup>/ha. Cette haute valeur confirme entièrement la thèse susmentionnée.

Il est aussi intéressant de noter, qu'au cours de la phase du fourré, l'accroissement relatif en volume a été le plus grand avec les arbres de l'étage intermédiaire ( jusqu'à 10 fois ), qu'il a été nettement moins dans les conditions ombragées de l'étage inférieur ( 6,6 fois ) et qu'il a été le moins avec les arbres de l'étage supérieur ( 5,0 fois ).

Ce phénomène est une conséquence de l'équation assimilatrice négative.

## 2.7. La productivité des arbres

La recherche de la productivité des arbres des fourrés, à savoir notamment comment les arbres des classes sociales différentes produisent du bois, est importante au point de vue de la sélection sylvicole.

L'unité d'accroissement en volume dépend de la capacité de la croissance de la couronne, un paramètre qui est exprimé selon des indices différents, qui sont tous plus ou moins exacts.

La productivité des arbres est exprimée par le rapport entre la capacité de croissance de la couronne et l'accroissement. Ce rapport indique donc combien d'unités de la puissance de l'appareil assimilateur il faut pour la production d'une unité de croissance. Il est compréhensible que la productivité des arbres, exprimée d'une telle manière, est variable selon la position sociale des arbres dans le peuplement.

Il résulte de la comparaison de quelques méthodes possibles que l'indice de la productivité des arbres se manifeste le mieux comme le rapport entre la projection moyenne verticale de la couronne et l'accroissement de la surface terrière entre 16 et 26 ans :

$$u_{10} = \frac{p_{1n}}{g_{26} - g_{16}}$$

Le rapport de la productivité des arbres, en %, dans les classes sociales différentes, déterminé selon l'accroissement courant de la surface terrière, s'élève à :

- 100 % avec les arbres de l'étage supérieur ;
- 124 % avec les arbres de l'étage intermédiaire ;
- 88 % avec les arbres de l'étage inférieur.

Il est évident que, selon cette méthode, les arbres de l'étage intermédiaire ont la plus haute productivité. Ces résultats sont en nette contradiction avec ceux de plusieurs autres auteurs, qui ont constaté une domination des arbres de l'étage supérieur.

### 3. CONCLUSIONS

De l'analyse de quelques caractères morphologiques, biométriques et analytiques de fourrés de hêtre, issus d'une régénération naturelle dans la forêt de Soignes, à deux moments de l'évolution ( à 16 et à 26 ans ) les conclusions suivantes résultent.

- Les diamètres moyens des brins prouvent que le processus de la différenciation des arbres en fonction de la densité du fourré n'est pas encore terminée, même pas à l'âge de 26 ans.
- Dans la phase du fourré la croissance en hauteur des arbres est plus intense que la croissance en diamètre.
- La hauteur de la couronne est directement proportionnel à la position sociale des arbres et elle se raccourcit avec un âge augmentant.
- Les résultats de l'évolution de la largeur des couronnes confirment le phénomène connu, que la largeur de la couronne est moins influencée par l'éducation des peuplements que la longueur.
- Les arbres de l'étage supérieur sont, indépendamment de l'âge, suffisamment stables et résistants avec un coefficient de sveltesse d'environ 160, tandis que surtout les arbres de l'étage inférieur sont moins stables.
- La valeur de l'indice de la couronne dépend de la position sociale des arbres dans le peuplement. L'indice est, dans chaque phase de l'évolution naturelle, presque le même avec des arbres de l'étage supérieur et de l'étage inférieur. Par contre, avec les arbres intermédiaires l'indice est non seulement plus grand que dans les autres étages, mais il est aussi nettement plus grand dans la phase plus développée.
- La valeur du branchage de la couronne renvoie aussi au processus de la différenciation pas encore terminée. Il montre aussi que la formation définitive de l'espace de la tige et de la couronne commence déjà à l'âge de 26 ans.
- Le branchement de la couronne permet de conclure à une bonne stabilité statique du fourré.

- L'épaisseur de la couronne montre que la couronne, un paramètre très important au point de vue sylvicole, est toujours plus longue que large. L'épaisseur de la couronne a une signification incontestablement positive sur l'évolution, la croissance et la production de cet écotype de hêtre.
- La projection horizontale des couronnes baisse en fonction de la différenciation en hauteur. La projection horizontale de la couronne augmente relativement le plus avec les arbres de l'étage intermédiaire.
- Conformément à la projection horizontale de la couronne, la projection verticale de la couronne augmente le plus avec les arbres de l'étage intermédiaire.
- Le volume de la couronne est directement proportionnel à la position sociale des arbres dans le fourré. En outre on constate de nouveau que les arbres de l'étage intermédiaire sont caractérisés par l'accroissement relativement le plus haut.
- La surface de la couronne est en harmonie avec la position sociale des arbres. Mais une fois de plus on constate une supériorité relative de l'accroissement avec les arbres de l'étage intermédiaire, comme conséquence d'une évolution naturelle.
- La forme de la couronne est un caractère constant et elle ne change même pas dans le temps.
- La part de la surface terrière des arbres de l'étage supérieur s'élève à environ 65 % au début de la phase de fourré. Dix ans plus tard les rapports entre les classes sociales différentes sont restés les mêmes, malgré une croissance intense.
- Des considérations semblables sont à faire concernant le volume des arbres. On constate aussi que la production des fourrés de hêtre dans la forêt de Soignes à l'âge de 16 ans, quoiqu'ils ont une densité plus basse, est presque égale à celle des fourrés de hêtre de l'Europe centrale, caractérisés par une haute densité. En tout cas le volume de 117,8 m<sup>3</sup>/ha à l'âge de 26 ans prouve les conditions excellentes de croissance dans la forêt de Soignes.
- Dans le fourré examiné de hêtre les arbres de l'étage intermédiaire ont relativement la plus grande productivité. Les résultats correspondent aux conclusions des projections horizontales et verticales de la croissance, du volume de la couronne, de la surface de la couronne, de la surface terrière et du volume des arbres. Avec tous ces paramètres l'accroissement relativement le plus haut se produit avec les arbres intermédiaires.

Tous les caractères ont été analysés à base des arbres modèles de hêtre dans la phase de développement du fourré, à l'âge de 16 à 26 ans, dans la forêt de Soignes. Les résultats permettent de conclure que les fourrés sont d'une bonne qualité et qu'ils descendent d'une provenance convenable. Ils permettent aussi de mettre en graphique les arbres modèles de chaque groupe d'âge et de chaque classe sociale ( fig. 2 ).



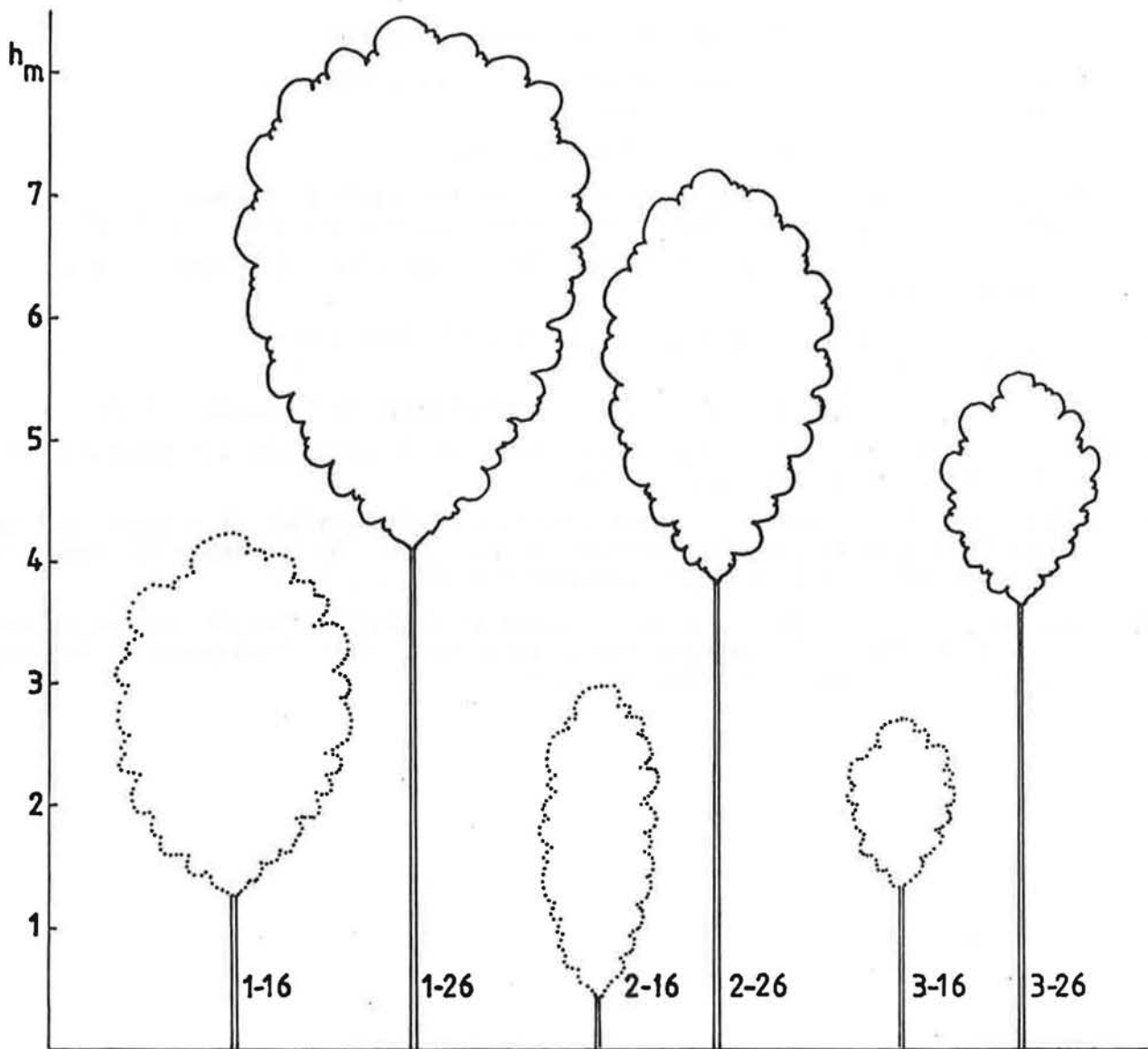


Figure 2. La hauteur et la forme de la couronne des arbres modèles du hêtre  
1. à l'âge de 16 ans : - 1-16 : arbre de l'étage supérieur ;  
- 2-16 : arbre de l'étage intermédiaire ;  
- 3-16 : arbre de l'étage inférieur ;  
2. à l'âge de 26 ans : - 1-26 : arbre de l'étage supérieur ;  
- 2-26 : arbre de l'étage intermédiaire ;  
- 3-26 : arbre de l'étage inférieur.

LITTERATURE

1. Assmann, E. : Waldertragskunde. München, Bonn, Wien 1961.
2. Jurca, J. : Pestební technika prorezávek a cistek z hlediska technologií. Vysk. správa, Brno 1967.
3. Jurca, J. : Pestební analytika. SPN Praha, 1968.
4. Korpel, S. : Zmeny v kvalitatívnom stave dubovej zrdoviny vplyvom prebierkových zásahov. Sborník ved. prác VSLD Zvolen, 1964, pp. 99-130.
5. Chroust, L. : Prorezávky v čistých dubových tyckovinách. Záv. výsk. správa, Opocno, 1966.
6. Magin, R. : Zuwachsleistungen der soziologischen Baumklassen. Fw. Cbl. 1952, pp. 225-248.
7. Magin, R. : Kronengrösse und Zuwachs in mehrschichtigen Beständen. 1959.
8. Mayer, H. : Kronengrösse und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf süddeutschen Standorten. AFJZ 1958, pp. 105-136.
9. Van Miegroet, M. et Réh, J. : La structure et la composition de groupes de régénération de hêtre dans la forêt de Soignes. Comm. No.1. Nombre de pieds, le diamètre et la hauteur. Sylva Gandavensis, No. 41, 1976.
10. Van Miegroet, M. et Réh, J. : La structure et la composition de groupes de régénération de hêtre dans la forêt de Soignes. Comm. No.2, Croissance et Accroissement. Sylva Gandavensis, No. 44, 1977.