

**RECHERCHES SUR LA STRUCTURE  
DES PEUPEMENTS VIERGES  
DE HÊTRE ORIENTAL  
(*FAGUS ORIENTALIS* LIPSKY),  
DANS LES FUTAIES DU NORD DE L'IRAN**

par

**A. Asli**

doyen de la Faculté des Ressources naturelles de l'Université de Téhéran

et

**S.T. Nedialkov**

expert de la FAO au Ministère des Ressources naturelles

## **Introduction**

Les hêtraies de *Fagus orientalis* LIPSKY sont situées exclusivement sur les versants septentrionaux de la chaîne montagneuse de l'Elbourz. Ces forêts jouent actuellement et joueront à l'avenir un rôle très important dans l'économie du pays.

Jusqu'à présent, les interventions sylvicoles et les exploitations ont été très faibles dans ces massifs. En effet, ce n'est qu'en 1959 qu'une loi a stipulé que toute exploitation forestière devait être faite suivant un plan d'aménagement. Ce n'est donc qu'à partir de ce moment qu'on a commencé à élaborer des plans de gestion pour les forêts de l'Iran. Auparavant, les coupes étaient soumises à l'autorisation préalable du Ministère de l'Agriculture (décrets de 1924 et 1928). Elles étaient loin d'être rationnelles. Actuellement, les travaux d'exploitation et les mesures de sylviculture prennent de l'ampleur chaque année. L'objectif principal sera d'intensifier l'exploitation des vieux peuplements, dans ces forêts de hêtre, et en même temps, d'augmenter la productivité tout en améliorant le rôle hydrologique et protecteur de tous les peuplements.

Pour remplir cette tâche, il est nécessaire de recourir à un ensemble de mesures sylvicoles et techniques. Ainsi, faut-il connaître tout d'abord les propriétés structurales des peuplements. Cette connaissance donne une base scientifique pour une gestion rationnelle et économique de ces forêts.

Il est évidemment nécessaire d'effectuer des recherches sur la structure des peuplements dans les différents types de hêtraies et dans les différentes formes de peuplements (équiennes, inéquiennes, jeunes, vieux, etc. ...). Mais il faut d'abord commencer, pour les raisons suivantes, par les peuplements vierges développés naturellement sans influence humaine :

a) Les peuplements vierges se sont développés exclusivement sous l'influence de conditions naturelles antérieures et actuelles, sans intervention de l'homme.

b) Ils nous montrent le potentiel de production ligneuse et les possibilités de régénération naturelle, dans des stations écologiques de types déterminés.

c) Ils donnent la structure possible et optimale dans les conditions naturelles existantes.

d) Parmi les peuplements vierges, on peut choisir ceux qui présentent la meilleure structure, comme modèles pour d'autres peuplements situés dans des stations comparables.

C'est pourquoi nous avons commencé nos recherches dans les forêts sauvages et nous y avons étudié les questions suivantes :

- 1) Structure des peuplements par âge;
- 2) Répartition des essences;
- 3) Structure des peuplements par catégories de diamètre;
- 4) Structure des peuplements par hauteur.

Les résultats obtenus peuvent être utilisés en dendrométrie, en aménagement et sylviculture.

#### 1. — *Cadre et méthodes de l'étude*

Bien que les hêtraies du Nord de l'Iran ne soient pas exploitées de manière régulière et intensive, il est difficile de trouver un peuplement vierge au vrai sens du mot. Même si l'homme n'y réalise aucune coupe, le pâturage est pratiqué dans toutes les forêts. Celles-ci ne sont donc pas vierges mais simplement « sauvages. ». Cependant, nous avons trouvé un peuplement naturel du type *Fagetum ilexosum*, dans la forêt de Sang Deh (Mazanderan), où le pâturage est impraticable à cause du sous-bois à *Ilex hycanum* POJARK, dont les arbustes atteignent une hauteur de 4 à 5 m. Cette dense couverture arbustive est un obstacle à la circulation du bétail et au développement des plantes nourricières pour les animaux. Avant de donner les résultats de notre enquête, il est bon de passer en revue les caractéristiques écologiques des forêts du type *Fagetum ilexosum* car les conclusions de notre étude peuvent être étendues à tous les peuplements de cette association. Aussi est-il nécessaire de bien savoir les distinguer.

Les forêts du type *Fagetum ilexosum* se rencontrent dans des stations écologiques très fertiles, fraîches à humides, dans la sous-zone climatique moyenne dont le symbole serait D<sub>2-3</sub> selon la nomenclature de S.T. Nedialkov (1972). Dans la forêt de Sang Deh, cette division climatique (\*) est très fréquente entre les altitudes de 1400 à 2000 m. La température moyenne annuelle varie de 10 à 12°C., les précipitations annuelles moyennes vont de 1100 à 1400 mm et l'humidité relative moyenne de l'air est d'environ 85%. En hiver, la température tombe parfois à 15°C sous zéro. L'enneigement est important et la hauteur de neige au sol peut atteindre 40 à 50 cm durant deux mois.

Le sol est brun forestier lessivé. L'horizon supérieur (A<sub>1</sub>) est moyennement développé et coloré de brun à gris, en profondeur, de brun clair à jaune. Le sol est profond ou semi-profond, modérément ou bien drainé, sablo-argileux, semi-lourd ou lourd, peu pierreux ou pierreux, peu acide (pH = 5,3 à 6,5), assez pauvre en N, P, K.

Les peuplements du *Fagetum ilexosum* appartiennent à la 2<sup>me</sup> ou à la 3<sup>me</sup> classe de productivité. L'essence principale est *Fagus orientalis* LIPSKY. On trouve aussi *Carpinus betulus* L., *Acer insigne* BOISS. et BUHSC., *Alnus subcordata* C.A. MEY., *Ulmus scabra* MILL., *Sorbus torminalis* GANTZ. La couverture morte dont le recouvrement est de 50% a une épaisseur de 3 à 8 cm d'humus diffus.

La couverture vivante est composée des plantes herbacées caractéristiques suivantes :

<i>Sanicula europaea</i> L.	<i>Scolopendrium vulgare</i> SM.
<i>Asperula odorata</i> L.	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) ROTH.
<i>Viola silvestris</i> RCHB.	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) ROTH.

On y trouve aussi d'autres plantes de hêtraies :

<i>Mercurialis perennis</i> L.	<i>Pteridium aquilinum</i> L.
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	<i>Hypericum androsaemum</i> L.
<i>Sambucus ebulus</i> L.	

Les arbustes caractéristiques sont *Ilex hyrcana* POJARK et *Daphne pontica* L. *Ilex hyrcana* est très répandu. Le recouvrement est de 50 à 100%. Il atteint parfois 4 à 5 m de hauteur et, dans une grande partie des peuplements, forme un sous-étage impénétrable (*Photos 1 et 2*).

(\*) Division de types des stations écologiques.



Les études de structure ont été réalisées dans la parcelle n° 46 d'une contenance de 54 hectares, de la forêt de Sang Deh. 54 placettes circulaires de 4 arcs y ont été inventoriées. Les mesures suivantes ont été effectuées, relatives :

- 1) à la répartition des essences en nombre de pieds;
- 2) aux diamètres à 1,30 m de hauteur;
- 3) aux hauteurs.

Les données obtenues ont été traitées par la méthode statistique. Le détail des calculs est expliqué dans les différentes parties de cet article. Les résultats sont exprimés par hectare.

## 2. *Structure par âge*

Rappelons d'abord quelques notions et définitions concernant la structure par âge des peuplements.

On distingue des peuplements monoâgés ou équiennes et des peuplements multiâgés ou inéquiennes. Par peuplements équiennes, on entend ceux dans lesquels tous les arbres appartiennent à la même classe d'âge; par peuplements inéquiennes, ceux dans lesquels les arbres sont répartis dans des classes d'âge différentes. Par classe d'âge, on définit l'intervalle de temps en années pendant lequel un peuplement est économiquement homogène. Dans les futaies, on adopte, par exemple, des classes d'âge de 20 ans.

On distingue deux sortes de peuplement équiennes :

- a) le peuplement équiennes absolu quand tous les arbres sont strictement du même âge;
- b) le peuplement équiennes relatif quand les arbres ont des âges un peu différents mais qui ne dépassent pas le cadre d'une même classe d'âge.

Ces peuplements équiennes, qu'ils soient absolus ou relatifs, sont tous définis par une répartition en cloche des diamètres.

De même, on distingue deux sortes de peuplements inéquiennes ou d'âges multiples :

a) le peuplement d'âges multiples non typique dans lequel toutes les classes d'âge ne sont pas représentées;

b) le peuplement d'âges multiples typique dans lequel on rencontre des arbres de toutes les classes d'âge.

Les peuplements vierges ou « sauvages » de hêtre oriental en Iran sont-ils équiennes ou d'âges multiples? Les observations faites dans différentes forêts de la région caspienne ont montré que les peuplements sont essentiellement du type d'âges multiples, non typiques et typiques. La grande majorité de ces peuplements est à deux étages de végétation. L'étage supérieur à vieux bois souvent tarés surplombe un étage de jeunes arbres qui, sous le couvert des vieilles tiges, ne sont pas bien développés à cause du manque de lumière. Mais on trouve aussi des peuplements vierges équiennes qui peuvent occuper de vastes surfaces non contiguës. Leur présence s'explique par les accidents et phénomènes suivants :

a) disparition catastrophique des vieux arbres causée par le vent et la neige;

b) disparition catastrophique des vieux arbres causée par les incendies;

c) régénération spontanée de vieux peuplements où de nombreux arbres surannés et pourris sont éliminés spontanément après le rajeunissement de la forêt.

Il sera intéressant d'étudier la structure des peuplements équiennes, mais les peuplements d'âges multiples étant les plus nombreux, nous avons commencé, dans cet article, à étudier la structure de ces derniers.

### 3. — Répartition des essences

Pour étudier la composition et la structure du peuplement, nous avons distribué les arbres par essences, catégories et classes de diamètre, en nombre de pieds à l'hectare. La répartition du nombre des arbres, de la surface terrière et du volume sur pied est présentée dans les tableaux 1, 2 et 3. Le volume est calculé d'après les tables de cubage locales. Les diamètres et surfaces terrières sont mesurés à 1,30 m du sol.

On remarque que le peuplement étudié est, non seulement d'âges multiples, mais encore mélangé. On y trouve six essences ligneuses principales : *Fagus orientalis* LIPSKY, *Carpinus betulus* L.,

*Acer insigne* BOISS. et BUHSC., *Alnus subcordata* C.A.MEY.,  
*Ulmus scabra* MILL. et *Sorbus torminalis* GANTZ.

D'après les tableaux 1, 2 et 3, on voit que les peuplements vierges de type *Fagetum ilexosum* sont des peuplements mélangés où *Fagus orientalis* LIPSKY est l'essence principale et *Carpinus betulus* L. l'espèce secondaire la plus abondante. *Fagus orientalis* représente 70,5% du nombre de tiges, 76,8% de la surface terrière et 78,3% du volume du peuplement. *Carpinus betulus* représente 22,4% du nombre de tiges, 15,3% de la surface terrière et 14,0% du volume. La présence des six essences ligneuses précitées dans le peuplement naturel montre que le type de station écologique du *Fagetum ilexosum* possède une grande productivité potentielle due à la fertilité du sol et à une humidité assez forte.

Cependant, d'après le tableau III, on voit que le volume du peuplement est de 350 m<sup>3</sup> par ha. Même pour des classes de fertilité II et III, ce matériel n'est pas très important malgré la vieillesse qui accumule la production. Celle-ci est relativement faible à cause de la répartition des catégories de diamètre où surabondent les vieux bois et à la présence de *Carpinus betulus* dont l'accroissement est faible. On peut évidemment augmenter la production ligneuse d'un pareil type de forêt, en modifiant la composition botanique et la structure des peuplements. Pour cela, il faut éliminer *Carpinus betulus*, favoriser les essences feuillues précieuses comme *Acer insigne*, *Alnus subcordata*, *Ulmus scabra* et, peut-être, introduire des espèces résineuses appropriées comme *Abies nordmaniana*, *Picea orientalis*, *Picea excelsa*, *Pseudotsuga douglasii* ... Une meilleure répartition des catégories de diamètre serait également à préconiser.

#### 4. — Structure par catégories de diamètre

Pour étudier la structure du peuplement par catégories de diamètre, nous avons mesuré le diamètre à 1,30 m du sol de tous les arbres de plus de 8 cm de diamètre. Les catégories de diamètre s'échelonnent de 4 en 4 cm et les classes de diamètre de 20 en 20 cm. Seule, la première classe ne comprend que 12 cm (de 8,1 à 20,0 cm). La répartition des arbres par catégories et par classes de diamètre est présentée dans les tableaux I (nombre de tiges), II (surface terrière) et III (volume sur pied). La courbe du nombre de tiges est représentée à la figure 1. La forme de la courbe met en évidence la structure de la futaie jardinée du peuplement étudié. La courbe d'équilibre du nombre d'arbres par catégories de diamètre dans les peuplements d'âges multiples typiques est une courbe exponentielle. La figure 1 montre que la courbe du peuplement étudié n'est pas tout à fait celle d'un peuplement typique d'âges multiples. L'équilibre spontané qu'elle représente n'exprime pas la structure

TABLEAU I

Répartition du nombre de tiges par essences, catégories et classes de diamètre à 1,30 m du sol

diamètre	Essences													
	Fagus		Carpinus		Acer		Alnus		Ulmus		Sorbus		Total	
	nombre de tiges par ha													
cm	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
10	90	35,2	23	28,4	2	25,0	—	—	—	—	—	—	115	31,9
14	62	24,2	15	18,6	1	12,5	—	—	—	20,0	—	—	79	21,9
18	7	2,6	11	13,6	1	12,5	—	—	1	20,0	—	—	20	5,6
I	159	62,0	49	60,6	4	50,0	—	—	2	40,0	—	—	214	59,4
22	2	0,8	10	12,3	1	12,5	—	—	—	—	1	25,0	14	3,9
26	8	3,2	6	7,4	1	12,5	2	25,0	1	20,0	—	—	18	5,0
30	9	3,6	2	2,5	—	—	1	12,5	—	—	2	50,0	14	3,9
34	6	2,4	1	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1,9
38	10	4,0	1	1,2	—	—	—	—	—	—	1	25,0	12	3,3
II	35	14,0	20	24,6	2	25,0	3	37,5	1	20,0	4	100,0	65	18,0
42	6	2,4	2	2,5	—	—	3	37,5	1	20,0	—	—	12	3,3
46	7	2,8	2	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	9	2,5
50	8	3,2	1	1,2	1	12,5	1	12,5	—	—	—	—	11	3,1
54	9	3,6	2	2,5	—	—	—	—	1	20,0	—	—	12	3,3
58	4	1,6	1	1,2	—	—	1	12,5	—	—	—	—	6	1,7
III	34	13,6	8	9,9	1	12,5	5	62,5	2	40,0	—	—	50	13,9
62	4	1,6	2	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1,7
66	5	2,0	1	1,2	1	12,5	—	—	—	—	—	—	7	1,9
70	3	1,2	1	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,1
74	3	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,8
78	2	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,6
IV	17	6,8	4	4,9	1	12,5	—	—	—	—	—	—	22	6,0
82	3	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,8
86	2	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,6
90	2	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,6
94	1	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,3
98	1	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,3
V	9	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	2,7
Total	1245	100,0	81	100,0	8	100,0	8	100,0	5	100,0	4	100,0	360	100,0
%	70,5	—	22,4	—	2,3	—	2,3	—	1,4	—	1,1	—	100,0	100,0

TABLEAU II

Répartition de la surface terrière à 1,30 m du sol, par essences, catégories et classes de diamètre

diamètre	Essences													
	Fagus		Carpinus		Acer		Alnus		Ulmus		Sorbus		Total	
	Surface terrière (G) en m <sup>2</sup> par ha													
cm	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%
10	0,7020	3,0	0,1794	3,9	0,0156	2,3	—	—	—	—	—	—	0,8970	2,9
14	0,9548	4,1	0,2310	5,0	0,0154	2,3	—	—	0,0154	3,3	—	—	1,2166	4,0
18	0,1778	0,8	0,2794	6,1	0,0254	3,7	—	—	0,0254	5,5	—	—	0,5080	1,7
I	1,8346	7,9	0,6898	15,0	0,0564	8,3	—	—	0,0408	8,8	—	—	2,6216	8,6
22	0,0760	0,3	0,3800	8,3	0,0380	5,5	—	—	—	—	0,0380	21,2	0,5320	1,8
26	0,4248	1,8	0,3186	6,9	0,0531	7,7	0,1062	10,1	0,0531	11,6	—	—	0,9558	3,2
30	0,6363	2,8	0,1414	3,1	—	—	0,0707	6,7	—	—	0,1414	78,8	0,9898	3,3
34	0,5448	2,3	0,0908	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6356	2,1
38	1,1340	4,9	0,1134	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2474	4,1
II	2,8159	12,1	1,0442	22,8	0,0911	13,2	0,1769	16,8	0,0531	11,6	0,1794	100,0	4,3606	14,5
42	0,8310	3,6	0,2770	6,0	—	—	0,4155	39,5	0,1385	30,0	—	—	1,6620	5,5
46	1,1634	5,0	0,3324	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	1,4958	5,0
50	1,5704	6,8	0,1963	4,3	0,1963	28,6	0,1963	18,6	—	—	—	—	2,1598	7,2
54	2,0610	8,9	0,4580	10,1	—	—	—	—	0,2290	49,6	—	—	2,7480	9,1
58	1,0568	4,6	0,2642	5,7	—	—	0,2642	25,1	—	—	—	—	1,5852	5,3
III	6,6826	28,9	1,5279	33,3	0,4963	28,6	0,8760	83,2	0,3675	79,6	—	—	9,6503	32,1
62	1,2076	5,2	0,6038	13,1	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8114	6,0
66	1,7105	7,6	0,3421	7,4	0,3421	49,9	—	—	—	—	—	—	2,3947	8,0
70	1,1544	5,0	0,3848	8,4	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5392	5,1
74	1,2903	5,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2903	4,3
78	0,9556	4,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9556	3,2
IV	6,3184	27,5	1,3307	28,9	0,3421	49,9	—	—	—	—	—	—	7,9912	26,6
82	1,5843	6,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5843	5,3
86	1,1618	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1618	3,9
90	1,2724	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2724	4,2
94	0,6940	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6940	2,3
98	0,7548	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7548	2,5
V	5,4673	23,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,4673	18,2
Total	23,1188	100,0	4,5926	100,0	0,6859	100,0	1,0529	100,0	0,4614	100,0	0,1794	100,0	30,0910	100,0
%	76,8	—	15,3	—	2,3	—	3,5	—	1,5	—	0,6	—	100,0	—

TABLEAU III

Répartition du volume sur pied par essences, par catégories et classes de diamètre. Catégorie de hauteur 6

diamètre	Essences													
	Fagus		Carpinus		Acer		Alnus		Ulmus		Sorbus		Total	
	Volume sur écorce des tiges sur pied en m <sup>3</sup> par ha													
cm	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
10	3,870	1,4	0,989	2,1	0,086	1,0	—	—	—	—	—	—	4,945	1,4
14	5,704	2,1	1,380	2,8	0,092	1,2	—	—	0,092	1,8	—	—	7,268	2,1
18	1,295	0,5	2,035	4,1	0,185	2,4	—	—	0,185	3,7	—	—	3,700	1,1
I	10,869	4,0	4,404	9,0	0,363	4,6	—	—	0,277	5,5	—	—	15,913	4,6
22	0,622	0,2	3,110	6,4	0,311	3,9	—	—	—	—	0,311	10,9	4,354	1,2
26	3,760	1,4	2,820	5,7	0,470	6,0	0,940	8,0	0,470	9,4	—	—	8,460	2,4
30	6,048	2,2	1,344	2,8	—	—	0,672	5,7	—	—	1,344	47,2	9,408	2,7
34	5,478	2,0	0,913	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	14,340	4,2
38	11,950	4,4	1,195	2,5	—	—	—	—	—	—	1,195	41,9	14,34	4,2
II	27,858	10,2	9,382	19,2	0,781	9,9	1,612	13,7	0,470	9,4	2,850	100,0	42,953	12,3
42	9,120	3,3	3,040	6,2	—	—	4,560	38,8	1,520	30,2	—	—	18,240	5,2
46	13,250	4,8	3,788	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	17,046	5,1
50	18,440	6,7	2,305	5,0	2,305	29,4	2,305	19,7	—	—	—	—	25,355	7,2
54	24,768	9,3	5,504	11,4	—	—	—	—	2,752	54,9	—	—	33,024	9,4
58	13,004	4,7	3,251	6,5	—	—	3,251	27,8	—	—	—	—	19,506	5,6
III	78,590	28,8	17,898	37,1	2,305	29,4	10,116	86,3	4,272	85,1	—	—	113,171	32,5
62	15,224	5,6	7,612	15,6	—	—	—	—	—	—	—	—	22,836	6,5
66	21,890	8,0	4,378	8,9	4,378	56,1	—	—	—	—	—	—	30,646	8,7
70	15,033	5,5	5,011	10,2	—	—	—	—	—	—	—	—	20,044	5,7
74	16,998	6,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,998	4,8
78	12,762	4,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,762	3,6
IV	81,907	29,8	17,001	34,7	4,378	56,1	—	—	—	—	—	—	103,286	29,3
82	21,384	7,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21,384	6,1
86	15,832	5,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15,832	4,5
90	17,468	6,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,468	5,0
94	9,570	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,570	2,7
98	10,492	3,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,492	3,0
V	74,74	27,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74,746	21,3
Total	273,970	100,0	48,675	100,0	7,827	100,0	11,723	100,0	5,019	100,0	2,850	100,0	350,069	100,0
%	78,3	—	14,0	—	2,2	—	3,3	—	1,4	—	0,8	—	100,0	—

### Nombre de tiges en fonction du diamètre

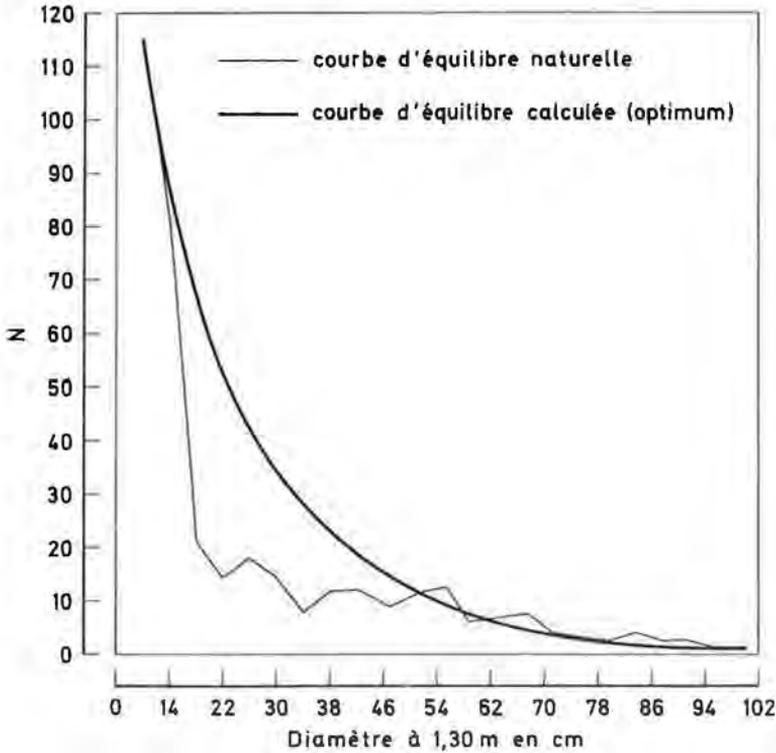


Fig. 1. Nombre de tiges en fonction du diamètre à 1,30 m du sol.

optimum d'un peuplement inéquienne, à savoir celle pour laquelle on a le volume optimum sur pied par ha et le plus grand accroissement annuel possible, pour des conditions écologiques déterminées.

L'établissement de la structure optimum ou encore de la norme des peuplements d'âges multiples est une tâche très importante pour la gestion des forêts jardinées. Il existe différentes méthodes. Liocourt (1898) exprime cette norme, par exemple, par la formule  $N_n = A_1 q^{(n-1)}$  qui est l'équation d'une progression géométrique.

Nous avons utilisé, dans notre étude, la « méthode logarithmique ». La courbe de variation du nombre d'arbres par catégories de diamètre a un caractère exponentiel. La représentation logarithmique de cette courbe est une ligne droite. A la figure 2 sont présentées la courbe logarithmique naturelle de variation des arbres par catégories de diamètre et la courbe nivelée. La courbe nivelée est en même temps la courbe optimum pour le peuplement. En utilisant l'exponentielle de la courbe nivelée, nous avons établi

Courbe logarithmique du nombre de tiges par ha en fonction du diamètre.

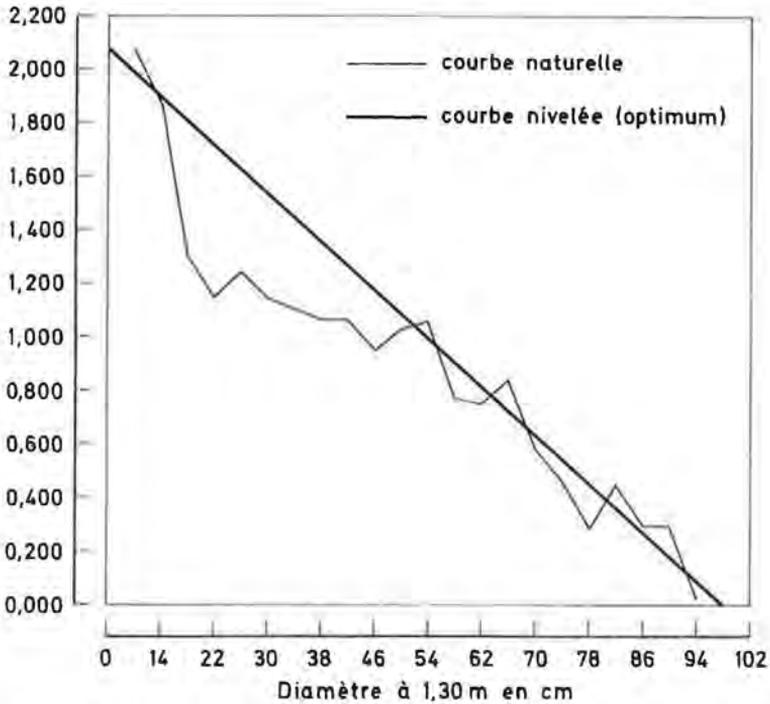


Fig. 2. Courbe logarithmique du nombre de tiges par hectare en fonction du diamètre à 1,30 m du sol.

la courbe optimum de répartition du nombre des arbres par catégories de diamètre, ou encore la norme physiologique (Voir figure 1).

On voit, d'après les figures 1 et 2, que la structure actuelle du peuplement diffère de la norme par les déficits, de la catégorie 18 cm à la catégorie 50 cm. Ceci montre que le peuplement n'est pas typiquement d'âges multiples. Il y a en fait une génération de jeunes arbres de 20 à 40 ans et une autre génération de 100 à 170 ans.

On peut se demander quel est le diamètre moyen du peuplement. Le diamètre moyen a été calculé par les formules suivantes :

$$a) \quad \bar{d}_a = \frac{d_1 n_1 + d_2 n_2 + \dots + d_n n_n}{n_1 + n_2 + n_n} \quad (1) \quad \text{où}$$

$\bar{d}_a$  = diamètre moyen du peuplement

$\bar{d}_1, d_2, \dots, d_n$  = catégories de diamètre

$n_1 ; n_2 ; \dots ; n_n$  = nombre d'arbres des catégories de diamètre  $d_1, d_2, \dots, d_n$

$$b) \bar{d}_b = \frac{\bar{g}}{V_n} \quad (2) \text{ où}$$

$\bar{d}_b$  = diamètre moyen du peuplement

$\bar{g}$  = surface terrière moyenne du peuplement

$$= \frac{g_1 n_1 + g_2 n_2 + \dots + g_n n_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n}$$

$g_1, g_2, \dots, g_n$  sont les surfaces terrières des  $n_1, n_2, \dots, n_n$  des arbres des catégories de diamètre  $d_1, d_2, \dots, d_n$

A l'aide des formules (1) et (2), nous avons calculé les diamètres suivants : diamètres moyens  $\bar{d}_1$  pour le peuplement entier ; diamètres moyens  $\bar{d}_2$  des gros arbres ayant plus de 20 cm de diamètre.

Les diamètres moyens obtenus sont, pour le peuplement entier :

$$\bar{d}_{1a} = 25,9 \text{ cm et } \bar{d}_{1b} = 32,6 \text{ cm}$$

Pour les gros arbres du peuplement ayant plus de 20 cm de diamètre, les valeurs sont :

$$\bar{d}_{2a} = 45,9 \text{ cm et } \bar{d}_{2^\circ} = 48,9 \text{ cm}$$

Ces résultats mettent en évidence le grand nombre d'arbres de faible diamètre, inférieur à 20 cm.

Dans la pratique dendrométrique, on utilise le diamètre moyen pour établir la hauteur moyenne. Ensuite, on utilise la hauteur moyenne et l'âge moyen pour déterminer la classe de fertilité. La productivité des peuplements d'âges multiples s'exprime de façon raisonnable par la hauteur moyenne et l'âge moyen des gros bois à un âge de référence. Ce sont les gros arbres bien développés dans ces peuplements qui expriment la productivité potentielle des conditions écologiques correspondantes. Une estimation de la classe de fertilité du peuplement étudié est présentée dans le tableau IV. Les hauteurs moyennes sont celles de la figure 4.

TABLEAU IV

	d en cm	h moyenne en m	Age moyen en années	Classe de fertilité
$\bar{d}_{1a}$	25,9	16,6	140	V
$\bar{d}_{1b}$	32,6	21,0	140	III
$\bar{d}_{2a}$	45,9	27,6	140	II
$\bar{d}_{2b}$	48,9	28,4	140	II

Les classes de fertilité estimées sur la base des diamètres moyens pour le peuplement entier sont très basses : IIIème et Vème. Cependant, la vraie classe de fertilité est la IIème. Par conséquent, seul le diamètre moyen des gros arbres ayant plus de 20 cm est intéressant pour la détermination de la classe de fertilité des peuplements d'âges multiples.

Nous avons également calculé, pour le peuplement normal, la surface terrière et le volume sur pied par ha. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau V. On constate que la surface terrière et le volume sur pied par ha sont plus élevés dans le peuplement normal que dans le peuplement actuel : 9,8 m<sup>2</sup> de plus pour la surface terrière et 91 m<sup>3</sup> de plus pour le volume. Dans la figure 3, nous avons donné la répartition graphique, par catégories de diamètre, du nombre de tiges et du volume sur pied, pour un peuplement normal. La courbe représentative du volume suit une loi de distribution en cloche; le maximum correspond au diamètre moyen des gros bois.

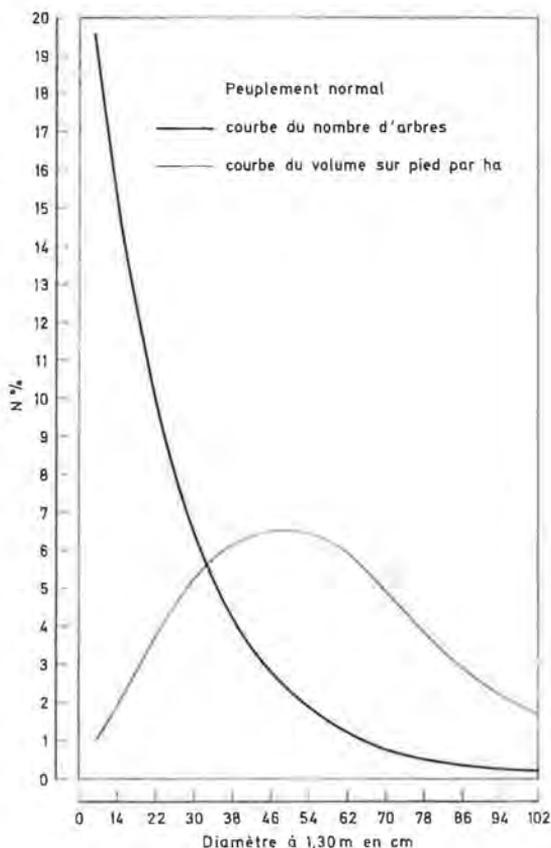


Fig. 3. Peuplement normal  
 courbe du nombre d'arbres  
 courbe du volume sur pied par ha

TABLEAU V

Peuplement normal: Répartition du nombre de tiges,  
de la surface terrière et du volume sur pied

d	Nombre de tiges par ha		Surface terrière par ha		Volume sur pied par ha	
	N	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
10	102	19,6	0,7956	2,0	4,386	0,9
14	81	15,5	1,3474	3,1	7,452	1,7
18	66	12,7	1,6764	4,2	12,210	2,8
I	249	47,8	3,7194	9,3	24,048	5,4
22	53	10,2	2,0140	5,0	16,483	3,7
26	43	8,2	2,2833	5,7	20,210	4,6
30	34	6,5	2,4038	6,0	22,848	5,2
34	28	5,4	2,5424	6,4	25,564	5,8
38	22	4,2	2,4948	6,3	26,290	6,0
II	180	34,5	11,7383	29,4	111,395	25,3
42	18	3,4	2,4930	6,2	27,360	6,2
46	15	2,9	2,4930	6,2	28,410	6,4
50	12	2,3	2,3556	6,0	27,660	6,3
54	10	1,9	2,2900	5,8	27,520	6,2
58	8	1,5	2,1136	5,5	26,008	5,9
III	63	12,1	11,7452	29,7	136,958	31,0
62	6	1,2	1,8114	4,5	22,836	5,2
66	5	0,9	1,7105	4,3	21,890	5,0
70	4	0,7	1,5392	3,9	20,044	4,6
74	3	0,6	1,2903	3,2	16,998	3,8
78	3	0,6	1,4334	3,6	19,143	4,3
IV	21	4,0	7,7848	19,5	100,911	22,9
82	2	0,4	1,0562	2,6	14,256	3,2
86	2	0,4	1,1618	2,9	15,832	3,6
90	2	0,4	1,2742	3,2	17,468	4,0
94	1	0,2	0,6940	1,7	9,570	2,2
98	1	0,2	0,6940	1,7	10,492	2,4
V	8	1,6	4,8784	12,1	67,618	15,4
Total	521	100,0	39,8661	100,0	440,930	100,0

### 5. — Répartition des hauteurs (\*)

La structure par hauteur du peuplement peut s'exprimer :

(\*) Les hauteurs dont il sera question sont les hauteurs totales jusqu'à la pointe extrême de la cime.

- a) par la courbe des hauteurs en fonction des diamètres;
- b) par le nombre de tiges par catégories de hauteur.

Dans la figure 4, deux courbes ont été tracées : celle des hauteurs absolues exprimées en mètres et celle des hauteurs relatives, obtenues par le rapport des hauteurs absolues à la hauteur moyenne du peuplement, c'est-à-dire :

$$h_{xd} = \frac{h_{ad}}{\bar{h}_a}, \text{ si } h_{xd} \text{ et } h_{ad} \text{ sont les hauteurs relatives et absolues}$$

des différentes catégories de diamètre. Cette courbe des hauteurs relatives permet de connaître les hauteurs absolues des différents catégories de diamètre dans d'autres peuplements pour lesquels il suffira de mesurer la hauteur moyenne. C'est ce qui a été fait dans le tableau VI, avec une hauteur moyenne de 30 m ( $\bar{h}_a$ ).

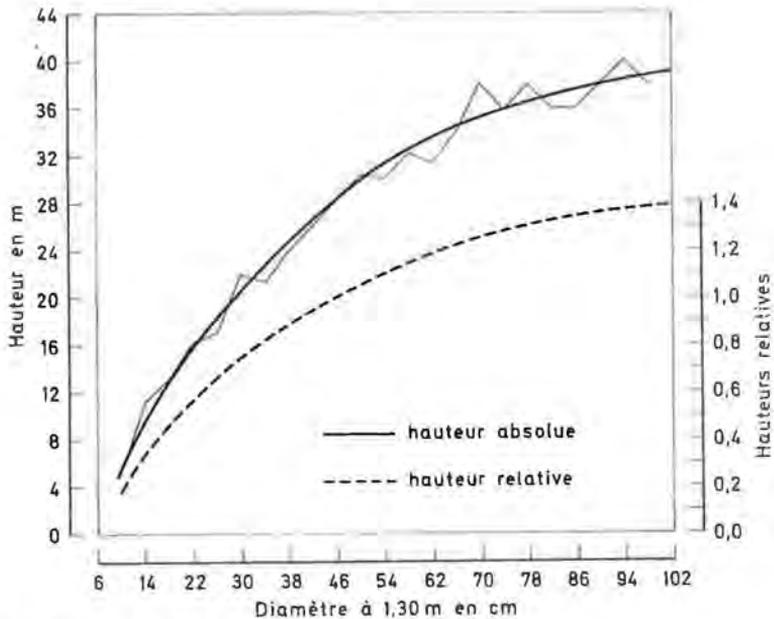


Fig. 4. Hauteurs absolues  
Hauteurs relatives

Cette méthode peut convenir pour divers travaux pratiques et scientifiques. Cependant, il serait nécessaire d'établir un système de courbes des hauteurs relatives pour différents peuplements, à partir duquel il sera possible de déterminer les hauteurs absolues d'autres peuplements, en utilisant les hauteurs moyennes données par la table de production.

**TABLEAU VI**

	Catégories de diamètre en cm													
h	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62
$h_{xd}$	0,18	0,30	0,45	0,57	0,66	0,73	0,80	0,88	0,93	1,00	1,06	1,09	1,14	1,18
$\bar{h}_g$ en m	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
$\bar{h}_{ad}$ en m	5,4	9,0	13,5	17,1	19,8	21,9	24,0	26,4	27,9	30,0	31,8	32,7	35,2	35,4

Il faut noter que la courbe des hauteurs relatives est spécifique de chaque peuplement. Dans le peuplement que nous avons étudié, les hauteurs relatives sont les suivantes :

- hauteur relative minimum = 0,18
- hauteur relative maximum = 1,40

Dans un autre peuplement, pour une autre essence et une autre structure, les hauteurs relatives minimum et maximum changent. Par exemple, S. T. Nedialkov (1967) a établi, pour les peuplements de *Picea excelsa*, les hauteurs relatives suivantes :

- peuplements équiennes :  $h_{\min.} = 0,40$  ;  $h_{\max.} = 1,60$
- peuplements d'âges multiples :  $h_{\min.} = 0,30$  ;  $h_{\max.} = 1,40$

La répartition du nombre de tiges par hauteur est aussi une propriété spécifique des peuplements. Pour le peuplement étudié, cette répartition est présentée dans la figure 5 : le nombre de tiges est donné en pourcents.

On voit que le nombre des arbres diminue quand la hauteur croît. Ceci est valable pour le peuplement étudié qui est d'âges multiples. Dans les peuplements équiennes, la répartition des arbres par hauteur suit une loi différente.

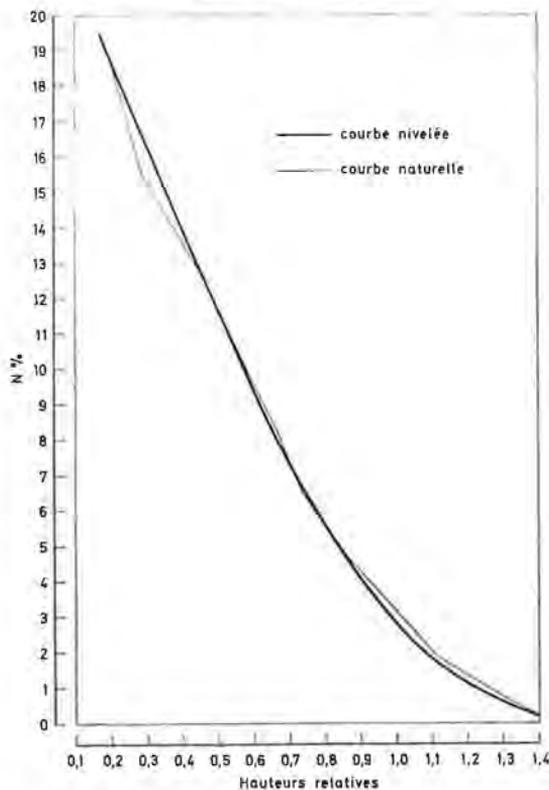


Fig. 5. Hauteurs relatives  
 Courbe nivelée  
 Courbe naturelle

## SUMMARY

### Research in stand of Virgin Community of Beech "*Fagus orientalis* Lipsky" in the Caspian Forests of the Northern Iran

The forest communities of "*Fagetum illexsum*" of the northern slopes of the Elborz Mountains are studied and analyzed. Density, basal area, height and stem volume are studied as ecological characteristics. Data are presented by curves, tables and figures.

Comparisons are made between present stand characteristics and those of optimum conditions for growth of an uneven-aged forest.

Data presented provide the basic information necessary to optimize sustained yield management of the Caspian Forests.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Forschungen über die Struktur der Urbestände von *Fagus orientalis* in den Hochwäldern Nord Irans

Die Arbeit befasst sich mit den Eigenschaften der Struktur eines Urbestandes von *Fagus orientalis* am Nordhang der Elbourz Gebirge. Sie soll eine wissenschaftliche Basis schaffen für die notwendigen und sich immer steigenden Eingriffe der Forstleuten in diesen Wäldern.

Zuerst werden die ökologischen Eigenschaften des *Fagetum illexosum* studiert, dann geben uns Zahlentafeln und die entsprechenden Kurven notwendige Informationen über die Zahl und Grundfläche der Stämme sowie den Holz rauminhalt je nach Baumart und Stammdurchmesser. Die Struktur dieses Bestandes kann so mit der Struktur eines optimalen theoretischen Plenterwald verglichen werden.

Schliesslich folgt ein Studium über die absolute und relative Höhe der Bäume des Bestandes und über die Verteilung der Zahl der Stämme in Zusammenhang mit ihrer Höhe.

## BIBLIOGRAPHIE

1. DE LIOCOURT (1898) L'aménagement des sapinières. Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est. Besançon.
2. NEDIALKOV (1971) Méthode écologique d'aménagement appliquée dans la forêt de « Sang Deh ». Projet de la F.A.O. de la région caspienne en Iran. Téhéran.