

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 134 (1983)
Heft: 5

Artikel: Tests comparatifs de provenances vaudoises d'épicéa Résultats et conséquences pratiques pour le forestier
Autor: Bossel, François
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767224>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Tests comparatifs de provenances vaudoises d'épicéa

Résultats et conséquences pratiques pour le forestier

Par *François Bossel*
Service cantonal des forêts, Lausanne

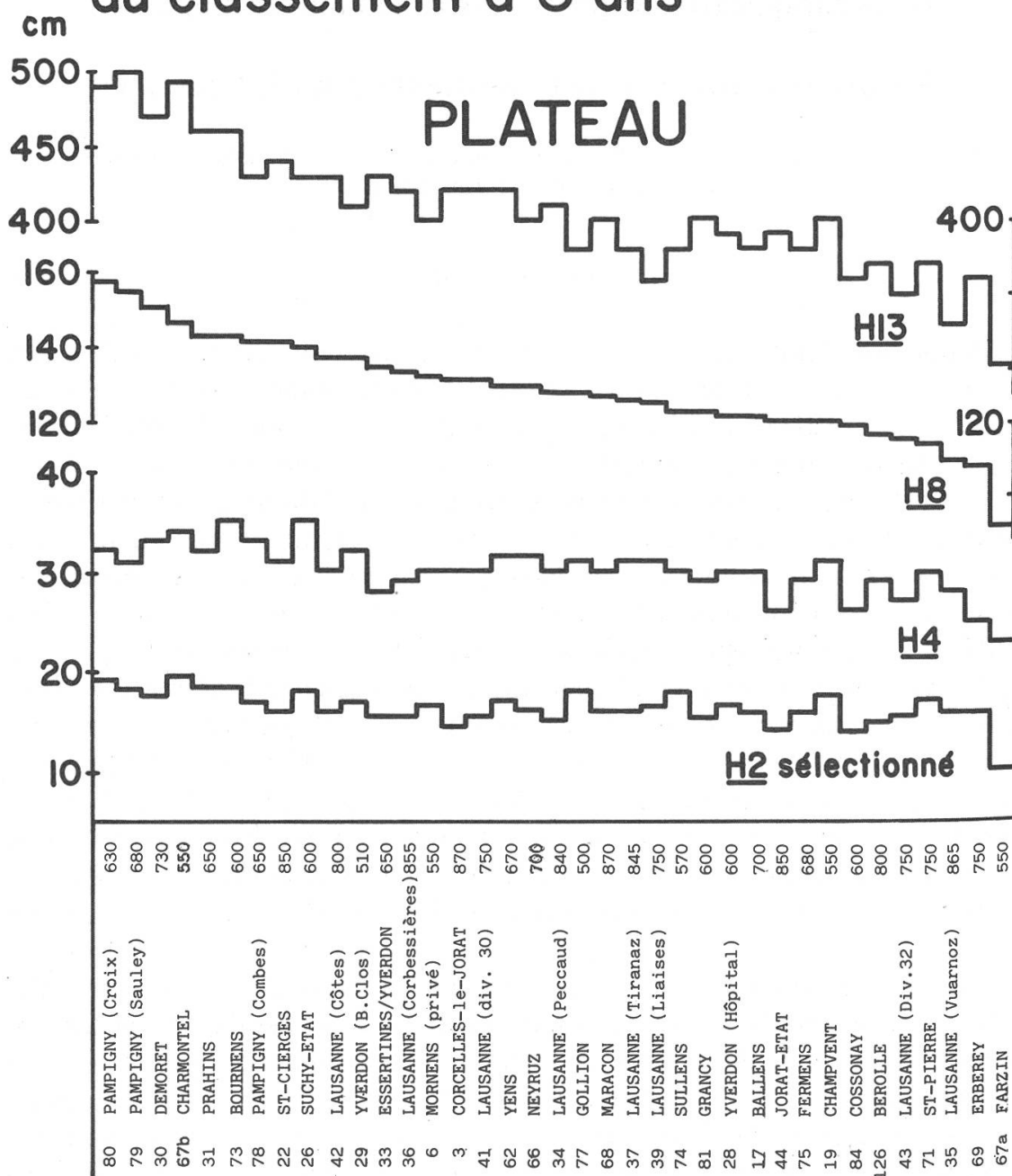
Oxf.: 232.12:232.411:174.7 Picea abies

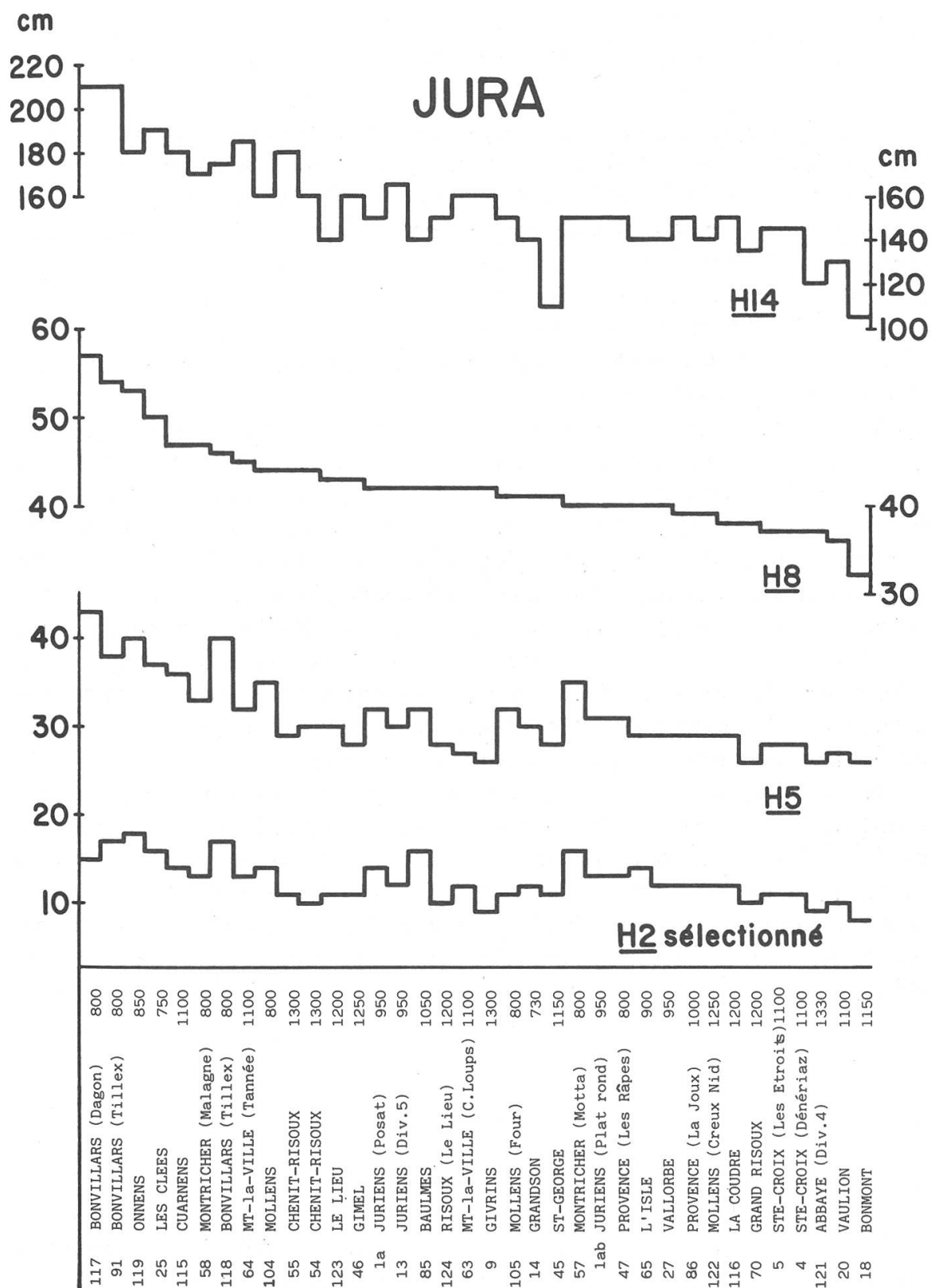
1. Introduction

Depuis longtemps déjà, les forestiers ont constaté de grandes différences de comportement à l'intérieur d'une seule et même espèce. Dès le début de ce siècle, des essais furent entrepris en Suisse et à l'étranger. Même à l'intérieur d'une région aussi restreinte que le Plateau vaudois par exemple, d'importantes différences peuvent surgir entre des populations pourtant géographiquement très proches. C'est ainsi qu'est né le terme de provenance, qui désigne une population issue de graines dont le lieu de récolte est connu précisément. Au polymorphisme naturel d'une espèce comme l'épicéa, s'est ajouté un polymorphisme secondaire causé par des importations plus ou moins contrôlées de graines étrangères, ce qui a encore renforcé les variations entre populations. Pour la forêt vaudoise, on sait que la presque totalité des besoins annuels en graines pour la période 1880 – 1915, soit 1500 kg, était couverte par des importations. Les différences entre populations mettent en évidence des provenances à la croissance nettement supérieure aux autres. Ces essais ont ensuite montré qu'à l'intérieur des populations, il existe d'importantes variations individuelles, certains plants se révélant supérieurs aux autres.

Afin de mettre en évidence les différences individuelles et entre populations, le Service des forêts du canton de Vaud a créé un essai de provenances. La forte grainée de 1966 dans la majorité des peuplements d'épicéas lui permet la récolte de 37 provenances du Plateau et de 36 provenances du Jura. Au printemps 1967, un échantillon de graines de chaque provenance est semé à la Pépinière de Genolier. Deux ans plus tard, les hauteurs de tous les brins sont mesurées. Après élimination de 40 à 60 % des semis les plus chétifs, les brins sont répartis en 3 lots de 40 individus, selon le principe de la sélection massale. Les lots ou catégories sont appelés dans l'ordre décroissant:

**TABLEAU I : hauteurs moyennes
des provenances, dans l'ordre
du classement à 8 ans**





- A grands plants
- B plants moyens
- C petits plants

Les classes de plants sont repiquées puis plantées séparément pour chaque provenance. La plantation définitive est effectuée dans le bois de Boulex près de Payerne pour les provenances du Plateau âgées alors de 4 ans. Ces populations sont issues de peuplements semenciers sélectionnés situés entre 500 et 870 m d'altitude. Les provenances du Jura, récoltées entre 730 et 1350 m, sont installées à Juriens (950 m d'altitude) après 3 ans de repiquage, soit une année de trop pour les provenances de basse altitude. L'ensemble représente un bon échantillon des principaux massifs forestiers de ces deux régions du canton (voir *tableau 1*).

Le but de ce dispositif est donc double. D'une part il s'agit de sélectionner les populations, et à l'intérieur des populations, les individus supérieurs aux autres. D'autre part, les expériences tirées de ces essais doivent servir à identifier et à évaluer les critères de sélection, afin de créer un véritable outil de sélection, applicable à une grande échelle et répondant aux besoins de la pratique forestière. Les deux premiers chapitres de cet article présenteront les critères de sélection, par l'analyse des résultats et des différences constatées lors des observations. La troisième partie sera consacrée à l'appréciation des critères de sélection et à l'évaluation de leur importance relative. Enfin, une dernière partie résumera les conséquences les plus importantes et présentera les mesures concrètes adoptées à la suite de ces essais.

Je remercie ici tout spécialement le Service cantonal des forêts à Lausanne qui a mis à ma disposition les données accumulées tout au long des essais. Grâce à l'amabilité de M. J.-Ph. Schütz, professeur de sylviculture à l'EPFZ, les données ont pu être traitées par l'ordinateur de notre haute école, ce dont s'est personnellement occupé M. J.-F. Matter, assistant principal de M. Schütz. A tous deux vont également mes chaleureux remerciements.

2. Croissance

2.1 Comportement des différentes provenances

Au niveau de la croissance en hauteur, excellent critère en jeunesse de par sa facilité de mesure, des différences importantes apparaissent très tôt entre les provenances et sont constatées sur les semis de 2 ans déjà. Elles persistent dans les essais vaudois jusqu'à 13 et 14 ans, âge où ont été exécutées les dernières mesures, avec parfois de faibles décalages dus au choc de repiquage ou de transplantation (voir *tableau 1*).

A 2 ans, les meilleures provenances du Plateau atteignent une hauteur moyenne de plus de 18 cm, les moins bonnes n'atteignent pas 14 cm. Chez les provenances du Jura, les meilleures ont une hauteur moyenne de plus de 16 cm, les plus lentes sont inférieures à 10 cm. Après le repiquage, le classement se resserre un peu jusqu'à 2 à 3 ans après la plantation, du fait des chocs successifs de repiquage et de transplantation, plus importants pour les grands plants des provenances à croissance rapide. Il faut remarquer la très faible croissance annuelle (3,6 cm/an) de toutes les provenances dans l'essai du Jura durant les 3 premières années de plantation. Ce fait traduit bien les très grandes difficultés rencontrées à Juriens, la plantation ayant été effectuée sur une ancienne prairie, exposée au Nord.

Le classement final à 13 ans (provenances du Plateau) et 14 ans (provenances du Jura) fait nettement apparaître des provenances au comportement supérieur à la moyenne de l'essai. Dans les deux cas (Plateau et Jura), les provenances rapides viennent en majorité de la zone inférieure de chaque région.

La hauteur moyenne des 37 provenances du Plateau s'élève à 406 cm. Un groupe de 6 provenances se dégage nettement du lot, avec une hauteur comprise entre 460 et 500 cm. Les provenances les plus mal classées ont une hauteur moyenne comprise entre 300 et 360 cm. Huit des dix meilleures provenances sont situées en dessous de 750 m d'altitude, alors que trois seulement des dix plus lentes viennent de cette même zone. Dans l'essai du Jura, les meilleures provenances ont une hauteur moyenne comprise entre 180 et 210 cm. Les plus mal classées ont une hauteur inférieure à 130 cm. On trouve de nouveau une majorité de provenances des stations inférieures à 1100 m dans le haut du classement, et une majorité venant de la zone supérieure dans les provenances lentes.

Tableau 2. Comparaison de *n* plus rapides en % des *n* plus lentes.

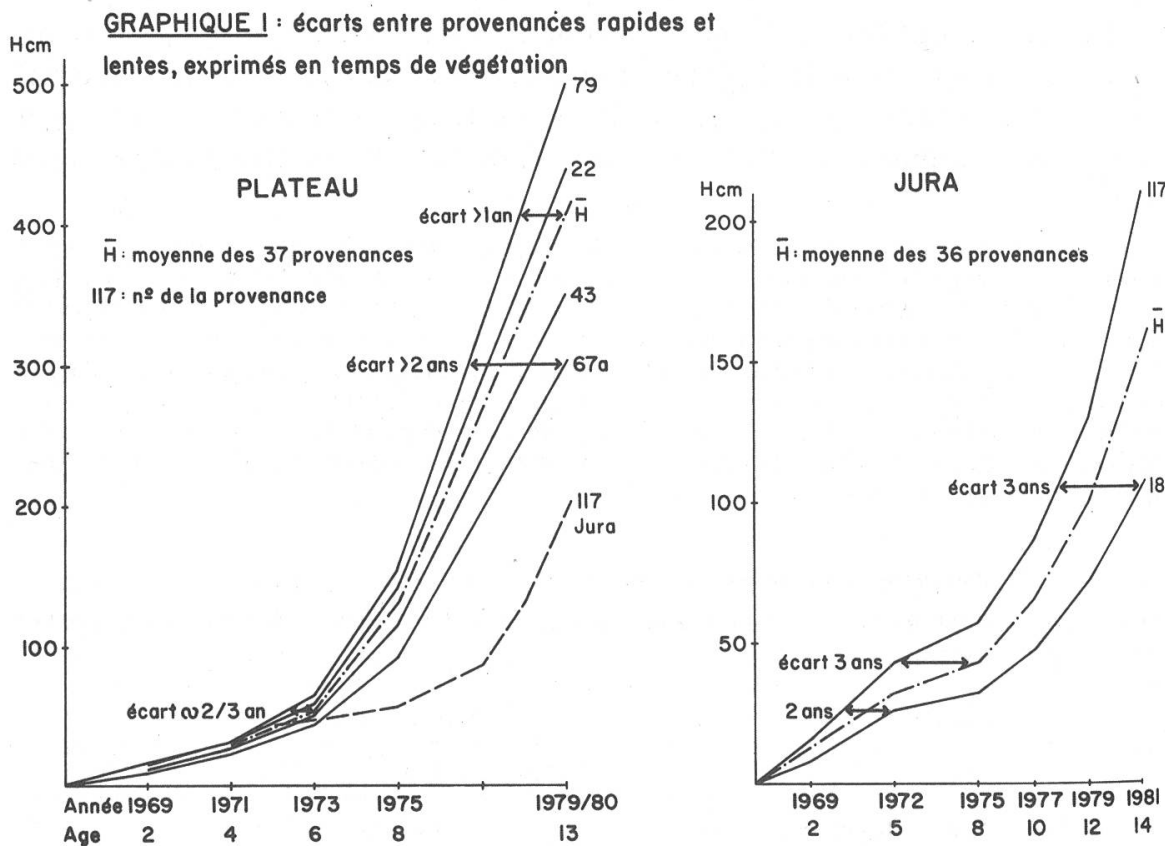
Le tableau 2 établit la comparaison entre les hauteurs moyennes des meilleures provenances en fonction des plus lentes.

<i>n</i>	<i>Altitude</i>	<i>Hauteur et âge</i>				
	<i>Plateau</i>	H 2 T	H 2 S	H 4	H 6	H 13
3/37	500— 870 m	—	158	140	139	150
10/37		—	129	120	125	128
	<i>Jura</i>	H 2 T	H 2 S	H 5	H 8	H 14
3/18	730—1050 m	154	143	142	141	145
5/18		144	137	135	131	136
3/18	1100—1350 m	134	144	129	130	162
5/18		127	134	122	124	144
H 2 T: Hauteur de tous les semis		H 2 S: Hauteur des semis après la sélection massale				

Même à l'intérieur de chaque zone altitudinale, les différences de croissance sont très importantes. Elles semblent plus élevées dans l'essai du Jura que dans l'essai du Plateau. Même en prenant les comparaisons ne contenant pas que des provenances extrêmes, le gain de hauteur des bonnes provenances sur les moins rapides, varie entre 28 et 44 %.

L'évolution des écarts relatifs est très semblable pour toutes les comparaisons et tous les groupes de provenances. Les écarts diminuent jusque vers 6 à 8 ans, puis augmentent de nou-

veau pour atteindre un niveau très proche du niveau initial. Cela s'explique par les différences de fertilité en pépinière (essai du Plateau) et l'année supplémentaire de repiquage (essai du Jura), puis par le choc de plantation, qui pénalise plus fortement les grands plants des provenances rapides. Ces perturbations passées, les écarts retrouvent leur ampleur initiale. Les différences plus importantes chez les provenances du Jura peuvent s'expliquer par la variation très rapide du climat dans cette région, qui se traduit par un comportement plus typé de ses populations.



Exprimé en temps de végétation, les gains sur la hauteur sont très importants: 2 à 3 ans pour la meilleure provenance sur la moins bonne, cela dès un âge de 5 à 6 ans! (Voir *graphique 1*). A l'âge de 8 ans, les 7 meilleures provenances du Jura atteignaient la même hauteur moyenne que celle atteinte à 10 ans, soit deux ans plus tard, par les 7 plus lentes.

Globalement, les écarts relatifs restent donc pratiquement constants entre 2 et 14 ans. Des essais étrangers ont montré que les différences ne s'atténuent pas avec l'âge, mais restent conservées.

Les gains sur le volume constatés dans ces essais sont beaucoup plus importants que ceux constatés sur la hauteur ou le diamètre, se cumulant les uns aux autres. Des gains jusqu'à plus de 100 % à 25 ans (Nanson, 1964) et même 200 % à 50 ans (Gärtner, 1975) ont été mesurés. A 13 ans, le volume des dominants de 7 provenances rapides du Plateau s'élève à 203 % du volume de ceux de 7 provenances lentes. Même s'il faut considérer ces chiffres avec prudence, il semble bien que l'avantage des provenances rapides ne diminue pas avec l'âge, de par les effets cumulés des gains sur la hauteur et le diamètre.

2.2 Différences individuelles

Les constatations faites entre provenances se retrouvent au niveau de la sélection individuelle (*Tableau 3*).

Tableau 3. Ecarts en valeurs absolue et relative (Cat. C = 100 %) entre les catégories de plants.

	19 provenances rapides			PLATEAU			18 provenances lentes		
	hauteur moyenne par catégorie (cm)								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2 ans	19 136 %	16 114 %	14 100 %	18 138 %	15 115 %	13 100 %	18 138 %	15 115 %	13 100 %
4 ans	35 125 %	32 114 %	28 100 %	32 123 %	28 108 %	26 100 %	32 123 %	28 108 %	26 100 %
8 ans	152 122 %	137 110 %	125 100 %	124 114 %	120 110 %	109 100 %	124 114 %	120 110 %	109 100 %
13 ans	480 120 %	430 108 %	400 100 %	390 115 %	370 109 %	340 100 %	390 115 %	370 109 %	340 100 %

	8 provenances rapides			JURA			7 provenances lentes		
	hauteur moyenne par catégorie (cm)								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2 ans	18 138 %	15 115 %	13 100 %	13 162 %	10 125 %	8 100 %	13 162 %	10 125 %	8 100 %
5 ans	40 125 %	36 112 %	32 100 %	31 129 %	26 108 %	24 100 %	31 129 %	26 108 %	24 100 %
10 ans	86 118 %	78 107 %	73 100 %	62 105 %	59 100 %	59 100 %	62 105 %	59 100 %	59 100 %
14 ans	200 120 %	185 108 %	166 100 %	133 115 %	126 109 %	120 100 %	133 115 %	126 109 %	120 100 %

Les gains des catégories A (grands plants) sur les catégories C sont de 20 % à 13 et 14 ans, ceux des catégories B (plants moyens) de 10 % environ. Les gains sont un peu moins importants chez les provenances lentes. Les écarts entre les catégories de plants diminuent jusqu'à 8 – 10 ans, puis se stabilisent à 13 et 14 ans.

Cette diminution est tout à fait compréhensible. Chez les provenances du Plateau, la croissance très forte des grands plants a créé rapidement une intense concurrence qui n'est apparue que plus tard dans les petits plants. L'éclaircie systématique pratiquée à 13 ans n'a en rien modifié cet état de fait, étant intervenue juste avant les mesures. Chez les provenances du Jura, il faut de nouveau rappeler que les grands plants ont plus souffert des chocs de repiquage et de plantation que les petits plants, ce qui se reflète bien dans les écarts relatifs, qui baissent jusqu'à 8 ans et augmentent par la suite.

La moyenne pour chaque essai des catégories supérieures de plants (A ou B) est significativement plus élevée que celles des catégories inférieures (B respectivement C) jusqu'à 13 ans dans l'essai du Plateau et jusqu'à 8 ans seulement pour les provenances du Jura. Dans cet essai, le classement initial décroissant des catégories A, B et C a souvent été bouleversé dès l'âge de 10 ans, à cause des différences marquées de fertilité dans la parcelle d'essai. De ce fait, les gains réels entre les catégories de plants doivent être supérieurs à ceux enregistrés ici. Il faut également rappeler que les gains sur le volume correspondant à un gain de 20 % sur la hauteur sont beaucoup plus importants (voir page 344).

Chaque provenance n'est en effet représentée que par une seule répétition de chaque catégorie de plants. Il est arrivé souvent, surtout dans l'essai du Jura, que l'une des catégories inférieures de plants bénéficie de meilleures conditions de croissance qu'une des catégories supérieures, ou que l'une de celles-ci tombe dans une zone de fertilité moindre. Ainsi le classement selon la sélection massale a subi des modifications fréquentes.

3. Qualité et résistance

Les résultats des mesures et observations sont groupés dans le *tableau 4*.

3.1 Phénologie

a) Méthode

Les observations du débourrement et de la formation du bourgeon terminal ont été exécutées par l'attribution d'une note à chaque tige de chaque provenance et par calcul de la note moyenne par provenances. L'échelle comporte 4 notes, pour le débourrement depuis le stade 1 (bourgeon fermé) jusqu'au stade 4 (bourgeon entièrement débourré), pour la formation du bourgeon terminal depuis le bourgeon non formé jusqu'au bourgeon formé et entièrement brun, en passant par le stade du bourgeon formé, mais encore vert. Dans la suite de cet article, la formation du bourgeon terminal sera abrégée par le terme d'«aoûtement», par souci de concision. Les puristes me pardonneront l'extension au bourgeon terminal de ce vocable généralement utilisé pour la lignification de la pousse annuelle.

b) Débourrement

De grandes différences apparaissent aussi au niveau du débourrement. Selon les observations, les notes moyennes de chaque provenance peuvent varier d'un point à 1,5 point, entre les populations précoces et les tardives.

Par exemple, la provenance précoce N° 39 (Lausanne) comptait plus de 50 % de plants ayant débourré le 2.5.1980, alors que la plus tardive (N° 3, Corcelles-le-Jorat) arrivait à cette proportion deux semaines plus tard. Si l'on admet une durée de l'élongation de 2 mois à 2 mois et demi environ (*Leibundgut*, 1970), deux semaines en représentent 20 à 25 %.

Il est intéressant de constater, aussi bien dans l'essai du Plateau que dans celui du Jura, que les provenances les plus tardives, de même que les plus précoces, viennent de la même zone altitudinale (750 à 870 m).

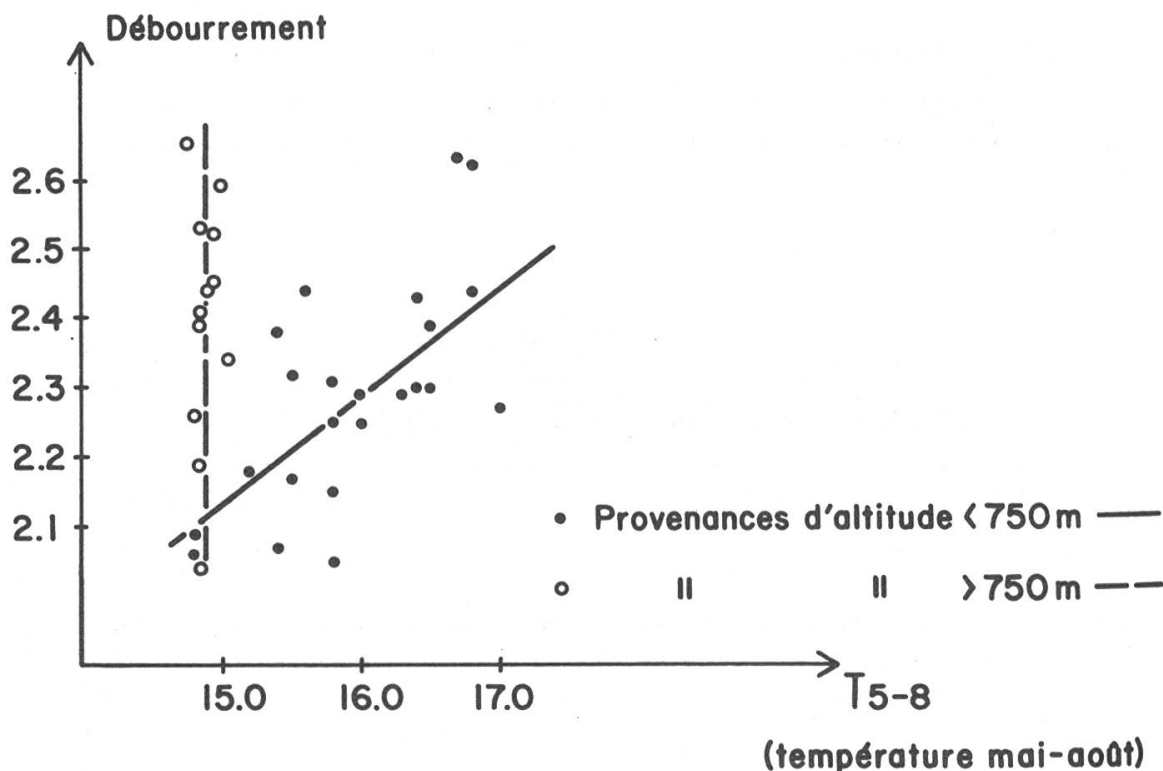
TABLEAU 4 : QUALITE ET RESISTANCE

Prov. No	PLATEAU				JURA							Survie à ans (%)			
	PG mg	Débour- rement	Recti- tude %	Qualité Fourches PA %	Survie (%) 3,5 5 8	Prov. No	Alt. m	PG mg	Débour- rement	Adôte- ment	Durée d'élon- gation	Recti- tude	Qualité (%) Fourches PA	Survie à ans (%) 5 6 10 12	
79	2885	2.17	5	11	98 97 97	117	800	2'310	3.14	33	1.41	6	14	85 84 78 78	
67b	2880	2.30	2	33	88 85 82	91	800	2'410	2.84	31	1.09	10	13	73 73 65 65	
80	2853	2.15	3	15	95 94 91	25	750	--	2.91	33	1.19	13	8	79 79 77 76	
30	--	2.18	14	13	84 83 81	64	1'100	2'310	2.37	46	0.75	7	15	88 88 85 85	
31	2735	2.29	2	25	82 82 80	119	850	2'652	3.02	24	1.09	3	9	56 56 55 53	
73	2778	2.39	5	19	95 87 85	115	1'100	2'320	3.18	19	1.29	19	11	73 73 70 62	
22	--	2.09	7	10	89 87 87	55	1'300	2'280	2.66	34	0.98	7	10	79 76 74 73	
78	2877	2.44	15	12	94 91 91	118	800	2'398	2.90	32	1.18	11	14	80 77 72 72	
26	2806	2.07	--	16	92 91 91	58	800	2'404	3.02	26	1.17	13	17	74 73 68 68	
42	2401	2.26	2	17	93 87 87	13	950	2'504	2.95	31	1.18	20	19	72 72 72 71	
33	--	2.25	7	16	91 88 79	104	800	1'750	2.32	41	0.62	20	10	77 76 69 69	
36	2222	2.39	4	26	94 88 88	54	1'300	2'002	2.54	36	0.88	16	26	76 76 51 49	
3	2517	2.04	5	20	91 90 89	46	1'300	1'990	2.22	28	0.47	17	14	77 74 73 73	
41	2290	2.65	5	27	100 92 90	63	1'100	2'352	2.51	31	0.65	15	21	61 58 55 54	
62	2753	2.05	2	16	93 90 88	9	1'300	2'251	2.55	42	0.97	15	15	52 52 48 48	
29	--	2.62	4	20	76 76 73	57	800	2'330	3.22	12	1.22	22	12	76 76 74 74	
34	--	2.34	3	22	96 94 93	1a	950	1'880	2.78	31	1.00	24	13	67 67 62 57	
6	2359	2.43	3	24	71 67 64	105	800	2'265	2.59	39	0.92	20	19	85 85 82 80	
66	2560	2.32	5	23	98 92 87	1ab	950	--	2.60	29	0.77	16	15	83 83 77 77	
68	--	2.41	5	14	97 96 92	47	800	--	2.50	26	0.61	18	16	67 67 63 63	
81	--	2.25	3	17	97 94 94	86	1'000	2'263	2.70	27	0.89	19	18	76 76 76 76	
19	2562	2.30	8	21	80 73 73	116	1'200	1'980	2.41	35	0.69	18	13	72 72 69 68	
28	2715	2.44	--	23	63 62 62	124	1'200	2'300	2.67	11	0.68	11	9	71 55 52 52	
44	2320	2.18	--	5	94 90 90	5	1'100	1'740	2.51	28	0.74	30	16	76 75 68 65	
77	2855	2.27	5	20	92 84 82	4	1'100	2'240	2.55	31	0.75	19	11	63 83 77 73	
37	2459	2.53	--	9	87 86 86	85	1'050	2'600	2.61	27	0.76	27	19	63 62 61 60	
74	2690	2.63	10	8	89 81 79	123	1'200	2'258	2.85	16	0.81	20	9	82 81 74 72	
17	2085	2.37	4	8	79 67 65	14	730	2'210	2.14	57	0.69	15	17	83 83 81 81	
75	--	2.07	7	17	84 67 66	65	900	2'401	2.31	28	0.53	24	18	67 67 58 58	
71	2585	2.31	2	17	89 83 82	122	1'250	1'930	2.57	27	0.75	20	14	64 64 60 60	
126	--	2.44	5	6	99 88 85	27	950	2'264	2.86	15	0.91	25	9	78 76 63 63	
39	--	2.99	--	26	97 91 84	70	1'200	--	2.44	21	0.54	23	14	72 71 69 69	
84	2490	2.29	--	15	94 85 83	20	1'100	2'215	2.63	19	0.72	33	17	80 77 70 69	
69	2180	2.59	4	21	90 80 78	121	1'330	1'800	2.50	20	0.49	33	7	64 64 54 54	
43	2270	2.43	2	5	96 82 79	45	1'150	--	2.36	16	0.34	28	21	67 65 57 53	
35	2285	2.52	--	7	92 87 83	18	1'150	2'014	2.34	12	0.42	50	10	61 55 53 53	
67a	--	2.06	4	16	92 74 74	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

PG : poids de 300 graines

Il se pose dès lors la question de la relation entre le climat de la station et le débourrement. Chez les provenances du Plateau (*graphique 2*) d'altitude comprise entre 750 et 870 m, on constate que le débourrement n'est pas du tout lié à la température de la période de végétation (T_{5-8}).

En dessous de 750 m, plus la température est élevée, plus les provenances sont précoces. Cette relation traduit l'adaptation de la population aux conditions climatiques de la station: les individus trop précoces sont éliminés par les gelées printanières, les trop tardifs ne parviennent pas à se maintenir à cause de leur plus faible croissance, due à une mauvaise utilisation de la période de végétation. Par contre, au-dessus de 750 m, les populations conservent leur comportement phénologique: les individus précoces ne sont plus éliminés, puisqu'on trouve là les provenances les plus précoces du Plateau.



Graphique 2. Relation entre le débourrement et la température de mai à août, provenances du Plateau.

Le facteur sélectif des gelées tardives ne s'exerce donc plus dès une altitude de 750 m environ. Ce phénomène a très bien été décrit par *Bouvarel* (1958). A partir d'une certaine altitude (dans le Plateau vaudois, 750 m environ), la venue du printemps tardive et rapide met les populations à l'abri du risque d'un retour des gelées. Les individus précoces ne sont pas éliminés.

Dans l'essai du Jura, le débourrement se spécialise rapidement au-dessus de 850 m (*graphique 3*), les provenances devenant plus tardives avec l'altitude, ce qui est contraire à la plupart des essais antérieurs avec des provenances alpines. Il faut rappeler à ce sujet que les conditions climatiques jurassiennes sont assez spéciales. La limite de la forêt y est particulièrement basse et les étages de végétation sont comme comprimés.

c) Formation des bourgeons terminaux et durée d'élongation

Il n'est question dans ce paragraphe que des provenances du Jura, ces critères n'ayant pas été relevés dans l'essai du Plateau.

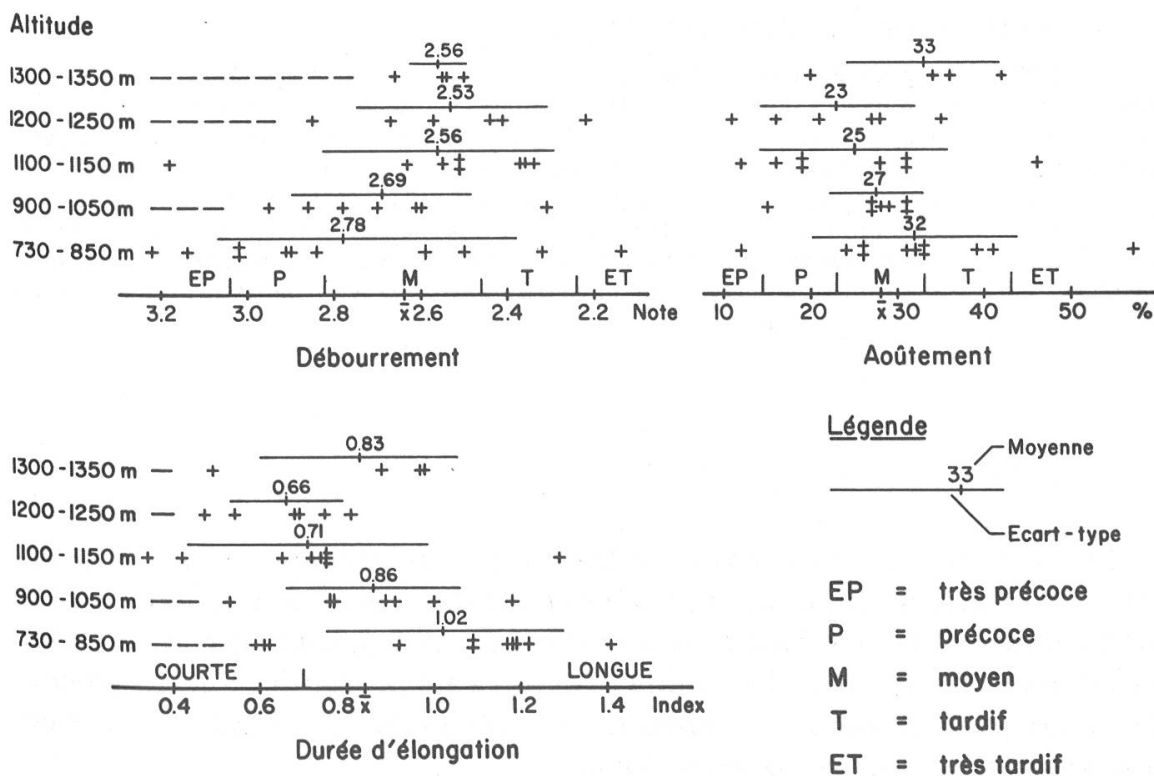
Des comportements nettement différents ont été observés pour le critère de la formation des bourgeons terminaux, ou aoûtement, qui marque la fin de la période de croissance en hauteur. Lors des observations, la provenance à l'aoûtement le plus précoce comptait 89 % de plants ayant déjà formé leur bourgeon terminal, la plus tardive n'en comptait que 43 %. Avec l'altitude, l'aoûtement a tendance à devenir plus précoce (voir *graphique 3*), traduisant l'adaptation des populations à une période de végétation plus courte.

La corrélation entre l'altitude et le pourcentage de plants non-aoûtés est significative, bien que le coefficient de corrélation reste faible ($r = -0,40$).

L'index de durée d'élongation (IDE) s'élève à 0,50 pour les provenances dont la durée d'élongation est la plus courte et à plus de 1,20 pour les provenances à longue durée d'élongation. Plus l'altitude augmente, plus l'index diminue (*graphique 3*). La corrélation entre les deux paramètres est hautement significative ($r = -0,54$). Cette relation montre de nouveau l'adaptation des populations à la diminution de la période de végétation.

L'index de durée d'élongation est établi par soustraction des notes de débourrement et d'aoûtement, calculées selon la même méthode. Bien que cet index ne donne pas expressément en jours la durée de la croissance en hauteur (les observations auraient été beaucoup plus longues et coûteuses), il en est le reflet chiffré et permet d'arriver à des résultats intéressants.

GRAPHIQUE 3 : Relation phénologique - altitude (provenances du JURA)



d) Pousse d'août

La fréquence des pousses d'août a été relevée par le pourcentage d'individus de chaque provenance montrant ce phénomène. Toutes les provenances du Plateau comportent des individus ayant formé des pousses d'août, dans une proportion variant entre 5 et 47 %. Dans l'essai du Jura, seules 16 des 36 provenances en ont formées, avec une fréquence comprise entre 1 et 12 % seulement. Les résultats des essais antérieurs sont largement confirmés ici: les provenances de basse altitude forment plus facilement des pousses d'août et ces dernières sont plus fréquentes chez les provenances à croissance rapide.

En effet, pour les provenances du Plateau, la corrélation entre la hauteur moyenne à 13 ans et la fréquence des PA est hautement significative ($r = 0,42$), et la proportion de provenances à fréquence élevée de pousses d'août est plus importante dans la zone inférieure à 750 m (53 %) que dans la zone supérieure (30 %). Dans l'essai du Jura, 12 des 16 provenances qui ont formé des pousses d'août viennent de stations situées en dessous de 1100 m. 9 appartiennent au tiers supérieur du classement, 4 au tiers intermédiaire et 3 au tiers inférieur.

3.2. Rectitude de la tige

La sélection de provenances à croissance rapide n'entraîne aucune conséquence négative sur la rectitude de la tige. Au contraire, pour les provenances du Jura, la hauteur à 14 ans est négativement corrélée avec le pourcentage de tiges sinueuses ($r = -0,82$). Plus la hauteur moyenne de la provenance est élevée, plus rares sont les déformations. Dans l'essai du Plateau, la sinuosité de la tige reste très peu fréquente.

En effet, le pourcentage de tiges présentant un fût sinueux est compris entre 0 et 15 % seulement. Seules 4 provenances ont une proportion de tiges sinueuses qui dépasse 7 %. Il n'apparaît aucune relation avec le débourrement ou la hauteur à 13 ans. Dans l'essai du Jura, la proportion de ces déformations est notablement plus élevée, entre 3 et 50 %, en moyenne 19 % pour toutes les provenances. La forte corrélation entre H 14 et le % de tiges sinueuses s'explique par la cause principale de ce phénomène, la reptation de la neige. Plus la croissance est faible, plus les plants restent longtemps dans la couche dangereuse, et plus fréquents seront les dégâts. Ce résultat fournit un argument supplémentaire en faveur de la sélection de provenances à bonne croissance en jeunesse.

3.3 Fréquence des fourches

La fréquence des fourches reste basse, 16 % en moyenne dans l'essai du Plateau, 14 % dans celui du Jura. Elle ne présente aucune relation avec les autres caractéristiques, sauf avec la fréquence des pousses d'août chez les provenances du Plateau. La multiplicité des causes possibles de ce phénomène est sans doute responsable de ces résultats, qui semblent être en grande partie dus au hasard des accidents.

La corrélation entre la fréquence des fourches et celle des pousses d'août dans l'essai du Plateau est faible mais significative ($r = 0,33$). La lignification incomplète des pousses d'août à l'arrivée des gelées automnales pourrait expliquer ce phénomène. Les constatations de *Leibundgut* (1955) sont confirmées pour les conditions de l'essai du Plateau. Dans celui du Jura, aucune relation semblable n'est trouvée, du fait de la fréquence très basse des pousses d'août.

3.4 *Survie / mortalité*

Par survie, il faut entendre le pourcentage de plants ayant survécu à chacun des différents stades des essais. Dans l'essai du Plateau, la survie après la plantation est significativement plus élevée chez les provenances dont la hauteur à 13 ans est supérieure à la moyenne de l'essai. Ce résultat ne se retrouve pas dans l'essai du Jura, où la survie est d'ailleurs généralement assez faible (66 % à 12 ans).

Il faut à nouveau rappeler les difficultés très grandes rencontrées à Juriens, sur cette ancienne prairie située à 950 m. Le choc de plantation a été beaucoup plus important pour les grands plants des provenances rapides qui ont subi des pertes aussi fortes que les provenances lentes. De plus, des zones où la survie est très mauvaise ont été constatées, où se trouvent aussi bien des provenances rapides que lentes. Ces circonstances expliquent le résultat ci-dessus.

3.5 *Sélection massale et qualité*

Certains résultats trouvés dans la comparaison entre les populations apparaissent également dans celle entre les catégories d'individus. De même qu'au niveau des provenances, les plus vigoureuses ont une plus forte tendance à la formation de pousses d'août, à l'intérieur de chaque provenance, les plants vigoureux ont également cette plus forte tendance. Dans les catégories A des grands plants, les houppiers entrent plus tôt en contact mutuel, les branches inférieures sèchent plus tôt, si bien qu'on peut s'attendre à un meilleur élagage naturel que chez les petits plants. Les critères phénologiques par contre ne semblent pas être influencés par la sélection massale, étant très étroitement soumis au contrôle héréditaire.

Chez les provenances du Plateau, la fréquence des pousses d'août est plus souvent supérieure à la moyenne de chaque provenance dans les catégories A des grands plants, et inférieure à celle-ci dans les catégories C des petits plants. Dans l'essai du Jura, les pousses d'août se concentrent sur les plants des catégories A. Seules deux provenances ont également des pousses d'août sur les plants C.

La sélection massale entraîne également une amélioration qualitative. L'unique résultat à mettre à son passif est la plus grande propension à la formation de pousses d'août par les grands plants. Les avantages importants, surtout pour la croissance, l'emportent de loin sur cet inconvénient mineur.

4. Evaluation des critères de sélection

4.1 Rappel méthodologique

Dans ce chapitre, il sera abondamment fait usage de régressions linéaires, dans le but de tenter d'exprimer au moyen de critères décelables de façon précoce, sur les jeunes plants, la potentialité future de croissance, et de mettre en évidence les meilleurs critères de sélection. Ainsi, la hauteur finale à 13 ou 14 ans est exprimée en fonction des hauteurs des semis ou des plants repiqués, de l'altitude, du poids de la graine ou de la phénologie, et de la combinaison de ces critères.

Les corrélations linéaires seront donc de la forme $H_{14} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3$ pour les corrélations triples. Elles ne comprennent qu'une ou deux variables pour les corrélations simples ou doubles. Le coefficient de corrélation r est testé statistiquement par un test du F , qui indique si la corrélation est significative ou non. De plus, les coefficients partiels de régression a_1, a_2, a_3 sont également testés pour savoir s'ils sont différents de 0, ou si au contraire, étant très faible, l'apport d'information de la variable est négligeable, soit en lui-même, soit que l'information est déjà contenue dans une autre variable. Le carré du coefficient de corrélation indique la part de la variance de Y attribuable à la liaison de Y à X_1, X_2 et X_3 . Si $r = 0,8$ par exemple, on peut dire que 64 % ($r^2 = 0,64$) de la variabilité de Y sont contrôlés par la corrélation, les 36 % restants ($1 - r^2 = 0,36$) étant dus à d'autres facteurs. Plus le coefficient r est élevé, plus importante est la part de la variance contrôlée, et meilleure est la valeur du critère précoce.

4.2 Relation phénologique — croissance

Le *tableau 5* contient les coefficients des corrélations linéaires entre les hauteurs finales et les observations phénologiques.

Tableau 5. Corrélations entre H 13/H 14 et la phénologie.

Hauteur finale en fonction de:		Débourrement	Aoûtement	IDE
Plateau	(H 13)	- 0,30+		
Jura	(H 14)	0,53**	- 0,38*	0,76***
r significatif à: + $p = 10 \%$		* $p = 5 \%$	** $p = 1 \%$	*** $p = 0,1 \%$

Les coefficients de corrélations sont en général faibles, mais significatifs pour le débourrement et l'aoûtement. La relation entre la croissance et la durée d'élongation est remarquablement élevée, lorsqu'on se souvient des difficultés survenues à Juriens. Pour l'aoûtement, plus il est précoce, plus la croissance sera faible. Dans l'essai du Plateau, plus les provenances débourent tardivement, meilleure sera la croissance. C'est l'inverse pour les provenances du Jura!

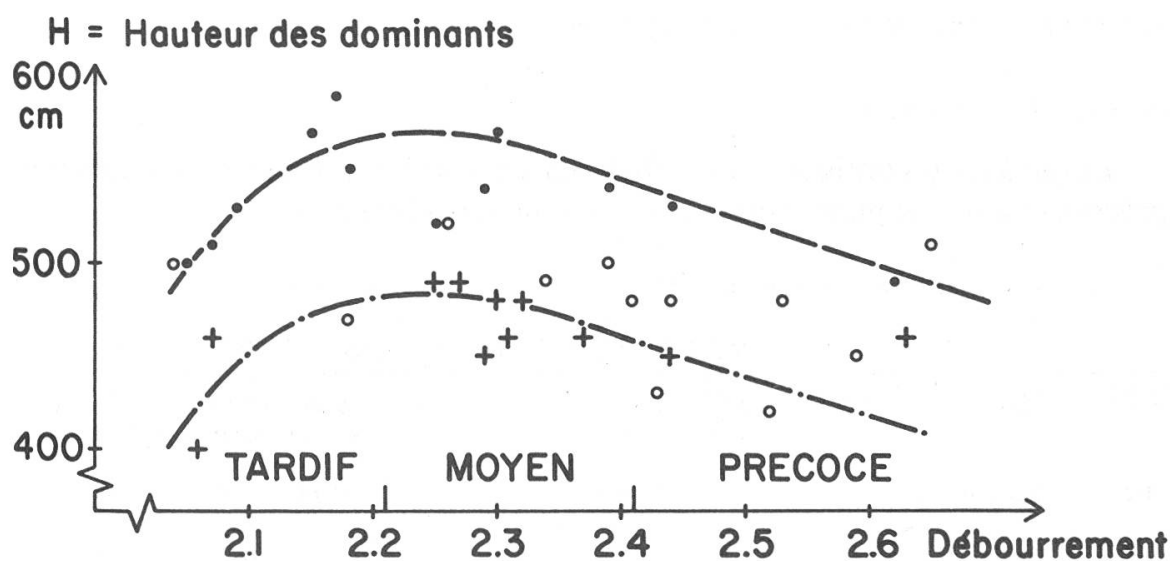
Cette contradiction apparente se retrouve dans les essais étrangers: Nanson en Belgique trouve des résultats conformes à l'essai du Plateau, alors que Holzer en Autriche montre l'avantage des provenances précoces, le premier dans des conditions assez semblables à celles du

Plateau suisse (station basse), le second dans des conditions s'approchant de celles du Jura (graine récoltée à différentes altitudes d'une vallée alpine).

Si l'on se reporte à l'analyse des résultats du débourrement (§ 3.1), ces résultats deviennent tout à fait logiques et plus du tout contradictoires, mais complémentaires: dans la zone où les gelées tardives sont un facteur sélectif important (Plateau), le débourrement tardif est un avantage pour la croissance, alors qu'au-dessus, les provenances précoces sont avantagées.

Si l'on examine ces relations de plus près en stratifiant les deux groupes de provenances, il ressort les constatations suivantes:

- Pour les provenances du Plateau (*graphique 4*), la relation croissance-débourrement n'est pas linéaire. La croissance est optimale pour un débourrement tardif à moyennement tardif. Les provenances très tardives, de même que les plus précoces, montrent une croissance inférieure.



Graphique 4. Relation croissance—débourrement, provenances du Plateau.

- prov. rapides
- + prov. lentes
- prov. d'altitude entre 750—870 m

Quel que soit le critère retenu (hauteur moyenne ou des dominants, diamètre ou volume), l'allure des courbes est identique. La croissance inférieure des provenances très tardives s'explique par la mauvaise utilisation du début de la période de végétation, celle des précoces est causée par les gelées tardives qui peuvent réduire à néant la croissance d'une année par la destruction de la jeune pousse.

- Pour les provenances du Jura (*graphiques 5 et 6*), le comportement des provenances est très différent selon les zones altitudinales. Dans la zone inférieure à 1100 m, c'est le débourrement qui est lié à la croissance: les précoces sont favorisées. Aux altitudes supérieures, c'est l'aoûtement qui est lié à la croissance: plus il est tardif, meilleure sera la croissance.

Il est à noter que la relation croissance—débourrement dans la zone inférieure n'est pas linéaire, aucune provenance n'atteignant une hauteur inférieure à 140 cm. Au-dessus de 1100 m, le débourrement n'est pas lié à la croissance. Dès ces altitudes, la montée rapide de la température au printemps diminue l'écart entre le débourrement des précoces et des tardives (Moulalis, 1973). Le décalage plus faible entre les deux catégories de provenances n'avantage nettement aucune d'elles. De ce fait, les populations prolongeant tardivement leur croissance et formant tard leur bourgeon terminal sont logiquement avantagées (voir graphique). L'aoûtement est alors corrélé à la croissance ($r = 0,66$).

Ainsi, là où les différences de débourrement peuvent s'exprimer de par les conditions climatiques, c'est-à-dire en dessous de 1100 m, le débourrement est lié à la croissance. Par contre, dès que les décalages dus au débourrement s'amenuisent, c'est-à-dire au-dessus de 1100 m, c'est l'aoûtement tardif qui contribue à une meilleure croissance.

4.3 Corrélations entre les caractéristiques précoces et finales

a) Corrélations simples

Le tableau 6 contient les coefficients de corrélations entre les mesures précoces (semis et plants repiqués) et les mesures finales.

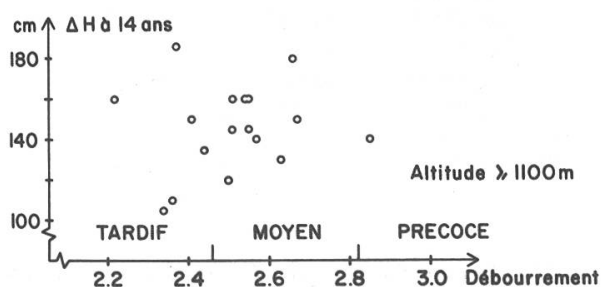
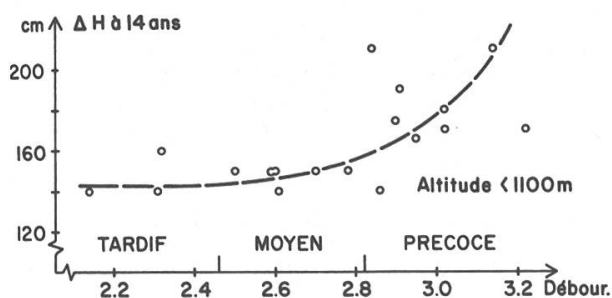
Tableau 6. Coefficients de corrélation entre les caractéristiques précoces et finales.

		H 2 T	H 2 S	H 4/5	Age	PG	Altitude
H 2 S	Plateau	0,84	1	—	— 0,36	0,67	X
	Jura	0,95	1	—	X	0,49	— 0,71
H 4	Plateau	0,78	0,81	1	— 0,14	0,70	X
H 5	Jura	0,84	0,86	1	X	0,35	— 0,65
H 13	Plateau	0,68	0,68	0,70	— 0,41	0,62	X
H 14	Jura	0,68	0,66	0,80	X	0,35	— 0,47

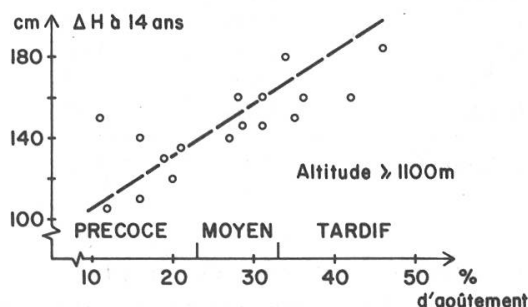
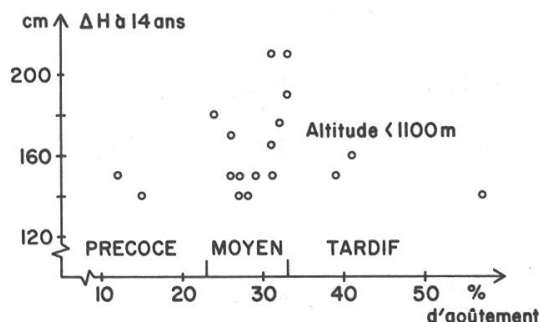
Age: âge du peuplement semencier
H 2 T: Hauteur de tous les semis
PG: poids de la graine
H 2 S: Hauteur des semis sélectionnés

Toutes les corrélations entre les mesures de hauteur sont hautement significatives ($p = 0,1 \%$). Les coefficients de corrélation diminuent lorsque la différence d'âge entre les mesures s'accroît. A 13 et 14 ans, les coefficients de corrélations avec les mesures à 2 ans sont proches de 0,7. Le poids de la graine est corrélé à la croissance de façon hautement significative pour les provenances du Plateau, et faiblement significative pour l'essai du Jura. L'altitude est également significativement corrélée avec la hauteur des provenances du Jura. L'âge des semenciers est faiblement corrélé avec la croissance, la relation devenant significative ($p = 10 \%$) à 13 ans.

GRAPHIQUE 5 :
relation croissance - débourrement



GRAPHIQUE 6 :
relation croissance - aoûtement



PROVENANCES DU JURA

La sélection massive a plus fortement perturbé le classement dans l'essai du Plateau (le coefficient de corrélation entre H 2 S et H 2 T y est plus faible). Il reste à savoir si les corrélations constatées en jeunesse (ici jusqu'à 13 et 14 ans) se manifestent encore plus tard, ce qui est très important pour le praticien.

Des corrélations calculées pour différents essais jusqu'à un âge de 50 à 60 ans et rassemblées par Gärtner (1975) montrent que les critères précoces de hauteur ont une très bonne valeur de prédiction. Les coefficients de corrélation sont pratiquement toujours compris entre 0,7 et 0,8, et les relations sont significatives. Lorsqu'elles ne le sont pas, cela tient au trop petit nombre de provenances, ce qui hausse le seuil de signification.

b) Corrélations multiples

Les corrélations doubles et triples tentent d'expliquer la hauteur finale par une combinaison des critères précoces. Je renonce à présenter le détail des résultats de ces corrélations (une centaine environ), ce serait long et fastidieux. Le *tableau 7* rassemble les combinaisons les plus intéressantes.

Pratiquement toutes les corrélations multiples sont hautement significatives. Celles qui ne le sont pas sont celles qui comptent un plus petit nombre d'observations (18 pour celles contenant l'âge, 13 pour celles contenant à la fois l'âge et le PG). Pratiquement tous les coefficients de corrélations sont compris entre 0,7 et 0,8, ils sont même supérieurs à 0,8 pour les meilleures corrélations, qui permettent le contrôle de près de 70 % de la variabilité de la

Tableau 7. Coefficients des corrélations entre H 14 et les différents critères.

<i>X 1</i>	<i>X 2</i>	<i>X 3</i>	<i>Coefficients de corrélation</i>		
<i>Plateau</i>			H 2 T	H 2 S	H 4
H 2 à H 4	Déb.	—	0,76***	0,79***	0,76***
Idem	Age	—	0,69**	0,83***	0,67*
Idem	Déb.	Age	0,78**	0,87***	0,77**
Idem	PG	Age	0,84*	0,93***	0,80*
<i>Jura</i>			H 2 T	H 2 S	H 5
H 2 à H 5	Déb.	—	0,71***	0,70***	0,80***
Idem	Août	—	0,71***	0,69***	0,82***
Idem	IDE	—	0,78***	0,77***	0,82***
—	Déb.	Août	0,79***	0,79***	0,79***
Alt.	Déb.	Août	0,79***	0,79***	0,79***
H 2 à H 5	Déb.	Août	0,82***	0,81***	0,85***
Idem	IDE	Alt.	0,79***	0,77***	0,82***

r significatif à: * $p = 5 \%$ ** $p = 1 \%$ *** $p = 0,1 \%$

hauteur à 13 et 14 ans. En particulier, la relation double exprimant la hauteur à 14 ans des provenances du Jura en fonction du débourrement et de l'aoûtement, sans l'apport d'une mesure de hauteur, est remarquablement élevée ($r = 0,79$), alors que pris séparément, ces critères n'améliorent pratiquement pas la précision des corrélations: $r = 0,68$ pour la relation simple H 2—H 14, et $r = 0,70$ pour la relation double ajoutant à H 2 l'une des observations phénologiques. L'importance de la durée de l'élongation pour la bonne croissance et la réussite d'une plantation est de nouveau mise en évidence.

Dans l'essai du Plateau, pratiquement toutes les corrélations multiples améliorent la précision des corrélations simples. Les coefficients partiels sont d'ailleurs pratiquement toujours significativement différents de zéro. Le poids de la graine et l'altitude n'améliorent pas la précision des corrélations. L'information qu'ils apportent est déjà contenue dans le paramètre de hauteur. Les corrélations contenant l'âge des semenciers et H 2 S sont étonnamment élevées. Il faut cependant rester prudent vu le petit nombre de données qu'elles contiennent (13) et les grandes différences selon la mesure de hauteur retenue. Il est vraisemblable qu'en améliorant la précision des dispositifs d'essais, les corrélations seraient encore plus élevées. En particulier, la répétition des catégories de plants par provenances permettrait de mieux éliminer les différences de fertilité qui apparaissent dans toute parcelle d'essai.

5. Conséquences pratiques pour le forestier et la sélection

5.1 Croissance et qualité de la tige

Les différences de croissance entre provenances rapides et lentes sont très importantes. Le gain de hauteur des provenances rapides sur les lentes est de 30 % au moins. Exprimé en période de végétation, le gain après 2 à 3 ans de

plantation s'élève à 1–2 ans chez les provenances du Plateau, 2 ans au moins chez les provenances du Jura. A 6 ans, la provenance la plus lente du Plateau atteignait la même hauteur moyenne que la meilleure provenance de cet essai mesurait à 4 ans! La conséquence pratique directe pour le forestier consiste au raccourcissement de la période des dégagements et des soins de 1 à 2 ans. D'où d'importantes économies financières dans l'étape de la création des peuplements. La survie des bonnes provenances est supérieure à celle des provenances lentes, ce qui évite de coûteux regarnissages. Les gains sur le volume sont encore plus importants. Avec un traitement sylvicole approprié, le choix d'une bonne provenance accélère le passage des tiges à travers les classes de diamètres et permet de produire plus tôt des assortiments vendables et couvrant les frais de façonnage.

La sélection de provenances rapides n'entraîne pas de conséquences négatives sur la qualité des tiges. Au contraire, certaines déformations de la tige sont réduites. A même écartement des plants, l'élagage naturel commence plus tôt chez les bonnes provenances. Il est d'ailleurs frappant de constater à Juriens la différence de développement entre les provenances rapides et les lentes. Les premières ont déjà atteint le stade du fourré, leurs houppiers sont étroitement entremêlés, alors que juste à côté les plants des provenances lentes souffrent encore de la concurrence des herbes ou de la reptation de la neige. Les stades de développement ne sont visiblement plus les mêmes. De plus, la sélection en pépinière des plus grands individus de chaque provenance permet un gain de hauteur de 10 à 20 % au moins, sans que la qualité ne s'en ressente.

5.2 *Phénologie*

La relation entre le climat et la phénologie met en évidence l'altitude approximative de 700 à 750 m, au-dessus de laquelle les populations semblent être à l'abri des gelées tardives. Bien entendu, des situations exceptionnelles et rares peuvent exister au-delà de cette limite. Avec l'altitude, le débourrement se spécialise vers une tardiveté moyenne, l'aoûtement devient plus précoce et la durée d'élongation plus courte, reflétant le raccourcissement de la période de végétation. Les résultats de ces essais démontrent l'importance capitale de la phénologie sur la croissance. Un comportement phénologique adapté à la station est le meilleur gage de succès d'une plantation. En dessous de 750 m, d'altitude, un débourrement tardif à moyennement tardif est à préférer. Au-dessus de cette limite, une plus grande précocité est plus avantageuse, pour permettre l'utilisation du début de la période de végétation. Une longue durée d'élongation permet de s'attendre à une croissance meilleure. L'aoûtement tardif sera donc un avantage pour la croissance jusqu'à 1300 m

dans le Jura, un peu plus haut dans les Préalpes et les Alpes. En dessus de cette zone, un aoûtement plus précoce mettra les populations à l'abri du danger des premières gelées automnales.

5.3 Valeur et importance des critères précoces

D'après les résultats des relations entre les différents critères, il devient possible d'établir une sorte de hiérarchie de la valeur des critères précoces de sélection:

- Les hauteurs en pépinière conservent le premier plan quant à l'appréciation de la croissance future.
- Les critères phénologiques du débourrement et de l'aoûtement sont étroitement liés à la croissance, et indissociables de cette dernière, parce qu'ils conditionnent et déterminent la durée de la croissance en hauteur. Ils doivent être connus pour permettre le choix d'une population adaptée à la station.
- Les critères de l'âge des semenciers, du poids de la graine et de l'altitude sont une aide appréciable pour le choix d'une provenance adaptée à la station. Leur importance est néanmoins plus faible que les hauteurs en pépinière et la phénologie.

5.4 Label de qualité pour les populations sélectionnées

Pour concrétiser les résultats des essais, un programme de mesures concrètes a été élaboré dans le canton de Vaud, en étroite collaboration par le Service cantonal des forêts et les pépiniéristes du canton. L'application rigoureuse de ces mesures, sous le contrôle du service forestier, aboutit à la délivrance d'un Label de qualité aux plants qui satisfont à certaines conditions de qualité, dont les plus importantes sont:

- Graines prélevées uniquement sur des tiges dominantes et d'âge moyen, dans des peuplements semenciers sélectionnés, certifiés MRC (matériel de reproduction contrôlé) par des tests juvéniles de provenances.
- Fixation de densités maximales pour les semis et les repiqués, afin de produire des plants vigoureux et bien proportionnés.
- Sélection massale des brins au repiquage d'après la hauteur et le collet, éliminant 30 à 60 % des semis suivant les couches.
- A l'arrachage, élimination des plants endommagés, malades et mal proportionnés, et vente en vrac de la population par provenance ou région de provenances.

Ces mesures simples à exécuter sont l'application exacte des enseignements tirés des essais Epiplat et Epijura: choix de provenances dont la bonne

croissance est reconnue par des tests juvéniles, au comportement phénologique adapté au domaine d'utilisation et sélection en pépinière des plus grands individus à l'intérieur de la provenance.

6. Conclusion

A la lumière des pages qui précèdent, le lecteur aura pu constater les différences considérables qui existent à l'intérieur d'une seule et même essence, l'épicéa, qui constitue la part la plus importante de la production de bois en Suisse. Les essais du canton de Vaud, qui fait œuvre de pionnier en la matière avec des moyens extrêmement réduits, ont certes leurs limites et leurs défauts. Ils constituent un premier pas dans une direction qui mérite d'être suivie. Un élargissement à d'autres essences et aux feuillus, de même que l'extension des recherches à l'ensemble des régions naturelles du pays, constituent une tâche immense et de longue haleine, qui dépasse les possibilités d'un seul canton. Les avantages qu'en tireraient les milieux forestiers et le pays tout entier, à un moment où le ravitaillement en matières premières et en énergie pèse de plus en plus lourd dans la balance commerciale, justifient pleinement la mise sur pied des moyens nécessaires à l'exécution de ce travail.

Zusammenfassung

Waadtländer Provenienzuntersuchungen an Fichte: Resultate und praktische Folgerungen für den Förster

Der seit 1966 laufende Versuch mit Provenienzen aus dem Mittelland und dem Jura hatte zwei Ziele: einerseits die besten Provenienzen auszulesen und andererseits praktisch anwendbare Selektionskriterien für die Massenauslese im Pflanzgarten zu entwickeln.

Bereits 2jährige Sämlinge zeigen deutliche Höhenunterschiede. Nach 13 respektive 14 Jahren konnten die Provenienzen beider Regionen in rasch- und langsamwüchsige unterteilt werden, wobei die raschwüchsigen gegenüber den langsamwüchsigen bereits zwei Vegetationsperioden weiter entwickelt waren, das heisst, ihre Pflegeperiode wird verkürzt, da sie weniger lang der Vegetationskonkurrenz unterliegen.

Eine Auslese nach der Höhe im Pflanzgarten bringt keine qualitativen Nachteile mit sich: Raschwüchsige Juraprovenienzen sind sogar geradschaftiger als langsamwüchsige; im Mittelland wurde bezüglich Gradschaftigkeit kein Unterschied festgestellt. Tiefe und raschwüchsige Provenienzen beider Regionen bilden zwar mehr Augusttriebe, aber nur bei den Mittellandprovenienzen ergaben sich leicht mehr Zwiesel.

Aus phänologischen Beobachtungen resultierte, dass für Provenienzen unter 750 m/M ein relativ spätes Austreiben wegen der Spätfrostgefährdung, für Provenienzen über 750m/M hingegen ein relativ frühes Austreiben wegen der besseren Ausnutzung der Vegetationsperiode optimal ist.

Ein zwischen Waadtländer Forstdienst und Baumschulen erarbeitetes, auf diesen Untersuchungen aufbauendes Gütezeichen fordert nun, dass a) die Samen nur von herrschenden, mittelalten Bäumen aus mit Frühtest kontrollierten Samenerntebeständen stammen, b) die Sämlinge und Verschulpflanzen höchstens in einer begrenzten Dichte aufwachsen und c) beim Verschulen eine Massenauslese nach der Höhe erfolgen muss.

Zusammenfassung: *F. Lüscher*

Bibliographie

- Badan R., Jeantet G.*, 1975: A propos de la croissance juvénile de l'épicéa et de son amélioration par voie de sélection. *La Forêt*, 1975 (9).
- Bouvarel P.*, 1958: Les repeuplements artificiels — conséquences d'ordre génétique. *Journal forestier suisse*, 524 — 535.
- Bouvarel P.*, 1961: Observations sur la date de l'aoûtement de quelques provenances françaises d'épicéas. *Ann. Ec. nat. Eaux et Forêts. Stn. Rech. Expér. forest.*, No 1.
- Gärtner E.*, 1975: Untersuchung zur Beurteilung der Jugendentwicklung von Fichtenprovenienzen, Diss. Univ. München.
- Leibundgut H.*, 1955: Untersuchung über Augusttrieb- und Zwieselbildung bei der Fichte, *Journal forestier suisse*, 286 — 290.
- Leibundgut H.*, 1970: *Der Wald, eine Lebensgemeinschaft*. Ed. Huber, Frauenfeld.
- Moulalis D.*, 1973: Untersuchungen über das Austreibeverhalten der Baumart Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) in Bayern und die Züchtung auf Spätfrost-Resistenz. *Forstw. Cbl.* 92. 24 — 47.
- Nanson A.*, 1964: Données complémentaires au sujet de l'expérience internationale sur l'origine des graines d'épicéa en Belgique. *Travaux de la station de recherches des Eaux et Forêts. Groenendaal, Belgique, série B*, No 28.