

tations ont dû être abandonnées ultérieurement. Sur les 5 restantes 2 sont situées en Württemberg (District forestiers de Baidt, à 540 m d'altitude, et de Güglingen, à 450 m), une en Thuringe (District forestier d'Oberstadt, 630 m d'altitude), une en Saxe (Forêt de Tharandt, 365 m d'altitude) et une en Bavière (District forestier de Bischofsreut, forêt de Bavière, 1000 m d'altitude). Les plantations situées en Württemberg seront analysées par la Station de Recherches forestières du Württemberg. Les résultats des 3 autres plantations, âgées maintenant de 20 ans, sont donnés ici.

Dans la plantation de Bischofsreut, on a constaté de grandes différences entre les diverses provenances pour la croissance en hauteur: les provenances de Partenkirchen (Alpes bavaroises, 850 m), de Prusse orientale (135 m) et les épicéas de Carlsfeld dans l'Erzgebirge ont la plus forte croissance en hauteur, tandis que les provenances de Riesengebirge et des montagnes de Glatz sont nettement plus médiocres, tout en restant cependant bien meilleures que celles de Sachsenried (Alpes bavaroises 840 m). Dans la plantation à Tharandt, la provenance de Komotau, Erzgebirge (800 m) qui n'est pas représentée à Bischofsreut, occupe la première place avec la provenance de Glatz (710—900 m), suivies de la provenance de Prusse orientale. Les plus mauvaises sont: Partenkirchen (850 m) et Sachsenried (840 m). Les résultats de la plantation à Oberstadt sont analogues.

Ainsi, dans les trois plantations, les provenances d'épicéa de Prusse orientale et d'Erzgebirge sont bonnes ou

excellentes, tandis que celles de Sachsenried sont les plus mauvaises dans tous les cas. Jusqu'à présent, nous ne pouvons expliquer la raison du comportement opposé des provenances de Partenkirchen et de Glatz dans la plantation de Bischofsreut d'une part et d'Allemagne moyenne d'autre part. On pense que les résultats des plantations en Württemberg donneront quelques éclaircissements sur ce point. Les gelées tardives, qui ont sévi en juin 1949, n'ont pas endommagé la plantation de Bischofsreut, tandis que celle de Tharandt, en raison de sa situation est extrêmement exposée aux dégâts de gelées tardives. Cela explique le bon comportement, à Bischofsreut, aussi bien des épicéas précoces de Partenkirchen que des épicéas tardifs de Prusse orientale.

Il semble que les épicéas de Prusse orientale, comme les pins de la même région, sont une race „universelle" qui se révèle excellente sous des climats et dans des peuplements très divers. De plus il semble que la plus mauvaise provenance, Sachsenried, deviendra meilleure dans la 3e décennie, si l'on en juge par la croissance des arbres-mères. Ce dernier paraît être un type d'ombre dans le jeune âge, tandis que l'écotype tardif de Prusse orientale supporte beaucoup mieux le découvert.

A la fin du premier article (RUBNER), les résultats de cette expérience sont comparés avec ceux de plantations comparatives plus anciennes, établies en Allemagne, Autriche et Suisse.

L'Expérience Internationale sur les Provenances d'Épicéa (*Picea excelsa* Link.)

Quelques résultats obtenus en France concernant notamment une attaque de némates (*Lygaeonematus abietinus* Christ.)

Par P. BOUVAREL et M. LEMOINE

Station de Recherches et Expériences Forestières, Nancy¹⁾

(Reçu, le 7 novembre 1956)

Des plantations comparatives de provenances d'Épicéa (*Picea excelsa* LINK.), de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) et de Mélèze d'Europe (*Larix europaea* D. C.) ont été faites en 1938 et 1943 dans plusieurs pays d'Europe sous l'égide de l'Union Internationale des Stations de Recherches Forestières, qui a centralisé et réparti les graines de diverses provenances.

Le Dr VEEN, désigné par l'Union, a visité ces plantations en 1952 et a donné dans son rapport un certain nombre d'indications visant à normaliser les mesures et l'expression des résultats.

Ceux que nous commentons dans cet article concernent la plantation comparative d'épicéas, installée à l'Arboretum d'Amance, près de Nancy. Ils portent sur les mesures de hauteur, de débouillage, et sur les dégâts causés par une attaque de Nématodes de l'épicéa qui s'est manifestée pour la première fois en 1952.

Le but principal de cet article est précisément d'examiner les variations des dégâts causés par ces insectes, sui-

vant les provenances et les relations avec les autres caractères mesurés.

I. Description de la plantation

L'Arboretum d'Amance, propriété de l'École Nationale des Eaux et Forêts, est situé à 15 km au Nord-Est de Nancy, en bordure d'une forêt de chêne pédonculé, chêne rouvre et charme. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes:

Latitude : 48° 47' N

Longitude : 6° 18' E

Altitude : 240 m.

Le sol est constitué par des marnes à Hippopodium du lias inférieur, sur lesquelles repose une couche de 50 cm environ de terre argileuse compacte, fortement décalcifiée.

Le climat est celui du plateau lorrain, à tendances continentales, avec des hivers rudes (minima absolus de l'ordre de — 25° C), une température moyenne annuelle de l'ordre de 8° C, des gelées tardives assez fréquentes et un minimum de pluviosité au printemps. Le tableau I donne quelques détails sur les conditions météorologiques des années pendant lesquelles les mesures ont été faites.

¹⁾ Nous adressons nos remerciements à Monsieur R. JOLY, Professeur de Zoologie à l'École Nationale des Eaux et Forêts, à qui nous devons les renseignements sur la biologie des Nématodes.

Tableau I. — Poste météorologique de l'arboretum d'Amance. — Pluviosité — moyennes mensuelles

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
1951	40	78	71	56	52	146	56	74	70	21	102	48	864 mm
1952	85	31	115	39	50	62	17	66	97	118	156	75	911
1953	14	32	6	22	22	271	158	27	40	42	14	21	669
1954	39	31	6	29	47	19	43	104	98	78	29	67	590
1955	92	64	22	9	64	57	126	42	44	32	23	86	662
Poste météo du village d'Amance (altitude: 400 m) Moyennes de nombreuses années	51	40	47	51	58	74	71	62	61	69	59	61	704

Les graines ont été semées en 1938 dans une pépinière voisine de l'Arboretum. La plantation fut faite au printemps 1943, après extraction d'un taillis sous futaie, dans des placeaux qui ont pris les numéros 50 et 51 de l'Arboretum. Les plants furent mis en place à 2m X 2m; les manquants (1 à 10% suivant les provenances) furent remplacés au printemps 1945 par des plants du même âge. Chaque provenance était représentée par 88 arbres, groupés en un seul lot, sauf les numéros 13 et 19, représentés par 108 arbres.

Malgré l'absence de répétitions, le sol est suffisamment homogène sur l'ensemble des placeaux pour qu'on puisse tirer des résultats valables.

Le tableau II donne la liste des provenances représentées, ainsi que les nombres de plants mesurés (plants restants, sans compter les arbres du périmètre de chaque placeau).

On remarquera que la plantation ne comprend aucune provenance française; il eût été pourtant fort intéressant de comparer les provenances étrangères à diverses provenances françaises, ou tout au moins à des épicéas d'une origine proche du lieu de la plantation (Vosges par exemple) qui auraient pu servir de témoin.

II. Les méthodes de mesure

Les mesures suivantes ont été prises de 1952 à 1955, soit respectivement 9 à 12 ans après la plantation:

- Hauteur (mesures au décimètre près):
hiver 1952—1953.
hiver 1954—1955.
- Débourage : printemps 1953, 1954, 1955.
- Dégâts dus aux gelées tardives : printemps 1953.
- Dégâts dus aux attaques de nématodes printemps 1952 et 1954.

Pour les 3 derniers caractères, difficilement mesurables, nous avons adopté le principe d'une notation de 0 à 5 donnée à chaque arbre, suivant les échelles suivantes:

Débourage:

- 0- Bourgeons non éclatés.
- 1- Une partie des bourgeons éclate.
- 2- Tous les bourgeons ont éclaté.
- 3- Les aiguilles sont encore appliquées le long de la pousse.
- 4- Les aiguilles sont étalées, les pousses ont moins de 5 cm de long.
- 5- Les pousses ont plus de 5 cm de long.

Dégâts de gelées tardives:

- 0- Aucun dégât.
- 1- Quelques pousses gelées.
- 2- Le quart des pousses gelées.
- 3- La moitié des pousses gelées.
- 4- Les trois quarts des pousses gelées.
- 5- Toutes les pousses gelées.

Dégâts des Nématodes:

- 0- Aucun dégât.
- 1- Quelques aiguilles rongées dans la flèche et le premier verticille.
- 2- La flèche et le premier verticille sont presque entièrement dépouillés.
- 3- L'attaque s'étend au tiers supérieur de l'arbre.
- 4- L'attaque s'étend aux deux-tiers supérieurs de l'arbre.
- 5- Toutes les pousses sont attaquées.

Ce système de notation peut être appliqué à tous les caractères difficilement mesurables. On peut ainsi apprécier avec une précision suffisante, par exemple la finesse

Tableau II. — Liste des provenances représentées

Nu-méro	Pays	Localité	Longitude (E)	Latitude (N)	Altitude	Nombre de plants ¹⁾
2	Finlande	Vilppula	24°30'	62°00'	120 m	49
5	Norvège	Fallafooss	11°05'	64°00'	80 m	54
10	Pologne	Istebna	18°58'	49°35'	620 m	52
13	Suisse	Winterthur	8°44'	47°31'	500 m	68
14	Italie	Val di Fiemme	11°20'	46°16'	1300 m	50
15	Tchécoslovaquie	Planiče	13°30'	49°20'	700 m	54
16	Autriche	Lankowitz	15°05'	47°05'	530 m	54
17	Autriche	Obervellach — 1	13°10'	46°55'	1800 m	54
19	Yougoslavie	Sarajevo	18°36'	43°52'	1200 m	68
20	Roumanie	Crucea	26°05'	46°40'	500 m	49
21	Roumanie	Vadul Rau	22°10'	45°10'	1000 m	52
22	Bulgarie	Peščera	24°18'	42°02'	—	54
						658

¹⁾ On n'a pas tenu compte, dans les calculs, des arbres situés sur la ligne périmétrale de chaque placeau, afin d'éliminer les effets de bordure.

des branches d'un arbre, l'abondance de la floraison ou de la fructification.

Il va sans dire que l'emploi de ce système demande une certaine habitude; si plusieurs personnes l'emploient pour la même expérience, elles doivent pendant un certain temps contrôler mutuellement leurs observations, afin de s'assurer qu'elles emploient la même gamme d'appréciation.

Des mesures telles que le débourrage et les dégâts dus aux nématodes, si elles sont poursuivies sur plusieurs années, doivent être faites chaque fois à des époques homologues, compte-tenu de l'état d'avancement de la végétation au printemps.

III. Analyse des mesures de hauteurs

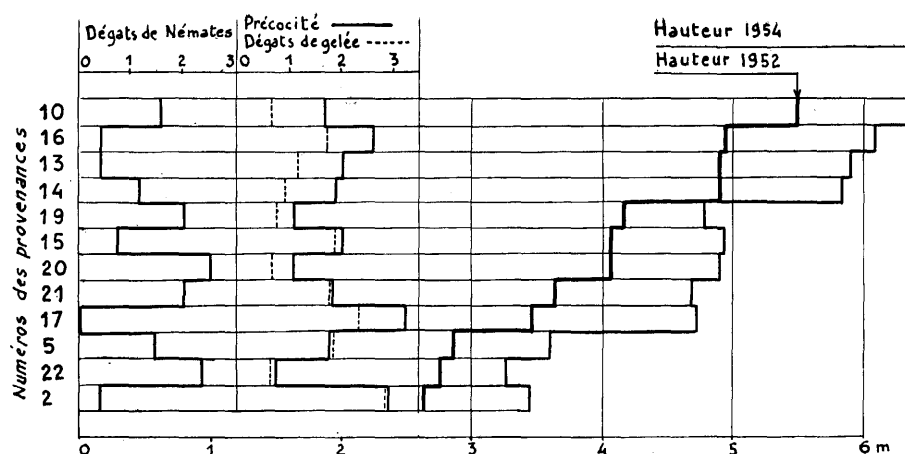
Le tableau III donne les moyennes des hauteurs mesurées en 1952 et 1954. Les différences constatées sont considérables puisque la meilleure provenance (n° 10) a une hauteur moyenne à peu près double de celle de la plus mauvaise (n° 22). En comparant les moyennes 2 à 2 on a pu voir que certaines moyennes présentent entre elles des différences nettement significatives, tandis que d'autres sont très peu ou pas différentes statistiquement. On peut sur cette base établir déjà un groupement des provenances. Ce groupement reflète de façon approximative celui qu'on pourrait établir a priori en tenant compte de la latitude et de l'altitude du lieu de récolte des graines.

1°- Les provenances n° 10, 13, 14, 16 sont nettement les plus intéressantes; elles sont situées à une latitude voisine de celle du lieu de l'expérience, et à une altitude qui correspond à l'étage montagnard; l'altitude de la provenance n° 14 se situe encore malgré ses 1300m, dans cet étage de végétation, car le Val de Fiemme est ouvert aux influences chaudes de l'Adriatique. La provenance n° 10 est significativement supérieure à toutes les autres en 1952. Les provenances n° 13, 14 et 16, ne sont pas significativement différentes les unes des autres, et sont supérieures à toutes les autres provenances, sauf le n° 10.

Tableau III. — Mesures des hauteurs

Numéros des Provenances	Hauteur — 1952 (en mètres)		Hauteur — 1954 (en mètres)		Croissance 54—52 (en mètres)
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	
2	2,62	0,646	3,46	0,734	0,84
5	2,85	0,555	3,59	0,673	0,74
10	5,44	0,932	6,38	1,119	0,94
13	4,89	0,914	5,89	1,089	1,00
14	4,89	0,894	5,84	0,945	0,95
15	4,06	0,664	4,94	0,775	0,88
16	4,92	0,985	6,08	1,119	1,16
17	3,44	0,970	4,54	1,165	1,10
19	4,17	0,776	4,77	0,895	0,60
20	4,04	0,651	4,92	0,859	0,88
21	3,64	0,842	4,51	1,007	0,87
22	2,77	0,799	3,25	0,910	0,48

\bar{X} = Hauteur moyenne en mètres. S = Ecart-type.



Graphique 1. — Moyenne des mesures de diverses provenances, classées de haut en bas suivant la hauteur totale en 1952. — Les mesures représentées sont les suivantes:

Hauteur totale 1952 } voir tableau III.
 Hauteur totale 1954 }
 Précocité (moyenne des années 1953—1954—1955) }
 Dégâts de gelée (printemps 1953) } voir tableau IV.
 Dégâts de Nématodes (moyenne des années 1952 et 1954) }

2°- Les résultats relativement médiocres du n° 17 s'expliquent par sa situation à 1800 m dans l'étage subalpin.

3°- Les provenances balkaniques (19, 20, 21, 22) peuvent être groupées. Leur infériorité par rapport au groupe (1) tient à la différence de latitude par rapport à celle d'Amance (c'est particulièrement net pour le n° 22) mais aussi peut être à leur éloignement géographique, et à l'existence possible de ce fait d'une race distincte.

4°- Enfin, les provenances scandinaves (n° 2 et 5) donnent les résultats très médiocres qu'on pouvait attendre de plantes septentrionales transportées dans un climat de jours courts. Les hauteurs ne sont pas significativement différentes, aussi bien en 1952 qu'en 1954.

La croissance entre les années 1953 et 1954 sera jugée à la lumière des attaques de Nématodes qui l'ont affectée de façon considérable pendant cette période.

IV. Précocité et dégâts de gelées tardives

La notation du débourrage des épicéas nous a permis d'établir pour chaque provenance une moyenne qu'on peut considérer comme représentative de la précocité (tableau IV). Ces moyennes, comparés 2 à 2, sont pour la plupart significativement différentes les unes des autres.

Comme on pouvait s'y attendre, les arbres provenant d'une altitude ou d'une latitude plus élevée que celles du lieu de l'expérience, sont les plus précoces, alors que les provenances méridionales sont nettement plus tardives. La provenance la plus précoce est le n° 17 (Autriche), en raison de ses 1800m d'altitude; elle est suivie de près par le n° 2 (Finlande). Le n° 22 (Bulgarie) est nettement le plus tardif, suivi par les n° 19 et 20 (Yougoslavie et Roumanie).

Toutefois, certains résultats sont assez surprenants : le n° 5 (Norvège) est relativement tardif, bien que très septentrional. Il s'agit d'une provenance côtière qui correspond probablement à un écotype adapté à un climat océanique relativement doux à la fin de l'hiver. D'autre

Tableau IV. — Evaluation de la précocité des dégâts de gelée et des dégâts dus aux nématodes

Numéros des provenances	Précocité \bar{X}	Dégâts de gelée		Dégâts de Nématodes	
		\bar{X}	% arbres atteints	\bar{X}	% arbres atteints
2	2,93	2,85	100	0,42	35
5	1,77	1,89	95	1,46	85
10	1,73	0,65	60	1,56	70
13	2,04	1,18	90	0,45	40
14	1,89	0,92	75	1,16	75
15	2,01	1,87	90	0,76	50
16	2,61	1,72	95	0,45	30
17	3,23	2,31	100	0,03	5
19	1,10	0,75	50	2,03	80
20	1,08	0,65	50	2,50	90
21	1,83	1,83	90	2,06	75
22	0,75	0,63	50	2,36	100

Les chiffres de ce tableau sont les moyennes pour chaque provenance des notes de 0 à 5 attribuées à chaque arbre.

Précocité: moyenne des mesures des années 1953—1954—1955.

Dégâts de gelée: gelée tardive du 9 mai 1953.

Dégâts de Nématodes: moyenne des mesures des années 1952 et 1954.

part, le n° 16 (Autriche) est nettement plus précoce que le n° 10 par exemple, bien qu'il soit situé à une altitude comparable, et plus au Sud.

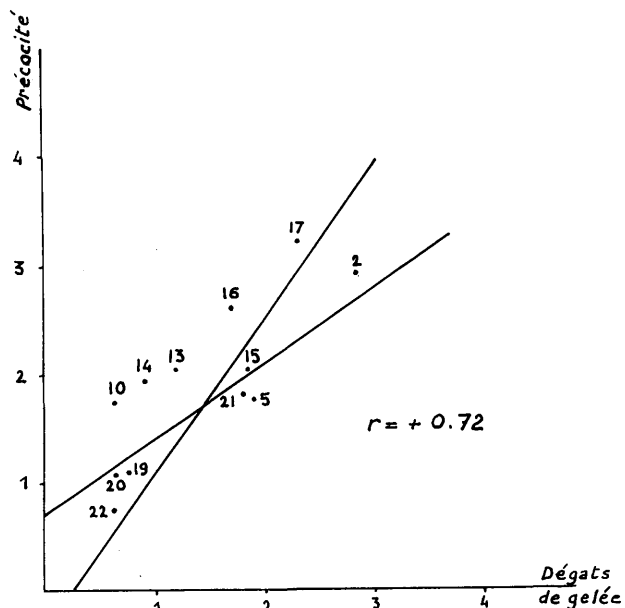
Dans la nuit du 10 au 11 mai 1953, une brusque chute de température (-7°C) a tué les jeunes pousses récemment apparues. Cette gelée tardive a eu lieu précisément au moment où des différences de débourrage entre les différentes provenances étaient les plus marquées, (la mesure du débourrage avait été effectuée le 8 mai). Les arbres les plus précoces ont subi des dégâts importants. Tous les arbres du n° 2 (Finlande) et du n° 17 (Autriche) ont été touchés par la gelée, tandis que 50% seulement des arbres des 3 origines les plus tardives, signalées plus haut, ont eu des pousses gelées, les dégâts restant d'ailleurs faibles. On trouve un coefficient de corrélation de $+0,72$ entre la précocité et l'importance des pousses gelées notée de 0 à 5 (*graphique 2*). Ce coefficient de corrélation de $+0,72$ est calculé sur l'ensemble des 658 arbres de la population totale, sans tenir compte des provenances.

On peut objecter à ce mode de calcul le fait que les distributions respectives des valeurs représentant d'une part les dégâts de gelée, d'autre part la précocité, ne sont pas normales. Cela tient à l'existence dans la population totale de sous-populations statistiquement différentes les unes des autres pour ces caractères. Pour répondre à cette objection, on a choisi trois provenances (les numéros 5, 15 et 21) dont les moyennes de précocité et de dégâts de gelée ne sont pas statistiquement différentes; on obtient ainsi une population de 160 arbres dans laquelle les distributions respectives de chacun des deux caractères sont normales:

Valeur de χ^2 pour $P = 0,05$: 9,49
 Dégâts de gelée : $\chi^2 = 1,60$
 Précocité : $\chi^2 = 0,23$

Le coefficient de corrélation calculé à partir de cette population de 160 arbres est $r = +0,78$, donc peu différent de celui obtenu à partir de la population totale.

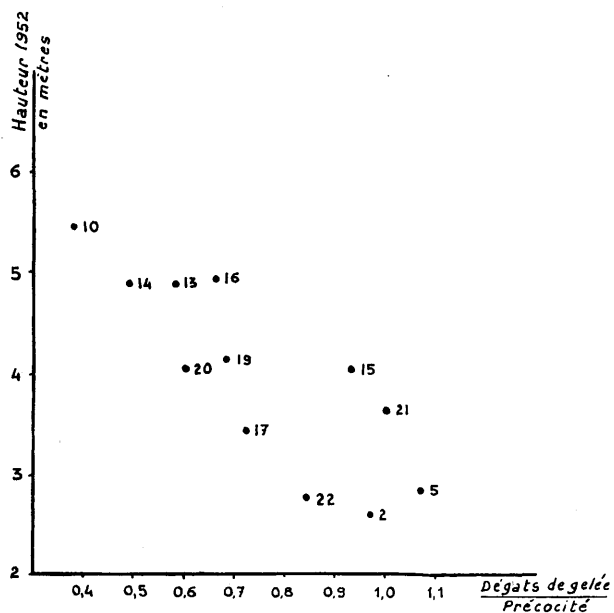
La corrélation n'est pas aussi forte qu'on pourrait le penser, car un autre phénomène intervient, les différences importantes de hauteur, suivant les origines. Les couches d'air les plus froides étant à la surface du sol, pour une même précocité, un grand arbre sera moins touché qu'un



Graphique 2. — Corrélation entre la précocité et les dégâts de gelée. — Les coefficients de corrélation et les droites de régression sont calculés sur l'ensemble des arbres de la population, sans distinction de provenance. Les points représentent les moyennes des diverses provenances.

petit. C'est ce qui explique que le n° 5 (Norvège) qui a une moyenne de hauteurs parmi les plus faibles, a subi des dégâts bien plus importants que le n° 10 (Pologne), qui a la moyenne la plus élevée, bien que leur précocité soit la même. On peut observer aussi que, pour la même raison, le n° 2 (Finlande) a été plus touché que le n° 17 bien qu'il soit plus tardif.

Le *graphique 3* rend compte de cette observation : on a porté en abscisses le rapport, pour chaque provenance, de la note moyenne exprimant les dégâts de gelée à la note moyenne exprimant la précocité, et en ordonnées les hauteurs. On voit que ce rapport est le plus faible pour



Graphique 3. — Influence de la hauteur des diverses provenances sur leur sensibilité aux gelées tardives.

les arbres les plus vigoureux; autrement dit, à précocité équivalente, les provenances les plus vigoureuses ont subi des dégâts de gelée moins importants que celles qui ont une croissance plus lente.

V. Attaques de nématodes de l'épicéa

Le Némate de l'épicéa, *Lygaeonematus abietinus* CHRIST., hyménoptère de la famille des *Tenthredinidae* est un parasite bien connu des jeunes peuplements d'épicéa. Les oeufs sont pondus sur les aiguilles en voie de formation, au début du mois de mai; les larves, petites chenilles vertes, éclosent au bout de 3 ou 4 jours et s'attaquent aux aiguilles de l'année; les dégâts se poursuivent pendant un mois environ, puis les larves descendent dans le sol où elle s'enferment dans un cocon. Les dégâts peuvent être importants: disparition de toutes les aiguilles de l'année, perte d'accroissement, déformation des pousses terminales; dans le cas d'attaques répétées, les jeunes épicéas peuvent sécher complètement.

Les épicéas de l'expérience internationale ont subi une sévère invasion de nématodes, pour la première fois au printemps 1952. Les dégâts ont été évalués pendant l'hiver 1952-53 en utilisant pour chaque arbre la notation de 0 à 5 suivant l'échelle indiquée plus haut. L'attaque a continué au printemps 1953, mais du fait de la gelée tardive du 9 mai, qui a flétri les pousses de nombreux arbres, aucune mesure précise n'était possible. En 1954, les mesures ont été faites au moment même de l'attaque. Le coefficient de corrélation entre les mesures faites pendant l'hiver 1952-1953 (8 mois après la première attaque) et celles faites au printemps 1954, juste après l'éclosion des larves, n'est pas significativement différent de 1. ($r = +0,94$). Des poudrages d'H.C.H. faits en 1954 après les observations et en 1955 dès l'apparition des premières larves, ont permis de juguler l'invasion.

La comparaison des notations du *débourrage* et de celles des *dégâts de Nématodes* a permis de mettre en évidence une *corrélation négative forte* ($r = -0,77$) entre ces deux caractères: les arbres les plus tardifs sont sévèrement attaqués, tandis que les épicéas à débourrage précoce sont à peu près indemnes.

Le coefficient de corrélation de $-0,77$ est calculé, comme le précédent, sur la population totale. Pour répondre à l'objection signalée plus haut, on a isolé une population de 104 arbres, représentant les provenances n° 5 et 14, qui, pour les deux caractères envisagés, ne sont pas significativement différentes. Les distributions des deux caractères dans cette nouvelle population sont normales:

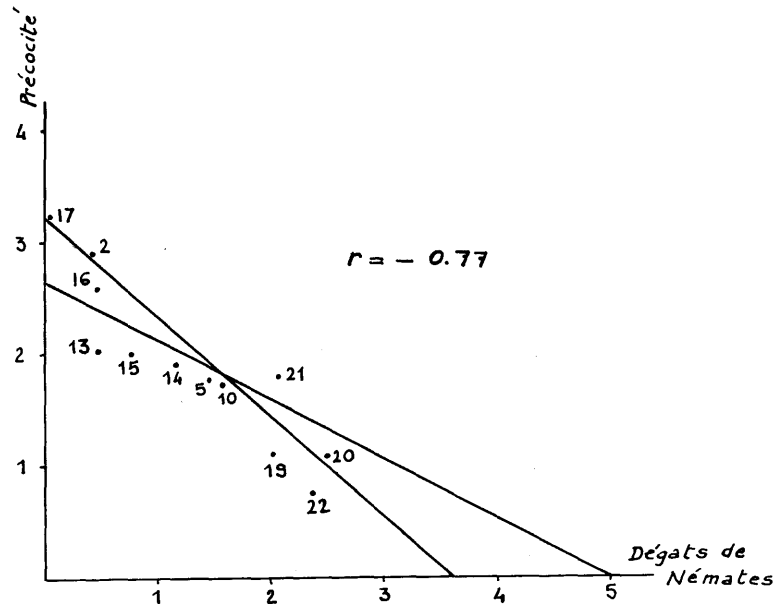
Valeur de χ^2 pour $P = 0,05$: 9,49

Dégâts de nématodes : $\chi^2 = 5,71$

Précocité : $\chi^2 = 1,39$

On obtient ainsi un coefficient de corrélation $r = -0,76$, très voisin de celui calculé sur la population totale.

Cette corrélation reste vraie, que l'on considère l'ensemble de la population (*graphique 4*) ou seulement les individus d'une même provenance. En outre, comme on pouvait s'y attendre, elle se vérifie également si on calcule la moyenne des notations respectives du débourrage et des dégâts de Nématodes pour chaque provenance (points



Graphique 4. — Corrélation entre la précocité et les dégâts de Nématodes. — Les coefficients de corrélation et les droites de régression sont calculés sur l'ensemble des arbres de la population, sans distinction de provenance. Les points représentent les moyennes des diverses provenances.

figurés sur le *graphique 4*). Autrement dit, les provenances les plus sensibles aux Nématodes sont les plus tardives: les provenances balkaniques par exemple (n° 19, 20, 21, 22) ont été le plus sévèrement attaquées. Au contraire, la provenance n° 17 très précoce, n'a subi pratiquement aucun dégât.

Il est probable que la date de l'essaimage et de la ponte des Nématodes est, comme la date du débourrage, fonction de la température de la fin de l'hiver et du début du printemps. Il semble que les femelles pondent indistinctement sur tous les arbres, mais que les larves qui naissent sur les aiguilles qui ont déjà atteint un certain développement ne puissent les attaquer et meurent, peut être parce que la cuticule cireuse de ces aiguilles est déjà trop dure. De très nombreuses pontes ont été observées sur les arbres de la provenance n° 17, qui est restée pratiquement indemne. Au cours de l'été, on ne voyait plus sur les aiguilles bien vertes que la trace de la loge de l'oeuf pratiquée par l'oviscapte de la femelle.

Certains arbres ayant perdu presque toutes les aiguilles de l'année, et surtout celles de la pousse terminale, il est évident que l'influence des attaques de Nématodes s'est fait sentir sur la croissance en hauteur. La comparaison des mesures de hauteur en 1954 par rapport à celles de 1952 reflète la sensibilité plus ou moins grande des diverses provenances. Si on compare par exemple les provenances n° 10 et 16, qui sont les deux meilleures en ce qui concerne la croissance en hauteur, on voit que la provenance n° 10, plus attaquée par les Nématodes, a poussé en moyenne de 94 cm contre 117 cm pour la provenance n° 16. La provenance n° 17 avait en 1952 une hauteur inférieure à celle de la provenance n° 21. Elle la dépasse légèrement en 1954, probablement parce qu'elle n'a pratiquement pas été attaquée. Les effets des attaques de Némate sur la croissance sont contrebalancés par ceux de la gelée tardive de 1953, qui ont porté précisément surtout sur les provenances les plus résistantes aux insectes. Mais les répercussions des dégâts de gelée sur la croissance semblent beaucoup moins importantes que celles des dégâts de Nématodes.

Tableau V. — Comparaisons des moyennes des hauteurs (en décimètres)

1952	22	5	17	21	20	15	19	14	13	16	10
2	1,44	2,27	<u>8,19</u>	<u>10,19</u>	<u>14,17</u>	<u>14,31</u>	<u>15,44</u>	<u>22,65</u>	<u>22,65</u>	<u>22,92</u>	<u>28,17</u>
22		0,83	<u>6,75</u>	<u>8,75</u>	<u>12,73</u>	<u>12,87</u>	<u>14,00</u>	<u>21,21</u>	<u>21,21</u>	<u>21,48</u>	<u>26,73</u>
5			<u>5,92</u>	<u>7,92</u>	<u>11,90</u>	<u>12,04</u>	<u>13,17</u>	<u>20,38</u>	<u>20,38</u>	<u>20,65</u>	<u>25,90</u>
17				2,00	<u>5,98</u>	<u>6,12</u>	<u>7,25</u>	<u>14,46</u>	<u>14,46</u>	<u>14,73</u>	<u>19,98</u>
21					<u>3,98</u>	<u>4,12</u>	<u>5,25</u>	<u>12,46</u>	<u>12,46</u>	<u>12,73</u>	<u>17,98</u>
20						0,14	1,27	<u>8,48</u>	<u>8,48</u>	<u>8,75</u>	<u>14,00</u>
15							1,13	<u>8,34</u>	<u>8,34</u>	<u>8,61</u>	<u>13,86</u>
19								<u>7,21</u>	<u>7,21</u>	<u>7,48</u>	<u>12,73</u>
14									0,00	<u>0,27</u>	<u>5,52</u>
13										<u>0,27</u>	<u>5,52</u>
16											<u>5,25</u>

Chiffres non soulignés: différence non significative.
Chiffres soulignés d'un trait: différence significative (2s).

Chiffres soulignés de deux traits: différence nettement significative (3s).

Conclusions

Nous avons vu que les groupements et les différences que nous avons essayé d'établir entre les diverses provenances étudiées s'ordonnaient surtout par rapport à deux «lignes de force» des facteurs écologiques: latitude et altitude, et ne correspondaient que très imparfaitement aux trois aires distinctes de l'épicéa en Europe. Cela tient à ce que les variations des caractères étudiés (croissance en hauteur et précocité) sont fortement liées à celles de la photopériode d'une part, de la durée de la saison de végétation d'autre part; ces deux facteurs paraissent jouer, dans la différenciation génétique des types d'épicéa, un rôle plus important que l'isolement géographique. En ce qui concerne l'épicéa, on peut penser que la notion de race géographique est moins nette et moins importante, du point de vue pratique, que celle d'écotype.

Dans le choix des provenances de graines d'épicéa pour le reboisement d'une région donnée, la résistance aux gelées tardives et aux parasites sont des facteurs non négligeables. Malheureusement, en ce qui concerne les Nématodes, les provenances les plus résistantes aux attaques de cet insecte sont aussi les plus sensibles aux gelées tardives (tout au moins dans la région de Nancy; il serait intéressant de vérifier si cette observation peut être confirmée

dans d'autres régions). Il faudra donc choisir entre deux risques celui qui, localement, paraît le moins grave. Dans les régions où les gelées tardives sont peu fréquentes, on choisira sans hésiter une provenance précoce.

Il est bien évident que ces caractères sont malgré tout secondaires par rapport au facteur essentiel qui doit commander le choix des provenances, à savoir la rapidité de croissance. Mais on peut avoir à choisir entre plusieurs provenances ayant une croissance à peu près équivalente.

Les résultats de la plantation comparative que nous venons d'étudier sont applicables à la région de Nancy et peuvent être étendus à tous le plateau Lorrain et aux Ardennes françaises. Nous avons vu que les provenances n° 10, 13, 14 et 16, étaient les plus intéressantes en ce qui concerne la croissance en hauteur. La provenance n° 10 (Pologne) malgré sa forte croissance en hauteur, risque, ainsi que le n° 14 (Italie) de subir des dégâts de Nématodes qui pourraient amener pour le moins de sévères déformations des tiges. On leur préférera donc les provenances de basse altitude des Alpes suisses (n° 13) ou autrichiennes (n° 16). Mais un choix définitif ne pourra être fait que lorsqu'on les aura comparées aux provenances françaises, notamment à celles des forêts d'épicéa spontané des Vosges.

Tableau VI. — Comparaison des moyennes de débourrage

	20	19	10	5	21	14	15	13	16	2	17
22	<u>0,33</u>	<u>0,35</u>	<u>0,98</u>	<u>1,02</u>	<u>1,08</u>	<u>1,14</u>	<u>1,26</u>	<u>1,29</u>	<u>1,86</u>	<u>2,18</u>	<u>2,48</u>
20		0,02	<u>0,65</u>	<u>0,69</u>	<u>0,75</u>	<u>0,81</u>	<u>0,93</u>	<u>0,96</u>	<u>1,53</u>	<u>1,35</u>	<u>2,15</u>
19			<u>0,63</u>	<u>0,67</u>	<u>0,73</u>	<u>0,79</u>	<u>0,91</u>	<u>0,94</u>	<u>1,51</u>	<u>1,83</u>	<u>2,13</u>
10				0,04	0,10	0,16	0,28	<u>0,31</u>	<u>0,88</u>	<u>1,20</u>	<u>1,50</u>
5					0,06	0,12	0,24	<u>0,27</u>	<u>0,84</u>	<u>1,16</u>	<u>1,46</u>
21						0,06	0,18	0,21	<u>0,78</u>	<u>1,10</u>	<u>1,40</u>
14							0,12	0,15	<u>0,72</u>	<u>1,04</u>	<u>1,34</u>
15								0,03	<u>0,60</u>	<u>0,92</u>	<u>1,22</u>
13									<u>0,57</u>	<u>0,89</u>	<u>1,19</u>
16										<u>0,32</u>	<u>0,62</u>
2											<u>0,30</u>

Chiffres non soulignés: différence non significative.
Chiffres soulignés d'un trait: différence significative (2s).

Chiffres soulignés de deux traits: différence nettement significative (3s).

Résumé

Les premiers résultats de l'expérience internationale de provenances d'épicéa, installée à Amance, près de Nancy, en 1943, montrent qu'il existe des différences considérables entre les provenances. En ce qui concerne la croissance en hauteur, les provenances les plus intéressantes sont celles qui sont situées à une latitude voisine de celle du lieu de l'expérience, et à une altitude correspondant à l'étage montagnard; les provenances de Scandinavie et des Balkans ont peu d'intérêt. Les provenances septentrionales et les provenances de l'étage subalpin sont les plus précoces, donc les plus sensibles aux gelées printanières. L'étude d'une attaque de Némate de l'épicéa a permis de mettre en évidence une corrélation négative entre la précocité et la sensibilité aux Nématodes des diverses provenances.

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: *Internationaler Fichten-Provenienzversuch (Picea excelsa Link.). Vorläufige Ergebnisse in Frankreich, besonders bezüglich des Befalls mit Lygaeonematus abietinus Christ.* —

Erste Untersuchungsergebnisse des Internationalen Fichten-Provenienzversuches, der 1943 in Amance bei Nancy begründet worden ist, zeigen, daß bei den eingebrachten Herkünften beträchtliche signifikante Unterschiede feststellbar sind. Diejenigen Herkünfte, die hinsichtlich geographischer Breite und Höhenlage von dem Versuchsort ähnlichen Standorten abstammen, besitzen die besten Gesamthöhen und sind die interessantesten. Die Provenienzen aus Skandinavien und vom Balkan leisten am wenigsten. Die nördlichen und die subalpinen Herkünfte treiben am frühesten aus und sind gegen Frühfröste am empfindlichsten. Die Untersuchung über den Befall mit der Fichtenblattwespe *Lygaeonematus abietinus* hat eine deutlich negative Korrelation zwischen frühem Austreiben und der

Anfälligkeit für die Blattwespe bei den verschiedenen Provenienzen ergeben.

Summary

Title of the paper: *International Provenance Test of Norway Spruce (Picea excelsa Link.). Preliminary results in France, concerning chiefly an attack by Lygaeonematus abietinus Christ.* —

Preliminary results of the International Provenance Test of *Picea excelsa* LINK. at Amance, near Nancy, are given and discussed, especially in relation to the following characters: total height, flushing, injuries caused by late frosts and by attacks of *Lygaeonematus abietinus* CHRIST. Significant differences were found between the different provenances, for each character measured. The seed originating from regions of about the same latitude as Amance and from the lower part of the altitudinal range of spruce ("étage montagnard") gave the best total height. Balkan and Scandinavian provenances gave poor results. The northern and sub-alpine provenances are the first to flush and so are the most sensitive to spring frosts. A strong negative correlation exists between early flushing and sensitivity to insect attack.

Ouvrages consultés

BADOUX, H.: Sur les dégâts causés par le Némate de l'Epicéa (*Nematus abietum* HTG.) dans les forêts suisses. *Journal forestier suisse*, 1919, pp. 1—8 et 38—47. — PETERSEN, B. B.: Bladhvepsen *Lygaeonematus abietinus* CHRIST. som skadedyr på Rødgran i sønderjytland. (*Lygaeonematus abietinus* CHRIST. as a pest on Norway Spruce in South Jutland.) *Det Forstlige Forsøgsvaesen i Danmark* 22, 275—355 (1956). — VEEN, B.: Report of a tour of inspection along the test areas of the International Provenance Trials with Larch, Pine and Spruce of 1938/39 and 1944/45 and suggestions for future treatment and assessments. *International Union of Forest Research Organizations. — Section 22. — Rapport ronéotypé*, 1952, 44 pp. — VESSEREAU, A.: *Méthodes statistiques en biologie et en agronomie*. Nouvelle Encyclopédie Agricole. J. B. Baillièrre et Fils. Paris — 1948, 381 pp.