

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	101 (1950)
Heft:	10-11
Artikel:	Influences des éléments météorologiques sur l'accroissement des forêts
Autor:	Nagel, J.-L.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-766009

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: 14.01.2026

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

jedoch die Entwicklung so langsam, daß die bloße Erfahrung eines Wirtschafters nicht allzuviel zählt. In erster Linie wird es sich darum handeln, der Natur abzulauschen, wie es Altmeister Pillichod y getan hat. Dabei wird vor allem die Devise *Parade*s verstanden werden:

« Imiter la nature, hâter son œuvre, telle est la maxime fondamentale de la sylviculture. » (1862.)

Influences des éléments météorologiques sur l'accroissement des forêts

Seconde partie: l'indice d'aridité

(première partie dans le n° 12, 1948)

Par *J.-L. Nagel*

Dans une première étude, nous avions examiné le problème tel qu'il se posait au Val-de-Travers, et indiqué les relations entre l'accroissement et les conditions météorologiques, exposant les conclusions auxquelles nous étions arrivés, sur la base d'un assez grand nombre de forêts et de périodes différentes. Il existait, toutefois, une incertitude, du fait que la plupart des données provenaient d'une station passablement éloignée du Val-de-Travers, l'observatoire de Neuchâtel, distant d'environ 25 km. et situé à une altitude fort inférieure.

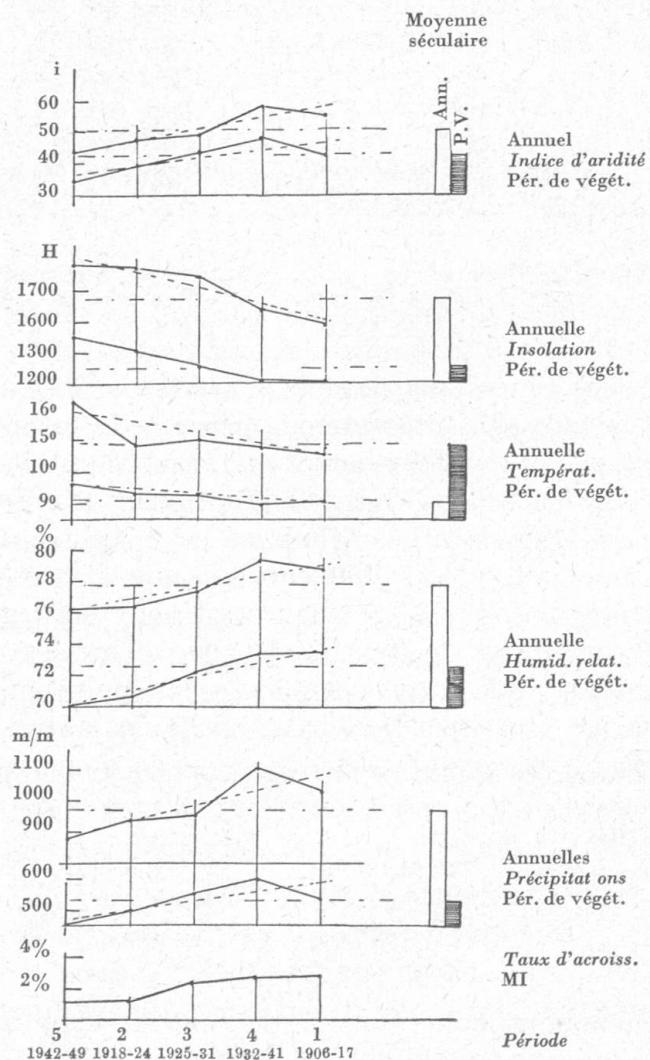
Ayant changé de secteur de travail, nous avons pu étudier les conditions telles qu'elles se présentent dans une forêt située non loin de cet observatoire, placée à la même altitude et exposition et distante de quelques kilomètres seulement. Nous avons pensé que cette étude était intéressante, à la suite d'une révision d'aménagement d'une forêt cantonale (futaie feuillue presque pure), que nous venons de terminer. Cette forêt est intéressante, parce que placée sur un versant exposé au sud sur un terrain relativement sec; de plus les différentes périodes sont assez diverses du point de vue météorologique.

Les résultats ont été on ne peut plus concluants. Nous avons représenté les différentes données graphiquement, en portant les périodes, non dans leur ordre chronologique, mais dans l'ordre croissant du taux d'accroissement (l'accroissement par hectare/an a la même courbe) et parallèlement les diverses données météorologiques : température, insolation, précipitation, humidité relative, indice d'aridité. (Nous verrons plus loin ce qu'est ce dernier.) Graphique 1.

On peut constater au premier coup d'œil que les trois derniers suivent très exactement le parcours de l'accroissement, surtout si l'on prend non la courbe réelle, mais la courbe égalisée. Quand les précipitations et l'humidité relative augmentent, par rapport à la moyenne séculaire, l'accroissement est en hausse. L'inverse se produit pour la température et

Graphique 1

Forêt du Trembley
Accroissement Météorologie Indice d'aridité



l'insolation; d'une manière générale, lorsque ces deux dernières augmentent, l'accroissement est en baisse plus ou moins marquée. Les différences sont moins sensibles si les deux groupes montrent la même tendance à la baisse ou à la hausse.

Prenons maintenant les années 1945 à 1949 d'une manière plus détaillée, puisqu'il s'agit des années les plus défavorables. Nous donnons ces indications pour les trois stations de La Chaux-de-Fonds, de Chumont et de Neuchâtel, qui forment une coupe météorologique depuis la frontière française au lac de Neuchâtel. Les diverses données météorolo-

giques ont varié dans les limites suivantes pour la période de végétation (avril à septembre) :

Neuchâtel

La température a varié entre	14°,7 et 17°,9	= 3°,2	c'est-à-dire de 1 à 1,2
Les précipitations	» 249 et 641 mm.	= 392 mm.	» 1 à 2,6
L'insolation	» 1140 et 1508 h.	= 368 h.	» 1 à 1,3
L'humidité relative	» 65,5 et 75,5 %	= 10 %	» 1 à 1,15

La Chaux-de-Fonds

Précipitations	entre	447 et 910 mm.	= 463 mm. c'est-à-dire de 1 à 2,0
Température	»	11°,4 et 14°,2	= 2°,8 » 1 à 1,25

Chaumont

Précipitations	entre	358 et 797 mm.	= 439 mm c'est-à-dire de 1 à 2,2
Température	»	10°,3 et 13°,3	= 3°,0 » 1 à 1,3

Au cours de ces années, qui ne sont pourtant pas très différentes les unes des autres, puisqu'elles présentent à peu près la même allure générale, la température, l'humidité relative et l'insolation ont relativement peu varié de 1 à 1,3 en général. Les précipitations, par contre, ont varié bien davantage (de 1 à 2,6). La différence est maximale à Neuchâtel, plus faible à Chaumont, plus faible encore à La Chaux-de-Fonds. Le minimum des précipitations de La Chaux-de-Fonds est aussi proche du maximum que du minimum de Neuchâtel pour ces années-là. Le facteur le plus important est donc sans contredit les précipitations, dont l'amplitude est beaucoup plus considérable que celle des autres éléments.

Pour Neuchâtel, les données météorologiques pour l'année entière ont varié de la manière suivante :

Température	entre	9°,6 et 10°,6	= 1° soit entre 1 et 1,10
Insolation	»	1656 et 2057 h.	= 401 h. 1,24
Précipitations	»	717 et 979 mm.	= 262 mm. 1,36
Humidité relative	»	73,7 et 77,6 %	= 3,9 % 1,05

Les différences sont moins considérables et les variations des précipitations moins importantes, ce qui doit être souligné.

Au cours de la période de cinq ans que nous avons étudiée, on a trois années nettement déficitaires au point de vue précipitations et excédentaires pour la température et l'insolation (1945, 1947, 1949); pour les deux autres années, le même phénomène se produit, mais d'une manière beaucoup moins frappante et seulement au début de la période de végétation.

Donnons ci-dessous quelques indications plus précises sur les excédents ou les déficits mensuels, en les comparant d'une part avec la moyenne séculaire, d'autre part avec d'autres années antérieures (depuis 1864) :

	Maximum		Minimum		Moyenne séculaire du mois	Différence
Température ...	VII 1928	22°,6	VII 1903	15°,3	18°,6	1 à 1,47
	VI 1945	19°,3	VI 1871	13°,2	16°,6	1 à 1,46
Insolation	VII 1949	319 h.	VI 1936	158 h.	227 h.	1 à 2,02
	VII 1928	359 h.	VII 1948	162 h.	250 h.	1 à 2,22
	VII 1949	342 h.				
Précipitations ..	IV 1880	227 mm.	IV 1893	0 mm.	71 mm	1 à 227
	VI 1889	268 mm.	VI 1923	29 mm.	98 mm.	1 à 9,2
Humid. relat....	IV 1881	90 %	IV 1893	52 %	71,4 %	1 à 1,73

La *température* est, pour la période de végétation des années 1945 à 1949, légèrement en dessous de la moyenne séculaire pour toutes les années, sauf 1948, et certains mois montrent des écarts très forts (août 1947 : 22°,0; juillet 1947 : 21°,2; juillet 1949 : 21°,3). Au cours de la longue période où nous avons des observations précises, on n'a trouvé des chiffres analogues que pendant sept mois seulement (juillet 1870, 1881, 1904, 1905, 1921 et 1923 et août 1931). On n'a des chiffres supérieurs que pour deux mois seulement en 86 ans (juillet 1911 : 22°,1 et juillet 1928 : 22°,6, qui est le record).

L'insolation est au-dessus de la moyenne séculaire pour toutes les années, sauf 1948; elle a atteint son maximum en juillet 1945 (319 heures), juin 1949 et juillet 1949 (342 heures). Ces chiffres n'ont été atteints que très rarement et n'ont été dépassés que deux fois en 86 ans, en juillet 1911 (358 heures) et juillet 1928 (359 heures). Viennent ensuite juillet 1921 (325 heures), août 1919 (324 heures). L'année 1949 a donc battu tous les records pour deux mois consécutifs (juin et juillet).

Les *précipitations* sont légèrement supérieures à la moyenne séculaire pour 1946 et 1948 et notablement inférieures à celle-ci pour les autres années et pour la période de végétation. Pour l'année entière, par contre, elles sont toutes égales ou inférieures à la moyenne séculaire. Les chiffres les plus bas sont enregistrés juste au début ou avant la période de végétation, soit mars et avril 1946 (17 et 16 mm.), avril 1945 (24 mm.), avril et mai 1947 (20 et 23 mm.), mars 1948 (12 mm.), février 1949 (7 mm.), alors que la moyenne séculaire pour ce mois est de 57 mm. Les minima enregistrés en mars se constatent en 1874, 1884, 1899, 1921, 1929, 1938 (14, 6, 12, 12, 4 et 18 mm.), ceux d'avril en 1865, 1870, 1893, 1912, 1938 (13, 14, 0, 15 et 9 mm.), ceux de mai 1901 (17 mm.).

On n'a donc pas trouvé, sauf avril et mars 1938 avec 27 mm., de mois aussi secs qu'avril et mai 1947 (43 mm.). Pour les mois d'avril et mai, la moyenne séculaire atteint 153 mm. et les précipitations réelles ont atteint seulement le 28 % de la normale.

L'humidité relative est inférieure à la moyenne séculaire, sauf en 1948; elle est faible en 1947 et 1949, surtout pour les mois de juin, juillet et août. En 1949, elle est descendue, pour ces trois mois, à 63, 54 et 61 %. Le chiffre de 54 % n'a été dépassé qu'une seule fois, en juillet 1865, avec 53 %. Elle n'a été inférieure à 60 % que pour les mois suivants :

juillet 1911 . . .	56 %	(moyenne séculaire 69,7 %)
juin 1870 . . .	57 %	(» » 70,6 %)
août 1921 . . .	58 %	(» » 72,3 %)

En juillet 1949, l'humidité relative a atteint seulement le 77 % de la moyenne séculaire.

Il est possible et utile de faire des comparaisons sur une plus grande échelle, en prenant toute la période pendant laquelle nous avons des observations (86 ans) et en partageant celle-ci en deux :

1864 à 1903	= 40 ans
1904 à 1943	= 40 »
1904 à 1949	= 46 »

Période	P. V.	Température		Précipitations (mm.)		
		Hiver	Année	P. V.	Hiver	Année
1864—1903	14°,90	2°,84	8°,87	527	409	936
1904—1943	14°,85	3°,41	9°,13	539	468	1007
1904—1949	15°,01	3°,47	9°,24	527	465	992
1864—1903	0	0	0	0	0	0
1904—1943	-0°,05	+0°,57	+0°,26	+12	+71	+59
1904—1949	+0°,11	+0°,63	+0°,37	+ 0	+56	+56

On voit donc que l'écart de la température entre les quarante premières années de la période et les années depuis 1904 est assez faible pour la période de végétation, mais qu'elle atteint, par contre, $\frac{1}{2}$ degré pour l'hiver et $\frac{1}{3}$ de degré pour l'année entière. Chacun a d'ailleurs pu constater la chose, car depuis bien des années nous n'avons plus d'hivers rigoureux, mais ce que l'on appelle chez nous des « hivers pourris ».

Pour les précipitations, nous avons des différences sensibles pour l'année entière et l'hiver, alors que pour la période de végétation la différence est très faible et se réduit même à 0 si l'on va jusqu'en 1949. En effet, à partir de 1940, date jusqu'à laquelle nous avons un maximum des excédents de précipitations, celui-ci diminue régulièrement, ce qui explique la différence sensible entre les moyennes 1904 à 1943 et 1904 à 1949.

On peut donc dire qu'il y a une variation séculaire et un réchauffement de la température au cours des quarante dernières années; les précipitations qui avaient très fortement augmenté jusqu'en 1940 sont de

nouveau en train de diminuer, surtout pendant l'hiver, ce qu'il est facile de constater par les hivers peu enneigés que nous avons depuis quelques années.

Il faut encore considérer une date importante, qui est la date moyenne des vendanges, date qui a varié depuis la correction des eaux du Jura. Avant cette date, les vendanges se faisaient en moyenne le 13 octobre; dès cette correction, les vendanges ont été avancées en moyenne au 7 octobre, souvent plus vite. Cette avance correspond à la hausse de la température moyenne de $\frac{1}{2}$ degré.

On pourrait encore étudier plus en détail les différents éléments météorologiques, comme nous l'avons fait, mais ce serait allonger inutilement et sans pour cela renforcer beaucoup la démonstration. Nous y renonçons donc, préférant aborder un autre point, plus important à notre avis, puisqu'il est basé non sur des considérations locales, mais sur des considérations provenant d'autres régions également.

Nous avons vu l'influence des divers éléments pris isolément et, pour bien faire, il faudrait pouvoir trouver une formule qui tienne compte des quatre facteurs que nous avons énumérés, ou du moins des deux principaux d'entre eux, la température et les précipitations, dont le rapport conditionne à peu près l'humidité relative.

Les géographes, botanistes et météorologues ont cherché à établir un tel coefficient qui synthétise ces données (indice phytoclimatique, indice d'aridité); le plus connu est celui du Français de Martonne, appelé *indice d'aridité* :

$$i = \frac{P}{T + 10}$$

dans lequel i = indice d'aridité

P = les précipitations annuelles en mm.

T = la température moyenne en degrés

Si l'on fait le calcul par mois, il est nécessaire de multiplier P mensuel par 12; cet indice d'aridité permet de répartir les différentes régions en zones de végétation, allant de la forêt d'altitude assez arrosée au désert. Lorsque i est en dessous de 5, nous avons le désert,

entre 5 et 10,	la steppe sèche
10 et 20,	la prairie sans arbres
20 et 40,	la forêt feuillue
40 et 50,	la forêt mélangée sapin et hêtre
50 et 60,	la forêt de sapin
au-dessus de 60,	la forêt d'épicéa.

Portons encore, sur le graphique 1, l'indice d'aridité calculé pour les périodes indiquées, nous constaterons, sans autre, que cette courbe s'emboîte bien dans celle des précipitations et de l'humidité relative ainsi que de l'accroissement.

Mais il n'est pas suffisant de faire ce calcul par période de huit à dix ans, car suivant les circonstances ce ne seront pas les données moyennes d'une période qui seront déterminantes, mais bien les conditions extrêmes rencontrées au cours de cette période. On pourra avoir, pendant une période de huit ans, deux ou trois années fortement humides ou pluvieuses et trois ou quatre années spécialement sèches, qui pourront donner une période dont la moyenne soit normale, tandis qu'en examinant chaque année ou même chaque mois, les choses changent d'aspect. Il faut en tous cas séparer la période de végétation (P. V.) et les mois qui la composent, soit avril à septembre compris, et tenir compte quelques fois des mois précédent celle-ci, soit février et mars, surtout si leur action s'ajoute à celle des mois suivants.

Nous avons d'abord calculé l'indice d'aridité pour la période de végétation à Neuchâtel, dès le moment où nous avons des observations météorologiques à ce jour, soit dès 1864. Pour la période de 86 ans écoulée, l'indice moyen d'aridité est de 42,5.

Au cours de nombreuses années, il a été supérieur à ce chiffre et a atteint un maximum de 69,5 en 1889, et de 65 en 1896. Nous avons des minima en 1947 (17,5), 1906 (20,5), 1949 (23,5), 1929 (26,5), 1870 (25,0), 1945 (28,4), 1865 (24,1), 1893 (28,2), 1900 (28,0), 1904 (28,8).

Pour toutes les autres années, il a été supérieur à 30 à Neuchâtel. Il n'est pas descendu au-dessous de ce chiffre pendant des périodes assez longues, notamment 1872 à 1892, 1907 à 1918, 1920 à 1944. Au cours des huit dernières années, il est par contre descendu deux fois au-dessous de 30 (1945 et 1949) et une fois en dessous de 20 (1947). L'indice d'aridité n'est donc que rarement descendu en dessous de 30 et reste donc dans la zone indiquée comme celle des forêts feuillues. Il se tient généralement dans celle des forêts mélangées sapin et feuillues ou même forêt pure de sapin.

Ce calcul simple, si intéressant soit-il, n'est pas suffisant; il faut prendre le problème d'une manière plus détaillée, en faisant les calculs par mois, surtout pour la P. V., ce que nous avons fait pour les années 1945 à 1949, et comparativement pour les années humides 1910 et 1939.

L'indice d'aridité calculé sur la moyenne séculaire de 86 ans nous donne pour l'année entière 50,7 et pour la P. V. 42,5. On voit donc que, sauf en juillet (39,2), l'indice d'aridité ne descend pas, par mois, en dessous de 40, et indique donc la zone des forêts mélangées de sapin et de hêtre.

L'indice séculaire mensuel est en

janvier	81,3
février	63,9
mars	55,5
avril	43,8

mai	41,7
juin	45,4
juillet	39,2
août	42,7
septembre	42,2
octobre	56,5
novembre	68,2
décembre	88,3

En 1945, tous les mois sont en dessous de la moyenne séculaire, sauf janvier, février et décembre, en 1946 sauf février, juin, août et septembre, en 1947 sauf février, avril et décembre, en 1948 sauf janvier, juillet et août, en 1949 sauf mai, qui dépasse la moyenne séculaire de peu. On a donc en cinq ans 14 mois en dessous de la moyenne séculaire, soit le 27%, dont pour la P. V. 7 mois, soit le 12 %.

Il ne faut pas attribuer trop d'importance à l'indice d'aridité pour les mois d'hiver, car, par suite des basses températures, il est souvent très élevé, atteignant 100 et même 200; il varie au surplus énormément au cours des années, et son influence sur l'accroissement est faible.

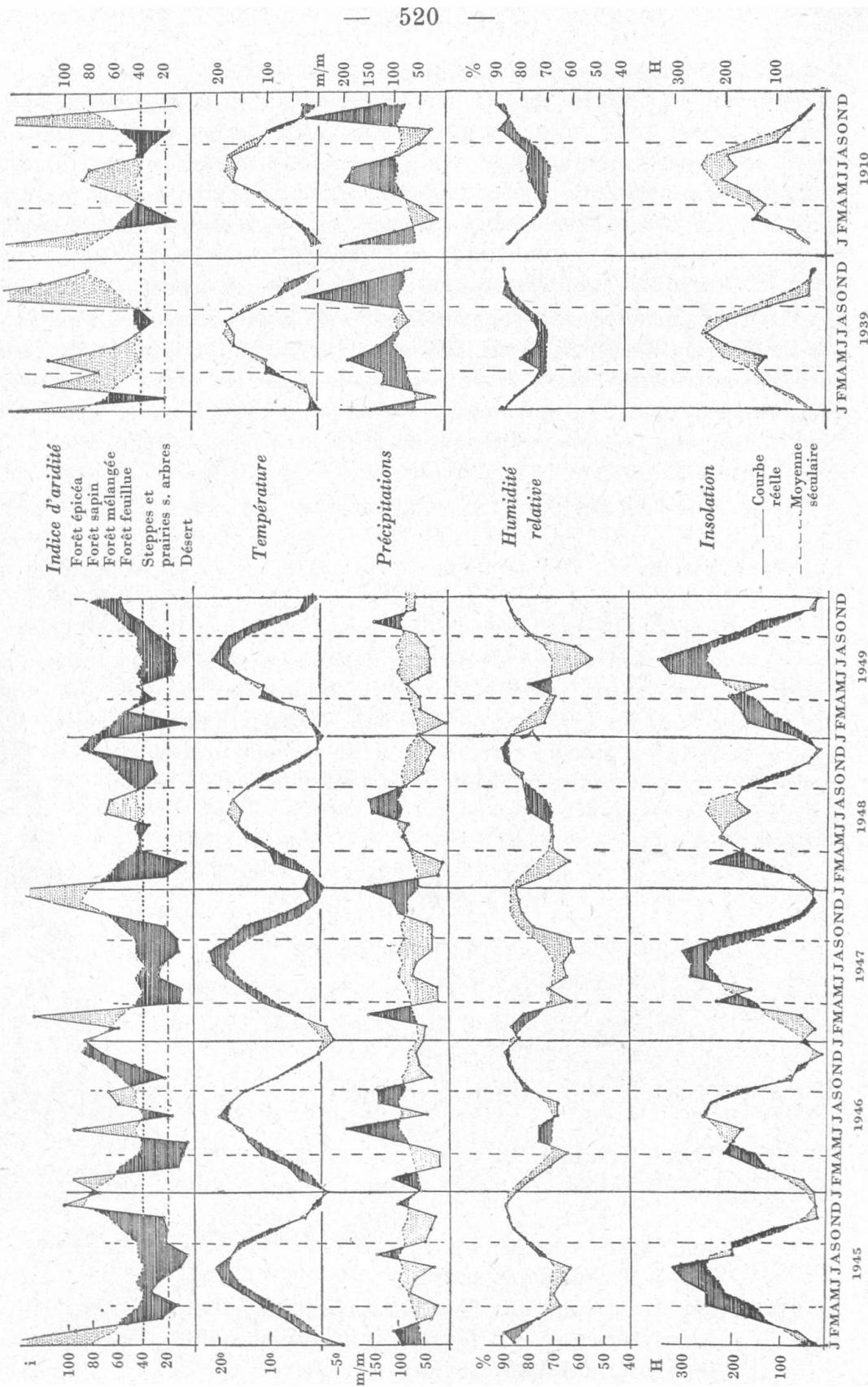
Nous avons noté, sur le graphique 2, non seulement l'indice d'aridité, mais également toutes les indications météorologiques importantes, soit insolation, température, précipitations et humidité relative, et pour chacune de ces données, en plus, la moyenne séculaire mensuelle, parallèlement à la courbe mensuelle réelle, afin de permettre des comparaisons faciles. (Les excédents par rapport à la moyenne séculaire sont indiqués en foncé; les déficits en pointillé.)

En 1945, l'indice d'aridité a été :

inférieur à 40 en: mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre et novembre
dont inférieur à 20: avril, juillet et août
dont inférieur à 10: août
en 1946 il a été inférieur à 40: en mars, avril, mai, juillet, octobre
dont inférieur à 20: mars, avril, mai, juillet
dont inférieur à 10: mai
en 1947 il a été inférieur à 40: en avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre
dont inférieur à 20: avril, mai, août, septembre
en 1948 il a été inférieur à 40: en février, mars, juillet, octobre, novembre, décembre
dont inférieur à 20: mars
dont inférieur à 10: mars
en 1949 il a été inférieur à 40: février, avril, juin, juillet, août, septembre
dont inférieur à 20: février, juin, juillet, août
dont inférieur à 10: février

Graphique 2

Météorologie et indice d'aridité Observatoire de Neuchâtel Années 1945-9, 1910, 1939



Ainsi, pendant ces cinq années,
 33 mois ont un indice inférieur à 40 = zone des forêts feuillues, soit le
 55 % de la période dont 26 mois pendant ou immédiatement avant
 la période de végétation;
 16 mois ont un indice inférieur à 20 = zone de la prairie sans arbres =
 27 % de la période, dont 16 mois pendant la P. V. ou immédiatement
 avant;
 4 mois ont un indice inférieur à 10 = steppe sèche = 7 % de la période;
 ces quatre mois se trouvent dans la P. V. ou immédiatement avant.

Si nous prenons maintenant les *années humides* 1910 et 1939, l'indice d'aridité est inférieur à 40: en mars et octobre 1910

est inférieur à 10: en mars, dont inférieur à 20: mars

dont inférieur à 20: —

en 1939 il est inférieur à 40: en février et août

dont inférieur à 20: février

dont inférieur à 10: —

En 2 ans, nous avons 4 mois en dessous de 40 = 16 % de la période, 2 mois en dessous ou égal à 20 = 8 % des 2 ans.

La différence saute aux yeux. Il va de soi qu'un seul mois ou année défavorable n'aura pas grande influence, mais qu'une succession de plusieurs seront néfastes.

Il est de plus intéressant de faire les comparaisons avec d'autres stations météorologiques situées dans le canton de Neuchâtel et formant une sorte de coupe climatologique depuis la frontière française au lac, soit les stations de La Chaux-de-Fonds, Chaumont et Neuchâtel, les trois seules stations pour lesquelles nous disposons des données principales complètes, bien que les périodes d'observation ne soient pas aussi longues qu'à Neuchâtel.

Altitude: Neuchâtel observatoire 488 m., Chaumont 1141 m., La Chaux-de-Fonds 985 m.

A Chaumont, l'indice d'aridité des mois suivants est en 1945 inférieur à 40 : avril, mai, juin, juillet, octobre

1946 inférieur à 40 : mars, avril, juillet, octobre

dont inférieur à 20 : avril (17,3)

1947 inférieur à 40 : avril, mai, août, septembre,

dont inférieur à 20 : août (19,7)

1948 inférieur à 40 : mars-décembre

dont inférieur à 10 : mars (9,8)

1940 inférieur à 40 : février juin ju-

inferieur à 40 : février, juillet, octobre, novembre, décembre.

dont inférieur à 20 : juillet (11,8)

La Chaux-de-Fonds il est

1945 inférieur à 40 : ju

1946 inférieur à 40 : avril,

1947 inférieur à 40 : mai, août, septembre, octobre
 dont inférieur à 20 : mai (19,3), septembre (19,3)
 1948 inférieur à 40 : mars (18,1)
 1949 inférieur à 40 : février, juin, juillet, septembre
 dont inférieur à 20 : juillet (16,7)

La comparaison entre les trois stations nous donne le tableau suivant:

Station	Indice d'aridité					
	en dessous de 40		en dessous de 20		en dessous de 10	
	mois Nb.	%	mois Nb.	%	mois Nb.	%
Neuchâtel	33	55	16	27	4	7
Chaumont	20	33	4	7	1 (9,8)	0,2
La Chaux-de-Fonds	12	20	4	7		
			(16,7; 19,3)			

La plus grande partie de ces mois se trouvent pendant la P. V. ou immédiatement avant (février, mars) et ont donc une influence néfaste, soit :

	inférieur à 40	inférieur à 20	inférieur à 10
Neuchâtel	26 mois	16 mois	4 mois
Chaumont	16 mois	4 mois	1 mois
La Chaux-de-Fonds . .	11 mois	4 mois	—

La simple comparaison de ces chiffres indique la grosse différence qui existe au point de vue de la végétation entre le climat des Montagnes neuchâteloises (Le Locle, La Chaux-de-Fonds et Val-de-Travers) et Neuchâtel.

On peut trouver confirmation de ces chiffres dans les quantités de chablis et surtout de bois secs qui ont été exploités au cours des dernières années, spécialement en 1948 et 1949, où nous avons une statistique officielle par arrondissement. Nous ferons ici la comparaison entre les arrondissements 5, 6 et 7, situés dans les Montagnes et au Val-de-Travers, d'un côté, et de l'autre les arrondissements 1 et 3, placés l'un sur le flanc du Chaumont, l'autre sur la montagne de Boudry, à exposition sud.

Les bois exploités dus à la sécheresse ont été les suivants :

Région	Moyenne normale m ³	Exploité en	
		1948 m ³	1949 m ³
1 ^{er} arrondissement (Chaumont)	400	2000	2500
3 ^e arrondissement (Montagne de Boudry) ...	1400	1950	5750
6 ^e et 7 ^e arrondissement (Val-de-Travers)	775	1820	1103
5 ^e arrondissement (Montagnes)	10	—	10

Tout commentaire est superflu et les chiffres montrent, sans autre, la grande différence entre les réactions des forêts de la montagne et celles du bas, les premières étant beaucoup plus fortement arrosées.

Nous avons déjà indiqué l'indice d'aridité séculaire pour la période de 64 ans, de 50,7 pour l'année entière et de 42,5 pour la P. V. Celui de La Chaux-de-Fonds est pour l'année entière de 94,0, pour la P. V. de 72,8, indiquant : forêt d'épicéa.

Si nous faisons la correction d'altitude et de latitude pour avoir une comparaison absolue avec Neuchâtel, nous obtenons des chiffres légèrement plus faibles. Nous avons pris les chiffres de Sandoz (La température à Neuchâtel), calculés d'après la formule abrégée de Forbes, qui donne une correction pour la latitude de $+0^{\circ}1$. La correction d'altitude $\Delta t = \pm 0^{\circ}55$ $\Delta h = + 2^{\circ}7$, de sorte que la température donnée par l'observation devrait être augmentée de $2^{\circ}8$ pour la comparaison absolue avec Neuchâtel. L'indice d'aridité ainsi corrigé atteint pour l'année entière 79,8 et pour la P. V. 64,7.

Quel est l'indice d'aridité, si nous prenons les mêmes périodes que précédemment ? Il atteint en moyenne pour les années

1863 à 1903 . . .	P. V. 42,2	année 49,5
1904 à 1943 . . .	» 43,3	» 52,8
1904 à 1949 . . .	» 42,5	» 51,6

On voit donc que l'indice d'aridité de la P. V. ne s'est que peu modifié au cours de la longue période envisagée, tandis que celui de l'année s'est amélioré pour atteindre un maximum pour la période 1904—1943 avec 52,8. Actuellement, il tend à redescendre lentement au niveau de celui de la première période de quarante ans. Comme nous l'avons vu plus haut, le maximum des écarts des précipitations se trouvait en 1940.

Que faut-il penser de la répartition des divers éléments météorologiques et de l'indice d'aridité, dont nous venons de parler, sur les dégâts causés aux forêts au cours de ces dernières années, et spécialement dans le pied du Jura, puisque certainement les résultats seraient analogues ailleurs qu'à Neuchâtel ?

Jusqu'en 1947, les dégâts causés par le sec ont été relativement peu visibles, l'année 1946 étant assez humide et pluvieuse. Dès 1947, par contre, les choses changent et le premier signe que l'on constate est le dépérissement de nombreux sapins ou épicéas plantés (à tort, croyons-nous) dans les régions de chênes pubescents, surtout dans la région du Landeron, où plus de 150 000 plants, de grandeur variant entre 50 et 500 cm. et âgés de 5 à 30 ans, ont péri lamentablement en l'espace de quelques semaines et sans que l'on constate la présence d'insectes ou de champignons parasites. Les dégâts étaient surtout sensibles dans les parties superficielles, moins forts dans les taillis de hêtre, où d'ailleurs le sol est plus profond. On ne trouve que très peu de typographe et le cur-

videnté est un peu plus abondant que de coutume pendant tout l'été. Vers l'automne, les dégâts deviennent plus sensibles, et tout laisse prévoir une recrudescence pour l'année suivante.

Dans la région de Chaumont, un violent cyclone local renverse 6000 m³ de bois, en décembre 1947, dans un secteur assez étroitement délimité. Ces bois ne purent être exploités qu'au bout de trois à quatre mois de travail, avec des forces étrangères à l'arrondissement et au canton. Le printemps est anormalement sec, surtout février et mars; avril, mai et juin sont un peu meilleurs, mais montrent des conditions météorologiques favorables au bostriche, avec une humidité suffisante et une température assez haute. Les bostriches pullulent, alors qu'auparavant ils n'existaient qu'à l'état endémique. La situation devient un peu moins mauvaise vers la fin de l'été; juillet et août sont pluvieux, mais l'élan est donné tendant vers un paroxysme, et l'épidémie s'étend jusqu'à l'entrée de l'hiver. Dans le canton de Neuchâtel, selon la statistique officielle, ce ne sont pas moins de 9680 m³ qui ont dû être abattus à la suite des dégâts du bostriche curvidenté et 2450 pour le typographe. Nous ne nous arrêtons pas sur les dégâts causés par ce dernier, qui sont assez sporadiques, se répartissant un peu dans toutes les régions hautes du pays où l'épicéa est plus abondant. La presque totalité des bois exploités à la suite des attaques du curvidenté provient des trois arrondissements du vignoble et de la ville de Neuchâtel (au total 8000 m³); une part assez faible provient du Val-de-Ruz, alors que le Val-de-Travers et les Montagnes sont presque complètement indemnes.

Quelles en sont les raisons ? Il y a la proportion des essences, le sapin étant beaucoup plus fortement répandu que l'épicéa dans la chaîne côtière, alors qu'il est plus abondant dans les montagnes. Mais ce n'est pas la raison essentielle. Les altitudes ne montrent pas de grosses différences, les forêts sinistrées du bas se trouvent à une altitude variant entre 650 et 900 m., alors que celles du Val-de-Travers, où il n'y a pas de dégâts, se trouvent entre 750 et 1000 m. Au-dessus de 900 m., les dégâts sont assez faibles. Il faut donc chercher la différence surtout dans le régime des précipitations pour l'année en cause :

Arr.	Région	Pluies mm.	Jours de pluie	Bois exploités ensuite des attaques					Altitude
				du bostriche typogr.	du bostriche curvid.	divers (charan- çon)	Insectes Total	Dus au sec	
6 et 7	Val-de-Travers	1320 à	138	1100	—	—	1100	1820	750/1200
		1410	141						
4	Val-de-Ruz ...	1187	127	650	990	10	1650	2300	800/1000
5	La Chx-de-Fds	1410 à	129	100	—	—	100	—	900/1200
		1515	144						
1 et 3	Vignoble	948 à	118	340	4690	2970	8000	3950	650/1000
		1018	124						

Pour la première fois on constate de gros dégâts causés par d'autres insectes que les bostriches, et surtout par le charançon, qui joue le premier rôle et se trouve surtout sur la Montagne de Boudry et la côte de Chaumont, vers la fin de l'été. Il ne faut pas s'en étonner, puisque le développement de ce parasite se fait surtout pendant l'arrière-saison, c'est-à-dire à un moment où les conditions sont de nouveau favorables, où le temps est de nouveau sec et chaud. (On a même prétendu avoir constaté une deuxième génération annuelle [?].)

En 1949, les prévisions sont mauvaises, l'hiver a été sec et assez chaud, le printemps est très sec, tout le monde s'attend à de gros dégâts du curvidenté. En réalité, il n'a causé au début de l'année que peu de dégâts, un peu plus qu'en période normale; nous verrons, plus tard, pour quelles raisons. Par contre, pendant toute l'année, un grand nombre de plantes de toutes dimensions ont séché sans que des parasites animaux aient agi. On constate bien de petites tentatives du bostriche, mais elles échouent devant la réaction de l'arbre; elle ne sont pas la cause de sa mort. Le principal fautif est certainement le sec, bien que souvent bostriche et charançon y aient contribué.

Pour 1949, les dégâts causés par le typographe ont été à peu près semblables à ceux de l'année précédente, c'est-à-dire peu importants. La part du curvidenté a fortement baissé, passant de 9680 à 2992 m³ pour le canton. Les dégâts dus aux autres insectes sont aussi en baisse, et le cube total exploité par la faute des insectes se monte au total à 6142 m³, contre 15 210 m³ en 1948. La part des bois secs est restée à peu près la même pour l'ensemble du canton, mais à l'intérieur de celui-ci il y a des différences considérables. Reprenons le même schéma qu'en 1948 :

Arr.	Région	Bois exploités ensuite des attaques				
		du typographe	du curvidenté	Autres insectes	Total insectes	Secs
6 et 7	Val-de-Travers ...	134	2	136	272	1103
4	Val-de-Ruz	225	467	32	724	933
5	La Chaux-de-Fonds	25	—	—	25	10
1 et 3	Vignoble	183	623	1745	2551	8250

On constate donc entre les deux années 1948 et 1949, pourtant dissemblables du point de vue météorologique, des dégâts à peu près analogues au point de vue de leur répartition. Une chose est frappante, c'est que les dégâts en 1949 surtout ont été localisés aux endroits superficiels, où le rocher affleure, dans les lapiaz, de la zone moyenne ou inférieure. Dans la zone des montagnes, où pourtant de tels sols existent aussi, les dégâts sont presque inexistants. Le sec n'a pas eu, à cette altitude, le même effet, ce qui est dû à la grosse différence dans les précipitations et

l'indice d'aridité. D'autre part, ce sont surtout les jeunes épicéas qui ont le plus souffert du sec, par le fait de leurs racines traçantes. Les dégâts du Val-de-Ruz se constatent surtout sur le versant exposé au sud, beaucoup plus sensible au sec que le versant à l'ombre.

Il y a une grosse différence entre les attaques du curvidenté en 1948 et en 1949. L'attaque très forte la première année a subi une régression remarquable. En effet, on n'a constaté la présence de bostriches nombreux qu'à partir du mois d'octobre, et le tiers du cube abattu se trouve localisé dans les forêts de Chaumont et de la ville de Neuchâtel. Pourquoi, malgré les circonstances qui semblaient favorables, le bostriche ne s'est-il pas développé plus vite et plus fort ?

Il faut croire que ce dernier a besoin, pour pouvoir prospérer, d'un degré d'humidité suffisant dans le bois, humidité qu'il n'a pu trouver pendant la plus grande partie de l'année.

D'une manière générale, on peut dire que c'est surtout à partir du moment où les pluies ont recommencé, que les arbres ont séché, ce qui paraît être à rebours du bons sens, mais est pourtant exact. Les plantations d'épicéa ont particulièrement souffert de cet effet et de nombreuses plantes ont dû être abattues, soit à cause du sec, soit par le développement abusif de l'agaric mielleux, qui a certainement profité de l'anémie des arbres pour se développer de manière exagérée, et bien que l'année ait été très sèche. La brusque modification de l'humidité du sol et de l'air leur a été néfaste et a empêché une deuxième sève au moment voulu. En d'autres endroits, par contre, les jeunes épicéas ont mieux résisté que le sapin, parce que les pluies, relativement peu importantes, qui sont tombées, ont permis à l'épicéa avec ses racines traçantes d'en profiter plus facilement et plus vite que le sapin aux racines plus profondes.

Par suite du sec, dans les parties superficielles, on a vu en bien des endroits, spécialement dans les taillis de chênes pubescents et d'érables à feuilles d'obier de la côte de Chaumont, la plupart des arbres se défeuiller dès le mois de juillet, plus ou moins complètement : tilleul, frêne surtout, plus faiblement chêne, hêtre et érable. Le sous-étage de buissons et les herbes ont complètement séché et les arbres secs ne se comptent plus. On a été surpris de constater que dans les parties superficielles, et surtout les taillis de chênes et de tilleuls, ces derniers reverdissaient au début d'octobre, à l'arrivée des pluies, et faisaient, bien tardivement, une pousse de la Saint-Jean. La plupart des tilleuls, quelques chênes et quelques érables ont ainsi fait une seconde foliaison, qui était d'ailleurs incomplète et n'atteignait que le tiers d'une foliaison normale. C'est un phénomène assez rare, qui n'a guère été constaté qu'en 1945, et encore dans une mesure beaucoup plus faible. Les arbres qui se sont prématurément dépouillés de leurs feuilles pourront-ils se rétablir au printemps 1950 ? Ce sera certainement possible pour une petite partie d'entre eux,

mais on peut d'ores et déjà constater que nombre de chênes et de hêtres ont séché.

Quelle est la part des exploitations de guerre, qui dans les montagnes et les vallées ont été moins fortes que dans le vignoble ? Quelle est leur responsabilité dans les gros dégâts dus au bostriche et au sec ? Beaucoup de ces peuplements ont été anémiés par les exploitations abusives faites pour l'économie de guerre, qui a laissé les peuplements clairierés en bien des endroits où les arbres sont brûlés du soleil et dont la résistance aux agents pathogènes est moins grande que dans les montagnes. Dans ces dernières forêts, ces faits ne se sont pas produits avec autant d'acuité, et au surplus le peuplement est plus irrégulier.

Quelle est la part du gui dans ce déprérissement ? Ce dernier ne s'est-il fortement développé qu'à la suite des coupes claires qui ont été faites, alors qu'auparavant, avec les faibles possibilités, il restait plutôt à l'état végétatif ? Il est certain que ce dernier n'a pu se développer beaucoup au cours des dernières années, car le premier symptôme de la mort d'un sapin attaqué par le gui est le jaunissement de ce parasite, puis le rougissement des branches gourmandes. Le gui n'a donc pu se développer par suite du sec, et au surplus le sapin aura bientôt presque complètement disparu par endroits, et le gui fera de même d'ici quelques années.

Le déprérissement du sapin au cours de ces dernières années pose d'ailleurs un problème d'ordre plus important que les conditions dont nous venons de parler. Faut-il admettre d'emblée, comme certains l'ont fait, que cette essence n'est pas en station, que le pied du Jura se trouve dans la chênaie et la hêtraie et que le sapin est une essence qui devrait disparaître plus ou moins rapidement parce que ne formant pas le climax ? Voire ! Toute le monde est d'accord pour dire que l'on a laissé prendre à cette essence une place trop grande dans la zone inférieure, au détriment des feuillus et du chêne, et il n'y a pas de forestier qui ne soit d'accord avec cette manière de voir. Mais quant à pousser les choses à l'extrême et à déclarer la guerre au sapin, à le repousser uniquement au-dessus de la zone de 800 à 900 m., c'est une autre histoire.

On pourrait, à la vérité, croire que le sapin n'est pas en station au pied du Jura. Les nombreux avatars que cette essence a subis au cours des dernières années (attaques concentrées de gui, bostriche, charançon, sec) pourraient inciter à admettre cette manière de voir. Si toutefois on étudie la question de plus près, on est amené à faire des réserves formelles à cet égard.

Pour le gui, on peut admettre que le développement intensif de ce parasite constaté au cours des trente dernières années est dû non à une plus grande virulence, mais au fait que, par suite de l'application de possibilités plus élevées, les forêts se sont trouvées dans un état plus clair et

plus irrégulier; le peuplement était plus aéré. Le gui, qui existait depuis fort longtemps (on a constaté la présence de sucoirs 80 ans en arrière), mais à l'état latent et végétatif, et contre lequel on n'avait pas lutté, ne le voyant que fort peu à l'extérieur, a pu, dès la mise en lumière, développer ses organes foliés extérieurs, produire des baies et par là même accroître, non sa virulence, mais sa répartition dans le massif; plus la grandeur des touffes de gui et l'abondance des baies augmentaient, plus le mal se répandait au loin.

D'autre part, on a pu constater qu'au cours de ces dernières années, et surtout en 1949, même les taillis de chênes pubescents, tilleuls et érables à feuille d'obier, avec buissons variés, ont subi des dégâts importants et que beaucoup de ces plantes ont lamentablement séché au cours de la dernière année surtout. Dira-t-on pour cela que ce peuplement n'est pas en station et ne représente pas le climax ? Je ne le crois pas, car s'il y a un peuplement qui peut croître dans ces conditions, c'est bien celui-là, et celui-là seul, où le chêne pubescent forme la base avec l'érable duret et le tilleul. Il en est de même du peuplement de chêne pubescent avec sous-étage de buis, peuplement méditerranéen par excellence, mais qui a, lui aussi, passablement souffert du sec. Ici aussi il s'agit d'un peuplement climax, le seul apte à supporter ce sol extrêmement superficiel et chaud. N'oublions pas de plus que, selon Christ, nous sommes dans la région la plus chaude du pied du Jura.

D'autre part, l'accroissement du hêtre et du chêne a baissé proportionnellement aussi fortement que celui du sapin ou de l'épicéa, ainsi que les calculs faits l'ont prouvé; le fait semble assez clair, puisqu'il se vérifie même dans les peuplements à gui.

Nous inclinons donc, pour ce qui nous concerne, à ne pas incriminer le sapin qui fait un peu l'effet du bouc émissaire dans cette affaire; de tous temps il a été plus fortement attaqué que les feuillus par les parasites animaux et végétaux, mais ne doit pas pour cela être chargé de tous les maux. Nous avons montré quelle a été la variation séculaire de la température et des précipitations; on pourrait encore mentionner, pour situer le climat, l'avancement de la date moyenne des vendanges, qui se faisaient autrefois une semaine plus tard que maintenant et qui est dû à la correction des eaux du Jura. Il semble qu'une évolution semblable puisse se constater en forêt, puisque l'on a retrouvé sous les glaciers en recul des restes d'anciennes forêts bien au-dessus de la limite des forêts actuelles dans les Alpes.

Nous avons vu, d'autre part, que les conditions météorologiques et l'indice d'aridité ont été, au cours des cinq dernières années, plus néfastes qu'ils ne l'ont été depuis le moment où nous avons des données

météorologiques sûres. Au cours de ces cinq dernières années, le climat s'est approché de celui de la steppe sèche et de la prairie sans arbres pendant plusieurs mois, alors que, pendant les trente dernières années, il n'avait varié que dans des limites assez peu étendues et se trouvait constamment dans la zone des forêts feuillues ou plus haut. La moyenne séculaire nous indique que nous nous trouvons dans la zone des forêts mélangées résineux et feuillus ou de sapin, c'est-à-dire la forêt que nous avons actuellement dans nos boisés du pied du Jura avec, suivant les endroits, un mélange plus ou moins fort de sapin. Il n'est d'ailleurs pas certain que la chênaie ou la hêtraie ait été aussi répandue qu'on veut bien le dire, à part certaines régions bien déterminées.

Nous estimons, pour ce qui nous concerne et au vu des renseignements ci-dessus, que le dépérissement du sapin et sa disparition progressive et assez rapide est due surtout à des raisons météorologiques; il est possible que ces influences agissent encore quelques années (on ne connaît pas encore toutes les lois qui les régissent) ou, au contraire, que la situation se retourne. On connaît la succession des années sèches et humides, et depuis l'antiquité les « vaches grasses et les vaches maigres », les variations des taches solaires, etc.

Réduisons donc la part du sapin dans nos boisés du pied du Jura. D'accord! mais ne poussons pas les choses à l'extrême, car toutes les essences, sans exception (pin noir compris), ont souffert de la sécheresse de ces dernières années, l'une comme l'autre, le hêtre comme le chêne, et celui-ci comme le sapin, l'épicéa et le pin, et dans une proportion qui ne varie guère.

N'oublions pas d'autre part, et c'est somme toute notre but, l'amélioration de la production ou du moins son maintien. Or le rendement des forêts, dans lesquelles le sapin a une part plus ou moins importante, sera certainement, dans nos terrains, toujours plus fort que celui d'une forêt feuillue, du fait de son accroissement supérieur et parce que le temps pendant lequel la forêt ne rapporte encore rien, mais au contraire, coûte, est plus réduit. Les premiers produits d'éclaircie sont en effet rapidement intéressants dans les perchis résineux, alors qu'ils sont de moindre valeur dans les perchis feuillus.

Le sapin, malgré tous ses défauts, est quand même l'essence indigène ou exotique qui donne le plus fort accroissement soutenu, même dans les forêts fortement « guitées » et partout où nous avons pu faire des calculs d'accroissement comparatifs. Cette essence si décriée actuellement et chargée de tous les péchés d'Israël doit tout de même garder une place non point prépondérante, mais suffisante, dans le massif, à

condition d'avoir un mode de traitement qui lui convienne, un mélange suffisant, où une part importante soit laissée aux hêtres, aux chênes et aux autres essences feuillues secondaires.

Zusammenfassung

Über den Einfluß der Klimaelemente auf den Zuwachs des Waldes

In einem früheren Aufsatz hat der Verfasser die Zusammenhänge zwischen Zuwachsschwankungen und Witterung im Val-de-Travers untersucht. Die Unzulänglichkeit der üblichen großklimatischen Beobachtungen kam dabei zum Ausdruck, zumal die benützten meteorologischen Daten von einer 25 km weit und wesentlich tiefer liegenden Station stammten. Seither hat der Verfasser in seinem neuen Wirkungskreis, unweit der Wetterwarte von Neuenburg, neue Untersuchungen angestellt. Dieser Aufsatz soll deren Ergebnisse der waldbaulichen Praxis zugänglich machen.

Nach einer Prüfung der einzelnen Klimaelemente und einem Abwägen der verschiedenen Einwirkungskräfte auf das Gedeihen des Waldes und seinen Ertrag, liegt die Versuchung nahe, diese Elemente auf eine für den Förster einfach anzuwendende *Klimaformel* zu bringen (wie es Cieslar, Lang, Meyer, Oelkers u. a. m. auch taten). Der Verfasser wendet die «Ariditätsformel» von de Martonne an:

$$i = \left[\frac{P = \text{Jahresniederschläge in mm}}{T = \text{mittl. Temperatur in Gradern} + 10} \right]$$

Noch aufschlußreicher als die Jahreszahlen sind jene für einzelne Monate und für die Vegetationsperiode. Die für verschiedene Perioden gezeichneten Niederschlags-, Feuchtigkeits- und Ariditätskurven scheinen mit der Zuwachskurve eine gute Übereinstimmung zu zeigen.

An Hand der Ariditätswerte sucht der Verfasser den durch die anormale Trockenheit der letzten Jahre dem Walde zugefügten Schaden zu erklären. Daß die Tanne am Jurafuß besonders stark gelitten hat, ist sicher dem Umstand zuzuschreiben, daß sie in diesen Laubwaldungen einen ungebührend großen Platz eingenommen hat. Es ist normal und gut, daß man ihn schmäler. Doch darf man in der Reaktion nicht zu weit gehen und der Tanne unter 800—900 m eine Daseinsberechtigung überhaupt absprechen. Ihr Ertrag unter normalen meteorologischen Bedingungen spricht zugunsten ihrer Erhaltung im gemischten Wald. Übrigens haben auch die Holzarten der natürlichen Garnitur in den letzten Jahren einen deutlichen Zuwachsrückgang aufgewiesen.

Dieser Aufsatz bietet viel Interessantes. Doch eine allgemeine Klimaformel, wie die de Martonne's, muß mit Vorsicht angewendet werden, besonders unter kleinklimatisch stark bestimmten Verhältnissen. Duchauffour hat mit Nachdruck darauf aufmerksam gemacht, daß sie über das Klima nicht alles aussagt und für recht verschiedene Bedingungen fast die gleichen Werte ergeben kann. Auch sollen die Bodenverschiedenheiten nicht übersehen werden.

Badoux.