

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles  
**Band:** 80 (1957)

**Artikel:** Contribution à l'étude des réactions végétales aux éléments météorologiques  
**Autor:** Primault, Bernard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-88874>

#### **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:** 09.02.2026

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

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES RÉACTIONS VÉGÉTALES AUX ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGIQUES

(L'apparition du printemps  
dans le canton de Neuchâtel de 1951 à 1954)

par

**BERNARD PRIMAULT**

Ing. for. dipl. EPF.  
Dr sc. techn.

Chargé des travaux de météorologie agricole à la SCSM, Zurich

AVEC 22 FIGURES

## SOMMAIRE

	Pages
Introduction . . . . .	116
Chapitre premier. Le canton de Neuchâtel . . . . .	116
Chapitre II. Influence possible des divers éléments météorologiques . . . . .	119
Chapitre III. L'évolution du temps au printemps des années 1951-1954 . . . . .	122
A. Les précipitations . . . . .	122
B. La température . . . . .	124
C. Les sommes de températures . . . . .	127
D. La durée d'insolation . . . . .	133
Chapitre IV. Détermination des éléments principaux . . . . .	135
A. Floraison du Pissenlit . . . . .	135
B. Floraison de l'Epine noire . . . . .	137
C. Conclusions intermédiaires . . . . .	139
Chapitre V. Influences géographiques . . . . .	139
A. Le Pissenlit . . . . .	140
B. L'Epine noire . . . . .	142
Chapitre VI. Répartition géographique . . . . .	143
A. Floraison du Pas d'âne . . . . .	147
B. Feuillaison du Noisetier . . . . .	147
C. Floraison du Pissenlit . . . . .	150
D. Feuillaison du Hêtre . . . . .	150
E. Floraison de l'Epine noire . . . . .	150
F. Floraison de la Grande Marguerite . . . . .	154
Chapitre VII. Synthèse . . . . .	154

## INTRODUCTION

En 1951, la Station centrale suisse de météorologie, cherchant à apporter une aide plus efficace aux paysans dans le choix de leurs cultures, a créé un réseau d'observations phénologiques couvrant tout le territoire de la Confédération. De telles observations ne sont pas nouvelles dans notre pays. En effet, de nombreux chercheurs appartenant à différentes branches scientifiques avaient déjà procédé à des relevés semblables. Nous signalerons, entre autres, les travaux de **ENGLER** (1905, 1911), **BIDER** (1953), **DÄNIKER** (1947) et **GENSLER** (1946). Il ne s'agit cependant toujours que d'une seule plante ou d'un seul lieu, voire d'une seule plante en un seul lieu. Afin de pouvoir satisfaire au but que nous nous proposons, à savoir suivre l'évolution de la végétation dans tout le pays, ces premiers relevés étaient insuffisants. Il était indispensable d'unifier les phases observées, les méthodes de travail et de centraliser les données obtenues. Actuellement, nous possédons des relevés assez homogènes s'étendant sur cinq ans d'observations.

Mais avant de procéder au dépouillement général de ces nombreuses données, il nous a paru indispensable d'entreprendre une recherche préliminaire se restreignant à une partie de la Suisse et à un petit nombre de phases observées.

Cette recherche préliminaire est appelée à élucider certains points particuliers. Il s'agissait d'examiner quels sont les éléments météorologiques déterminant le développement des plantes et si l'on peut restreindre l'étude des relations de cause à effet à un seul ou au plus à deux éléments du climat. Mais il importait avant tout de voir dans quelle mesure les relevés d'une station météorologique pouvaient être étendus à une courbe de niveau ou extrapolés pour d'autres altitudes. En effet, dans un pays coupé comme le nôtre, il est indispensable de savoir si, moyennant certaines modifications, les données d'une station située au fond d'une vallée peuvent être utilisées à des niveaux supérieurs de la même vallée. Il fallait enfin voir si des relevés phénologiques lacunaires suffisaient pour compléter l'image rendue par un réseau peu dense de postes dont les données seraient complètes.

La présente étude s'efforce de répondre, au moyen d'exemples, à ces diverses questions.

## CHAPITRE PREMIER

### Le canton de Neuchâtel

La répartition des postes d'observations phénologiques étant très irrégulière en Suisse, du fait que ceux qui les desservent ne sont pas rétribués, il était impossible de choisir au hasard un secteur limité en vue de cette étude. Bien que Neuchâtelois d'origine, ce ne sont donc pas uniquement des affinités personnelles qui nous ont conduit à jeter notre dévolu sur le canton de Neuchâtel, mais bien le jeu de cette répartition

et celui de la densité et de l'emplacement des stations<sup>1</sup> d'observations climatologiques et pluviométriques.

En effet, nous trouvons sur le territoire du dit canton dix-sept postes<sup>1</sup> d'observations phénologiques répartis de façon homogène le long du lac, dans le Val-de-Travers<sup>2</sup>, dans le Val-de-Ruz et jusqu'aux Ponts-de-Martel. Les vallées de La Brévine et de La Chaux-de-Fonds en sont malheureusement dépourvues totalement. Pour cette étude, nous avons adjoint à ces dix-sept postes celui de Sainte-Croix, bien que situé sur territoire vaudois. Il complétait cependant de façon très heureuse la série du Val-de-Travers et nous apporte des renseignements sur les lieux élevés de la première chaîne jurassienne (fig. 1).

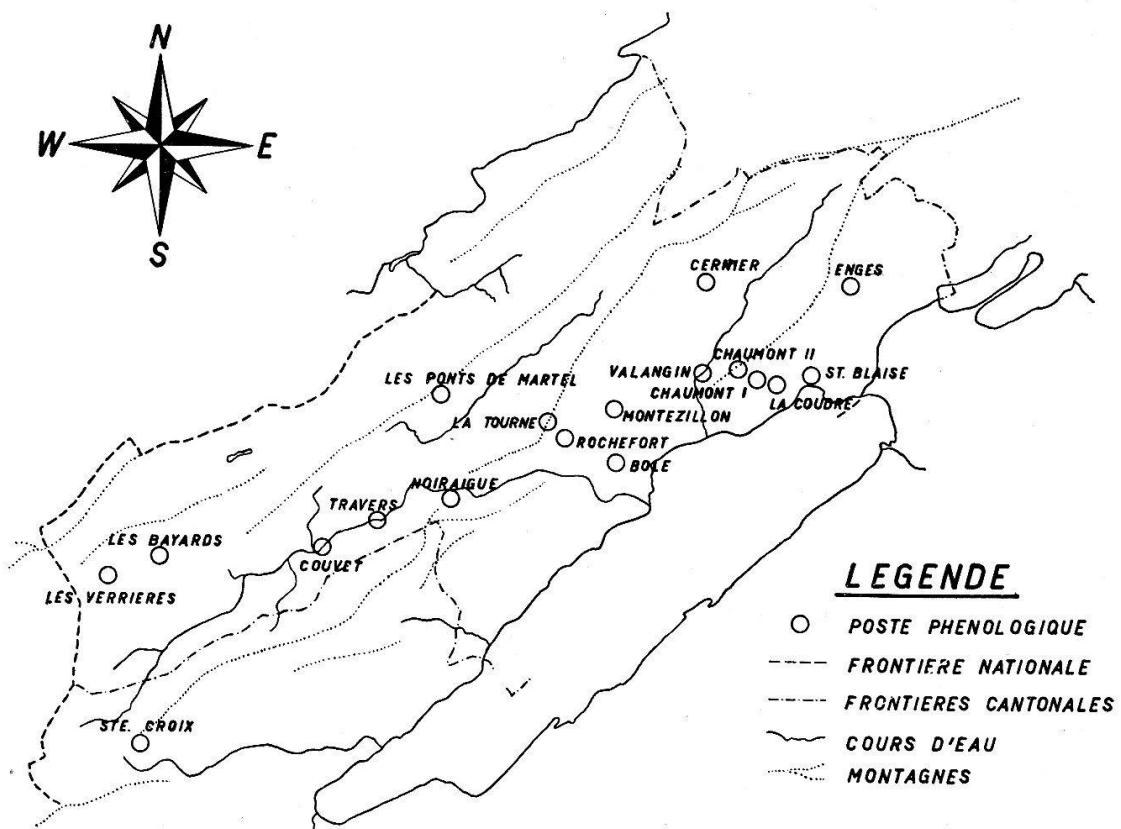


Fig. 1. Postes phénologiques du canton de Neuchâtel.

Du point de vue des observations climatologiques, le canton de Neuchâtel est également richement pourvu. En effet, cinq stations s'étagent des bords du lac jusqu'à 1141 m d'altitude. Ce sont : Neuchâtel, Cernier, La Chaux-de-Fonds, La Brévine et Chaumont. Pour les raisons mentionnées plus haut (manque d'observations phénologiques), nous n'avons pas cru judicieux de prendre en considération les données de La Chaux-de-Fonds (cette station se trouve dans une vallée typiquement jurassienne et les instruments y sont, de plus, situés en pleine ville),

<sup>1</sup> Dans cette étude, « station » signifie station d'observations climatologiques respectivement pluviométriques, et « poste » est l'abréviation de poste d'observations phénologiques.

<sup>2</sup> Pour les noms géographiques, consulter la figure 2.

ni celles de La Brévine, située trop loin des Ponts-de-Martel et dans une vallée par trop dissemblable. Nous les avons remplacées par celles du Chasseron, station située au voisinage de la frontière cantonale et proche de Sainte-Croix. Nous avons ainsi retenu quatre stations climatologiques échelonnées en altitude de 487 à 1589 m et représentant de façon presque idéale les divers climats sous lesquels se développent les plantes que nous considérerons plus loin.

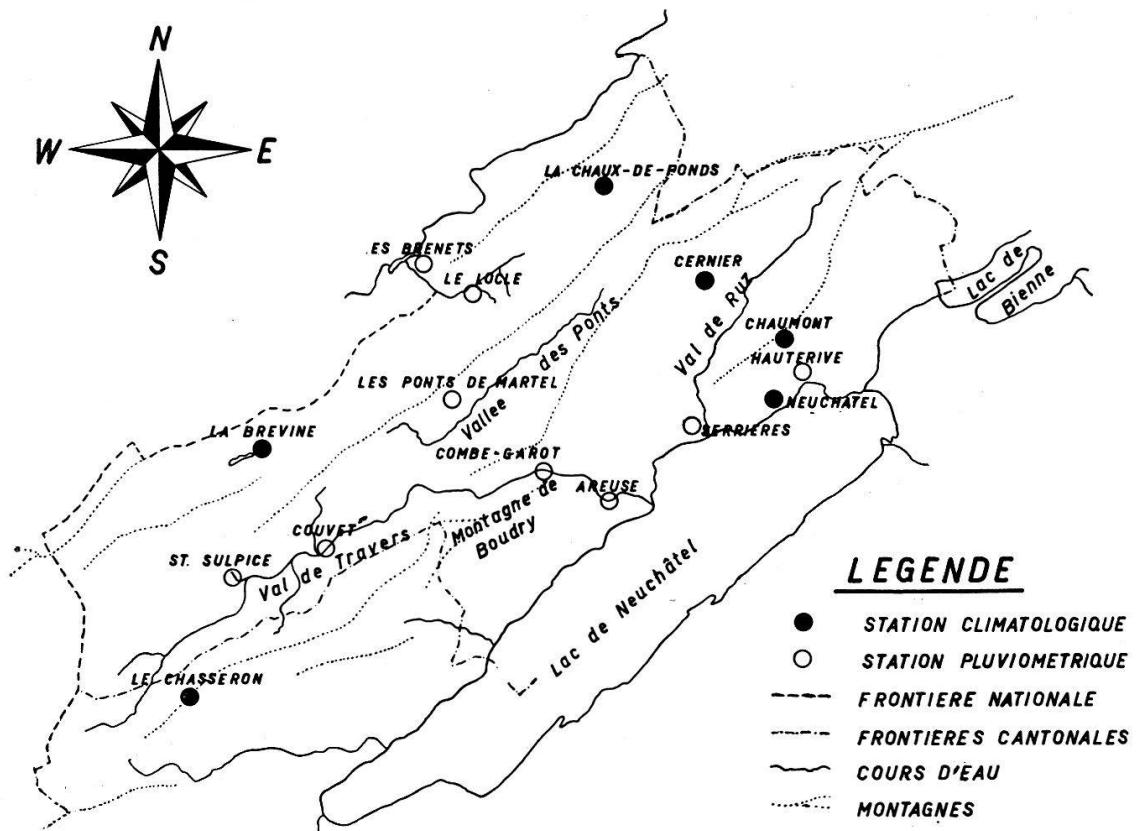


Fig. 2. Stations climatologiques et pluviométriques du canton de Neuchâtel.

Seul le climat du Val-de-Travers est encore mal défini, du moins en ce qui concerne le fond de la vallée, car nous n'y trouvons que trois stations pluviométriques, mais pas de station climatologique possédant des données suffisantes. Il en existe bien une à Couvet, mais elle ne fut mise en service qu'à fin 1953.

Du point de vue des relevés pluviométriques, le canton de Neuchâtel est également l'un des mieux desservis de tout le pays. Outre les cinq stations climatologiques déjà mentionnées et qui mesurent entre autres cet élément, nous trouvons encore neuf stations qui ne mesurent que les précipitations. Ce sont : Areuse, Les Brenets, Combe-Garot, Couvet, Hauteville, Le Locle, Les Ponts-de-Martel, Serrières et Saint-Sulpice (fig. 2).

De ces indications, on se rend compte que le canton de Neuchâtel, ou tout au moins la partie de ce dernier située entre le lac et la troisième chaîne jurassienne, se prêtait de façon parfaite à l'étude que nous désirions entreprendre. De toute la Suisse, c'est cette région qui laissait espérer le plus de succès, tant par la répartition des postes d'observations

phénologiques que des stations météorologiques. Nous disposons en outre de situations très diverses, soit sur le flanc des montagnes, soit dans des vallées, et pouvons ainsi acquérir l'expérience indispensable à une étude plus générale des problèmes soulevés par la mise en valeur d'observations phénologiques effectuées à l'échelon national.

Comme nous l'avons dit plus haut, les observations phénologiques systématiques ont débuté en 1951. Nous ne disposons donc que de quatre années complètes pour notre étude préliminaire. Si un tel nombre d'années est insuffisant pour une étude statistique, il nous paraît par contre satisfaisant pour le but que nous nous proposons.

## CHAPITRE II

### Influence possible des divers éléments météorologiques

Avant de prendre en considération les observations phénologiques elles-mêmes, voyons l'influence que pourraient théoriquement avoir les éléments météorologiques sur la croissance et le développement des plantes.

Dans l'Histoire de la météorologie agricole, on a souvent considéré que la plante, qu'elle soit sauvage ou cultivée, donne, par l'apparition des phases successives de son développement, la somme des influences reçues des différents éléments du climat. Ces éléments sont éminemment variables et n'agissent isolément sur l'organisme végétal que dans certains cas probablement assez rares. Nous pensons cependant que ce que nous constatons dans la nature est l'action conjuguée de ces divers éléments. Pourtant, avant d'en considérer la synthèse, voyons ce que chacun d'eux apporte à la plante.

Dans le climat tempéré qui nous occupe, les *précipitations* sont suffisamment abondantes pour qu'elles ne représentent que rarement un facteur minimum dans le développement des plantes. D'autre part, comme nous nous arrêterons à l'examen de phases végétatives n'apparaissant qu'au printemps, la réserve en eau du sol peut être considérée chaque année comme suffisante à cette saison, par suite de l'apport supplémentaire résultant de la fonte des neiges. Ainsi, même si le printemps devait être très sec, le facteur *précipitations* ne saurait jouer un rôle retardateur important. Il serait cependant faux de considérer la somme totale des *précipitations* mesurées comme étant disponible pour la plante. Nous nous arrêterons en effet surtout à l'examen de phases végétatives de plantes vivant en forêt. GLODSKE et SCHIELRUP PAULSEN (1949) ont démontré par leurs recherches qu'une quantité appréciable de pluie était chaque fois retenue dans la couronne des arbres au début d'une période de *précipitations*. Cette eau, qui peut atteindre 2 à 4 mm, s'évapore sur place et ne sert donc pas à l'absorption radiculaire. Tout au plus contribue-t-elle à augmenter l'humidité de l'air et, partant, à diminuer la transpiration des végétaux. Comme ceci se passe assez haut au-dessus du

sol, cette influence ne se fera sentir que chez les plantes arborescentes. D'autre part, la plus grande partie de l'eau de pluie s'écoule en surface ou en profondeur et ne reste pas disponible pour la plante.

*L'humidité* de l'air, en revanche, du fait de ses fortes variations, active ou réduit la transpiration de tous les organes visibles ou invisibles des plantes, entraînant une plus ou moins rapide circulation des sucs. Il serait donc intéressant de pouvoir prendre en considération ce facteur météorologique et de suivre son évolution parallèlement à celle des organismes végétaux. Cependant, les instruments actuels ne permettent pas une mesure simple et exacte de cet élément. Des études très poussées, faites tant en Suisse qu'à l'étranger, ont démontré qu'il est impossible, en partant des renseignements recueillis en un point, d'extrapoler ces valeurs pour de grandes surfaces. L'humidité est en effet soumise à des fluctuations très sensibles par la proximité d'étendues d'eau (dans notre cas, le lac de Neuchâtel) ou de grands mas forestiers. C'est donc à regret que nous nous voyons contraint d'abandonner l'étude de ce facteur, bien que nous soyons conscient de son importance.

Pour ce qui est du *vent*, ses effets propres ne sont pas importants pour les plantes que nous considérerons plus loin, du moins pas pour l'apparition des phases envisagées. L'apport de chaud ou de froid qu'il peut entraîner se reflète dans les courbes thermométriques, et les fluctuations de l'humidité sont, comme nous l'avons vu ci-dessus, très variables d'un endroit à l'autre. Il peut tout au plus avoir une influence sur la transpiration. Le vent peut donc être considéré comme un facteur secondaire n'ayant pas d'action déterminante dans le cas qui nous occupe.

Le facteur météorologique le plus important est, sans conteste, la *température*. Cet élément est, de tous, celui qui influence de façon primaire le développement de la plante.

Il est cependant très difficile de définir cette influence de façon stricte. En effet, les relevés de nos stations d'observations climatologiques donnent un aperçu succinct de l'évolution thermique journalière, mais cela dans des abris, c'est-à-dire hors de l'atteinte des rayons solaires. Les relevés ne s'y faisant que trois fois en vingt-quatre heures, on n'obtient pas la courbe diurne complète. Il s'agira donc d'examiner les indications de température sous divers aspects, afin de pouvoir les mettre en rapport avec le développement observé des plantes.

Dans une étude précédente (PRIMAUT 1953), nous avions défini de façon empirique le début de la période de végétation comme étant la date à laquelle le seuil de 5° était franchi par la moyenne journalière, à condition que cette température limite soit dépassée pendant trois jours consécutifs au moins. Nous avions choisi le seuil de 5° en nous basant sur diverses études physiologiques. Mais si une telle définition pouvait suffire pour l'examen du développement de la section des arbres, elle ne donne plus satisfaction quand il s'agit de phases précises et surtout si l'apparition en est très brusque. En effet, l'examen des moyennes journalières de température nous montre des retours successifs de froid au cours du printemps, si bien que le seuil que nous pourrions considérer (5° ou autres) serait franchi maintes fois durant cette saison (cf. fig. 3).

Même si nous considérons les moyennes de température d'une période prolongée, le début de cette période ne peut être fixé à la seule considération du franchissement d'un seuil, car nous risquerions ou de conférer à l'une de ces dates trop de poids (par exemple la première) ou, au contraire, de la laisser complètement échapper.

Pour obtenir une valeur répondant approximativement à l'énergie reçue par la plante, d'autres auteurs, en particulier BIDER et MEYER (1946), se servent de la *somme des températures*. Partant d'une date déterminée et ne considérant que les valeurs dépassant un certain seuil, ils les ajoutent l'une à l'autre pour obtenir une courbe ascendante de pente variable qui leur donne l'effet perçu par l'organisme végétal. Cette méthode est très attrayante et d'une grande simplicité. Elle nécessite bien de nombreux calculs, mais ceux-ci, vu leur facilité, sont rapidement effectués. C'est la raison pour laquelle nous nous y arrêterons plus longuement et en examinerons divers aspects.

Bien que nous ayons montré dans un mémoire récent (PRIMAULT 1955 a) l'importance des variations de *pression atmosphérique* dans le développement des maladies à virus et qu'on puisse se demander si ces variations n'ont pas, elles aussi, une importance capitale dans la croissance des plantes, nous ne pensons pas que l'apport de ce nouveau facteur serait d'un grand secours dans le cas qui nous occupe. En effet, les variations de pression agissent, pensons-nous, avant tout sur la capacité de résistance des êtres hautement organisés aux attaques extérieures. Nous ne croyons pas que, durant les années considérées, des maladies se soient déclarées, maladies qui eussent pu entraîner un retard sensible dans l'apparition des phases observées. Bien que BORTELS (1951) ait prouvé l'importance capitale qu'avait ce facteur météorologique dans le développement des champignons, rien ne nous laisse présager qu'il en soit de même pour les organismes végétaux hautement différenciés.

Un dernier facteur, enfin, dont l'action directe est encore mal connue, est la *durée d'insolation*. On peut très bien admettre que cet élément prenne, dans certaines conditions, une importance capitale et cela non seulement pour la végétation buissonnante ou arborescente, mais, et plus encore, pour la végétation herbacée. Comme divers essais en ont témoigné, entre autres WATERHOUSE (1955) et PRIMAULT (1955 b), les températures mesurées au voisinage du sol diffèrent fort de celles que l'on enregistre sous abri. Ces différences sont en outre d'autant plus grandes que l'insolation est plus intense et plus prolongée. NICOLET (1949) rapporte dans son mémoire que la température au-dessus d'une surface gazonnée réagit avec un certain retard par rapport au début de l'insolation. Il propose en outre de mesurer non seulement l'insolation, mais la *radiation globale*. Nous nous rapprocherions alors fort des travaux de GESLIN (1944, 1952) et de GODARD (1954). Cependant, comme nous ne possédons pas de mesures de radiation globale dans la région qui nous intéresse, nous ne pouvons pas considérer ce facteur, bien que son étude semble devoir présenter une solution au problème posé. Nous aurions pu tourner la difficulté en nous servant des coefficients de correction proposés par THAMS et ZENONE (1952). Pourtant, les différences

de situations géographiques et surtout de climat sont beaucoup trop grandes entre Locarno et Neuchâtel pour qu'une simple transposition de ces chiffres ose se justifier.

Sur la base de ce que nous venons d'énoncer, nous pensons pouvoir réduire l'étude climatologique à quatre éléments, à savoir : les précipitations, la température, la somme des températures et la durée d'insolation. De ces quatre éléments, ce sera surtout le troisième qui retiendra notre attention pour les raisons qui découleront du chapitre suivant.

### CHAPITRE III

## L'évolution du temps au printemps des années 1951-1954

Nous verrons plus loin que les phases végétatives retenues pour cette étude préliminaire apparaissent toutes au printemps ou plus exactement avant la fin juin. Nous nous sommes donc arrêté à l'étude des quatre facteurs météorologiques énoncés plus haut durant le premier semestre de chaque année. Une étude ainsi restreinte ne pourra, sans doute, donner réponse à tous les problèmes que pose le développement des plantes. Cependant, il a été établi antérieurement (BIDER 1946 et PRIMAUT 1953 entre autres) que l'automne précédent la période de végétation considérée avait surtout une influence sur le développement quantitatif des végétaux et que le temps actuel (c'est-à-dire du printemps considéré) avait un effet prédominant sur la rapidité de ce développement. Comme, en phénologie, on ne s'occupe pas de l'abondance d'un phénomène, mais exclusivement de sa date d'apparition, l'examen du seul printemps de chaque année nous a paru justifié.

### A. Les précipitations

Comme nous l'avons vu plus haut (cf. chap. I<sup>er</sup>), nous n'avons considéré que quatre stations climatologiques pour cette étude. Si, par la suite, une plus grande précision de données s'avérait nécessaire, nous pourrions utiliser, suivant les besoins, les relevés de stations pluviométriques proches de nos postes phénologiques.

La station du Chasseron n'ayant été créée qu'en 1946, nous ne disposons pas de moyennes longues. Cependant, vu l'homogénéité des autres stations, rien ne nous laisse à penser que de grandes différences se fassent jour entre elles et cet observatoire.

Nous avons consigné au tableau 1 les sommes mensuelles de précipitations recueillies durant le premier semestre des années 1951 à 1954 et les avons mises en rapport avec la « normale », c'est-à-dire la moyenne correspondante de 1901 à 1940.

Ce tableau nous montre que, à part 1951, les quatre années considérées furent plus sèches que la normale. La somme des précipitations décroît en effet de façon continue, quoique irrégulière, de 1951 à 1954.

TABLEAU 1. *Précipitations en millimètres*

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
<i>Neuchâtel</i>						
Normale <sup>1</sup> .	70	66	75	73	83	100
1951 . . . .	89	114	78	52	71	118
1952 . . . .	124	59	95	53	47	62
1953 . . . .	17	75	3	45	69	148
1954 . . . .	68	76	43	70	32	39
<i>Cernier</i>						
Normale <sup>1</sup> .	106	86	97	98	103	112
1951 . . . .	127	109	129	54	81	142
1952 . . . .	172	70	157	60	69	61
1953 . . . .	18	64	12	66	94	224
1954 . . . .	91	77	63	99	52	45
<i>Chaumont</i>						
Normale <sup>1</sup> .	75	71	84	86	97	117
1951 . . . .	112	123	116	65	87	144
1952 . . . .	137	109	106	72	50	69
1953 . . . .	16	73	4	63	121	188
1954 . . . .	89	84	71	89	54	56
<i>Le Chasseron</i>						
Normale <sup>1</sup> .	—	—	—	—	—	—
1951 . . . .	109	104	105	91	173	230
1952 . . . .	133	57	147	64	86	102
1953 . . . .	24	52	11	76	161	339
1954 . . . .	93	51	35	103	93	89

<sup>1</sup> Normale = moyenne 1901-1940.

L'examen des sommes mensuelles montre pourtant une particularité, c'est que les mois d'avril et de mai furent chaque année plus secs que la normale. La réserve en eau du sol fut donc constituée avant tout durant le premier trimestre. Bien que, comme nous le disions plus haut, nous ne pensions pas qu'un manque d'eau puisse être un facteur retardateur dans l'apparition des phases végétatives considérées, une sécheresse persistante et prononcée, telle que celle de 1953 — où, à part février qui est voisin de la normale, tous les mois sont secs, voire très secs (mars seulement 4-12% de la moyenne) — peut avoir des répercussions sensibles sur les organismes végétaux. La plante ainsi touchée dans son alimentation et, partant, dans l'entretien de ses organes vitaux en éprouvera une affection générale dont les conséquences peuvent se faire sentir nombre d'années après que la cause en a cessé (cf. PRIMAULT et KUHN 1954, p. 259 et 260).

## B. La température

Nous donnons pour débuter, comme pour les précipitations, les moyennes mensuelles de température du premier semestre de chaque année et les mettons en regard de la normale (tableau 2). Il ne nous est malheureusement pas possible d'indiquer la normale ni pour le Chasseron — la station étant de création trop récente — ni pour Cernier, les relevés ayant été interrompus durant nombre d'années de la période de base (1901-1940).

Nous voyons d'emblée que les moyennes thermiques mensuelles furent très différentes d'un mois à l'autre et qu'aucune des années considérées ne fut supérieure à la moyenne durant tout le premier semestre. 1954, par contre, fut à Neuchâtel toujours au-dessous de la normale. D'une manière générale, on peut pourtant dire que la période considérée fut trop froide en janvier et février, et trop chaude en mars, avril, mai et juin. Cette répartition est spécialement visible en 1952 et, à part juin, en 1953 également.

La diminution progressive des températures moyennes de Neuchâtel au Chasseron est normale, car si l'on considère un gradient thermique de  $0^{\circ},65$  par 100 m, on obtient l'étagement suivant (tableau 3).

Si le gradient thermique était rigoureusement constant, on devrait constater au tableau 2 des différences de  $2^{\circ},03$  entre Neuchâtel et Cernier ; de  $4^{\circ},25$  entre Neuchâtel et Chaumont et de  $7^{\circ},16$  entre Neuchâtel et le Chasseron. Comme ce n'est pas le cas, force nous est de constater qu'une extrapolation des moyennes mensuelles sur la seule base du gradient thermique n'est pas possible. Nous verrons plus loin les conséquences pratiques de cette constatation.

Nous avons vu au chapitre II que la température était vraisemblablement l'élément météorologique principal agissant sur le développement des plantes. Le seul examen des moyennes mensuelles est, par conséquent, insuffisant pour calculer la date d'apparition d'une phase déterminée. Pour serrer le problème de plus près, nous avons reporté,

TABLEAU 2. *Températures mensuelles*

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
<i>Neuchâtel</i>						
Normale . . .	0,2	1,0	4,5	8,4	13,3	16,5
1951 . . . .	1,4	2,4	4,0	8,9	12,5	15,9
1952 . . . .	-0,4	0,0	5,8	10,9	14,8	18,8
1953 . . . .	-2,0	-0,5	6,1	9,9	15,0	15,1
1954 . . . .	-2,4	-2,6	2,5	5,1	12,8	17,6
<i>Cernier</i>						
Normale . . .	—	—	—	—	—	—
1951 . . . .	-0,7	0,3	1,4	6,8	10,4	14,0
1952 . . . .	-2,3	-2,9	3,4	8,3	13,2	16,9
1953 . . . .	-4,7	-2,2	3,0	8,4	13,3	13,8
1954 . . . .	-3,9	-2,4	4,1	4,9	10,3	15,5
<i>Chaumont</i>						
Normale . . .	-2,0	-1,7	-1,1	4,1	9,0	11,9
1951 . . . .	-1,3	-1,3	-0,8	4,1	7,9	11,6
1952 . . . .	-3,4	-3,2	2,4	6,9	10,2	14,1
1953 . . . .	-4,6	-3,2	2,6	5,9	11,3	11,2
1954 . . . .	-5,3	-3,6	2,5	2,9	8,2	12,7
<i>Chasseron</i>						
Normale . . .	—	—	—	—	—	—
1951 . . . .	-2,8	-4,2	-3,3	0,6	4,0	7,9
1952 . . . .	-5,6	-5,4	-0,3	3,4	6,1	10,3
1953 . . . .	-5,2	-4,9	0,3	2,2	7,0	6,8
1954 . . . .	-7,3	-4,8	-0,6	-1,1	4,1	8,3

TABLEAU 3. *Differences d'altitude et de température*

Station	Altitude m	Differences d'altitude m	Differences thermiques °C	Exemple d'étagement thermique °C
Neuchâtel . .	487	313	2,03	10,00
Cernier . . .	800	341	2,22	7,97
Chaumont . .	1141	448	2,91	5,75
Le Chasseron .	1589			2,84

à titre d'exemple, à la figure 3, l'évolution de la température journalière d'une station durant les quatre ans considérés.

Les courbes de cette figure (et il en serait de même pour chacune des autres stations) sont trop tourmentées pour que nous puissions en tirer une indication précise et surtout univoque du franchissement d'un seuil qui serait le « zéro de végétation » de la plante en question. Dès cette date, le processus de vie déclenché, le végétal se développerait indépendamment des influences extérieures et plus spécialement de la température ambiante.

Nous pourrions substituer à l'examen des moyennes journalières celui des moyennes de cinq jours (pentades) [fig. 4]. Ceci nous amène bien à des

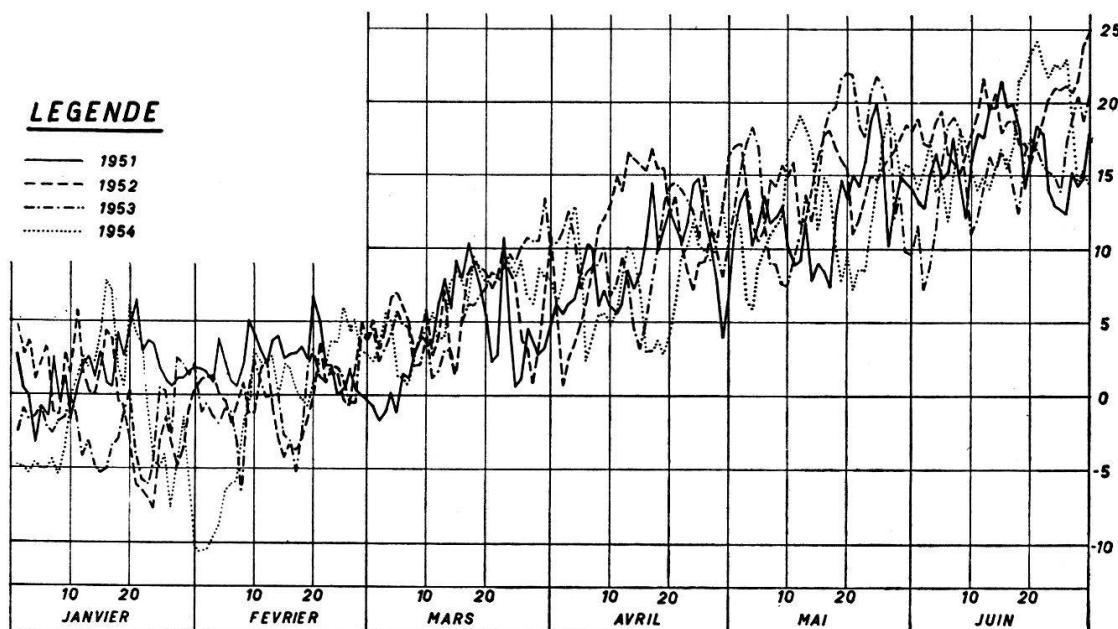


Fig. 3. Evolution de la température journalière à Neuchâtel.

courbes beaucoup moins tourmentées que dans le cas précédent, mais ne saurait non plus nous satisfaire parfaitement, car certaines poussées thermiques très prononcées, et surtout fréquentes au printemps, disparaissent partiellement ou totalement par le calcul des pentades. Ces poussées thermiques revêtent cependant une importance capitale dans le développement végétal ; cette seconde méthode est donc à rejeter elle aussi.

Pour parer à ces divers inconvénients, GENSLER (1946) s'était basé uniquement sur les moyennes mensuelles. Il reportait graphiquement les moyennes longues et déterminait ainsi la date à laquelle la courbe obtenue franchissait un seuil déterminé d'avance ( $5^\circ$ ). Comme nous travaillons non pas sur des moyennes longues, mais bien au contraire sur

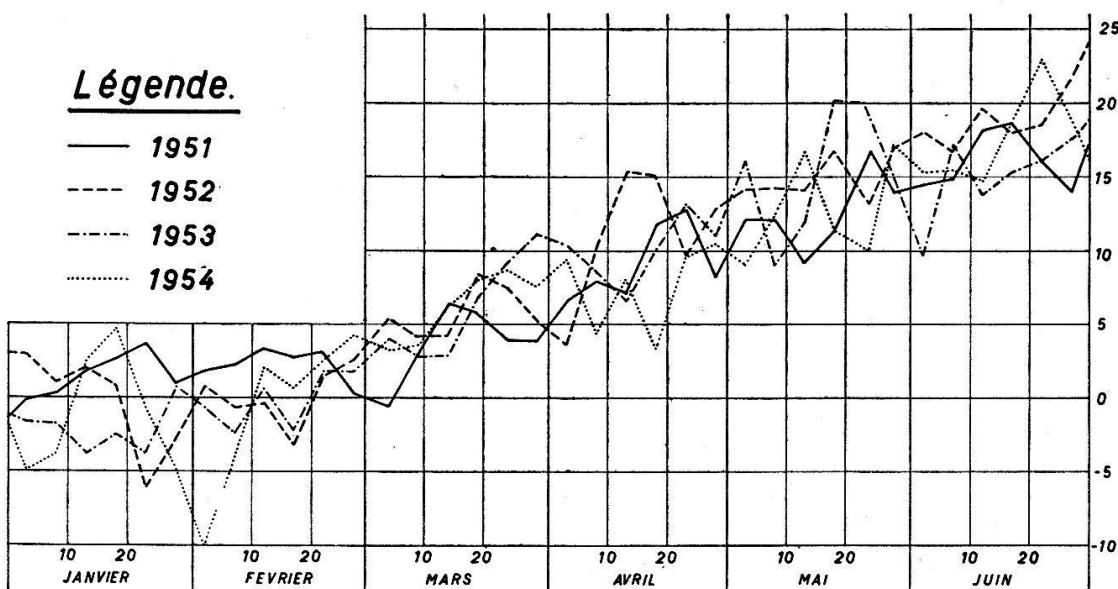


Fig. 4. Neuchâtel, moyennes de cinq jours.

des dates précises et variant d'une année à l'autre, la méthode générale préconisée par GENSLER ne peut nous satisfaire. Aussi avons-nous cherché à la modifier en introduisant les moyennes mensuelles de chacune des années considérées (fig. 5).

Ce genre de représentation, bien que clair et simple, ne peut donner satisfaction dans le cas qui nous occupe, car plus encore que la méthode des pentades, il laisse de côté toutes les fluctuations thermiques dont nous soupçonnons l'importance prépondérante.

### C. Les sommes de température

Pour chercher à parer aux inconvénients rencontrés plus haut et reproduire graphiquement l'énergie<sup>1</sup> reçue par la plante en utilisant un procédé simple et clair, nous nous sommes attaché à l'examen des

<sup>1</sup> En parlant ici d'énergie, nous ne pensons pas à la grandeur utilisée en physique, mais à un complexe de facteurs extérieurs agissant simultanément sur la plante. Il s'agit donc d'un simple point de comparaison.

Légende.

- *Neuchâtel, moyenne 1901-40*
- *Neuchâtel*
- +—+ *Le Chasseron*
- 1951
- - - 1952
- - - 1953
- ... 1954

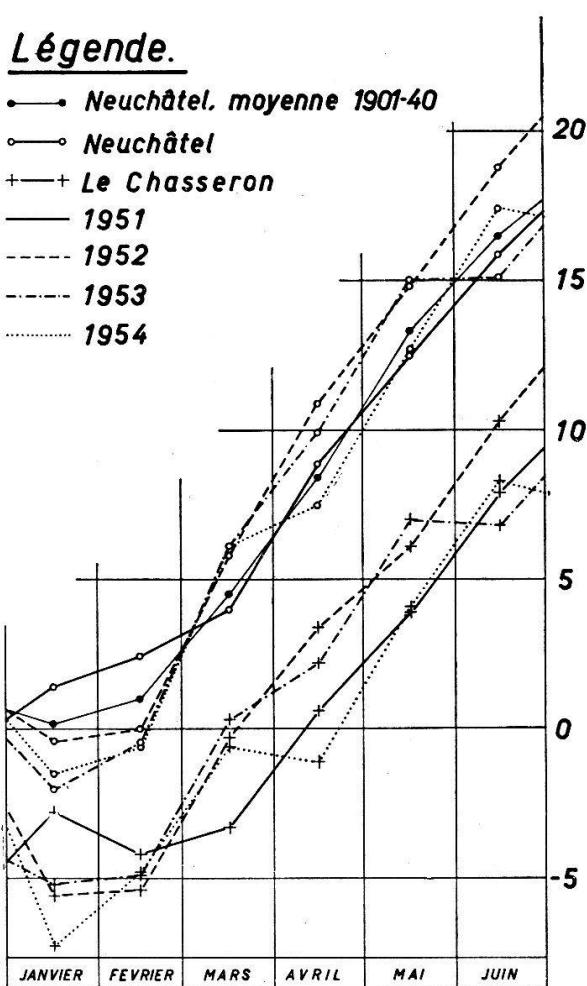


Fig. 5. Neuchâtel et le Chasseron, moyennes mensuelles.

sommes de températures. Nous les avons calculées pour les stations de Neuchâtel, de Cernier, de Chaumont et du Chasseron, partant tout d'abord de  $0^{\circ}$  et du 1<sup>er</sup> janvier (fig. 6). On est frappé de la similitude qui existe entre les courbes correspondantes de ces quatre stations. Comme on pouvait s'y attendre, la courbe n'est pas régulière, mais présente de nombreux paliers correspondant aux retours de froid du printemps. Ces paliers sont séparés par des tronçons de pentes plus ou moins rapides représentant soit des invasions d'air chaud, soit des périodes calmes à forte insolation. Ces différents aspects des courbes se produisent, pour une même année, aux mêmes dates dans les quatre stations. On constate cependant que plus on s'élève et plus les inflexions de la courbe sont prononcées.

Pour illustrer cette constatation, examinons plus en détail les courbes de 1953 (fig. 7). On y remarque par exemple que l'inflexion du 15 avril (peu marquée pour Neuchâtel et pour Cernier) correspond à un palier déjà prononcé à Chaumont et à un fragment horizontal de la courbe du Chasseron. Ce fragment horizontal correspond à une période de température inférieure à  $0^{\circ}$ . La même constatation peut se faire le 10 mai et dans les premiers jours de juin.

Légende

- *Neuchâtel*
- △—△—△—△—△— *Cernier*
- *Chaumont*
- *Le Chasseron*
- 1951
- - - 1952
- - - - 1953
- ..... 1954

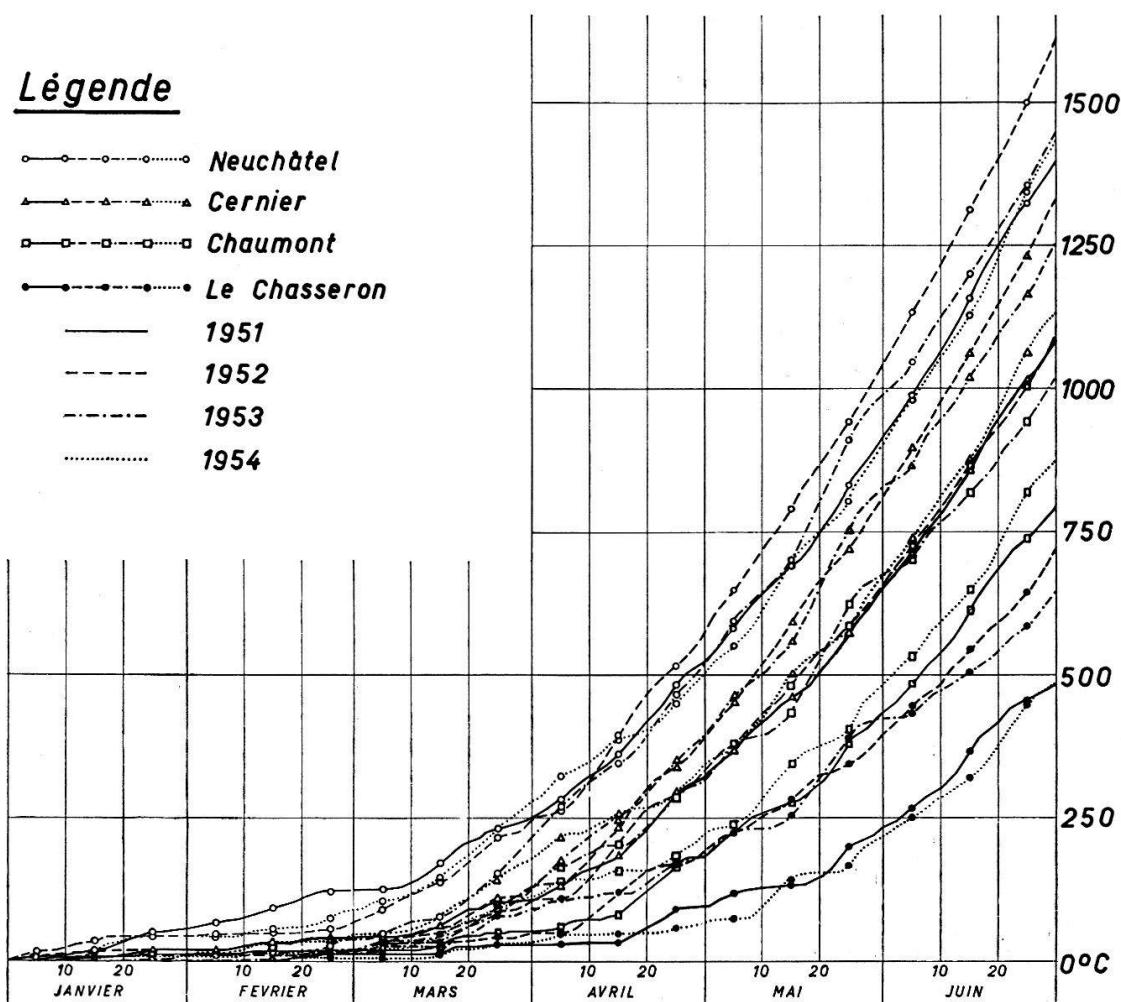


Fig. 6. Sommes des températures en partant de 0°.

Si l'on reprend les différences de températures qui doivent séparer nos stations (gradient normal de 0°,65 par 100 m) [cf. tableau 3], on voit que la température devrait être de 7° plus basse au Chasseron qu'à Neuchâtel, les deux autres stations se situant respectivement à 2° pour Cernier et 4 pour Chaumont. Il nous a paru vraisemblable que les courbes des sommes des températures puissent être déterminées sur la base d'une seule station en partant non plus de 0°, mais d'un seuil supérieur, correspondant à la différence thermique due à l'écart d'altitude. Pour ce faire, nous avons calculé, pour Neuchâtel et 1953, les sommes de températures en partant de 3, 5 et 7° (fig. 8). Si nous n'avons pas considéré, comme le voudrait l'étagement du tableau 3, les seuils de 2 et 4°, c'est que ces seuils ne sont pris nulle part en considération dans la littérature connue. Ceux de 3, respectivement de 5°, y sont, par contre, fréquemment utilisés. Nous obtenons par cette méthode une nouvelle série de courbes très semblables à celle de la figure 7, quoique pas tout à fait identiques. Le décalage entre les courbes de 0 et de 7° (fig. 8) est plus prononcé qu'entre celles de Neuchâtel et du Chasseron (fig. 7), bien que la différence d'altitude corresponde exactement à un écart thermique

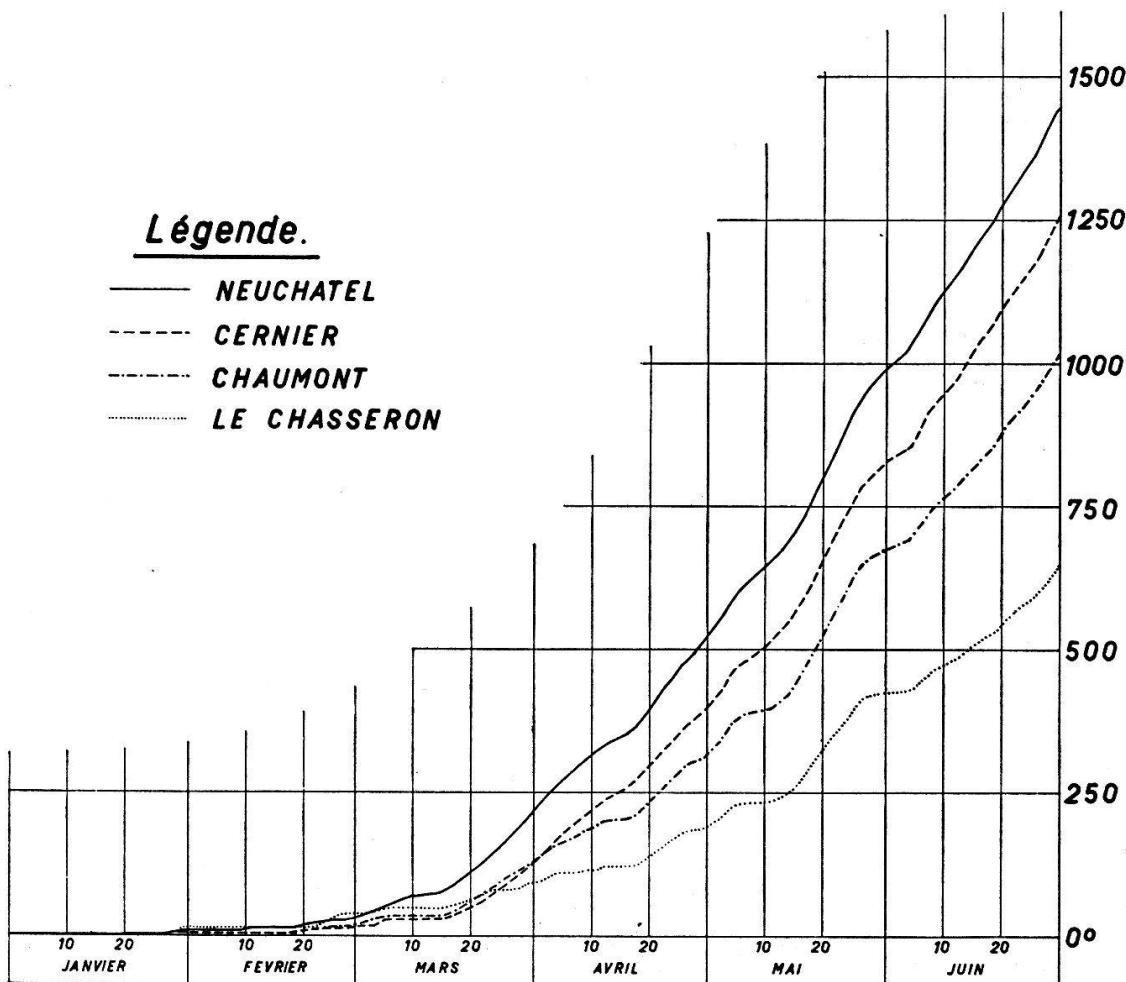


Fig. 7. Sommes des températures de 1953 en partant de 0°.

de 7°. Les deux autres courbes se situent en des espaces intermédiaires, rigoureusement proportionnels aux seuils considérés.

Par cette démonstration, nous avons acquis la certitude que l'étude d'une seule station ne peut donner entière satisfaction.

Dans un pays montagneux comme le nôtre, il aurait été très pratique de pouvoir passer, par simple extrapolation, des relevés d'une station de plaine judicieusement située aux valeurs de lieux plus élevés placés dans des conditions analogues. Cependant, les calculs précédents montrent que l'extrapolation simple est insuffisante, car elle laisse entrevoir des différences plus prononcées qu'elles ne le sont en réalité. Toutefois, en l'absence de stations climatologiques, il sera possible, à l'avenir, d'extrapoler les valeurs de stations isolées pour de vastes régions, en tenant compte, non plus d'un gradient constant de 0°,65 par 100 m, mais d'un gradient variant selon la saison et les stations, et calculé selon l'exemple ci-dessous (tableau 4).

Ce tableau nous montre que le gradient augmente avec la saison et que, d'autre part, il s'étage avec l'altitude. Il serait donc nécessaire, pour satisfaire aux exigences du problème posé, de modifier le seuil de mois en mois et de l'adapter au lieu examiné.

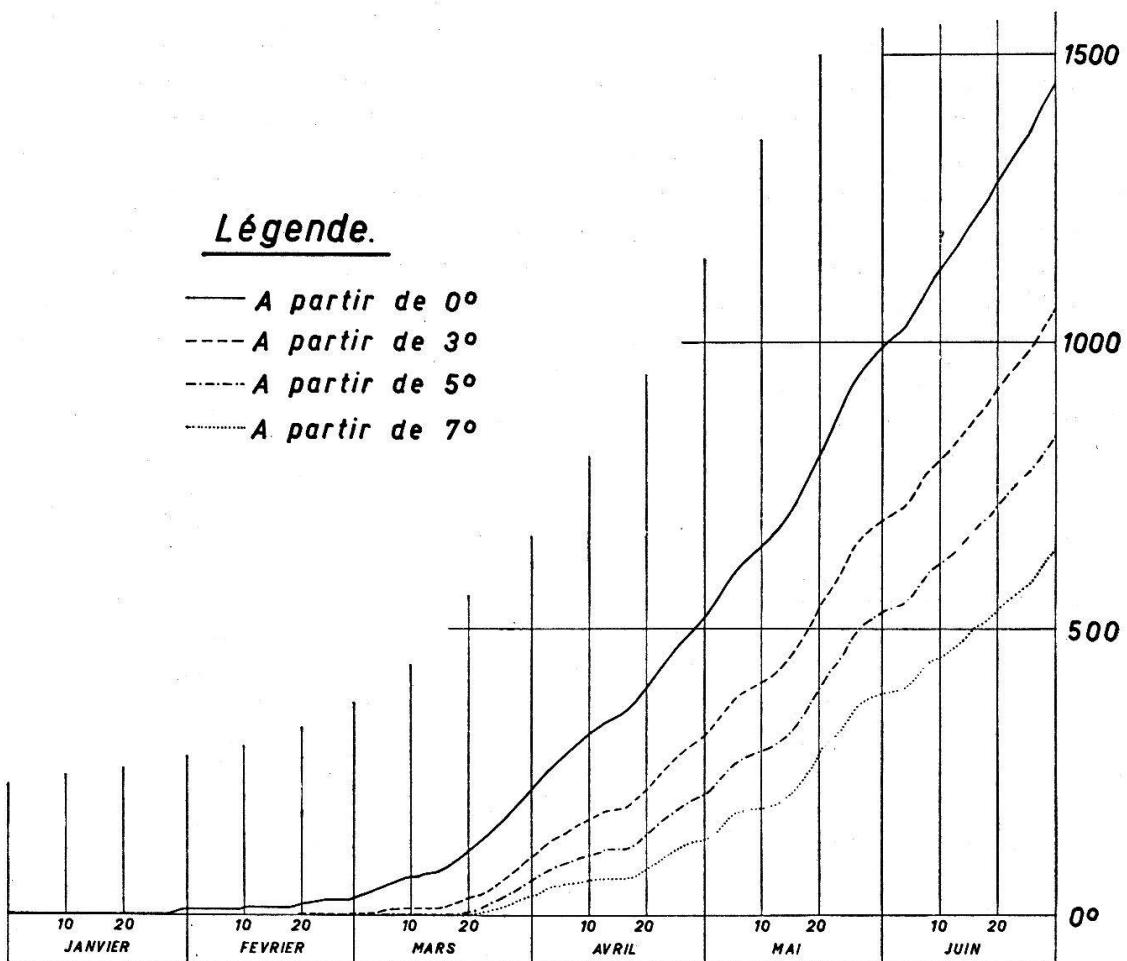


Fig. 8. Sommes des températures en 1953 à Neuchâtel.

Il reste bien entendu que ces opérations ne donnent, même alors, qu'une première approximation et ne tiennent pas compte d'éléments dont l'exposition est l'un des principaux.

TABLEAU 4. *Gradients différenciés*

Mois	Neuchâtel-Cernier	Neuchâtel-Chaumont	Neuchâtel-Chasseron	Neuchâtel-Chaumont
	1951-1954	1951-1954	1951-1954	Normale
Janvier .	0,65	0,43	0,40	0,34
Février .	0,52	0,41	0,42	0,41
Mars . .	0,52	0,45	0,51	0,52
Avril . .	0,51	0,57	0,67	0,66
Mai . .	0,63	0,67	0,77	0,66
Juin . .	0,58	0,68	0,77	0,70

Nous verrons plus loin que les phases phénologiques observées concernent, d'une part, des plantes arborescentes ou buissonnantes et, d'autre part, des plantes herbacées. Par suite de la couverture de neige que l'on rencontre au printemps en montagne, les plantes du second groupe ne peuvent jouir de la température de l'air relevée dans nos abris météorologiques. Il est donc nécessaire de considérer que le point de départ des courbes de sommes de températures ne se situent alors plus le 1<sup>er</sup> janvier, comme nous l'avons fait jusqu'ici, mais à la date à laquelle la neige a disparu (cf. KOBLET 1942). Pour illustrer cette idée, nous avons retenu la station du Chasseron et avons mis en parallèle les sommes de température calculées à partir de 0°, d'une part, dès le 1<sup>er</sup> janvier et, d'autre part, depuis la date où la neige avait disparu (fig. 9).

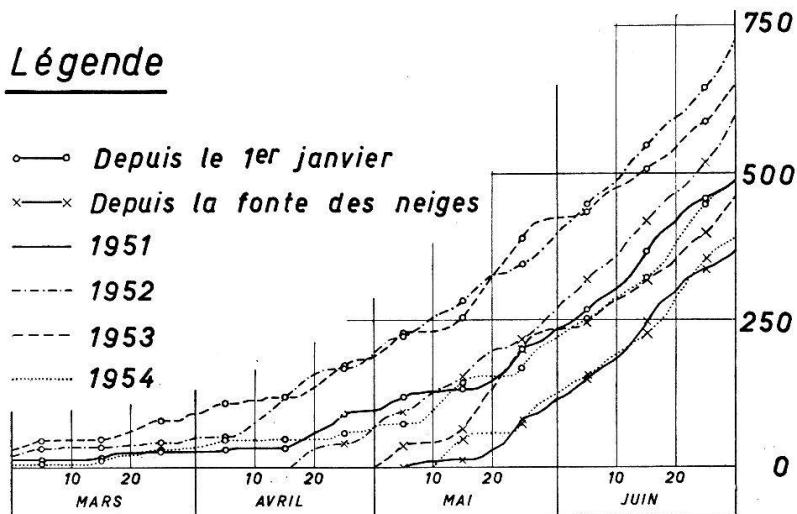


Fig. 9. Somme des températures du Chasseron en partant de 0°.

On remarque alors un décalage très sensible des sommes de température au 30 juin, décalage qui atteint 190° en 1953, soit près du 20% du total. Les valeurs ainsi recueillies ne peuvent cependant être prises en considération que dans le cas de plantes herbacées croissant en forêt. En effet, si elles se trouvent au bord de la sylve, elles sont exposées à un fort rayonnement et à une radiation intense, si bien que les fluctuations journalières de température auxquelles elles seront soumises seront d'autant plus grandes que le ciel sera plus dégagé. Parallèlement, elles devront résister de nuit, au printemps surtout, à des froids pouvant atteindre et même dépasser le point de congélation. L'énergie reçue sera donc très différente de celle que nous avons calculée par le seul moyen des lectures faites sous abris météorologiques. Dans l'examen qui suivra, il sera donc indispensable de prêter une attention toute spéciale à ces faits.

Nous avons vu jusqu'ici comment les courbes des sommes de températures se comportaient avec l'altitude. Pour être complet, voyons maintenant comment se présentent les dates où certaines sommes sont atteintes et cela également en fonction de l'altitude des stations météorologiques.

Nous sommes parti de nouveau de  $0^\circ$ , c'est-à-dire des courbes reproduites à la figure 6. Nous en avons extrait les dates auxquelles certaines sommes avaient été franchies, soit 100, 250, 500 et  $750^\circ$ . Ces dates furent enfin reportées chaque année en fonction de l'altitude (fig. 10).

En considérant cette figure, on est frappé de voir combien les courbes qui en résultent sont voisines de droites pour 250, 500 et  $750^\circ$ . Si on choisit un seuil inférieur à  $250^\circ$  (dans notre cas,  $100^\circ$ ), on ne peut établir à priori de similitude entre les courbes ainsi obtenues et celles correspondant aux sommes supérieures.

Ceci laisse apparaître une difficulté pour la suite. Si nous choisissons des phases très hâties et que l'élément déterminant leur apparition soit la somme des températures, nous risquons, avec nos seules quatre

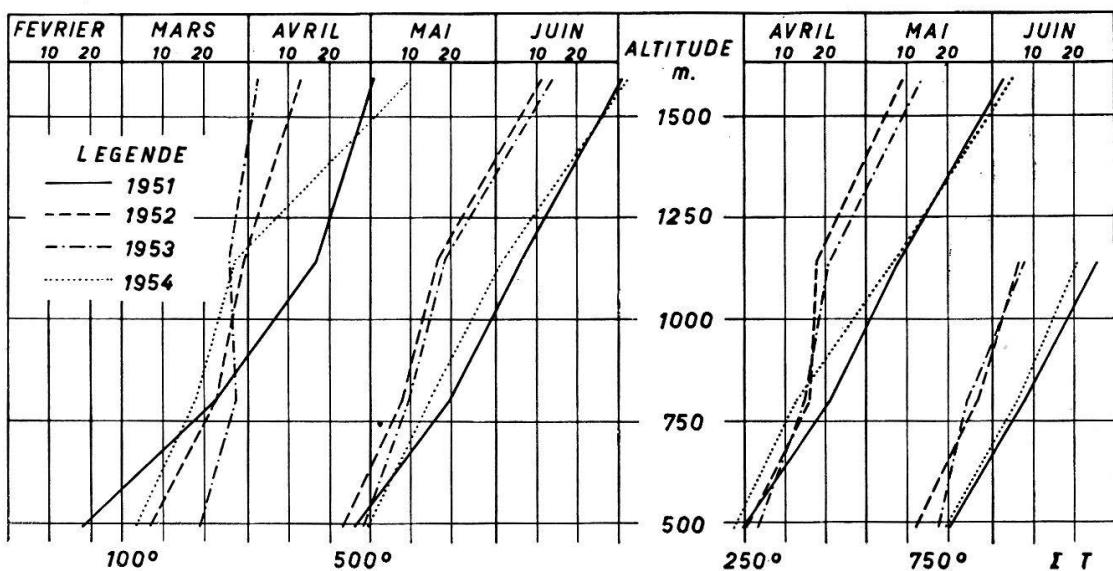


Fig. 10. Sommes des températures en fonction de l'altitude.

stations météorologiques, de ne pouvoir définir le seuil de façon très précise. Par contre, plus la phase étudiée se rapproche de l'été et plus facile sera la détermination de la somme de température critique.

#### D. La durée d'insolation

Il était assez malaisé de trouver une forme utilisable de représentation pour ce facteur météorologique, tant que nous ne savions quelle en serait l'utilisation future. On aurait pu reproduire les chiffres sous forme de tableau, mais ceux-ci sont difficiles à consulter. D'autre part, reporter graphiquement les heures de soleil au jour le jour ne donnait pas non plus de vision claire et directe de ce facteur. Nous avons alors pensé procéder ici comme pour la température, en additionnant les durées d'insolation et en reportant la somme ainsi obtenue sur un graphique (fig. 11).

De nos quatre stations, deux seules sont munies d'un héliographe, à savoir Neuchâtel et le Chasseron. Cette dernière ne possède en outre

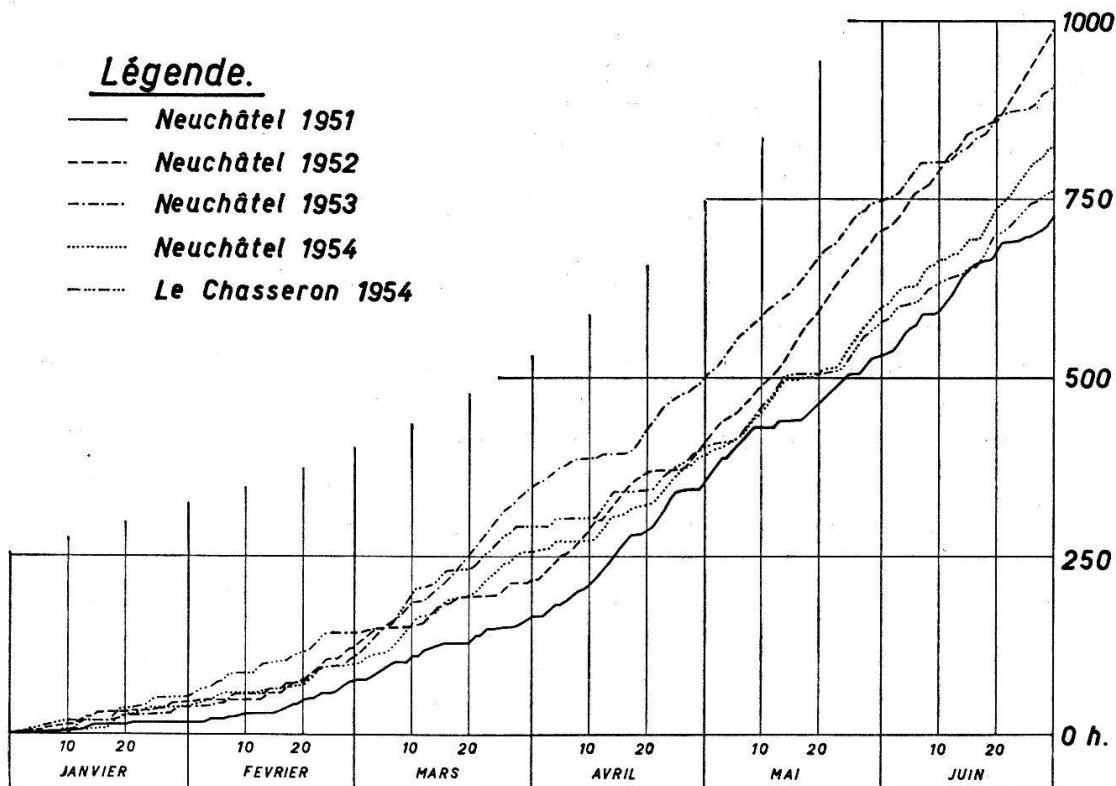


Fig. 11. Somme des durées d'insolation.

des enregistrements que depuis le 1<sup>er</sup> juillet 1953. Nous avons utilisé tous les renseignements que nous possédions, mais ceux-ci sont nécessairement très fragmentaires et ne pourront servir de base à des comparaisons que pour les postes situés au voisinage immédiat de Neuchâtel.

Nous avons dit au chapitre précédent que si la température des couches voisines du sol évoluait en relation étroite avec l'insolation, il n'en était pas de même de la température sous abri. Un rapide coup d'œil jeté aux figures 6 et 11 montre, pour une même date, des successions très différentes des quatre années considérées. Prenons par exemple le 31 mars : en 1953, Neuchâtel avait reçu à cette date 346 h de soleil ; en 1954, 254 h ; en 1952, 217 h et, enfin, 165 h en 1951. Ce même jour, les sommes de températures étaient de 279° en 1954, 252° en 1951, 246° en 1952 et 168° en 1953.

Comme nous le disions plus haut, nous ne possédons pour la station du Chasseron que les données de 1954. Celles-ci montrent, comparées à celles de Neuchâtel de la même année, que la station de montagne est nettement plus ensoleillée au début de l'année (janvier, février, mars et avril) que celle de plaine. Pour le mois de mai, les données sont pratiquement identiques et le rapport s'inverse en juin. Cette constatation s'explique assez aisément par la présence de nappes de stratus très tenaces en plaine au début de l'année. En été, par contre, les nuages de convection (cumulus) se forment plus vite sur les crêtes du Jura que sur le Plateau. Ces considérations d'ordre orographique nous ont retenu d'utiliser les durées d'insolation de La Chaux-de-Fonds et du Mont-

Soleil (au-dessus de Saint-Imier, Jura bernois) pour compléter les valeurs que nous possédions. Ces deux stations sont en effet situées au nord des principales chaînes jurassiennes, ce qui fait qu'elles jouissent de conditions d'ensoleillement très différentes de la région où se trouvent nos postes phénologiques.

#### CHAPITRE IV

### Détermination des éléments principaux

Avant de passer à la représentation graphique de l'arrivée du printemps au moyen de cartes, voyons d'abord comment les quatre éléments météorologiques retenus agissent sur la croissance des plantes.

L'examen séparé, et pour chaque poste, des six phases retenues nous entraînerait trop loin. D'autre part, et comme nous l'avons vu plus haut, les données météorologiques que nous possédons ne nous permettent pas de pousser cette étude jusque dans ses moindres détails. Aussi, les chiffres que nous donnerons dans ce chapitre, bien que paraissant correspondre à des faits probants, sont-ils à envisager avec prudence et susceptibles de recevoir encore maintes corrections au cours de la suite de nos recherches. Nous les reproduisons néanmoins ici, pensant qu'ils sont dignes d'intérêt et peuvent ouvrir à certains lecteurs de nouvelles possibilités de recherche.

Dans les plantes que nous avons retenues, nous pouvons faire deux groupes principaux : les plantes herbacées et les plantes arbustives et arborescentes. De chaque groupe, nous avons retenu une phase : pour le premier, la floraison du Pissenlit (*Taraxacum officinale*) et, pour le second, la floraison de l'Epine noire (*Prunus spinosa*). Si nous avons choisi l'Epine noire, c'est qu'elle se développe dans une zone qui correspond assez bien avec la hauteur des instruments dans la hutte météorologique.

Nous ne nous sommes arrêté à examiner que les données d'une seule station, Neuchâtel, les mettant en regard d'un seul poste : Bôle. Si nous n'avons pas retenu le poste de Chaumont I pour la comparaison, c'est que ses relevés sont incomplets (trois ans seulement). D'autre part, le poste de La Coudre, qui est beaucoup plus proche de Neuchâtel que Bôle, n'est pas situé dans des conditions orographiques comparables, d'où des risques d'erreurs sensibles (voir chap. V). Dans le cas de l'Epine noire, nous avons comparé les observations de Bôle à celles de Chaumont I, afin de voir si nos suppositions étaient vraisemblables.

#### A. Floraison du Pissenlit (*Taraxacum officinale*)

Nous indiquerons plus loin (tableau 7) toutes les dates recueillies concernant cette phase. Contentons-nous ici, et pour les raisons indiquées plus haut, de reproduire celles de Bôle (tableau 5, col. 2). Nous voyons que l'amplitude d'apparition de cette phase végétative est de vingt jours en quatre ans et se place entre le 5 et le 25 avril.

TABLEAU 5. *Eléments météorologiques se rapportant à la floraison du Pissenlit*<sup>1</sup>

Année 1	Date de la floraison 2	Somme de température 3	Durée d'insolation 4	Fin de la période des brouillards 5	Durée d'insolation jusque-là 6	Déférence (col. 4—6) 7	Fin des gelées 8	Durée d'insolation jusque-là 9	Déférence (col. 4—9) 10
1951	22. 4	440°	303	10. 3	109	194	8. 3	100	203
1952	5. 4	265°	251	16. 2	57	194	5. 4	251	0
1953	12. 4	330°	393	28. 2	94	299	15. 3	203	190
1954	25. 4	452°	363	13. 3	172	191	12. 3	166	197

Des figures 6 et 11, nous tirons pour ces dates les sommes de température supérieures à 0° et les durées d'insolation toutes deux à partir du 1<sup>er</sup> janvier. On est d'emblée frappé de la diversité des chiffres et on se rend compte au premier coup d'œil qu'il serait illusoire d'en chercher un rapport simple, donnant une constante, rapport qui nous permettrait d'établir avec quelque précision le facteur prépondérant pour le développement de cette phase.

Une comparaison des sommes et répartition des précipitations, ainsi que des fluctuations de la température ou des sommes de températures en partant de seuils différents de 0°, ne donne pas de résultats meilleurs, même si nous tenons compte de la légère différence de niveau existant entre la station de Neuchâtel et le poste de Bôle.

Nous avons alors cherché à ne plus partir d'une date fixe (1<sup>er</sup> janvier), mais à adapter chaque année notre point de départ à certains critères exclusivement météorologiques. Nous avons alors pris successivement comme date initiale de développement : la dernière gelée, le dernier jour où la moyenne thermique fut inférieure à 0°, la fonte des neiges, la fin d'une longue période de gel (trois jours consécutifs au moins) et le début de la période de végétation, telle que nous la définissons plus haut (cf. PRIMAULT 1953, chap. 3). Ce fut en vain, car les chiffres obtenus ne laissent pressentir aucun résultat.

<sup>1</sup> Ces chiffres sont confirmés par ceux des années suivantes :

Année 1	Date de la floraison 2	Somme de température 3	Durée d'insolation 4	Fin de la période des brouillards 5	Durée d'insolation jusque-là 6	Déférence (col. 4—6) 7	Fin des gelées 8	Durée d'insolation jusque-là 9	Déférence (col. 4—9) 10
1955	25. 4	432°	380	28. 3	186	194	14. 3	124	256
1956	1. 5	465°	415	26. 3	219	196	15. 3	197	218

En examinant plus attentivement la figure 11 (somme des durées d'insolation), on est frappé de voir qu'au printemps de chaque année la courbe, qui était paresseuse au début, se relève tout à coup. Dès ce moment, elle suit une ascension relativement rapide, entrecoupée, cela va sans dire, de paliers correspondant aux périodes de mauvais temps. Cependant, l'existence d'un seuil très net et correspondant à la fin de la période de brouillards en plaine, seuil pratiquement inexistant sur la courbe du Chasseron, nous a fait entrevoir une autre cause possible. Nous référant à ce que nous disions plus haut (chap. III, lettre D), nous avons pensé que ce brusque apport d'énergie sur le sol et, partant, le réchauffement intense de celui-ci pouvaient déclencher le développement de notre plante. Nous sommes alors parti de cette date (tableau 5, col. 5) pour nos calculs (tableau 5, col. 6 et 7).

On est frappé de constater combien les quantités de soleil reçues chaque année dans ces conditions sont voisines l'une de l'autre, du moins pour trois des quatre années considérées : 194 (1951), 194 (1952) et 191 (1955). Seul 1953 fait exception (299). Cependant, le mois de février et le début de mars de 1953 furent très ensoleillés, mais particulièrement froids (cf. fig. 6 et 11). On peut se demander alors si le froid, et plus spécialement les gelées nocturnes répétées de cette période (il a gelé dans l'abri pour ainsi dire tous les jours jusqu'au milieu de mars) n'ont pas retardé le départ de la végétation basse, bien que, au vu de ce qui précède, elle semble être influencée avant tout par l'insolation. Nous sommes alors parti, non plus du point où cette dernière courbe se relève (fin de la période des brouillards), mais du moment où les fortes gelées consécutives ont cessé, soit du 15 mars. Il a fallu alors 190 h de soleil jusqu'à la floraison du pissenlit (tableau 5, col. 8, 9 et 10).

On remarquera à la colonne 8 du tableau 5 que la date indiquée en 1952 pour la fin des gelées correspond exactement à celle de la floraison du Pissenlit (col. 2). Notre raisonnement peut paraître illogique et cette anomalie apparente réclame quelques explications supplémentaires. La figure 6 nous montre, pour 1952, deux paliers, l'un fin mars et l'autre début avril, faisant suite à une longue période de chaud. Pour suivre notre définition (fin des gelées), nous devions considérer le second de ces paliers, alors que la végétation avait très bien pu se développer précédemment déjà. Si nous reculons alors jusqu'au palier précédent, nous trouvons qu'il a pris fin le 20 février par une suite de dix jours où la température, bien que descendant au-dessous de 0° pendant la nuit, était relativement douce durant la journée, ce qui explique que la végétation a très bien pu débuter le 16 déjà, comme le laisse entrevoir la date indiquée à la colonne 5.

#### B. Floraison de l'Epine noire (*Prunus spinosa*)

Nous avons décrit notre méthode de travail au paragraphe précédent. Aussi n'y reviendrons-nous pas ici avec autant de détails, d'autant plus que les résultats obtenus dans l'examen de la présente phase végétative ne réclament pas autant de commentaires.

TABLEAU 6. *Eléments météorologiques se rapportant à la floraison de l'Epine noire<sup>1</sup>*

Année 1	Date de la floraison 2	Somme de température $t$ 3	Durée d'insolation $s$ 4	$t + s$ 5	$t + 0,43 s$ 6
1951	20. 4	418	286	704	541
1952	16. 4	410	319	729	547
1953	18. 4	368	405	773	542
1954	20. 4	406	322	728	544

Comme plus haut, nous ne reproduisons d'abord que les dates de Bôle concernant cette phase (tableau 6, col. 2). Nous voyons que l'amplitude n'est ici que de quatre jours, soit entre le 16 et le 20 avril, ou encore cinq fois moindre que dans le cas du Pissenlit. Cette simple constatation nous laisse entrevoir déjà le peu de probabilité pour que l'influence d'un seul élément soit, ici, déterminante. Il semble bien plus que nous ayons affaire à un complexe dont les composants se compensent partiellement l'un l'autre.

Partant de ces dates, nous avons, de nouveau à l'aide des figures 6 et 11, déterminé la somme de température et la durée d'insolation reçue par la plante depuis le 1<sup>er</sup> janvier (tableau 6, col. 3 et 4), puis nous en avons fait la somme (col. 5), pensant que ces deux éléments pouvaient se compléter. Ces chiffres, et plus spécialement celui de 1953, nous laissent entrevoir un poids trop grand attribué à l'insolation. Aussi avons-nous cherché à le réduire en multipliant les chiffres de cet élément par un facteur correctif constant. Si nous lui accordons un poids de 0,43,

<sup>1</sup> Les chiffres correspondants des années suivantes semblent contredire ceux de ce tableau :

Année 1	Date de la floraison 2	Somme de température $t$ 3	Durée d'insolation $s$ 4	$t + s$ 5	$t + 0,43 s$ 6
1955	25. 4	432°	380	812	596
1956	5. 5	513°	453	966	708

Cependant, si on procède au calcul du début de l'« année végétative » (placé jusqu'ici au 1<sup>er</sup> janvier) en partant de la date de floraison de l'Epine noire, on arrive au 22 janvier 1955 ( $t + 0,43 s = 545$ ) et au 4 mars 1956 ( $t + 0,43 s = 545$ ). Ces deux dates correspondent, la première exactement, la seconde approximativement, à la fin d'une période de fortes gelées (minimum de  $-8^{\circ}0$  ou davantage) *ayant agi sur un sol non recouvert de neige*. Comme un tel phénomène ne s'est jamais produit au cours des années de référence, on peut considérer le rapport comme valable. Il faut pourtant lui adjoindre une restriction à ce sujet. En outre, si nous corrigeons la date de floraison en 1956 d'un seul jour (4 mai au lieu du 5 mai), erreur d'appréciation toujours possible, nous obtenons pour le départ de la végétation, la date du 1<sup>er</sup> mars qui est exactement celle de la fin des gelées catastrophiques de l'hiver 1955-1956. Le rapport  $t + 0,43 s$  est alors 543.

nous sommes surpris de voir les quatre chiffres se rapprocher et la dispersion n'en est alors plus que de 1,1% ( $t + s$  9,4%).

Comme dans le cas précédent, nous avons effectué la même recherche en partant d'autres dates que le 1<sup>er</sup> janvier et d'autres seuils que 0°, mais les résultats obtenus présentèrent chaque fois des dispersions bien supérieures à 1,1%. Nous pensons donc que, dans le cas de l'Epine noire et, par extension, des plantes du second groupe, la température et l'insolation jouent un rôle conjoint.

Afin de contrôler cette hypothèse, autant que faire se peut avec les renseignements lacunaires dont nous disposons, nous avons pointé les dates de floraison de l'Epine noire recueillies aux postes de Bôle et de Chaumont I dans la figure 10 (fig. 12). Nous constatons alors que la pente des droites ainsi obtenues est, pour les trois années dont nous disposons, sensiblement la même, que nous prenions la phase végétative ou une somme de température. On en peut déduire que la durée d'insolation est pratiquement la même, que nous nous trouvions à Bôle ou à Chaumont I, hypothèse émise comme base de ce chapitre.

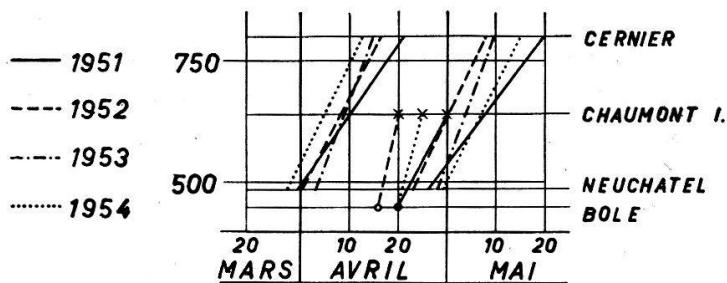


Fig. 12. Comparaison des pentes.

### C. Conclusions intermédiaires

De ce chapitre, nous pouvons déduire que les plantes herbacées (premier groupe) sont régies avant tout par la durée d'insolation et secondairement (dans les années de très longues gelées) par la température.

Les plantes du second groupe (arbres et arbrisseaux) suivent au contraire la ligne thermique corrigée, selon un facteur variant probablement d'une essence à l'autre, par la durée d'insolation, l'influence des deux éléments venant s'ajouter l'une à l'autre.

## CHAPITRE V

### Influences géographiques

Après avoir comparé l'éclosion de deux phases phénologiques en un même lieu avec les données météorologiques d'une station, voyons maintenant comment se comportent nos deux plantes dans des conditions différentes, soit en fonction de l'altitude, soit en raison de la configuration orographique ambiante.

Pour ne pas introduire d'éléments nouveaux, nous poursuivons l'étude du Pissenlit et de l'Epine noire au stade de la floraison. Afin

d'éviter une répétition fastidieuse des dates d'apparition du phénomène, nous renvoyons le lecteur au tableau 7 où sont reportées, *in extenso*, les observations reçues. Nous y voyons que des 17 postes neuchâtelois, plus celui de Sainte-Croix, 8 seulement nous ont fourni leurs observations pour les quatre années considérées. Ce sont : Bôle (450 m), Saint-Blaise (500 m), La Coudre (550 m), Valangin (700 m), Rochefort (770 m), Les Verrières (960 m), Sainte-Croix (1100 m) et Les Ponts-de Martel (1120 m).

#### A. Le Pissenlit

Reportons tout d'abord les chiffres du tableau 7 C en fonction de l'altitude des différents postes (fig. 13). L'allure générale du graphique ainsi obtenu montre un retard de l'apparition de la phase végétative en fonction de l'altitude. Cette première remarque peut sembler une lapalissade ; cependant, cette même figure laisse apparaître que certains postes sont plus favorisés que d'autres et cela non pas de façon sporadique, mais régulière. Ainsi, Sainte-Croix signale cette phase quinze jours avant Les Verrières, bien que situé 130 m plus haut, et Rochefort

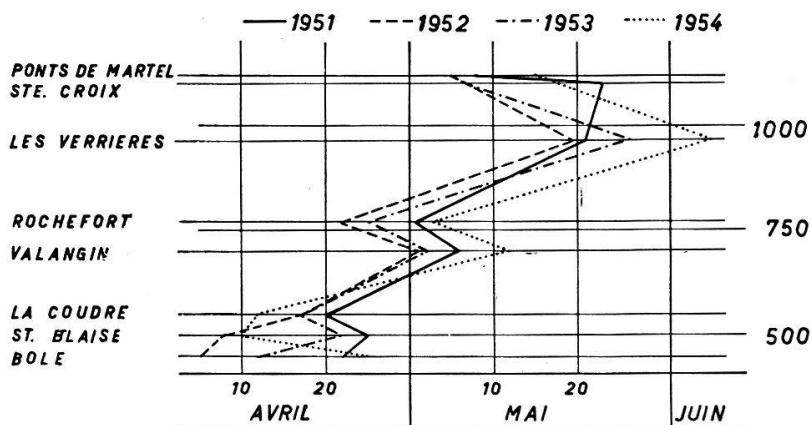


Fig. 13. Floraison du Pissenlit en fonction de l'altitude.

est en avance sur Valangin de sept jours environ, bien que 70 m au-dessus. La courbe se présente ainsi en dents de scie, ce que seules les différences d'altitude ne sauraient expliquer.

Nous avons donc cherché à grouper ces postes selon leur situation géographique, en faisant abstraction du facteur altitude. Nous avons ainsi obtenu trois groupes distincts.

Le premier de ces groupes ne comprend que le seul poste de Saint-Blaise, situé en bordure d'une grande plaine marécageuse, le Seeland, dont le climat est assez frais au printemps. Il est en outre exposé à une forte réverbération du lac de Neuchâtel, si bien que l'influence exacte de ces deux facteurs contradictoires est difficilement déterminable. Par l'altitude, il se situe entre Bôle et La Coudre, mais présente dans les courbes de développement des divergences inexplicables d'avec ses deux voisins.

Ce premier groupe ne comptant qu'un seul poste, il ne présente pas

grand intérêt dans le cas qui nous occupe. Nous n'en tiendrons donc pas compte dans la suite.

Le second groupe comprend les postes sis à flanc de coteau sur la pente sud-est de la première chaîne jurassienne. Ce sont : Bôle, La Coudre, Rochefort et Sainte-Croix. A part le second, tous ces postes sont situés assez loin du lac pour ne pas subir, au printemps du moins, l'influence de sa réverbération. En ce qui concerne La Coudre, nous pensons que les collines sur lesquelles est bâtie la ville de Neuchâtel et plus spécialement celle du Mail retiennent suffisamment la réverbération du lac pour que cette dernière n'ait plus d'influence profonde. C'est la raison pour laquelle nous avons classé ce poste dans le second groupe et non pas dans le premier.

Valangin, Les Verrières et Les Ponts-de-Martel constituent le troisième groupe. Ces trois stations présentent la caractéristique de se trouver dans le fond, ou presque, d'une vallée jurassienne. Elles ne subissent ainsi plus directement l'influence du Plateau suisse.

Reportons maintenant séparément les données des groupes 2 et 3 de la même manière que nous l'avons fait plus haut. Nous obtenons la figure 14. Les irrégularités ont complètement disparu de ce graphique. Ainsi, la situation géographique semble jouer un rôle important. En

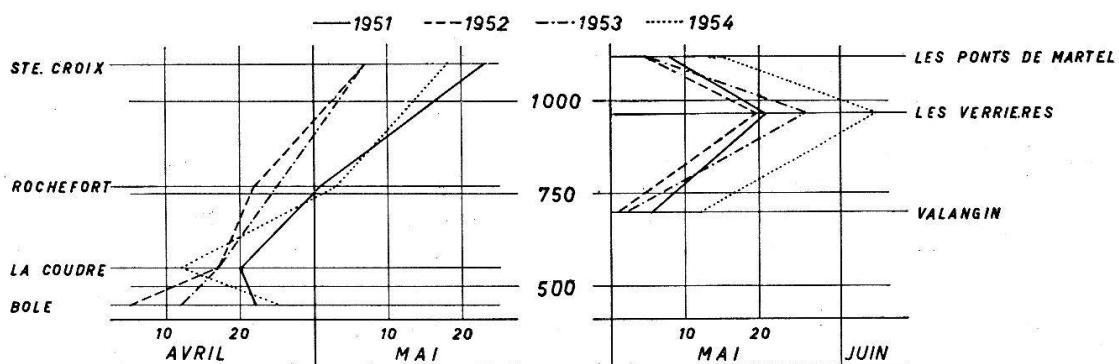


Fig. 14. Répartition par groupes.

effet, elle permet ou empêche les éléments météorologiques de développer toute leur influence.

Cette remarque prend toute son importance lorsque l'on considère de plus près les courbes du groupe 3. Si, entre Valangin et Les Verrières, nous avons un décalage que la différence d'altitude pourrait expliquer, la courbe s'inverse pour gagner Les Ponts-de-Martel. Ce dernier poste est presque aussi avancé que Valangin, bien que sis 420 m plus haut. Pourquoi ? Nous avons vu plus haut (chap. IV, lettre A) que la floraison du Pissenlit était déterminée avant tout par l'insolation. Or, la vallée des Ponts fait partie du haut Jura où le soleil luit de façon intense, surtout au printemps (cf. fig. 11), tandis que Les Verrières et Valangin sont plus désavantagés sous ce rapport. Il faut ajouter, pour être complet, que la vallée où se trouvent Les Verrières est souvent exposée au gel, ce qui y accentue le retard de la végétation (voir également ci-dessous).

### B. L'Epine noire

Nous avons procédé de façon tout à fait analogue en représentant à la figure 15 les données du tableau 7 E.

Nous retrouvons ici également les courbes en dents de scie et chercherons à les éliminer comme précédemment. Cependant, ce qui frappe d'emblée dans cette figure, c'est la très nette séparation, avec l'altitude,

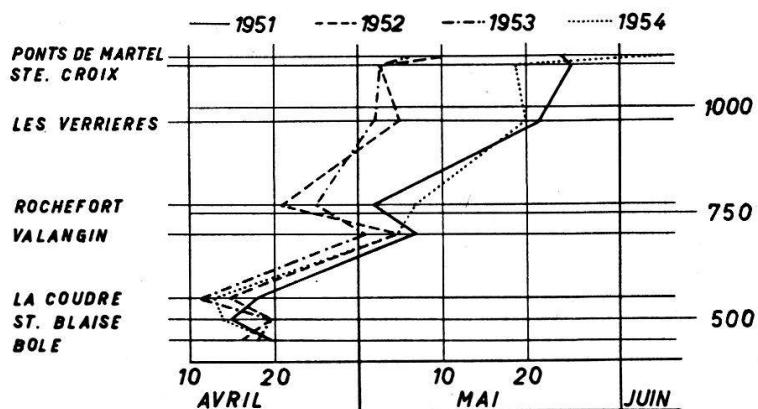


Fig. 15. Floraison de l'Epine noire en fonction de l'altitude.

des années 1952 et 1953 d'avec 1951 et 1954. Si nous nous reportons à la figure 6, nous remarquons que les deux premières années citées sont chaudes et les deux dernières froides durant les mois d'avril, mai et juin. Ceci vient confirmer notre hypothèse du chapitre IV, lettre B, où nous disions que cette phase est avant tout régie par la température, ce qui explique l'avance de 1952 et 1953 et le retard de cette phase en 1951 et 1954.

La répartition des postes en trois groupes (fig. 16), comme nous l'avons fait plus haut, nous permet de constater une fois de plus l'influence prépondérante de la température sur la floraison de l'Epine noire. En effet, nous constatons un retard, si ce n'est régulier, du moins constant, avec l'altitude, quel que soit le groupe considéré. On remarque

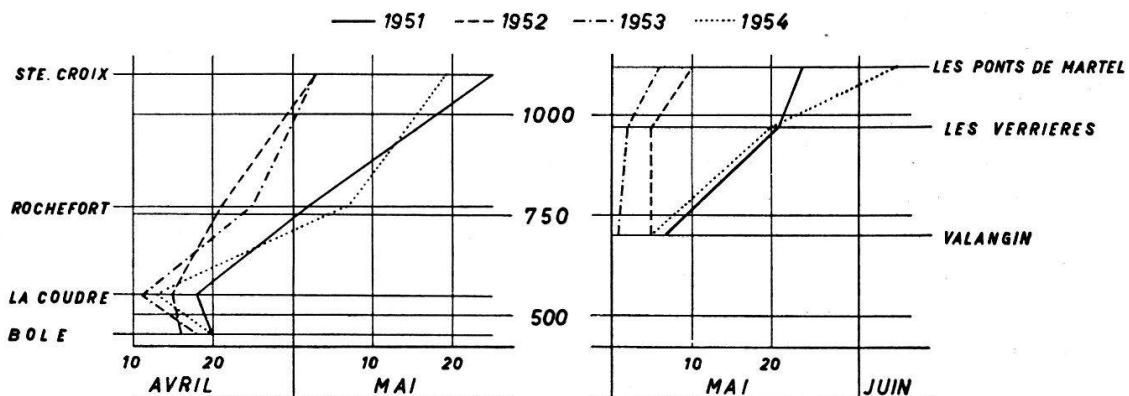


Fig. 16. Répartition par groupes.

l'importance des vallées comme bassin d'accumulation de l'air froid. Ce phénomène explique le retard de la végétation aux postes du troisième groupe par rapport à ceux du second.

Pour revenir à ce que nous disions plus haut des Verrières, on constate en 1952 et 1953 qu'à ce poste les dates observées sont presque les mêmes qu'à Valangin, tandis qu'en 1951 et 1954 le retard est normal. Les deux premières années citées furent assez venteuses et permirent à l'air océanique doux de pénétrer facilement dans le vallon des Verrières, ce qui y provoqua un réchauffement plus rapide qu'à Valangin, protégé, lui, des vents d'ouest par les contreforts de la première chaîne jurassienne, si bien que l'air froid du Val-de-Ruz a pu y stagner plus longtemps.

D'autre part, la figure 6 nous montre qu'en 1953 la courbe de température s'est relevée brusquement à fin mars, ce qui peut aider à expliquer la succession observée.

\* \* \*

Cet examen rapide du développement de nos deux plantes en fonction de l'altitude vient donc corroborer nos conclusions préliminaires (chap. IV, lettre C).

## CHAPITRE VI

### Répartition géographique

Après avoir examiné et discuté les différentes influences météorologiques agissant sur le développement des plantes et après avoir vu comment ces influences étaient ou activées ou réduites selon la situation orographique du poste où l'observation phénologique était faite, voyons maintenant comment se présente l'entrée du printemps dans le sud-est du canton de Neuchâtel.

Pour ce faire, nous avons considéré six plantes et, de chacune d'elles, une phase typique de son développement. Les dates d'apparition du phénomène sont reportées au tableau 7. Bien que nous n'ayons pas procédé à des extrapolations, nous avons quelque peu transformé les chiffres communiqués par nos observateurs. Ceux-ci nous communiquent en effet la date à laquelle ils ont vu le phénomène (par ex. : 23 avril ou 23. IV). Pour le tracé des isoplèthes, tel que nous le verrons par la suite, une telle notation est inadéquate. C'est pourquoi, sans changer en rien la date, nous avons indiqué au tableau 7 le jour de l'année, c'est-à-dire que nous avons numéroté les jours en partant du 1<sup>er</sup> janvier. Le 31 janvier porte le N° 31, le 1<sup>er</sup> février le N° 32, le 1<sup>er</sup> mai le N° 121 et ainsi de suite. Ce sont ces chiffres qui figurent au tableau 7.

Nous avons ensuite reporté ces chiffres selon la position des postes sur une carte au 1/200.000 (carte générale provisoire de la Suisse) portant les courbes de niveau de 100 en 100 m. Pour le tracé des isoplèthes, nous nous sommes basé sur ce qui précède, c'est-à-dire que nous avons tenu compte dans chaque cas du facteur météorologique déterminant,

TABLEAU 7. Date d'apparition des six phases discutées

	Sainte-Croix (1100 m)	
	Les Verrières (970 m)	
	Valangin (700 m)	
	Travers (750 m)	
	La Tourne (1130 m)	
	Saint-Blaise (500 m)	
	Rochefort (770 m)	
	Les Ponts-de- Martel (1120 m)	
	Noiraigue (900 m)	
	Montezillon (760 m)	
	Enges (800 m)	
	Couvet (750 m)	
	La Coudre (600 m)	
	Chaumont II (1010 m)	
	Chaumont I (640 m)	
	Cernier (800 m)	
	Bôle (450 m)	
	Les Bayards (1000 m)	
<b>A. Floraison du Pas d'âne (<i>Tussilago Farfara</i>)</b>		
1951	—	79
1952	—	70
1953	132	105
1954	140	89
<b>B. Feuillaison du Noisetier (<i>Corylus Avellana</i>)</b>		
1951	—	115
1952	—	105
1953	—	100
1954	150	105
<b>C. Floraison du Pissenlit (<i>Taraxacum officinale</i>)</b>		
1951	—	112
1952	—	95
1953	135	102
1954	140	115

Sainte-Croix (1100 m)										
Les Verrières (970 m)										
Valangin (700 m)										
Travers (750 m)										
La Tourne (1130 m)										
Saint-Blaise (500 m)										
Rochefort (770 m)										
Les Ponts-de- Martel (1120 m)										
Noiraigue (900 m)										
Montezillon (760 m)										
Enges (800 m)										
Couvet (750 m)										
La Coudre (600 m)										
Chaumont II (1010 m)										
Chaumont I (640 m)										
Cernier (800 m)										
Bôle (450 m)										
Les Bayards (1000 m)										
D. Feuillaison du Hêtre ( <i>Fagus sylvatica</i> )										
1951 — 108 126 106 123 109 — 115 — 118 125 118 110 139 127 118 126 128										
1952 — 102 112 106 125 106 — 110 — 107 109 109 108 — 123 110 109 126										
1953 123 110 — — 100 — — 115 110 98 100 135 110 113 111 123										
1954 128 114 — 126 142 125 130 131 105 — 131 121 122 138 133 128 140 132										
E. Floraison de l'Epine noire ( <i>Prunus spinosa</i> )										
1951 — 110 142 120 128 108 — 125 — 128 144 122 105 — 126 127 141 145										
1952 — 106 123 110 130 105 — 115 — 122 130 111 110 — 108 125 125 123										
1953 123 108 — — 101 — — — 126 115 110 — 118 121 122 123										
1954 132 110 — 115 125 103 131 132 97 — 156 127 104 145 — 125 140 139										
F. Floraison de la Grande Marguerite ( <i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> )										
1951 — 134 151 138 176 134 — 152 — 155 163 152 135 — 163 154 161 182										
1952 — 131 143 134 171 128 — 138 — 161 152 142 125 — — 158 148 159										
1953 — 141 — — 151 — — — 154 134 145 166 — 161 143 166										
1954 — 145 166 135 152 138 156 152 — 171 156 132 166 — 166 177 174										

de l'altitude et des particularités de l'endroit. Notre parfaite connaissance du terrain et nos observations personnelles nous furent d'un grand secours dans ce travail.

Bien que toutes ces observations soient faites par des personnes qui n'ont pas reçu au préalable une instruction particulière et que nous n'ayons même pas eu la possibilité de leur expliquer de vive voix le but poursuivi, nous avons eu l'agréable surprise de constater que les renseignements obtenus étaient parfaitement homogènes. Dans cette étude, nous n'avons jamais été contraint de faire abstraction ni de corriger un seul chiffre. Il fut partout possible de les accepter tels qu'ils nous avaient été communiqués.

Pour éviter de fastidieuses répétitions au cours de la discussion qui va suivre, nous traçons ici le plan suivi dans l'examen de chaque phase. Nous donnerons tout d'abord la référence au tableau 7 et à la figure où sont reportées, pour chaque année, les isoplèthes d'apparition, puis nous ferons quelques brefs commentaires de ces figures. Afin de faciliter au lecteur la compréhension des dites cartes d'isoplèthes, nous avons choisi pour références non plus le numéro d'ordre du jour d'apparition de la phase, mais de nouveau les dates du calendrier civil. Comme l'apparition d'une phase déterminée s'étend sur une assez longue période, nous n'avons tracé les isoplèthes que de dix en dix jours. Cela nous a paru d'autant plus justifié que les dates indiquées reposent sur une appréciation de l'observateur. Les instructions qu'ils ont reçues disent en effet à ce propos :

Pour que les observations faites aient une valeur statistique, elles doivent être valables pour la contrée où se trouve l'observateur (ne pas signaler, par exemple, la floraison d'un lilas particulièrement bien abrité, mais la date où un grand nombre de lilas ont fleuri dans le village). L'observateur ne doit pas chercher à établir des records, mais rendre par des chiffres l'évolution de la nature.

Plus loin :

On se servira pour les observations de plantes normalement constituées et vivant dans des conditions habituelles. Les plantes observées ne doivent si possible pas être des individus isolés.

Enfin :

Les plantes sauvages (rubrique 1) sont à observer : pour les arbres, entre 3 et 6 m du sol et en bordure des bois ; pour les fleurs, le plus près possible des champs cultivés.

Les chiffres ainsi recueillis ne peuvent avoir la précision d'observations de laboratoire. Malgré cela, et comme nous le remarquions plus haut déjà, les dates communiquées s'assemblent en un tout harmonieux. Nous ne saurions donc assez remercier nos collaborateurs bénévoles pour le travail consciencieux qu'ils fournissent.

Vu le nombre relativement restreint de postes phénologiques et le fait que nous ne disposons même pas, pour chacun d'eux, de toutes les données, les cartes que nous proposons plus loin ne sauraient prétendre refléter tous les détails. Pour ne citer que l'exemple de la vallée des Ponts, haute vallée jurassienne, largement ouverte tant aux vents

d'ouest qu'à la bise, nous n'y possérons qu'un seul poste et celui-ci n'est pas placé au fond de la dépression, mais à flanc de coteau. Il est fort probable, et nos constatations personnelles nous l'ont montré à maintes reprises, que la végétation est plus retardée au fond de la vallée que sur ses bords. Il s'y forme en effet, par situation calme, un vaste lac d'air froid, facteur retardateur comme nous l'avons vu, et les gelées tardives y sont, au printemps, beaucoup plus sévères et se prolongent très avant dans l'année. Pour satisfaire à une étude microclimatique de ce lieu bien délimité, il faudrait y entretenir plusieurs postes phénologiques doublés d'une station météorologique au moins. Les cartes que nous reproduisons plus loin ne peuvent donc tenir compte de ces facteurs locaux que dans une mesure restreinte.

#### A. Floraision du Pas d'âne (*Tussilago Farfara*)

[Tableau 7 A, fig. 17]

Comme il fallait s'attendre des constatations faites plus haut, la région située entre Neuchâtel et Colombier est privilégiée, c'est-à-dire que le renouveau s'y manifeste très rapidement. On est cependant surpris de devoir constater en 1954 que la partie sud-ouest de la vallée des Ponts est très avancée et même plus que le Val-de-Travers situé en contrebas. Cela provient vraisemblablement de ce que des gelées tardives répétées se sont produites dans cette vallée encaissée, tandis que la vallée largement ouverte et relativement bien drainée qui la domine en était épargnée dans une proportion appréciable.

D'autre part, on constate souvent des brouillards tenaces dans le Val-de-Travers. Comme nous avons ici affaire à une plante herbacée dont la durée d'insolation semble être le principal agent de développement, cette constatation a certainement une valeur explicative non négligeable.

Notons enfin que, vu le laps de temps couvert par l'apparition de cette phase, nous avons été obligé de ne tracer les isoplèthes que de vingt en vingt jours pour conserver la clarté à nos cartes. Nous pourrons revenir dans la suite partout à la durée de dix en dix jours.

#### B. Feuillaison du Noisetier (*Corylus Avellana*)

[Tableau 7 B, fig. 18]

Cette phase étant avant tout influencée par le facteur chaleur, on n'est pas surpris de constater que les isoplèthes suivent en grande partie les courbes de niveau. On constate pourtant deux exceptions très nettes : tout d'abord, le retard généralisé de la végétation dans la gorge qui sépare le Val-de-Travers de la région du lac (poste de Noiraigue) et l'îlot favorisé que représente le bas du Val-de-Ruz et plus spécialement la région de Montezillon. On remarque d'autre part que la pente du Val-de-Travers, exposée au sud-est, est aussi passablement favorisée, tandis que le poste des Bayards présente un net retard sur son voisin des Verrières. Peut-être cette dernière particularité est-elle due au fait

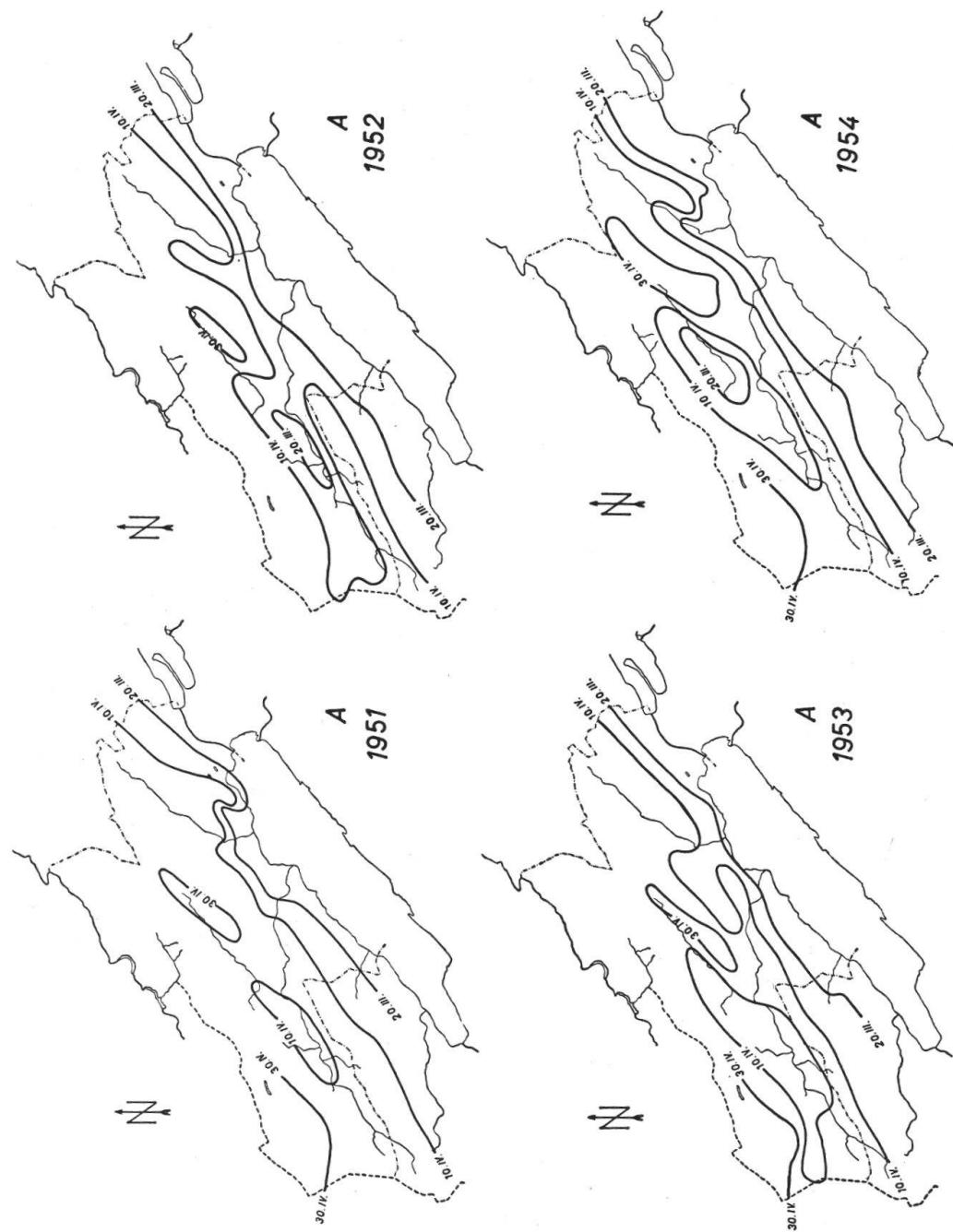


Fig. 17. Floraison du Pas d'âne.

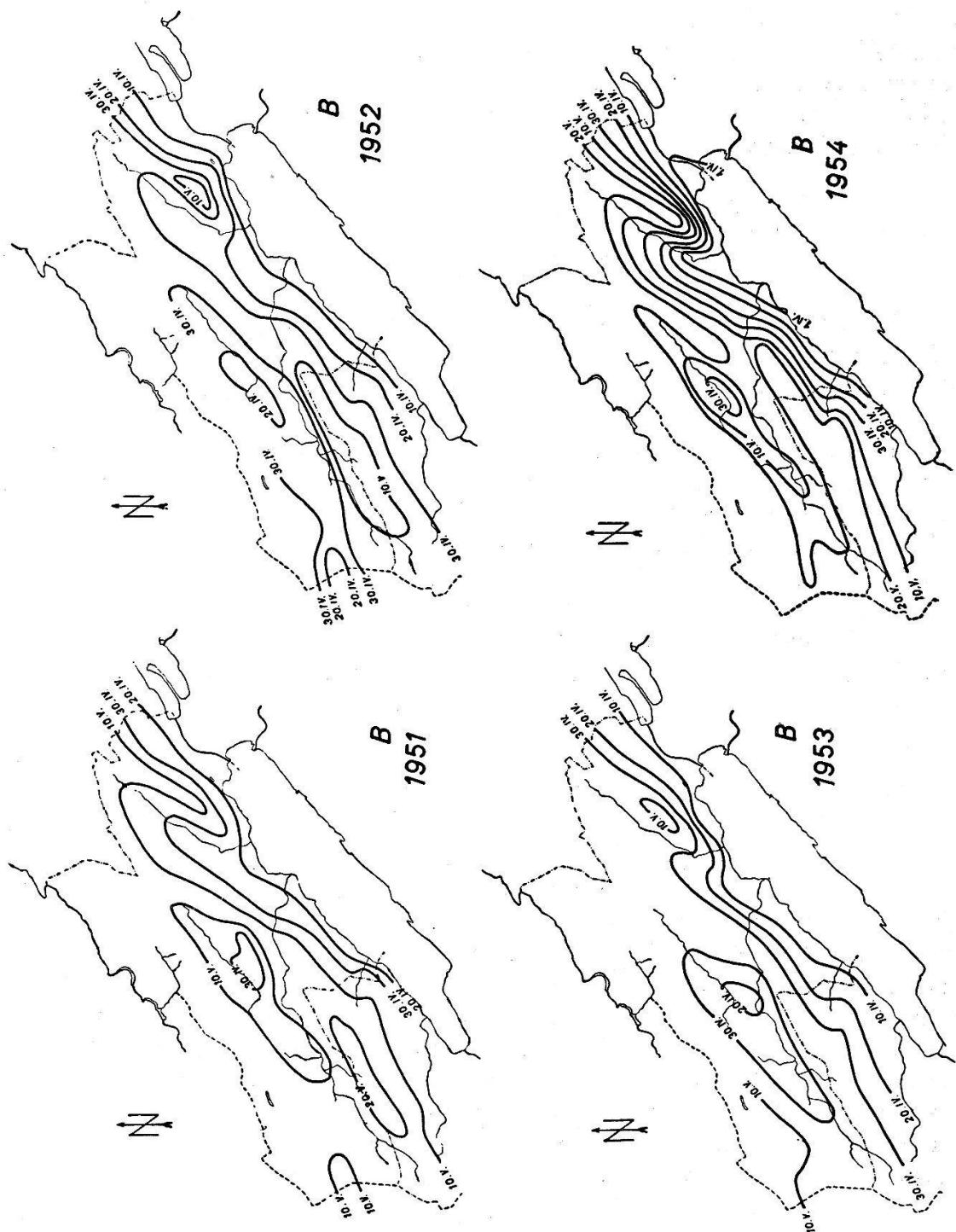


Fig. 18. Feuillaison du Noisetier.

que Les Bayards se trouvent dans un petit vallonement qui conduit dans la haute vallée de La Brévine, connue pour être « la Sibérie suisse ».

Enfin, tandis qu'en 1951, 1952 et 1953, cette phase mettait environ trente jours pour passer des bords du lac à la montagne, il lui en a fallu cinquante environ en 1954. Cette plus grande inertie est due sans doute à la paresse que nous constatons cette année-là (cf. fig. 6) sur la courbe des températures.

#### C. Floraison du Pissenlit (*Taraxacum officinale*)

[Tableau 7 C, fig. 19]

Le dessin des isoplèthes vient confirmer ce que nous avions trouvé plus haut, à savoir l'influence prépondérante de l'insolation sur l'apparition de cette phase. Ceci se constate de façon particulièrement prenante aux postes de Noirague et de Valangin qui, d'après leur altitude et ce que nous voyions au paragraphe précédent, devraient être assez avancés. Or, il n'en est rien, car ils sont tous deux dans l'ombre d'assez hautes montagnes : la chaîne du Chasseron, respectivement celle de Chaumont. Des postes bien exposés comme ceux de Cernier, des Ponts-de-Martel, voire de Sainte-Croix sont en avance relative sur les postes de plaine comme Couvet ou Travers.

Contrairement à ce que nous constatons plus haut, c'est le poste des Verrières qui est ici en retard sur celui des Bayards, et cela de nouveau à cause des différences d'insolation.

#### D. Feuillaison du Hêtre (*Fagus sylvatica*)

[Tableau 7 D, fig. 20]

Cette phase ne réclame pas de commentaire particulier. Elle se rapproche fort des autres phénomènes du même ordre (chap. VI, lettres B et E). Les isoplèthes d'apparition en suivent les courbes de niveau avec assez de précision. Une zone, toutefois, fait exception, la région du Chaumont, en 1951, où il ne fut pas possible de tirer la courbe du 10 mai aussi bas que l'aurait nécessité une comparaison servile avec La Tourne. Nous nous référons à ce que nous disions au début de ce chapitre au sujet des particularités locales qui peuvent toujours s'affirmer brusquement au cours d'un travail de ce genre, sans que la cause en puisse être déterminée avec précision.

#### E. Floraison de l'Epine noire (*Prunus spinosa*)

[Tableau 7 E, fig. 21]

Ces cartes nous permettent, comme pour le Pissenlit, de confirmer ce que nous pensions plus haut de cette phase. Les isoplèthes suivent avec constance les courbes de niveau et les observations faites viennent se placer harmonieusement dans l'ensemble. Il faut pourtant signaler

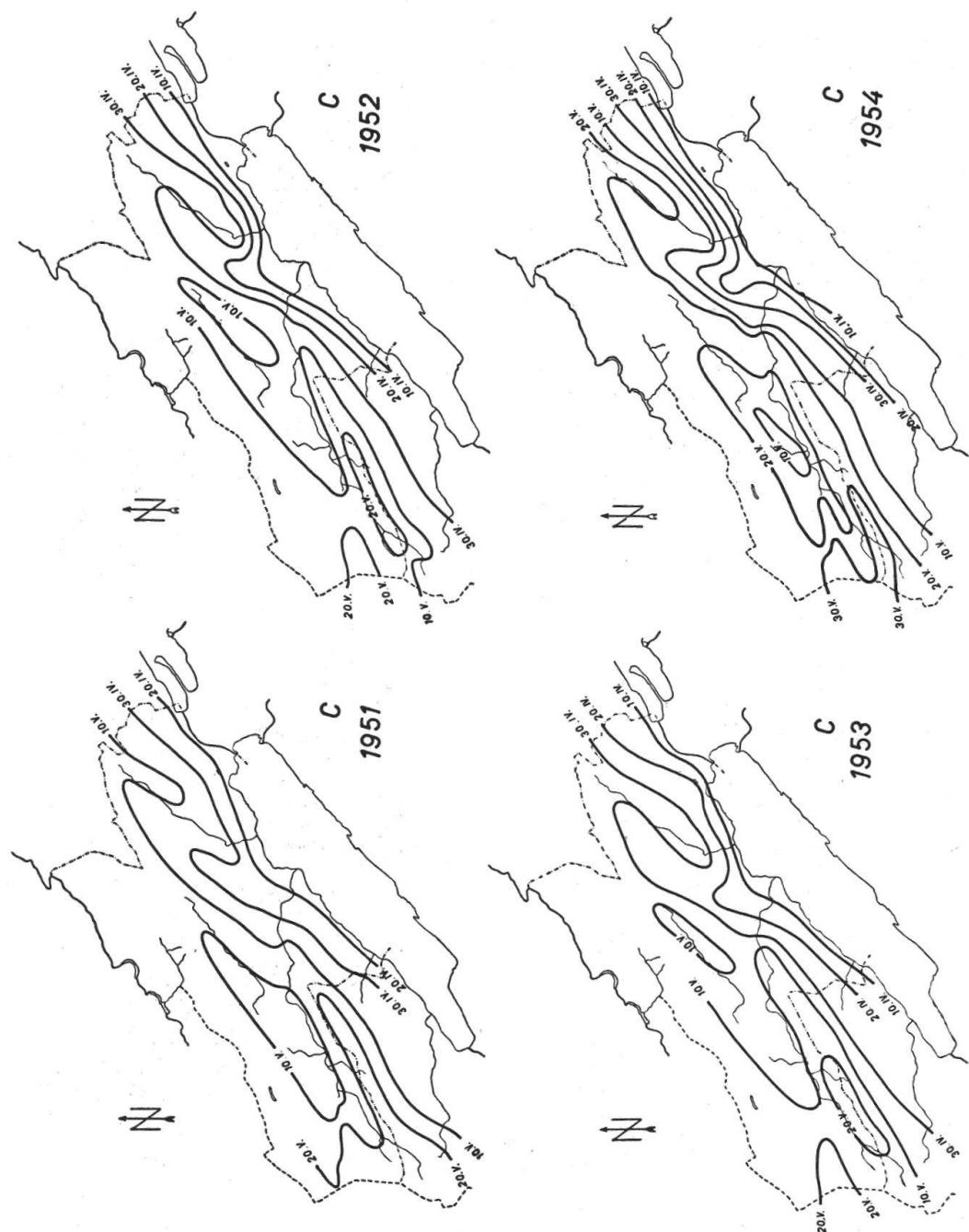


Fig. 19. Floraison du Pissenlit.

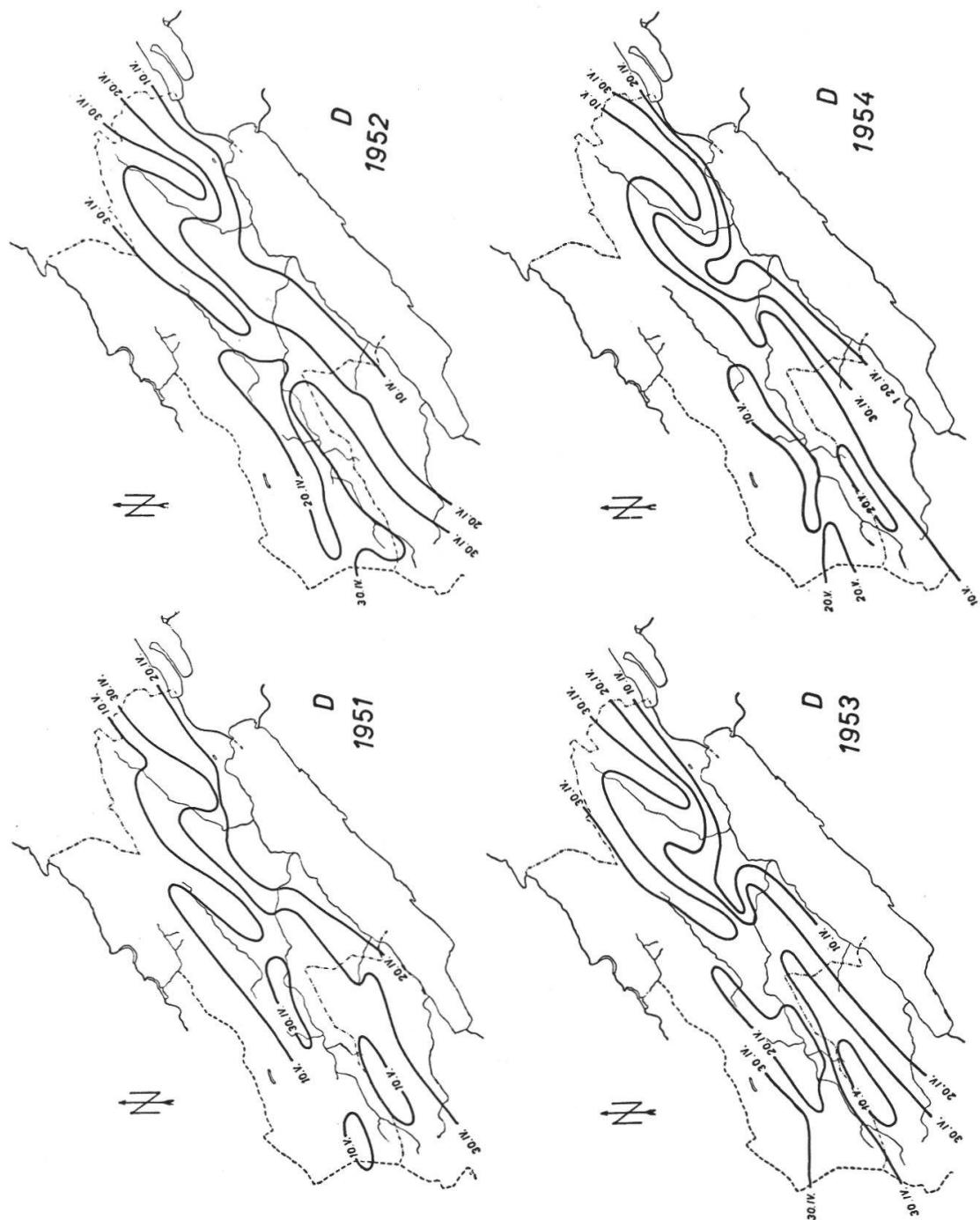


Fig. 20. Feuillaison du Hêtre.

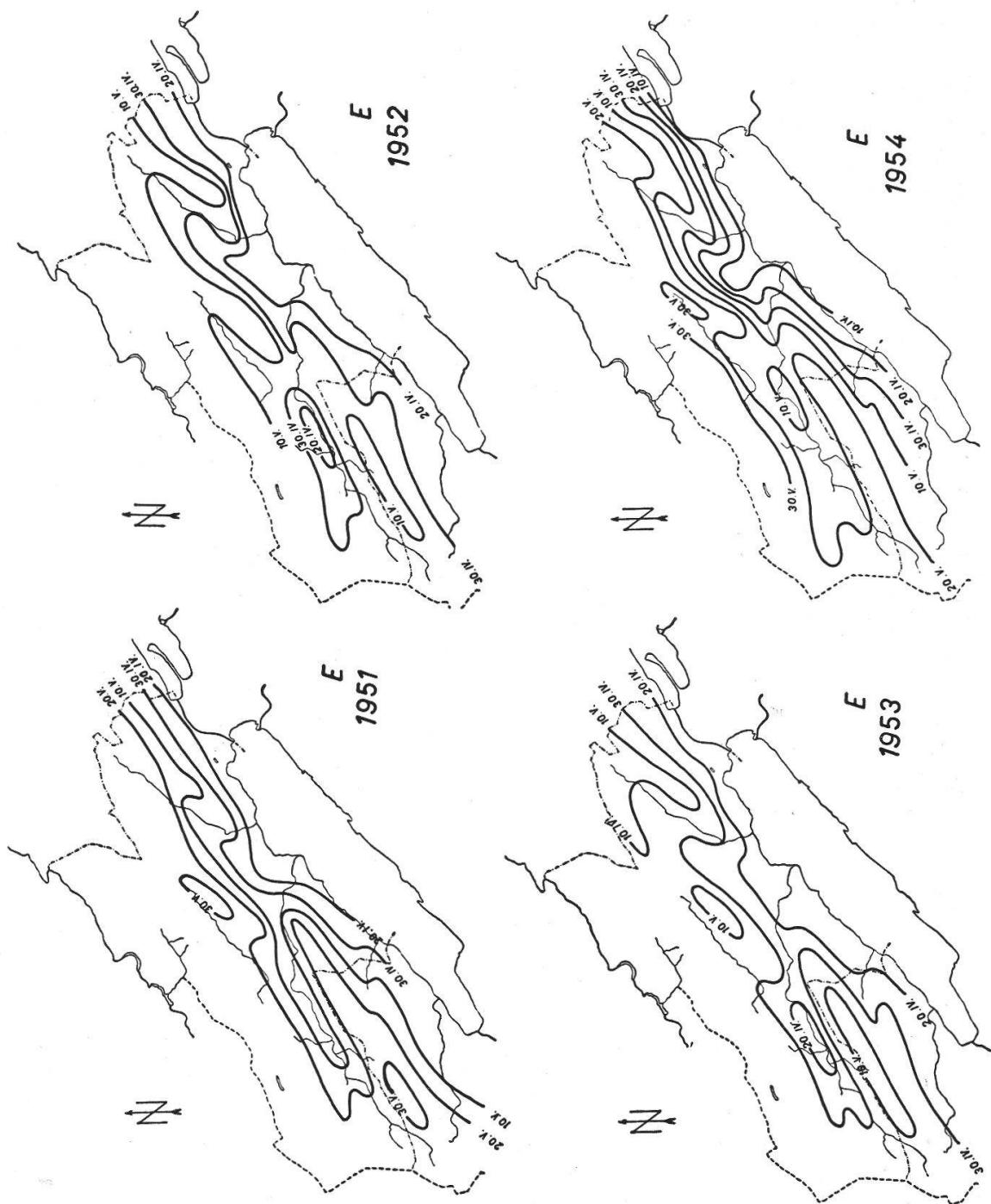


Fig. 21. Floraison de l'Epine noire.

un poste qui semble, à première vue, faire exception, celui de Montezillon. Nous ne possédons qu'une date en ce point : 1954, et elle paraît avancée par rapport aux postes voisins de Rochefort, Bôle et Valangin, voire même Cernier. Mais quand on songe à la position particulière de Montezillon, abrité dans un petit vallonement et exposé au sud, donc en plein soleil, et dès le début de l'année très souvent au-dessus du brouillard qui recouvre le Plateau, on n'est pas étonné de voir ce village se ranger parmi les points les plus précoces du canton, malgré sa position dominante.

#### **F. Floraison de la Grande Marguerite (*Chrysanthemum Leucanthemum*)**

[Tableau 7 F, fig. 22]

Avec cette dernière phase, nous quittons le printemps pour aborder déjà l'été. Si nous l'avons pourtant retenue, c'est pour voir si ce que nous disions plus haut concernant l'influence de l'insolation sur le développement des plantes herbacées ne concernait que le printemps ou pouvait être étendu à une autre saison. Les cartes d'isoplèthes nous montrent, mais pas de façon univoque, que, dans le cas particulier tout au moins, le facteur soleil n'est pas déterminant à lui seul. Il semble bien plus qu'on ait ici affaire à un complexe plus étendu. Ces remarques sont dues au fait que le poste de Valangin, bien que peu ensoleillé, ne présente pas, par rapport à Chaumont I, le retard qu'on pourrait attendre de cette situation. Il en est de même de Noiraigue. D'autre part, Les Ponts-de-Martel, malgré leur position particulière au point de vue insolation, se situent dans une zone qui se rapporte plutôt à leur altitude. Les hypothèses formulées au chapitre IV, lettre C, ne peuvent donc être généralisées sans plus.

### **CHAPITRE VII**

#### **Synthèse**

Comme nous le disions au début, cette étude n'est pas destinée à apporter des conclusions précises sur un point quelconque, mais doit simplement enrichir nos connaissances dans le domaine de la phénologie et de son utilisation. Nous n'y apporterons donc pas de déductions définitives. Les enseignements que l'on en peut tirer sont cependant de deux ordres bien différents l'un de l'autre : le premier est théorique et se rapporte à l'étude du comportement des plantes sauvages et, par extension, aussi des plantes cultivées, vis-à-vis des influences du milieu dans lequel elles vivent ; le second est pratique et consiste en l'étude de divers facteurs pour s'en servir dans l'établissement des modes de cultures, voire des cultures elles-mêmes. Dans ce dernier chapitre, nous ne pourrons traiter ces deux problèmes séparément, car, par la force des choses, le second est fonction du premier. En effet, comment

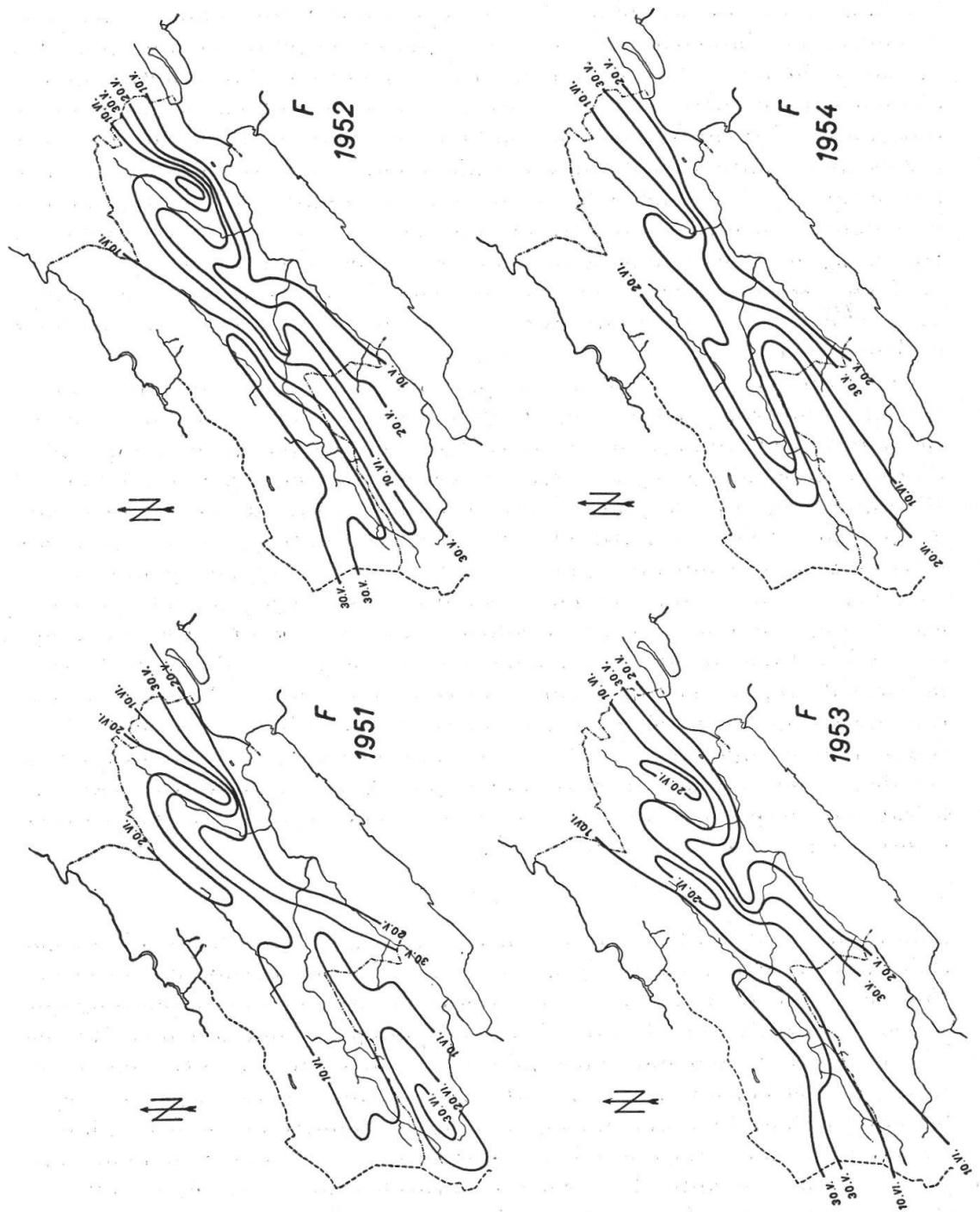


Fig. 22. Floraision de la Grande Marguerite.

pourrait-on utiliser au mieux les conditions d'un milieu donné, si l'on ne connaît les réactions de la plante à ces conditions ?

Nous avons dit au début de cet exposé que la phénologie cherchait à rendre, par l'apparition de certaines phases végétatives, non plus des valeurs d'éléments divers, mais la vision concrète de l'interaction de ces éléments, en d'autres termes d'intégrer directement, par le truchement d'organismes vivants, l'action combinée de ceux-ci. L'idée de base est certes attrayante et conduira certainement à des résultats pratiques appréciables. Mais pour cela, il faut que le premier problème (réaction des plantes au milieu) soit traité non pas pour lui-même, comme c'est trop souvent le cas, mais avant tout en fonction du second.

Nous pensons aller au-devant de certains contradicteurs en soulignant ici divers problèmes qui furent sans cesse devant nous tout au long de cette étude.

Le premier, et sans doute le plus important, est celui des races. ENGLER montrait en 1905 déjà l'influence de la provenance des graines sur la date de feuillaison des arbres. Il a démontré par ses essais que plus l'habitat normal d'une race était élevé et plus cette race était hâtive. Il semble donc que la plante subisse, dans son aire de développement, une certaine sélection naturelle. Partant d'individus isolés qui peuvent résister à des conditions particulières, il se forme des peuplements entiers ayant un comportement spécialisé. Pour en revenir à la présente étude, rien ne nous permet d'affirmer que les plants d'Epine noire observés à Bôle soient de la même race que ceux des Ponts-de-Martel, même s'ils répondent aux mêmes critères botaniques. Il est donc osé d'admettre que leur réaction aux facteurs du milieu — et ici les facteurs météorologiques sont les seuls considérés — sera identique en ces deux points choisis à titre d'exemple. Ainsi, si nous trouvons que le rapport nécessaire entre la somme des températures ( $t$ ) et la durée d'insolation ( $s$ ) doit être de

$$t + 0,43 s = 545$$

à Bôle pour que l'Epine noire fleurisse, rien ne nous permet d'affirmer qu'il doit en être ainsi aux Ponts-de-Martel. Seule l'étude des observations de ce poste, à la lumière des relevés d'une station météorologique proche, pourrait nous le dire. Nous ne pourrons donc affirmer être en face d'une seule et même race qu'après avoir établi l'identité des deux rapports. Ces considérations ayant trait aux plantes sauvages sont également valables, bien que dans de moindres proportions, pour les plantes cultivées. Si nous faisons ici une restriction, c'est que l'on peut sans grand risque assimiler les « races » naturelles aux « variétés » offertes dans le commerce. Ce dernier est en effet si bien organisé et contrôlé que l'on ne risque pas de trouver deux lots d'une même variété présentant des caractéristiques différentes quant à leur comportement vis-à-vis du milieu.

Le second de ces problèmes est celui des caractéristiques climatiques strictement locales ou, en d'autres termes, celui du microclimat. Nous avons exposé le cas de la vallée des Ponts dans le chapitre précédent.

Nous n'y reviendrons donc pas, pensant que cet exemple suffit à reproduire notre pensée.

Dans une étude comme celle-ci, de petites différences dans les relevés météorologiques ne jouent pas un rôle important, si elles ne sont que sporadiques. Elles prendraient une importance capitale si elles devaient être systématiques (défaillances d'instrument ou décalage de l'heure d'observation, par exemple). Essayer de les prendre en considération nous entraînerait trop loin.

Une autre objection qui pourrait nous être faite à propos de ce travail, c'est de nous être basé sur des réseaux relativement peu denses, tant pour les observations phénologiques que pour les relevés météorologiques. Il nous semble que le fait de nous refuser à toute conclusion laisse clairement apparaître que nous sommes pleinement conscient de cette lacune.

Nous ne terminerons cependant pas ce mémoire sur ces considérations plutôt pessimistes, mais en tirerons les enseignements positifs que cette étude autorise.

Comme nous le disions dans l'introduction, cette étude était destinée à nous permettre d'acquérir une certaine expérience dans le dépouillement des observations phénologiques.

Elle nous a permis de constater que les dates rapportées sont homogènes, même si nos observateurs ne sont pas préparés à leur tâche par des cours préliminaires spéciaux.

La densité du réseau, telle qu'elle se présente en terre neuchâteloise (vallées de La Chaux-de-Fonds et de La Brévine exclues) est tout juste suffisante pour une étude systématique. Il est donc indispensable, si nous voulons arriver à des résultats positifs en Suisse, de développer le réseau général, au moins jusqu'à la densité que nous trouvons dans le canton considéré.

Des observations fragmentaires, c'est-à-dire effectuées sur certaines années seulement, peuvent suffire, à condition d'être étayées par des observations complètes faites dans des conditions analogues (il ne sera jamais possible de trouver des situations identiques).

Dans le domaine pratique, cette étude peut servir de base pour l'extension de cultures déjà pratiquées ou pour l'introduction de nouvelles. Sans entrer dans le détail, car cela nécessiterait des comparaisons fort longues entre les besoins des plantes cultivées et sauvages, nous ne ferons ici qu'une description générale des conditions climatiques du canton de Neuchâtel.

Par l'étude des cartes d'isoplèthes jointes à ce mémoire, on voit immédiatement que la zone favorisée et basse des bords du lac s'étend fort avant dans l'espace laissé libre entre la Montagne de Boudry et Chaumont. Elle se prolonge même jusqu'à Montezillon, d'une part, et dans le Val-de-Ruz en direction de Cernier, d'autre part. Le flanc nord de Chaumont est par contre moins favorisé. Il en va de même de la région de Saint-Blaise qui, soit trop ouverte à la bise, soit trop près des marais du Seeland, s'en trouve retardée.

Une autre zone favorisée est le flanc nord du Val-de-Travers jusqu'au

bord de la vallée des Ponts. Le fond du Val-de-Travers est, lui, plutôt retardé, sans doute par suite de la fréquence et la sévérité des gelées qui s'y forment, l'air froid ne pouvant que difficilement s'écouler par le goulot trop étroit de La Clusette (entre Noiraigue et Combe-Garot).

Quant au vallon des Verrières, il est difficile de le ranger dans une catégorie déterminée, vu qu'il subit tantôt l'afflux d'air froid des pentes, en particulier depuis la vallée de La Brévine au nord, tantôt les effets favorables d'une forte insolation due à sa situation en retrait de la première chaîne jurassienne.

Le climat des hautes chaînes du Jura n'appelle pas de commentaire particulier, car les conditions du sol n'y permettent pas de cultures intensives. La roche y est en effet si proche que l'eau s'écoule très vite, si bien qu'il suffit d'une sécheresse de relativement courte durée pour compromettre jusqu'à la croissance de l'herbe.

Nous espérons que, partant de ces quelques réflexions, nous pourrons d'une part élargir le cercle de nos connaissances quant au climat de la Suisse et, d'autre part, aider les paysans dans leur lutte toujours plus serrée pour l'existence.

---

### Résumé

L'auteur discute tout d'abord l'influence que peuvent avoir les divers éléments météorologiques sur le développement des plantes. Il examine ensuite le comportement des courbes de la somme de température et de l'insolation avec l'altitude. Puis, prenant en considération les observations d'un poste phénologique et d'une station météorologique, il en compare les données pour deux plantes : l'une herbacée, l'autre buissonnante. Il émet, au vu des chiffres recueillis, l'hypothèse que la première réagit avant tout à la durée d'insolation, la température ne jouant qu'un rôle retardateur en cas de gel. La seconde semble davantage réagir à la somme de température, bien que corrigée en une faible proportion par l'insolation. Il passe ensuite au comportement de ces deux mêmes plantes en fonction de l'altitude et des conditions locales d'exposition. Puis il établit pour une phase végétative de six plantes les cartes annuelles d'isoplèthes qu'il discute brièvement.

Il émet enfin quelques considérations, les unes de caractère général sur la conduite de recherches phénologiques, les autres plus particulières à la région considérée et ayant trait aux possibilités de développement des cultures.

### Zusammenfassung

Der Verfasser erörtert zunächst, welchen Einfluss die verschiedenen Wetterelemente auf das Wachstum der Pflanzen ausüben können. Dann untersucht er den Verlauf von Summenkurven der Temperatur und der Sonnenscheindauer in Abhängigkeit von der Höhe. Anhand der Beobachtungen einer meteorologischen Station und eines phänologischen Beobachtungspostens betrachtet er das wetterbedingte Verhalten einer Grasart und einer Strauchart. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Gräser vor allem auf die Sonnenscheindauer ansprechen, während die Temperatur nur im Falle von Frost eine verzögernde Wirkung hat. Sträucher scheinen dagegen eher auf die Temperatursumme zu reagieren, wobei die Sonnenscheindauer eine Nebenrolle spielt. Ferner wird gezeigt, wie das Wachstum der beiden Pflanzenarten von der Höhe und von der Exposition abhängt. Für sechs Pflanzenarten werden Isoplethenkarten eines bestimmten Entwicklungsstadiums gezeichnet und besprochen.

Aus diesen Ergebnissen leitet der Verfasser einige Richtlinien für phänologische Untersuchungen im allgemeinen und für einen rationellen Pflanzenbau im betrachteten Gebiet ab.

### Summary

*A.* first discusses the possible influence of different meteorological factors influencing plant development. Graphs representing the sum of temperatures and sunshine in relationship to altitude are drawn up. Observations collected from a meteorological station and a phenological station are examined and all the data relative to two types of plants, one herbaceous and the other a bush, are compared. From these results, *A.* formulates the hypothesis that the herbaceous plant reacts primarily to the amount of sunshine, temperature having a retarding influence only in cases of frost. The bush appears to react in a more marked degree to temperature, although this is only slightly corrected by sunshine. *A.* also studies the reaction of these two types of plants in relationship to altitude and to local conditions. He discusses briefly and establishes the annual isopleths for a certain vegetative phase of six different plants. *A.* enounces a few considerations, some of a more general type with regards to conducting phenological research and, others, more nearly related to the region studied and bearing possible relationship to an extension of crops.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- BAUMGARTNER, A. — (1950). Methodisches zur Darstellung des Witterungseinflusses auf den Verlauf der Pflanzenentwicklung ; erläutert an den phänologischen Beobachtungen 1947 in Bad Kissingen. *Meteorologische Rundschau* 3 (9/10) : 217-221.
- BERG, H. — (1952). Bedeutung und Grenzen der Phänologie für die Klimatologie. *Berichte des deutschen Wetterdienstes in der U. S.-Zone*. № 42, Bad Kissingen.
- BIDER, M. — (1946). Versuch einer frühzeitigen Prognose des Kirschenertrages. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau, Wädenswil*.
- (1953). Die Aufblühdaten eines Kirschbaumes während sechs Dezenien. *Bericht über das internationale agrarmeteorologische Kolloquium in Freiburg i. Br. am 23. März 1953. Wissenschaftliche Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaft Freiburg i. Br.*
- BIDER, M. et MEYER, A. — (1946). Lässt sich der Zeitpunkt der Kirschernte der Nordwestschweiz vorausbestimmen ? *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau, Wädenswil*.
- BORTELS, H. — (1951). Beziehungen zwischen Witterungsablauf, physikalisch-chemische Reaktionen, biologischem Geschehen und Sonnenaktivität. Unter besonderer Berücksichtigung eigener mikrobiologischer Versuchsergebnisse. *Die Naturwissenschaften* 38 (8) : 165-176.
- BRAZIER, C.-E. et EBLÉ, L. — (1934). Introduction à l'étude des températures de l'air et du sol au voisinage de la surface terrestre. *La Météorologie*, № 106 (nouvelle série) : 97-110.
- DÄNIKER, A. U. — (1947). Phänologische Beobachtungen im Botanischen Garten Zürich in den Jahren 1931-1940. *Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, Jahrg. 92 : 1-26.
- ENGLER, A. — (1905). Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. *Mitteilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich* 8 : 81-236.
- (1911). Untersuchungen über den Blattausbruch und das sonstige Verhalten von Schatten- und Lichtpflanzen der Buche und einiger anderer Laubhölzer. *Mitteilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich* 10 (2) : 107-188.
- GENSLER, Gian. — (1946). Der Begriff der Vegetationszeit (Dissertation an der Universität). Zürich.
- GESLIN, H. — (1944). Etude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat (température et radiation solaire). Contribution à l'étude du climat du blé. (Thèse de doctorat de la Faculté des Sciences.) 116 p., pl. 1-20, Paris.
- (1952). Contribution à l'étude du complexe héliothermique. *Annales de l'I. N. R. A. Livr. № 3* : 321-326.
- GODARD, M. — (1954). Action de la température sur la transpiration du Maïs : Influence variétale. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* 238 : 2343-2345.

- GODSKE, C. L. et SCHIELDRUP-PAULSEN, H. — (1949). The forest Precipitation. *Universitet i Bergen Årbok. Naturvitenskapelig rekke* N° 8.
- GOLZOW, M. M., MAXIMOW, S. A., JAROSCHEWSKI, W. A. (traduction FREYSE, K.). — (1955). Praktische Agrarmeteorologie. *Deutsche Bauernverlag, Berlin.*
- GOOL, E. Van. — (1954). Comportamiento fenolòfico y fecha òptima de plantaciòn de cuatro variedades de Papa, en Balcarce. *Meteoros, Buenos-Aires*, Año IV, Nos 1-2.
- HEIGEL, K. — (1955). Exposition und Höhenlage in ihrer Wirkung auf die Pflanzenentwicklung. *Meteorologische Rundschau* 8 (9/10) : 146-148.
- KOBLET, R. — (1942). Der Temperaturverlauf unter Schnee und die Bedeutung der Schneedecke für die Überwinterung von Getreide- und Futterpflanzen. *Die Grüne* 70 (40) : 1054-1061.
- KREEB, K. — (1954). Die Schneeschmelze als phänologischer Faktor. *Meteorologische Rundschau* 7 (3/4) : 48-49.
- LEIBUNDGUT, H. — (1954). Zur Phänologie der Laubbäume, insbesondere der Buche. *Journal forestier suisse*, 105<sup>e</sup> année (5/6) : 296-302.
- LEIBUNDGUT, H. et KUNZ, R. — (1952). Zur Phänologie der Laubbäume, insbesondere der Buche. *Journal forestier suisse*, 103<sup>e</sup> année (1/2) : 29-46.
- MADE, A. — (1952). Zur Methodik phänologischer Kartenentwürfe. *Angewandte Meteorologie* 1 (5) : 139-142.
- NICOLET, M. — (1949). Sur la mesure des températures au voisinage du sol. *Institut royal de météorologie de Belgique. Miscellannées*, fasc. XXXVIII, 8 p.
- PRIMAULT, B. — (1953). Contribution à l'étude de l'influence des éléments météorologiques sur l'accroissement des forêts. (Thèse de doctorat E. P. F.) *Zurich.*
- (1955 a). De l'influence des variations de la pression atmosphérique sur l'apparition de la fièvre aphteuse. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 97 (9) : 412-422.
- (1955 b). La température d'un pré. *Annales de la Station centrale suisse de Météorologie*, année 1954, *Zurich.*
- PRIMAULT, B. et KUHN, W. — (1954). De l'opportunité d'utiliser les coefficients de corrélation en météorologie forestière. *Geofisica pura e applicata, Milano* 28 : 246-260.
- RUBINSTEIN, E. — (1924). Beziehungen zwischen dem Klima und dem Pflanzenreiche. *Meteorologische Zeitschrift* 41 (1) : 15-17.
- SCHNELLE, F. — (1955). Pflanzenphänologie. *Probleme der Bioklimatologie* 3 : 1-299, fig. 1-46, pl. 1-14, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- SCHRÖDTER, H. — (1954). Weitere Untersuchungen über die Anwendung der Temperatursummenregel auf phänologische Phasen. *Angewandte Meteorologie* 2 (2) : 59-64.
- SCHUBERT, J. — (1941). Die Abhängigkeit der Blatt- und Blütenphase von der Temperatur. *Mitteilungen der Hermann-Göring-Akademie der Deutschen Forstwissenschaft*, 1. Jahrg., Bd. 1 : 140-147.

- SCHÜEPP, W. — (1948). Frostverteilung und Kartoffelanbau in den Alpen auf Grund von Untersuchungen in der Landschaft Davos. *Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte*, 20. Februar 1948.
- THAMS, J. C. et ZENONE, E. — (1952). Über Sonnenscheindauer und Globalstrahlung auf der Magadinoebene unter besonderer Berücksichtigung des Tabakanbaues. *Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz*, 1. Jahrg. N. F.
- WAGNER, H. et DINGER, H.-J. — (1955). Die Besonnung im oberen Vogtland und ihre Bedeutung für das Pflanzenwachstum. *Angewandte Meteorologie* 2 (4) : 122-125.
- WATERHOUSE, F. L. — (1955). Microclimatological profiles in grass cover in relation to biological Problems. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 81 (No 347) : 63-71.
-