

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Band:** 139 (1988)

**Heft:** 8

**Artikel:** Détermination chiffrée d'"accidents météorologiques"

**Autor:** Primault, Bernard / Fankhauser, Annemarie

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766742>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.11.2024

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

# Détermination chiffrée d'«accidents météorologiques»

Par *Bernard Primault* et *Annemarie Fankhauser*  
(Institut suisse de météorologie, CH-8044 Zurich)

Oxf.: 422.1:423.1:111

## 1. Introduction

Dans un premier article (*Primault et Fankhauser, 1988 I*), nous avons relaté les accidents météorologiques qui pouvaient avoir des répercussions néfastes sur un développement harmonieux des arbres et, partant, en diminuer la résistance aux attaques extérieures. Ces attaques peuvent être de nature très diverse. Parmi elles on relèvera les insectes, les champignons, des concentrations élevées de certains gaz ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ , etc.), voire des accidents météorologiques subséquents.

Sous la locution «accident météorologique», on entend ici une évolution du temps peu fréquente, voire même qui ne s'est encore jamais présentée au vu des relevés climatologiques existants. Il s'agit donc ici de savoir si, à un moment donné, les arbres ont eu à subir des impacts météorologiques rares. En effet, au cours des siècles, les arbres de nos forêts — au moins ceux qui sont en station et, partant, issus de plusieurs générations de géniteurs autochtones — ont été sélectionnés par les conditions locales: sol et climat (*Engler, 1911; Burger, 1935; Primault, 1971*). Même si, du fait de l'exploitation forestière, on ne recontre plus véritablement de «climax» dans nos forêts, les arbres qui les composent répondent pleinement à cette définition d'arbres autochtones, c'est-à-dire parfaitement adaptés au milieu dans lequel ils vivent.

Par conséquent, pour pouvoir déterminer si, à un moment critique de l'année, on a effectivement relevé un accident météorologique, il est indispensable de savoir quelles furent les conditions météorologiques au cours d'une assez longue période de référence. A ce propos, l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) prescrit dans son «Guide des pratiques en climatologie» un laps de temps de 30 années consécutives au moins. Comme période de référence, on utilisera cependant le plus d'années possible, considérant ces 30 ans comme un minimum et non comme une panacée.

Tant la recherche des développements critiques de paramètres météorologiques particuliers que celle d'une méthode adaptée font partie d'un projet spécial à l'appui du Projet National de Recherche 14+ (PNR 14+). Le rapport complet en sera publié ailleurs (Primault et Fankhauser, 1988 II).

## 2. Le début d'un cycle végétatif

La division d'une année (intervalle de temps qui sépare deux passages successifs de la terre en un point quelconque de l'écliptique) en douze mois est parfaitement arbitraire. Cet arbitraire est encore accentué par le fait que ces douze mois sont inégaux. Sept d'entre eux comptent 31 jours chacun, quatre en ont 30 et enfin un en compte 29 ou 28 selon que l'année est bissextile ou non. Enfin, l'année civile que nous connaissons débute (1er janvier) un jour qui ne présente aucune particularité par rapport à la mécanique céleste. Malgré cela, toute notre vie et les activités de nos sociétés humaines sont réglées sur ce cadre rigide qui n'a été adapté qu'une seule fois depuis le début de notre ère, c'est-à-dire depuis près de 2000 ans. Certes, la Révolution Française avait apporté une réforme complète de cette manière de compter le temps, mais cette réforme n'a eu qu'un caractère très éphémère.

La nature, et partant les arbres de nos forêts, fait pourtant fi de ce carcan qui nous enserme et sur lequel sont basés tous les relevés météorologiques qui servent de base à notre étude. Notre premier mouvement a donc été d'abandonner ce découpage annuel et de rechercher une subdivision mieux adaptée à notre propos. Cette nouvelle subdivision ne devait pas nécessairement être régulière, par exemple trois fois 365 jours, puis une fois 366.

Notre première pensée a été de nous rattacher à la mécanique céleste. Notre terre connaît deux luminaires principaux dont les forces d'attraction sont suffisantes pour influencer visiblement certains phénomènes comme les marées par exemple. Ces deux luminaires sont le soleil et la lune.

Leur trajectoire dans notre ciel, leur apparition et leur éclat subissent des modifications cycliques si importantes qu'elles ont été observées depuis la plus haute antiquité et servi de guide à des pratiques religieuses et à des manifestations de la vie communautaire de la plupart de nos sociétés humaines.

Partant de la trajectoire du soleil dans notre ciel terrestre, nous en avons retenu deux points saillants: sa hauteur maximum et sa hauteur minimum. Dans le premier cas, il s'agit du moment où la durée du jour commence à diminuer (solstice d'été), dans le second à s'allonger (solstice d'hiver). Le premier ne nous a pas semblé favorable parce que situé en pleine période de développement de la végétation dans la zone tempérée de l'hémisphère nord. Le second se trouve par contre dans la période de repos de la végétation. Il pouvait donc nous servir de point de départ.

Les manifestations de la lune sont plus spectaculaires que le mouvement pendulaire du soleil. On en distingue deux: les phases de la lune et son mouvement pendulaire de part et d'autre de l'équateur céleste.

La lune décrit une orbite autour de la terre, si bien qu'elle se trouve tantôt en conjonction avec le soleil (nouvelle lune), tantôt en opposition (pleine lune). De ce fait, l'hémisphère qu'elle nous présente est parfaitement dans l'ombre ou pleinement éclairé. Cette alternance d'ombre et de lumière a donné naissance à des calendriers lunaires (hébraïque et musulman entre autres).

Le plan selon lequel la lune accomplit sa translation autour de la terre forme un angle avec celui de notre équateur. Il en résulte que, tout comme celle du soleil, la trajectoire de la lune s'élève progressivement au-dessus de l'horizon pour redescendre ensuite. On peut retenir de ce mouvement pendulaire les deux extrêmes comme nous l'avons fait dans le cas du soleil. Ces deux mouvements sont d'ailleurs si marquants qu'ils ont été retenus par les croyances populaires comme devant régir de nombreux phénomènes naturels, en particulier la croissance des plantes. Nous les avons donc retenus tous les deux.

En conséquence, nous avons tout d'abord pris pour origine d'un cycle le premier de ces quatre phénomènes lunaires qui suit le solstice d'hiver et l'avons mis en rapport avec l'apparition d'une phase phénologique déterminée. Le résultat obtenu fut des plus décevant et sera exposé ailleurs.

### **3. La période de végétation**

Abandonnant la mécanique céleste, nous nous sommes tournés vers l'évolution annuelle du développement des plantes afin d'adapter notre recherche à des impératifs naturels.

Comme nous l'avons relevé déjà, en particulier dans Primault et Fankhauser (1988 I), les plantes font fi de notre calendrier et suivent dans leur développement les impulsions que leur impose l'évolution du temps. C'est donc vers une (ou des) constellation de paramètres météorologiques que nous nous sommes tournés pour déterminer le moment où la végétation commence à «travailler» et où elle cesse, en automne, de donner des signes de vie.

Pour cette nouvelle démarche, nous nous sommes appuyés sur des travaux antérieurs (Primault 1953 et 1972) et sur les réflexions qui les avaient précédés.

Lors de recherches phénologiques (Primault 1957), nous avons pu préciser que l'élément météorologique déterminant pour le départ de la végétation herbacée était la durée d'insolation prise en considération à défaut de mesures directes du rayonnement. La strate buissonnante est régie en partie, mais en partie seulement, par le même paramètre météorologique, supplanté déjà par la température. Quant à la couche arborescente, nous pensons qu'elle réagit principalement, si ce n'est exclusivement aux impacts de ce second facteur.

De par la nature très variable de notre climat, les arbres présentent généralement une certaine inertie aux impacts d'origine atmosphérique. Il leur faut donc un certain nombre de jours durant lesquels le seuil critique est dépassé pour réagir et cela aussi bien au printemps qu'en automne, c'est-à-dire au début et à la fin de la période de végétation. En outre, des conditions spéciales, du gel en particulier, peuvent provoquer en automne un arrêt brutal du développement des plantes. Nous en avons donc tenu compte également.

Nous envisageons de revenir ailleurs sur toutes ces considérations et sur différents essais de définition et des seuils critiques et de la durée nécessaire à chacun d'eux pour provoquer une réponse chez les arbres.

Appliquant ces principes, on aboutit à des périodes de végétation qui varient d'une année à l'autre et d'un endroit à l'autre, mais qui restent cohérentes entre elles malgré les différences climatiques locales (cf. *figure 1*). Ces périodes de végétation sont en outre parfaitement adaptées à l'évolution phénologique de nos plants forestiers.

Partant des périodes de végétation, on a divisé un cycle végétatif annuel en quatre «saisons» *ad hoc* durant lesquelles différents accidents météorologiques étaient particulièrement préjudiciables à un développement harmonieux des arbres: le repos hivernal; le printemps ou renouveau; l'été ou période d'accumulation de matière sèche et, enfin, l'automne ou la préparation de la prochaine période de végétation.

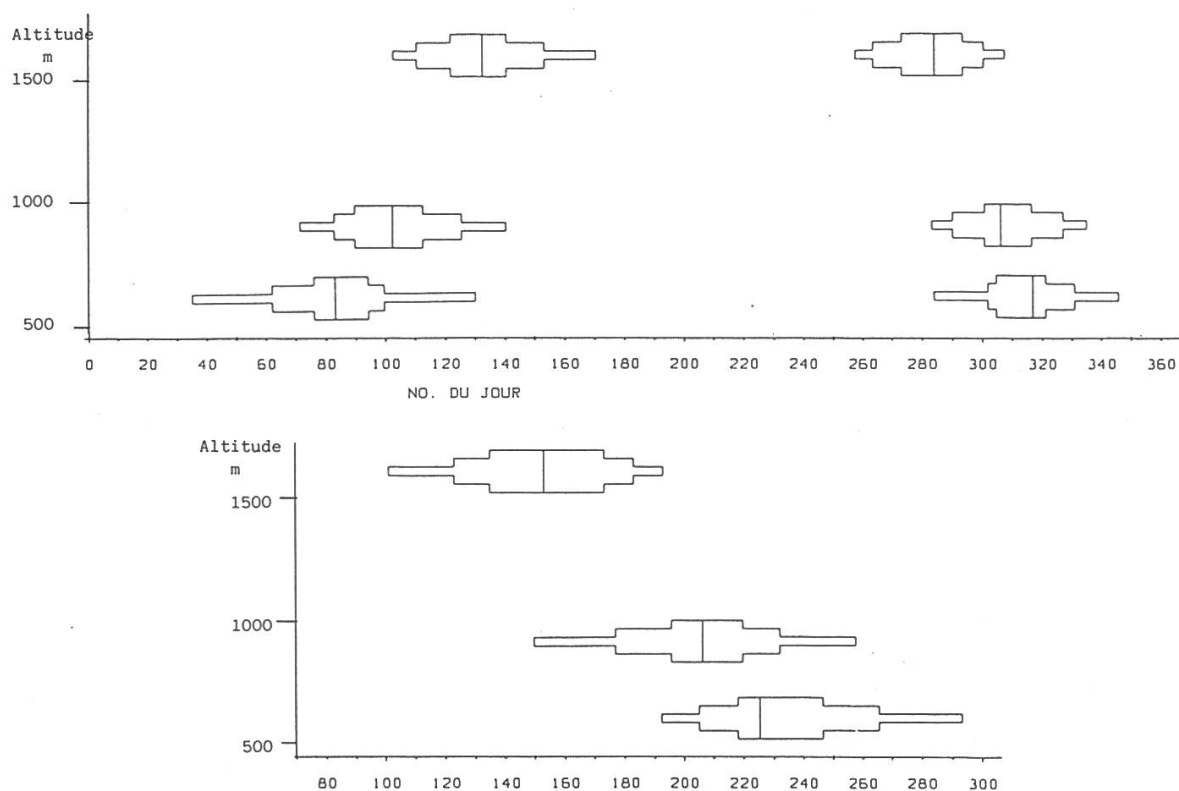


Figure 1. Début, fin et durée de la période de végétation en fonction de l'altitude. Comparaison entre Zurich, Einsiedeln et Davos (1931 – 1970).

Nous aurions voulu délimiter les trois fractions de la période de végétation proprement dite au moyen de seuils ou d'autres définitions météorologiques. Malgré une étude très poussée, toutefois non exhaustive de la littérature spécialisée, ce ne nous fut pas donné. Aussi avons-nous simplement divisé ce laps de temps en trois fractions égales.

#### 4. Définition des valeurs-limites

L'abandon du calendrier usuel impliquait la reprise de toute l'information météorologique de base, car toutes les données climatologiques publiées ou archivées (moyennes, extrêmes, fréquences, etc.) se rapportent à l'année ou aux mois civils. On trouve bien un fascicule de «Klimatologie der Schweiz» (*Schiëpp*, 1974) dans lequel sont consignées des répartitions fréquentielles de données journalières. Les paramètres retenus et le choix des stations ne correspondent cependant pas aux besoins de notre étude. Pourtant, le handicap le plus sérieux pour nous est que ces répartitions ne tiennent compte que du quantième et non pas de la positions de celui-ci par rapport à la période de végétation comme elle est définie ci-dessus.

Grâce à la banque de données de l'Institut suisse de météorologie, un travail même étendu de recompilation est parfaitement faisable. Il implique toutefois l'établissement de nombreux programmes appropriés.

En nous appuyant sur les conséquences probables d'accident météorologiques (cf. Primault et Fankhauser, 1988 I et II), nous avons défini treize critères principaux et trois critères secondaires permettant de chiffrer les impacts probables de faits météorologiques peu courants sur la végétation arborescente.

Qu'est-ce qu'un fait «peu courant»?

Reprenant une réflexion antérieure (Primault, 1978), nous pensons qu'un phénomène qui ne s'est produit que dans 10% des cas d'une période de référence, voire qui ne s'est jamais produit alors peut être assimilé à un «fait peu courant». C'est donc vers la délimitation chiffrée de cette limite que se sont dirigés nos travaux.

Vu le but de cette étude climatologique, la période de référence devait être aussi longue que possible, être la même partout et ne pas avoir pu être la cause d'un affaiblissement des arbres conduisant à des dégâts visibles depuis 1980 au moins, voire auparavant déjà.

Le dépouillement des séries climatologiques a ainsi couvert les quarante années situées entre 1931 et 1970. Nous remplissons ainsi largement les conditions édictées par l'OMM pour une «période climatologique» (30 ans).

Ainsi, en compilant les séries de mesures selon nos critères et en appliquant les lois des répartitions fréquentielles, on obtient des diagrammes sur lesquels il est aisé de lire directement la valeur-limite des 10%, c'est-à-dire de chiffrer la limite des valeurs extrêmes.

De tels diagrammes contiennent cependant des valeurs extrêmes dans deux sens opposés. Ainsi, considérant les températures minimum journalières relevées à une station particulière (*figure 2*), on peut délimiter pour chaque valeur de celles-ci un nombre particulièrement élevé (maximum des cas) et un nombre particulièrement faible (minimum des cas). Ces diagrammes sont établis en partant de toutes les valeurs disponibles durant la période de référence. Il s'agit donc de valeurs aussi bien élevées que basses. Si donc le critère météorologique retenu se rapporte à de basses températures (fréquence du gel par exemple), les températures élevées ne nous intéresseront guère et la dénomination d'«accident météorologique» ne se rapportera qu'à une fréquence élevée, voire à la présence de valeurs très basses (comprises dans la plage des 10% ou supérieure à celle-ci) des températures les plus basses.

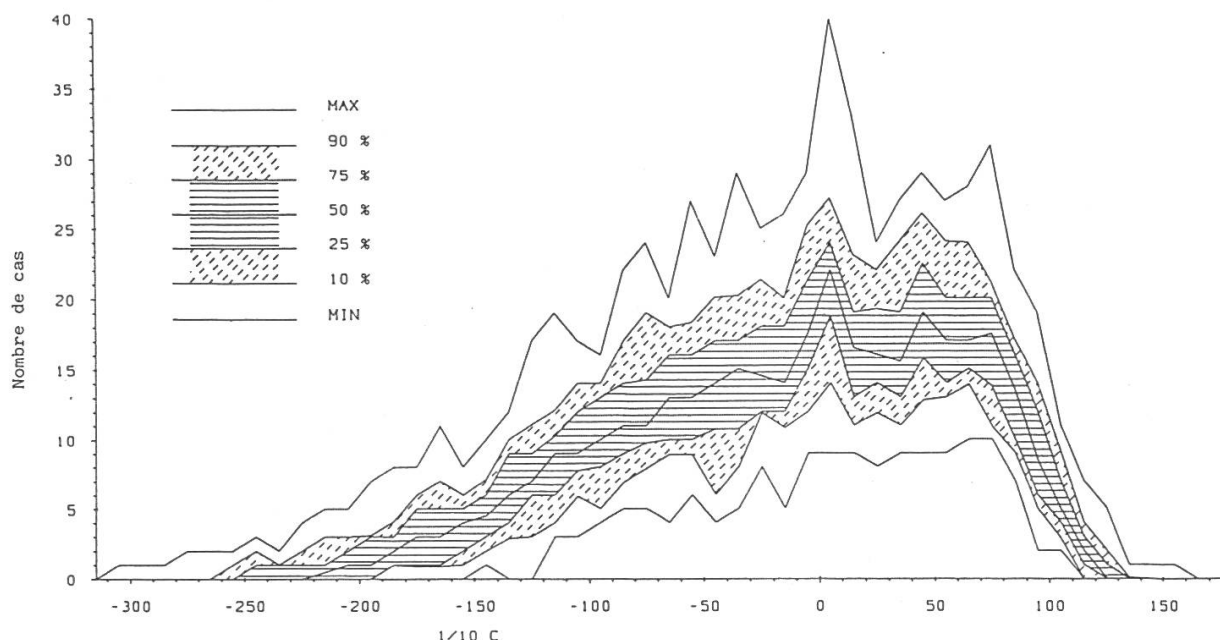


Figure 2. Répartition fréquentielle des minima de la température relevés à Davos (année entière, période 1931 – 1970).

De tels diagrammes fréquentiels ont été établis pour tous les critères définis ailleurs et pour chacune des trois stations de référence se rapportant aux trois sites de mesures intensives du PNR 14+.

En traçant alors les données des années 1986, 1987 et 1988 sur ces mêmes diagrammes et selon les mêmes critères, il sera aisé de préciser si les trois années de mesures intensives peuvent être considérées comme météorologiquement «normales» ou non.

## 5. Exemples pratiques

Afin de n'influencer en aucune mesure la recherche en cours (PNR 14+), nous prendrons ici en considération les années 1983, 1984 et 1985 pour les placer en regard de la période de référence retenue plus haut (1931 à 1970).

### 5.1 La période de végétation

La définition du début s'énonce comme suit: septième jour consécutif où la température journalière moyenne a été égale ou supérieure à 5 °C. La fin en est donnée soit par le cinquième jour consécutif où la température journalière moyenne a été inférieure à 4 °C, soit par trois jours de gel (minimum inférieur à 0 °C), soit une seule température inférieure à -2 °C.

Si on applique ces définitions aux relevés de la station de Zurich ISM (*figure 3*), on constate que le début de la période de végétation de 1984 a été très tardif, que celui de 1985 fut normal. Quant à celui de 1983, il ne peut être considéré comme absolument normal, sans être extrêmement précoce pour autant (compris entre 10% et 25% des cas). La période de végétation a pris fin très tardivement en 1984, très tôt dans l'automne (10% des cas) en 1985, mais fut parfaitement normale en 1983.

Quant à sa durée, elle fut parfaitement normale en 1983 et 1984, alors qu'elle se trouvait à la limite des périodes extrêmement brèves en 1985.

### 5.2 Le chaud de l'été

Un des critères retenus comme pouvant porter préjudice au développement des forêts se rapporte à la fréquence de hautes températures en été (tiers médian de la période de végétation de l'année considérée et non pas l'ensemble des mois de juin, juillet et août comme en climatologie classique). De telles températures ont pour conséquence un affaiblissement des arbres par suite d'une évapo-

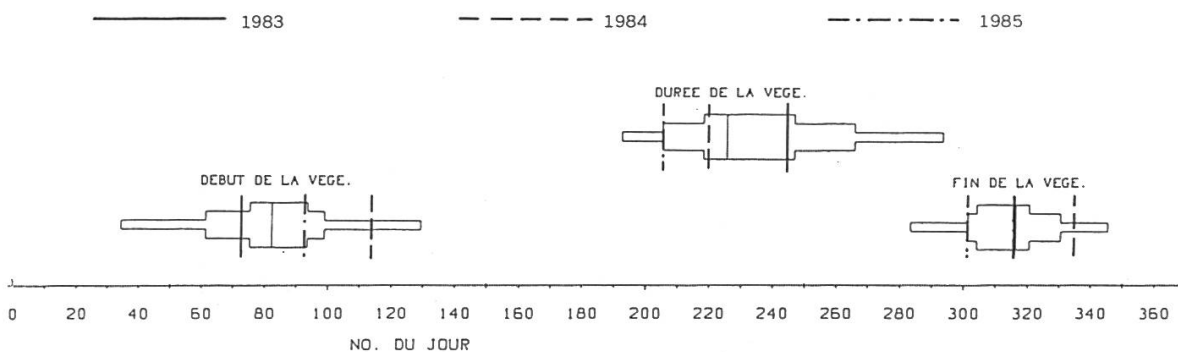


Figure 3. Comparaison des périodes de végétation de la station de Zurich ISM (période de référence 1931-1970).



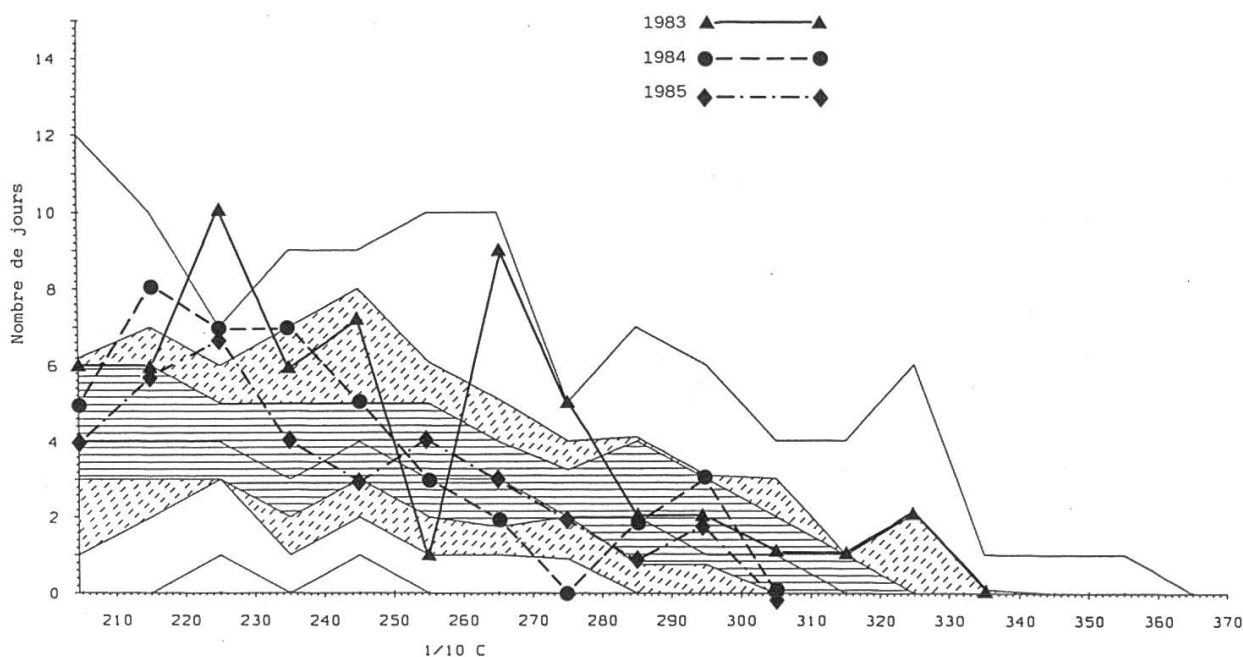


Figure 4. Comparaison des températures relevées à 13 h 30 HEC à la station de Zurich ISM (période de référence 1931 – 1970).

ration très poussée. En effet, de hautes températures sont le plus souvent accompagnées d'un déficit de précipitations, donc de quantités restreintes d'eau disponible dans le sol, d'où déséquilibre dans le bilan hydrique des plantes.

A la figure 4, on a reporté aussi bien la répartition fréquentielle des températures relevées à Zurich ISM à 13 h 30 HEC durant la période climatologique de référence que celles découlant des années 1983, 1984 et 1985. Pour ce faire, on n'a considéré que l'été selon notre définition. Comme il ne s'agit que des températures élevées, on a ignoré celles inférieures à 20 °C.

La courbe de 1985 est partout située dans l'amplitude normale (entre 25% et 75% des cas), sauf le point correspondant à 22,5 (nombre de relevés situés entre 22,0 °C et 22,9 °C). En 1984, on constate un nombre exceptionnellement élevé (entre 90% et 100% des cas) de relevés à 21,5, 22,5 et 23,5 et exceptionnellement bas (entre 0% et 10% des cas) pour 27,5. Tous les autres points de cette année sont situés dans l'amplitude normale. Ces deux années sont donc à considérer comme «normales» quant au critère des jours chauds de l'été.

Chacun a encore en mémoire les chaleurs de l'été 1983, chaleurs qui ont provoqué une prolifération des insectes, en particulier des bostryches. Qu'en est-il par rapport à notre période de référence? La courbe de cette année particulière est beaucoup plus tourmentée que celles des deux autres. Elle présente même un point qui sort du «déjà vu» (22,5). Mais ce qui est le plus important ici, c'est que les points de 31,5, 32,5 et 33,5 sont situés à la limite des 90% des cas. Par conséquent, cette année (1983) doit être considérée comme exceptionnellement chaude en été.

## 6. Conclusion

La méthode d'analyse climatologique présentée ici peut être appliquée à d'autres fins. Il suffira pour cela de définir des critères spécifiques à chaque problème. Tous les programmes informatiques ont été établis de façon suffisamment souple pour pouvoir être utilisés aussi bien selon les périodes de végétation et les saisons *ad hoc* qui en découlent que selon le calendrier usuel. En outre, la définition d'autres critères peut aisément leur être appliquée.

### Zusammenfassung

#### Zahlenmässige Erfassung von «meteorologischen Sondersituationen»

Neben anthropogenen Luftbeimengungen haben oft meteorologische Sondersituationen (Frost, Dürre usw.) unerwünschte Rückwirkungen auf das Baumwachstum und den Gesundheitszustand unserer Wälder. Um diese besonderen Witterungsabläufe richtig einstuft zu können, muss eine besondere Auswertung der klimatologischen Datenreihen vorgenommen werden. Da jedoch die Vegetation und ihre Entwicklung von der Witterung selbst abhängig sind, hauptsächlich im Frühling und Herbst, das heisst am Anfang und am Ende einer jährlichen Wachstumsperiode, wurde zuerst ein Jahreszyklus nach dem Temperaturablauf und nicht mehr nach dem Kalender definiert. Dieser Zyklus wird dann in vier Abschnitte unterteilt: Winterruhe, Erwachen der Vegetation, Anhäufung von Trockensubstanz und Vorbereitung der nächsten Vegetationsperiode. Für jeden dieser Zeitabschnitte werden «unerwünschte» Sondersituationen beschrieben und eine Vergleichsperiode (1931 bis 1970) danach untersucht. Je nach Häufigkeit des Vorkommens solcher Situationen wird dann errechnet, was als «meteorologischer Sonderfall» einzustufen ist. Der Artikel schliesst mit einigen Beispielen zur Erläuterung der angewendeten Methode.

### Bibliographie

- Burger, H.* Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. IV. Mitteilung: Die Lärche. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen. 1935; 19 (1): 103–136.
- Engler, A.* 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. 1911; 10 (2).
- Primault, B.* Contribution à l'étude de l'influence des éléments météorologiques sur l'accroissement des forêts. Geofisica pura e applicata. 1953; 24: 149–206.
- Primault, B.* Contribution à l'étude des réactions végétales aux éléments météorologiques. Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles. 1957; 80: 115–162.
- Primault, B.* Essai de comparaison des champs d'application de la méthode d'écologie appliquée et de l'analyse climatologique. Rapports de travail de l'ISM. 1971; 23: 7.
- Primault, B.* Etude méso-climatique du Canton de Vaud en vue de son aménagement régional. Cahier de l'aménagement (Office cantonal vaudois de l'urbanisme, Lausanne). 1972, 14: 186 et 35 planches hors texte.
- Primault, B.* De la représentation des limites des séries climatologiques. Rapports de travail de l'ISM. 1978; 78: 7 plus 2 tab. et 5 fig.
- Primault, B., Fankhauser A.* Accidents météorologiques pouvant affecter le développement des arbres. Journal forestier suisse. 1988; 139 (3): 203–209
- Primault, B., Fankhauser A.* Les trois années de mesures intensives effectuées à l'appui du PNR 14+ (1986, 1987 et 1988) sont-elles climatologiquement représentatives? Si non, pourquoi? A paraître comme Rapport de travail de l'ISM. 1988.
- Schüepp, M.* Der Jahresgang der meteorologischen Elemente in der Schweiz. Klimatologie der Schweiz (SMA, Zürich). 1974; M (1).