

Précipitations, températures et végétation aux Alpes occidentales

Autor(en): **Gaussen, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich**

Band (Jahr): **43 (1970)**

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-308327>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Précipitations, températures et végétation aux Alpes occidentales

par H. GAUSSEN, Toulouse

Les précipitations

Les moyennes annuelles

En 1937, j'ai publié une carte des précipitations annuelles moyennes des Alpes occidentales à l'échelle de 1 : 500 000 éditée par le Ministre des Travaux publics. Les données utilisées étaient essentiellement celles qui avaient été publiées par ANGOT (1911–1914) et ramenées à la période 1850–1900. Les moyennes des observations plus récentes n'avaient pas été faites et la conscience des observateurs de la deuxième moitié du XIX^e siècle était une garantie d'exactitude.

Alors que BENÉVENT (1926) n'avait pas voulu s'aventurer à extrapoler, à interpréter dans les parties dépourvues de données, j'avais considéré qu'en raisonnant les lois de précipitations, un botaniste pouvait faire une carte valable à l'échelle de 1 : 500 000. Je dis un botaniste mieux qu'un météorologiste. En effet, le météorologiste, en général de formation physicienne, s'attache à la précision des mesures. Il calcule les gradients en altitude mais en général il n'applique pas ses résultats quand il fait une carte. Les courbes isohyètes tracées par lui tiennent très peu compte de la topographie et se contentent de réunir les points de même pluviométrie. Autant les données d'ANGOT sont précieuses, autant ses cartes sont médiocres. En Suisse, en 1925, un botaniste, BROCKMANN-JEROSCH, a fait une excellente carte de précipitations. Un botaniste n'a pas besoin de chiffres pour savoir qu'à même altitude un versant boisé de Hêtres est plus humide que celui qui est couvert de Pin sylvestre. Les limites des étages de végétation corrigent ce qu'aurait de trop schématique l'emploi strict des gradients en altitude. Il s'aperçoit vite de l'existence de minimums de précipitations dans les vallées ou versants abrités des vents pluvieux. Les plantes qu'il rencontre sont un indice sûr.

Un joli exemple des erreurs, quand les météorologistes font des cartes, est la *Carte des précipitations moyennes en France* par SANSON (1953). Il a ignoré l'existence du Mont-Blanc ! C'est d'autant plus curieux que, à peu près à la même échelle, quelques années auparavant (1934) j'avais publié une carte dans l'*Atlas de France*. Améliorer ma carte était normal, faire presque vingt ans après une carte manifestement plus mauvaise est inadmissible.

Dans la carte de SANSON, publication officielle de l'Office national météorologique, dans la vallée de Chamonix, il pleut moins au Mont-Blanc que dans le fond de la vallée ! Dans la haute vallée de l'Isère à Moutiers, qui est manifestement un minimum de précipitations, la carte porte un maximum (mais c'est une erreur d'impression). Dans la haute vallée de la Drôme, deux taches de minimums sont peu compréhensibles, alors que la question est très claire dans la carte de l'*Atlas de France*. La chaîne du Luberon ne reçoit pas plus d'eau que

la vallée malgré son altitude. Les montagnes entre le Var et la Tinée n'apparaissent pas, etc...

En dehors de notre domaine, les sommets des Albères sont placés dans la vallée du Tech et la frontière est sèche. C'est une ignorance totale de la géographie. Du moment qu'on n'a pas de donnée numérique pour le Mont-Blanc, cette montagne n'existe pas! A quoi sert le calcul du gradient des précipitations avec l'altitude?

Il y a beaucoup d'autres erreurs qu'il est inutile de relever ici. Il est dommage que la carte de SANSON, parue presque vingt ans après une carte qui était bien meilleure, soit considérée comme la carte officielle des précipitations en France.

En 1950, j'ai donné une bibliographie des cartes de précipitations aux Alpes occidentales. Je n'insiste pas ici sur les lois de la précipitation en montagne. Je les ai étudiées dans un article des *Annales de Géographie* en 1935.

Je puis, sans modestie, montrer la valeur de la méthode employée en citant OZENDA qui, en 1966, disposant de données nouvelles, pensait retoucher la carte que j'avais publiée à 1 : 500000: «Les données récentes de différentes provenances (EDF notamment) que nous avons pu réunir pour 200 stations environ n'apportent pas de changements très importants qui soient d'un ordre de grandeur supérieur à 100 mm par an dans les cas extrêmes.»

Il a reproduit en la réduisant la carte que j'avais publiée en 1937¹.

Le contraste classique entre Alpes du Nord et Alpes du Sud est très visible en remarquant que les Alpes maritimes et ligures reçoivent des pluies abondantes. Les Alpes externes de la Grande-Chartreuse, Vercors, forment un premier écran pour les vents humides de l'ouest qui finissent de déverser leurs pluies et leurs neiges sur les massifs de Belledonne ou du Pelvoux.

Les hauts massifs de Savoie reçoivent aussi de fortes précipitations, mais les moyennes n'indiquent pas si elles sont sous forme de neige ou de pluie ni à quelle saison elles se produisent.

Remarquons encore que le versant italien aux Alpes du Sud est beaucoup plus arrosé que le versant français. Il suffit de regarder la *Carte de végétation* à 1 : 200000, feuille de Nice, par OZENDA (1961) pour voir la large répartition du Hêtre dans ces contrées du bassin supérieur du Pô.

Enfin l'abri dans les vallées diminue les précipitations. La règle est générale dans tous les pays du monde. Maurienne, Tarentaise, vallée d'Aoste, Valais en sont des exemples classiques. La haute vallée de la Durance, abritée de l'Ouest et de l'Est, montre très nettement cette importance de l'abri. Briançon reçoit moins de 600 mm, Aoste et Sion aussi, Moutiers moins de 800 et Modane moins de 700.

Le gradient en altitude, étudié surtout par les données de la Suisse, montre

¹ Cette carte de 1937, par l'oubli d'une surcharge à l'imprimerie, a indiqué au massif du Roc-d'Enfer, entre Bonneville et le lac Léman, une précipitation inférieure à 10 dm, alors qu'elle est au contraire supérieure à 15. Je l'ai noté dans un erratum avec la feuille de Vendée (1939). OZENDA ne l'a pas su et, dans sa carte, a oublié la tache de plus de 15 dm et a laissé moins de 10.

que la précipitation augmente avec l'altitude jusqu'à un maximum qui se trouverait aux Alpes à environ 4000 m. Pour les hauts massifs, les données ont été obtenues avec des pluviomètres totalisateurs. Aux environs du Cervin, on compte plus de 4 m d'eau, mais il faut être prudent, car il s'agit d'eau de fonte de neige, et la neige emportée par le vent tombe dans le pluviomètre quand il fait beau et peut ne pas tomber quand il neige. C'est pour cela que dans mes cartes j'ai mis la même teinte pour tout ce qui est supérieur à 2 m. Les pluviomètres totalisateurs ne donnent qu'un ordre de grandeur et il serait imprudent de vouloir trop préciser.

Malgré son intérêt dans les pays tempérés, la moyenne annuelle ne donne qu'une première idée de la question des précipitations. Le déroulement au cours de l'année est très important.

Les moyennes mensuelles

Ce déroulement est connu par l'étude des moyennes mensuelles. Les graphiques «en tuyaux d'orgue» sont particulièrement parlants. Ils montrent soit la moyenne soit le déroulement pendant une année déterminée et on peut mettre en série les graphiques de plusieurs années successives.

Le régime des pluies est remarquablement différent dans les diverses régions des Alpes.

Les régimes pluviométriques

J'ai étudié la question pour l'ensemble de la France en 1942 et je rappelle seulement les conclusions pour les Alpes.

On passe, en allant de la Côte vers la Savoie, d'un régime à maximum (M) d'automne avec maximum secondaire (Ms) de printemps (ce qui est un type de climat méditerranéen pourvu d'une saison sèche en été) à un régime à M d'été et Ms d'automne (ce qui est un régime axérique d'Europe centrale). Si on numérote les mois en commençant par janvier, on obtient une formule où les M sont en numérateur, M avant Ms, et les minimums en dénominateur, minimum principal (m) avant minimum secondaire (ms) (fig. 2 et 3).

$\frac{10-3}{7-2}$ (formule pour Nice et Antibes): C'est le type méditerranéen littoral.

$\frac{10-4}{7-2}$ (Cuers): Le Ms de printemps met de la neige sur les sommets de l'arrière-pays. C'est le type méditerranéen sublittoral.

$\frac{10-5}{1-7}$ (Avignon): Type de transition à tendance méditerranéenne.

$\frac{10-5}{1-3}$ (Grenoble): Type de transition à tendance continentale, il n'y a plus de minimum important en été.

$\frac{10-6}{1-3}$ (Annemasse et Thonon): Type continental. La précipitation d'hiver est sous forme de neige en altitude.

$\frac{8-12}{1-3}$ (Passy): Type continental montagnard à M d'été bien accentué.

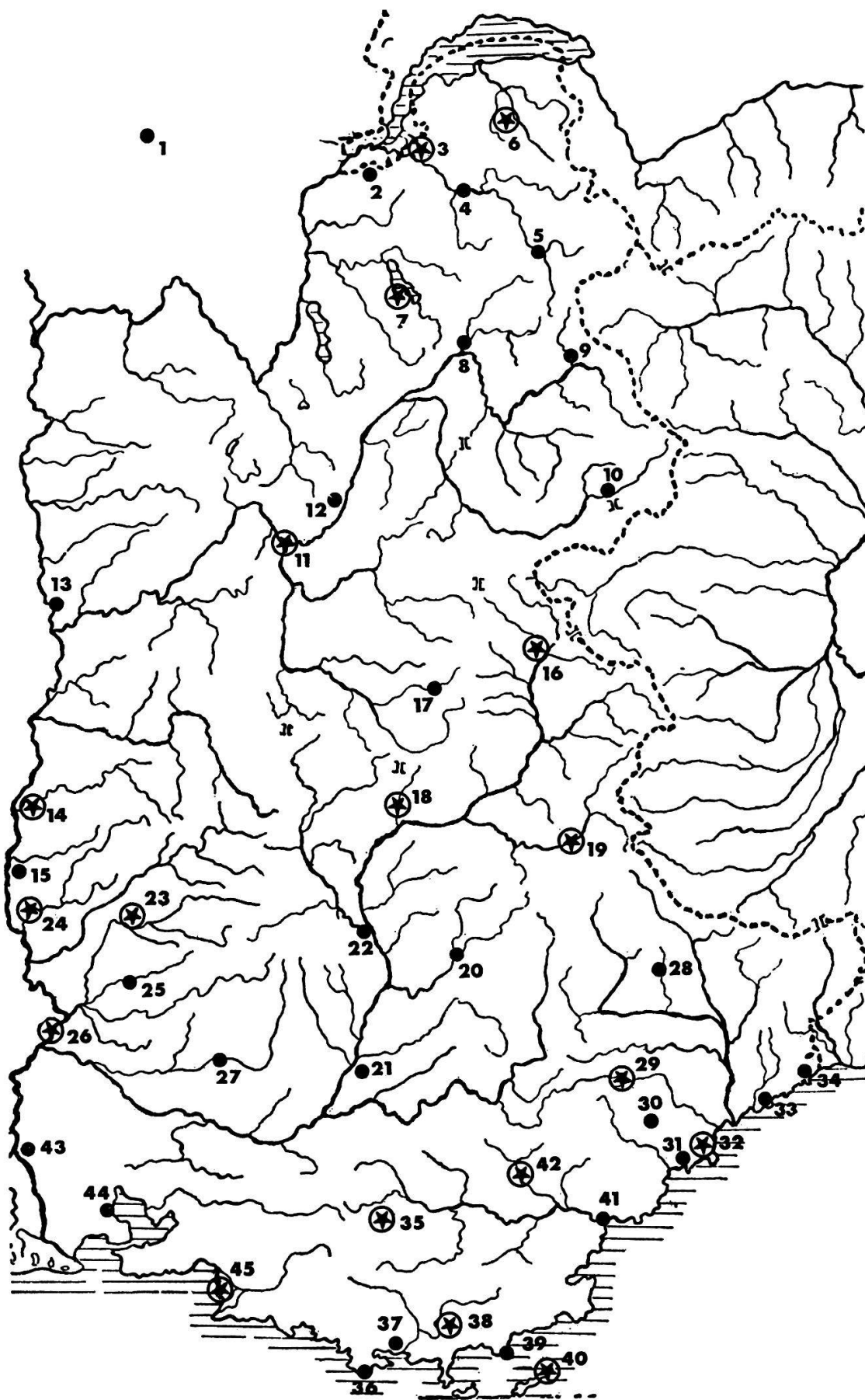
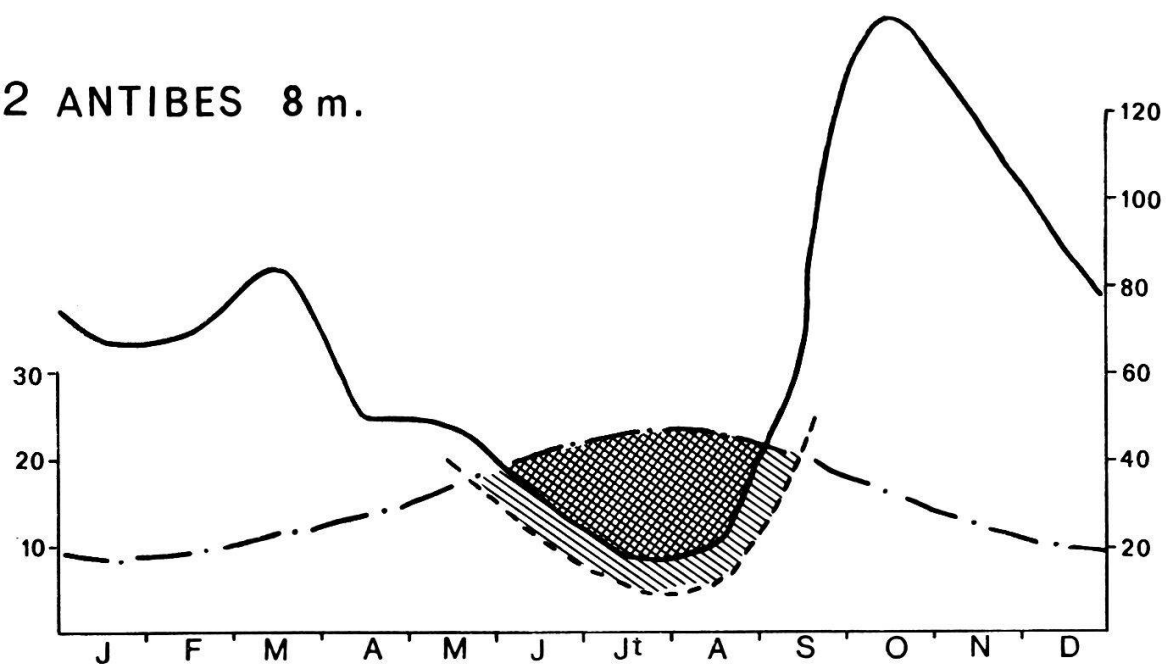
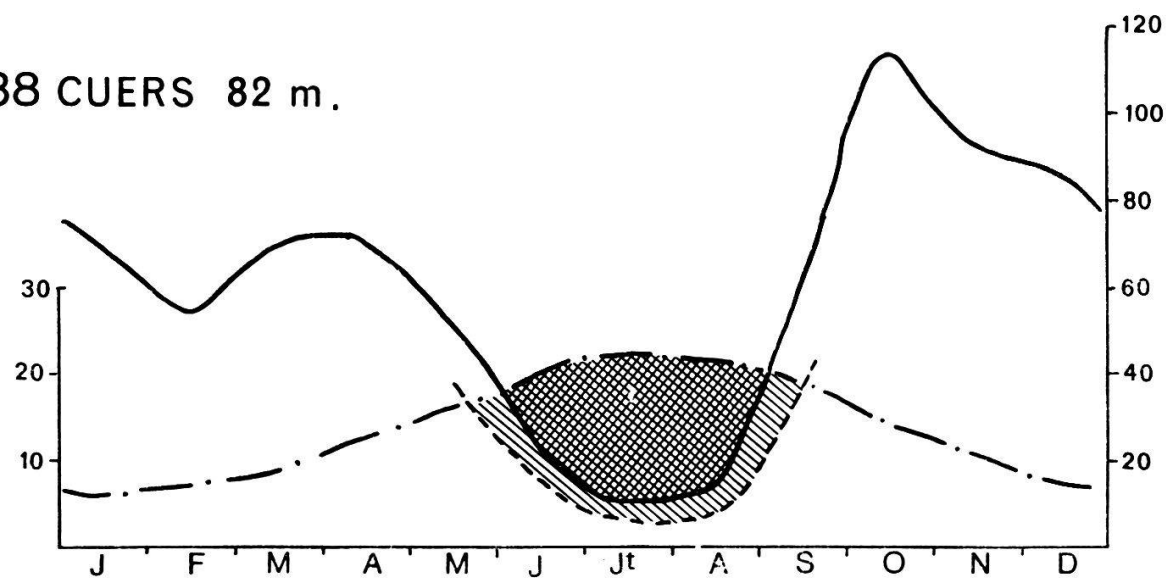


Fig. 1 Les points indiquent les stations météorologiques, les étoiles correspondent à celles dont le diagramme est donné dans l'article.

32 ANTIBES 8 m.



38 CUERS 82 m.



26 AVIGNON 20 m.

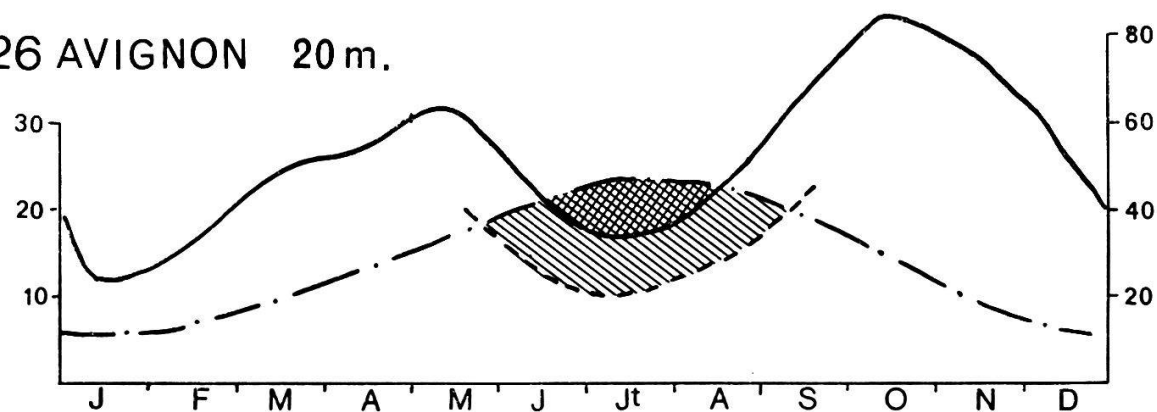
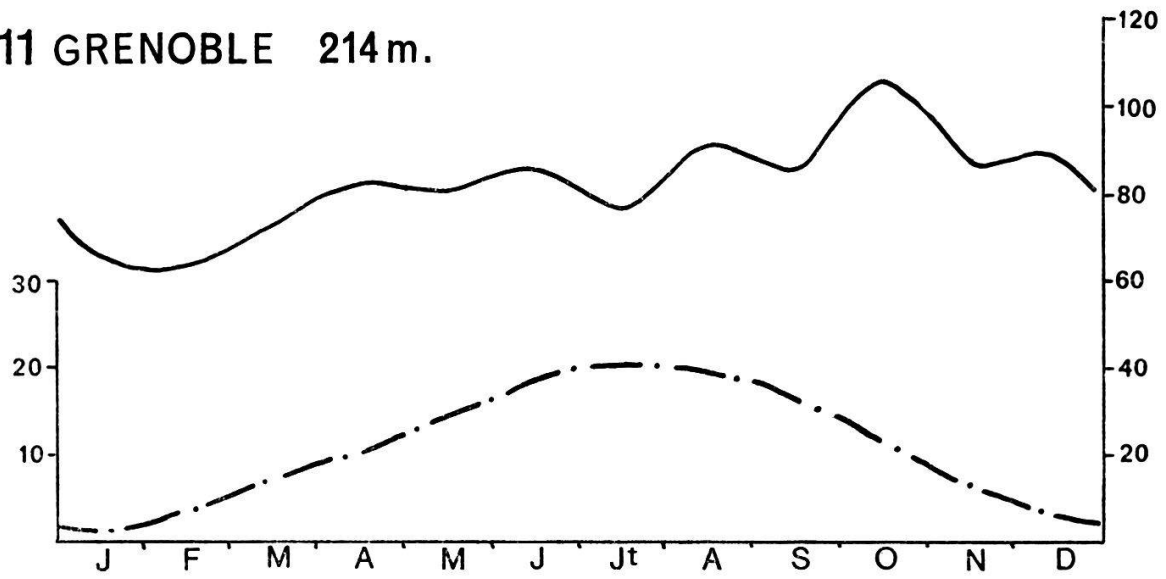
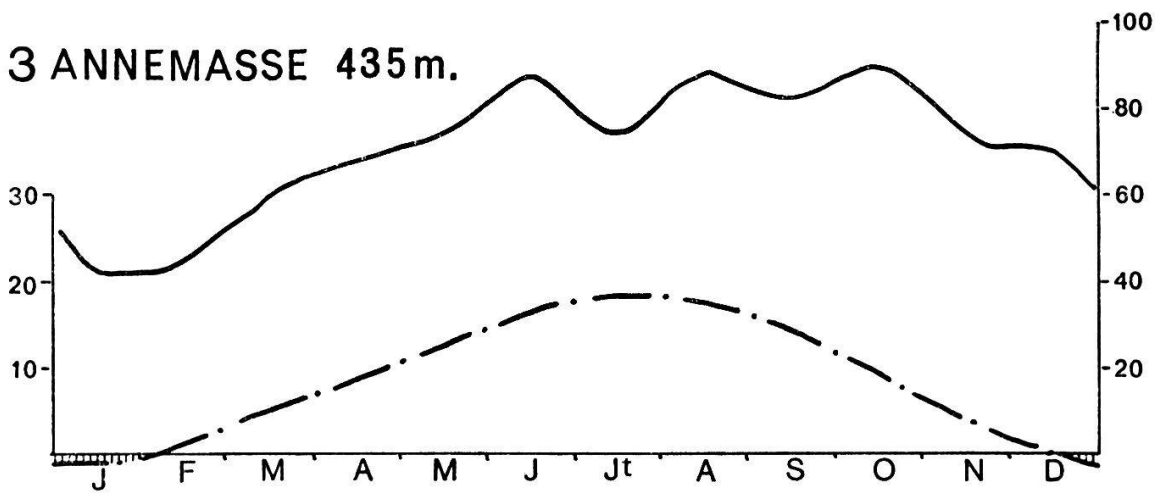


Fig. 2

11 GRENOBLE 214 m.



3 ANNEMASSE 435 m.



6 PASSY 1155 m.

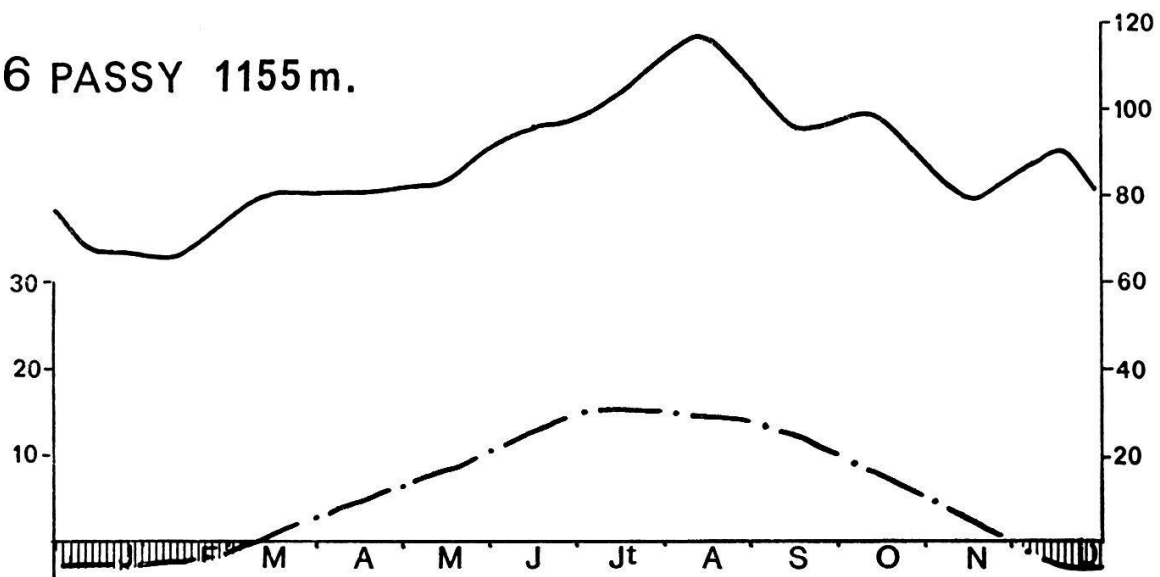


Fig. 3

C'est un retard sur le précédent. Le M d'octobre devient un Ms en décembre, le Ms de juin devient le M en août.

Si on reporte ces résultats sur une carte, on voit s'individualiser une zone méditerranéenne, une subméditerranéenne qui atteint la limite traditionnelle entre Alpes du Nord et Alpes du Sud, une continentale avec une variation en haute altitude vers le type qu'on peut appeler continental montagnard.

Une méthode commode pour rendre facilement visibles les régimes consiste à utiliser des graphiques. Il en sera question plus loin à propos de la synthèse des actions.

Les températures: les moyennes

Pour les températures, les données sont nettement plus rares et moins sûres. Qu'un thermomètre soit mal étalonné, mal vérifié, et toutes les données d'une station sont fausses, et ce n'est malheureusement pas une hypothèse sans fondement. Ici, le gradient en altitude permet de faire des cartes à petite échelle, mais je crois que aller au-delà de 1 : 1 000 000 manquerait de précision.

Ici aussi, l'étude de la végétation est intéressante. Par exemple, la limite supérieure des forêts de chaque essence peut donner des indications peut-être pas sur la température moyenne mais sur les températures minimales. Le Hêtre, à partir d'une certaine altitude, est limité par les gelées trop fréquentes.

D'autre part, le poste météorologique donne la température de l'air et les mesures comparatives en exposition à l'ombrée ou à la soulane (ubac et adret) montrent qu'il y a peu de différence dans la température de l'air, alors que la différence est grande au niveau du sol. Il est certain qu'une carte des températures au sol serait beaucoup plus contrastée que celle des températures de l'air.

La température dépend de la position géographique et les températures ramenées au niveau de la mer ont ainsi quelque intérêt. OZENDA (1966) a donné deux petites cartes à ce sujet, mais je ne pense pas que dans le détail la question ait beaucoup d'importance à l'échelle de nos Alpes. Tout ce qu'on peut dire, et c'est bien connu, que la continentalité (par rapport à l'Atlantique) élève l'isotherme réduite à zéro. Je me souviens toujours de la joie de DE MARTONNE lisant une étude phénologique sur le premier chant du coucou ramené au niveau de la mer! Il est bien certain que ce sont les températures réelles qui nous intéressent.

Les températures ont été étudiées par BENÉVENT (1933) qui a fourni la carte de l'*Atlas de France*.

Par l'étude de cette carte on peut faire quelques commentaires: La température moyenne sous abri en hiver comme en été paraît essentiellement en rapport avec l'altitude. C'est ainsi que la limite de 0° en hiver apparaît plus vite en vallée de Durance qu'en Isère et de même la limite de 15° en été s'enfonce beaucoup plus en Isère qu'en Durance, car l'Isère reste plus longtemps à basse altitude. La carte des températures moyennes annuelles sépare mal les Alpes

du Nord des Alpes du Sud. Il ne s'agit naturellement pas des parties soumises au climat méditerranéen.

D'autre part, le nombre de jours de gelée paraît très important dans les Alpes du Sud (en les limitant suivant la tradition au col de Luz la Croix-Haute) et ne sépare pas les deux contrées.

Il y a beaucoup à dire sur les rapports réels de la végétation et des données de température fournies par les postes météorologiques.

Le nombre de jours de gel est une donnée biologiquement importante.

Synthèse précipitations, températures

Il faut maintenant chercher à faire une synthèse, et je crois que les courbes ombrothermiques et l'étude de l'indice xérothermique peuvent être utiles au moins pour limiter les parties où certaines plantes souffrent de la sécheresse.

Ces parties sont uniquement dans le Sud et la courbe de 40 de l'indice limite de façon très acceptable le pays en méditerranéen, et celle de 0 le pays sub-méditerranéen qui sont les deux seuls où on peut parler de sécheresse.

Puis il y a toutes les régions d'indice 0 où il n'y a pas de période de sécheresse d'après la définition du mois sec $p < 2 t^{\circ}$ cent.

Mais on peut définir des mois subsecs (hypoxériques) par $p < 3 t$. Il est intéressant de limiter leur répartition.

M. BAGNOULS, que je remercie ici, a eu l'amabilité d'étudier les graphiques qu'il a établis et cela permet de dresser des limites.

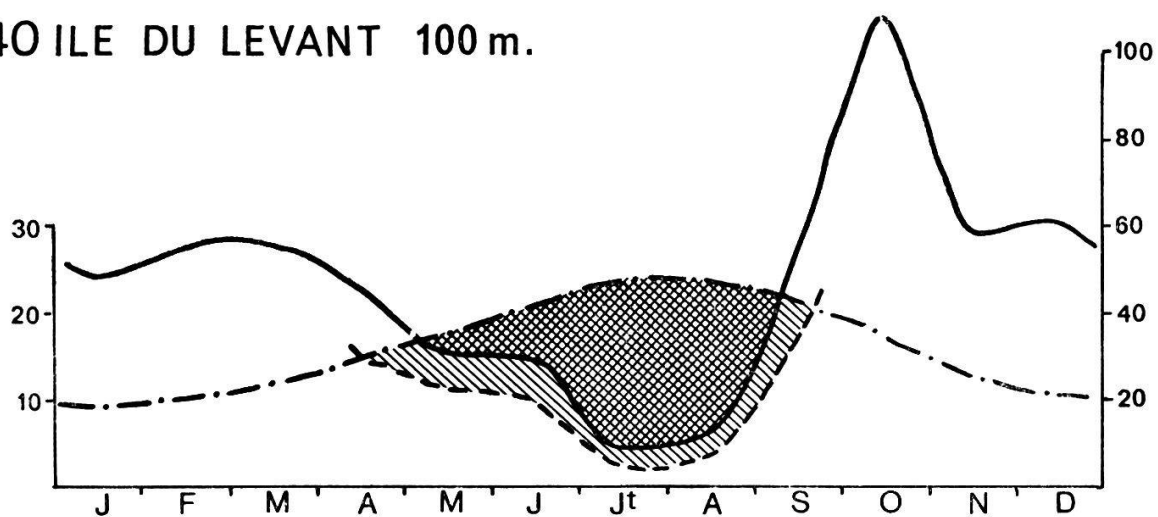
Les graphiques ombrothermiques dont j'avais exposé les principes au Congrès international de botanique à Paris (1954) ont été utilisés dans l'important Atlas de WALTER et LIETH (1960). Ils ont complété le graphique par des indications sur la période de gel et nous complétons par le nombre de jours de gel.

L'examen d'une quarantaine de courbes ombrothermiques établies d'après la relation $p < 2 t$ pour les mois secs et $p < 3 t$ pour les mois subsecs donne le résultat suivant en indiquant l'altitude.

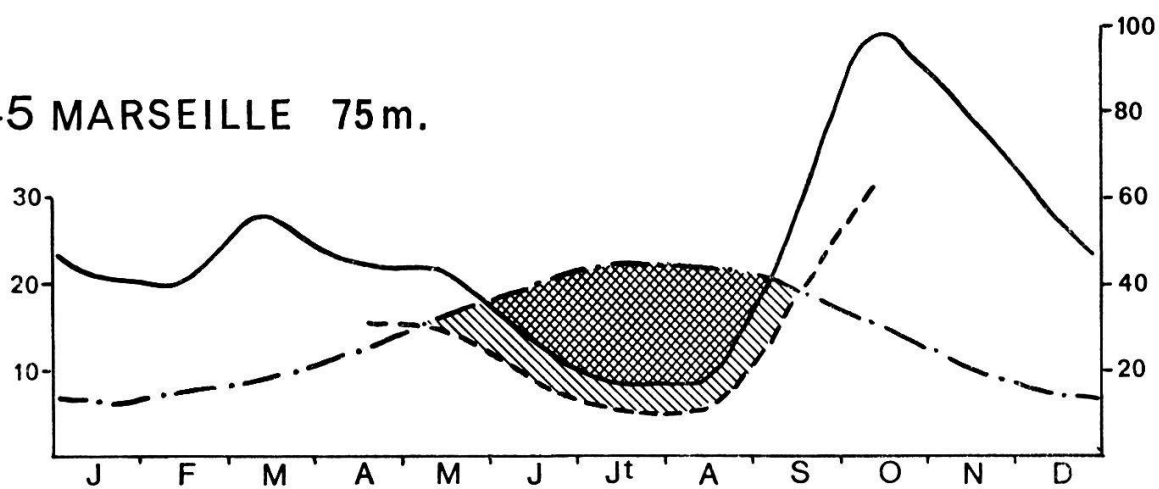
Mois secs (fig. 4 et 5)

- | | |
|----|--|
| 4 | Ile du Levant 100 m |
| 3 | Cuers 81 m, cap Benat 185 m, Toulon 23 m, cap Sicié 32 m, Antibes 8 m, Beaulieu-sur-Mer 9 m, Marseille 75 m, Istres 25 m |
| 2½ | Monaco 55 m, Cannes 27 m, Saint-Raphaël 2 m |
| 2 | Brignoles 215 m, Arles 8 m, Avignon 20 m, Grasse 260 m |
| 1½ | Draguignan 183 m, Apt 234 m, Annemasse 600 m, Digne 602 m |
| 1 | Carpentras 93 m, Orange 48 m |
| ½ | Sisteron 521 m, Montélimar 73 m, Pierrelatte 57 m, Valence 126 m |

40 ILE DU LEVANT 100 m.



45 MARSEILLE 75m.



35 BRIGNOLES 215m.

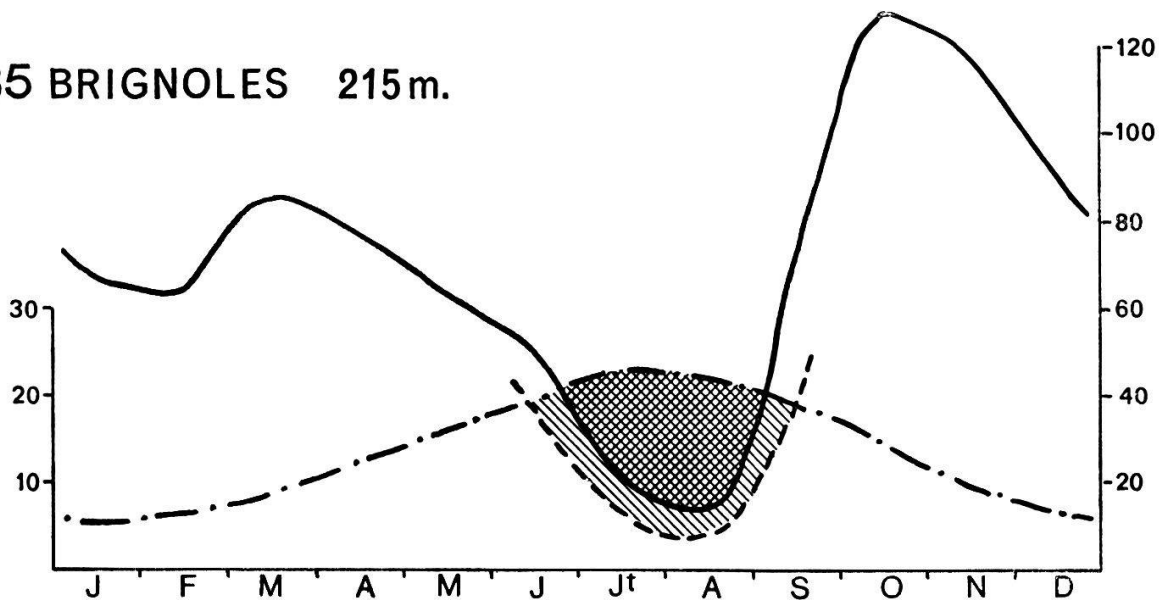
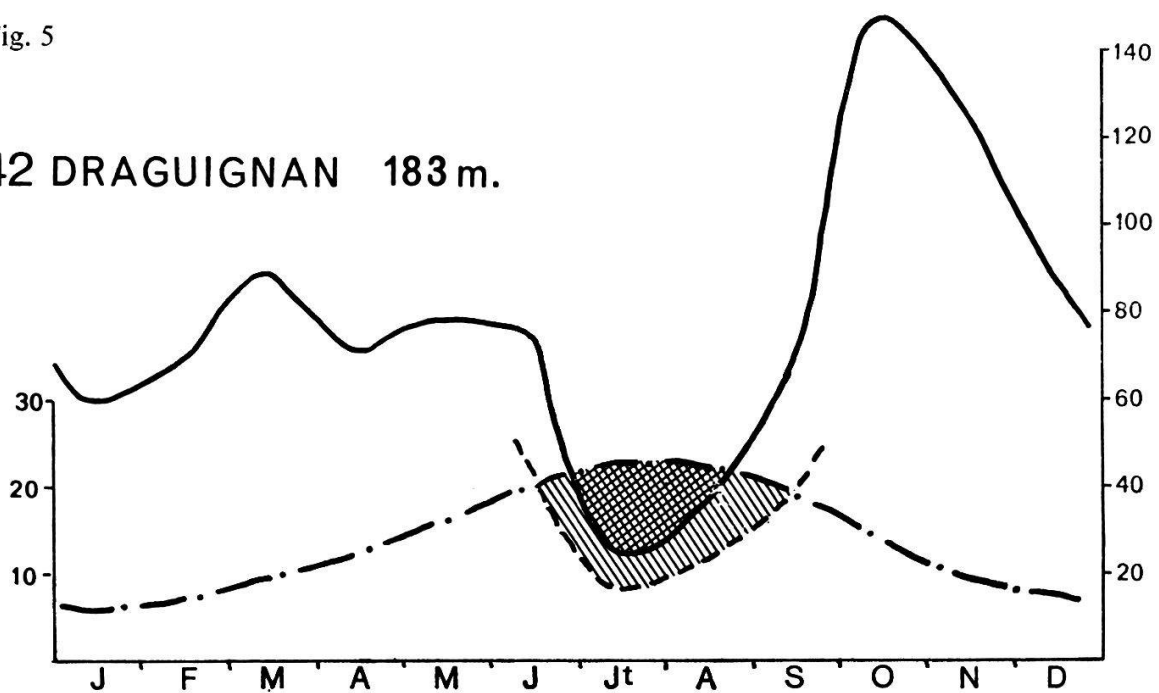


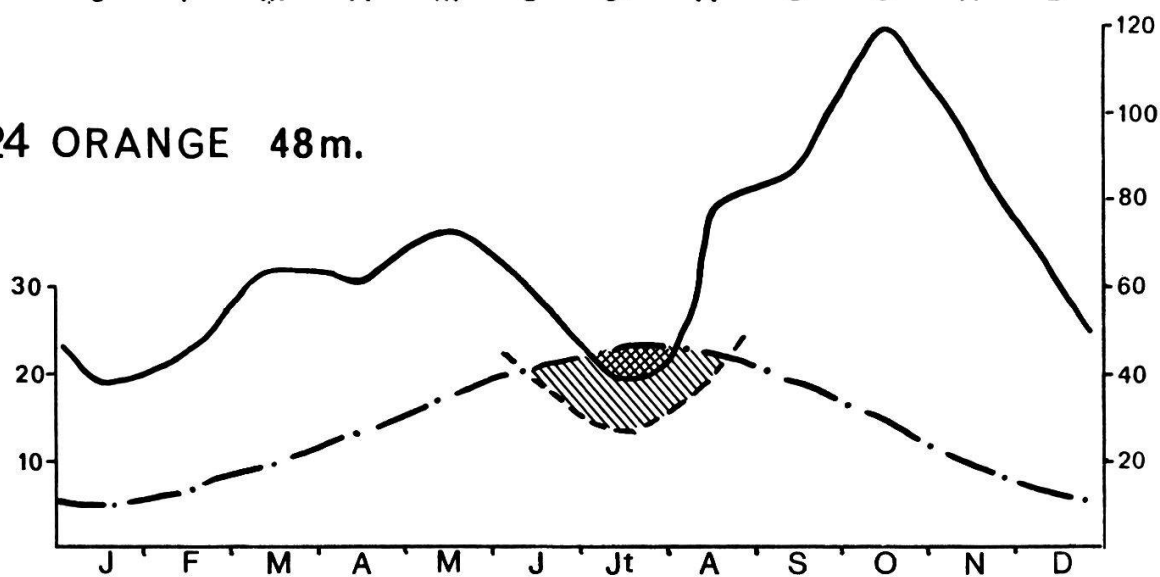
Fig. 4

Fig. 5

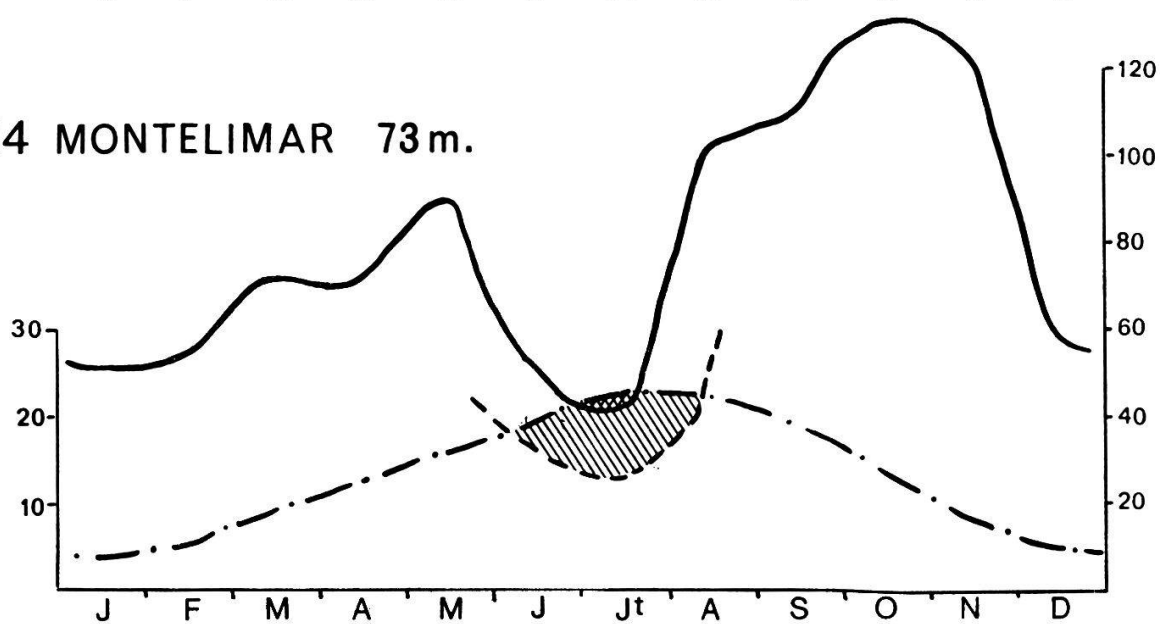
42 DRAGUIGNAN 183 m.



24 ORANGE 48 m.



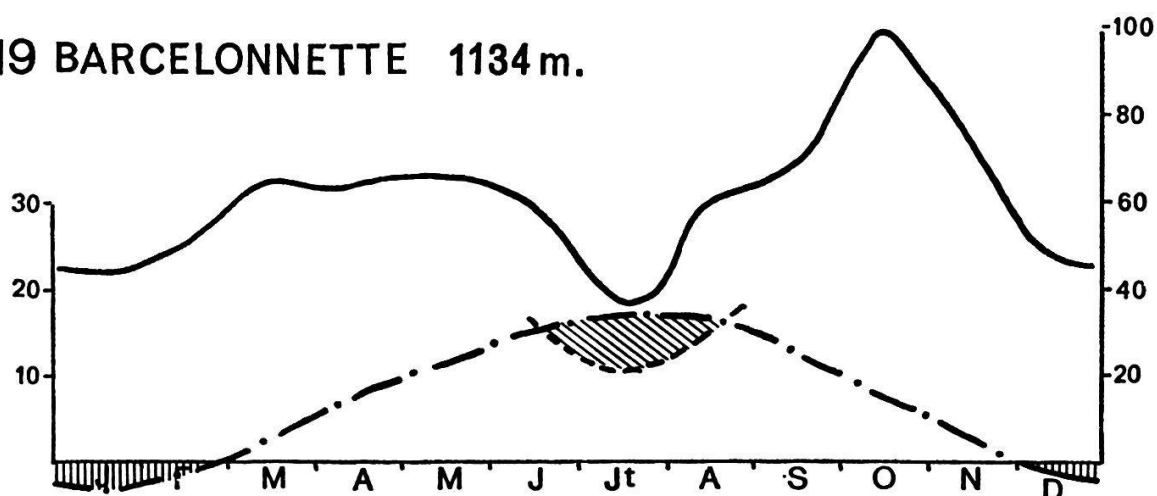
14 MONTELIMAR 73 m.



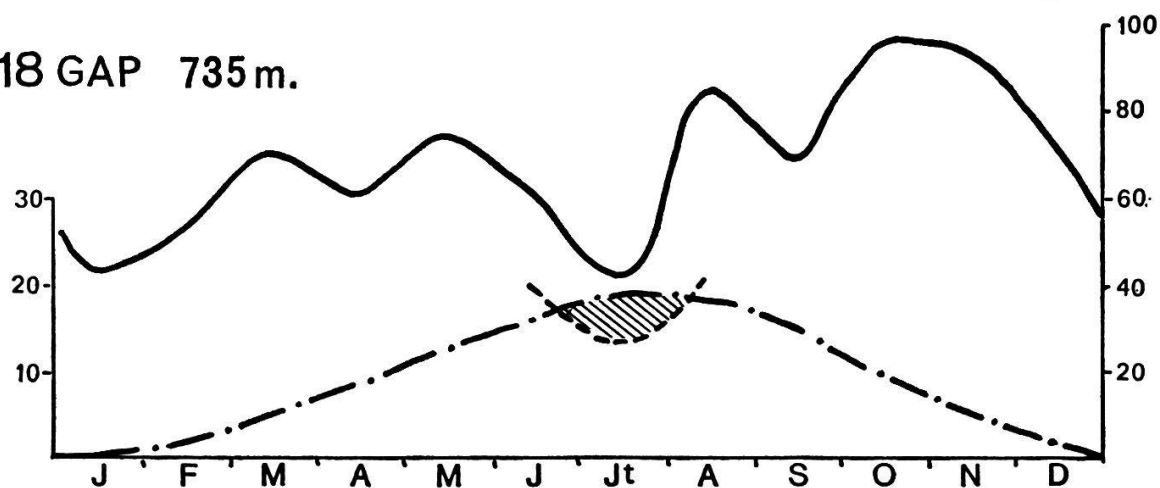
Mois subsecs pour les stations qui n'ont pas de mois sec (fig. 6)

- 2 Barcelonnette 1134 m
- 1½ Gap 735 m, Briançon 1398 m
- 1 Thorenc 1250 m

19 BARCELONNETTE 1134 m.



18 GAP 735 m.



29 THORENC (Andon) 1250 m.

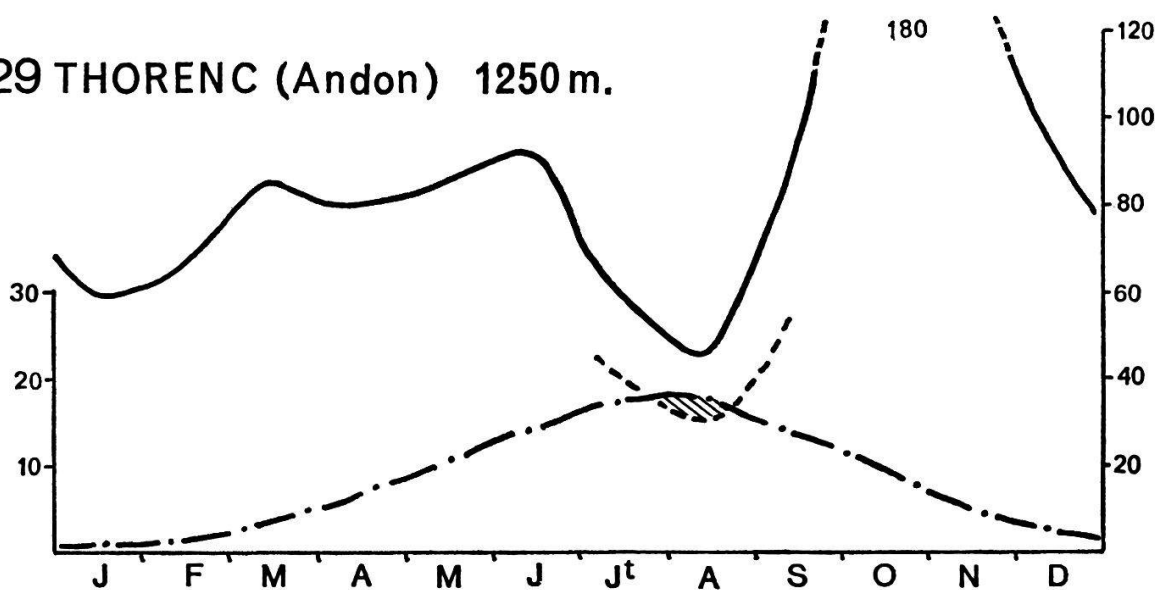
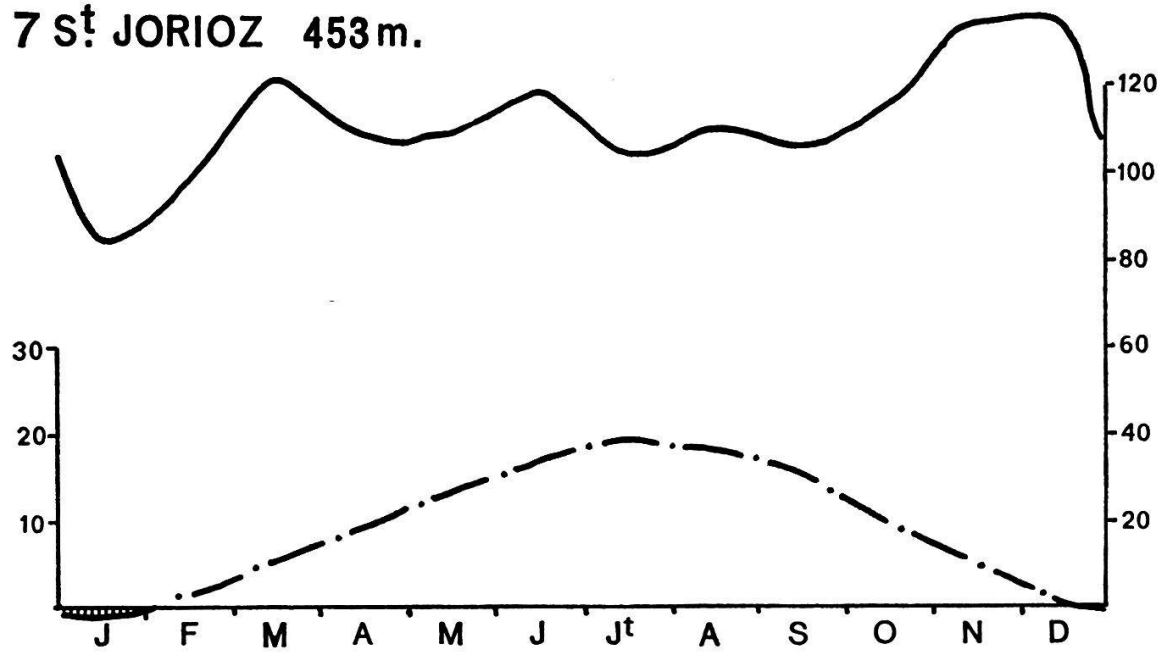
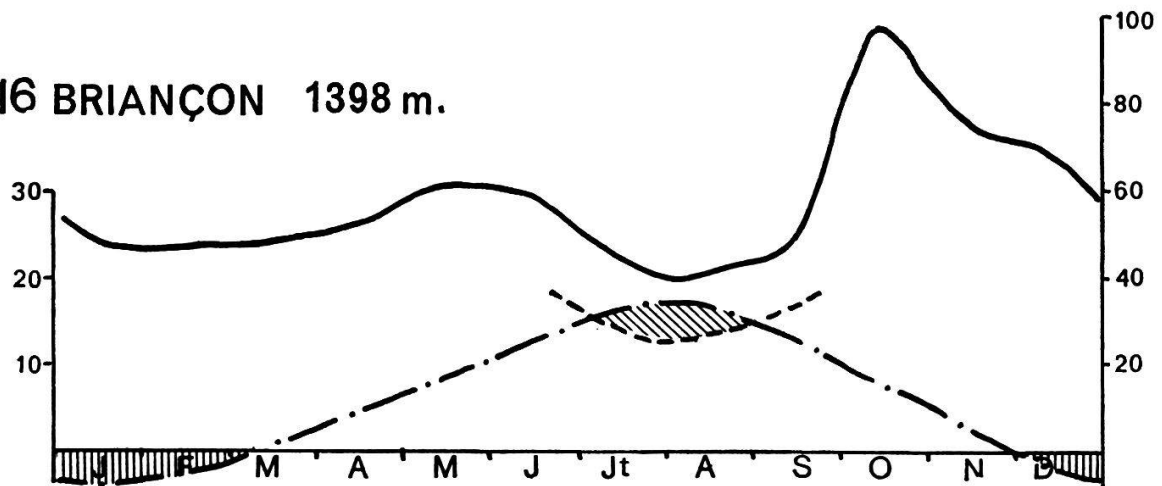


Fig. 6

7 S^t JORIOZ 453 m.



16 BRIANÇON 1398 m.



23 M^t VENTOUX
1912 m.

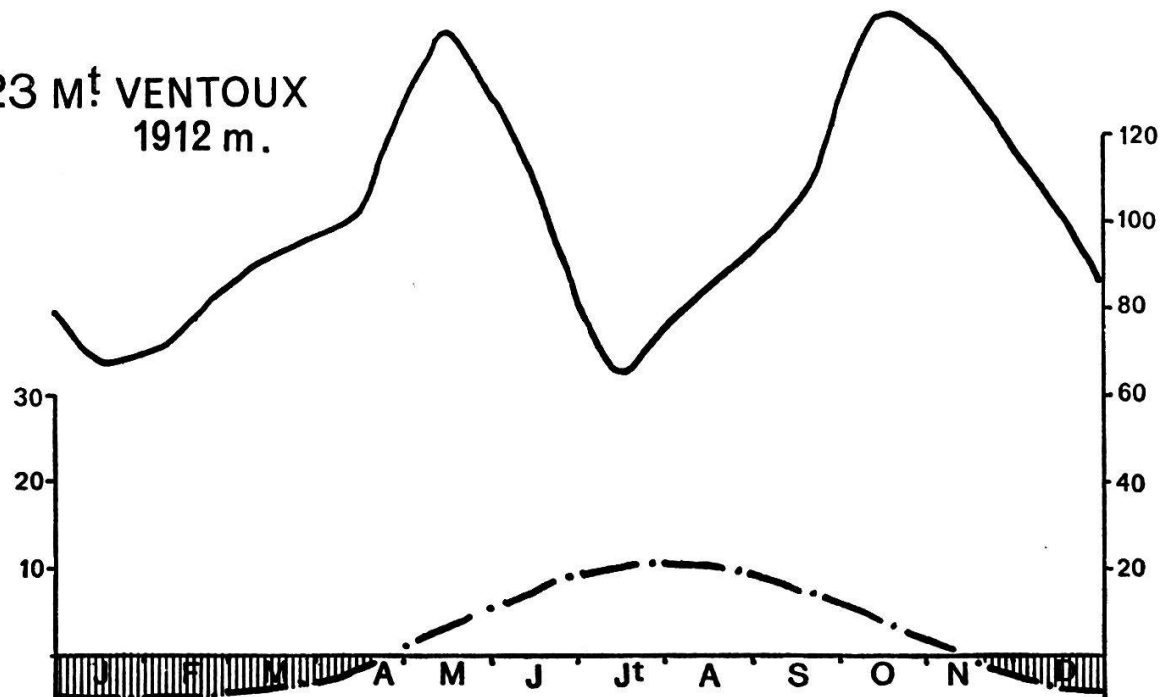


Fig. 7

Pas de mois sec ni subsec, pas de mois à moyenne d'un mois < 0

Grenoble 214 m, Albertville 340 m, Bourg 240 m

Nombre de mois à température moyenne < 0° (fig. 7)

- 1 Saint-Jorioz 453 m
- 1½ Saint-Julien-en-Genevois 473 m, Annemasse 435 m, Bonneville 447 m, Sallanches 554 m
- 2 Bourg-Saint-Maurice 848 m, Villar-Loubière 1036 m
- 2½ Saint-Hilaire-du-Touvet 1127 m
- 3 Passy 1155 m, Briançon 1398 m
- 3½ Lanslebourg 1399 m
- 5 Mont-Ventoux 1912 m

Mais le nombre de mois secs n'est pas une donnée aussi précise que l'indice xérothermique qui indique le nombre de jours réellement secs en faisant intervenir l'humidité atmosphérique, les jours de brouillard qui diminuent la transpiration des végétaux. Et puis un mois sec avec 30 mm de pluie peut être plus sec qu'un mois avec 20 mm, si les 30 mm tombent en quelques rares orages violents où l'eau s'écoule et pénètre peu dans le sol, alors que les 20 mm correspondent à un grand nombre de jours de pluie fine qui pénètre jusqu'aux racines.

C'est ainsi qu'il pleut davantage à Nice qu'à Paris, mais si, comme je l'ai fait pour l'*Atlas de France*, on compte le nombre de jours de pluie, la région méditerranéenne se limite admirablement sur une carte et apparaît la contrée la plus réellement sèche de la France.

Voici quelques exemples d'indices xérothermiques:

- le Rhône: Marseille 60, Avignon 45, Montélimar 13, Valence 7, Lyon 0
- la Durance: Avignon 45, Digne 40, Gap 21, Briançon 0
- la Côte: Nice 60, Antibes 60, Saint-Raphaël 45, Toulon 55, Marseille 60

L'étude générale des climats à l'aide de l'indice a montré que la valeur 0 correspond aux pays axériques:

- de 1 à 40: climat subméditerranéen (Chêne pubescent)
- de 40 à 100: euméditerranéen mésoméditerranéen

En France, nous ne trouvons pas de valeurs supérieures.

Dans la carte bioclimatique de la zone méditerranéenne (UNESCO-FAO), les limites de ces diverses zones sont indiquées.

Conclusion

On est en somme bien renseigné sur les conditions climatiques des vallées, mais pour une étude plus complète il manque les données pour les régimes en altitude. Si on peut raisonnablement avoir une idée des valeurs moyennes de précipitation

annuelle ou de température moyenne, on ne peut guère étudier le régime mois par mois. Dès qu'intervient le phénomène neige tout devient imprécis. J'ai déjà eu l'occasion d'expliquer les incertitudes des résultats du Pic-de-Midi de Bigorre aux Pyrénées. On y fait des observations plusieurs fois par jour. Quand il fait beau et qu'on trouve dans le pluviomètre de la neige apportée par le vent, on n'en tient pas compte. Mais quand il neige et que le vent violent empêche l'entrée au pluviomètre des flocons de neige qui souvent vont de bas en haut et non de haut en bas, le pluviomètre reçoit moins de neige qu'il n'en est tombé, d'où des valeurs faibles. Pour les pluviomètres totalisateurs le vent par beau temps peut accumuler dans le pluviomètre de la neige qui ne correspond pas à une chute, la valeur peut être par excès si l'appareil est mal placé. Tout cela est difficile et pour chaque emplacement les conditions sont différentes.

Finalement, c'est par l'étude de la végétation qu'on peut connaître le climat de la montagne en songeant qu'elle intègre les éléments du climat mais aussi du sol. Qu'elle s'intéresse davantage aux conditions et à la durée de la période de végétation à l'air libre qu'aux quantités de neige qui la recouvrent en hiver et que le climat pour les végétaux n'est pas la même chose que le climat pour les électriciens.

Comme je l'ai dit au début: aux météorologistes de fournir le plus d'indications possibles, aux botanistes de les interpréter pour la bioclimatologie.

Ouvrages cités

- ANGOT, A., 1902 à 1905: La température de la France, 13 cartes. *Ann.Géogr.* 14, 296–309, et *Ann.Bur.cent.météorol.France* I 1897 et I 1900.
- 1918: Etudes sur le climat de la France, régime des pluies dans le Sud-Ouest et Sud de la France. *Ann.Bur.cent.météorol.France. Mémoires* (parus en 1912).
- BENÉVENT, E., 1926: Le climat des Alpes françaises. *Mém.Off.nat.météorol.* 14, Paris.
- GAUSSEN, H., 1935: Les précipitations annuelles en France. *Ann.Géogr.* 44, 251, 27 p., Paris.
- 1937: Carte de la pluviosité annuelle des Alpes, du bassin du Rhône et de la Corse. Trois feuilles à 1 : 500000 en couleurs. Ministère des Travaux publics, Direction des forces hydrauliques, Paris.
- 1943: La pluviosité et les régimes pluviométriques en France. *Rev.Géogr. des Pyrénées et du Sud-Ouest* 13, 1942, 277–312, 2 cartes, Toulouse.
- 1950: La cartographie des précipitations annuelles dans les Alpes occidentales. *Bull.Soc. Bot.France* 78, comptes rendus, 117–118, Paris.
- OZENDA, P., 1961: Carte de la végétation de la France à 1 : 200000 en couleurs. Feuille de Nice.
- 1966: Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. *Doc.Carte Vég.Alpes IV*, 1–198, cartes couleurs, graphiques, Grenoble.
- 1949: Caractères généraux des Alpes maritimes (relief, sol, climat, végétation). *Bull.Soc. Bot.France* 77, 6–17.
- SANSON, J., 1953: Recueil de données statistiques relatives à la climatologie de la France. *Mém.Météorol.nat.* 30, 148 p., 1 carte h.t., Paris.
- WALTER, H., et H. LIETH, 1960: *Klimadiagramm. Weltatlas.* Jena.