

La topoclimatologie, un outil au service de l'agronomie Exemples pris en Belgique

par

M. ERPICUM (*)

Résumé

La disparité des topoclimats est liée à la variabilité spatiale des caractéristiques du milieu géographique, entre autres de l'occupation du sol. La topoclimatologie se fonde notamment sur l'analyse des données journalières ou horaires de stations météorologiques de référence situées dans des parcelles homogènes artificielles sur terrain horizontal, pour établir les fréquences relatives de certaines valeurs d'un ou plusieurs éléments du climat agissant plus particulièrement sur l'intensité de la disparité des topoclimats. Cette intensité est fortement influencée par les cycles annuels et journaliers de la couverture nuageuse et du vent. La très grande variabilité spatiale de la température et des régimes de précipitations est mise en évidence à l'intérieur d'un aussi petit pays que la Belgique. La bonne connaissance de la disparité des topoclimats peut dès lors rendre service à l'agronomie.

Mots-clés : topoclimat ; topoclimatologie ; nébulosité ; vent ; température relative ; précipitations ; Belgique.

1. Introduction

La climatologie traditionnelle a confiné la recherche de la description des climats dans un carcan de normes mensuelles et annuelles, calculées indépendamment les unes des autres et fondées sur des périodes de référence de trente ans tout à fait artificielles (1901-1930 ; 1931-

(*) Service de Géographie Physique, Climatologie. Université de Liège. Place du 20 Août, 7. B-4000 LIEGE (Belgique).

1960 ; 1961-1990). Les normales sont ainsi calculées pour des stations de réseaux météorologiques dont la dimension des mailles n'est pas nécessairement fonction de la variabilité de l'élément du climat pris en considération. Si la mesure des lames d'eau quotidiennes est effectuée dans toutes les stations météorologiques du monde, rares sont les stations pour lesquelles on dispose, selon les époques de l'année, de statistiques de rang ou de persistance fondées sur les valeurs quotidiennes [ERPICUM *et al.*, 1988]. Quant aux relevés des extrêmes journaliers de température mesurés sous abri, qui sont eux aussi très nombreux à travers le monde, rares sont les stations pour lesquelles sont publiées d'autres données mensuelles que les moyennes de ces extrêmes. Or, des statistiques sur les amplitudes de température journalières et les variations interdiurnes des extrêmes de température voire des calendriers de probabilité et des calculs de persistance de phénomènes ou de valeurs supérieures ou inférieures à un seuil caractéristique, sont rarement disponibles.

Le climat régional peut être considéré comme un concept abstrait défini à partir de valeurs mesurées dans des stations météorologiques installées là où le relief est le moins différencié, dans des parcelles les plus semblables possible, quelquefois artificielles, répondant à des critères stricts. Cette notion ne tient donc pas compte des effets dus au relief et à l'occupation du sol au sein de la région concernée.

Les topoclimats, par contre, sont directement dépendants des caractéristiques du milieu géographique, entre autres de l'occupation du sol. Ils peuvent concerner des espaces de dimensions très variables : de quelques centaines de mètres carrés à quelques dizaines, voire quelques centaines de kilomètres carrés selon le degré d'homogénéité des milieux concernés. Les climats locaux font partie des topoclimats mais l'inverse n'est pas nécessairement vrai. Les topoclimats dépendent non seulement des variations spatiales de la forme, de l'orientation, de l'albédo et de la rugosité du terrain, mais ils dépendent aussi de la présence d'eau, de la couverture végétale, des constructions, etc. [GEIGER, 1973 ; YOSHINO, 1975 ; OKE, 1987]. Les topoclimats dépendent de phénomènes météorologiques comme la variation du profil vertical de la température, de l'humidité et du vent, mais ils dépendent aussi des fluctuations des conditions météorologiques régionales comme celles de la couverture nuageuse, de la provenance, des caractéristiques et du degré d'instabilité des masses d'air.

Les topoclimats dépendent fortement des sites concernés, de leur altitude et de leur exposition aussi bien au rayonnement solaire direct qu'aux précipitations.

La topoclimatologie est la section de la climatologie qui se consacre à l'analyse des éléments du climat dans toute leur complexité et

leur variabilité spatiale compte tenu de l'échelle temporelle. Elle procède à l'analyse des valeurs journalières voire à l'analyse des valeurs horaires de stations synoptiques de référence comme les aérodromes [ERPICUM et ALEXANDRE, 1988]. La topoclimatologie recourt également à des campagnes de mesures intensives itinérantes ou non, mais de courtes durées, à l'intérieur des mailles des réseaux météorologiques avec des instruments spécifiques [ENDLICHER, 1980 ; ERPICUM, 1989].

L'objectif de la présente contribution est de proposer, à partir de documents réalisés par l'auteur, l'intérêt de la topoclimatologie pour l'agronome lorsque celui-ci est amené à résoudre des problèmes bien précis de gestion ou de planification dépendant d'une bonne connaissance des éléments du climat. En ce sens, la topoclimatologie peut constituer une section importante de l'agroclimatologie [SCHNELLE, 1968 ; VAN EIMERN, 1968].

2. Couverture nuageuse et disparités des topoclimats

Les topoclimats sont particulièrement mis en évidence lors de conditions atmosphériques radiatives, c'est-à-dire durant les périodes de vent faible accompagnées de ciel clair. Durant les périodes diurnes, le rayonnement solaire direct en constitue le principal facteur discriminant, alors que lors des périodes nocturnes, ce sont les écoulements et les accumulations d'air froid qui conditionnent les contrastes thermiques les plus grands. Or, la trajectoire apparente du soleil dans le ciel de la Belgique (Figure 1) varie particulièrement fort au cours de l'année.

L'héliorama des sites encaissés – obtenu suite à un levé de l'horizon réel local avec un théodolite ou grâce à une photographie du ciel correctement orientée prise à l'aide d'un objectif «fish-eye» tenu horizontalement – permet d'estimer aisément leurs heures d'ensoleillement direct possible en fonction du calcul des trajectoires apparentes du soleil dans le ciel.

Les conditions de nébulosité varient également très fort au cours de l'année (Figure 2).

La nébulosité totale N – c'est-à-dire la fraction du ciel qui est occupée par des nuages et qui est par convention exprimée en octas, c'est-à-dire en huitièmes – peut, par souci de simplification, être classée selon trois types : les ciels clairs ($N \leq 2/8$), les ciels nuageux ($2/8 < N < 7/8$) et les ciels très nuageux ($N \geq 7/8$). A Bierset en particulier (Figure 2) et en moyenne Belgique en général, les mois d'hiver ne connaissent que 15 à 20 % de ciels clairs alors que les mois de septembre et d'octobre en connaissent habituellement près de 30 % des cas. Les mois de mai à septembre connaissent moins de 50 % de ciels très nuageux, alors que

les mois de novembre à février en connaissent plus de 60 % des cas. La nébulosité n'a toutefois pas la même influence sur les topoclimats si les nuages sont bas (stratus) ou s'ils sont hauts (altostratus) voire très hauts (cirrostratus). Le masque que les nuages exercent sur le rayonnement solaire est d'autant plus important qu'ils sont épais et que leur base se trouve près du sol. La nuit, les nuages exercent un contre-rayonnement infrarouge d'autant plus intense que leur base se trouve proche du sol. Dans ce cas, ils contribuent dès lors fortement à inhiber le refroidissement radiatif nocturne de l'air au contact du sol.

C'est pourquoi il est intéressant de distinguer la nébulosité en nuages bas de la nébulosité totale. Parmi les 5 stations (Figure 3) qui représentent les conditions spécifiques de la nébulosité en moyenne et haute Belgique, il est aisé de constater que les probabilités mensuelles d'observer des nébulosités totales supérieures à 4/8 varient peu d'un endroit à l'autre durant les mêmes mois de l'année. Toutefois les probabilités de nébulosité importante en nuages très bas (base des nuages située à moins de 210 m du sol) varient très fortement d'une station à l'autre selon leur altitude notamment. A titre d'exemple, il est observé en décembre, à Saint-Hubert, jusqu'à 60 % des ciels à nébulosité en nuages très bas supérieure à 4/8 contre moins de 25 % à Liège-Bierset. En été, hormis le cas de Saint-Hubert, les autres aérodromes ne connaissent qu'entre 5 et 15 % de ciels à nébulosité supérieure à 4/8 dont la base des nuages est très proche du sol.

De plus, de grandes différences de nébulosité peuvent être constatées entre le jour et la nuit. C'est le cas notamment pour les ciels clairs ($N \leq 2/8$) qui sont beaucoup plus fréquents la nuit que le jour, du mois de mars au mois d'octobre (Figure 4). Par contre, les ciels très nuageux ($N \geq 7/8$) ont une fréquence qui change peu entre le jour et la nuit et cela plus particulièrement du mois d'octobre au mois de mars. Les nuits d'été radiatives sont deux fois plus nombreuses (près de 40 % des cas) que les nuits d'hiver (près de 20 % des cas seulement). Ces conditions nocturnes mésoclimatologiques estivales de la nébulosité favorisent donc l'existence de forts contrastes thermiques selon la concavité et la ventilation des sites. L'analyse des conditions de ventilation est envisagée au point suivant.

3. Variabilité diurne et saisonnière du vent à proximité du sol : le cas d'une station de référence sur terrain plat

L'extrapolation de données anémométriques d'une station météorologique à d'autres endroits du territoire est une tâche très difficile à mener correctement.

Habituellement, il n'est pas fait abstraction des vents faibles lors de l'établissement des roses des vents. Or, ces vents sont pour la plupart des vents locaux. Ces vents faibles ont d'ailleurs des directions fortement dépendantes des conditions topographiques locales et sont à soustraire des roses des vents censées représenter les conditions de référence pour les sites d'une région déterminée.

Souvent, il n'est pas fait mention de classes de vitesse de vent différentes dans les roses des vents. Pour les besoins de la topoclimatologie, il a donc été fait abstraction des vents de vitesse moyenne sur 10 min inférieure à 5 nœuds à 10 m du sol pour la construction des roses des vents de référence et 3 à 4 classes de vitesse de vent ont été utilisées afin de mieux mettre en évidence les relations direction et vitesse de vent lors de l'extrapolation des conditions de ventilation dans divers sites de topographie connue.

En topoclimatologie, il est indispensable de distinguer les heures de jour des heures de nuit pour définir correctement les conditions de ventilation des sites. Etant donné la très forte variation de la durée de l'ensoleillement au cours de l'année à la latitude de la Belgique et son influence sur le régime local du vent, deux périodes bien distinctes de durée de 6 h chacune ont été sélectionnées pour représenter les conditions optimales de différenciation de la ventilation entre le jour et la nuit.

Les périodes retenues sont respectivement :

- 10 h TU à 15 h TU ⁽¹⁾ : période diurne optimale du brassage convectif ;
- 22 h TU à 03 h TU : période nocturne optimale du refroidissement radiatif et de stabilisation de l'air au contact du sol.

Afin de tenir compte des besoins plus spécifiques de l'agronomie, les roses des vents du printemps et de l'été ont été calculées pour la station de Liège-Bierset (Figures 5 et 6).

Les pourcentages de vents faibles et nuls observés à Liège-Bierset (station de référence) sont repris au tableau I.

En hiver, des conditions de bon brassage de l'air sont observées aussi bien de jour que de nuit. En été, par contre, les nuits sont calmes, les journées très souvent convectives.

Les roses des vents diurnes et nocturnes du printemps et de l'été de Liège-Bierset mettent en évidence les très grandes différences entre les conditions de ventilation et de direction du vent auxquelles il est indispensable de faire référence lorsqu'il s'agit d'analyser les variations temporelles de l'intensité de la disparité des climats locaux.

(1) TU = Temps Universel, exprimé par rapport au méridien de Greenwich.
En Belgique, 12 h TU = 13 h, heure civile en hiver et 14 h, heure civile en été.

Tableau I. — Pourcentages de vents faibles et nuls à Liège-Bierset.

SAISON D'OBSERVATION	PERIODE DIURNE 10 h - 15 h TU	PERIODE NOCTURNE 22 h - 03 h TU
Printemps (mars, avril, mai)	20,2 %	42,3 %
Eté (juin, juillet, août)	25,7 %	59,8 %
Automne (septembre, octobre, novembre)	24,7 %	40,7 %
Hiver (décembre, janvier, février)	20,7 %	27,6 %

4. Variabilité diurne et saisonnière des disparités de la température selon la forme des sites

ERPICUM [1979, 1980, 1984a, 1984b, 1986] a mis en évidence la très forte variabilité spatiale et temporelle de la température en haute Belgique en général et en Lorraine belge en particulier.

La figure 7 concerne deux sites très proches situés à 200 m à vol d'oiseau l'un de l'autre. Le site haut est situé en bordure de plateau, 70 m plus haut que le site bas qui est situé dans l'axe d'une petite vallée encaissée orientée d'W en E, 250 m à l'amont d'un coude de la vallée vers le Sud. Les deux sites sont découverts. Ils sont localisés en Gaume au NE de Virton dans une région essentiellement forestière. Ces sites sont très favorables à l'apparition de fortes disparités de température mais les différences de température qui y ont été mises en évidence sont reproduites systématiquement, au moins de manière atténuée, entre les formes de terrain convexes et concaves contiguës de toutes les régions agricoles du pays. La figure 7 [ERPICUM, 1980] a l'avantage de très bien montrer que les disparités des climats locaux sont surtout marquées au cours des nuits de la période estivale de l'année.

Les figures 8 et 9 [ERPICUM, 1984a] constituent des dendrogrammes regroupant les stations thermométriques de la haute Belgique selon les corrélations entre les températures relatives obtenues à partir des extrêmes de température qui y sont relevés chaque jour. A l'échelle de la haute Belgique, les températures maximales simultanées sont beau-

coup mieux corrélées (0,92) que les températures minimales (0,82). En recherchant la façon dont les stations se regroupent selon le comportement respectif de chacun des extrêmes de température, on est amené à constater que les stations de la haute Belgique se regroupent, quel que soit leur site, selon leur plus proche voisinage (selon des mini-régions) si on compare leurs températures maximales relatives. Par contre, elles se regroupent selon le type de leur site (vallée ou plateau) – cela parfois même à relativement longue distance les unes des autres – si on compare leurs températures minimales relatives.

5. Intérêt du recours au calcul des températures relatives quotidiennes

ERPICUM et ALEXANDRE [1983] ont proposé le recours aux températures relatives et la méthode pour les calculer, dans le but notamment de rechercher l'intensité des périodes d'anomalie positive ou négative de la température à n'importe quel moment de l'année. Une bonne connaissance de ces anomalies thermiques peut s'avérer utile en agronomie lorsqu'on est amené à calculer des rendements de culture ou à devoir justifier des rendements anormaux.

La température relative est la différence entre la température observée un jour déterminé et la température attendue le jour en question. La température attendue chacun des jours de l'année est obtenue par lissage et décomposition en série de FOURIER des normales mensuelles calculées sur de longues séries. Les températures normales mensuelles qui ont été utilisées sont celles qui ont été publiées par SNEYERS et VANDIEPENBEECK [1981].

6. Gradients des précipitations mensuelles selon l'altitude et disparités des régimes de précipitations en Belgique

La figure 10 (page 102) [ALEXANDRE *et al.*, 1991] montre la variation annuelle des gradients moyens de précipitations mensuelles selon l'altitude (axe vertical) combinée à la variation annuelle des coefficients de détermination entre les lames d'eau mensuelles moyennes des 360 stations du réseau pluviométrique belge [DUPRIEZ et SNEYERS, 1978]. Il apparaît clairement sur ce document que le gradient moyen mensuel des précipitations du réseau belge varie de 40 mm/100 m en septembre à 105 mm/100 m en janvier. Il apparaît également que la répartition spatiale des lames d'eau mensuelles moyennes est bien corrélée-

lée à l'altitude de décembre à avril. Toutefois, il est évident que pour une croissance en altitude de 100 m, les lames d'eau augmentent en moyenne de 50 mm en avril mais de plus de 100 mm en janvier. Ce document prouve encore une fois que la variabilité spatiale des composantes du climat est très dépendante du moment dans l'année auquel on fait référence.

La figure 11 constitue un échantillon de la disparité des régimes de précipitations de la Belgique. La localisation des stations concernées est présentée dans l'encart de cette figure. LAGIEWKA [1981] et VERNEMMEN et VAN DER BURGH [1988] ont montré, l'une à partir d'une analyse harmonique, les autres à partir d'une analyse en composantes principales, la grande disparité spatiale des régimes de précipitations. Ces auteurs ont proposé également une régionalisation des régimes de précipitations qui a été revue et commentée par ALEXANDRE *et al.* [1991].

7. Conclusion

Les exemples ont permis de montrer que la disparité des topoclimats varie grandement non seulement selon le moment dans la journée, mais également selon le moment dans l'année. Les données climatologiques des stations des réseaux officiels ne doivent pas être extrapolées, sans un contrôle du site de ces stations, à d'autres sites même très proches, notamment en ce qui concerne les températures minimales. La topoclimatologie peut, par son analyse des données de stations d'aérodrome à des échelles de temps relativement petites (le jour, voire l'heure), parvenir à fournir des renseignements non dénués d'intérêt pour l'agronomie. Les variations annuelles et diurnes de la couverture nuageuse et du vent sont fondamentales à connaître pour définir correctement l'intensité des disparités des topoclimats qui ont des représentativités spatiales temporaires.

Summary

Topoclimatology, a tool for agronomy.

Examples taken in Belgium.

Topoclimatology is the science of the climate of smaller areas as influenced by local vegetation, physical properties of the ground surface, buildings, water areas, minor topography, etc. It rests on the analysis of daily and hourly frequencies of climatic phenomena detected in reference meteorological stations situated on large horizontal areas. The results of this

analysis are confronted with topoclimate disparity. By means of specific surveys of temperature and other observations, it is demonstrated that the intensity of the topoclimate disparity is subject to the annual and daily cycles of nebulosity and wind velocity. The very large spatial variability of temperature and precipitation regimes is evidenced by using the example of such a small country as Belgium.

Keywords : topoclimate ; topoclimatology ; nebulosity ; wind ; relative temperature ; precipitations ; Belgium.

Bibliographie

- ALEXANDRE J., ERPICUM M. & VERNEMMEN C. [1991]. Le climat. In : Géographie de la Belgique. Crédit Communal, Bruxelles, Belgique, 30 p. (sous presse).
- DUPRIEZ G.L. & SNEYERS R. [1978]. Les normales du réseau pluviométrique belge. *IRMB - Publ., Sér. A*, 101, 23 p. + annexes.
- ENDLICHER W. [1980]. Geländeklimatologische Untersuchungen im Weinbaugebiet des Kaiserstuhls. *Ber. Dtsch. Wetterdienstes* 150, 124 p.
- ERPICUM M. [1979]. Le climat de vallée en Haute-Belgique. Analyse en fonction des types de temps. *Bull. Soc. Géogr. Liège* 15, 143-155.
- ERPICUM M. [1980]. Les contrastes thermiques nocturnes entre vallée et plateau : esquisse de leur modélisation à partir de facteurs climatiques locaux et régionaux mesurés en Haute-Belgique. *Rech. Géogr. Strasbourg*, n° 13-14, 107-113.
- ERPICUM M. & ALEXANDRE J. [1983]. Variabilité intra- et interannuelle des extrêmes journaliers de la température : proposition d'une méthode de travail. *Hommes et Terres du Nord* 83, (3), 3-7.
- ERPICUM M. [1984a]. Variabilité spatiale et possibilité d'extrapolation des extrêmes quotidiens de la température dans une région à relief accidenté. Le cas du sud-est de la Belgique. *Bull. Soc. Géogr. Liège*, n° 20, 129-137.
- ERPICUM M. [1984b]. Variation temporelle des disparités locales de la température en Haute-Belgique. Analyse menée en fonction du milieu géographique et des variables météorologiques concomitantes. Thèse Doct., Univ. Liège, Belgique, 2 vol. + annexes, 527 p.
- ERPICUM M. [1986]. Eléments pour une modélisation de la différenciation des topoclimats thermiques nocturnes. In : Topoclimatologie et ses Applications. Actes Symp. Int. Liège (Mont Rigi), 14-16/3/1985. ERPICUM M. (éd.), Liège, Belgique, 81-92.
- ERPICUM M. & ALEXANDRE J. [1988]. Caractérisation des types de temps ou ambiances climatiques à l'échelle locale ou régionale : proposition d'une méthode de travail. *Publ. Assoc. Int. Climatol.* 1, 67-71.

- ERPICUM M., BINARD M., PETERS J.-P. & ALEXANDRE J. [1988]. Une méthode d'analyse de la saison des pluies en région sahélienne. *In* : Actes Journ. Climatol., Liège, 5 et 7 novembre 1987. Presses Univ. Liège, Belgique, 43-56.
- ERPICUM M. [1989]. Analyse de la variabilité spatiale de la température à l'aide de transects mobiles (application en topoclimatologie). *Publ. Assoc. Int. Climatol.* 2, 63-67.
- GEIGER R. [1973]. The climate near the ground. 4th ed. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass., USA, 611 p.
- LAGIEWKA H. [1981]. Classification des régimes pluviométriques annuels de la Belgique à partir de l'analyse harmonique. *Bull. Soc. Géogr. Liège*, n° 16-17, 83-100.
- OKE T.R. [1987]. Boundary layer climates. 2nd ed. Methuen, London, England, 435 p.
- SCHNELLE F. [1968]. Agrotopoclimatology. *In* : Methods in Agroclimatology. Proc. Reading Symp., July 1966. UNESCO, Paris, France, 251-260.
- SNEYERS R. & VANDIEPENBEECK M. [1981]. Les normales du réseau thermométrique belge. *IRMB - Publ., Sér. A*, 106, 22 p.
- VAN EIMERN J. [1968]. The topoclimate and its mapping for agricultural purposes. *In* : Proc. WMO Reg. Train. Semin. Agrometeorology, Wageningen, The Netherlands, 13-25 May 1968. BORGHORST A.J.W. (ed.), 213-219.
- VERNEMMEN C. & VAN DER BURGHT A. [1988]. Typologie de la variation saisonnière des régimes pluviométriques en Belgique. *In* : Actes Journ. Climatol., Liège, 5 et 7 novembre 1987. Presses Univ. Liège, Belgique, 291-305.
- YOSHINO M.M. [1975]. Climate in a small area. Tokyo Univ. Press, Japan, 549 p.

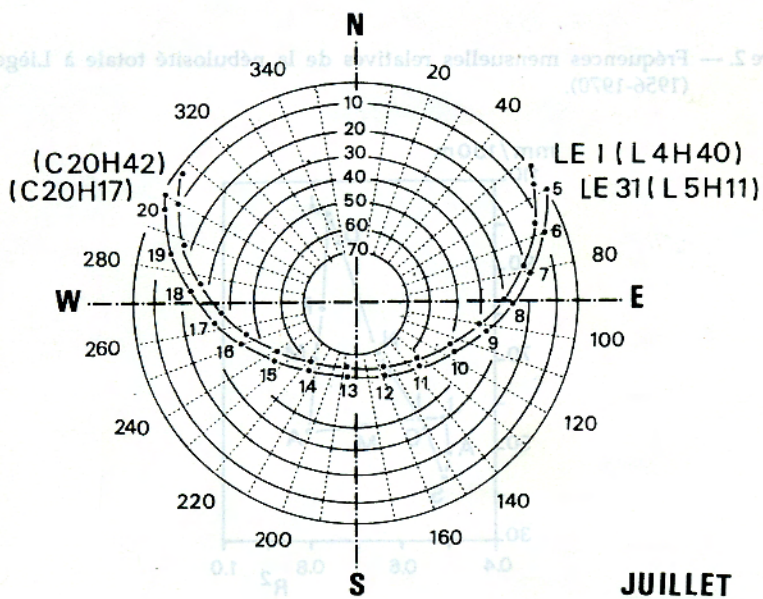
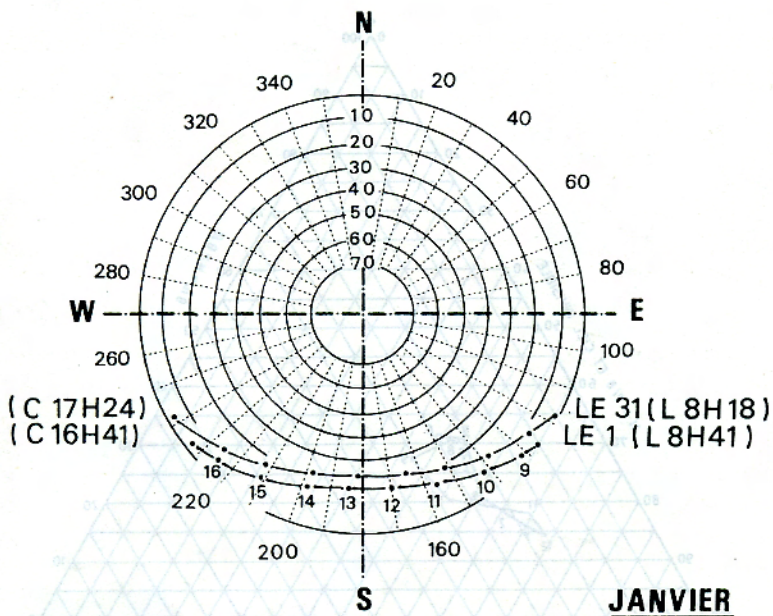


Figure 1. — Trajectoire apparente du soleil dans le ciel de la Belgique en janvier et en juillet.

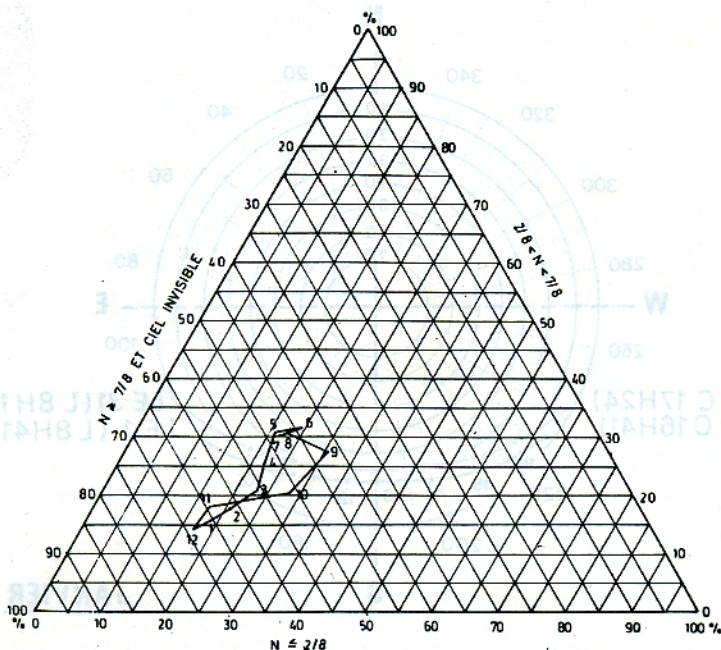


Figure 2. — Fréquences mensuelles relatives de la nébulosité totale à Liège-Bierset (1956-1970).

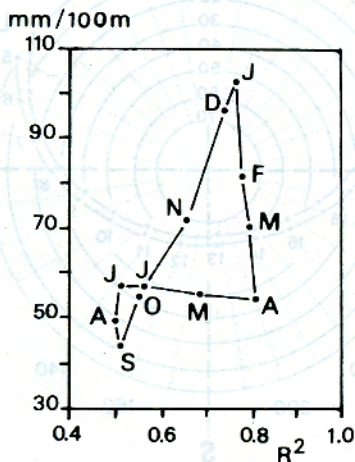


Figure 10. — Variation annuelle du gradient moyen des précipitations normales mensuelles du réseau pluviométrique belge (axe horizontal = coefficient de détermination entre précipitations et altitude ; axe vertical = gradient moyen de précipitations en mm/100 m).

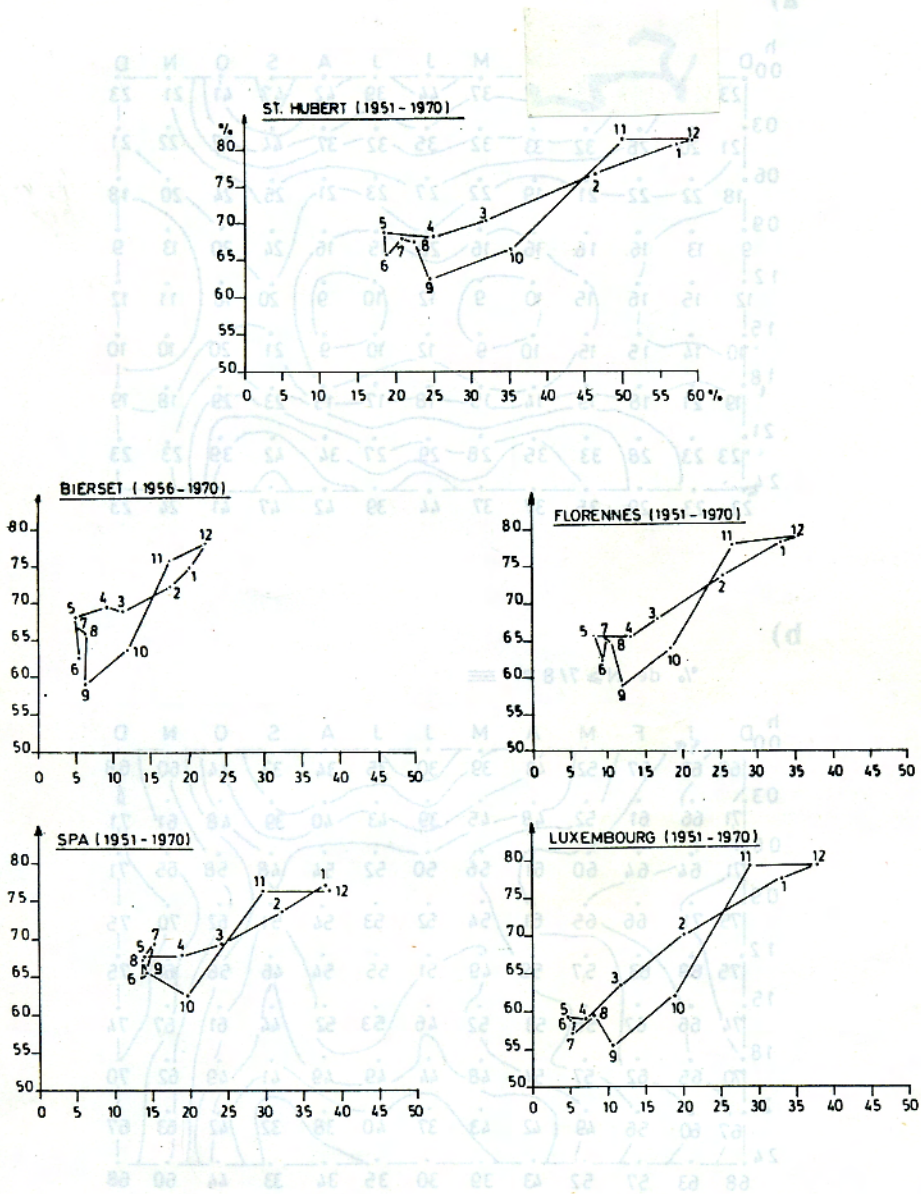


Figure 3. — Fréquences mensuelles relatives de la nébulosité totale et de la nébulosité en nuages très bas supérieure à 4/8.

Ordonnée : pourcentage des observations synoptiques où $N > 4/8$.

Abscisse : pourcentage des observations synoptiques où $N > 4/8$ pour des nuages bas dont la base est située à moins de 210 m du sol.

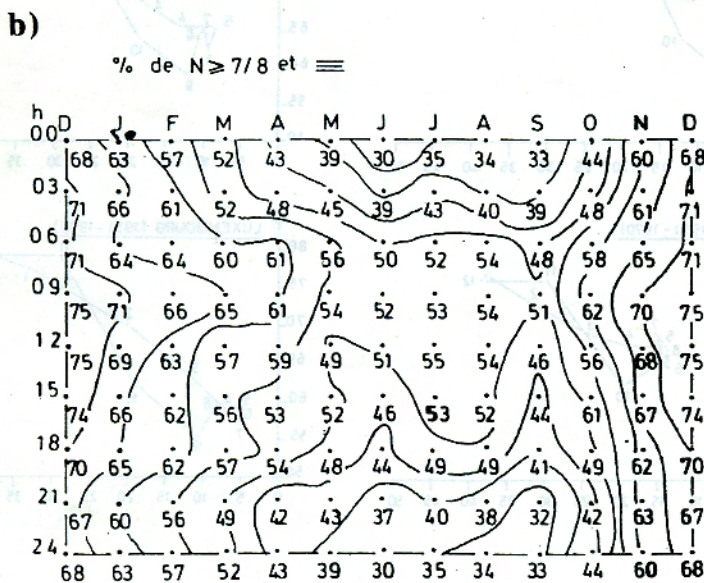
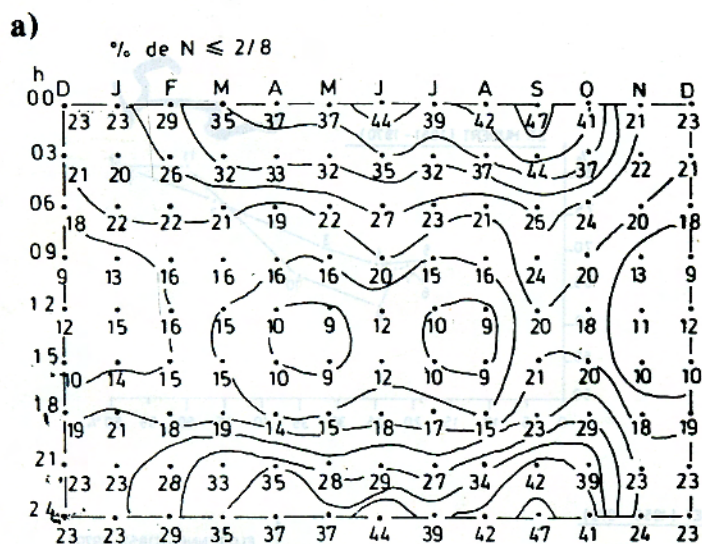


Figure 4. — Variations saisonnière et diurne des fréquences relatives de la nébulosité à Liège-Bierset (1956-1970) : a) ciels peu nuageux ; b) ciels très nuageux (≡ = brouillard).

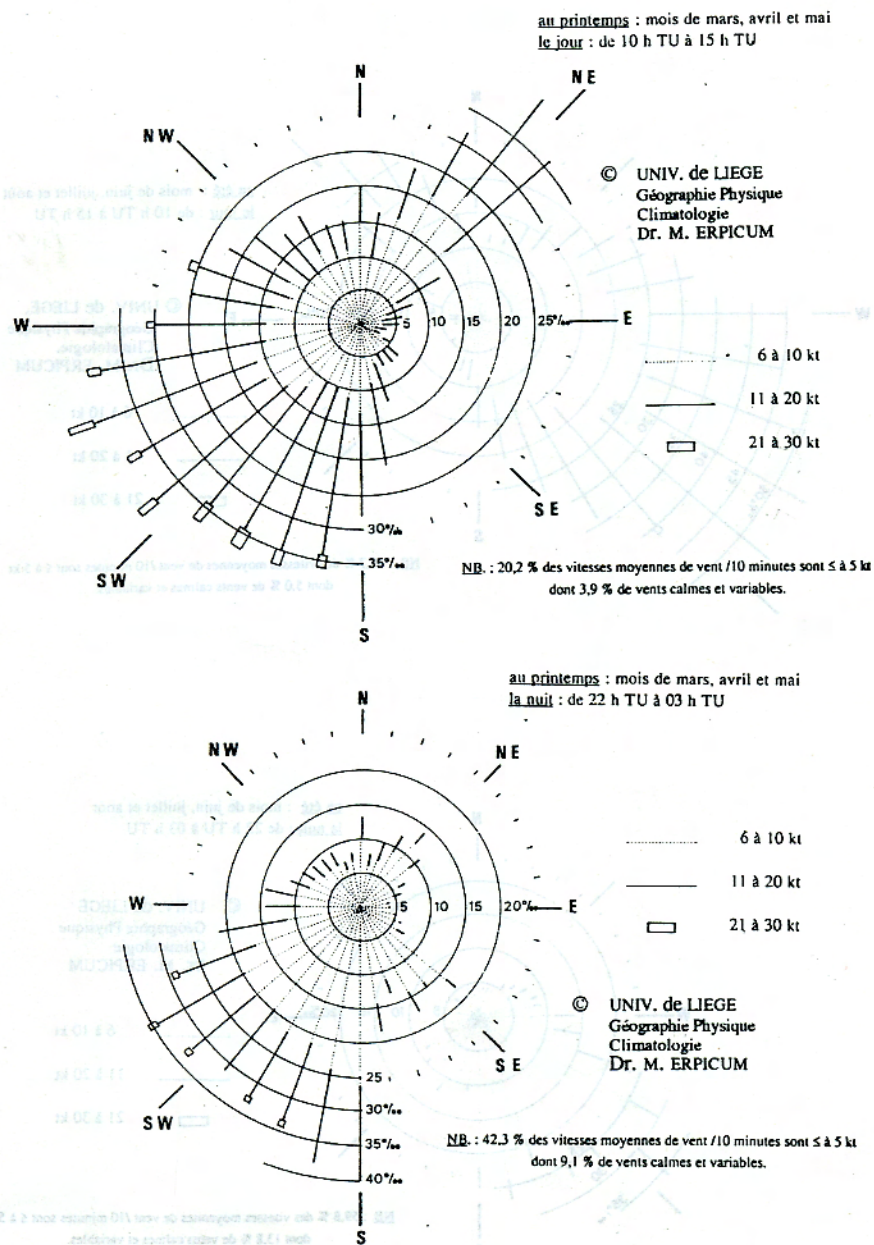


Figure 5. — Roses des vents à Liège-Bierset (1966-1989) au printemps, le jour et la nuit (fréquences relatives des vents de vitesse moyenne/10 min $>$ 5 kt en ‰).
TU = Temps Universel ; 1 kt = $0,514 \text{ m s}^{-1}$.

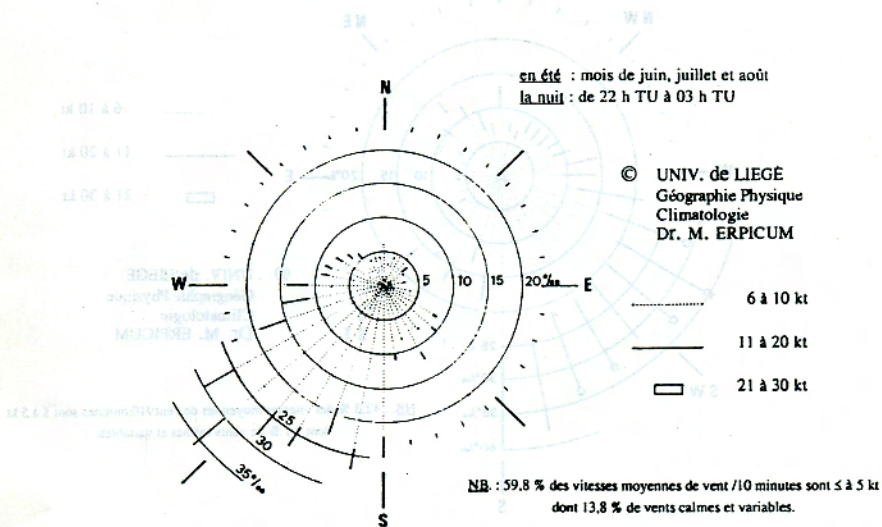
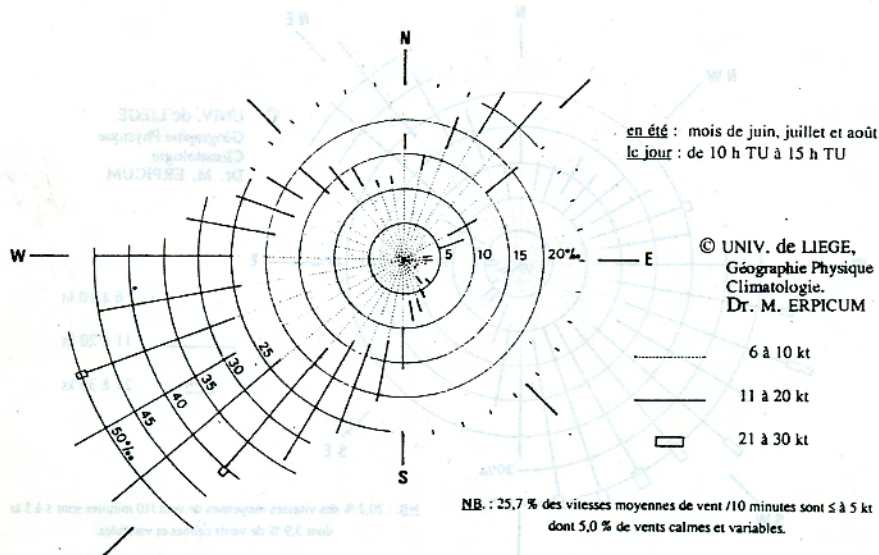


Figure 6. — Roses des vents à Liège-Bierset (1966-1969) en été, le jour et la nuit (fréquences relatives des vents de vitesse moyenne/10 min > 5 kt en %).

TU = Temps Universel ; 1 kt = 0,514 m s⁻¹.

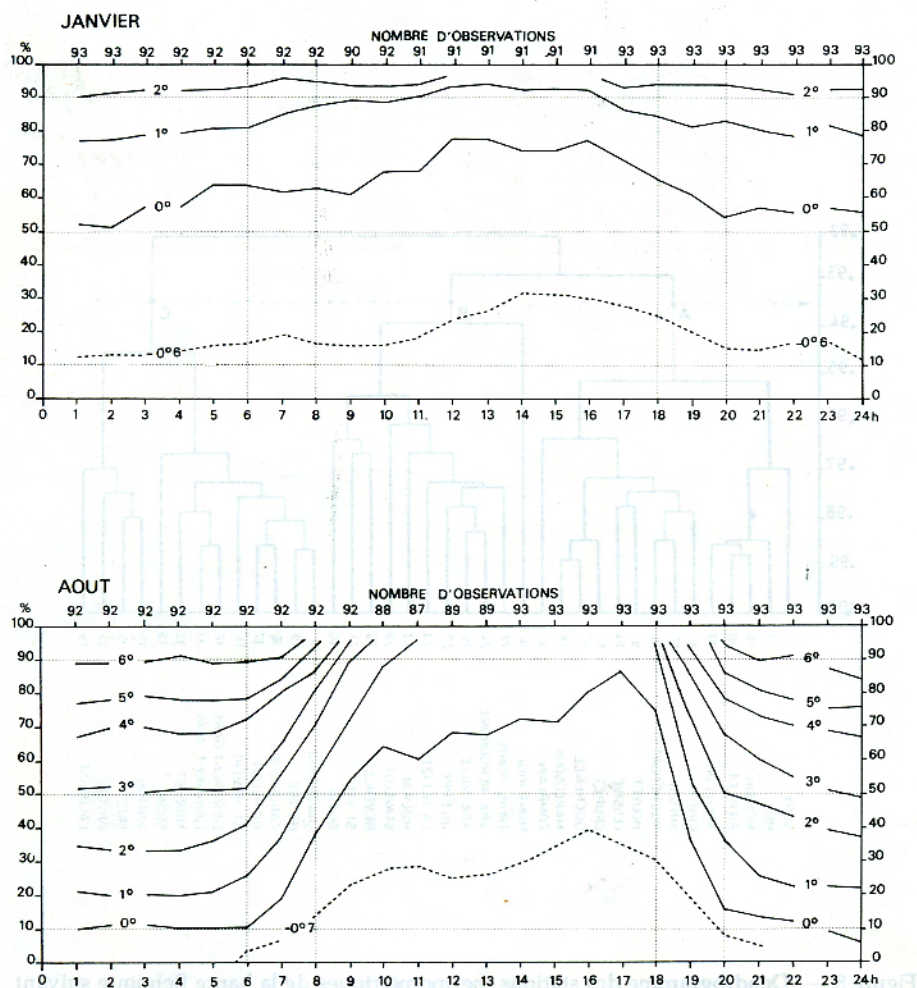


Figure 7. — Fréquences horaires cumulées des différences de température entre un site de plateau et un site de vallée : janvier (1976-1977-1978) et août (1975-1976-1977).
 ----- : gradient normal de température (vallée plus chaude).

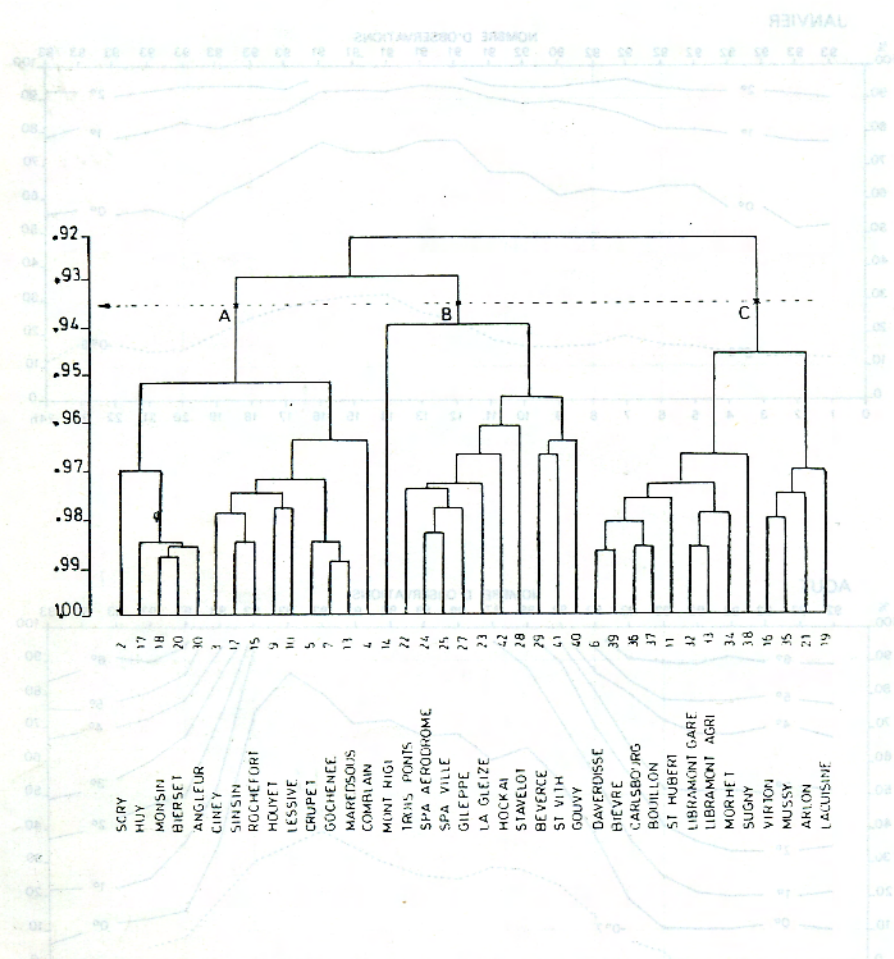


Figure 8. — Dendrogramme des stations thermométriques de la haute Belgique suivant les températures maximales relatives journalières de 1975.

Température maximale relative = la température maximale observée le jour j , moins la température maximale moyenne attendue ce jour-là.

En ordonnée : les coefficients de corrélation entre les stations regroupées successivement.

En abscisse : le numéro d'ordre des stations.

A : vallée de la Meuse entre Namur et Liège, Condroz et Famenne.

B : Ardenne orientale.

C : Ardenne occidentale et Lorraine belge.

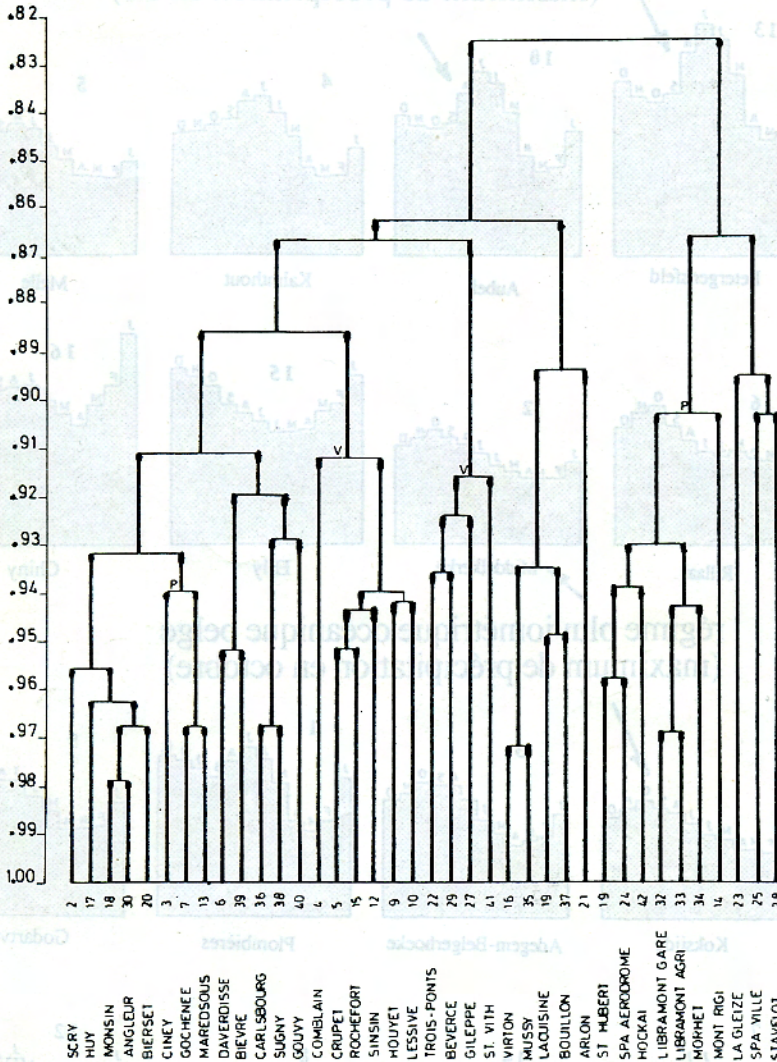


Figure 9. — Dendrogramme des stations thermométriques de la haute Belgique suivant les températures minimales relatives journalières de 1975.

Température minimale relative = la température minimale observée le jour j, moins la température minimale moyenne attendue ce jour-là.

Ordonnée et abscisse : voir figure 8.

P = plateau ; V = vallée.

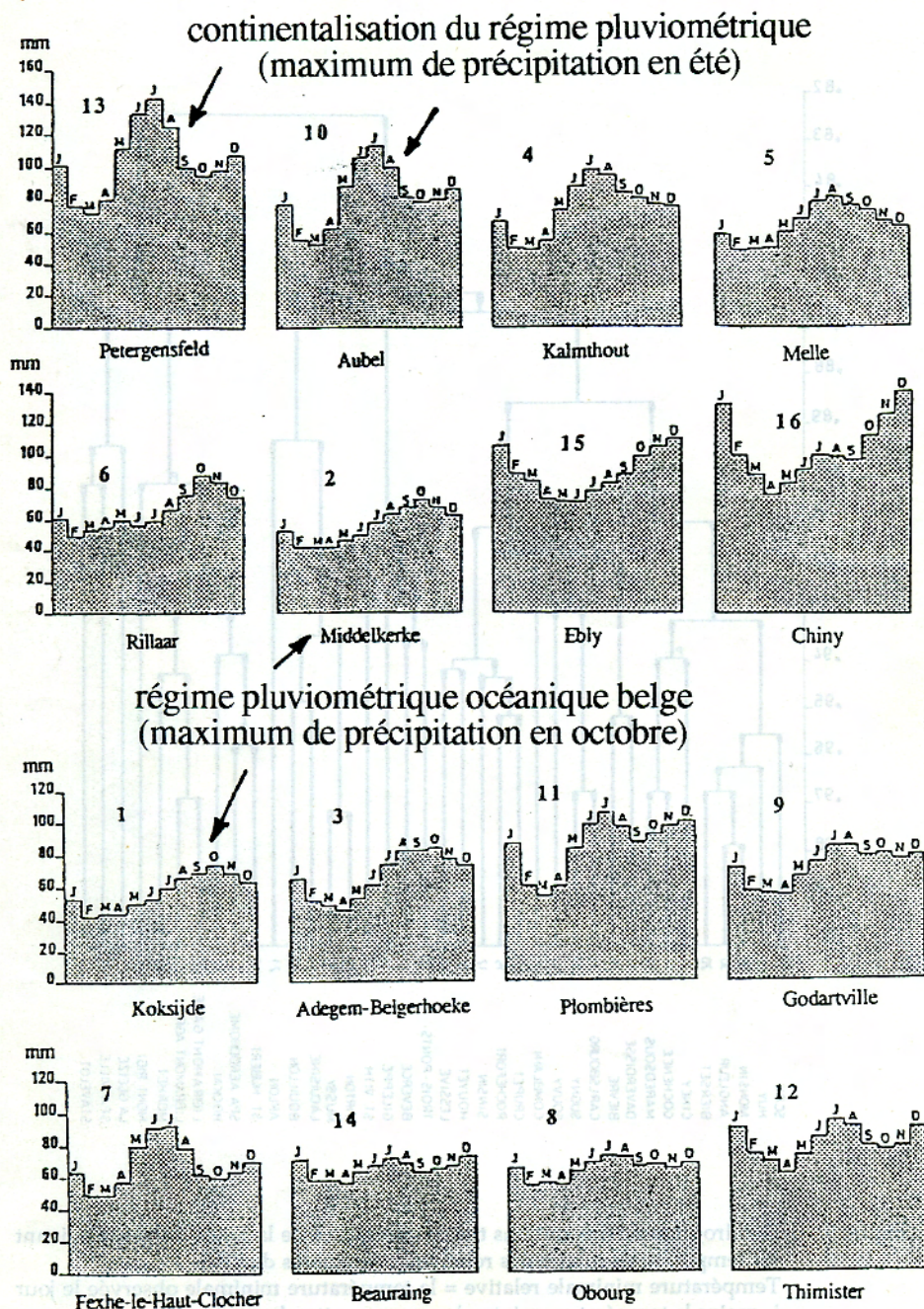
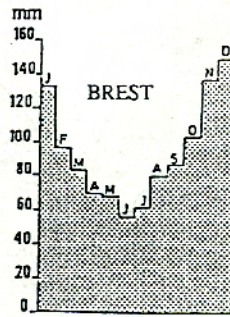
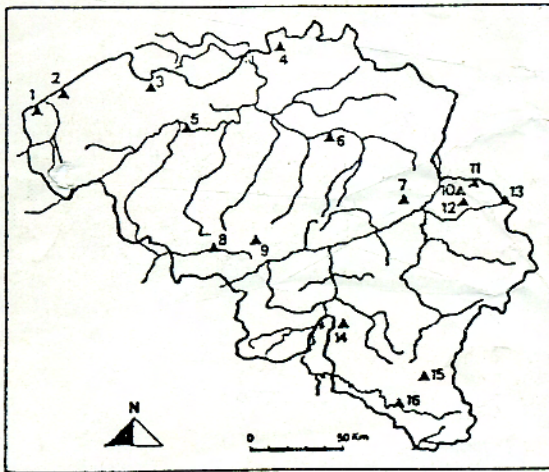


Figure 11. — Disparité des régimes de précipitations dans différentes stations de Belgique. Comparaison avec la station de Brest, en France.



régime pluviométrique hyperocéanique
(maximum de précipitation en hiver)

Figure 11. — (suite).