

Sur les divisions phytoécologiques de l'Europe

Paul Ozenda

Citer ce document / Cite this document :

Ozenda Paul. Sur les divisions phytoécologiques de l'Europe. In: Ecologia mediterranea, tome 16,1990. pp. 299-315;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecmed.1990.1672>

https://www.persee.fr/doc/ecmed_0153-8756_1990_num_16_1_1672

Fichier pdf généré le 20/04/2020

Résumé

Les recherches actuelles sur les conséquences écologiques des changements de climat, et notamment sur la possibilité de déplacements des écosystèmes, ont fait apparaître l'intérêt de disposer de cartes écologiques à l'échelle du continent européen. Il est d'autre part reconnu qu'une approche efficace pour l'élaboration de telles cartes consiste à combiner les données écologiques quantitatives existantes avec les cartes de la végétation.

Cette étude préliminaire propose, dans sa première partie, une carte révisée des divisions géobotaniques de premier ordre (biomes) et de second ordre pour l'ensemble de l'Europe, établie d'après les cartes de végétation synthétiques les plus récentes. La seconde partie expose quelques exemples de données de températures et d'aridité concernant en particulier les limites entre les grandes divisions.

Abstract

The present researches on the ecological implications of climate changes, namely on the possibility of ecosystems shifts, made obvious the lack of ecological maps at an European scale. On the other hand it is today admitted that crossing the quantitative ecological information with vegetation maps would represent an accurate approach of such an ecological mapping.

This provisional paper proposes in its first part a check-map of the main geobotanical regions (biomes) and subregions for the whole Europe, drawn from the most recent synthetic vegetation maps. In the second part are discussed some examples of temperature and aridity parameters, relating the borders between the geobotanical units.

Sur les divisions phytogéologiques de l'Europe

Paul OZENDA*

RESUME

Les recherches actuelles sur les conséquences écologiques des changements de climat, et notamment sur la possibilité de déplacements des écosystèmes, ont fait apparaître l'intérêt de disposer de cartes écologiques à l'échelle du continent européen. Il est d'autre part reconnu qu'une approche efficace pour l'élaboration de telles cartes consiste à combiner les données écologiques quantitatives existantes avec les cartes de la végétation.

Cette étude préliminaire propose, dans sa première partie, une carte révisée des divisions géobotaniques de premier ordre (biomes) et de second ordre pour l'ensemble de l'Europe, établie d'après les cartes de végétation synthétiques les plus récentes. La seconde partie expose quelques exemples de données de températures et d'aridité concernant en particulier les limites entre les grandes divisions.

MOTS-CLES : cartographie, écologie, Europe, géobotanique, végétation

SUMMARY

The present researches on the ecological implications of climate changes, namely on the possibility of ecosystems shifts, made obvious the lack of ecological maps at an European scale. On the other hand it is today admitted that crossing the quantitative ecological information with vegetation maps would represent an accurate approach of such an ecological mapping.

This provisional paper proposes in its first part a check-map of the main geobotanical regions (biomes) and subregions for the whole Europe, drawn from the most recent synthetic vegetation maps. In the second part are discussed some examples of temperature and aridity parameters, relating the borders between the geobotanical units.

KEY-WORDS : mapping, ecology, Europe, geobotany, vegetation

L'ampleur que présentent actuellement les problèmes liés à l'environnement et à ses transformations justifierait qu'un effort important soit fait pour développer une cartographie écologique dont les principes ont été élaborés au cours des vingt dernières années et sont susceptibles d'applications concernant les questions les plus actuelles. Ainsi par exemple les conséquences, sur les milieux naturels ou transformés, des changements climatiques possibles dans les prochaines décennies pourraient être mieux

évalués si l'on pouvait confronter les modèles prédictifs de ces changements avec une représentation cartographique des écosystèmes et des facteurs qui régissent leur répartition ; il serait alors possible d'effectuer des simulations de ces effets écologiques en fonction des différentes hypothèses de modifications du climat. La question s'est posée en particulier pour l'interprétation de «scenarios» climatiques établis à l'échelle du continent européen.

Il est maintenant établi que la cartographie de la végétation, aujourd'hui bien au point, constitue une approche efficace (OZENDA, 1979 et

* Laboratoire de Biologie Alpine
Université Joseph Fourier, Grenoble

1986) pour réaliser le plus rapidement une représentation spatiale des écosystèmes (du moins en dehors des milieux urbanisés), et en particulier à l'échelle régionale ou géographique. Malheureusement il n'existe pas encore de système général et normalisé de carte de la végétation pour l'ensemble de l'Europe ; et ce qui est plus gênant encore, c'est que les cartes synthétiques existantes (figure 1) ou en projet sont d'inspiration

floristique ou phytosociologique et ne prennent pas, ou très peu, l'écologie en compte. Réciproquement, quelques tentatives de cartographie dite écologique entreprises sur le plan international, parfois avec des moyens considérables, se sont révélés reposer sur des bases biologiques assez légères et n'être en fait que des cartes physionomiques.



Figure 1.- Plan d'assemblage des Cartes de Végétation les plus synthétiques (petite et moyenne échelle) en Europe. AB, limite orientale de la Carte de la Végétation des Pays membres du Conseil de l'Europe à 1/3.000.000 (1979 et 1987). AC, limite occidentale de la Carte de la Végétation de la partie européenne de l'URSS et du Caucase à 1/2.000.000, 1986. En hachures, les pays pour lesquels il existe une couverture totale à échelle plus détaillée : Pays-Bas, France, Suisse et Tchécoslovaquie, à 1/200.000 ; Espagne, 1/400.000 ; Allemagne orientale, 1/500.000 ; Italie, Autriche, Hongrie, Roumanie, Bulgarie, Yougoslavie, 1/1.000.000 ; Norvège, 1/1 500.000 ; Pologne, 1/2.000.000. A ajouter (non figuré ici) la Carte des pays danubiens, 1/2.000.000, et une carte des Balkans, 1/3.000.000. Les couvertures partielles ne sont pas représentées ; à signaler toutefois l'Allemagne du Sud (Bavière, 1/900.000, BadeWurtemberg, 1/1.000.000), Tyrol à 1/100.000, et d'importantes feuilles dans l'ouest de l'Allemagne et l'Italie centrale à 1/200.000.

Une authentique cartographie écologique du continent européen paraît cependant réalisable à condition d'en définir au préalable et d'une manière pragmatique les grandes lignes et la marche à suivre :

- établir une typologie des grandes divisions géobotaniques à l'aide des travaux les plus synthétiques (repartir des innombrables documents de base serait au contraire risquer l'enlèvement dans les détails et les différences méthodologiques) ;

- réaliser, à l'aide de ces cartes synthétiques, une première représentation qui soit un moyen terme entre la perception à l'échelle continentale et une précision régionale suffisante ;

- rechercher, pour chacune des unités retenues, une définition écologique comportant des paramètres précis (en moyenne et en dispersion) tirés de tables de données suffisamment denses, et de signification biologique claire.

Les pages qui suivent ont seulement pour objectif de proposer quelques réflexions. Une première partie rappelle quelques-uns des schémas de division du continent en grandes unités géobotaniques et retient un compromis. Une seconde partie tente une représentation cartographique de ces divisions principales, à une échelle nécessairement réduite mais en proposant les bases d'une délimitation plus fine. Quelques exemples de *paramètres écologiques simples* sont ensuite donnés, démarche pragmatique que la mode des formules compliquées et la vénération des ordinateurs ont fait quelque peu oublier.

LES GRANDES DIVISIONS GÉOBOTANIQUES DE L'EUROPE

La plus ancienne représentation de l'ensemble européen utilisable à l'échelle du présent travail est semble-t-il celle de SOTCHAVA et LAVRENKO (1964) qui distinguent, à l'échelle de 1/10.000.000, 77 unités regroupées en six divisions de premier ordre : Toundras, Boréal, Némoral, Steppique, Méditerranéen (dit ici Subtropical), Hautes montagnes.

C'est sensiblement le même schéma que donne WALTER (1979). En fait sa nomenclature est établie pour l'ensemble du globe, qu'il divise en grandes zones ou «Zonobiomes» séparées par des zones de transition ou «Zonoécotones». En ne retenant que ce qui s'applique à l'Europe, la liste est la suivante :

- IX : Zonobiome des toundras
- VIII-IX : Zonoécotone de la toundra arborée
- VIII : Zonobiome tempéré froid ou Boréal
- VI-VIII : Zonoécotone boréo-némoral

- VI - Zonobiome tempéré ou Némoral
- VI-VII : Zonoécotone de la steppe arborée
- VII : Zonobiome aride (semi-aride en Europe)
- Zonobiome des pluies d'hiver (méditerranéen en Europe).

La représentation cartographique (à très petite échelle) donnée par WALTER est assez confuse.

A noter que dans ces deux systèmes une seule zone, le Némoral, regroupe la quasi-totalité des forêts caducifoliées, entre le Boréal à forêts de conifères et le Méditerranéen à feuillus sempervirents. Ce point de vue est encore celui de beaucoup de biogéographes, confortés par le fait que la ptytosociologie regroupe aussi tout cet ensemble en une classe unique des *Fagetea*.

MEUSEL *et al.*, 1965 (cité par MAYER, 1984) donnaient, sur des bases floristiques, sensiblement la même division de l'Europe, mais séparaient déjà du Némoral une zone subméditerranéenne caractérisée par le Chêne pubescent (dont JAKUKS avait donné une étude détaillée en 1961). En revanche la délimitation des zones (MAYER, 1984, figure 10) est sommaire et inutilisable.

Enfin TRAUTMANN et BOHN (1980) proposent un schéma en accord avec les précédents : 1 Toundras ; 2 Etage alpin ; 4 Forêts de Conifères (= Boréal) ; 5 Forêts mixtes (= Boréonémoral) ; 6 Forêts caducifoliées mésophiles, en partie avec Conifères (= Némoral proprement dit) ; 7 Forêts caducifoliées thermophiles (= Némoral sud) ; 8 Méditerranéen ; 10 Steppe arborée ; 11 Steppes ; 12 Semi-déserts.

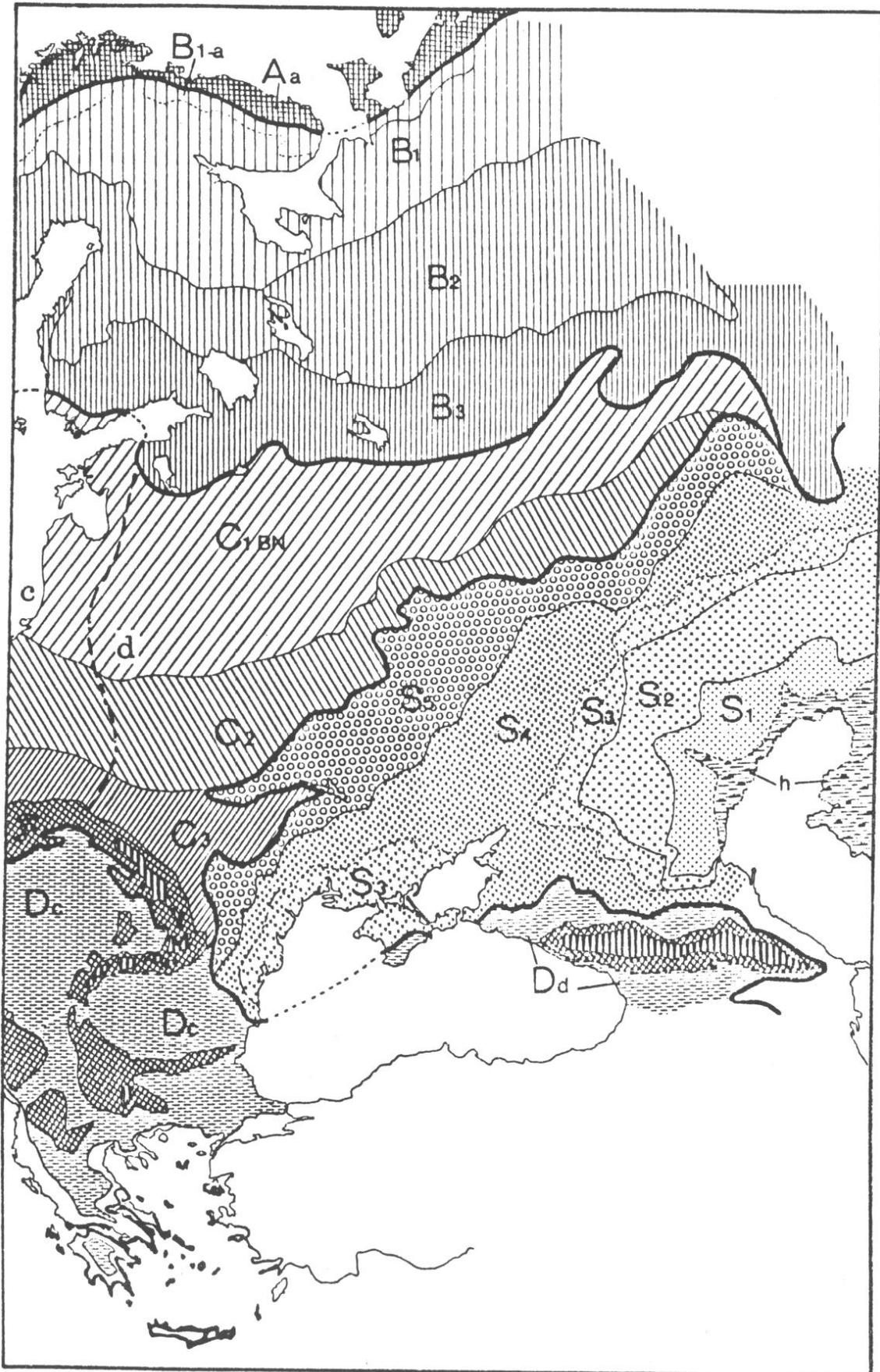
10, 11 et 12 correspondent à l'ensemble zone steppique *s.l.* Une division 9, forêts xérophiles de conifères, paraît très hétérogène et ne peut être assimilée à une unité zonale, car elle groupe des types relevant les uns du Subméditerranéen, les autres des différents niveaux du Méditerranéen.

Il ne peut être évidemment question de détailler ici de quelle manière les divisions précédentes ont été adaptées dans les différentes cartes citées dans la figure 1, ni à plus forte raison dans les cartes de végétation à plus grande échelle.

Dans la nomenclature de WALTER, les divisions de premier ordre considérées jusqu'ici sont appelées Zonobiomes ; et d'une manière plus générale le terme de Biome a été utilisé par différents auteurs dans ce sens. Nous le conserverons ici dans la suite de l'exposé.



Figure 2.- Esquisse d'une Carte des Biomes du continent européen (Ech. 1/14.000.000 environ).
Explications dans le texte.



CARTE DES BIOMES

Sur la figure 2 ont été représentés les biomes et leurs subdivisions principales. Les biomes eux-mêmes sont séparés entre eux, pour plus de clarté, par un trait de force et désignés chacun par une lettre majuscule ; leurs divisions principales sont désignées par des numéros, en allant du nord au sud. Les limites ont été déterminées d'après des cartes de végétation synthétiques récentes, en utilisant en particulier les cartes «nationales» établies pour des pays entiers, lorsqu'elles existent, et les cartes plus générales publiées par le Conseil de l'Europe, d'une part, et pour les Pays danubiens et balkaniques d'autre part. Le plan d'assemblage et la référence de ces cartes sont donnés par la figure 1 et par sa légende.

Il est par contre hasardeux de se fier aux limites données par les cartes à petite échelle plus anciennes, car les contours des formations risquent d'avoir été, fautes d'informations suffisantes sur la végétation, en partie interpolés à l'aide de données climatiques ce qui constituerait, pour le but recherché ici, un cercle vicieux.

La carte générale à 1/14.000.000 de la figure 2 n'a pas été rédigée directement, mais chaque biome a fait l'objet d'une cartographie «intermédiaire» à l'échelle de 1/6.000.000 assortie d'une révision critique d'après la bibliographie. Ce travail intermédiaire a été publié ailleurs (OZENDA, 1990) pour l'un des biomes, le Némoral xérotherme, et un résumé en est donné plus loin par la figure 4 et sa légende.

Voici maintenant des indications succinctes sur le traitement des autres biomes dans cette phase intermédiaire, non reproduite ici.

A - Zone subarctique (A)

Conformément à la nomenclature établie par ALEKSANDROVA pour l'ensemble de la végétation des hautes latitudes, le terme subarctique a été employé ici, plutôt que celui d'arctique utilisé par une partie des auteurs scandinaves pour cette zone. A la zone subarctique proprement dite (a) a été rattaché l'axe de la chaîne des Scandes, dont les deux parties nord (b) et sud (c) n'ont pas été séparées sur la carte et dont les contours ont été tracés d'après ceux de l'unité A3 (Etage orocalédonien) de la seconde édition de la Carte du Conseil de l'Europe.

B - Zone boréale (B)

Elle correspond essentiellement à la grande ceinture forestière dite des taïgas, et comporte les trois divisions classiques, taïgas du nord (B1),

du centre (B2) et du Sud (B3).

En Suède et en Finlande, ces divisions ont été conservées telles qu'elles figurent dans *Naturgeografisk regionindelning av Norden*, 1977, et dans les deux éditions successives de la carte du Conseil de l'Europe. La partie septentrionale de B1, correspondant à la forêt de Bouleau sans Conifères (en Fennoscandie) et à la toundra arborée (en Russie) et dite souvent subarctique, a été maintenue ici dans le Boréal et notée B1a.

Les formations boréales de l'ouest de la Norvège ne sont pas séparables à l'échelle utilisée ici ; les différents niveaux du Boréal (et les enclaves boréonémorales) ont été groupés sous une représentation commune, dite B1-3. Sur la base de la Carte du Conseil de l'Europe, et aussi en raison de la présence de nombreuses espèces boréales ou arctico-alpines, les Highlands d'Ecosse, le Lake District anglais et les reliefs du nord-ouest de l'Irlande ont été rattachés à cette unité boréale composite. (Par contre les autres montagnes d'Irlande, la Basse-Ecosse, la Chaîne pennine et le Pays de Galles ont été placés dans la sous-zone boréo-némorale).

Les contours de la partie russe ont été tracés d'après diverses sources : Atlas Mir (1964), Carte de la partie européenne de l'URSS (1986), ouvrages de WALTER et BRECKLE (1986) et de MAYER (1984).

La sous-zone B3 (taïgas du Sud) a été suivie l'usage maintenu dans le biome boréal, bien que la présence de feuillus, la pénétration de culture de blé et de pomme de terre, les types de tourbière et de sols, puissent conduire à rapprocher plutôt cette sous-zone du Boréo-némoral ; cette question complexe ne peut être discutée ici (figure 3).

C - Zone némorale

Rappelons que de l'ensemble némorale au sens large (zone des forêts caducifoliées) a été exclue ici la partie méridionale, dite des forêts caducifoliées xérothermes, qui forme la zone suivante D.

Le Némoral proprement dit, tel qu'il figure ici en C, correspond dans la moitié occidentale de l'Europe à la dominance de quatre espèces : *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Quercus petraea* et *Q. robur*. Dans la moitié Est, le chêne rouvre reste seul.

Les divisions de premier ordre de la zone némorale varient suivant les auteurs. Les uns privilégient une division thermique en sous-zones latitudinales, les autres une division basée sur la

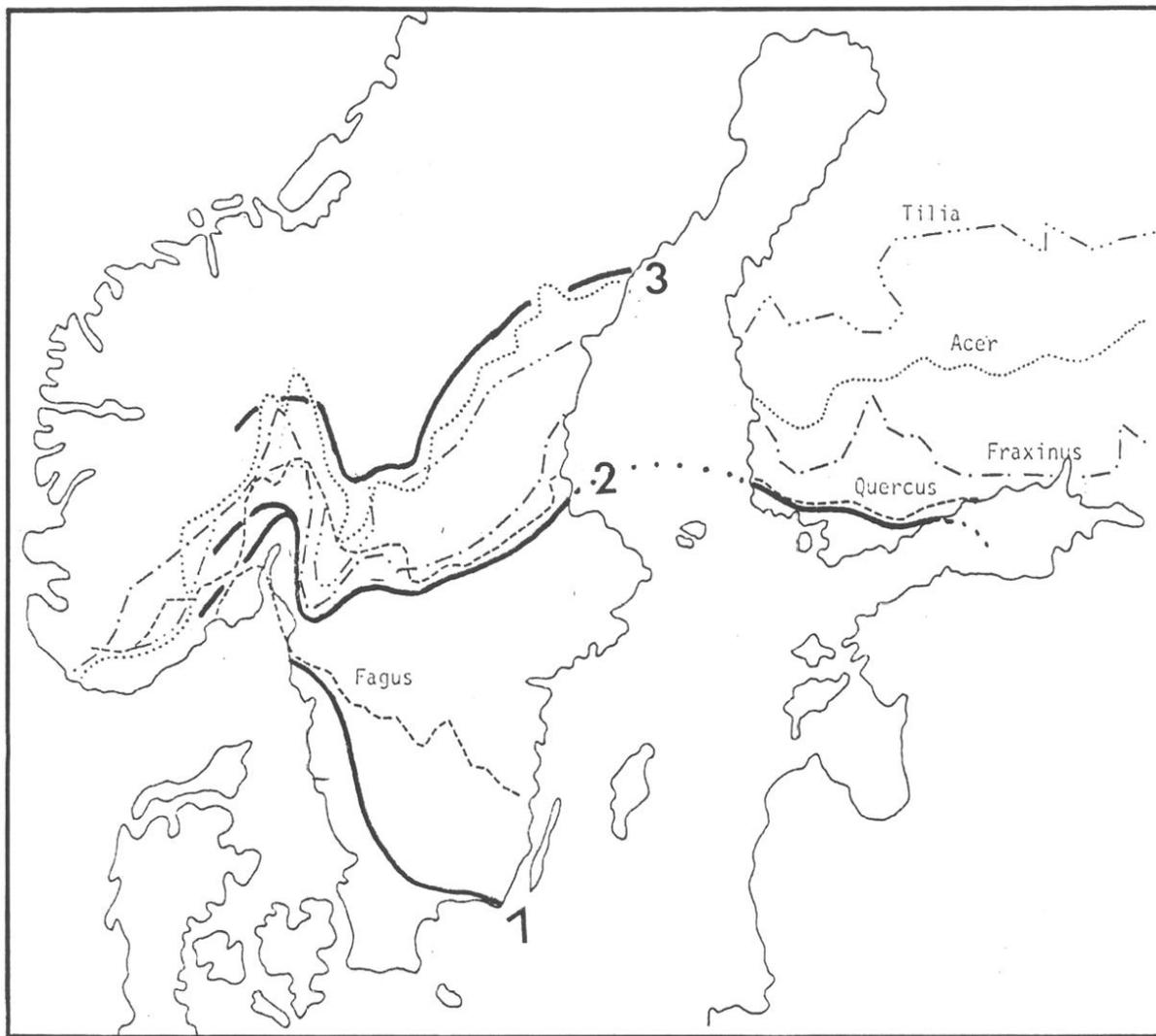


Figure 3.- Limite nord des feuillus dans les forêts du sud de la zone boréale (d'après HULTEN, 1950). 1, limite entre némorale et boréo-némoral. 2 et 3, limites du Boréal sud. Les limites des principaux feuillus s'échelonnent dans cette zone sud-boréale ; *Quercus robur* est celui dont la limite définit le mieux le passage du Boréo-némoral au Boréal.

continentalité croissante d'Ouest en Est et qui conduit à distinguer habituellement quatre domaines : atlantique, subatlantique, subcontinental et continental (ou sarmatique).

1°) Ici ont été maintenues en premier lieu les divisions thermiques, que l'on peut en première approximation caractériser ainsi :

- C1, sous-zone boréo-némorale, à dominance de forêts mixtes Conifères-Feuillus ;
- C2, sous-zone médiane, à dominance de Hêtraies ;
- C3, sous-zone sud, à dominance de chênaies mésothermes.

La limite entre C1 et C2, c'est-à-dire la limite sud du boréo-némoral, est sensiblement la même dans toutes les cartes : elle longe la côte sud-

ouest de la Suède, passe dans l'angle nord-est de la Pologne, puis au sud de Minsk et remonte ensuite vers le nord-est. La limite entre C2 et C3 n'est pas classique : elle est introduite ici, et d'après les éléments suivants.

En France, elle passe d'abord entre les hêtraies armoricaines et normandes, d'une part, et les chênaies des pays de Loire et du Bassin Parisien, d'autre part. En Lorraine et en Allemagne de l'Ouest, elle est moins nette et a été tracée au mieux ; ensuite, les cartes de végétation de SCAMONI *et al.* (1975) pour l'Allemagne orientale et de MATUSZKIEWICZ (1984) pour la Pologne permettent de poursuivre le tracé jusqu'à la rencontre avec la zone steppique.

Dans la sous-zone C3, une unité spéciale Cm est constituée par les montagnes centre-euro-

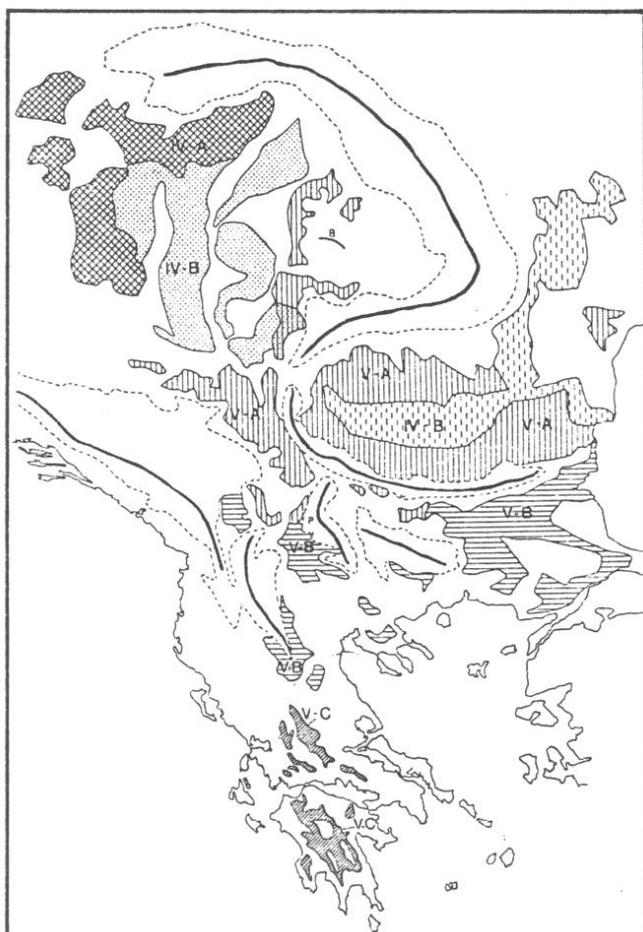
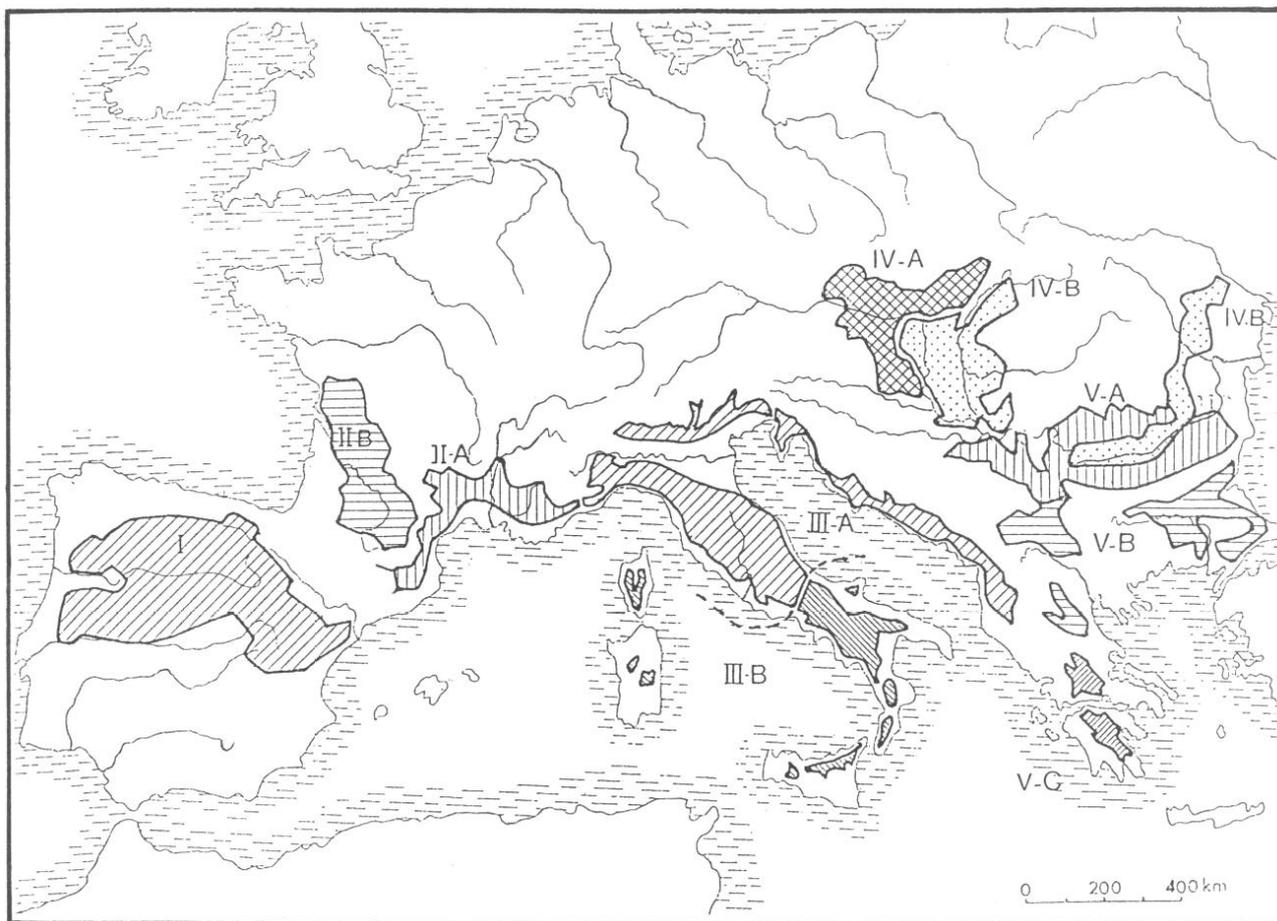


Figure 4.- Le biome «Némoral xérotrophe», ou des chênaies caducifoliées thermophiles (d'après OZENDA, 1990). Cette formation n'est pas continue, mais fragmentée par les reliefs qui déterminent des pénétrations du Némoral nord (Cm de la figure 2). Les chiffres et les lettres se rapportent aux subdivisions principales. La partie thermo-atlantique n'a pas été figurée ici. La figure de droite représente le détail des groupes pannonique (IV) et balkanique (V) ; en pointillés, les parties substeppiques ; les traits épais représentent l'axe des Carpates et des principales chaînes balkaniques. Cette partie orientale a été établie à l'aide des cartes de NIKLFELD, de HORVAT, de MICHALKO et de FUKAREK.

péennes («Système alpin», OZENDA, 1985) dont la végétation peut être considérée comme un complexe de toutes les zones et sous-zones situées plus au nord. Sans entrer dans les détails, ni dans la discussion de la validité d'un parallélisme entre zones et étages, rappelons la correspondance approximative suivante :

Etage collinéen - sous-zone C3
 Etage montagnard - C2 et C1
 Etage subalpin - Boréal
 Etage alpin - Subarctique
 Etage nival - Arctique

Le contour externe des montagnes représentées correspond (aux imprécisions près dues à l'échelle) à la base de l'étage montagnard. D'autre part la zone «interne», plus continentale, des grandes chaînes (Alpes surtout ; Pyrénées centrales, Carpates, Rila-Pirin) a été distinguée par un figuré différent. Le Caucase a été représenté suivant les mêmes conventions.

2°) Les divisions méridiennes, correspondant aux «Domaines» de continentalité croissante, ont été séparées par des pointillés : respectivement, atlantique (a) ; subatlantique (b) ; subcontinental (c) ; continental (d).

D - Zone némorale xérotherme

Elle a été étudiée, sous cette dénomination, dans une publication précédente (OZENDA, 1990). La figure 4 et sa légende résument de quelle manière cette zone a été définie, analysée et cartographiée à l'aide des cartes synthétiques les plus récentes et des descriptions phytosociologiques des unités qui la constituent.

Comme la zone némorale nord, la zone des chênaies caducifoliées xérothermes peut être divisée, d'ouest en est, en plusieurs domaines. Ils ont été regroupés ici en quatre subdivisions seulement, que l'on pourrait appeler thermoatlantique (Da), subméditerranéen (Db), substeppique (Dc), précaucasien (Dd). La plaine du Pô, bien qu'appartenant théoriquement au climat du *Carpinion*, a été rattachée au domaine Db en raison de ses enclaves thermophiles (subméditerranéen de la région gardésane ; rizières).

S - Zone steppique

Elle est étudiée plus loin, notamment à l'aide des figures 9 et 10 et de leurs légendes.

M - Zone méditerranéenne

Cette zone, dont la représentation précise est impossible à l'échelle de notre carte en raison de

la fragmentation et de l'étirement de la région méditerranéenne, est seulement divisée ici en deux sous-zones thermiques correspondant aux notions maintenant classiques d'étage mésoméditerranéen (M1) et d'étage thermoméditerranéen (M2). La végétation de montagne a été réunie à la formation subméditerranéenne (comprise dans D). Les contours sont ceux de la Carte du Conseil de l'Europe, 2e édition.

QUE PEUT-ON TIRER DES TEMPERATURES MOYENNES ?

La température est le seul facteur écologique qui varie à la fois en fonction de la latitude et de l'altitude d'une manière simple, univoque et parallèle :

- *Simple* : la variation est pratiquement linéaire en fonction de l'altitude (0,55 pour 100 m d'élévation pour la moyenne annuelle) et en fonction de la latitude (0,60° environ par degré de latitude).

- *Univoque* : en faisant abstraction des irrégularités locales, la variation se fait toujours dans le sens d'une décroissance régulière vers le haut et vers le Nord.

- *Parallèle* : les effets sur la végétation se traduisent par l'existence d'étages en montagne et de zones dans les grandes plaines, formant des successions que l'on a un peu vite considérées autrefois comme comparables et que l'on a ensuite tout aussi vite considérées comme n'ayant rien à voir entre elles.

L'exposé ci-après est limité à quelques cas simples.

De très nombreuses tentatives ont été faites pour mettre en relation des limites d'espèces (et notamment des grandes espèces forestières) avec des isothermes saisonniers. Ainsi il est connu que la limite nord de l'Épicéa suit sensiblement l'isotherme 10°C de juillet, celle du Chêne pédonculé la ligne correspondant à 4 mois d'été au-dessus de 10°C, la limite orientale du Hêtre l'isotherme -2°C de janvier. Les isothermes annuels sont moins utilisés et passent pour donner des indications trop frustes. Pourtant la figure 5 par exemple montre la dilatation des zones thermiques dans la région atlantique (à rapprocher de la figure 7) et permet d'avoir une idée approchée des températures à la limite entre zones. Ainsi la ligne 15°C paraît passer peu au nord de la limite entre le Mésoméditerranéen et le Thermoméditerranéen ; on sait que celle-ci peut, à petite échelle, être placée sensiblement suivant une ligne oblique allant de Barcelone à Izmir.

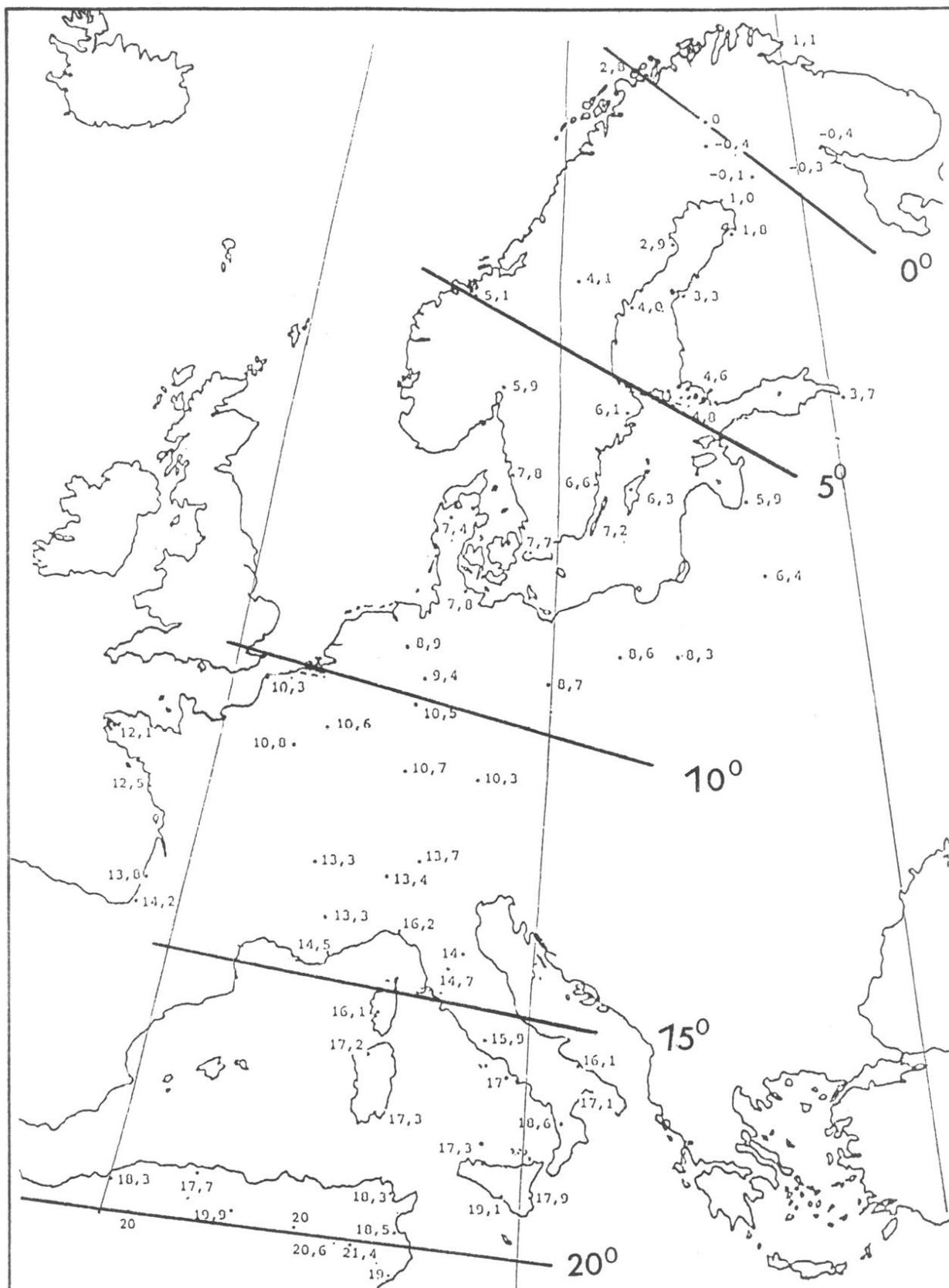


Figure 5.- Températures moyennes annuelles (réduites à l'altitude zéro) en Europe occidentale (d'après des données de l'Atlas climatique de WALTER-LIETH, 1960) et emplacement approximatif (supposé ici rectiligne) des isothermes 0, 5, 10, 15 et 20 (original).

Plus précisément en pointant sur les cartes de végétation les stations les plus septentrionales du Thermoméditerranéen, on constate que sa limite nord correspond sensiblement à la moyenne annuelle de 16°C (17°C peut-être dans la partie la plus orientale) :

Lisbonne	15,9	Ile du Levant	16
Barcelone	16	Dubrovnik	16
Bari	15,9	Terracine	16
Monaco	16,1	Volos	16,9
Sassari	16	Mytilène	17

Un des caractères des climats continentaux est le grand écart de température entre l'hiver et l'été. Une carte des écarts entre les moyennes de janvier et de juillet montre une famille de courbes qui traversent l'Europe du Nord au Sud (figure 6) comme le font les limites entre les domaines a à d du biome néomoral. La ligne correspondant à un écart de 16°C correspond sensiblement à la limite est du domaine atlantique et aussi (carte non reproduite ici) à la limite des régions connaissant moins d'un mois de gelées ; tandis que la ligne 20°C est voisine de la limite ouest du domaine sarmatique et des régions subissant plus de quatre mois de gelées.

QUE PEUT-ON TIRER DE LA VEGETATION ELLE-MEME ?

L'exemple des cartes phénologiques est bien connu. Ce sont des documents qui permettent de déduire des données climatologiques (températures essentiellement) à partir de l'observation de stades de développement (date moyenne de floraison, de maturation, de chute des feuilles) d'espèces judicieusement choisies ; ces observations, plus aisées à faire en grandes quantités que les mesures météorologiques, permettent des interpolations entre ces dernières. La figure 7 présente une évidente parenté de ses contours avec ceux de la figure 3 et montre comme la figure 5 une remontée vers le nord des limites dans la région atlantique, attribuable au Gulf Stream.

L'étude des cartes phénologiques du nord de l'Europe, où les données de ce type abondent, permet de préciser et même d'évaluer quantitativement (figure 8) cette dilatation des zones thermiques au voisinage de l'Atlantique.

A) La carte des dates de floraison de la Linnée boréale montre un gradient nord-sud dans la partie continentale (Est de la Suède, Finlande, Russie) et au contraire des courbes parallèles à la côte (et à la haute chaîne) dans la partie océanique. De nombreuses espèces présentent dans ces

régions une carte phénologique analogue (*Caltha palustris*, *Trollius europaeus*, *Filipendula ulmaria*, *Prunus padus*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium vitis-idaea*). Il n'est pas nécessaire de souligner la similitude avec les contours des grandes divisions écologiques.

B) La carte de la durée de la période végétative (exprimée par le nombre de jours ayant une température moyenne au-dessus de 4°C) présente des contours très semblables ; dans la partie est, on voit que la variation de la longueur de cette période est de l'ordre d'une semaine environ par degré de latitude.

C) Les lignes d'égale continentalité thermique (plus détaillées ici que sur la figure 6) présentent un tracé analogue.

D) Il est intéressant de rapprocher ces deux réseaux de courbes de la carte de la limite supérieure des arbres (formée ici par le Bouleau) : en faisant abstraction des modifications introduites par le haut massif norvégien, et si l'on considère l'espace compris entre le bord septentrional de ce massif, vers 63°N, et le nord du pays vers 70°N, on voit que la limite arborée s'abaisse là de 400 mètres environ, soit 60 mètres seulement par degré de latitude, alors que la moyenne dans les grandes chaînes à orientation nord-sud comme l'Oural ou les Rocheuses est de 110 mètres environ par degré de latitude (OZENDA, 1988).

DE L'INTERET DES DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES

Considérons maintenant le biome «Steppes» du sud-est européen. Les contours représentés sur la figure 3, et qui sont repris dans la figure 9 avec les mêmes numéros, sont un compromis entre ceux qui figurent sur les diverses cartes de végétation de l'URSS ; plus précisément les cinq bandes d'aridité décroissante à partir de la Caspienne qui sont figurées correspondent (à quelques détails près) aux unités 62 à 89 de la carte à 1/2.000.000 de 1986 :

- 0 (pour mémoire) : formations halophytiques
- 1 : Semi-désert à *Artemisia*, à *Anabasis* et autres Chenopodiacées : n°83 à 89
- 2 : Steppe désertique à *Artemisia lerchiana* : n°77 à 80
- 3 : Steppe à *Stipa dominants* : n°69 à 74
- 4 : Steppe à *Stipa* et Dicotylédones : n°66 et 67
- 5 : Steppe arborée : n°62.

La figure donne des valeurs des précipitations annuelles, pour des stations situées de préférence sur les limites de zones. Pour des raisons de

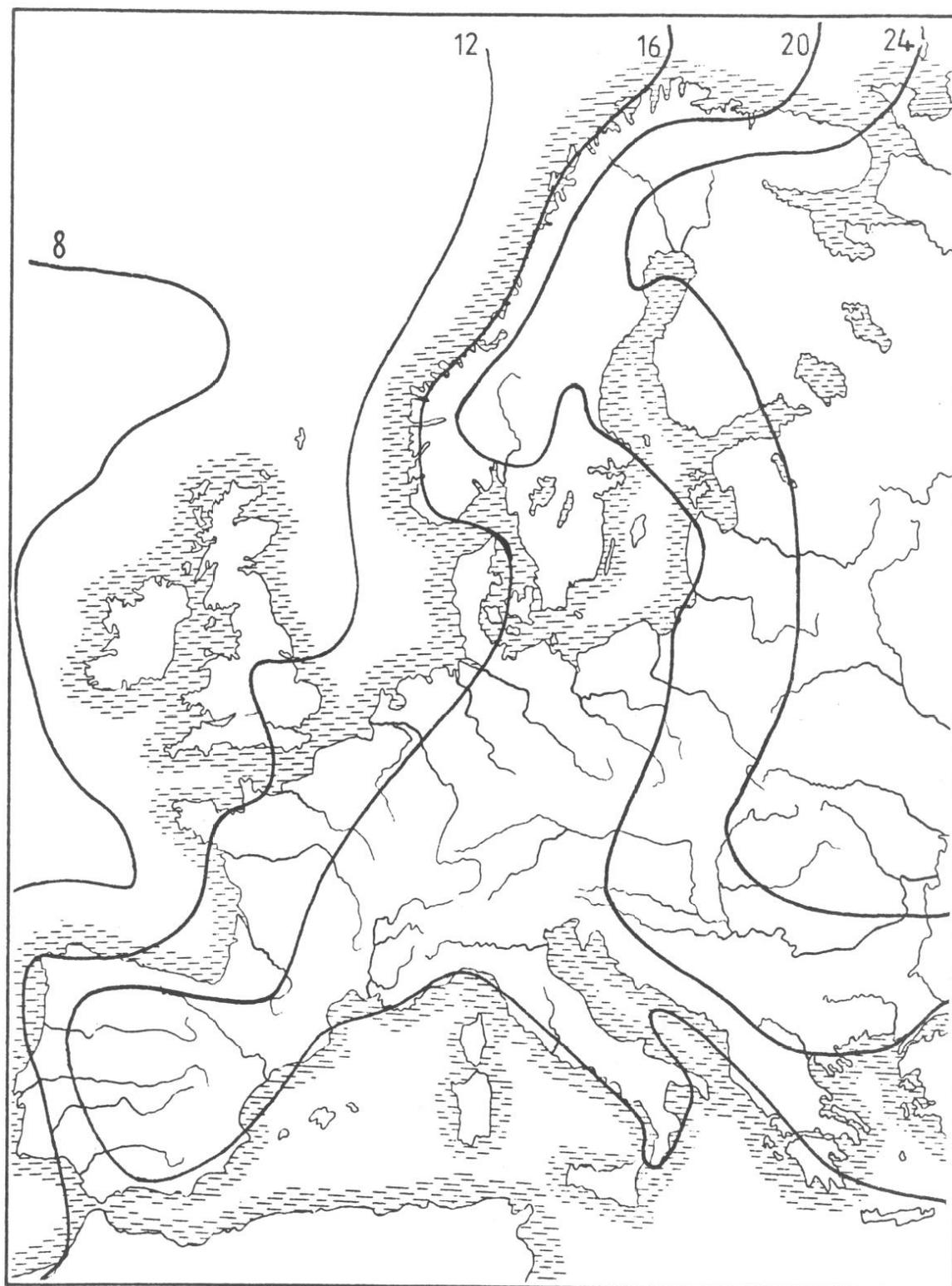


Figure 6.- Lignes de continentalité (écart entre les moyennes de température de juillet et de juin) (d'après LEHMAN, in MAYER, 1984).

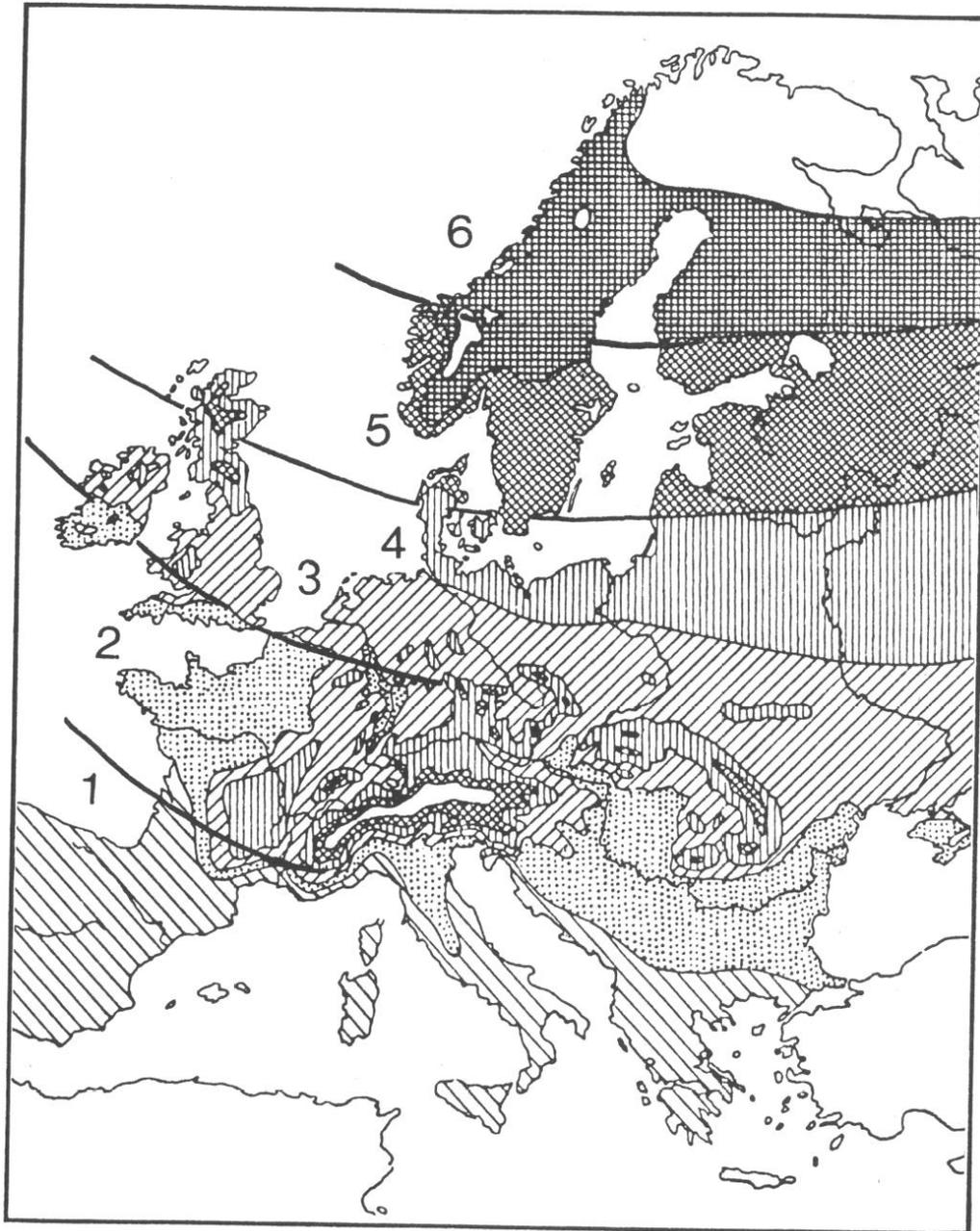


Figure 7.- Phénologie de la floraison du Lilas en Europe (d'après IHNE, in WALTER et BRECKLE, 1986). 1, avant le 16 avril ; 2, 16-30 avril ; 3, 1-15 mai ; 4, 16-31 mai ; 5, 1-15 juin ; 6, après le 15 juin.

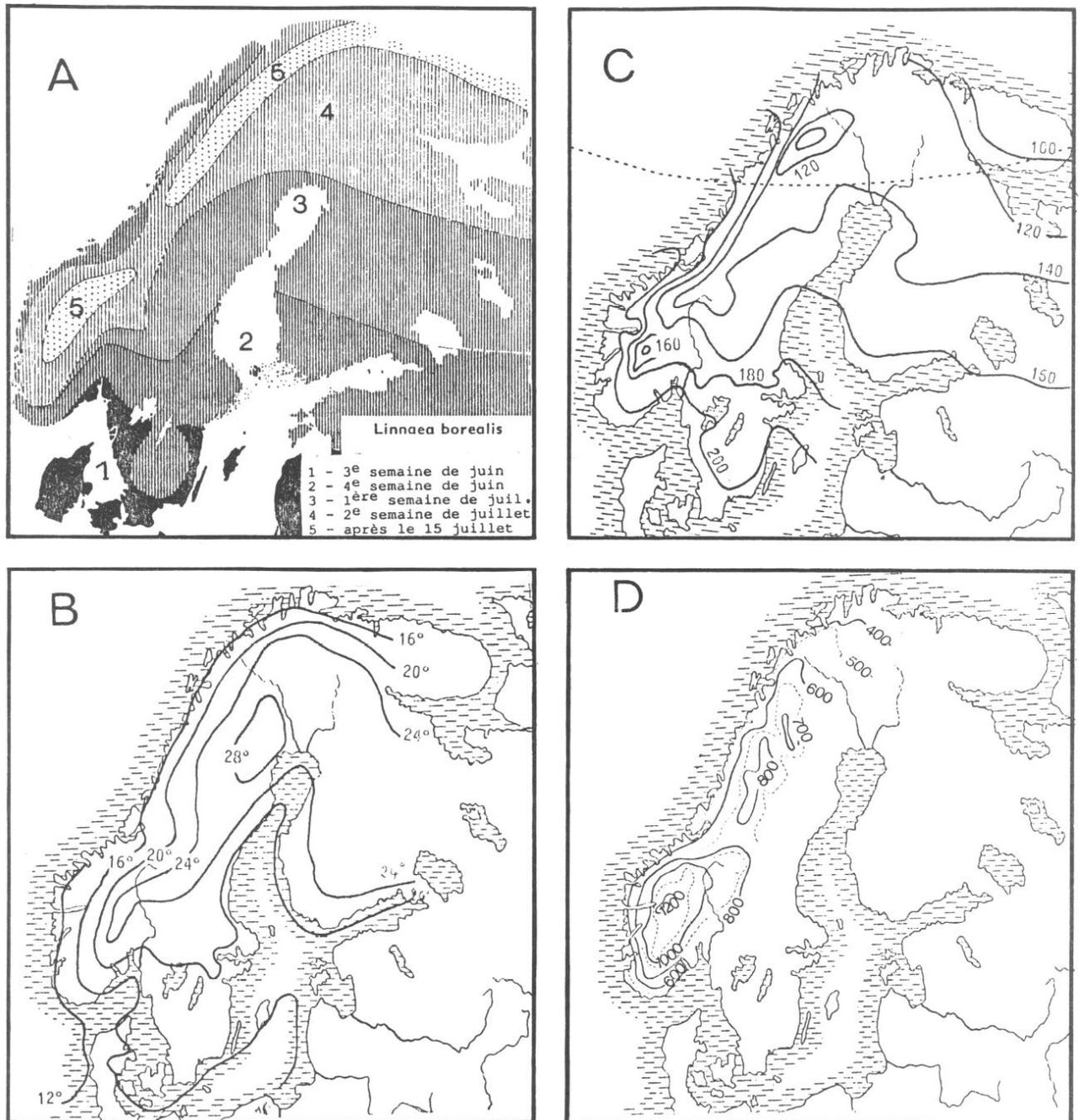


Figure 8.- Quelques aspects de la phénologie de la végétation scandinave. A, dates de floraison de *Linnaea borealis*. B, lignes de continentalité (cf. figure 6). C, Durée de la période végétative, en jours. D, limite altitudinale du Bouleau. (A et C d'après HULTEN ; B d'après SOEMME et D d'après FAEGRI, in MAYER, 1984).

clarté, une partie seulement des noms de ville ont été maintenus. On voit que les limites des zones semblent correspondre approximativement à :

- limite Semi-désert/Steppe désertique : 250 mm/an
- limite Steppe désertique/Steppe proprement dite : 300
- limite entre les deux niveaux de steppe : 380
- limite Steppe/Steppe arborée : 420
- limite Steppe arborée/forêt némorale : 500

Cependant la concordance n'est qu'approximative, et présente même de notables anomalies, comme les précipitations supérieures à 400 mm/an de la zone steppique S1 dans la région du Bas-Don.

Une meilleure approche est donnée par l'usage des diagrammes ombro-thermiques mensuels de WALTER-LIETH (figure 10). Ces diagrammes, dont le principe est supposé connu du lecteur, ont

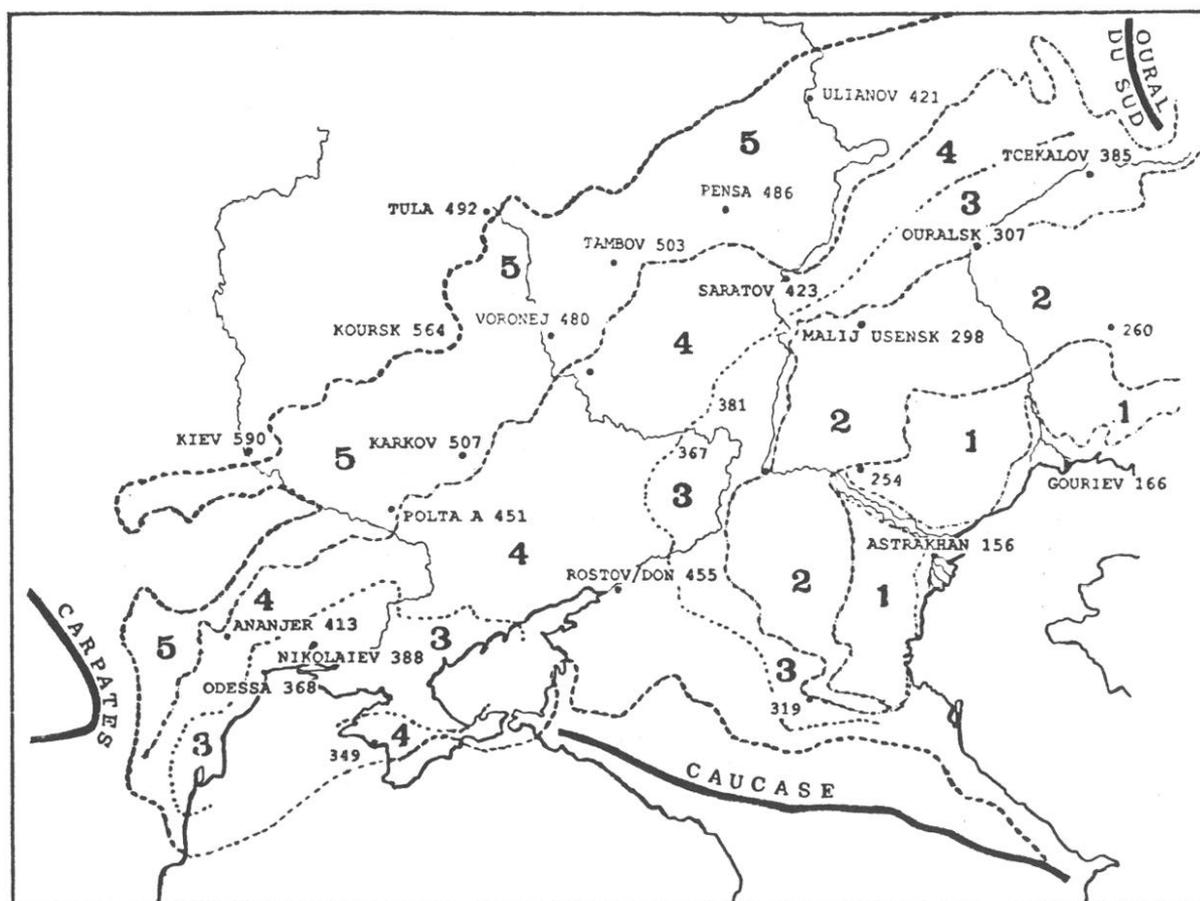


Figure 9.- Zones d'aridité (mêmes notations que dans la figure 2) et totaux mensuels de précipitation, dans le Biome Steppes (original).

été réduits ici aux éléments essentiels : course annuelle des températures et des précipitations, période humide hachurée, période sèche ponctuée, période de gel en bande noire horizontale.

Dans la zone semi-désertique 1, la période sèche est très accentuée mais elle ne concerne cependant que sept mois environ ; c'est pourquoi nous parlons seulement de semi-désert (dans les déserts vrais, la période sèche s'étend sur la quasi totalité de l'année).

Elle est encore très marquée dans la steppe

désertique 2, et même à la limite extrême de celle-ci (MALY USENSKI, URALSK) où elle ne dure toutefois que cinq mois environ.

Dans la zone steppique 3, la période xérique se réduit à trois mois et se déplace vers la fin de l'été. La permanence de cette période critique pour la végétation explique l'anomalie signalée ci-dessus de l'existence d'une steppe malgré un total annuel de précipitations pouvant approcher (ODESSA) ou dépasser (ROSTOV) 400 mm.

La même période, atténuée et dissymétrique

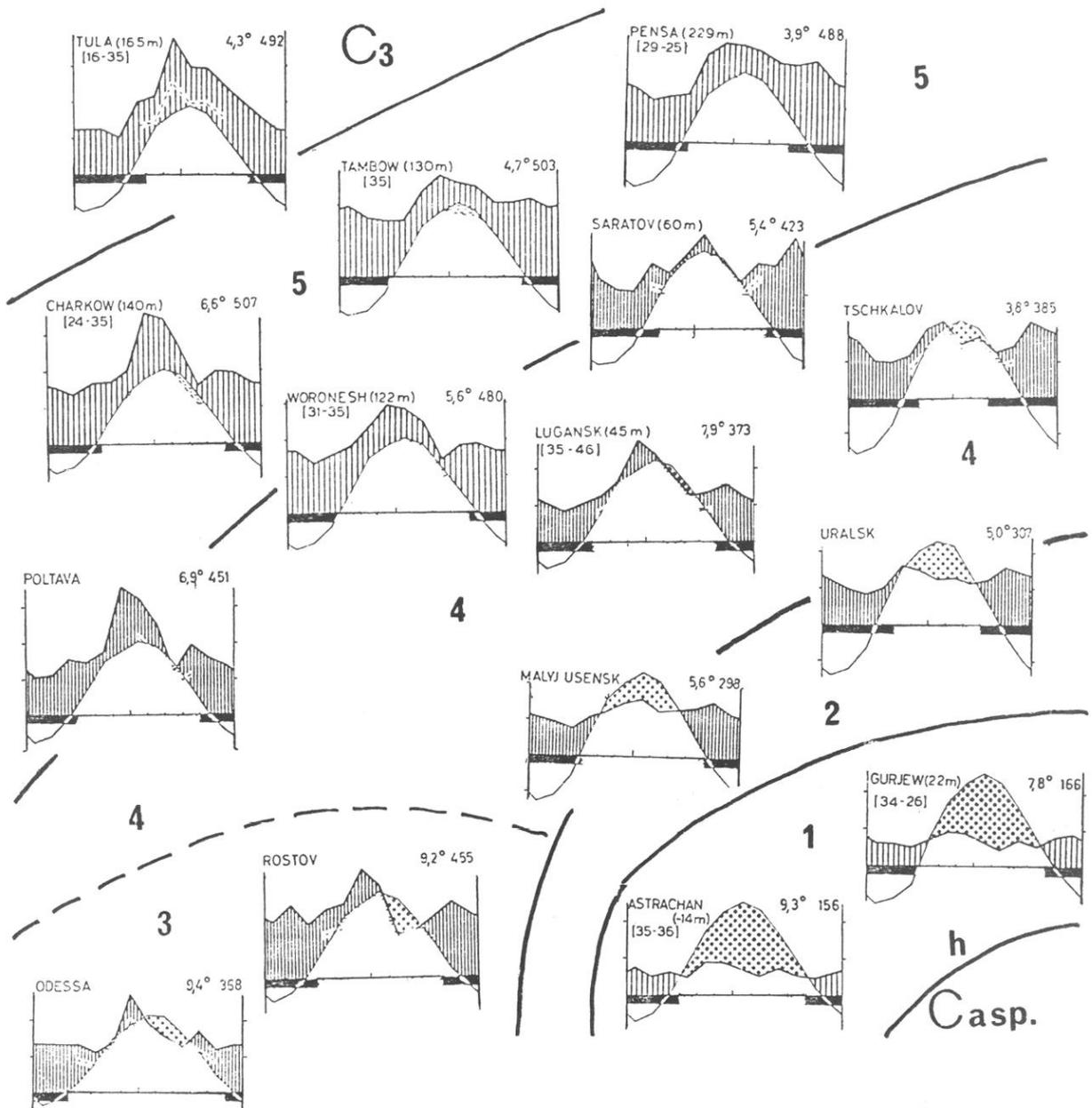


Figure 10.- Relations entre zones d'aridité et diagrammes climatiques mensuels (composé d'après les diagrammes originaux de WALTER-LIETH).

par rapport au maximum des températures, persiste dans la steppe 4 (TSCHKALOV). Mais elle devient ponctuelle sur la limite de cette zone et de la steppe arborée 5. Elle n'existe plus dans la zone 5, bien que l'excédent pluvial reste relativement faible pendant les mois d'été.

Il est probable aussi que l'existence d'une longue période de gel (barre horizontale noire), liée à la continentalité, est un caractère déterminant de la formation des steppes et de l'élimina-

tion de l'arbre, car sous d'autres climats une pluviosité de 400 mm par an est compatible avec un climax forestier.

La confrontation des diagrammes d'un nombre plus élevé de stations serait toutefois nécessaire pour vérifier l'hypothèse que leur similitude à l'intérieur d'une même zone de végétation est plus caractéristique de cette zone que la fourchette des totaux de précipitation qui présente, elle, une certaine dispersion.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAHAMSEN, J., DAHL, E., JACOBSEN, N. K., KALLIOLA, R., PAHLSSON, L. & WILBORG, L., 1977.- Naturgeografisk Regionindelning av Norden. Stockholm, 130 p.
- CONSEIL DE L'EUROPE, 1979.- Carte de la Végétation des Etats membres.- *Coll. Sauvegarde de la Nature*, n° 16, Strasbourg.
- Id. et Commission des Communautés européennes, 1987.- Carte de la Végétation des Etats membres, 2e éd.- Off. publ. Commun. Europ., Luxembourg.
- FUKAREK, P., JOVANOVIĆ, B. et R. et ZUPANČIĆ, M., 1986.- Prirodna potencijalna vegetacija Jugoslavije 1/1 000 000. Ljubljana.
- HORVAT, I., GLAVAC, V. et ELLENBERG, H., 1974.- Vegetation Südosteuropas.- Fischer, Stuttgart, 768 p.
- HULTEN, E., 1950.- Atlas of the distribution of vascular plants in NW Europe. Stockholm, 511 p.
- JAKUKS, P., 1961.- Die phytözönologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas.- Akad.-Kiado, Budapest, 314 p.
- MATUSZKIEWICZ, W., 1984.- Die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Polen.- *Braun-Blanquetia*, I, 5-99.
- MAYER, H., 1984.- Wälder Europas.- Fischer, Stuttgart, 691 p.
- MICHALKO, J., DEZIDER, M. et BRETA, J., 1987.- Geobotanical Map CSSR (Slovaquie).- Veda, Bratislava, 167 p., 12 cartes.
- NIKLFIELD, H., 1973.- Natürliche Vegetation, in Atlas der Donauländer.
- OZENDA, P., 1975.- Sur les étages de végétation des montagnes du Bassin méditerranéen. *Doc. Cart. Ecol.*, XVI, 1-32.
- OZENDA, P., 1979.- The emergence of the ecological cartography. *CNRS Res.*, 7, 40-48.
- OZENDA, P., 1985.- La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Masson, Paris, 344 p.
- OZENDA, P., 1986.- La cartographie écologique et ses applications. Paris, Masson, 160 p.
- OZENDA, P., 1988.- Le déplacement vertical des étages de végétation en fonction de la latitude : un modèle simple et ses limites.- *Bull. Soc. géol. de France*, V, 535-540.
- OZENDA, P., 1990.- La zone némorale xérotrophe sud-européenne. *Giorn. Bot. ital.*, 124, 759-780.
- SCAMONI, A. et al., 1975.- Natürliche Vegetation, in Atlas der DDR.- Acad. Wiss., Leipzig.
- SOTCHAVA, V.B. et LAVRENKO, E.M., 1964.- Cartes de la Végétation, in Atlas de Géographie physique, feuilles 65 à 242. Moscou (en russe).
- TRAUTMANN, W. et BOHN, V., 1980.- Probleme der Herstellung einer Vegetationskarte Europas. *Folia geobot.*, 15/2, 160-165. WAGNER, H., 1985.- Die natürliche Pflanzendecke Oesterreichs. Acad. Wiss, Vienne, 63 p.
- WALTER, H., 1979.- Vegetation und Klimazonen.- Ulmer, Stuttgart, 342 p.
- WALTER, H. et BRECKLE, S.W., 1986.- Oekologie der Erde, 3. G. Fischer, Stuttgart, 587 p.
- WALTER, H. et LIETH, 1960.- Klimadiagramme Weltatlas. Fischer, Jena.