

## ESSAI DE PHYTOCLIMATOLOGIE DYNAMIQUE SUR LE NORD DU PORTUGAL

ANA ISABEL D. CORREIA

### Abstract

For the first time in Portugal, the climate-vegetation relation is studied in a new way. The present approach integrates the atmospheric dynamics, climatic point data and the vegetation composition. The geographic relationships between the progressive changes in the perennial flora and the climatic variations are demonstrated. The climatic transitions can be located through the accelerations in the flora renewal, considered as the influence limits of atmospheric circulations of contrasted origin. The study was carried out in the north of Portugal because of the geologic uniformity (granites for the most part) and also because of the well defined climatic gradients. Vegetation and environmental samplings were made along a continuous line transect and multivariate analysis and some of the applications of the information theory were used in the study of the many relevés. For the climatic study, the daily values of precipitation and temperature as well as the atmospheric circulations were considered for a three years period. The types of atmospheric circulation (at ground level and in altitude) were defined and CCA showed the relationships between the daily precipitation data and the different aerological situations.

### Introduction

La phytoclimatologie dynamique se présente comme une alternative aux études classiques des relations climat-végétation. En effet, les études classiques n'utilisent généralement qu'un nombre réduit d'éléments du climat, notamment les précipitations et les températures et exigent le calcul de moyennes sur une longue période de temps. En outre, ils n'expriment pas toutes les contraintes que subit la végétation et ils laissent de côté la plus grande partie de la variabilité climatique comme, par exemple, les valeurs extrêmes des éléments climatiques (LECOMPTE, 1986, 1987; CORREIA, 1994; ALEXANDRE, 1994).

La phytoclimatologie dynamique est née de la constatation que le sens des plus grandes variations du climat et de la végétation sont facilement perceptibles et que ces variations sont liées entre elles et peuvent être analysées. Cette analyse peut se faire en étudiant l'enchaînement des formations végétales et en approfondissant la dynamique atmosphérique, notamment les gradients climatiques, avec l'aide de la climatologie.

Effectivement on s'attend à ce que les espèces végétales se succèdent en suivant de très près les ritmes et les directions de ces gradients. Les plus fortes transitions climatiques, qui correspondent aux plus fortes rénovations de la flore, peuvent être interprétées comme les limites d'influence de circulations atmosphériques contrastées, c'est à dire que les ruptures climatiques coïncident avec les ruptures de la structure de la végétation.

### Le transect

Cette nouvelle approche phytoclimatologique a été testée sur le Nord du Portugal, là où les gradients climatiques sont bien marqués, notamment en ce qui concerne les précipitations. L'étude floristique a été menée le long d'un transect (295 relevés longs de 500 m chacun) qui traverse tout le nord du país, du NW au SE (Fig. 1).

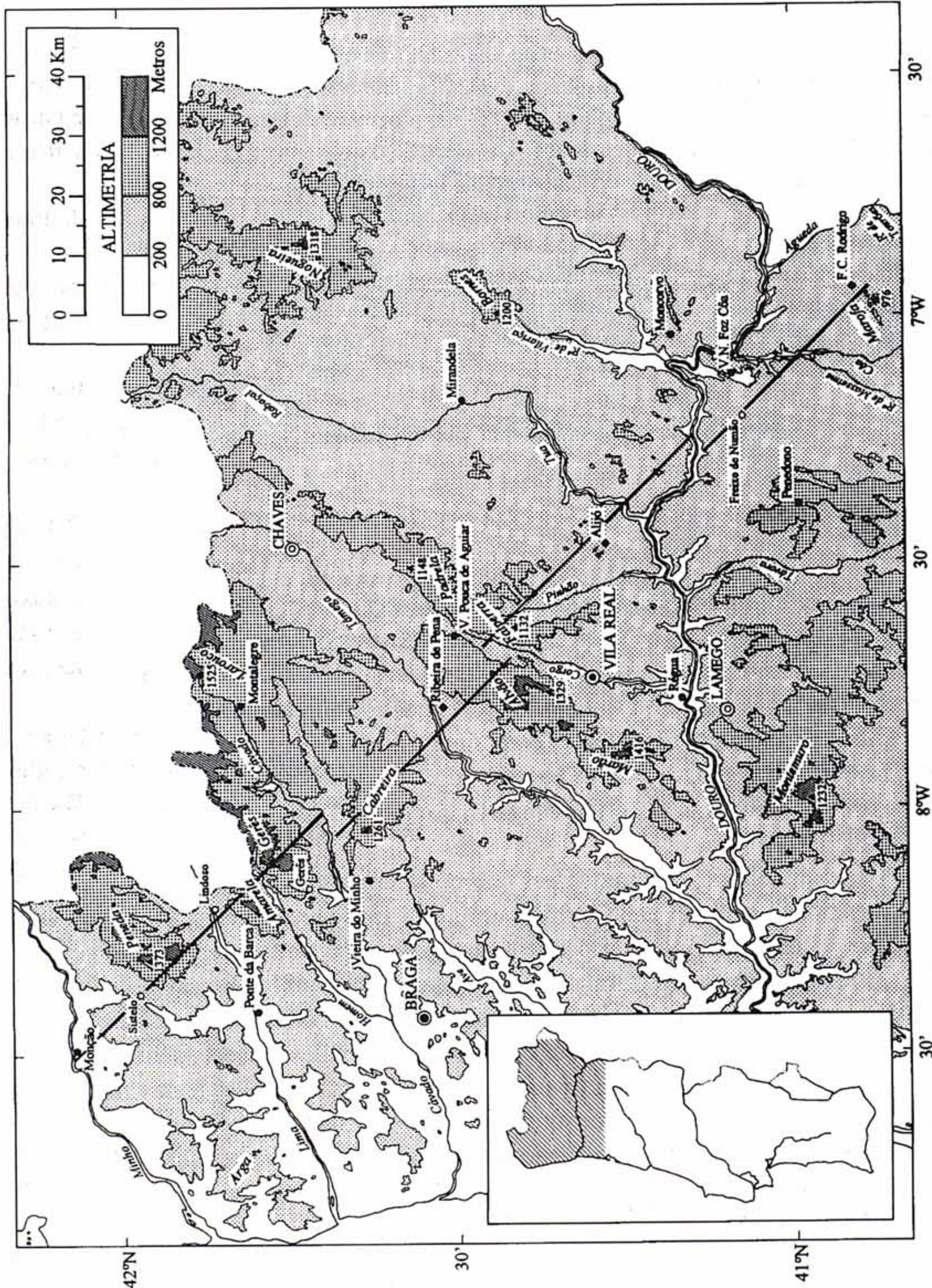


Fig. 1. Carte hipsométrique simplifiée et localisation du transect.

Du côté NW, le transect s'inicie dans la vallée du Minho et il monte sur les plus hauts reliefs du NW du Portugal (Peneda, Gerês, Cabreira e Alvão), séparés les uns des autres par des vallées plus ou moins profondes. La seconde partie se déroule sur le plateau de Trás-os-Montes e Alto Douro et de la Beira Interior. Ce plateau est recoupé par les vallées du Douro et de ces affluents, notamment le Tua et le Côa (Fig. 2).

### Le transect floristique

Dans une étude des relations climat-végétation il faut éviter que l'influence climatique soit en quelque sorte masquée par d'autres facteurs, notamment la nature du substrat. Assim, il a fallut réaliser quelques décalages pour que la plus grande partie du transect ne traverse que des zones granitiques. Cependant, sur la partie SE il n'a pas été possible d'éviter quelques taches de xistes.

Pour définir les paramètres qui décrivent le mieux la distribution des espèces le long du transect, on a réalisé une AFC ayant pour base une table de contingence avec les données de présence/absence des espèces (chaque espèce est considérée comme une variable binaire). Cette analyse permet aussi de mettre en évidence les ruptures et les transitions qui se vérifient le long du transect.

Pour mieux apprécier les variations le long du transect, on présente les résultats de l'AFC sous forme d'un graphique où les relevés sont représentés en abscisses par leur ordre NW-SE et en ordonnées leurs coordonnées relativement aux trois premiers axes de l'AFC (Fig. 3).

Les trois premiers axes n'expliquent que 15 % de la variance. Le premier (7.4 %) peut être considéré comme un axe orographique: en effet, les secteurs à plus basse altitude, notamment les vallées, se sont opposés à ceux d'altitude plus élevée. Il faut aussi remarquer que les vallées qui coupent les plus hauts reliefs sont bien marquées le long de l'axe 1. La principale rupture se localise au niveau du Tua et sépare à l'Ouest les secteurs plus atlantiques et à l'Est les plus continentaux.

Les axes 2 et 3 révèlent l'importance de l'altitude et de la nature de la roche-mère.

Quelques unes des applications de la théorie de l'information, en particulier celles qui ont été développées à Montpellier par M. GODRON et ses collaborateurs (DAGET & GODRON, 1982; DAVID & al., 1979), ont permis l'étude des distributions des espèces une à une sur la ligne. La signification statistique de certains caractères de la distribution des espèces, ici leurs débuts ou leurs fins sur la ligne, peut être mesurée par le calcul de l'information attachée à leur connaissance.

Sur la Fig. 4 sont indiqués, en abscisses les relevés par leur ordre NW-SE, et, en ordonnées, du haut vers le bas, les espèces par leur ordre d'apparition sur le transect. Sur le début du transect le nombre d'espèces augmente très rapidement et très régulièrement. Les secteurs les plus plats correspondent à des ensembles de relevés où il n'y a pas ou presque pas de nouvelles espèces qui surgissent. Vers le relevé 185, on assiste à une première phase de renouvellement rapide de la flore: il y a des espèces qui cessent d'être présentes et simultanément, il y a un autre ensemble d'espèces qui apparaissent pour la première fois sur le transect.

La deuxième phase de renouvellement de la flore, la plus marquée, se situe au niveau du Tua, et correspond à la rupture vérifiée sur l'A.F.C.

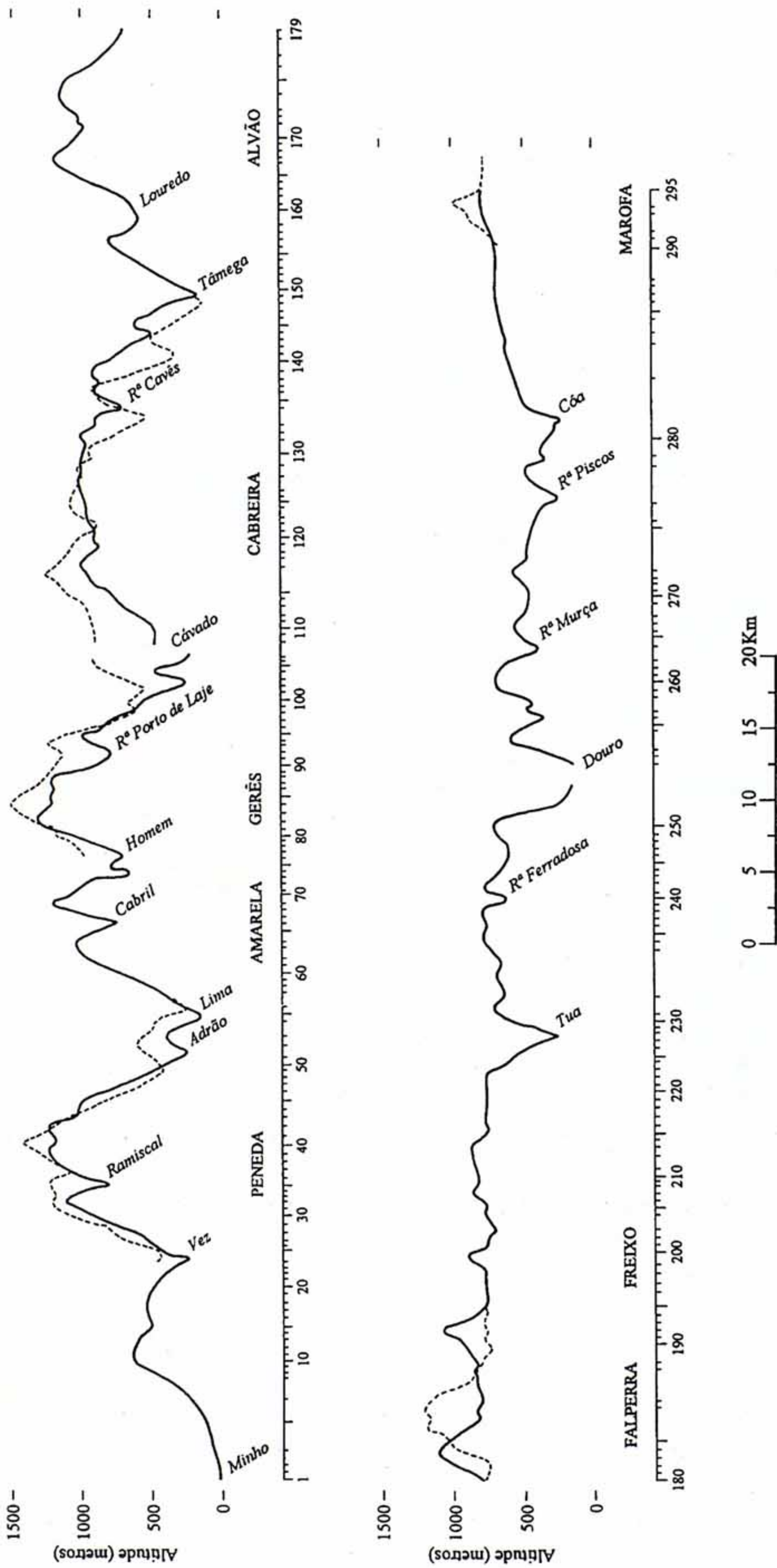


Fig. 2. Profil topographique du transect (en pointillé, le profil qui passerait par les points de plus grande altitude des principaux reliefs (les números correspondent aux 295 relevés).

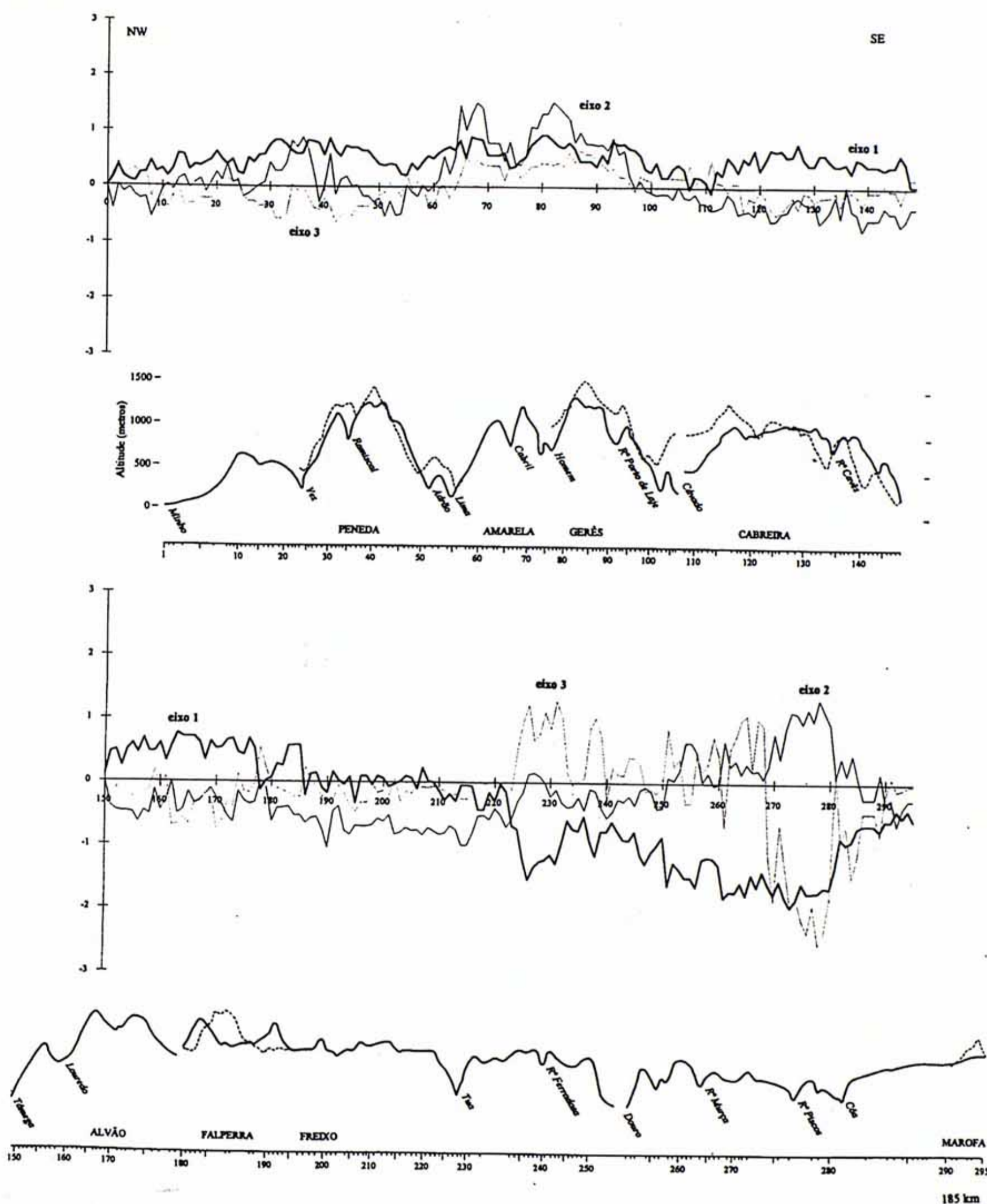
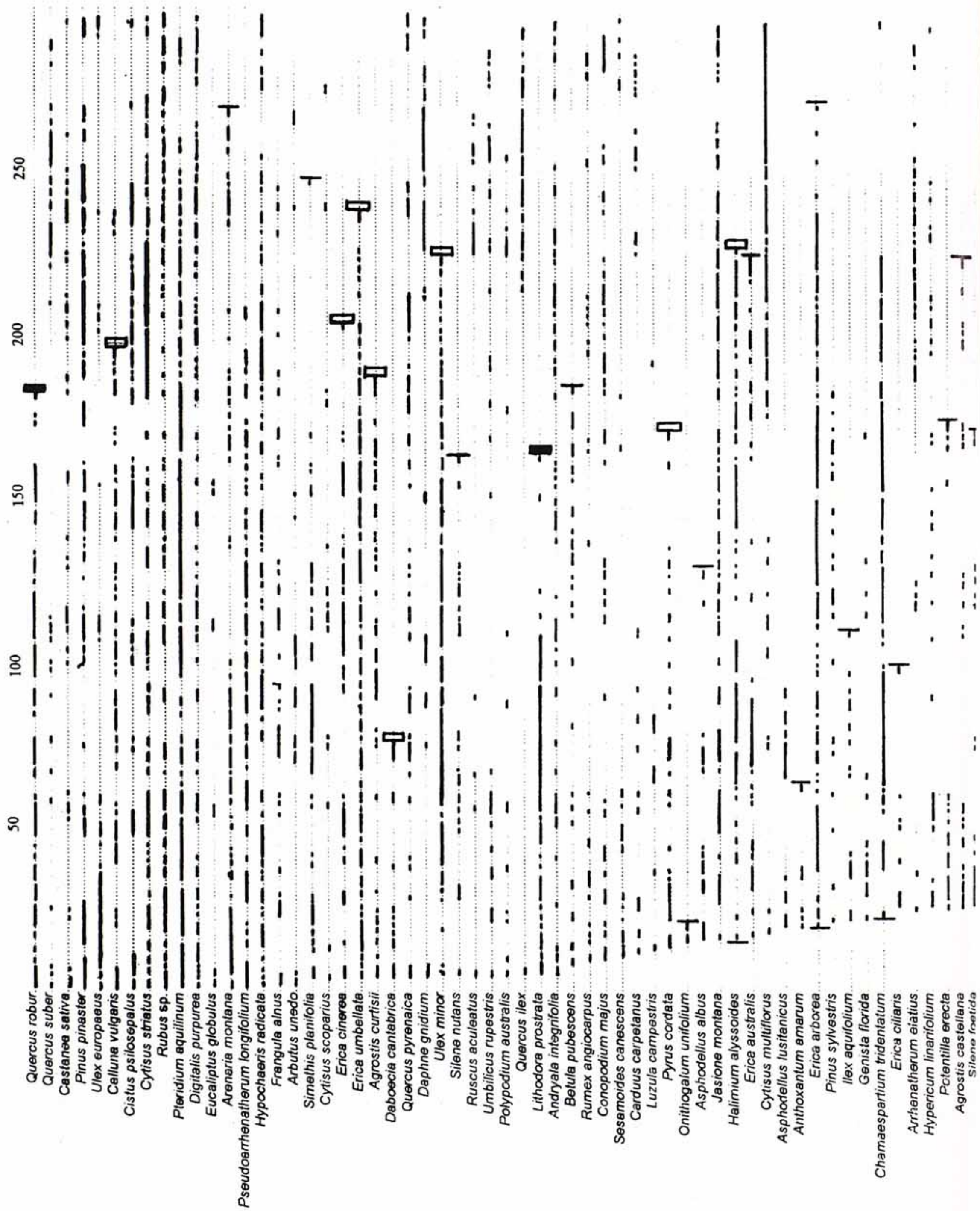


Fig. 3. Variations des trois premiers facteurs de l'analyse factorielle le long du transect (le profil topographique est aussi représenté).

La troisième fase, sur la fin du transect, correspond à la transition granite-xiste. Ces trois fases de renouvellement correspondent aussi aux trois ensembles d'espèces avec la quantité la plus élevée d'information liée à leurs débuts (cf. Fig. 4).

La courbe aire-espèces confirme donc que la plus importante rupture se situe au niveau du Tua.

D'un point de vue climatique que se passe-t-il au niveau du Tua? La réponse doit être cherchée dans la climatologie dynamique.



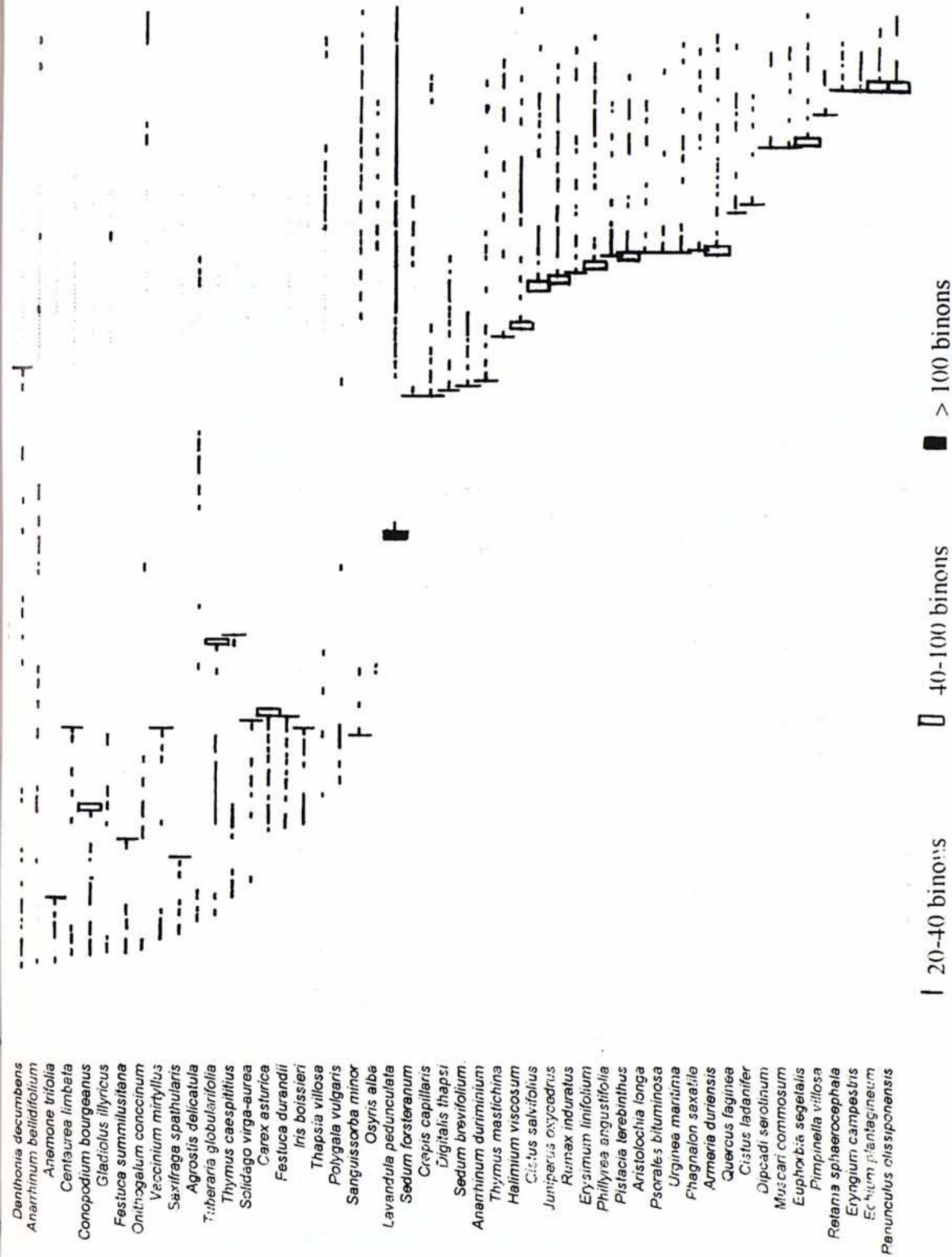


Fig. 4. Distribution des espèces le long du transect et courbe aire-espèces NW-SE (en abscisses les relevés, en ordonnées et du haut vers le bas les espèces dans l'ordre de leur apparition sur le transect; seules sont représentées les espèces avec une quantité d'information liée aux débuts et fins ainsi qu'aux nombre de groupes  $\geq$  à 20 bins).

### La climatologie dynamique

L'approfondissement de la dynamique atmosphérique permet la définition, en utilisant les données quotidiennes, des différentes situations atmosphériques qui exercent leur influence sur la surface d'étude, le calcul de leur fréquence et la recherche de leur reflet sur la végétation (LECOMPTE, 1986, 1987; ALEXANDRE, 1994; CORREIA, 1994).

Ainsi, l'étude des gradients climatiques se fait en confrontant les régimes quotidiens de précipitation et de température avec les circulations atmosphériques auxquelles ils sont associés, en admettant que les "accidents" dans la structure de la végétation coïncident avec les ruptures dans les gradients climatiques.

Dans cet esprit, on a étudié et classifié les situations synoptiques qui exercent leur action sur le NW de la Péninsule Ibérique pour une période de trois ans consécutifs (1987, 88 e 89) et selon une typologie bien définie (Voir Tableau 1). Une période de trois ans est insuffisante pour le calcul de moyennes, mais suffit pour caractériser la plupart des situations synoptiques dans le cadre desquelles se développent les diverses dynamiques atmosphériques (CORREIA, 1994).

Les régimes quotidiens de précipitation (pour les mêmes années et en considérant seulement les journées pluvieuses, c'est à dire, les journées où il a plu au moins un mm sur l'un des 34 postes choisis sur une bande 20 km de large enveloppant d'un côté et de l'autre le transect) sont expliqués dans le cadre de la typologie des situations atmosphériques, en employant l'A.C.C. Les résultats sont résumés sur la Fig. 5.

En altitude, ce sont les circulations zonales qui sont les responsables des jours des plus fortes chutes de pluie sur les premiers deux tiers du transect (40 % des jours),

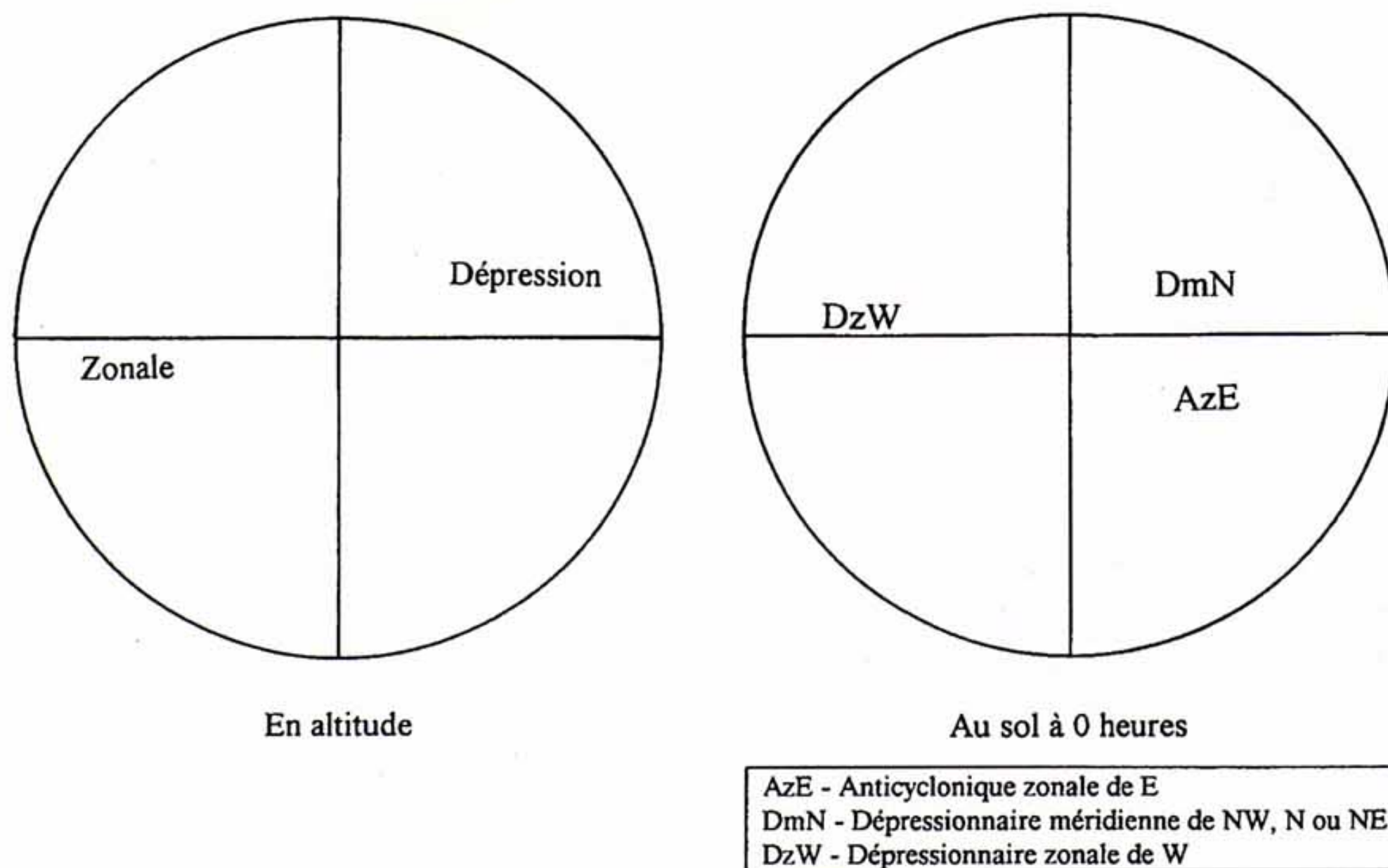


Fig. 5. Cercles des corrélations (axes 1/2) de l'ACC: précipitations quotidiennes et situations synoptiques (seules les corrélations modalités des variables/facteurs > 0.30 ont été représentées).



tandis que sur le tiers final ce sont les dépressions en altitude les responsables les plus directes des précipitations (Voir Tableau 1 et Fig. 5).

Au sol, ce sont les circulations dépressionnaires zonales de W qui sont liées aux plus fortes précipitations sur les deux premiers tiers du transect, tandis que plus à l'intérieur ce sont les circulations dépressionnaires méridiennes de N et les anticyclones zonaux de E les responsables des pluies.

Ces résultats sont semblables à ceux qui ont été vérifiés au Maroc (LECOMPTE, 1986) et en France méditerranéenne (ALEXANDRE, 1994).

Type de situation en altitude	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Total
Zonale	91 47%	99 44%	42 34%	64 32%	296 40%
Dorsale anticyclonique	42 22%	24 10%	12 10%	35 17%	113 15%
Axe de vallée	18 9%	23 10%	20 16%	23 11%	84 11%
Versant W de vallée	7 4%	20 9%	5 4%	8 4%	40 5%
Versant E de vallée	14 7%	15 7%	12 10%	50 24%	91 12%
Dépression en altitude et/ou goutte froide	18 9%	42 18%	31 24%	19 9%	110 15%
Marais barométrique	3 2%	4 2%	3 2%	5 3%	15 2%
Total des circulations méridiennes	148 76%	199 88%	110 88%	204 80%	621 83%

Type de situation au sol	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Total
Anticyclonique méridienne de N, de NW ou de NE	7 4%	19 8%	32 25%	14 7%	72 10%
Anticyclonique méridienne de S ou de SE	11 6%	2 1%	0 0%	5 2%	18 2%
Anticyclonique zonale de W	28 14%	36 16%	44 35%	19 9%	127 17%
Anticyclonique zonale de E	20 10%	14 6%	8 7%	16 8%	58 8%
Dépressionnaire méridienne de NW, N ou NE	6 3%	47 21%	12 10%	16 8%	81 11%
Dépressionnaire méridienne de SW, de S ou de SE	13 7%	7 3%	0 0%	40 20%	60 8%
Dépressionnaire zonale de W	93 48%	83 36%	10 8%	81 40%	267 35%
Dépressionnaire (Dépression centrée sur la P. Ibérique )	6 3%	13 6%	13 10%	10 5%	42 6%
Marais barométrique	9 5%	6 3%	6 5%	3 1%	24 3%
Total des circulations anticycloniques	56 34%	71 30%	84 67%	54 26%	275 37%
Total des circulations dépressionnaires	118 61%	150 66%	35 28%	147 73%	450 60%

Tableau 1. Fréquence absolue et fréquence relative des différents types de circulation en altitude et au sol (à 0 heures) pour les journées pluvieuses et les années de 1987, 88 et 89.

## Conclusion

D'un point de vue floristique, à l'Ouest la végétation est assez homogène, avec quelques variations qui coïncident avec les vallées encaissées. Plus à l'Est, la végétation manifeste une plus grande sensibilité au bilan hydrique, visible à travers le renouvellement progressif de la flore. La principale rupture floristique se localise au niveau du Tua, à la transition entre une végétation atlantique (ou avec plus ou moins d'influence méditerranéenne) et une végétation clairement méditerranéenne.

D'un point de vue climatique, la partie W (plus océanique), de la surface parcourue par le transect s'oppose aussi à la partie E (plus continentale), mais la transition de l'une à l'autre se fait progressivement. A l'Ouest, ce sont les circulations dépressionnaires zonales de l'Ouest les responsables des chutes de pluie, tandis que à l'Est ce sont les circulations d'Est et les dépressions centrées sur la Péninsule Ibérique. Il y a une grande analogie entre ce contraste climatique et celui qui se vérifie au Maroc, entre façades orographiques qui reçoivent les vents du front polaire et les versants continentaux.

L'explication apportée à la brusque rupture qui se vérifie au niveau du Tua n'est pas complètement satisfaisante. Il en résulte un décalage entre la structure de la végétation et la transition climatique. On peut penser que l'intensité de cette rupture correspond à un seuil de précipitation au-delà duquel la végétation n'est plus sensible à ses variations, l'eau n'exerçant plus aucune action limitante sur la végétation.

## Références

- ALEXANDRE, F. (1994). *Entre Midis Méditerranéen et Atlantique, une transition phytoclimatique du Languedoc à l'Aquitaine*. Thèse de Doctorat. Université de Paris VII.
- CORREIA, A. I. D. (1994). *Fitoclimatologia dinâmica. Um estudo no Norte de Portugal*. Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- DAGET, PH. & GODRON, M. (1982). *Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés*. Collection d'écologie 18. Masson.
- DAVID, P., POISSONET, P. & F. ROMANE (1979). Analyse de la structure horizontale d'un taillis de Bouleaux (*Betula verrucosa* Ehrh.) en Sologne. *Oecol. Plant.* **14**: 237-247.
- LECOMPTE, M. (1986). *Biogéographie de la montagne marocaine. Le Moyen-Atlas central*. Mémoires et Documents de Géographie. Ed. CNRS.
- (1987). Essai de phytoclimatologie dynamique dans le Moyen-Atlas marocain. *Acta Oecologica, Oecol. Gener.* **8**: 523-535.

## Adresse de l'auteur:

Dr. A. I. D. Correia, Departamento de Biologia Vegetal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, Bloco C2, 1700 Lisboa, Portugal.