

ECOLOGIE D'UNE ESPÈCE ENDÉMIQUE EN MILIEU INSULAIRE: *CYCLAMEN BALEARICUM* WILLK. AUX ÎLES BALÉARES

par

MAX DEBUSSCHE*, MICHEL GRANDJANNY*, GENEVIÈVE DEBUSSCHE*,
MAURICI MUS**, NESTOR TORRES*** & PEDRO FRAGA ARGUIMBAU****

Resumen

DEBUSSCHE, M., M. GRANDJANNY, G. DEBUSSCHE, M. MUS, N. TORRES & P. FRAGA ARGUIMBAU (1997). Ecología de una especie endémica en medio insular: *Cyclamen balearicum* Willk. en las Islas Baleares. *Anales Jard. Bot. Madrid*. 55(1): 31-48 (en francés).

Cyclamen balearicum Willk. ha sido estudiado en las Islas Baleares con dos objetivos principales: 1) describir y discutir su ecología, 2) discutir el tipo de especie rara que representa. La especie se encuentra en Ibiza, Cabrera, Menorca y Mallorca, aunque es mucho más frecuente en las dos últimas islas y abundante en la región montañosa del norte de Mallorca. No se ha encontrado en Formentera. La especie es capaz de crecer bajo una amplia gama de condiciones de precipitación y temperatura, puesto que se encuentra a lo largo de todo el gradiente altitudinal. Crece sobre rocas calcáreas y también, en Menorca, más raramente, sobre areniscas y esquistos. Se desarrolla principalmente en ambientes protegidos y sombreados orientados al norte, bajo la cubierta de árboles perennifolios, sobre suelos pedregosos. *Quercus ilex* L. y *Pinus halepensis* Mill. son las especies arbóreas, y *Pistacia lentiscus* L. la especie arbustiva, que dominan con más frecuencia en sus estaciones. Los criterios más comúnmente utilizados para definir los tipos de especies raras no se ajustan bien a la especie en la región, especialmente en lo que respecta a la especificidad de su hábitat.

Palabras clave: *Primulaceae*, *Cyclamen balearicum*, Islas Baleares, ecología, endemismo, especie rara.

Abstract

DEBUSSCHE, M., M. GRANDJANNY, G. DEBUSSCHE, M. MUS, N. TORRES & P. FRAGA ARGUIMBAU (1997). Ecology of an endemic insular species: *Cyclamen balearicum* Willk. in the Balearic Islands. *Anales Jard. Bot. Madrid*. 55(1): 31-48 (in French).

We studied *Cyclamen balearicum* Willk. in the Balearic Islands with the following two objectives: 1) to describe and discuss its ecology, 2) to discuss the type of rarity it represents. The species grows on Ibiza, Cabrera, Menorca and Mallorca; it is much more frequent on the latter two islands, and is abundant in the mountainous northern part of Mallorca. It is absent from Formentera. The species was found along the entire elevation gradient, thus experiencing a large range of rainfall and temperature conditions. It was encountered not only on limestone but also, occasionally on sandstone and schist in Menorca. Its local habitat is sheltered and shady, with a northern exposure, under a high cover of evergreen woody plants, with a stony soil. *Quercus ilex* L. and *Pinus halepensis* Mill. trees and *Pistacia lentiscus* L. shrubs are the

* Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, C.N.R.S. Route de Mende, B.P. 5051. F-34033 Montpellier Cedex (France).

** Departament de Biologia Ambiental, Universitat de les Illes Balears, Campus de la I.U.B. Ctra. de Valldemossa, km 7,5. E-07071 Palma (Illes Balears).

*** Luci Oculaci, 18, 4.º. Apartat de Correus 64. E-07800 Eivissa (Illes Balears).

**** Verge del Toro, 14. E-7750 Ferreries (Illes Balears).

more commonly observed dominant species where *C. balearicum* occurs. The usual criteria applied in defining plant rarity are inadequate in this case, particularly where habitat specificity is concerned.

Key words: *Primulaceae*, *Cyclamen balearicum*, Balearic Islands, ecology, endemism, rarity.

INTRODUCTION

Le Bassin méditerranéen est une région particulièrement riche en espèces végétales (25.000-30.000) (QUÉZEL, 1985; GREUTER, 1991; QUÉZEL & MÉDAIL, 1995) parmi lesquelles on relève environ un tiers d'endémiques (GREUTER, 1991). Après des siècles de forte emprise agro-sylvo-pastorale, en déclin marqué dans de nombreuses régions au nord du Bassin, ce sont l'intensification locale de l'agriculture et surtout le rapide développement des activités touristiques qui constituent, directement ou indirectement, un danger potentiel pour la diversité végétale, surtout dans les îles (GREUTER, 1995; HEYWOOD, 1995). Dans le contexte actuel, les recherches sur la biologie de la reproduction, la démographie, la génétique et l'écologie des endémiques méditerranéennes, en particulier insulaires, sont particulièrement nécessaires pour leur conservation.

La combinaison pour une espèce de trois critères –l'aire de distribution, l'amplitude d'habitat et la taille des populations– a permis à RABINOWITZ (1981) et à KRUEBERG & RABINOWITZ (1985) de clarifier la notion de rareté et d'éviter les ambiguïtés pouvant parfois exister entre rareté et endémisme. OLIVIER & HERNÁNDEZ-BERMEJO (1995) ont rajouté à ces trois critères un quatrième –le nombre de populations– et ont proposé pour chacune des catégories de rareté des mesures de conservation (voir aussi FALK & HOLSINGER, 1991).

La flore et la végétation des îles Baléares sont étudiées de manière détaillée depuis un peu plus d'un siècle (travaux de BARCELÓ, MARES, RODRÍGUEZ). Plus récemment, une attention particulière a été portée aux endémiques, à leur origine et à leur cytotoxonomie (voir par exemple CARDONA & CONTANDRIOPOULOS, 1979; CONTANDRIOPOULOS & CARDONA, 1984; VERLAQUE & al., 1991; MUS, 1992). Cependant, leur biologie

et leur écologie sont encore mal ou non connues. Ainsi, *Lysimachia minoricensis* Rodr., espèce taxonomiquement isolée de Minorque, qui n'existe plus en conditions naturelles mais est cultivée en jardin botanique, n'a pu être réintroduite avec succès depuis 1959, faute de connaissances suffisantes sur sa biologie et son écologie (GREUTER, 1995; MUS, 1995).

L'étude simultanée sur toute son aire de répartition de la biologie de la reproduction, de la génétique des populations et de l'écologie de *Cyclamen balearicum* Willk., espèce endémique des îles Baléares et du sud de la France, a été entreprise (AFFRE, 1992, 1996; AFFRE & al., 1995, 1996; DEBUSCHE & al., 1995, 1996). Ce type d'approche est original en région méditerranéenne. Nos objectifs sont ici, pour les îles Baléares: 1) de décrire et de discuter son écologie, 2) de définir le type de rareté qu'elle représente.

MODÈLE BIOLOGIQUE ET DISTRIBUTION

Cyclamen balearicum Willk. (*Primulaceae*) est une herbacée à tubercule qui forme avec *C. repandum* Sibth. & Sm. et *C. creticum* Hildebr. un groupe d'espèces très proches et allopatriques. Parmi les 19 espèces du genre *Cyclamen* (GREY-WILSON, 1988), *C. balearicum* s'originalise par sa petite taille, ses fleurs printanières blanches, très rarement teintées de rose, et légèrement odorantes, ses feuilles, non ou peu dentées, marquées de taches argentées, non organisées en dessin net et très rarement absentes ou couvrant presque tout le limbe. Elle se reproduit par autofécondation, les insectes pollinisateurs jouant un rôle négligeable; ses graines sont disséminées par les fourmis (AFFRE & al., 1995).

Cette espèce est endémique des îles Baléares et de la région méditerranéenne française à l'ouest du Rhône. En 1921,

KNOCHE donne sa distribution aux Baléares, avec une carte de localités pour Majorque. Il considère l'espèce comme très commune à Majorque, commune à Minorque, localisée à Ibiza et présente, sans indications particulières, à Cabrera et à Dragonera; elle est absente de Formentera. COLOM (1957) indique que l'espèce est commune à Majorque, surtout dans la région montagneuse, et qu'elle existe aussi, mais moins fréquente, à Minorque et à Ibiza. PALAU (1976) donne l'espèce comme fréquente sans être abondante à Cabrera (voir aussi RITA & BIBILONI, 1993). GREY-WILSON (1988), outre Majorque, Minorque, Ibiza et Cabrera, indique l'espèce à Dragonera, sans doute d'après KNOCHE. Dragonera est une très petite île située à quelques centaines de mètres de la côte de Majorque; elle ne peut être considérée que comme un satellite de Majorque. En 1991, BOLÒS & ROMO localisent *Cyclamen balearicum* sur des cartes à l'aide de quadrats de 10 km × 10 km, puis ROSSELLÓ & al. (1996) complètent et précisent cette distribution à l'aide de quadrats de 5 km ×

5 km. L'espèce est absente de Formentera, peu répandue à Ibiza (14 % des quadrats), répandue à Majorque et Cabrera (41 % des quadrats) et à Minorque (50 % des quadrats). Cependant, l'aire de distribution de l'espèce est probablement encore un peu sous-estimée dans ces cartes, l'exploration de terrain étant loin d'être terminée. De nouvelles populations sont encore assez régulièrement observées. Ainsi, à Ibiza, le relevé 1 (fig. 1) a été effectué dans une population récemment trouvée par Torres (non publié); cette population est la plus méridionale actuellement connue (1995) de toute l'aire de distribution de l'espèce (38° 56' N). Il faut souligner que les populations de *Cyclamen balearicum* d'Ibiza sont les populations les plus occidentales de toute l'aire de distribution actuellement connue du genre *Cyclamen*.

MÉTHODES

L'échantillonnage a été réalisé de manière

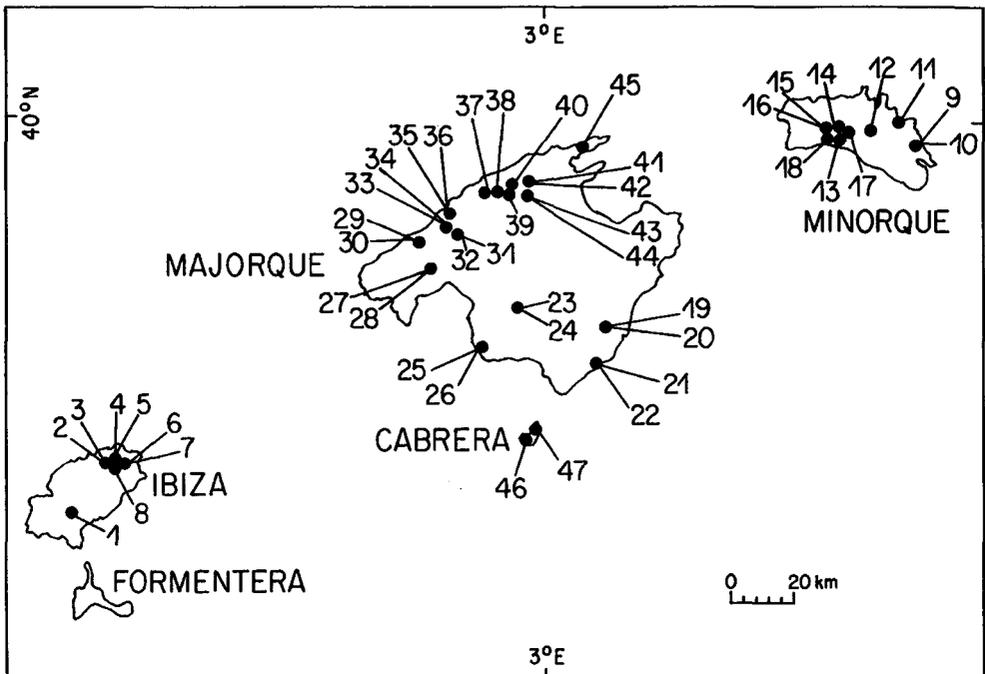


Fig. 1.—Localisation des relevés et des groupes de relevés.

à refléter au mieux la variété des situations où se rencontre l'espèce aux îles Baléares. Un ou 2 relevés de végétation et de milieu (voir GODRON & *al.*, 1968), selon l'hétérogénéité de la station, ont été effectués par population échantillonnée. Une population a été échantillonnée dès lors qu'une densité de 40 feuilles de *C. balearicum*, avec un limbe d'une longueur d'au moins 3 cm, était observée sur 60 m². Trois cm correspondent environ à la taille minimum du limbe à partir de laquelle l'individu fleurit. Comme il est impossible en général d'individualiser les plantes nous avons dû fixer le seuil minimum sur le nombre de feuilles, qui correspond ici à 10-20 individus fleurissants. Chaque relevé a été localisé là où la densité de feuilles de *C. balearicum* était la plus forte. Ces feuilles ont été dénombrées dans chaque relevé. Quarante-sept relevés d'une surface de 60 m², concernant 31 populations, ont été réalisés, dont 27 (16 populations) à Majorque en avril 1993, 10 (8 populations) à Minorque en mars 1994, 8 (5 populations) à Ibiza en mars 1994, 2 (2 populations) à Cabrera en juin 1993 (fig. 1). Dans chacune des populations échantillonnées l'espèce fleurit et fructifie.

A Ibiza et à Cabrera près d'un tiers des populations connues ont été échantillonnées. A Minorque, et surtout à Majorque, il n'était pas possible de réaliser la même pression d'échantillonnage à cause du beaucoup plus grand nombre de populations existantes. A Minorque nous avons échantillonné des populations à la fois dans la partie nord sur grès et schistes et dans la partie sud sur calcaire. A Majorque, nous avons prospecté la région montagneuse au nord, jusqu'à une altitude de 1150 m, et la partie méridionale de l'île où se trouvent des populations isolées, mais nous n'avons pas effectué de relevés dans la partie la plus orientale de l'île.

Les relevés ont été réalisés suivant la même procédure que celle décrite par DEBUSSCHE & *al.* (1996). Sur chaque relevé, ont été notés: l'altitude, l'exposition, les pentes locale et du versant, la position topographique. La combinaison de la pente du versant et de l'exposition a permis de calculer le rayonnement solaire direct annuel sur la

station à partir d'abaques établies par GUEYMARD (1975); il varie dans les régions concernées de 0 à 120 · 10⁹ KW · m⁻² environ; il ne tient pas compte de la nébulosité.

Les cartes climatiques établies pour les îles Baléares par GUIJARRO PASTOR (1986) pour la période de référence 1961-1980 ont permis d'attribuer à chaque relevé les valeurs de la moyenne annuelle des précipitations (P), de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), de la moyenne des minima du mois le plus froid (m), du coefficient pluviothermique d'Emberger ($Q_e = (2000 P) \cdot (M + m + 546,4)^{-1} \cdot (M - m)^{-1}$; voir EMBERGER, 1971) d'utilisation classique en région méditerranéenne (voir par ex. DAGET, 1977).

Pour chaque relevé ont été également notés: la hauteur du toit de la végétation, l'espèce dominante ligneuse haute (ligneux d'une hauteur > 2 m), l'espèce dominante ligneuse basse (ligneux d'une hauteur < 2 m), l'espèce dominante herbacée (*C. balearicum* exclu). Ont été estimés: les recouvrements en projection des ligneux et des herbacées (*C. balearicum* exclu), les recouvrements des mousses, de la litière, de la roche en place, des blocs, des pierres, des cailloux, des graviers et de la terre nue (voir GODRON & *al.*, 1968). Lors de l'analyse des données, les recouvrements de la roche en place et des blocs, d'une part, les recouvrements des pierres, des cailloux, des graviers et de la terre nue, d'autre part, ont été regroupés. A cause de la fragilité des pétioles et des pédoncules floraux, le premier regroupement traduit, pour l'espèce étudiée, un facteur d'abri, alors que le second traduit un facteur d'instabilité. Le degré d'artificialisation du milieu a été évalué (voir GODRON & *al.*, 1968).

Pour chaque relevé le type de roche-mère a été déterminé et un prélèvement de sol a été réalisé englobant ses 15 cm supérieurs. A partir de ce prélèvement la valeur du pH a été obtenue au laboratoire à l'aide d'un pH Scan2 portatif, en faisant la moyenne des valeurs obtenues pour trois sous-échantillons délayés dans l'eau.

La liste floristique a été établie sur 60 m². La nomenclature adoptée suit, pour l'essentiel, BOLÒS & *al.* (1993). Le type

biologique de chaque espèce a été décrit à partir d'observations de terrain et des indications de BOLÒS & al. (1993).

A Cabrera, l'époque tardive de prospection (fin juin) n'a permis ni de localiser l'endroit précis où l'espèce est la plus abondante au sein des 2 populations visitées, la plupart des feuilles étant desséchées ou disparues, ni permis d'effectuer un relevé floristique complet, certaines espèces ayant aussi déjà terminé leur cycle annuel. Nous n'avons donc retenu pour les 2 relevés sur cette île que les variables suivantes: altitude, exposition, P, m, M, Q₂, hauteur du toit de la

végétation, espèce dominante ligneuse haute, espèce dominante ligneuse basse, type de roche-mère.

La structuration des données floristiques et de l'ensemble des relevés en fonction des variables du milieu a été étudiée à l'aide d'analyses factorielles des correspondances (A.F.C. dans le texte ci-après) (logiciel Bioméco, 1989). Pour chaque variable quantitative une répartition en 5 modalités (classes) a été choisie avec un nombre de relevés égal par modalités. Les variables déterminantes dans les analyses ont été définies à partir de leur participation sur les

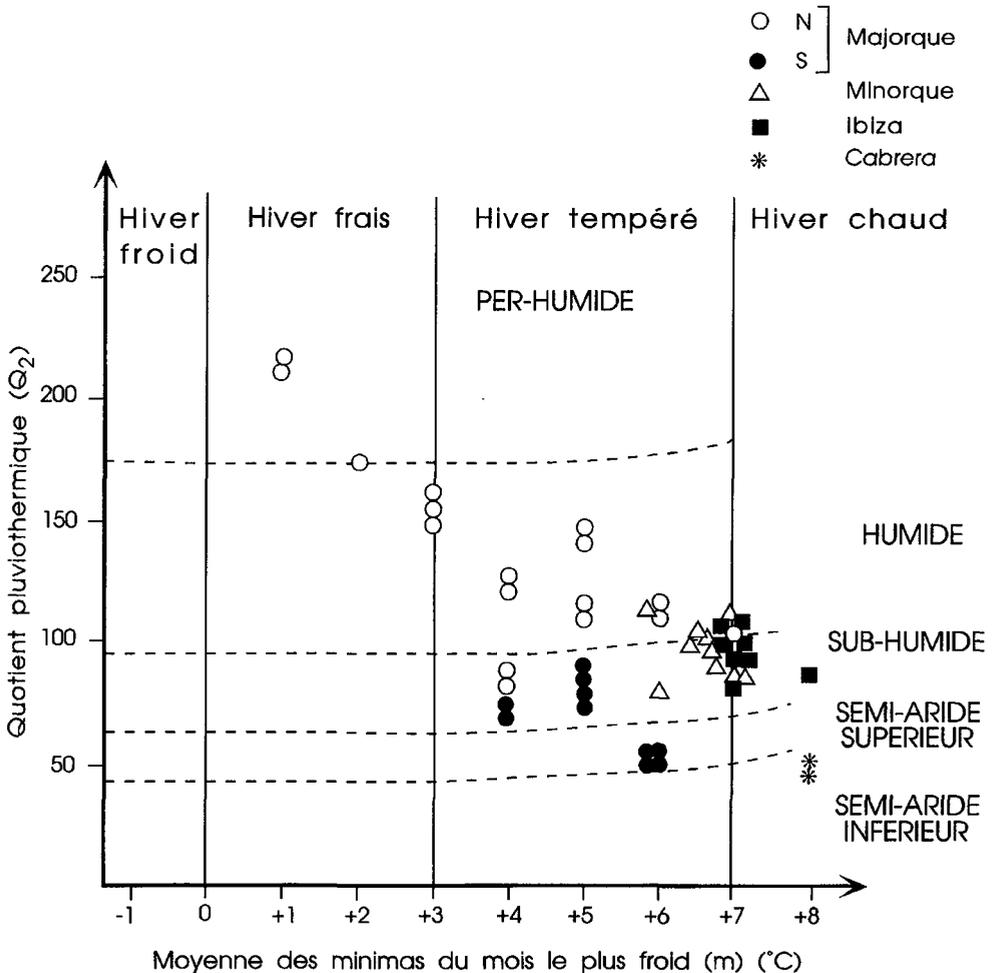


Fig. 2.—Caractéristiques climatiques de la distribution de *Cyclamen balearicum* aux Baléares. Chaque symbole représente un relevé.

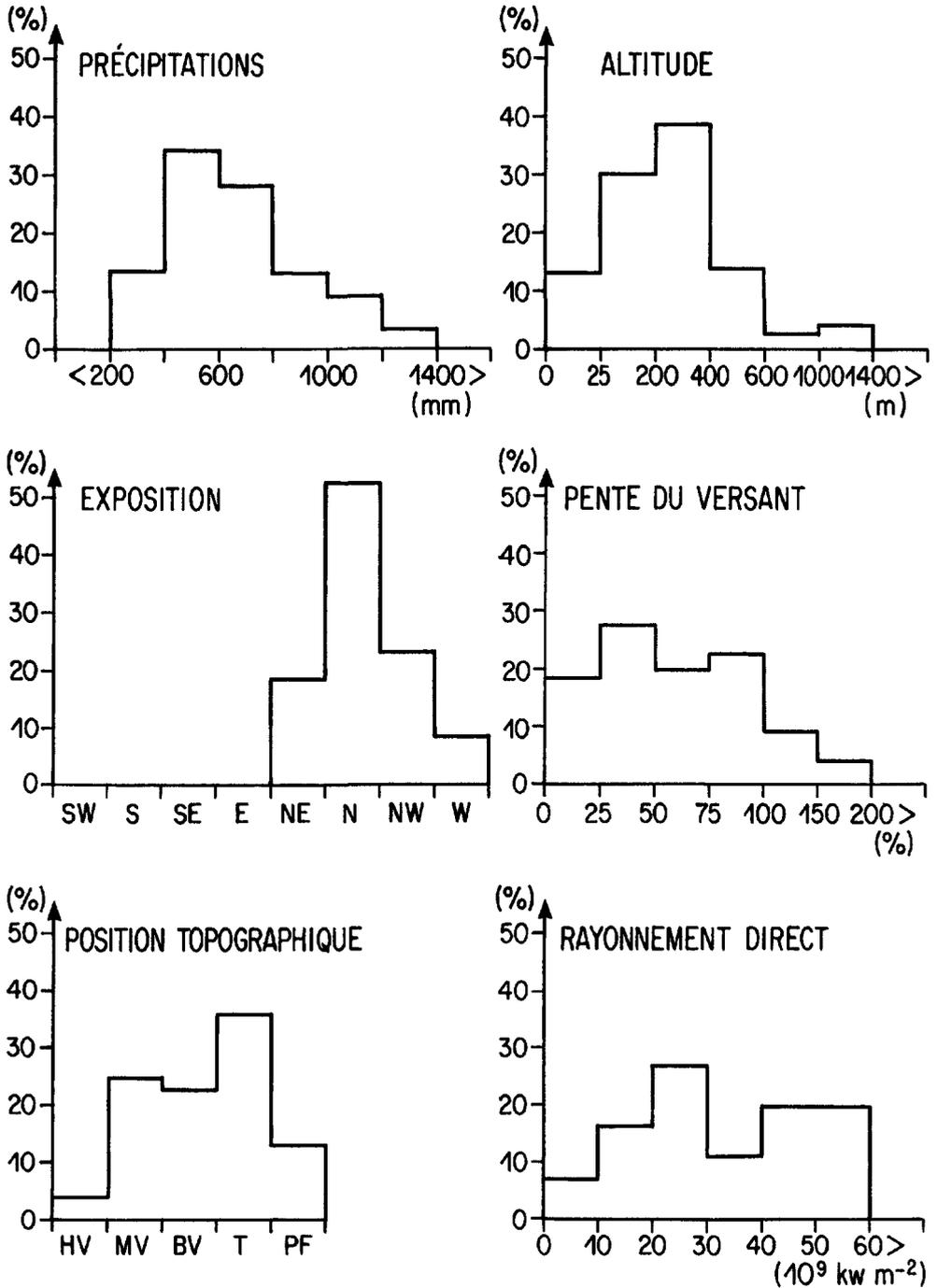


Fig. 3.—Profils écologiques (fréquences en pourcent) de *Cyclamen balearicum* aux Baléares pour des facteurs climatiques et topographiques (n = 45 relevés, sauf pour précipitations, altitude et exposition où n = 47 relevés). Avec: HV, haut de versant; MV, mi-versant; BV, bas de versant; T, talweg; PF, pied de falaise.

axes, pour les variables qualitatives, et à partir de leur participation sur les axes et de l'existence d'une séquence logique de leurs modalités le long des axes, pour les variables quantitatives.

RÉSULTATS

Climat

Nous avons observé *C. balearicum* aux îles Baléares depuis l'étage bioclimatique méditerranéen semi-aride inférieur à hiver chaud (Cabrera) jusqu'à l'étage per-humide à hiver frais (Serra de Torrelles à Majorque) (fig. 2). L'amplitude thermique est importante tant pour M (de 31°C à 22°C à Majorque) que

pour m (de + 8°C à Cabrera et Ibiza à + 1°C dans la Serra de Torrelles). Le gradient de précipitations est très étendu: de 280 mm à Cabrera à 1300 mm dans la Serra de Torrelles (fig. 3).

L'espèce existe à une altitude supérieure à celle du relevé le plus haut (1150 m) que nous ayons réalisé. En effet, elle pousse (MUS, obs. pers.) jusqu'à proximité immédiate du point le plus élevé des îles Baléares, le Puig Mayor (1445 m) à Majorque. Cette observation correspond à l'indication de GREY-WILSON (1988) avec l'altitude de 1443 m. Ce sommet est encore dans l'étage bioclimatique méditerranéen per-humide à hiver frais; les précipitations annuelles y sont estimées à 1400 mm, m à 0 °C, M à 21 °C et Q₂ à 235 (voir GUIJARRO PASTOR, 1986).

Topographie

A Majorque, *C. balearicum* occupe l'ensemble du gradient altitudinal, depuis 20 m d'altitude jusqu'au point culminant de l'île. A Minorque, l'espèce se trouve également depuis des altitudes très basses (5 m d'altitude, à quelques centaines de mètres de la mer), jusqu'à proximité du point le plus élevé. A Ibiza, l'espèce se rencontre entre 70 m et 370 m d'altitude (TORRES, obs. pers.). Les deux tiers des relevés réalisés sont situés entre 25 et 400 m d'altitude (fig. 3). L'espèce est franchement cantonnée à l'exposition nord (53 % des relevés) et à des expositions voisines, dans des situations topographiques abritées (71 % des relevés, et la totalité des relevés d'Ibiza et de Minorque) tels que le fond d'un talweg, le pied d'une falaise et le bas d'un versant (fig. 3). Le rayonnement solaire direct reçu est donc relativement faible (fig. 3). Les ligneux sempervirens, souvent en couvert important (cf. fig. 5), accentuent cette situation ombragée.

Lithologie et sols

L'espèce se rencontre sur 4 types de roche-mère: 1) des calcaires (27 relevés), souvent massifs, rarement bréchiques, à Majorque, Minorque, Ibiza et Cabrera, 2) des calcaires dolomitiques (17 relevés) à

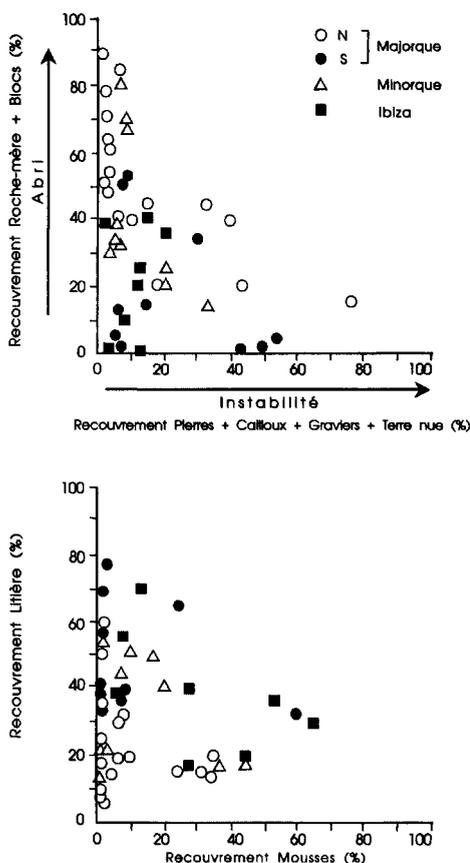


Fig. 4.—Caractéristiques de la surface du sol dans les populations de *Cyclamen balearicum* des Baléares. Chaque symbole représente un relevé.

Majorque, Minorque et Ibiza, 3) des grès (2 relevés) à Minorque et 4) des schistes (1 relevé), également à Minorque. Les blocs et la roche en place (abris pour l'espèce) sont très présents sur les stations; ils occupent au moins 20 % de leur surface dans les trois quarts des relevés (fig. 4); en revanche, les éléments rocheux plus petits et la terre nue

(facteurs d'instabilité pour l'espèce) sont peu importants (moins de 10 % de la surface) dans la majorité des relevés (fig. 4). Le recouvrement des mousses est faible, ne dépassant pas 10 % pour les deux tiers des relevés (fig. 4). Dans les trois quarts des relevés le recouvrement de la litière n'atteint pas 50 % (fig. 4). La gamme des pH est

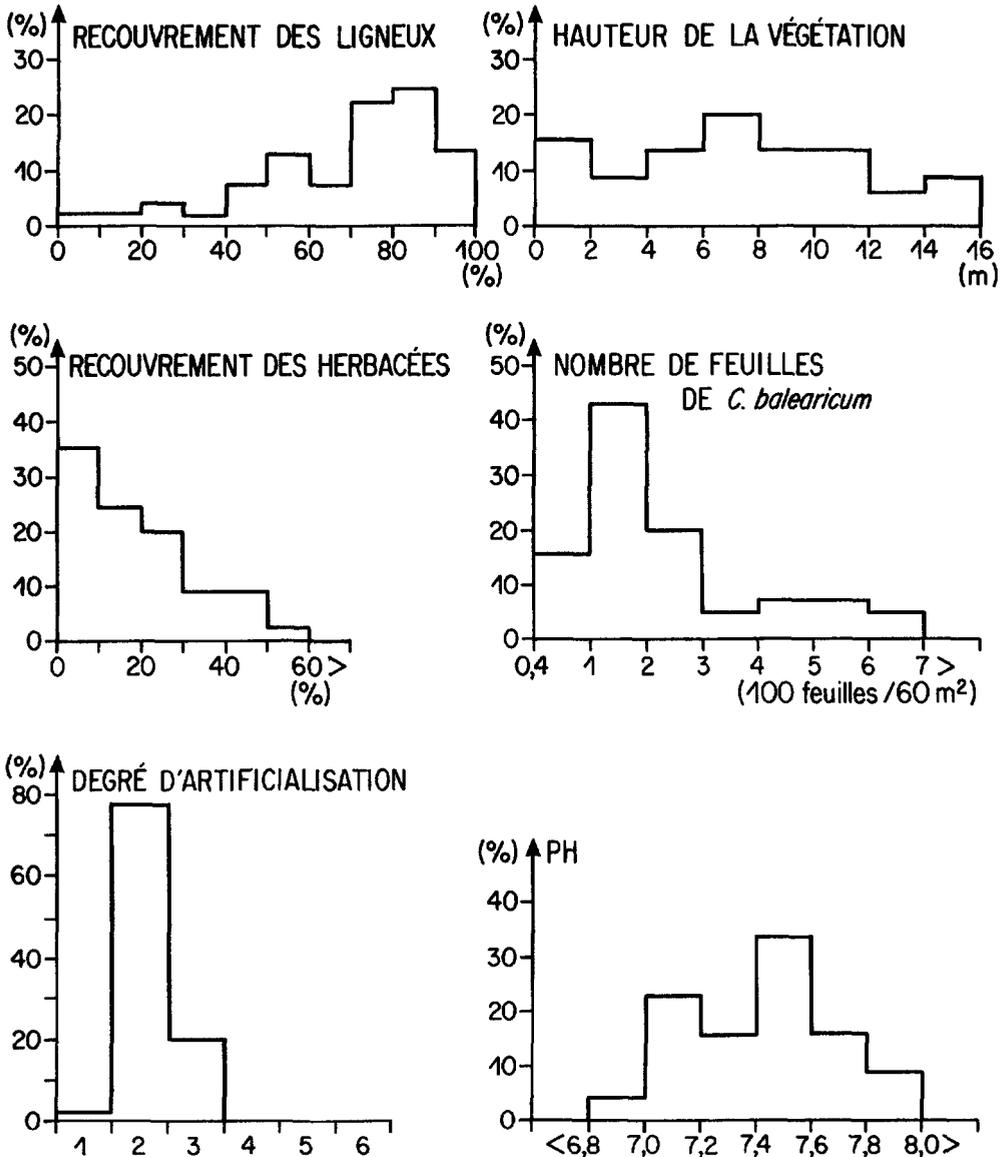


Fig. 5.—Profils écologiques (fréquences en pourcent) de *Cyclamen balearicum* aux Baléares pour le pH et des caractéristiques de la végétation; distribution de fréquence (en pourcent) du nombre de feuilles par relevé; (n = 45 relevés).

comprise entre 6,9 et 8,0 avec un mode et une moyenne des valeurs observées très proches de 7,5 (fig. 5).

Végétation

C. balearicum pousse souvent sous un fort couvert ligneux, mais de hauteur très variable (fig. 5). Le tapis herbacé est clairsemé avec, presque une fois sur deux, 100 à 200 feuilles de l'espèce sur 60 m² (mais jusqu'à 650 feuilles à Minorque) (fig. 5). *C. balearicum* est principalement lié à deux espèces dominantes ligneuses hautes: *Quercus ilex* L. (13 relevés à Majorque et 3 relevés à Minorque) et *Pinus halepensis* Mill. (les 8 relevés d'Ibiza, 7 relevés à Majorque et 1 relevé à Minorque). L'espèce a également été rencontrée sous couvert d'*Olea europaea* L. (1 relevé à Minorque et 1 relevé à Cabrera), de *Ceratonia siliqua* L. (1 relevé à Majorque) et d'*Arbutus unedo* L. (1 relevé à Majorque); dans onze relevés il n'y a pas d'espèce dominante ligneuse haute, la végétation ne dépassant pas ou peu 2 m de hauteur.

L'espèce dominante ligneuse basse la plus souvent observée pour l'ensemble des îles, et sur chaque île, est, de très loin, *Pistacia lentiscus* L. (23 relevés). *Phyllirea latifolia* L. (4 relevés), *Erica multiflora* L. et *Phillyrea angustifolia* L. (3 relevés), *Hedera helix* L., *Hypericum balearicum* L., *Juniperus phoenicea* L. et *Rhamnus alaternus* L. (2 relevés), *Cistus monspeliensis* L., *Erica arborea* L., *Juniperus oxycedrus* L. et *Quercus ilex* (1 relevé) ont été également notés; dans deux relevés il n'y a pas d'espèce dominante ligneuse basse.

Deux espèces dominantes herbacées ont été les plus souvent observées: *Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) T. Durand & Schinz (14 relevés à Majorque et 1 relevé à Minorque) et *Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv. (les 8 relevés d'Ibiza et 5 relevés à Majorque). *Allium triquetrum* L. et *Arisarum vulgare* Targ.-Tozz. (4 relevés), *Geranium robertianum* L. subsp. *purpureum* (Vill.) Nyman (2 relevés), *Aetheorrhiza bulbosa* (L.) Cass., *Arum italicum* Mill., *Asphodelus*

aestivus Brot., *Brachypodium phoenicoides* (L.) Roemer & Schultes, *Galium aparine* L., *Paeonia mascula* (L.) Mill. subsp. *cambessedesii* (Willk.) O. Bolòs & J. Vigo et *Sibthorpia africana* L. (1 relevé) ont été également notés.

Les espèces ligneuses représentent un peu plus du tiers des espèces recensées (phanérophytes: 19,1 % et chaméphytes: 16,5 %); les phanérophites sont fréquentes (10 phanérophites parmi les 17 espèces les plus fréquemment observées) et la plupart (79 %) sont sempervirentes. Les hémicryptophytes ainsi que les thérophytes sont assez nombreuses (26,7 % et 25,3 %). Ce nombre relativement élevé de thérophytes souligne l'ouverture de la végétation qui existe dans certaines stations où *C. balearicum* a été rencontré. Les géophytes représentent 12,4 % des espèces.

Le degré d'artificialisation observé sur les stations est en général très faible, mais une action nulle, directe ou indirecte de l'homme, n'a été observée que dans un seul relevé (côte nord de Minorque) (fig. 5).

Cortège floristique

Le cortège floristique comprend 225 espèces avec, en moyenne, 29,2 espèces compagnes par relevé (de 11 espèces au minimum à 56 espèces au maximum). Les espèces rencontrées dans au moins 1 relevé sur 3 sont: *Rubia peregrina* L. (42 relevés), *Pistacia lentiscus* (39 relevés), *Arisarum vulgare* et *Smilax aspera* L. (34 relevés), *Clematis cirrhosa* L. (32 relevés), *Asparagus acutifolius* L. et *Geranium robertianum* subsp. *purpureum* (30 relevés), *Ampelodesmos mauritanicus* et *Brachypodium retusum* (26 relevés), *Olea europaea* (25 relevés), *Pinus halepensis* et *Tamus communis* L. (24 relevés), *Lonicera implexa* Ait. et *Quercus ilex* (23 relevés), *Aetheorrhiza bulbosa* et *Erica multiflora* (22 relevés), *Ruscus aculeatus* L. (21 relevés), *Rhamnus alaternus* (19 relevés), *Allium triquetrum*, *Carlina corymbosa* L. et *Selaginelle denticulata* (L.) Spring (18 relevés), *Carex halleriana* Asso (17 relevés), *Micromeria filiformis* (Aiton) Bentham (16 relevés), *Polypodium serru-*

latum Arcang. et *Rosmarinus officinalis* L. (15 relevés). Douze taxons sont endémiques des îles Baléares, au niveau spécifique: *Allium antonii-bolosii* Palau, *Carex rorulenta* Porta, *Crepis triasii* (Camb.) Nyman, *Digitalis minor* L., *Euphorbia maresii* Knoche, *Helichrysum ambiguum* (Pers.) C. Presl., *Hippocrepis balearica* Jacq., *Hypericum balearicum*, *Pastinaca lucida* L., *Phlomis italica* L., *Sibthorpia africana* et *Teucrium*

asiaticum L. Deux espèces sont exotiques: *Celtis australis* L. et *Oxalis pes-caprae* L.

Une A.F.C. variables-espèces montre deux premiers axes absorbant une assez faible proportion de l'inertie (axe 1: 16,8 %; axe 2: 13,3 %), ce qui traduit une assez forte homogénéité du nuage de points. Sur le plan factoriel 1-2 (fig. 6) on peut difficilement séparer l'ensemble des espèces caractéristiques des deux associations des

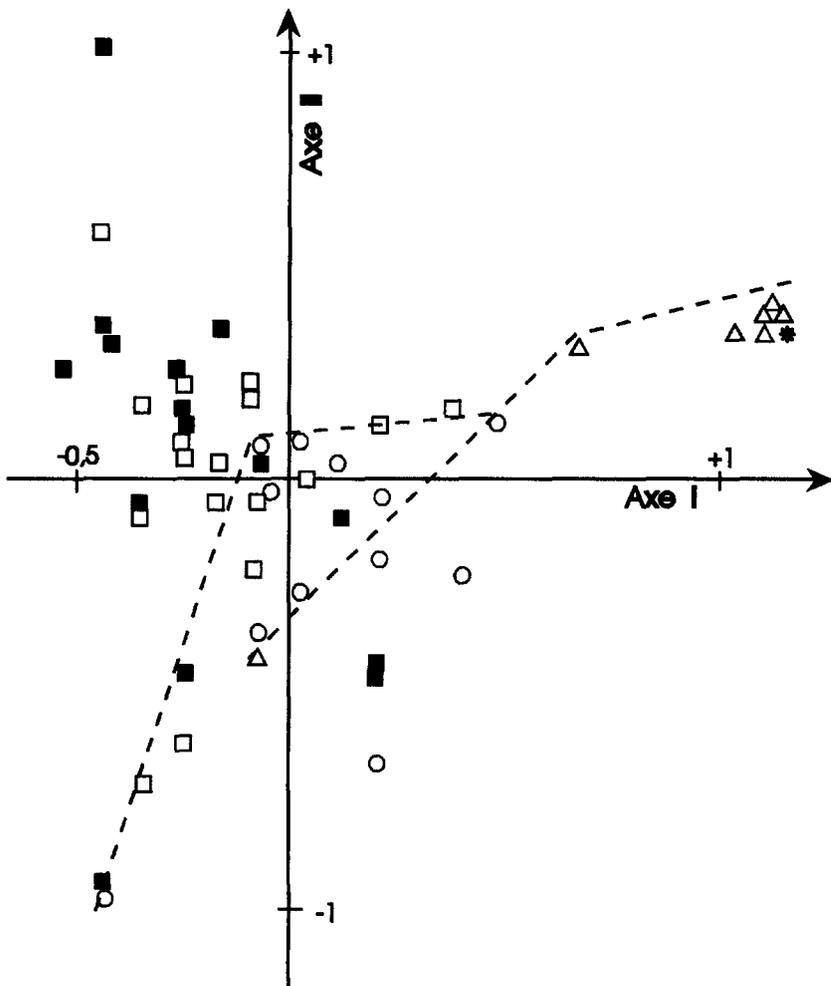


Fig. 6.—Projection dans le plan factoriel I-II de l'A.F.C. variables-espèces: des espèces caractéristiques des associations des *Quercetalia ilicis* (carrés blancs); des espèces caractéristique des associations de *Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae* (carrés noirs); des espèces caractéristiques des *Sibthorpio-Arenarietum balearicae* (points blancs); des tiretés délimitent la répartition des points blancs pour faciliter la lecture; des espèce caractéristiques du *Pastinacetum lucidae* (triangles blancs); des tiretés délimitent la répartition des triangles blancs pour faciliter la lecture; de l'espèce caractéristique du *Quercion pubescenti-petraeae* (astérisque).

Quercetalia ilicis (*Cyclamini balearicae-Quercetum ilicis* de Majorque et *Clematido cirrhosae-Quercetum rotundifoliae* de Majorque, Minorque et Ibiza) (BOLÒS & MOLINIER, 1960, 1984; BOLÒS & al., 1970; RIVAS MARTÍNEZ & COSTA, 1987; RIVAS MARTÍNEZ & al., 1992 a et b), de l'ensemble des espèces caractéristiques de trois associations de l'*Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae* (*Cneoro tricocci-Pistacietum lentisci* d'Ibiza, *Cneoro tricocci-Ceratonietum siliquae* de Majorque et Cabrera et *Prasio maioris-Oleetum sylvestris* de Minorque) (BOLÒS & MOLINIER, 1960, 1984; BOLÒS & al., 1970, 1976; CAMARASA & al., 1976; RIVAS MARTÍNEZ & COSTA, 1987; RIVAS MARTÍNEZ & al., 1992 a et b). Les espèces caractéristiques de l'*Oleo-Ceratonion* se

localisent plutôt dans le quadrant axe 1 négatif - axe 2 positif. Les deux ensembles marquent de manière presque égale le cortège floristique, avec cependant un léger avantage pour les *Quercetalia ilicis*. En effet, en prenant pour référence les tableaux de BOLÒS & MOLINIER (1960: 704, 722; 1984: 208) et BOLÒS & al. (1970: 18, 26), il ne manque ici qu'une espèce sur 18 du premier ensemble et 3 espèces sur 18 du second; parmi les espèces présentes dans au moins 1 relevé sur 5, 8 espèces sont caractéristiques du premier ensemble et 5 du second. Les espèces caractéristiques du *Sibthorpio africanae-Arenarietum balearicae* sont largement représentées dans le cortège floristique puisqu'il n'en manque que 3 sur 16 selon le tableau de BOLÒS & MOLINIER (1960: 814); ce

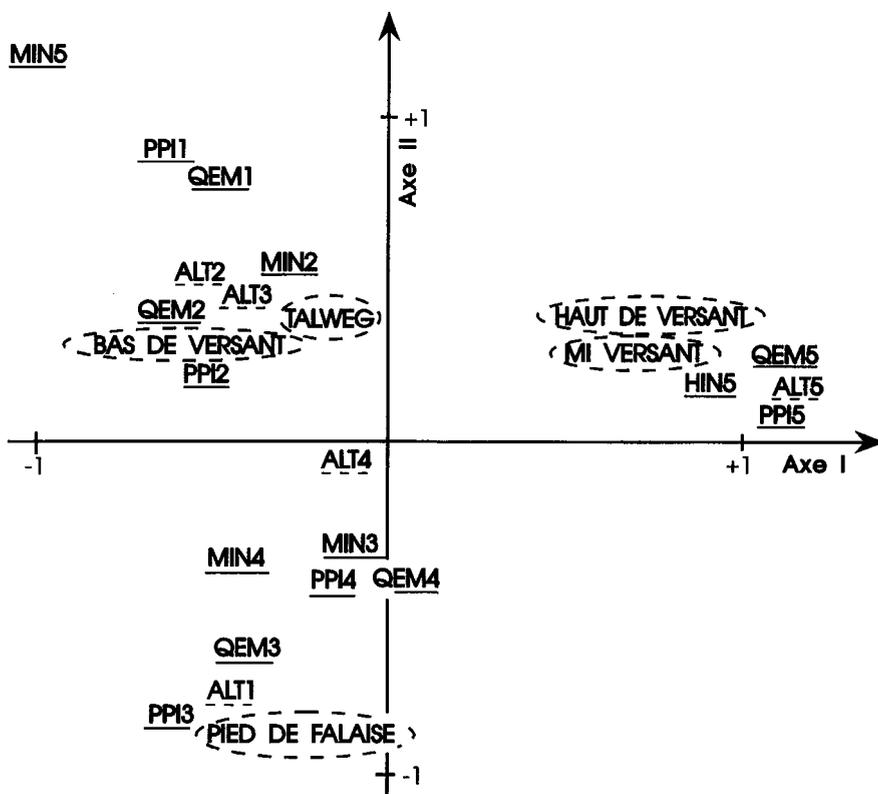


Fig. 7.—Projection dans le plan factoriel I-II de l'A.F.C. variables-espèces des variables les plus discriminantes et de leurs modalités. Les variables principalement liées à l'axe I sont soulignées en traits continus alors que les variables liées à l'axe I et à l'axe II sont soulignées en tirets. Avec: ALT, altitude; MIN, moyenne des minimas du mois le plus froid; PPI, précipitations annuelles; QEM, quotient pluviothermique d'Emberger.

groupement s'individualise un peu vers la partie positive de l'axe 1 et vers la partie négative de l'axe 2, s'opposant ainsi à l'*Oleo-Ceratonion*. Les espèces caractéristiques du *Pastinacetum lucidae* sont moyennement représentées (7 sur 12) selon le tableau de BOLÒS & MOLINIER (1960: 767), mais elles s'individualisent nettement dans le plan factoriel 1-2. Avec ces dernières espèces se retrouve *Helleborus foetidus* L., une des très rares caractéristiques du *Quercion pubescentis-petraeae* aux Baléares (BOLÒS & MOLINIER, 1960).

Variables discriminantes

La même A.F.C. variables-espèces montre que le cortège floristique est structuré par peu de variables dans le plan factoriel 1-2 (fig. 7). L'axe 1 s'explique essentiellement par un gradient climatique où entrent en jeu précipitations et températures minimales, ainsi que, logiquement, quotient pluvio-thermique et altitude. De plus, ce sont les modalités de l'extrémité la plus arrosée et la plus fraîche de ce gradient qui s'opposent nettement aux autres modalités réparties sur le demi-axe négatif. La position

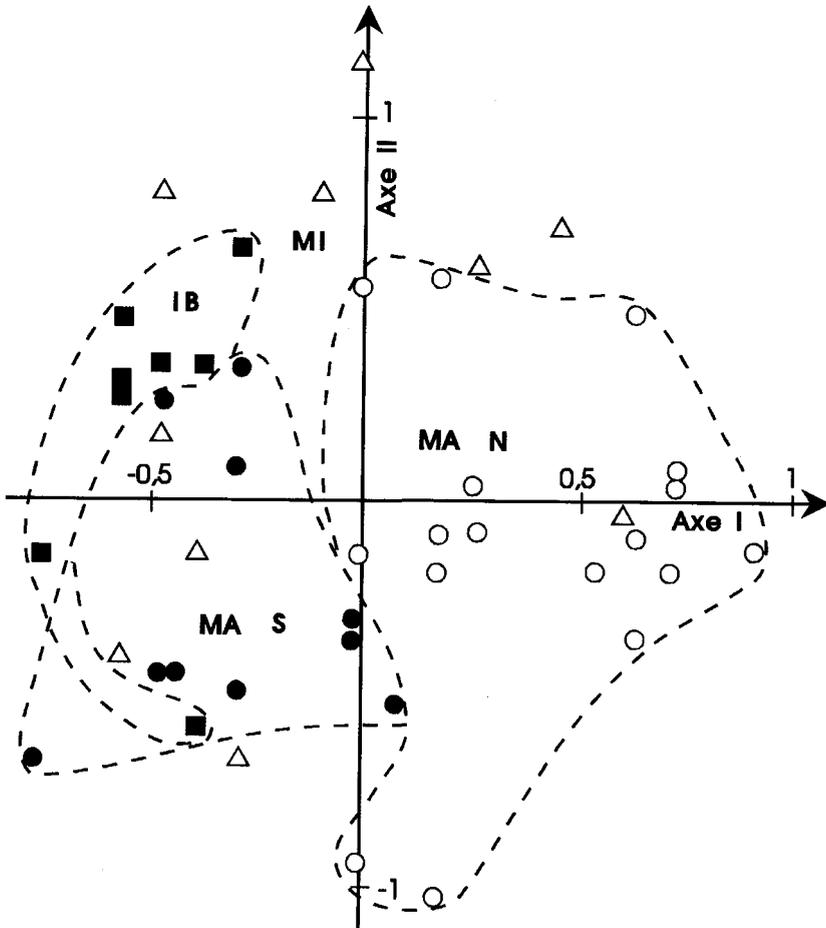


Fig. 8.—Projection dans le plan factoriel I-II de l'A.F.C. variables-relevés des relevés regroupés par île. Avec: IB, Ibiza (carrés noirs); MA S, sud de Majorque, relevés 19 à 28 (ronds noirs); MA N, nord de Majorque, relevés 29 à 45 (ronds blancs); MI, Minorque (triangles blancs).

topographique entre également en jeu sur cet axe: les situations les plus abritées (bas de versant, talweg, pied de falaise) sont sur le demi-axe négatif alors que les situations les plus exposées (mi-versant et haut de versant) sont sur le demi-axe positif. L'axe 2 s'explique principalement par des caractéristiques topographiques; les plus basses altitudes et le pied de falaise s'y individualisent nettement sur le demi-axe négatif.

Une A.F.C. variables-relevés montre deux premiers axes absorbant une faible proportion de l'inertie (axe 1: 9,1 %; axe 2: 7,4 %) ce qui

souligne une forte homogénéité du nuage de points. La projection des relevés dans le plan factoriel 1-2 (fig. 8) permet d'individualiser trois régions le long de l'axe 1: 1) Ibiza, 2) le sud de Majorque et 3) le nord de Majorque; Minorque, en revanche, ne peut être distinguée. L'axe 1 (fig. 9) s'explique principalement par la combinaison d'un facteur climatique (précipitations, températures minimales, quotient pluviothermique) et du recouvrement des blocs et de la roche en place. L'axe 2 s'explique principalement par un gradient du recouvrement des herbacées et du

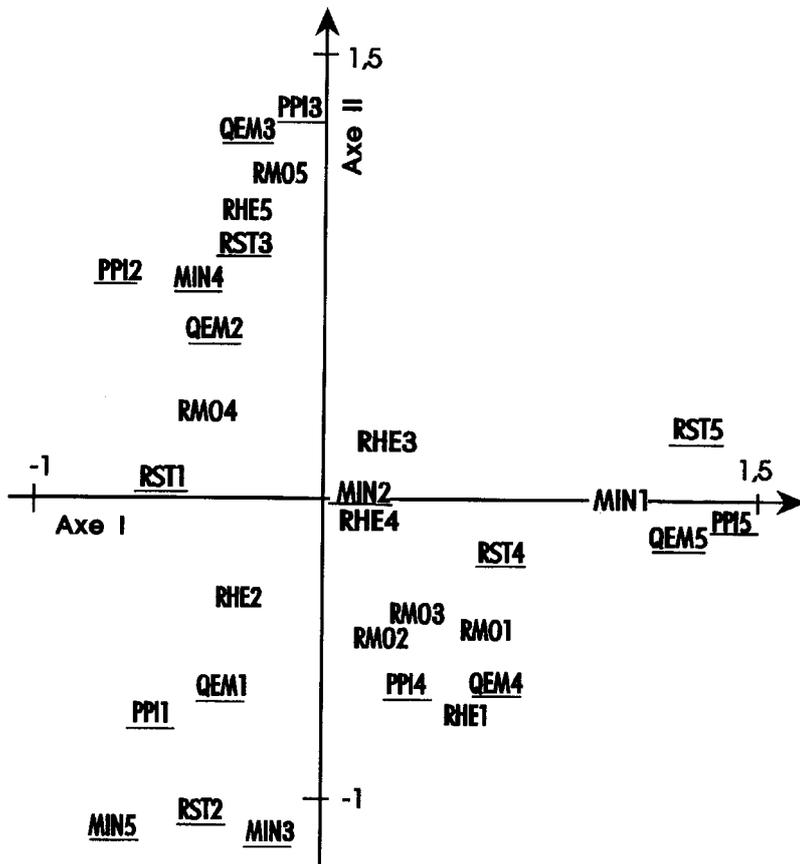


Fig. 9.—Projection dans le plan factoriel I-II de l'A.F.C. variables-relevés des variables les plus discriminantes et de leurs modalités. Les variables principalement liées à l'axe I sont soulignées alors que les variables principalement liées à l'axe II ne le sont pas. Avec: MIN, moyenne des minima du mois le plus froid; PPI, précipitations annuelles; QEM, quotient pluviothermique d'Emberger; RHE, recouvrement des espèces herbacées; RMO, recouvrement des mousses; RST, recouvrement de la roche en place et des blocs.

recouvrement des mousses, du demi-axe négatif vers le demi-axe positif.

En résumé, ces analyses montrent que nos relevés représentent trois habitats: 1) un habitat peu typé, de bas de versant et de talweg, en forêt ou en garrigue, qui se rencontre dans toutes les îles sur un large gradient climatique; des intermédiaires existent souvent entre cet habitat et le suivant; 2) un habitat de pied de falaise calcaire, rencontré au nord de Majorque et à Minorque; 3) un habitat très caractéristique, qui ne se trouve que dans la montagne du nord de Majorque, d'éboulis rocheux calcaires à végétation basse.

DISCUSSION

Ecologie

Nous avons montré qu'aux îles Baléares *Cyclamen balearicum* pousse à toute altitude, dans une très large gamme de conditions de pluviosité et de température, souvent en situation abritée et ombragée sous un fort couvert de ligneux sempervirents. Ce n'est que dans les stations les plus élevées de la montagne de Majorque que les gelées sont régulières chaque année. L'espèce se rencontre en exposition du quadrant nord, essentiellement sur des roches calcaires, rarement sur grès et sur schistes à Minorque; le sol pierreux, souvent superficiel ou en poches dans la roche, a un pH faiblement basique ou neutre. *Quercus ilex* et *Pinus halepensis*, pour les arbres, et *Pistacia lentiscus*, pour les arbustes, sont les espèces dominantes les plus souvent observées dans ses stations. Dans cet ensemble, nous avons distingué trois types d'habitat qui diffèrent par la géomorphologie, la hauteur de la végétation et le cortège floristique.

Ce que nous avons trouvé recoupe pour beaucoup l'écologie de l'espèce décrite par BOLÒS & MOLINIER (1960) et BOLÒS & al. (1970). Pour Majorque, BOLÒS & MOLINIER (1960) écrivent: "*Cyclamen balearicum* Willk. abonde par place dans la Chênaie. Il apparait aussi dans les maquis les plus ombragés de l'*Oleo-Ceratonion* et parfois

encore dans les pierriers des ubacs. Il est actuellement difficile de déterminer d'une façon sûre son amplitude sociologique parce qu'il est un important aliment pour les porcs que, depuis des siècles, le paysan élève en forêt –les majorquains l'appellent *pa porci*–; mais il est probable que la forêt dense de Chêne vert est son lieu d'élection". Pour Minorque, BOLÒS & al. (1970) soulignent la rareté de l'espèce dans la Chênaie; nous ne l'avons en effet trouvée dans cette île que dans 3 relevés sur 10 associée avec *Quercus ilex* dominant; de plus ces auteurs signalent l'espèce sur schistes comme nous l'avons observée, pour une population. Dans cette population, nous avons remarqué certains individus aux fleurs rose pâle, couleur que nous n'avons observé, jusqu'à présent, nulle part ailleurs dans l'ensemble de l'aire de distribution de l'espèce.

Cependant, ni BOLÒS & MOLINIER (1960), ni BOLÒS & al. (1970) ne signalent l'importance de l'exposition nord pour l'espèce.

Les associations végétales dans lesquelles nous avons trouvé l'espèce correspondent à celles où elle avait déjà été trouvée par BOLÒS & MOLINIER (1960) et BOLÒS & al. (1970), à l'exception des formations à *Myrtus communis* L. de Minorque (*Clematido balearicae-Myrtetum communis*) et des lapiaz à *Teucrium subspinosum* Pourr. de Majorque (*Teucrietum subspinosi*) que nous n'avons pas échantillonnés. Ces lapiaz constituent probablement un quatrième type d'habitat pour l'espèce, qui s'ajoute aux trois que nous avons décrits.

Les observations de GUERAU D'ARELLANO & TORRES (1981) à Ibiza, qui notent que l'espèce "viu a llocs humits i ombrivols, tals com canals pedregosos i obagues orientats al nord", et de PALAU (1976) à Cabrera, qui note que l'espèce se trouve dans les "indrets pedregosos frescals, peus de roques i penyals més o menys ombrius", correspondent à nos observations.

Dans sa monographie du genre *Cyclamen*, GREY-WILSON (1988) décrit ainsi l'écologie de l'espèce à travers l'ensemble de son aire de distribution: "In shaded or semi-shaded

places, beneath trees and bushes, especially *Pinus* and *Quercus coccifera*, growing amongst tree roots and in rock crevices, sometimes in gullies or ravines; sea-level to 1443 m." Cette description est globalement en accord avec nos observations, à l'exception des indications sur les espèces dominantes de ligneux. En effet, en France, *Cyclamen balearicum* se rencontre essentiellement sous couvert de *Quercus ilex* et de *Buxus sempervirens* L.; *Quercus coccifera* L. est très rarement présent dans les stations et la seule espèce de *Pinus* notée, *Pinus halepensis*, y est anecdotique (DEBUSSCHE & al., 1996). Compte tenu des observations faites aux îles Baléares, il faut donc remplacer, dans la description générale de Grey-Wilson, "*Pinus* and *Quercus coccifera*" par *Quercus ilex* et *Pinus halepensis*.

L'ampleur du gradient altitudinal et du gradient climatique que couvre l'espèce est spectaculaire; d'autres espèces à Majorque, en particulier des espèces de pierriers et de lapiaz, ont la même caractéristique (voir par ex. BOLÒS & MOLINIER, 1960). Cette ampleur montre que la fréquence des fortes gelées qui, en France, limite la distribution de *Cyclamen balearicum* n'intervient pas ici. Le seul au-dessous duquel l'espèce ne peut pousser correspond à une valeur de m proche de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (DEBUSSCHE & al., 1996). Cette valeur n'est atteinte nulle part aux Baléares, pas même au sommet du Puig Major. Les fortes précipitations observées en montagne à Majorque, inférieures à celles observées en France dans les Cévennes là où pousse l'espèce, ne sont pas non plus un facteur limitant sur les sols pierreux au fort drainage. En revanche, la faiblesse des précipitations limite certainement l'extension de l'espèce. En effet, dans les stations les moins arrosées des Baléares, lors d'années sèches, la taille des feuilles et des fleurs est réduite, les feuilles jaunissent tôt au printemps et les fruits avortent. Il faut remarquer que les populations les plus faiblement arrosées (sud de Majorque et Cabrera) sont situées à seulement quelques centaines de mètres de la mer, là où elles bénéficient d'un taux d'humidité atmosphérique toujours élevé.

A l'échelle locale, le facteur qui explique le mieux la distribution de l'espèce est certainement l'ombrage, par l'exposition au nord, l'abri du relief et le couvert de la végétation sempervirente; l'ombrage est particulièrement important pour la survie de l'espèce, surtout dans les zones les plus sèches et les plus chaudes. En effet, les feuilles de *Cyclamen balearicum* lorsqu'elles sont exposées au soleil, se flétrissent et jaunissent en quelques jours.

Rareté

Depuis des siècles, la végétation des îles Baléares a subi une exploitation intense. Les forêts et les garrigues étaient coupées pour le bois de chauffage et le charbon de bois; les troupeaux caprins étaient présents partout, les porcs parcouraient les sous-bois et se nourrissaient, entre autres choses, des tubercules de *Cyclamen balearicum* (KNOCHE, 1921; CHODAT, 1923; BONNER, 1989; MAYOL, 1995). C'est au 19^{ème} siècle, à la suite de la révolution industrielle, que l'impact humain traditionnel commence à décliner dans beaucoup de régions du Bassin Méditerranéen. Ce déclin se traduit dans les îles Baléares, comme d'en d'autres régions d'Espagne, et en France (LEPART & DEBUSSCHE, 1992), par une progression rapide du couvert forestier, aussi bien des forêts de *Pinus halepensis* que des forêts de *Quercus ilex* (MAYOL, 1995). L'impact direct (consommation par les porcs, défrichements) et indirect (coupe et incendie du couvert végétal) des activités agro-sylvo-pastorales sur *Cyclamen balearicum* a certainement été important depuis l'installation de l'homme, il y a 6.000 ans, jusqu'à ces dernières décennies. Cependant, le relief escarpé et l'abondance des zones rocheuses où ses tubercules peuvent se maintenir dans des fissures ont permis à l'espèce de bien résister à ces perturbations, en particulier dans les montagnes du nord de Majorque. Il est certain que l'espèce a bénéficié récemment de l'arrêt de ces perturbations et de la progression du couvert arboré. Mais les aménagements liés au développement touristique peuvent

endommager localement certaines populations et surtout détruire les populations isolées, les plus fragiles, aux effectifs réduits la plupart du temps, qui se trouvent dans les zones les plus sèches et sur le littoral. Ces populations, isolées et marginales, ont de l'importance dans l'expression de toute la diversité génétique de l'espèce (AFFRE, 1996; AFFRE & *al.*, 1996; voir aussi LESICA & ALLENDORF, 1992, 1995). Le Parc National de Cabrera offre une assurance de conservation pour une partie de ces populations.

En suivant RABINOWITZ (1981) et RABINOWITZ & *al.* (1986), on peut essayer de définir le type de rareté que représente *Cyclamen balearicum* dans les îles Baléares, à l'aide de trois critères: l'aire de distribution, l'amplitude d'habitat et la taille des populations. L'aire de distribution est évidemment réduite, les populations les plus éloignées étant seulement distantes de 300 km et l'espèce n'occupant qu'une partie des îles. L'amplitude d'habitat est difficile à évaluer compte tenu du caractère simplement dichotomique (restreinte vs. étendue) de la classification proposée par ces auteurs. C'est la localisation préférentielle de l'espèce à l'ombre et en exposition nord qui restreint l'amplitude d'habitat qui est, en revanche, étendue si l'on considère le climat et la roche-mère. Les populations sont nombreuses et certaines d'entre elles montrent des dizaines de milliers d'individus, souvent en grand densité. En définitive, il n'est pas possible de classer *Cyclamen balearicum* aux îles Baléares dans un des types de rareté proposés, contrairement à *Cyclamen balearicum* en France (DEBUSSCHE & *al.*, 1996). Une amélioration de la typologie de la rareté est donc nécessaire, en précisant, entre autres critères, la prise en compte de l'amplitude d'habitat. L'espèce ne semble aucunement menacée aux Baléares, à Majorque en particulier; la surveillance des habitats et des effectifs des populations géographiquement (Ibiza), climatiquement (sud de Majorque et Cabrera) et édaphiquement (schistes de Minorque) marginales pourraient cependant être envisagée.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier Oriol de Bolòs, Santiago Castroviejo, Leonardo Llorens et Josep Antoni Rosselló pour avoir bien voulu répondre à nos interrogations, ainsi que Xavier Sans, Laurence Affre et José Escarré, pour leur aide au cours de cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFFRE, L. (1992). *Ecologie, biologie et structuration génétique des populations réduites et isolées d'une espèce végétale rare et endémique: Cyclamen balearicum Willk. (Primulacées)*. Diplôme d'Études Approfondies de Biologie des populations et éthologie. Université de Tours.
- AFFRE, L. (1996). *Variation du système de reproduction et structuration génétique des populations chez quatre espèces du genre Cyclamen (Primulaceae)*. Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie. Université de Tours.
- AFFRE, L., J.D. THOMPSON & M. DEBUSSCHE (1995). The reproductive biology of the Mediterranean endemic *Cyclamen balearicum* Willk. (Primulaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 118: 309-330.
- AFFRE, L., J.D. THOMPSON & M. DEBUSSCHE (1996). The population genetic structure of continental and island populations of the Mediterranean endemic *Cyclamen balearicum* Willk. (Primulaceae). *Amer. J. Bot.* (Sous presse.)
- BARCELÓ, F. (1879-1881). *Flora de las Islas Baleares*. Palma de Mallorca.
- BIOMEKO (1989). Version 3.7. Groupe de Biométrie, C.E.F.E./C.N.R.S. Montpellier.
- BOLÒS, O. DE, A. BONNER, J. ORELL & M.T. PERDIGÓ (1976). Impressions sobre la vegetació de l'illa de Cabrera. I. Del port de Cabrera al clot des guix. *Treb. Inst. Catalana Hist. Nat.* 7: 107-112.
- BOLÒS, O. DE, & R. MOLINIER (1960). *Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque*. Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine. Communication N.º 150. Montpellier.
- BOLÒS, O. DE, & R. MOLINIER (1984). Vegetation of the Pityusic Islands. In: H. Kubbier, J.A. Alcover & C. Guerau d'Arellano (eds), *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands*: 185-221. The Hague.
- BOLÒS, O. DE, R. MOLINIER & P. MONTSERRAT (1970). Observations phytosociologiques dans l'île de Minorque. *Acta Geobot. Barcinon.* 5: 1-150.
- BOLÒS, O. DE, & A.M. ROMO (1991). Atlas corològic de la flora vascular dels països catalans, vol. 2, Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- BOLÒS, O. DE, J. VIGO, R.M. MASALLÉS & J.M. NINOT (1993). *Flora manual dels països catalans*. Barcelona.
- BONNER, A. (1989). *Plantes de les Balears*. Palma de Mallorca.
- CAMARASA, J.P., M.A. CARDONA, R.M. MASALLÉS, J. TERRADAS, E. VELASCO & J. VIGO (1976). Impressions sobre la vegetació de l'illa de Cabrera. II:

- Del port de Cabrera a la punta de l'imperial i al niu de s'aguila. *Treb. Inst. Catalana Hist. Nat.* 7: 113-117.
- CARDONA, M.A. & J. CONTANDRIOPOULOS (1979). Endemism and evolution in the islands of the Western Mediterranean. In: D. Bramwell (ed.), *Plants and Islands*: 133-169. London.
- CHODAT, L. (1923). Contributions à la Géo-Botanique de Majorque. *Bull. Soc. Bot. Genève* 15: 153-264.
- COLOM, G. (1957). *Biogeografía de las Baleares*. Palma.
- CONTANDRIOPOULOS, J. & M.A. CARDONA (1984). Caractère original de la flore endémique des Baléares. *Bot. Helvetica* 94: 101-131.
- DAGET, P. (1977). Le bioclimat méditerranéen: analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio* 34: 87-103.
- DEBUSSCHE, M., G. DEBUSSCHE & L. AFFRE (1995). La distribution fragmentée de *Cyclamen balearicum* Willk. en France: analyse historique et conséquence des activités humaines. *Acta Bot. Gallica* 142: 439-450.
- DEBUSSCHE, M., M. GRANDJANNY, G. DEBUSSCHE & L. AFFRE (1996). Ecologie d'une espèce endémique et rare à distribution fragmentée: *Cyclamen balearicum* Willk. en France. *Acta Bot. Gallica*. (Sous presse.)
- EMBERGER, L. (1971). Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatologiques et phytogéographiques-écologiques. In: L. Emberger (ed.), *Travaux de Botanique et d'Ecologie*: 291-301. Paris.
- FALK, D.A. & K.E. HOLSINGER (1991). *Genetics and conservation of rare plants*. Oxford.
- GODRON, M., P. DAGET, L. EMBERGER, E. LE FLOC'H, G. LONG, J. POISSONNET, C. SAUVAGE & J.P. WACQUANT (1968). *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*. C.N.R.S. Paris.
- GREUTER, W. (1991). Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area: an analysis based on the published volumes of Med-Checklist. *Bot. Chron.* 10: 63-79.
- GREUTER, W. (1995). Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. *Ecol. Medit.* 21: 1-10.
- GREY-WILSON, C. (1988). *The genus Cyclamen*. A *Kew* magazine monograph. Portland, Oregon.
- GUERAU D'ARELLANO, C. & N. TORRES (1981). *Nova aportació al coneixement de les plantes d'Eivissa i Formentera*. Eivissa.
- GUEYMARD, C. (1975). *Influence de la topographie sur la distribution du rayonnement solaire; calcul théorique, cartographie et application pratique pour le massif des Albères (Pyénées Orientales)*. Diplôme d'Études Approfondies d'Ecologie. Université de Montpellier.
- GUIJARRO PASTOR, J.A. (1986). *Contribución a la bioclimatología de Baleares*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.
- HEYWOOD, V. (1995). The Mediterranean flora in the context of world biodiversity. *Ecol. Medit.* 21: 11-18.
- KNOCHÉ, H. (1921). *Flora Balearica. Étude phytogéographique sur les îles Baléares*. 2^{ème} partie. Montpellier.
- KRUEBERG, A.R. & D. RABINOWITZ (1985). Biological aspects of endemism in higher plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16: 447-479.
- LEPART, J. & M. DEBUSSCHE (1992). Human impact on landscape patterning: Mediterranean examples. In: A.J. Hansen & F. di Castri (eds), *Landscape boundaries, consequences for biotic diversity and ecological flows*: 76-106. New York.
- LESICA, P. & F.W. ALLENDORF (1992). Are small populations worth preserving? *Conservation Biology* 6: 135-139.
- LESICA, P. & F.W. ALLENDORF (1995). When are peripheral populations valuable for conservation? *Conservation Biology* 9: 753-760.
- MARES, P. & G. VIGINEIX (1880). *Catalogue raisonné des plantes vasculaires des îles Baléares*. Paris.
- MAYOL, J. (1995). Changements socio-économiques et conservation de la flore dans les îles de la Méditerranée. *Ecol. Medit.* 21: 337-344.
- MUS, M. (1992). *Estudio de la diversificación en la flora endémica de Baleares. Aspectos taxonómicos y evolutivos*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.
- MUS, M. (1995). Conservation of flora in the Balearic Islands. *Ecol. Medit.* 21: 185-194.
- OLIVIER, L. & E. HERNÁNDEZ-BERMEJO (1995). Aspects pratiques et théoriques de la conservation in situ des espèces végétales insulaires en Méditerranée. *Ecol. Medit.* 21: 345-356.
- PALAU, P.C. (1976). Catalog de la florula de l'illa de Cabrera i dels illots que l'envolten. *Treb. Inst. Catalana Hist. Nat.* 7: 5-103.
- QUEZEL, P. (1985). Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. In: C. Gómez-Campo (ed.), *Plant conservation in the Mediterranean area*: 9-24. Dordrecht.
- QUEZEL, P. & F. MEDAIL (1995). La région circum-méditerranéenne, centre mondial majeur de la biodiversité végétale. *Actes 6^e rencontres Agence Régionale pour l'Environnement Alpes-Provence-Côte d'Azur*: 152-160. Gap.
- RABINOWITZ, D. (1981). Seven forms of rarity. In: H. Synge (ed.), *The biological aspects of rare plants conservation*: 205-217. Chichester.
- RABINOWITZ, D., S. CAIRNS & T. DILLON (1986). Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. In: M.E. Soulé (ed.), *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*: 182-204. Sunderland.
- RITA, J. & G. BIBILONI (1993). La vegetació (Memoria del mapa de les comunitats vegetals). In: J. Alcover & Á. (eds), *Historia natural de l'arxipèlag de Cabrera*: 207-255. Palma de Mallorca.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. & M. COSTA (1987). España Insular, I: Las Baleares. In: M. Peinado & S. Rivas Martínez (eds), *La vegetación de España*: 487-515. Alcalá de Henares.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., M. COSTA & J. LOIDI (1992 a). La vegetación de las islas de Ibiza y Formentera (Islas Baleares, España). *Itinera Geobot.* 6: 99-236.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., M. COSTA, P. SORIANO, R. PÉREZ, L. LLORENS & J.A. ROSELLÓ (1992b). Datos sobre el

- paisaje vegetal de Mallorca e Ibiza (Islas Baleares, España). *Itinera Geobot.* 6: 5-98.
- RODRÍGUEZ FEMENÍAS, J.J. (1904). *Flórula de Menorca*. Mahón.
- ROSSELLÓ, J.A., G. ALOMAR & M. MUS (1996). *Flora endemica de Balears*. FODESMA, Consell Insular de Mallorca. Palma de Mallorca.
- VERLAQUE, R., A. ABOUCAYA, M.A. CARDONA & J. CONTANDRIOPOULOS (1991). Quelques exemples de spéciation insulaire en Méditerranée occidentale. *Bot. Chron.* 10: 137-153.

Aceptado para publicación: 9-IX-1996