

M. Aleffi, C. Cortini Pedrotti & D. Gafta

Patrons bryogéographiques dans les petites îles autour de la Péninsule italienne, de Sicile et Sardaigne

Abstract

Aleffi, M., Cortini Pedrotti, C. & Gafta, D.: Bryogeographic patterns in the small islands surrounding the Italian peninsula, Sicily and Sardinia. — *Bocconea* 16(1): 93-103. 2003. — ISSN 1120-4060.

This study aims to analyse the role played by some physiographic and ecologic variables such as area, isolation, altitude and substratum type on the bryophyte species richness of 49 small Italian islands. Both floristic similarity between islands and bryophyte species richness depend above all on the island size. The other variables, i.e. the proximity to the closest continent or major island, the distance between islands and the type of substratum, account for only small differences between the island bryofloras. Unexpectedly, the number of bryophyte species in these islands is not negatively related to the distance from the continent. This outcome is due to the confounding effect of island size and age, as well as to the stronger human impact that is likely to occur in close-to-continent islands. The high slope of the species-area curve indicates a very scarce bryophyte immigration, even from the closest islands. The low dispersion ability is partly related to some life history traits of the xerophilous mosses. The only two endemic species (*Rhynchostegium strongylense* and *Thamnobryum cossyrense*) that occur in no more than five islands were not sufficient to test whether the isolation from the continent has favoured the differentiation of new species. The outcome of the analyses performed reflects the current bryo-chorological knowledge concerning the small Italian islands, and thus it is likely that reports of new species could change some bryogeographic patterns revealed in this study.

Introduction

L'étude des patrons explicatifs de la richesse et de la diversité des organismes vivants au sein des îles continentales, reliées au continent au cours des temps géologiques, ou des îles océaniques, le plus souvent d'origine volcanique, demeure un des thèmes majeurs en écologie et en biogéographie des populations ou des peuplements (Blondel 1995; Adrsersen 1995).

Les études actuelles de biogéographie insulaire reposent encore le plus souvent sur la théorie de l'équilibre dynamique développée par MacArthur & Wilson (1967). Cette théorie aborde plus particulièrement les relations superficie-richesse spécifique, et la dualité entre les taux d'immigration qui contrebalancent les processus d'extinction des espèces dans le cadre de la colonisation de systèmes isolés.

Les résultats de nombreux travaux de biogéographie insulaire tendent à montrer le fort déterminisme existant dans l'agencement des communautés isolées (Whittaker 1992), lesquelles présentent souvent un degré d'emboîtement élevé (Patterson 1990). Il importe donc de définir la nature des patrons et processus qui interviennent dans les règles d'assemblage des espèces (Diamond 1975) afin d'examiner si les taxons peuvent se structurer de façon non stochastique en condition d'insularité similaire. De plus, la compréhension des facteurs qui organisent la richesse et la composition floristiques au sein de systèmes insulaires méditerranéens, à priori plus simples, revêt une importance de premier plan en biologie de la conservation (Diamond & May 1976; Shafer 1990). En effet, du fait de la grande diversité alpha et bêta des communautés végétales du bassin méditerranéen (Medail & Quézel 1997), il paraît plus aisé de raisonner sur des ensembles moins complexes pour asseoir les bases théoriques d'une gestion durable des milieux et des espèces.

Cette étude se propose d'analyser le rôle qu'ont quelques variables physiographiques et écologiques sur la richesse de la flore muscinale des petites îles qui entourent la Péninsule Italienne, la Sardaigne et la Sicile, avec le but de vérifier quelques hypothèses, c'est-à-dire:

- si la dissemblance floristique entre les îles est proportionnelle à la distance entre elles, étant donné la limitation spatiale de la dispersion des spores et de la propagation végétative;
- si la richesse muscinale croît avec l'augmentation de la surface, de l'altitude maximale des îles et de la proximité au continent ou à l'île majeure;
- si le pourcentage d'espèces endémiques croît avec l'éloignement du continent ou de l'île majeure et avec l'augmentation de l'altitude maximale;
- si la trophicité potentielle du substratum a une influence significative sur la ressemblance floristique entre les îles et sur leur richesse muscinale.

Matériaux et méthodes

Pour les 49 îles mineures prises en considération, ont été récoltées les données suivantes: coordonnées géographiques (latitude et longitude moyennes), altitude maximale, surface, type de substratum géologique, distance proche du continent (ou île majeure) (Table 1). En outre, la flore muscinale de chaque île a été déduite de la bibliographie et des résultats des recherches exécutées dans les 10 dernières années. Le nombre total des taxa muscinaux signalés dans les îles étudiées est de 340.

Pour vérifier la relation entre la dissemblance floristique et la distance géographique entre les îles, on a employé le test de Mantel. La dissemblance floristique a été évaluée en utilisant le coefficient binaire de Sørensen (1948); les matrices de la distance géographique ont été traitées à l'aide de la formule de distance euclidienne usuelle sur données brutes.

Les paramètres de la relation $S = c \times A^z$ (Abbott 1983) existant entre le nombre des espèces (S) et la superficie de l'île (A), ont été estimés au moyen d'une régression linéaire en espace logarithmique.

Les relations entre tous les couples de variables disponibles ont été recherchées au moyen du coefficient de corrélation de Spearman. L'effet possible d'autres variables a été vérifié en estimant l'homonyme coefficient partiel.

L'existence éventuelle de différences floristiques significatives entre les îles calcaires et

Table 1. Caractéristiques géographiques et bryologiques des îles étudiées (Long. med.: longitude moyenne; Lat. med.: latitude moyenne; Hmax: altitude maximale; Dmin: distance proche du continent (ou île majeure); Nsp: nombre d'espèces muscinales; Nend: nombre d'espèces endémiques.

Îles	Long.med (degrés)	Lat.med (degrés)	Substratum	Hmax (m)	Surface (km ²)	Dmin (km)	Nsp	Nend
Lipari	14.938	38.485	Mixte	602	37,6	28	76	0
Salina	14.840	38.556	Siliceux	962	26,8	38	35	0
Vulcano	14.973	38.395	Siliceux	500	21	20	49	1
Filicudi	14.581	38.573	Calcaire	774	9,5	45	21	0
Alicudi	14.374	38.544	Calcaire	675	5,2	52.5	25	0
Panarea	15.078	38.631	Calcaire	421	3,4	42	22	0
Stromboli	15.222	38.793	Mixte	924	12,6	54	27	1
Ustica	13.181	38.696	Calcaire	238	8,6	52	50	1
Favignana	12.324	37.947	Calcaire	314	20	7.5	37	0
Levanzo	12.340	38.001	Calcaire	278	6	12	29	0
Marettimo	12.061	37.973	Calcaire	686	12	28	52	0
Is. Grande	12.444	37.872	Calcaire	3	4	0.5	27	0
Mozia	12.463	37.865	Calcaire	5	2	1	37	0
S.ta Maria	12.460	37.881	Calcaire	4	7	1	21	0
La Scuola	12.457	37.860	Calcaire	3	0,3	2	17	0
Lampedusa	12.573	35.510	Calcaire	133	20	98	54	0
Linosa	12.860	35.861	Calcaire	195	5	113	62	0
Pantelleria	11.991	36.788	Mixte	836	83	75	92	2
Faraglioni	15.167	37.557	Calcaire	70	0,5	0.2	23	0
Lachea	15.173	37.560	Calcaire	25	2	0.2	31	0
Caitena	15.156	36.685	Calcaire	15	1	0.2	9	0
Giglio	10.899	42.354	Siliceux	496	23,8	14	102	0
Capraia	9.819	43.042	Siliceux	445	19,2	18	80	0
Elba	10.274	42.797	Mixte	1089	224	9	155	0
Montecristo	10.311	42.333	Siliceux	645	10	58	117	0
Giannutri	11.110	42.247	Calcaire	88	2,6	11.5	24	0
Gorgona	9.894	43.430	Calcaire	50	2,2	33	52	0
Pianosa	10.075	42.583	Calcaire	10	10	40	38	0
Ischia	13.911	40.725	Siliceux	788	47	9	168	1
Capri	14.229	40.550	Siliceux	589	10	5	59	0
Procida	14.017	40.753	Siliceux	27	3	3	22	0
Caprara	15.519	42.133	Calcaire	56	3,5	23	9	0
S. Domino	15.490	42.117	Calcaire	176	8	21	34	0
S. Nicola	15.513	42.124	Calcaire	75	3,5	22	16	0
Maddalena	9.417	41.239	Siliceux	159	20,2	1.5	19	0
S. Pietro	8.260	39.147	Siliceux	192	50	4	42	0
Serpentara	9.599	39.136	Siliceux	54	0,3	3.2	16	0
Is. Piana	9.655	40.885	Siliceux	14	0,13	0.6	8	0
Tavolara	9.713	40.906	Calcaire	564	6	1.9	13	0
Mortorio	9.612	41.075	Siliceux	77	0,56	3	7	0
Coltellazzo	9.019	38.982	Siliceux	11	0,004	0.06	2	0
Bisce	9.526	41.164	Siliceux	21	0,295	0.6	3	0
Asinara	8.275	41.061	Mixte	408	52	1.9	11	0
Caprera	9.465	41.206	Siliceux	212	15,8	1	5	0
Is. Rossa	8.710	38.915	Calcaire	54	0,11	0.6	1	0
Toro	8.407	38.863	Siliceux	111	0,13	10	1	0
Cavoli	9.526	39.081	Siliceux	41	0,425	0.7	5	0
Foradada	8.149	40.576	Calcaire	131	0,055	0.3	2	0
S. Macario	9.026	39.001	Siliceux	31	0,025	0.5	2	0

siliceuses a été estimée au moyen de l'analyse non paramétrique MRPP (Zimmermann & al. 1985). Cinq îles ont un substratum lithologique mixte, calcaire et siliceux, et partant ont été exclues de l'analyse.

Dans le but de mettre en évidence les différences éventuelles déterminées soit par le type de substratum soit par l'âge géologique, les îles ont été réunies en deux catégories, à savoir les îles calcaires et siliceuses, et encore paléozoïques, mésozoïques et néozoïques. La comparaison entre les moyennes calculées pour la dissemblance floristique et la distance île-continent ou bien île-île principale a été exécutée au moyen de l'analyse univariée de la variance (ANOVA), en appliquant dans le cas de plus de comparaisons la correction Tukey-Kramer. Avant cette analyse, les données ont été log-transformées dans le but de normaliser leur distribution.

Dans le but d'identifier de façon indirecte quels sont les gradients écologiques majeurs qui se répercutent sur la flore muscinale des îles, elles ont été ordonnées au moyen de "Non-metric multidimension scaling" (NMDS) (Faith & al. 1987). D'après le taux de diminution du "stress" ont été extrait quatre axes, dont seulement les deux mieux corrélés avec les espèces ont été employés pour représenter l'ordinogramme.

Toutes les hypothèses nulles vérifiées ont été refusées ou bien acceptées au niveau 0,01 de probabilité alpha. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le software SAS/STAT 7.0 (SAS Institute 1998), excepté l'analyse MRPP, réalisée avec le programme PC-ORD 3.1 (McCune & Mefford 1997).

Résultats

Le test de Mantel met en évidence une association positive très faible ($Z_{obs}/Z_{perm} = 1.0084$) et pas significative (0.035804) entre la dissemblance Sørensen et la distance euclidienne calculée pour tous les couples possibles d'îles. Par conséquent, la migration des mousses même entre îles voisines semble très basse et l'hypothèse selon laquelle la dissemblance floristique entre les îles devrait être proportionnelle à la distance entre elles, n'est pas confirmée. Nos résultats se révèlent équivalents à ceux présentés par Médail & Vidal (1998) pour les îles de la Méditerranée occidentale, au sud-est de la France.

Comme il était à prévoir, le nombre des espèces muscinales croît proportionnellement avec la surface de l'île en espace logarithmique (Fig. 1). La pente relativement élevée de la ligne de régression ($z = 0.38$) est un signe de la grande dissemblance floristique entre les îles, étant donné que avec une petite augmentation de la surface de l'île on a un remarquable accroissement du nombre d'espèces. En accord avec Diamond & May (1976), cette tendance confirme la faible migration des mousses entre les îles, mais il peut être du aussi aux considérables différences concernant le temps passé de la formation des îles mêmes. Cependant, la valeur relevée de la pente de la ligne est comprise dans l'intervalle de variation 0,25–0,45, obtenue jusqu'à présent dans les études de biogéographie insulaire et valable pour beaucoup de catégorie d'organismes (Abbott 1983; Rosenzweig 1995).

D'après les données obtenues, la richesse muscinale est positivement corrélée avec l'altitude maximale de l'île (Fig. 2), en conformité avec l'hypothèse que les reliefs orographiques déterminent une hétérogénéité croissante des habitats. Cependant, cette corrélation est due presque totalement à la condition physique de l'île étant donné que, plus

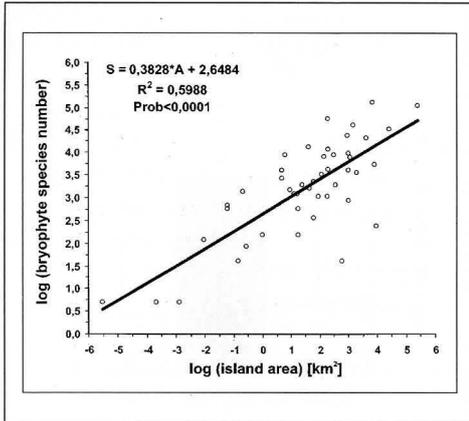


Fig. 1. Régression linéaire en espace logarithmique: la pente montre que le nombre des espèces muscinales croît proportionnellement avec la surface de l'île.

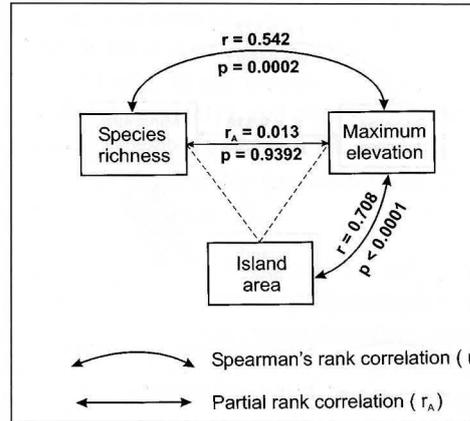


Fig. 2. Corrélation entre le nombre d'espèces muscinales et l'altitude maximale de l'île.

une île est élevée, plus étendue est sa surface. L'importance de l'altitude maximale est annulée par l'influence de la surface de l'île, parce que la corrélation partielle entre le nombre d'espèces muscinales et l'altitude maximale (en contrôlant en même temps l'influence de la surface) dévient presque nulle.

Tout à fait inattendue est par contre la corrélation positive qui existe entre la richesse muscinale et la distance du continent ou bien de l'île majeure (Fig. 3). Responsable de cette étrange relation est toujours la grandeur des îles, étant donné que les îles les plus éloignées sont aussi les plus grandes. En effet, en tenant compte de l'effet de la surface, la corrélation partielle entre le nombre des espèces et la distance du continent devient non significative, mais ne change pas son signe. Ce trend, au contraire de ce qui est soutenu par la théorie de la biogéographie insulaire, pourrait être du en partie à l'âge plus vieille et à l'influence mineure de l'homme, qu'on trouve dans les îles éloignées. En effet, les îles du Mésozoïque sont en moyenne significativement plus éloignées du continent que celles de l'âge néozoïque (Fig. 4). D'autre part, les îles les plus anciennes (Paléozoïque) et potentiellement plus riches d'espèces, bien qu'elles soient parmi les moins éloignées du continent, ont probablement subi une exploitation agricole, forestière et touristique élevée, avec des conséquences évidentes sur la richesse muscinale. Ces considérations, pour l'instant, rendent plausible l'hypothèse mentionnée auparavant. Selon MacArthur & Wilson (1967), l'effet dû à l'éloignement peut être diminué par la présence d'îles relais ("stepping stone islands"), situées à des distances intermédiaires, qui réduisent ainsi la distance effective île-continent.

La présence de deux espèces endémiques (*Rhynchostegium strongylense* et *Thamnobryum cossyrense*) seulement en cinq îles a empêché de mettre en évidence si l'isolement du continent a favorisé la spéciation.

La ressemblance floristique à l'intérieur des deux groupes d'îles (exclusivement calcaire et siliceuses) est très faible (Fig. 5), parce que le coefficient d'homogénéité a une

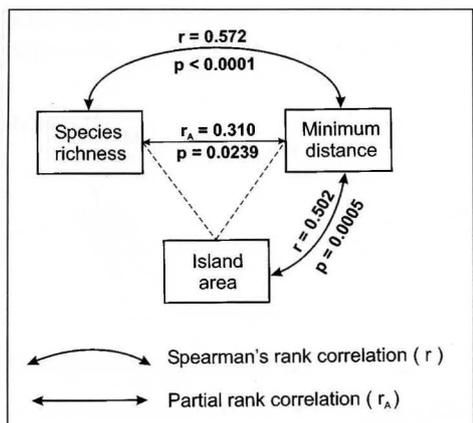


Fig. 3. Corrélation entre la richesse muscinale et la distance du continent ou bien de l'île majeure.

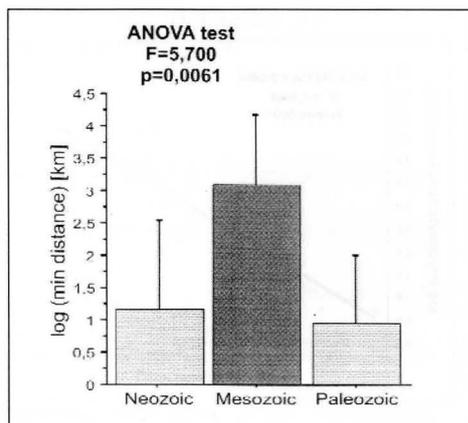


Fig. 4. Moyennes pondérées des distances minimales du continent des trois groupes d'îles distingués en fonction de l'âge géologique.

valeur très petite, mais de toute façon statistiquement significative. Par contre, la richesse muscinale moyenne n'est pas significativement différente des deux groupes distingués auparavant (Fig. 6). Cependant, la salinité des profils de sol doit agir localement sur la répartition de la végétation, de même que l'enrichissement en composés azotés ou phosphatés d'origine avienne (Vidal & al. 1998). Le facteur édaphique principal déterminant la composition des phytocénoses insulaires demeure la teneur en chlorure de sodium du sol, ce dernier taux devant jouer un rôle sélectif beaucoup plus important que la nature du substrat géologique (Buckley 1985).

Dans l'espace déterminé des deux premiers axes d'ordination, les îles se disposent selon l'humidité du substrat et la grandeur des îles mêmes. Parmi toutes les espèces, l'axe 1 est celui qui est le mieux corrélé avec la fréquence de *Grimmia lisa*e et avec celle de *Pottia davalliana*, c'est-à-dire deux espèces à exigences écologiques contrastées: respectivement termoxérophile et mésophile. L'axe 2 par contre semble être corrélé avec la surface des îles, parce que la séparation entre les grandes îles (triangle plein) et les petites (petit carré) est assez évidente (Fig. 7).

Discussion

La ressemblance floristique entre les îles, ainsi que leur richesse muscinale, dépend surtout de leur grandeur, sans que le voisinage réciproque, la distance du continent et la trophicité potentielle du substratum aient une influence appréciable.

La Figure 1 montre que le nombre des espèces reste constant jusqu'à une superficie de 0,135 km² ca. MacArthur & Wilson (1967) soulignent aussi la faible augmentation de la richesse spécifique jusqu'à une superficie critique, phénomène dénommé "small-islands effect"; ils suggèrent qu'en dessous d'une certaine taille, les îles connaissent une grande variabilité des conditions environnementales pouvant périodiquement détruire la totalité des biocénoses. Selon Médail & Vidal (1998) en dessous de 0,2 ha, les îles peuvent n'abriter

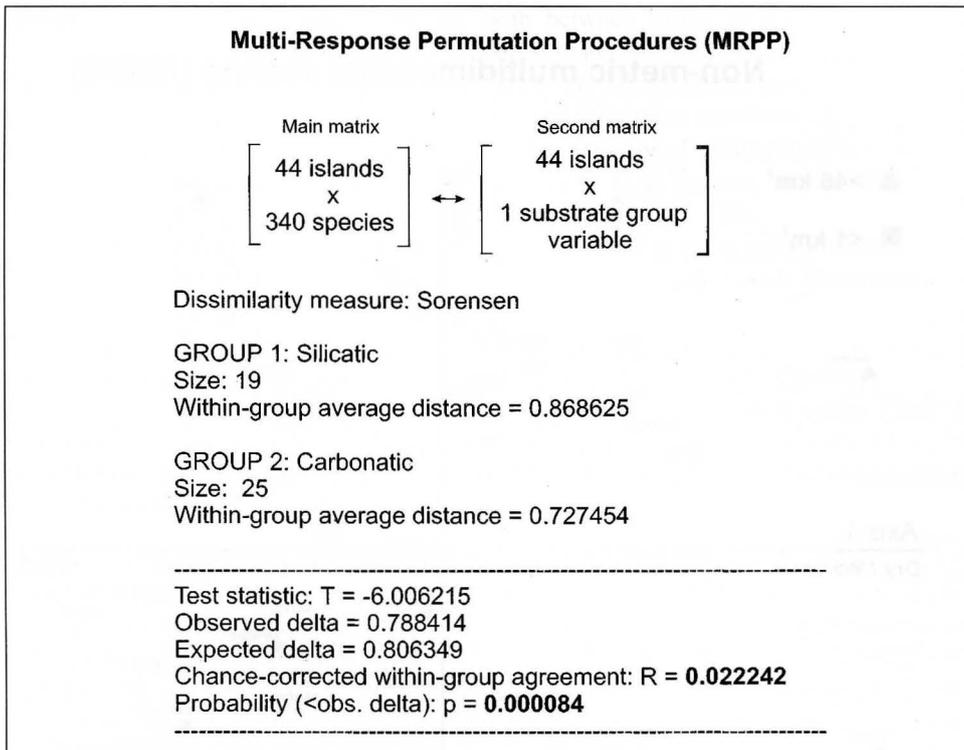


Fig. 5. Ressemblance floristique à l'intérieur des deux groupes d'îles (calcaires et siliceuses) avec l'analyse MRPP.

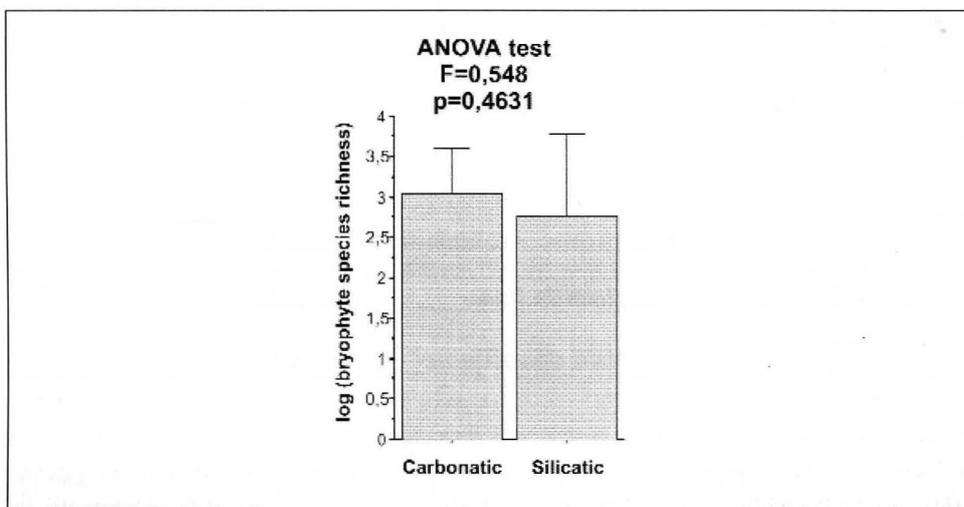


Fig. 6. Richesse muscinale moyenne des deux groupes de îles (calcaires et siliceuses).

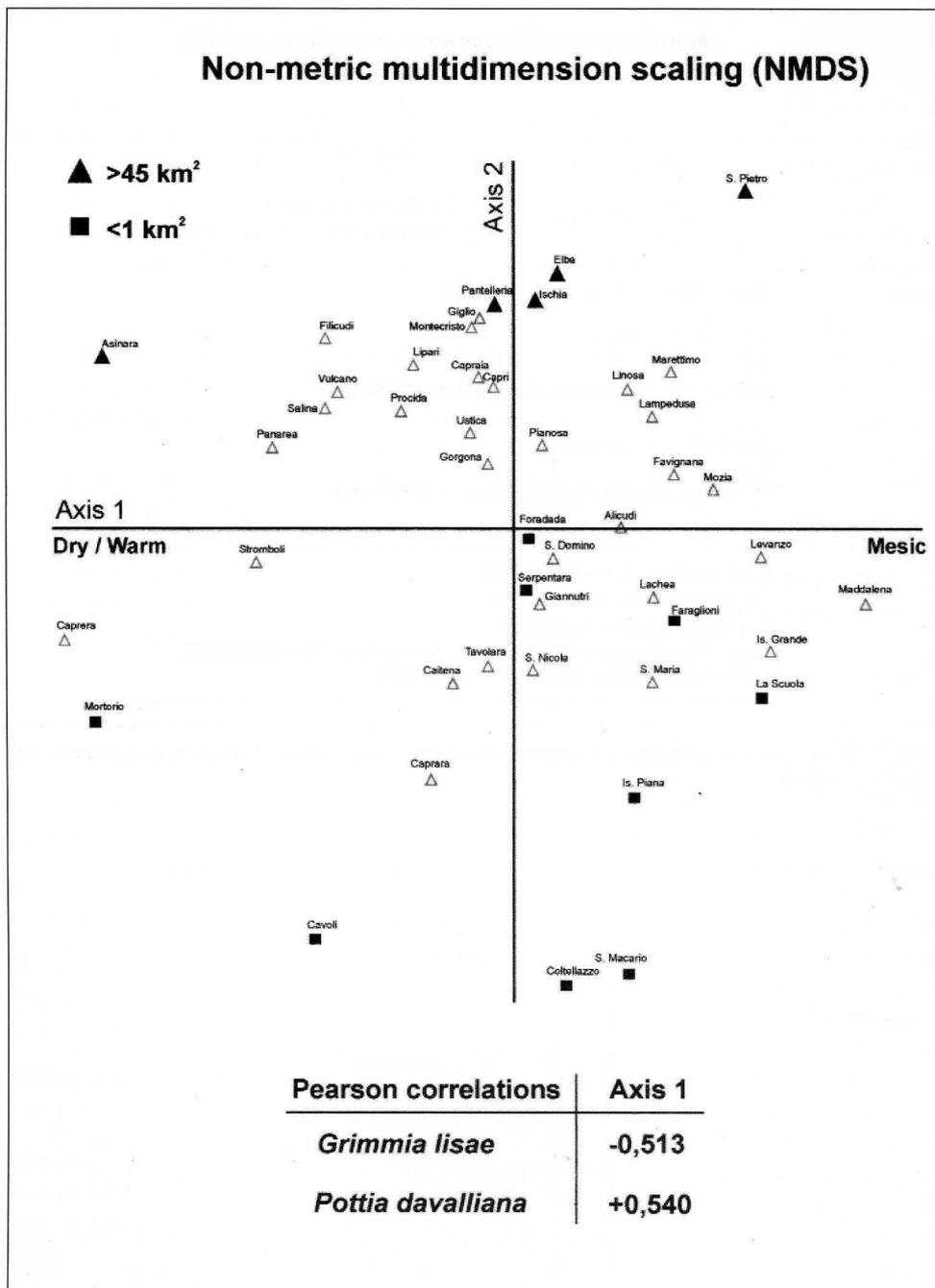


Fig. 7. "Non-metric multidimension scaling" (NMDS) des îles dans l'espace déterminé des deux premiers axes d'ordination: les îles se disposent selon l'humidité du substrat et la grandeur des îles mêmes.

aucune espèce végétale. De plus, tant que les conditions de stress (salinité élevée, omniprésence du vent) prédominent sur l'ensemble des îles, seules les espèces tolérantes aux stress, halonitrophiles ou halorésistantes peuvent survivre (Médail 1996).

Une répartition particulière de la surface et de l'âge géologique des îles, en rapport à leur éloignement du continent, est en état de renverser le rapport négatif présumable entre la richesse floristique et l'isolement géographique des îles.

Malgré l'isolement des îles, renforcé par la faible migration des mousses, les endémiques sont assez rares, probablement à cause de la faible disponibilité des milieux humides et du temps relativement court de l'isolement (Schofield 1985). En effet, les deux espèces endémiques (*Rhynchostegium strongylense* et *Thamnobryum cossyrense*) sont liées à milieux mésiques ou humides.

De plus, le faible pourcentage d'endémiques peut dépendre du fait que les îles prises en considération sont surtout continentales (dans le passé elles faisaient partie du continent) et pas des îles typiquement océaniques (c'est à dire qui se sont formées indépendamment et loin des masses continentales). Finalement, on peut penser que la spéciation ait été inhibée par l'évolution très lente (et parfois "en cul de sac") des Bryophytes, surtout dans le cas d'espèces monoïques ou bien avec une reproduction sexuée presque absente (Longton 1976).

Il n'y a pas de doute à propos de la potentialité des spores des Bryophytes d'être transportées par les courants d'air à des distances brèves ou moyennes, surtout en rapport avec leurs petites dimensions. Gregory (1973) a apporté de nombreuses preuves au sujet de spores, soit de champignons soit de mousses, recueillies à beaucoup de kilomètres d' hauteur.

La faible capacité de dispersion anémochore des mousses entre les îles est sûrement liée aussi à la biologie et stratégie des espèces xérophiles ("annual shuttle species"), comme le sont en grande partie les méditerranéennes (During 1979; Vitt 1968). Ces dernières tendent à produire des spores plus grandes, à former une soie plus courte et une capsule immergée et à abandonner la reproduction au moyen de propagules ou de protonéma persistant.

En dehors de la grandeur des îles mêmes, les facteurs historiques et stochastiques semblent avoir eu un rôle important dans la détermination de la flore muscinale actuelle des petites îles italiennes. Le seul facteur écologique individualisé, qui produise une différenciation floristique, est l'humidité du substratum.

La situation géographique et la topographie des îles, avec comme corollaire l'exposition aux embruns, jouent vraisemblablement un rôle non négligeable dans l'organisation de la richesse végétale (Williamson 1981), mais ces variables ne sont pas considérées dans la théorie de biogéographie insulaire de MacArthur et Wilson. Abbott (1980) a trouvé qu'à superficie et éloignement du continent identiques, les îles protégées des embruns par une digitation du continent ou par une île plus importante possédaient un nombre plus élevé de végétaux.

Parmi les facteurs non considérés faute des données, le facteur humain, exprimé par le moyen de flux touristiques saisonniers, le pourcentage de surface cultivée, le nombre des animaux domestiques, le pourcentage de la couverture forestière, etc. a eu sûrement une influence pas négligeable sur la flore muscinale des îles.

Les résultats précédents reflètent le niveau actuel des connaissances bryo-chorologiques

et pourtant de nouvelles découvertes d'espèces pourraient changer certains patrons bryogéographiques relevés.

Références bibliographiques

- Abbott, I. 1980: The transition from mainland to island, illustrated by the flora and landbird faune of headlands, peninsulas and islands near Albany, Western Australia. — *J. R. Soc. West Aust.* **63**: 79-92.
- 1983: The meaning of z in species/area regressions and the study of species turnover in island biogeography. — *Oikos* **41**: 385-390.
- Adersen, H. 1995: Research on islands: classic, recent, and prospective approaches. — Pp. 7-21 in Vitousek, P. M., Loope, L. L., Adersen, H. (ed.), *Islands. Biological diversity and ecosystem function*. — *Ecol. Stud.* **115**.
- Blondel, J. 1986: *Biogéographie évolutive*. — Paris.
- Buckley, R. C. 1985: Distinguishing the effects of area and habitat type on island plant species richness by separating floristic elements and substrate types and controlling for island isolation. — *J. Biogeogr.* **12**: 527-535.
- Diamond, J. M. 1975: Assembly of species communities. — Pp. 342-443 in Cody, M. L. & Diamond, J. M. (ed.), *Ecology and evolution of communities*. — Cambridge, London.
- & May, R. M. 1976: Island biogeography and the design of natural reserves. — Pp. 163-186 in: May, R.M. (ed.), *Theoretical ecology*. — Philadelphia.
- During, H.J. 1979: Life strategies of bryophytes: a preliminary review. — *Lindbergia* **5**: 2-18.
- Faith, D. P., Minchin, P. R., Belbin, L. 1987: Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. — *Vegetatio* **69**: 57-68.
- Gregory, P. H. 1973: *The microbiology of the atmosphere*. — Leonard Hill Books.
- Longton, R. E. 1976: Reproductive biology and evolutionary potential in bryophytes. — *J. Hattori Bot. Lab.* **41**: 205-223.
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. 1967: *The theory of island biogeography*. — Princeton.
- McCune, B. & Mefford, J. 1997: *Multivariate analysis of ecological data. PC-ORD version 3.01*. — MjM Software, Gleneden Beach.
- Médail, F. 1996: *Structuration de la biodiversité de peuplements végétaux méditerranéens en situation d'isolement*. — Thèse de doctorat en sciences, Université d'Aix-Marseille III, Marseille.
- & Quézel, P. 1997: Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. — *Ann. Mo. Bot. Gard.* **84**: 112-127.
- & Vidal, É. 1998: Organisation de la richesse et de la composition floristiques d'îles de la Méditerranée occidentale (sud-est de la France). — *Can. J. Bot.* **76**: 321-331.
- Patterson, B. D. 1990: On the temporal development of nested subset patterns of species composition. — *Oikos* **59**: 330-342.
- Rosenzweig, M. L. 1995: *Species diversity in space and time*. — Cambridge.
- SAS Institute 1998: *SAS Online Doc (TM), version 7.00*. — SAS Institute Inc., Cary.
- Schofield, W. B. 1985: *Introduction to Bryology*. — MacMillan.
- Shafer, C. L. 1990: *Nature reserves. Island theory and conservation practice*. — Washington, London.
- Sørensen, T. 1948: A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. — *Biol. Skr.* **5**: 1-34.
- Vidal, E., Médail, F., Tatoni, T., Vidal, P. & Roche, P. 1998: Functional analysis of the newly established plants induced by nesting gulls on Riou archipelago (Marseille, France). — *Acta Oecol.* **19**: 241-250.

- Vitt, D. H. 1968: Sex determination in mosses. — *Michigan Botanist* **7**: 195-203.
- Whittaker, R. J. 1992: Stochasticism and determinism in island ecology. — *J. Biogeogr.* **19**: 587-591.
- Williamson, M. H. 1981: *Island populations*. — Oxford.
- Zimmerman, G. M., Goetz, H. & Mielke, P. W. 1985: Use of an improved statistical method for group comparisons to study effects of prairie fire. — *Ecology* **66**: 606-611.

Adresses des auteurs:

M. Aleffi, C. Cortini Pedrotti, Department of Botany and Ecology, University of Camerino, Via Pontoni 5, 62032 Camerino, Italy.

D. Gafta, Department of Plant Biology, "Babeş-Bolyai" University, Republic Street 42, 3400 Cluj-Napoca, Romania.