

Paola Aiello, M. Giovanna Dia & Francesco M. Raimondo

Recherches synécologiques sur la bryoflore des milieux anthropisés de la Sicile

Abstract

Aiello, P., Dia, M. G. & Raimondo, F. M.: Synecological investigations of the bryoflora of man-made habitats in Sicily [in French]. – *Boccone* 5: 895-904. 1997. – ISSN 1120-4060.

The bryophyte vegetation carpeting the traditional macadam alleys of 10 historical gardens in the city of Palermo, and its variation as a function of different microenvironments, have been analysed. Four types of communities can be distinguished, all pertaining to the class *Barbuletea unguiculatae*. The first, characterized by *Scorpiurium circinatum*, occurs on areas relatively undisturbed by trampling, on more heavily trampled, moister ground a community with *Riccia crystallina* and *Sphaerocarpos michelii* predominates. Two closely related communities occur where a soil layer covers the macadam: one in more sunny situations where substratum is frequently disturbed and heterogeneous, in which *Didymodon vinealis*, *D. luridus*, and *Aloina rigida* prevail; the other on more compact, drier soil, where the dominant species is *Riccia lamellosa*. The bryophyte flora of these man-made habitat is of considerable interest owing to the presence of some rare species, and warrants conservational efforts to be made in view of its preservation.

Introduction

Les rares études qui existent sur les bryophytes des habitats anthropisés en Sicile se sont concentrées sur les sites archéologiques (Not & Ottonello 1989) et les monuments d'intérêt historique et artistique (Dia & Not 1991, Rossella Lo Giudice & al. 1994). Ce n'est que tout récemment, et pour la seule ville de Catane, que la bryoflore urbaine dans son ensemble a fait l'objet d'une étude (Rosa Lo Giudice 1993, 1994). A l'exception de ce dernier, les travaux cités avaient pour but principal l'investigation de la biodétérioration de monuments en pierre et des mesures visant à leur conservation et restauration.

Nos recherches synécologiques portent sur la bryoflore qui colonise un milieu très spécialisé et sélectif: les allées des jardins historiques de la ville de Palerme (Fig. 1). Elles ont en commun un type particulier de pavage, localement désigné du terme "macadam", obtenu par fracturation, mouillage puis compactage de roches calcaires. Sur ce substrat s'installent des communautés végétales caractérisées par la prédominance d'espèces cryptogamiques, bryophytes en particulier, sur l'élément phanérogamique.

Données climatiques

De par sa position géographique, Palerme jouit d'hivers courts et doux et de températures modérées. Les relevés du centre météorologique sis à l'Observatoire Astronomique de Palerme, pendant une période de vingt ans (1950-69), indiquent une température moyenne annuelle de 18°C, avec une moyenne des températures maximum de 21,3°C et une moyenne des températures minimum de 14,6°C; de même qu'une pluviosité moyenne annuelle de 642 mm, concentrée sur la période hivernale. L'humidité de l'air (68,9 % en moyenne) est élevée pendant toute l'année, grâce à l'apport des brises maritimes saturées de vapeur d'eau. Ce climat s'encadre dans le type défini xéro-thermoméditerranéen par Bagnouls & Gaussen (1957), avec une période chaude et sèche qui dure près de quatre mois, de mai à août (Aruta & Moroni 1981).

Matériel et méthodes

La flore a été étudiée sur les allées de 10 jardins historiques parmi les plus célèbres de la ville de Palerme, individualisés sur le plan de la Fig. 2.

Nous avons effectué nos relevés des communautés végétales selon la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet (1951). Ces relevés ont été effectués sur des surfaces d'étendue variable (4 à 6 dm²), entre janvier et avril.

Nous avons identifié à priori quelques microenvironnements à caractéristiques particulières (ombrosité, humidité, présence d'une couche de sol, sa compacité et disconti-



Fig. 1. Allée en "macadam", présentant un exemple des types de végétation étudiés.

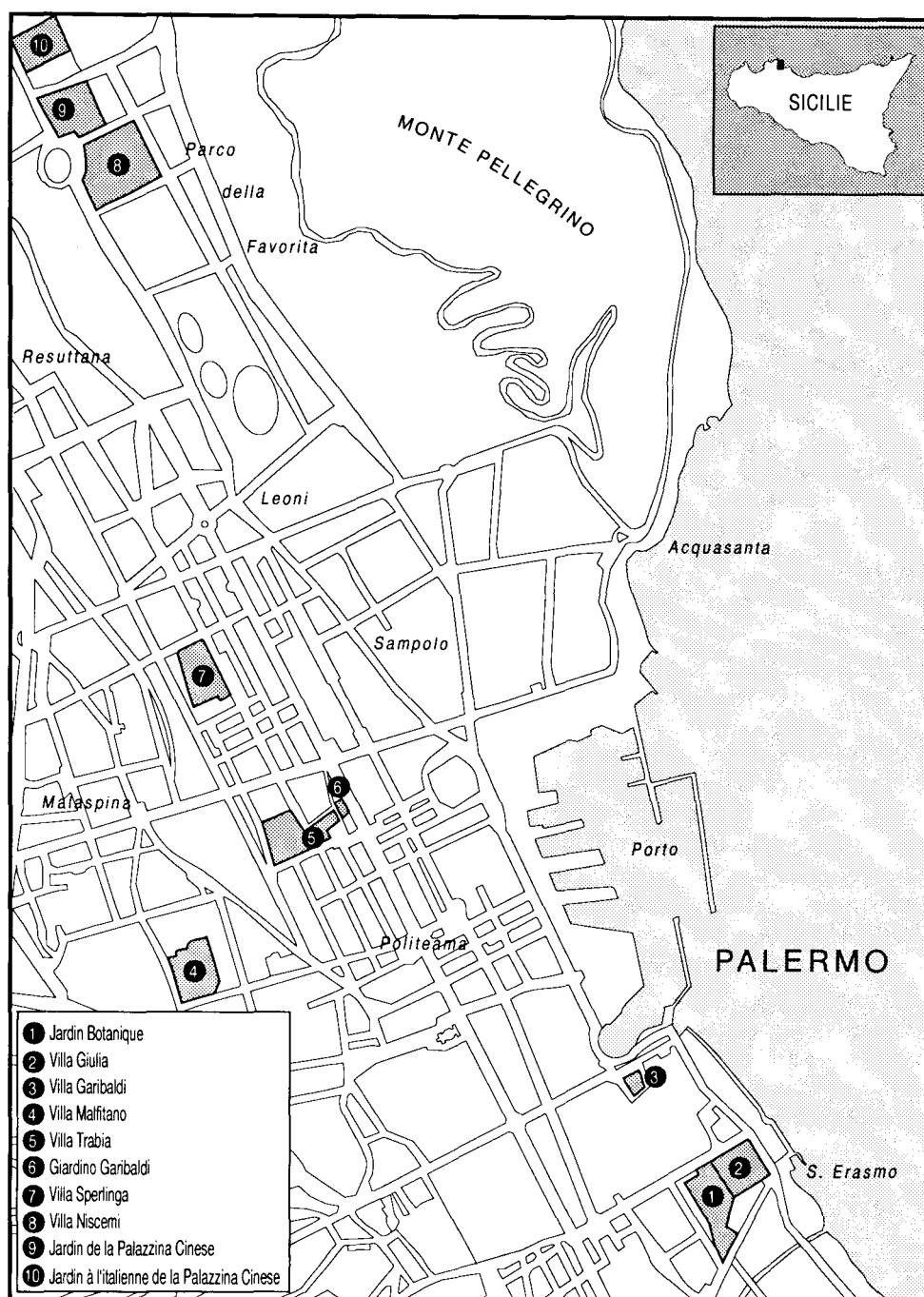


Fig. 2. Plan de la ville de Palerme, montrant l'emplacement des jardins historiques étudiés.

Tableau 1. Groupement à *Scorpiurium circinatum*. – Relevés: 1, 5 = Jardin Botanique; 2, 3 = Villa Malfitano; 4 = jardin en face de la Palazzina Cinese; 6 = Villa Trabia. – F = classe de fréquence.

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	F
surface (dm ²)	6	5,6	4	4	5,6	6	
recouvrement (%)	98	90	100	95	95	95	
nombre d'espèces	8	5	9	4	7	4	
<i>Scorpiurium circinatum</i>	2.2	3.3	5.5	4.4	3.3	3.3	V
<i>Fissidens viridulus</i>	3.3	.	+2	3.3	3.3	3.3	V
<i>Tortula marginata</i>	2.2	2.2	+2	+2	1.2	.	V
<i>Barbula convoluta</i>	+	.	.	+	+	.	III
<i>Rhynchostegiella curviseta</i>	.	3.3	+2	.	.	2.2	III
<i>Fissidens limbatus</i> var. <i>bambergeri</i>	.	3.3	.	.	2.2	.	II
<i>Didymodon vinealis</i>	+	.	1.2	.	.	.	II
<i>Didymodon acutus</i>	+	.	+	.	.	.	II
<i>Didymodon luridus</i>	.	.	+	.	.	.	I
<i>Tortula vahlana</i>	.	.	+	.	.	.	I
<i>Collema</i> sp.	2.1	.	.	.	.	.	I
<i>Algae</i> sp.	3.3	.	.	.	.	.	I
<i>Poa annua</i>	.	+	.	.	+	+	III
<i>Galium murale</i>	.	.	1.1	.	.	.	I
<i>Sagina procumbens</i>	.	.	.	.	+	.	I

nuité) pour orienter notre choix des surfaces à étudier, visant d'une part à un échantillonnage complet de la diversité du milieu et du recouvrement végétal, d'autre part à la prise en considération de conditions apparemment intermédiaires, de manière à mettre en évidence d'éventuelles transitions continues entre les groupements végétaux identifiés.

Les relevés qui se sont avérés significatifs ont été reportés dans les Tableaux 1-4. Ceux qui expriment de manière moins bien définie les caractéristiques du milieu en ont été écartés. Un tableau récapitulatif des relevés, avec liste complète des espèces, met en évidence les relations floristiques entre les communautés (Tableau 5).

La nomenclature adoptée est celle de Corley & al. (1981) et Corley & Crundwell (1991) pour les mousses, de Grolle (1983) pour les hépatiques. Des échantillons-témoins ont été déposés dans l'Herbarium Mediterraneum Panormitanum à Palerme (PAL).

Financial support by the Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica (60 %) is gratefully acknowledged.

Résultats

Sur la base des relevés effectués, quatre groupements principaux ont été reconnus, bien différenciés au point de vue écologique.

Le premier (Tableau 1) s'établit directement sur le "macadam" où les conditions d'humidité sont moyennes. Là où les effets du piétinement sont limités, le long des bords

Tableau 2. Communautés dominées par *Riccia crystallina*. – Relevés: 1 = Villa Malfitano; 2, 3 = Villa Falcone-Morvillo; 4 = Villa Giulia; 5 = Villa Trabia; 6, 7 = jardin en face de la Palazzina Cinese. – F = classe de fréquence.

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	7	F
surface (dm ²)	4	4	4	4	5,6	4,2	4	
recouvrement (%)	97	80	85	60	70	65	65	
nombre d'espèces	17	8	8	10	6	11	10	
<i>Riccia crystallina</i>	1.2	1.2	5.4	2.3	3.3	1.2	1.2	V
<i>Sphaerocarpos michelii</i>	+2	1.2	+	1.2	1.2	1.1	1.2	V
<i>Phaeoceros laevis</i>	4.4	.	.	.	1.2	+	.	III
<i>Trichostomum crispulum</i>	1.2	+	.	.	.	+	2.2	III
<i>Barbula convoluta</i>	.	.	+2	1.2	1.2	.	.	III
<i>Riccia lamellosa</i>	.	.	.	+2	.	+	1.2	III
<i>Didymodon vinealis</i>	1.2	+	.	+2	.	.	.	II
<i>Lunularia cruciata</i>	1.2	.	.	.	.	.	1.1	II
<i>Fissidens viridulus</i>	+2	.	.	.	.	.	+	II
<i>Bryum caespitium</i>	1.2	.	.	.	.	1.2	.	II
<i>Gymnostomum viridulum</i>	.	5.5	.	+2	.	.	.	II
<i>Aloina rigida</i>	+	.	.	.	.	+	.	II
<i>Fossombronia caespitiformis</i>	.	.	.	.	.	.	1.2	I
<i>Pottia davalliana</i> var. <i>conica</i>	+2	.	.	.	.	.	.	I
<i>Pseudocrossidium horschuchianum</i>	+2	.	.	.	.	.	.	I
<i>Tortula muralis</i> var. <i>aestiva</i>	.	.	.	+2	.	.	.	I
<i>Pseudocrossidium revolutum</i>	.	.	+2	.	.	.	.	I
<i>Scorpiurium circinatum</i>	+2	.	.	.	.	.	.	I
<i>Dicranella howei</i>	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Riccia sorocarpa</i>	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Algae</i> sp.	+2	+	+2	+2	1.2	3.3	.	V
<i>Collema</i> sp.	+	+	+	1.2	.	2.2	1.2	V
<i>Sagina procumbens</i>	1.1	1.2	2.2	1.1	.	1.1	2.1	V
<i>Arabidopsis thaliana</i>	1.1	.	.	.	.	1.1	.	II
<i>Poa annua</i>	.	.	1.1	.	+	.	.	II
<i>Galium murale</i>	.	.	.	.	.	.	+	I

des allées et sur les allées peu fréquentées toutes entières, ce groupement recouvre des surfaces très étendues. La mousse la plus constante y est le pleurocarpe *Scorpiurium circinatum*, qui forme des tapis presque continus parsemés de colonies de *Tortula marginata* et *Fissidens viridulus*, ce dernier atteignant des valeurs de couverture plus importantes dans les endroits les plus ombragés. *Fissidens limbatus* var. *bambergeri* et *Rhynchostegiella curviseta* peuvent occasionnellement jouer un rôle significatif. L'étendue et la compacité des tapis de mousse n'admettent la présence de trachéophytes que de façon sporadique. De même, les lichens et les algues ne se rencontrent qu'occasionnellement, bien que ces dernières puissent coloniser des surfaces relativement étendues avant d'être, en toute probabilité, supplantées par les bryophytes.

Tableau 4. Communautés affines au *Ricciétum atromarginato-lamellosae*.
 – Relevés: 1 = “Giardinetto all’italiana” de la Palazzina Cinese; 2, 5 = jardin en face de la Palazzina Cinese; 3 = Villa Sperlinga; 4 = Jardin Botanique; 6 = Villa Giulia. – F = classe de fréquence.

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	F
surface (dm ²)	4	4	5,6	5,6	4	4	
recouvrement (%)	90	80	90	80	85	90	
nombre d'espèces	15	18	13	9	20	16	

Caractéristiques d'alliance, ordre et classe:

<i>Riccia lamellosa</i>	1.2	1.2	4.4	3.3	+	3.3	V
<i>Didymodon vinealis</i>	1.2	+2	1.2	+2	1.2	+2	V
<i>Barbula convoluta</i>	1.2	+2	+2	.	1.2	1.2	V
<i>Trichostomum crispulum</i>	1.2	1.2	.	+2	1.2	+2	V
<i>Didymodon luridus</i>	+2	+2	1.2	1.2	.	+2	V
<i>Aloina rigida</i>	.	+	1.1	.	+	.	III
<i>Didymodon acutus</i>	1.2	.	.	.	+	.	II
<i>Pseudocrossidium hornschruchianum</i>	.	.	.	.	1.2	+2	II
<i>Gymnostomum viridulum</i>	.	+2	1.2	.	.	.	II
<i>Fissidens viridulus</i>	1.2	.	.	+	.	.	II
<i>Pottia starkeana</i>	.	.	.	.	2.2	.	I
<i>Riccia sorocarpa</i>	.	.	.	.	.	+	I

Autres espèces:

<i>Riccia nigrella</i>	3.3	1.2	.	+	2.3	+	V
<i>Bryum caespitium</i>	.	.	1.2	+2	1.2	1.2	IV
<i>Lunularia cruciata</i>	1.2	2.2	.	.	1.2	+2	IV
<i>Sphaerocarpos michelii</i>	1.2	+	1.2	.	+	.	IV
<i>Pottia davalliana</i> var. <i>conica</i>	+2	.	.	.	1.2	.	II
<i>Phaeoceros laevis</i>	.	1.2	.	.	.	.	I
<i>Pottia recta</i>	.	1.2	.	.	.	.	I
<i>Riccia crystallina</i>	.	.	.	.	+2	.	I

Espèces des *Tortulo-Aloinetalia bifrontis*

<i>Dicranella howei</i>	1.2	1.2	1.2	+2	1.2	.	V
<i>Fossombronia caespitiformis</i>	1.2	.	.	.	+2	1.1	III
<i>Crossidium crassinerve</i>	.	.	.	.	.	+2	I
<i>Trichostomopsis aaronis</i>	.	.	.	.	.	+	I
<i>Collema</i> sp.	1.2	1.2	1.2	.	+	1.1	V
<i>Algae</i> sp.	1.2	1.2	.	.	1.2	.	III
<i>Sagina procumbens</i>	3.2	1.1	2.1	1.1	1.1	2.1	V
<i>Poa annua</i>	.	2.1	1.1	+	2.1	1.1	V
<i>Galium murale</i>	.	.	+	.	.	.	I
<i>Arabidopsis thaliana</i>	.	.	.	.	+	.	I

Tableau 5. Aperçu synthétique des espèces relevées, avec leurs classes de fréquence. – A, relevés du Tabl. 1; B, du Tabl. 2; C, du Tabl. 3; D, du Tabl. 4.

	A	B	C	D
<i>Aloina rigida</i> (Hedw.) Limpr.	.	II	V	III
<i>Barbula convoluta</i> Hedw.	III	III	IV	V
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	.	.	I	.
<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	.	II	I	IV
<i>Cephaloziella baumgartneri</i> Schiffn.	.	.	II	.
<i>Crossidium crassinerve</i> (De Not.) Jur.	.	.	II	I
<i>Dicranella howei</i> Renauld & Cardot	.	I	II	V
<i>Didymodon acutus</i> (Brid.) K. Saito	II	.	IV	II
<i>Didymodon luridus</i> Hornsch.	I	.	V	V
<i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa	.	.	I	.
<i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) R. H. Zander	II	II	V	V
<i>Fissidens limbatus</i> var. <i>bambergeri</i> (Schimp. ex Milde) Düll	II	.	.	.
<i>Fissidens viridulus</i> (Sw.) Wahlenb.	V	II	.	II
<i>Fossombronia caespitiiformis</i> De Not. ex Rabenh.	.	I	III	III
<i>Gymnostomum viridulum</i> Brid.	.	II	IV	II
<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dumort.	.	II	II	IV
<i>Phaeoceros laevis</i> (L.) Prosk.	.	III	III	I
<i>Pottia davalliana</i> var. <i>conica</i> (Sm.) C. E. O. Jensen	.	I	I	II
<i>Pottia recta</i> (With.) Mitt.	.	.	I	I
<i>Pottia starkeana</i> (Hedw.) Müll. Frib.	.	.	.	I
<i>Pseudocrossidium horschuchianum</i> (Schultz) R. H. Zander	.	I	II	II
<i>Pseudocrossidium revolutum</i> (Brid.) R. H. Zander	.	I	.	.
<i>Rhynchostegiella curviseta</i> (Brid.) Limpr.	III	.	.	.
<i>Riccia crystallina</i> L.	.	V	.	I
<i>Riccia lamellosa</i> Raddi	.	III	.	V
<i>Riccia nigrella</i> DC.	.	.	.	V
<i>Riccia sorocarpa</i> Bisch.	.	I	I	I
<i>Scorpiurium circinatum</i> (Brid.) M. Fleisch. & Loeske	V	I	I	.
<i>Sphaerocarpos michelii</i> Bellardi	.	V	.	IV
<i>Targionia hypophylla</i> L.	.	.	I	.
<i>Tortula marginata</i> (Bruch & Schimp.) Spruce	V	.	.	.
<i>Tortula muralis</i> Hedw.	.	.	I	.
<i>Tortula muralis</i> var. <i>aestiva</i> Hedw.	.	I	I	.
<i>Tortula vahliana</i> (Schultz) Mont.	I	.	.	.
<i>Trichostomopsis aaronis</i> (Lorentz) Agnew & C. C. Towns.	.	.	.	I
<i>Trichostomopsis australasiae</i> (Hook. & Grev.) H. Rob.	.	.	II	.
<i>Trichostomum crispulum</i> Bruch	.	III	IV	V
<i>Algae</i> sp.	I	V	I	III
<i>Collema</i> sp. (Lichenes)	I	V	IV	V
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	.	I	II	I
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	.	.	I	.
<i>Galium murale</i> (L.) All.	I	II	IV	I
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	.	.	I	.
<i>Poa annua</i> L.	III	II	II	V
<i>Sagina procumbens</i> L.	I	V	IV	V

Dans les endroits où le piétinement est plus important, et la couche supérieure du substrat par conséquent plus compacte, et où s'avèrent des conditions stables de majeure humidité, on relève la présence d'un groupement caractérisé par les hépatiques *Riccia crystallina* et *Sphaerocarpos michelii*, où les mousses *Trichostomum crispulum*, *Barbula convoluta* sont aussi fréquentes (Tableau 2). Les algues, les lichens (*Collema* sp.) ainsi que la trachéophyte *Sagina procumbens* s'y retrouvent, avec des indices de couverture généralement assez bas.

Là où des couches de terreau s'accumulent sur le "macadam", pour des causes soit naturelles soit fortuites, on observe des types de végétation bien plus riches en espèces. On peut y observer deux bryocénoses distinctes, liées à des situations écologiques différentes.

Sur un substrat souvent dérangé et hétérogène, où l'ensoleillement est fort et l'humidité basse, les espèces les plus constantes sont *Didymodon vinealis*, *D. luridus* et *Aloina rigida*, avec présence fréquente de *Trichostomum crispulum*, *Didymodon acutus*, *Barbula convoluta*, *Gymnostomum viridulum* et de l'hépatique *Phaeoceros laevis*. Cette dernière, de par les dimensions considérables de son thalle, joue parfois un rôle important au point de vue physionomique. Enfin, la présence dans ce groupement d'un lichen (*Collema* sp.) et des trachéophytes *Sagina procumbens* et *Galium murale* est à remarquer (Tableau 3).

Sur des couches de sol plus compactes et plus sèches s'installe une communauté affine dont l'espèce dominante est le *Riccia lamellosa*, à côté duquel le *R. nigrella* atteint parfois des taux de couverture remarquables. Les mousses *Didymodon vinealis*, *Barbula convoluta*, *Trichostomum crispulum*, les trachéophytes *Sagina procumbens* et *Poa annua* ainsi qu'un lichen (*Collema* sp.) y jouent un rôle significatif (Tableau 4).

Discussion et conclusions

Le printemps, de janvier à avril, est la période pendant laquelle les communautés bryophytiques atteignent leur développement optimal. Déjà à partir du mois de mai, en effet, l'élément bryophytique, les hépatiques surtout, se trouve considérablement réduit suite au début de la période sèche. Les plantes vasculaires, thérophytes éphémères en leur majorité, atteignent en revanche leurs plus grandes dimensions en mai et juin, ce qui change notablement les rapports entre les degrés de couverture des deux éléments.

De par sa particularité, le milieu étudié présente une variabilité remarquable. La flore bryologique y est répartie en différentes communautés, parfois contiguës, en fonction des caractéristiques du microenvironnement (ensoleillement, piétinement, présence et épaisseur éventuelle d'une couche de terreau, humidité, parfois déterminée par la présence de robinets ou d'irrigation périodique). Toutes les communautés relevées peuvent se référer à l'ordre des *Barbuletalia unguiculatae* Hübschm. 1960 de la classe *Barbuletea unguiculatae* Mohan 1978. Celle-ci comprend des communautés bryophytiques terri- coles, pionnières, qui se développent sur des protosols à pH basique ou neutre. En particulier, les communautés figurant aux Tableaux 3 et 4 rentrent dans l'alliance *Grimaldion fragrantis* Sm. & Had. 1944 (= *Phascion mitriformis* (Waldh. 1947) Hübschm. 1960) et présentent des affinités, respectivement, avec le *Barbuletum convolutae* Had. & Sm. 1944 et avec le *Riccietum atromarginato-lamellosae* Ros & Guerra

1987. Les communautés traitées dans les Tableaux 1 et 2 sont plus difficiles à encadrer dans des unités syntaxonomiques définies, bien que la première puisse être assignée à l'alliance *Cephaloziello-Southbyon nigrellae* Guerra & Gil 1982.

Cette étude nous a permis d'identifier certaines espèces spéciales à ce milieu syn-anthropiques très particulier et qui revêtent un intérêt considérable, par exemple *Trichostomopsis aaronis* inconnu à ce jour en Italie en dehors de la ville de Palerme et, ailleurs en Europe, présent uniquement en Espagne; *Trichostomopsis australasiae*, dont la signalisation en ville de Palerme (Dia & Raimondo 1994) résulte être la seule en Italie; *Fissidens limbatus* var. *bambergeri*, présent en Sicile seulement à Palerme et dans une station des monts Madonie; et *Tortula vahliana*, espèce nouvelle pour la province de Palerme.

Les habitats étudiés, malgré leur nature artificielle, revêtent donc un intérêt biologique et environnemental considérable. Leur sauvegarde, à l'encontre de la tendance croissante à substituer le pavage des allées de type "macadam" par d'autres recouvrements, est à préconiser.

Références bibliographiques

- Aruta, L. & Moroni, M. A. 1981: Una indagine sul clima della Conca d'Oro (Palerme). – Palerme.
- Bagnouls, F. & Gaussen, H. 1957: Les climats biologiques et leur classification. – Ann. Géogr. **66**: 193-220.
- Braun-Blanquet, J. 1951: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, ed. 2. – Wien.
- Corley, M. F. & Crundwell, A. C. 1991: Additions and amendments to the mosses of Europe and the Azores. – J. Bryol. **16**: 337-356.
- , –, Düll, R., Hill, M. O. & Smith, A. J. E. 1981: Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. – J. Bryol. **11**: 609-689.
- Dia, M. G. & Not, R. 1991: Gli agenti biodeteriogeni degli edifici monumentali del centro storico della città di Palerme. 1. – Quad. Bot. Ambientale Appl. **2**: 3-10.
- & Raimondo, F. M. 1994: First record of two species of *Trichostomopsis* (Pottiaceae) from Sicily. – Fl. Medit. **4**: 21-24.
- Grolle, R. 1983: Hepatics of Europe including the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. – J. Bryol. **12**: 403-459.
- Lo Giudice, Rosa 1993: La florula briologica dei complessi monumentali del centro storico della città di Catania. – Giorn. Bot. Ital. **127**: 541.
- 1994: Contributo alla conoscenza della brioflora urbana di Catania. – Quad. Bot. Ambientale Appl. **3**: 3-10.
- Lo Giudice, Rossella, Aiello, P., Merlo, F. & Raimondo, F. M. 1994: Contributo alla conoscenza dei biodeteriogeni rilevati nei manufatti storico-artistici dell'Orto botanico di Palerme. – Quad. Bot. Ambientale Appl. **3**: 159-166.
- Not, R. & Ottonello, D. 1989: Osservazioni sulla colonizzazione lichenica e briofitica del Tempio della Vittoria di Imera (Sicilia). – Giorn. Bot. Ital. **123**: 161.

Adresse des auteurs:

Dr Paola Aiello, Prof. M. Giovanna Dia & Prof. Francesco M. Raimondo, Dipartimento di Scienze Botaniche, Via Archirafi 38, I-90123 Palerme, Italie.