

LE PEUPLEMENT ALGAL DU PORT DE PORT- VENDRES : RECHERCHES SUR L'AIRE MINIMALE QUALITATIVE

par

Charles-François Boudouresque et

Thomas Belsher

Laboratoire de Biologie végétale marine.
Faculté des Sciences de Marseille-Luminy,
13288 Marseille Cedex 2

Centre national
pour l'exploitation des Océans,
Station biologique, 29211 Roscoff

Résumé

Deux points sont déterminés sur la courbe aire-espèces : le point tel qu'à un accroissement de 20 p. 100 de la surface étudiée correspondrait une augmentation de 2 p. 100 du nombre des espèces (point Molinier 20/2), et le point tel qu'à un accroissement de 20 p. 100 de la surface étudiée correspondrait une augmentation de 1 p. 100 du nombre des espèces (point Molinier 20/1). Ces points sont indépendants de l'échelle choisie pour les coordonnées et de l'importance de la surface explorée. Ils représentent, par convention, les limites de l'intervalle de confiance de l'aire minimale.

Dans le port de Port-Vendres, l'aire minimale est ainsi comprise entre 64 et 140 cm². D'après des données tirées de la littérature, l'aire minimale de six autres peuplements phytobenthiques de Méditerranée est calculée grâce à cette méthode.

Ce travail s'intègre dans un ensemble de recherches sur le phyto-benthos du port de Port-Vendres (Pyrénées-orientales, France) (Belsher, 1977 a ; Belsher *et al.*, 1975).

Introduction

Le problème de l'aire minimale n'a été abordé qu'assez récemment en milieu marin et les données actuellement disponibles concernent presque exclusivement la Méditerranée.

Nous n'aborderons pas ici les problèmes théoriques que pose l'aire minimale : sa validité même, le choix d'une méthode, l'influence de la forme, de la contiguïté ou de l'imbrication des surfaces étudiées, les tentatives d'ajustement de la courbe aire-espèces à une fonction mathématique, etc., renvoyant pour cela à la très abondante littérature que les phytosociologues (surtout terrestres) leur ont consacrée (Calleja, 1962 ; Cain, 1943 ; Gleason, 1922, 1925 ; Goodall, 1952 ; Godron, 1970, 1971 ; Gounot, 1969 ; Gounot et Calleja, 1962 ; Guinochet, 1975 ; Tiixen, 1970, etc.). En ce qui concerne le milieu marin,

Aires minimales proposées par les auteurs pour diverses phytocénoses méditerranéennes (par localisation visuelle sur la courbe aire - espèces) ; détermination des points Molinier 20/2 et 20/1 d'après les données publiées. Lorsque la surface étudiée était insuffisante pour que le point Molinier 20/1 puisse être localisé, celui-ci a été remplacé par un point d'interrogation.

Station	Type de peuplement	Références bibliographiques	Aire minimale proposée par les auteurs	Pointa Molinier 20/2 et 20/1
Port-Vendres (Pyrénées-orientales)	Infralittoral portuaire	Boudouresque et Belsher	100 cm ²	64 et 140 cm ²
Ischia (Italie)	Infralittoral portuaire	Cinelli, Boudouresque et al. (1976)	100 à 150 cm ²	130 et 160 cm ²
Ischia (Italie)	Photophile superficiel de mode battu (ppt à <i>Cystoseira mediterranea</i>)	Cinelli, Fresi et al. (1976)	150 à 200 cm ²	140 et 200 cm ²
Port-Cros (Var)	Photophile infralittoral	Coppejans (1977) Dhondt (1976)	200 à 300 cm ²	200 et 300 cm ²
Banyuls (Pyrénées-orientales)	Photophile infralittoral	Coppejans (1977) Dhondt	200 à 300 cm ³	190 et 230 cm ²
Marseille (Bouches-du-Rhône)	Sciaphile superficiel de mode battu (ppt à <i>Schottera nicaeensis</i>)	Boudouresque et Luck (1972)	100 cm ²	160 et ?
Roches-Toreilles (Pyrénées-orientales)	Coralligène circalittoral	Boudouresque (1974)	500 cm ²	400 et ?

nous renvoyons à la bibliographie d'un travail antérieur (Boudouresque, 1974).

Le problème concret que nous posons ici — car il commence à peine à être soulevé en milieu marin — est celui-ci : *quelle est la plus petite surface pouvant donner une idée satisfaisante de la communauté ?* Plus précisément, dans le cas de l'aire minimale qualitative, on cherche à déterminer quelle est la surface à étudier pour obtenir la quasi-totalité des espèces présentes dans le peuplement.

Ce problème est tout particulièrement important en milieu marin, dans la mesure où le temps passé sous l'eau est limité, alors que le prélèvement d'un relevé (par grattage intégral) et surtout son tri au laboratoire sont extrêmement longs. S'il est grave d'effectuer des relevés trop petits (et donc non représentatifs du peuplement), des relevés trop grands représentent un énorme gaspillage de temps.

L'aire minimale qualitative, déterminée visuellement sur des courbes aire-espèces, est assez variable d'un peuplement à l'autre (Tableau 1). Il nous est donc paru indispensable de la déterminer pour le peuplement infralittoral superficiel dans le port de Port-Vendres.

Matériel et méthodes

Le relevé RB-106 a été effectué en août 1975, sur la paroi verticale du quai du Forgas, entre 0,10 et 0,30 m de profondeur, en exposition Sud-Est (Fig. 1).

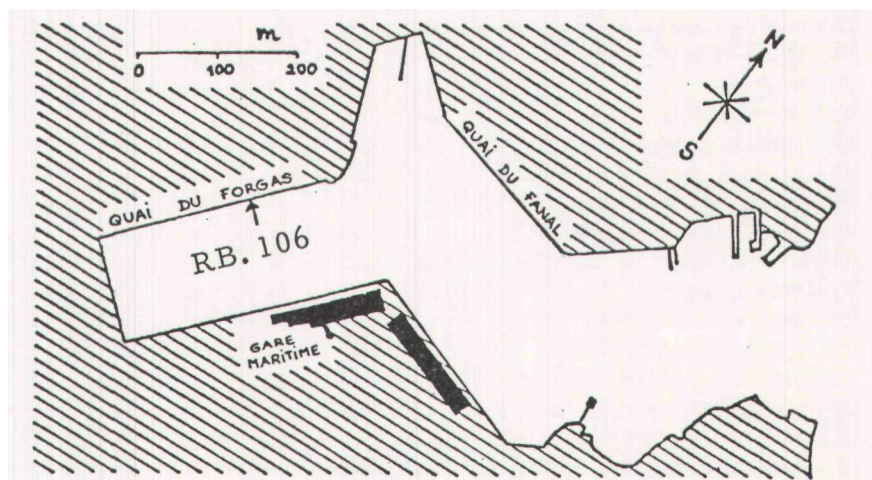


FIG. 1

Le port de Port-Vendres ; emplacement du relevé RB.106.

La surface du relevé a été divisée en quadrats de taille croissante, non imbriqués (à l'exception du dernier quadrat, F, qui représente l'ensemble du relevé) (Fig. 2).

La liste des espèces a été établie pour chaque quadrat (Tableau 2). Ces données ont permis de tracer la « courbe aire-espèces » (Fig. 3).

TABLEAU 2

Répartition des espèces par quadrat dans le relevé RB.106

Espèces	Quadrats					
	A	B	C	D	E	F
<i>Cladophora</i> sp. 1	+	—	—	+	+	+
<i>Erythrotrichia simplex</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Derbesia tenuissima</i>	+	—	+	+	+	+
<i>Erythrocladia subintegra</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cladophora sericea</i> ?	+	+	+	+	+	+
<i>Sphacelaria</i> sp.	+	—	+	+	+	+
<i>Lithophyllum incrustans</i>	+	+	+	+	+	+
« <i>Aglaozonia melanoidea</i> » stadio	—	+	—	+	—	+
<i>Ceramium diaphanum</i>	—	+	+	+	+	+
<i>Antithamnionella elegans</i>	—	+	+	+	+	+
<i>Fosliella farinosa farinosa</i>	—	+	—	—	+	+
<i>Chaetomorpha aerea</i>	—	+	+	+	+	+
<i>Ulva olivascens</i> ?	—	+	—	—	—	+
<i>Erythrocladia</i> sp.	—	+	+	+	+	+
<i>Enteromorpha clathrata</i> ?	—	+	—	+	+	+
<i>Lithothamnium</i> sp.	—	+	+	+	+	+
<i>Ostreobium quekettii</i>	—	+	+	+	+	+
<i>Erythrotrichia carnea</i>	—	+	+	+	+	+
<i>Acrochaetium</i> sp. 1	—	+	—	+	+	+
<i>Feldmannia</i> sp.	—	+	+	+	+	+
<i>Lomentaria clavellosa</i>	—	+	—	—	+	+
<i>Polysiphonia</i> sp.	—	+	+	+	+	+
<i>Fosliella</i> sp.	—	+	+	+	+	+
<i>Entocladia viridis</i>	—	—	+	+	+	+
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	—	—	+	+	+	+
« <i>Aglaozonia parvula</i> » stadio	—	—	+	—	+	+
<i>Ulva rigida</i> ?	—	—	+	+	+	+
<i>Pseudoclonium submarinum</i>	—	—	+	+	+	+
<i>Blidingia minima</i>	—	—	+	+	+	+
<i>Corallina elongata</i>	—	—	+	+	+	+
<i>Cladophora coelothrix</i> ?	—	—	+	+	+	+
<i>Enteromorpha prolifera</i> ?	—	—	+	+	+	+
<i>Rhizoclonium kernerii</i> ?	—	—	+	+	+	+
<i>Erythrotrichia</i> « <i>pseudodiscigera</i> »	—	—	+	+	+	+
<i>Acrochaetium</i> sp. 2	—	—	+	+	+	+
<i>Dermatolithon</i> sp.	—	—	—	+	+	+
<i>Antithamnion cruciatum cruciatum</i>	—	—	—	+	+	+
« <i>Halicystis parvula</i> » stadio	—	—	—	+	+	+
<i>Ceramium ciliatum</i>	—	—	—	+	+	+
<i>Colpomenia</i> sp.	—	—	—	+	—	+
<i>Bryopsis</i> sp.	—	—	—	+	+	+
<i>Kuckuckia kylinii</i> ?	—	—	—	+	+	+
<i>Ectochaete leptochaete</i>	—	—	—	—	+	+
Nombre d'espèces :	7	20	28	38	40	43

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'examen visuel de la courbe aire-espèces (Fig. 3) conduit à fixer approximativement l'aire minimale à 100 cm^2 .

De nombreux auteurs ont cherché à donner une définition plus précise de l'aire minimale ; il est clair, en effet, que sa détermination visuelle sur la courbe aire-espèces est subjective ; Cain (1938) montre en outre que, plus l'échelle choisie pour l'ordonnée est grande, plus l'aire minimale déterminée visuellement est vaste.

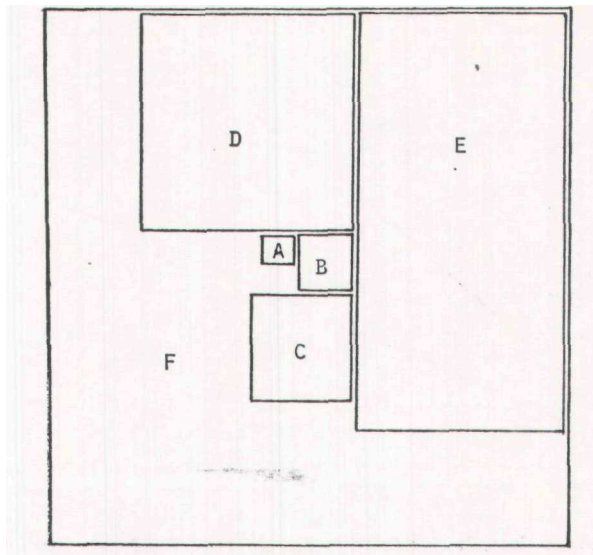


FIG. 2

Relevé RB.106 ; division en quadrats de taille croissante.
A : 1 cm^2 ; B : 4 cm^2 ; C : 16 cm^2 ; D : 64 cm^2 ; E : 128 cm^2 ; F : 400 cm^2 .

Le point Cain

Cain (1938, 1943) cherche donc à définir un point précis de la courbe qui soit indépendant de l'échelle choisie pour les coordonnées et propose de le considérer comme l'aire minimale.

L'auteur augmente de 10 p. 100 la surface totale inventoriée et de 10 p. 100 le nombre total d'espèces recensées ; il fait passer une droite entre le nouveau point ainsi obtenu et le dernier point de la courbe (cette droite peut s'obtenir plus facilement en joignant l'origine au dernier point de la courbe : Fig. 3) ; la droite est ensuite déplacée parallèlement à elle-même, de façon à la rendre tangente à la courbe.

Le point de tangence, que nous nommerons « point Cain 10/10 », se situe à 54 cm^2 pour le relevé étudié à Port-Vendres (Fig. 3).

Cain (1938, 1943) propose une méthode plus sévère, en augmentant seulement de 5 p. 100 le nombre total d'espèces recensées et en procédant comme ci-dessus ; à Port-Vendres, ce nouveau point de tangence que nous nommons « point Cain 10/5 », se situe à 72 cm^2 (Fig. 3). Mais cette méthode est imprécise, en ce sens que la pente des tangentes et, par conséquent, la localisation des points Cain, dépendent à l'évidence de la surface totale étudiée, surface relativement arbitraire.

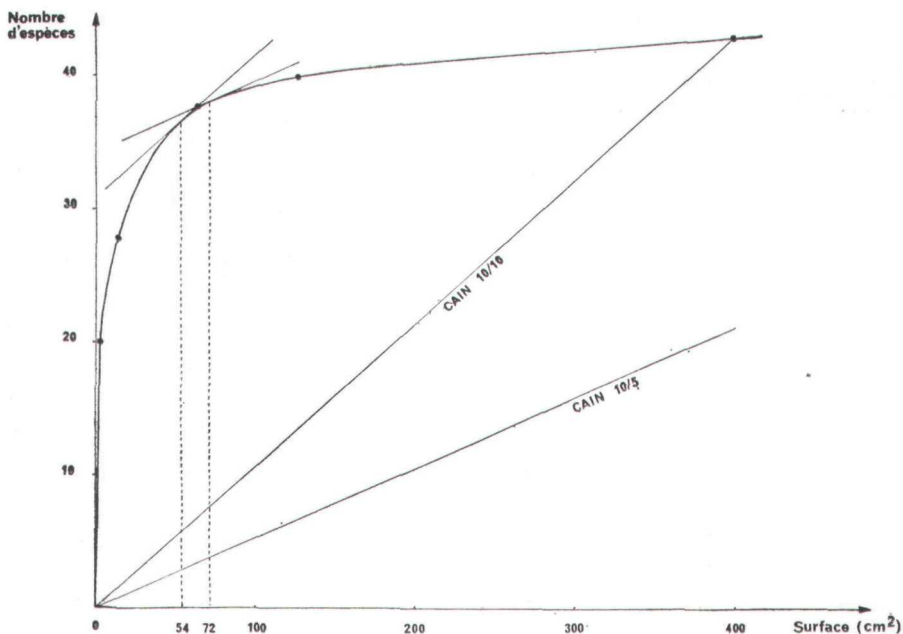


FIG. 3

Courbe aire-espèces du relevé RB.106 (port de Port-Vendres). Les tangentes à la courbe permettant de déterminer les points Cain 10/10 et 10/5 ont été tracées.

Les points Calleja et Vestal

D'autres auteurs ont réussi à définir un point précis de la courbe, indépendant aussi bien de l'échelle des coordonnées que de la surface étudiée.

Calleja (1962) considère que l'aire minimale est atteinte lorsque l'accroissement du nombre d'espèces par mètre carré descend au-dessous d'un seuil fixé arbitrairement. Si ce « point Calleja » est reproductible et constitue donc une bonne approche du problème, sa sévérité croît avec la miniaturisation du peuplement et il se trouve rejeté très loin hors des courbes dans le cas des peuplements marins.

La méthode proposée par Vestal (1949) nous paraît actuellement la seule propre à définir un point précis de la courbe qui soit reproductible, indépendant des unités choisies et valable quel que soit le degré de miniaturisation du peuplement ; la relative complexité de

cette méthode est sans doute responsable de son manque de succès : la courbe aire-espèces est tracée en coordonnées semi-logarithmiques (Fig. 4) ; puis l'on recherche deux points R et F de cette courbe tels que les relations suivantes existent entre leurs coordonnées :

$$x_F = 50.x_R$$

$$y_F = 2.y_R$$

Il existe une solution unique à cette double équation. Par définition, l'aire minimale est égale à $5.x_R$.

Le point ainsi défini, que nous nommons « point Vestal », se situe à Port-Vendres à 24 cm^2 .

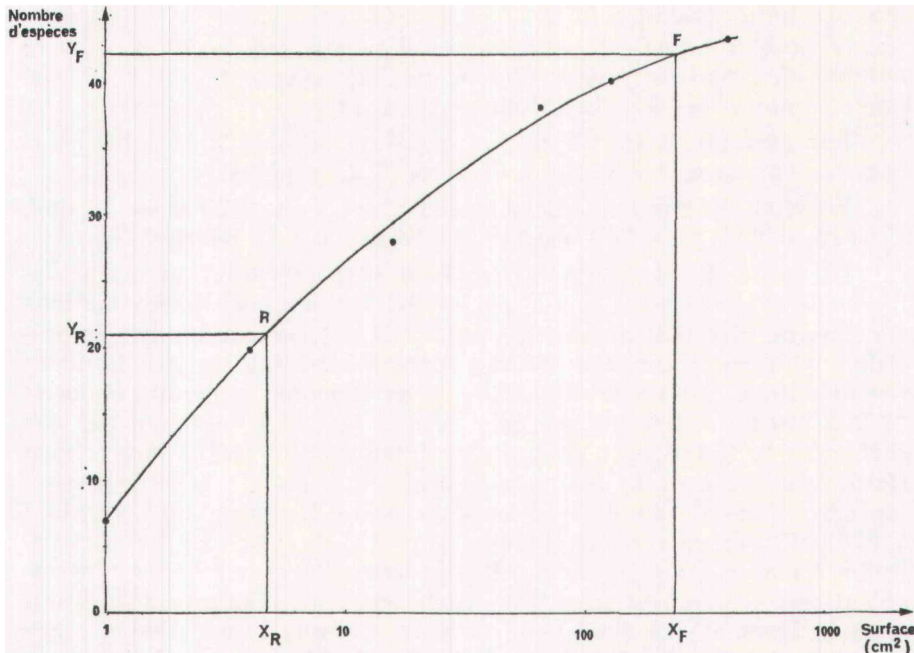


FIG. 4

Courbe aire-espèces (relevé RB.106, Port-Vendres), tracée en coordonnées semi-logarithmiques. Construction des points R et F pour la détermination du « point Vestal ».

Le point Molinier

Cain (1938, 1943), puis Cain et Castro (1959) donnent plusieurs formulations équivalentes de leur méthode. L'une de ces formulations, toutefois (Cain, 1938, p. 579) est inexacte, en ce sens qu'elle ne correspond pas à la méthode définie : « To state the matter succinctly, one may arbitrarily decide that he will select for the minimal area that point of the curve where an increase of the area by 1/10 gives an increase of 1/10 of the species number ». C'est cette formulation seule que reprend Molinier (1963, p. 26) pour décrire la méthode de Cain : « L'aire minimale est atteinte lorsqu'à une augmentation de 10 % de la surface des relevés correspond une augmentation de moins de 10 % du nombre d'espèces. »

Si cette formulation ne traduit pas la méthode de Cain, elle correspond pourtant à une solution commode du problème posé, en ce sens qu'elle définit sans ambiguïté un point précis de la courbe aire-espèces totalement indépendant de l'échelle ou de la surface totale inventoriée. Ce point, que nous nommons le « point Molinier 10/10 », ne semble pas avoir été utilisé jusqu'ici ; il se situe en réalité bien avant la stabilisation de la courbe (moins de 4 cm² à Port-Vendres !).

Nous proposons, pour notre part, de rechercher sur la courbe deux points :

le point tel que, si l'on augmente la surface de 20 p. 100, le nombre des espèces se trouve augmenté de 2 p. 100 (nous le nommons « point Molinier 20/2 ») ;

le point tel que, si l'on augmente la surface de 20 p. 100, le nombre des espèces rencontrées se trouve augmenté de 1 p. 100 (nous le nommons « point Molinier 20/1 »).

Par exemple, à Port-Vendres, le point Molinier 20/2 a les coordonnées suivantes : $x = 60 \text{ cm}^2$, $y = 37,33 \text{ espèces}$.

En effet, le point de coordonnées $x' = x + 0,20 x = 72 \text{ cm}^2$, $y' = y + 0,02 y = 38,1 \text{ espèces}$, se trouve sur la courbe.

La recherche de ces points a, bien sûr, une solution mathématique ; il apparaît plus rapide de les déterminer par approximations successives directement sur la courbe. Il est certain qu'une imprécision en résulte : sur la courbe aire-espèces publiée par Boudouresque (1974, relevé R. 401-402), nous plaçons le point Molinier 20/2 à 380 ou à 400 cm² sur la courbe « exacte » (obtenue par des surfaces non imbriquées de taille croissante). Une autre imprécision résulte du choix de la méthode conduisant à établir la courbe aire-espèces : dans l'exemple ci-dessus, le point Molinier 20/2 se place à 350 cm² sur la courbe obtenue à partir de surfaces imbriquées. Enfin, à partir des mêmes données de base, deux chercheurs n'extrapolent pas exactement la même courbe et leurs résultats différeront donc légèrement : à Port-Vendres par exemple, l'un de nous place le point Molinier 20/2 à 60 cm², l'autre à 64 cm². Le choix d'une courbe « mathématique » (obtenue par ajustement des données à une courbe théorique) serait une solution à la fois très longue et discutable : de telles courbes s'éloignent parfois notablement de la courbe expérimentale.

Une définition de l'aire minimale qualitative

Nous considérons que l'aire minimale est atteinte entre les points Molinier 20/2 et 20/1. En proposant pour l'aire minimale une fourchette entre deux points plutôt qu'un point unique, nous nous libérons de la relative imprécision qui subsiste sur chacune de ses bornes.

A Port-Vendres, le point Molinier 20/1 se situe à 140 cm² : l'aire minimale se situe donc entre 64 et 140 cm² (1).

(1) Lorsque deux lectures existent pour un point, nous choisissons la plus grande, c'est-à-dire la plus sévère.

La méthode que nous proposons est opérationnelle en ce sens que :

la détermination graphique des points Molinier sur la courbe n'est pas exagérément longue ;

l'imprécision due au tracé manuel de la courbe ou au type de courbe élaborée (surfaces imbriquées, surfaces non imbriquées, etc.), est tolérable dans la mesure où l'on recherche un ordre de grandeur et non une valeur exacte au centimètre près ;

elle permet une comparaison et un classement objectif des courbes obtenues dans divers types de peuplements.

Les valeurs que nous adoptons ainsi pour l'aire minimale, en réexaminant les courbes aire-espèces publiées par divers auteurs (Boudouresque, 1974 ; Boudouresque et Luck, 1972 ; Cinelli, Boudouresque *et al.*, 1976 ; Cinelli, Fresi *et al.*, 1976 ; Coppejans, 1977 ; Dhondt, 1976) sont conformes dans beaucoup de cas à ce que les auteurs avaient proposé subjectivement (Tableau 1) ; mais cette concordance ne doit pas faire illusion : tous ces auteurs travaillent en étroite collaboration et on peut penser qu'ils ont en quelque sorte « accordé leurs subjectivités respectives ».

En revanche, les différents *points* définis plus haut et recherchés sur la même courbe (relevé RB.106 à Port-Vendres) sont parfois très éloignés les uns des autres (Tableau 3).

TABLEAU 3

Recherche de l'aire minimale sur la courbe aire-espèces du relevé RB.106 (Port-Vendres), par différentes méthodes.

Méthode	aire minimale
Lecture subjective sur la courbe aire-espèces	100 cm ³
Point Molinier 10/10	<4 cm²
Point Vestal	24 cm³
Point Cain 10/10	54 cm³
Point Molinier 20/2	64 cm²
Point Cain 10/5	72 cm³
Point Molinier 20/1	140 cm ³
Point Calleja	hors courbe (> 400 cm²)

Conclusions

La plupart des phytosociologues marins travaillent maintenant en Méditerranée sur des surfaces inférieures à 900 cm² (généralement 625 cm² ou 400 cm²) ; ce choix, en partie subjectif, n'est pas incorrect en ce sens que (à l'exception de certains relevés dans le « coralligène » circalittoral) ces surfaces sont supérieures à l'aire minimale telle que nous la définissons (et a *fortiori* supérieures aux aires minimales définies par la quasi-totalité des autres auteurs : Tableau 3).

Mais il apparaît clairement que, dans beaucoup de cas, la surface des relevés peut être réduite, ce qui représenterait un gain

en efficacité compte tenu de la *longueur considérable des tris* en phytosociologie marine.

Pour notre part, après avoir défini une aire minimale grâce à deux points de la courbe aire-espèces, points qui sont *reproductibles* et relativement aisés à déterminer (et qui, de plus, ne sont généralement pas en contradiction avec l'aire minimale déterminée intuitivement), nous proposons de choisir comme surface des relevés, afin d'être à l'abri des variations aléatoires, la *borne supérieure de cette aire minimale*, c'est-à-dire le point Molinier 20/1.

Entre les différents types de peuplements, des variations notables de l'aire minimale apparaissent. Deux gradients de *miniaturisation* des peuplements (c'est-à-dire de diminution de l'aire minimale) semblent exister :

de la profondeur vers la surface ;

des milieux d'eau pure vers les milieux portuaires.

Un troisième gradient de miniaturisation des peuplements, des eaux froides vers les eaux chaudes, peut être envisagé en fonction des quelques données existant hors de Méditerranée (Russel, 1972 ; Aleem, 1973 ; Quehen, 1977 ; Belsher, 1977).

La vérification de la réalité de ces gradients pourrait constituer une direction de recherche pour les années à venir.

Summary

The marine phytobenthos of Port-Vendres harbour: researchs on the qualitative minimal area.

Two points are selected on the species area curve, namely "Molinier's points 20/2 and 20/1"; in these points an increase of the area of 20 percent gives an increase of 2 percent in the species number ("Molinier's point 20/2"), or of 1 percent in the species number ("Molinier's point 20/1").

The location of these points does not depend on the ratio between the y and x axes which is used in plotting data and can be determined notwithstanding the total area sampled. The authors arbitrarily decide that **these** points are fiducial limits: minimal area lies between these two points.

In Port-Vendres harbour, the minimal area lies between 64 and 140cm². On this basis, the minimal areas of six other mediterranean phytocoenoses were determined from previously published sources.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ALEEM, AA., 1973. — Ecology of a kelp-bed in Southern California. *Bot. mar.*, 16, pp. 83-95.
- BELSHER, T., 1977 a. — Analyse des répercussions de pollutions urbaines **sur** le macrophytobenthos de* Méditerranée (Marseille, Port-Vendres, Port-Cros). Thèse doctorat spécialisé, Univ. Aix-Marseille II, 287 pp.
- BELSHER, T., 1977 b. — Le Phytobenthos, in : Etude écologique. Site de Flamanville. 1er cycle. *Rapport général CNEXO, Unité littoral*, pp. 184-197 et pp. 227-257 ; *annexes*, pp. 92-104.
- BELSHER, T., BOVDOURESQUE, c.-F. et MARCOT, J., 1975. — Le peuplement algal du port de Port-Vendres : indices de diversité. *Rapp. Comm. internation. Explor. sci. Médit.*, 23 (2), pp. 83-85.

- BELBHER, T., BOUDOURESQUE, C.-F., MARCOT, J. et PERRET, M., 1975. — Le peuplement algal du port de Port-Vendres : Dominances qualitatives des grands groupes systématiques. *Rapp. Comm. internation. Explor. sci. Médit.*, 23 (2), pp. 87-89.
- BOUDOURESQUE, C.-F., 1974. — Aire minima et peuplements algaux marins. *Bull. Soc. phycol. France*, 19, pp. 141-157.
- BOUDOURESQUE, C.-F. et LUCK, H.B., 1972. — Recherches de bionomie structurale au niveau d'un peuplement benthique sciaphile. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 8 (2), pp. 133-144.
- CAIN, S.A., 1938. — The species-area curve. — *Amer. midl. Natur.*, U.S.A., 19, pp. 573-581.
- CAIN, S.A., 1943. — Sample-plot technique applied to alpine vegetation in Wyoming. *Amer. J. Bot.*, 30, pp. 240-247.
- CAIN, S.A. et CASTRO, G.M. de OLIVEIRA, 1959. — *Manual of vegetation analysis*, Harper edit., New York, 325 pp.
- CALLEJA, M., 1962. — Etude statistique d'une pelouse à *Brachypodium ramosum*. VI. Etude de la courbe aire-espèces et de l'aire minimale. *Bull. Serv. Carte phytogéogr.*, 2 (B), pp. 161-179.
- CINELLI, F., BOUDOURESQUE, C.-F., FRESI, E., MARCOT, J. et MAZZELLA, L., 1976. — L'aire minima du phytobenthos dans le port de Sant'Angelo (Ischia, Italie). *Rapp. Comm. internation. Mer Médit.*, 24 (4), pp. 149-152.
- CINELLI, F., FRESI, E., IDATO, E. et MAZZELLA, L., 1976. — L'aire minima du phytobenthos dans un peuplement à *Cystoseira mediterranea* de l'île d'Ischia (Golfe de Naples). *Rapp. comm. internation. Mer Médit.*, 24 (4), pp. 113-115.
- COPPEJANS, E., 1977. — Bijdrage tot de studie van de wierpopulaties (Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae) van het fotofiel infralittoraal in het noordwestelijk mediterraan bekken, I. Tekst. Proefschrift Doctor Wetenschappen (Plantkunde), Univ. Gent., 243 pp.
- DHONDT, F., 1976. — Minimumareaalstudie van wervevegetaties op rotskusten te Port-Cros en Banyuls (Frankrijk, Middellandse zee). Licentiaatthesis, Univ. Gent, 64 pp.
- GLEASON, H.A., 1922. — On the relation between species and area. *Ecology*, 3, pp. 158-162.
- GLEASON, H.A., 1925. — Species and area. *Ecology*, 6, pp. 66-74.
- GODRON, st., 1970. — Un « modèle » pour la courbe aire-espèces. *Nat., can.*, p. 97.
- GODRON, M., 1971. — Comparaison d'une courbe aire-espèces et de son modèle. *Oecol. Plant.*, 6, pp. 189-196.
- GOODALL, D.W., 1952. — Quantitative aspects of plant distribution. *Biol. Rev.*, 27, pp. 194-245.
- GOUNOT, M., 1969. — Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie éd., Paris, 314 pp.
- GOUNOT, M. et CALLEJA, M., 1962. — Coefficient de communauté, homogénéité et aire minimale. *Bull. Serv. Carte phytogéogr.*, 7 (2B), pp. 181-200.
- GUINOCHET, M., 1973. — Phytosociologie. Masson et Cie éd., Paris, 227 pp., + carte h.t.
- MOLINIER, R., 1963. — Cours de géobotanique. C.R.D.P. éd., Aix-en-Provence, 248 pp.
- QUEHEN, M., 1977. — Recensement et fonctionnement d'une population de *Fucus serratus* Linné. Aspects du peuplement. Mémoire de fin d'études, ENITA, Dijon-Quétigny, 74 pp.
- RUSSEL, G., 1972. — Phytosociological studies on a two-zone shore. I. Basic pattern. *J. Ecol.*, 60, pp. 539-545.
- TUXEN, R., 1970. — Bibliographie zum Problem des Minimalareals und des Artareal Kurve. *Excerpta Botanica*, 10 (4B), pp. 291-314.
- VESTAL, A.G., 1949. — Minimum areas for different vegetations. Their determination from species-area curves. *Illinois biol. monogr.*, 20 (3), pp. 1-129.