

Essai de cartographie benthique du golfe de Gaète (Mer Tyrrhénienne, Italie) à l'aide de la "trend-surface analysis".

Carlo Nike BIANCHI, Sergio SGORBINI et Giovanni ZURLINI

ENEA-CREA di S.Teresa, CP 316, I-19100 LA SPEZIA (Italia)

ABSTRACT - CARTOGRAPHY OF BENTHIC BIOCOENOSSES IN THE GULF OF GAETA (TYRRHENIAN SEA, ITALY) BY MEANS OF TREND-SURFACE ANALYSIS.

Four benthic biocoenoses are recognized on soft bottoms between 15 and 100 m depth. The use of trend-surface analysis for their mapping allows a more objective interpolation of data and an appreciation of the coenotic "continuum" which characterizes species distribution.

RIASSUNTO - CARTOGRAFIA BENTICA DEL GOLFO DI GAETA TRAMITE "TREND-SURFACE ANALYSIS".

Vengono riconosciute quattro biocenosi bentiche su fondi mobili tra 15 e 100 m di profondità. L'uso della "trend-surface analysis" per la loro mappatura permette una più obiettiva interpolazione dei dati ed un apprezzamento del "continuum" cenotico che caratterizza la distribuzione delle specie.

Le problème

La cartographie des biocoenoses d'une région exige toujours un procédé d'interpolation entre données discontinues, obtenues par des relevés discretes (stations de prélèvement). Cette interpolation est habituellement fait au jugé, imposant sur la base de l'intuition et de l'expérience du chercheur les limites entre biocoenoses différentes. Même si l'on s'efforce d'être objectif, ce procédé se ressent inévitablement d'une certaine part de préjugé et ne permet pas de vérifier d'une façon statistique la qualité des interpolations.

La "trend-surface analysis" (TSA) est une méthode d'analyse des cartes qui peut éviter en partie ces inconvénients: très répandue chez les géologues (DAVIS, 1973) elle est peu connue des écologistes, bien qu'adéquate, selon GITTINS (1968), aux buts de la cartographie cénotique.

Notre travail est un exemple d'utilisation de la TSA en cartographie biologique, ayant pour objet, en particulier, les peuplements benthiques des fonds meubles du golfe de Gaète.

La méthode

Les récoltes du benthos ont été réalisées par benne Van Veen dans 15 stations, entre 15 et 100 mètres de profondeur, sur une surface d'environ 250 km² (Fig.2). Le positionnement du bateau a été effectué par

triangulation (Mini-Ranger III Positioning System, Motorola inc.), avec une précision de 2.8 à 7.7 m.

La liste des espèces recueillies a été publiée par ZURLINI et BEDULLI (1983) dans le cadre d'un étude structurale des peuplements.

Pour la définition des biocoenoses présentes nous avons adopté la terminologie de PERES et PICARD (1964) et la méthode quantitative proposée par PICARD (1965). En particulier nous avons calculé pour chaque station l'affinité à l'égard des différentes biocoenoses sur la base de la dominance des espèces caractéristiques exclusives présentes. Les valeurs d'affinité biocénotique obtenues ont été enfin reportées directement sur la carte.

A l'aide de la TSA, sur laquelle DAVIS (1973) donne une riche bibliographie, nous avons alors effectué une interpolation des données, traçant par conséquent des lignes d'isoaffinité biocénotique; par la suite nous avons ajusté aux données des polynômes d'ordre croissant, pouvant schématiser la tendance principale dans la distribution des peuplements. La validité de l'ajustement, ainsi que l'amélioration introduite par l'accroissement de l'ordre du polynôme, ont été évaluées par une analyse de variance.

Les résultats

Parmi les 135 espèces recueillies il a été possible d'isoler les stocks multispécifiques caractéristiques de quatre biocoenoses-types différentes: S.F.B.C. (des Sables Fins Bien Calibrés), D.C. (du Détritique Côtier), V.T.C. (de la Vase Terrigène Côtière) et D.E. (du Détritique Envasé); la distribution probable des 4 biocoenoses dans la zone étudiée peut être déduite de la tournure des affinités biocénotiques (Fig.1) et ensuite représentée sur une carte synoptique (Fig.2). Cette distribution peut être comparée avec profit avec celle des faciès granulométriques, publiée par DAMIANI et al. (1983).

La biocoenose S.F.B.C. se localise entre 15 et 20 m de profondeur (stat. 5 et 6), sur sédiment de sable très fin; elle est caractérisée par *Onuphis eremita*, *Prionospio malmgreni*, *Hinia pygmaea*, *Nassarius mutabilis*, *Spisula subtruncata*, *Tellina nitida* et *T. pulchella*. Sa distribution, comme le montre bien la TSA (Fig.1a), est strictement parallèle à la côte qui borde la plaine alluviale du fleuve Garigliano.

La biocoenose D.C., dont l'élément le plus représentatif est *Ditrupa arietina*, a été trouvée entre 14 et 21 m (stat. 14 et 15) sur sable silteux, sous la côte rocheuse sédimentaire entre Formia et le Mont Scauri. Pourtant la TSA (Fig.1b) met en évidence une autre zone de présence au sud-est autour de 50 m de profondeur (stat.4). Il est donc probable que la biocoenose D.C. occuperait toute la bande bathymétrique immédiatement

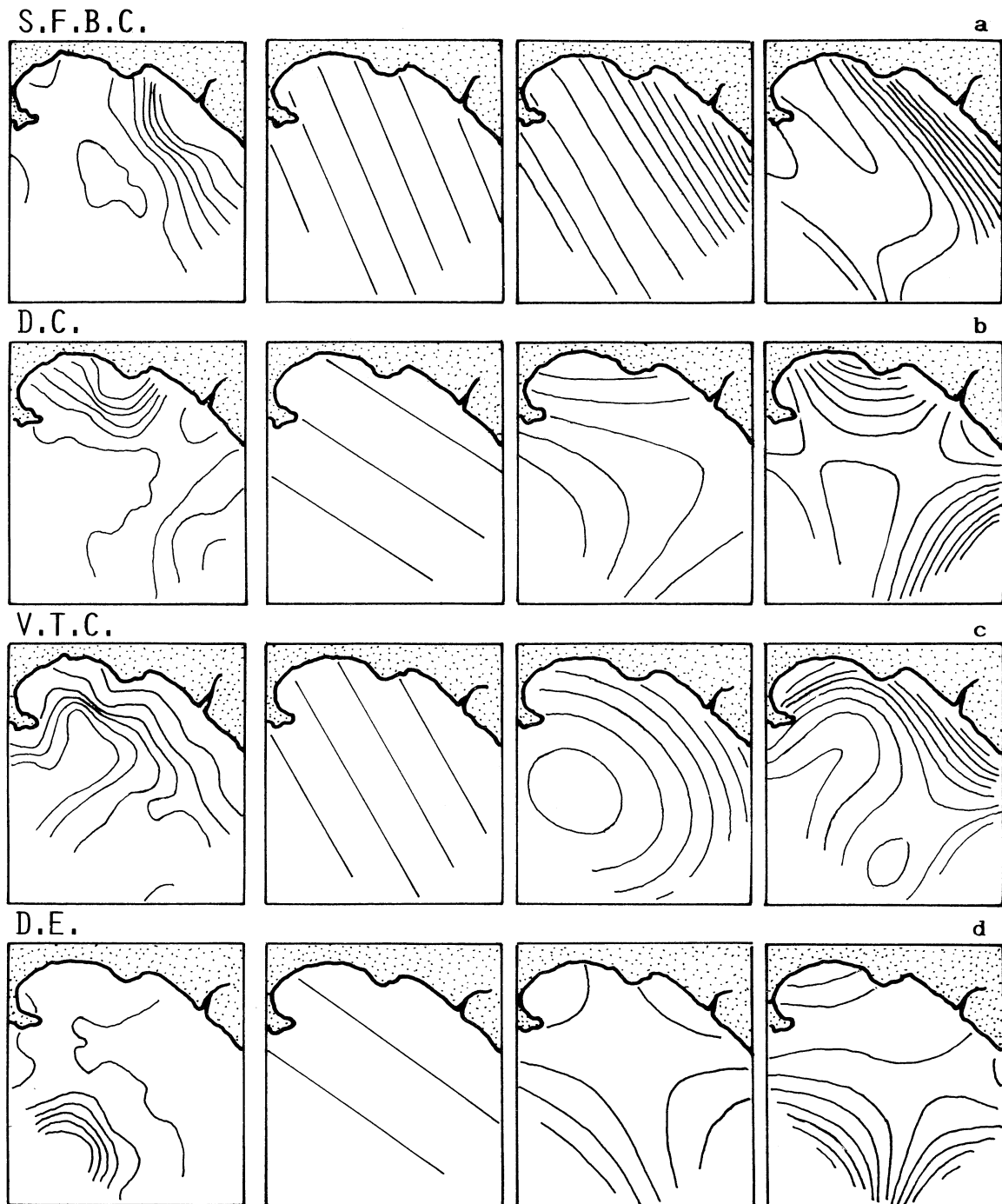


Fig.1 - "Trend-surface analysis" des affinités envers les quatre biocoenoses recensées (de gauche à droite: courbes d'isoaffinité d'après l'interpolation des données brutes et d'après les surfaces polynômiales du premier, second et troisième ordre).

au dessous de celle de la S.F.B.C., sa diffusion étant toutefois interrompue devant l'embouchure du Garigliano.

La biocoenose V.T.C. a son plus grand développement sur silt argileux, entre 35 et 77 m (stat. 2, 8 et 12); elle est caractérisée par *Lao nice cirrata*, *Nephtys hystricis*, *Poecilochaetus serpens* et *Sternaspis scutata*. Même dans sa distribution il y a, d'après la TSA (Fig.1c), une nette discontinuité en relation avec l'embouchure fluviale.

La biocoenose D.E. (Fig.1d), dont les espèces les plus caractéristiques sont *Euclymene palermitana* et *Eupanthalis kinbergi*, s'établit sur argile silteuse à 98 m de profondeur (stat.9), c'est-à-dire à une bathymétrie où l'on s'attendrait plutôt la biocoenose D.L. (du Détritique du Large): cette localisation anormale pourrait être mise en relation, encore une fois, avec le taux élevé de sédimentation induit par les apports du Garigliano.

Il reste enfin quelques stations (1, 3, 7, 10, 11 et 13) qui ne montrent d'affinité suffisante avec aucune biocoenose, mais qui voient tout simplement un épanouissement d'espèces ubiquistes, soit à large répartition écologique soit très généralement vasicoles (*Glycera rouxii*, *Lumbricereis fragilis*, *L. latreilli*, *Terebellides stroemi*, *Abra alba* etc.). Plus qu'à des zones de transition dans le sens de PICARD (1965), elles nous semblent de ce fait correspondre à une sorte de "hiatus inter-biocénotique" (FRESI et al., 1977). De ce point de vue une cartographie basée sur la TSA, plus attentive à traduire des gradients qu'à imposer des limites, permet d'apprécier pleinement le "continuum" écologique, les biocoenoses n'étant que des "noda" entre des discontinuités relatives (BOUDOURESQUE, 1970).

Dans notre exemple, l'ajustement des superficies polynômiales aux données n'est pas toujours satisfaisant (seulement dans le cas de la S.F.B.C., il est hautement significatif, avec $p < 0.001$), le nombre des stations étant petit par rapport au nombre des coefficients des polynômes (ce qui affaiblit énormément les degrés de liberté). Néanmoins, la TSA nous a permis de supposer deux tendances distributives locales qui compliquent le schéma classique d'étagement lié à la bathymétrie.

La première tendance consiste en une répartition complémentaire et opposée des biocoenoses prises deux à deux, en relation au morphotype côtier: S.F.B.C. et V.T.C. présentent une allure à peu près parallèle à la côte basse sableuse, la deuxième se substituant à la première avec la profondeur; D.C. et D.E. ont au contraire une allure complémentaire en correspondance avec la côte rocheuse.

La deuxième tendance est due à l'influence du Garigliano: le déséquilibre sédimentaire induit par ce dernier entraîne d'un côté la disparition de la biocoenose D.C., qui est remplacée par un ensemble d'espèces sans affinités biocénotiques précises, d'un autre côté l'apparition

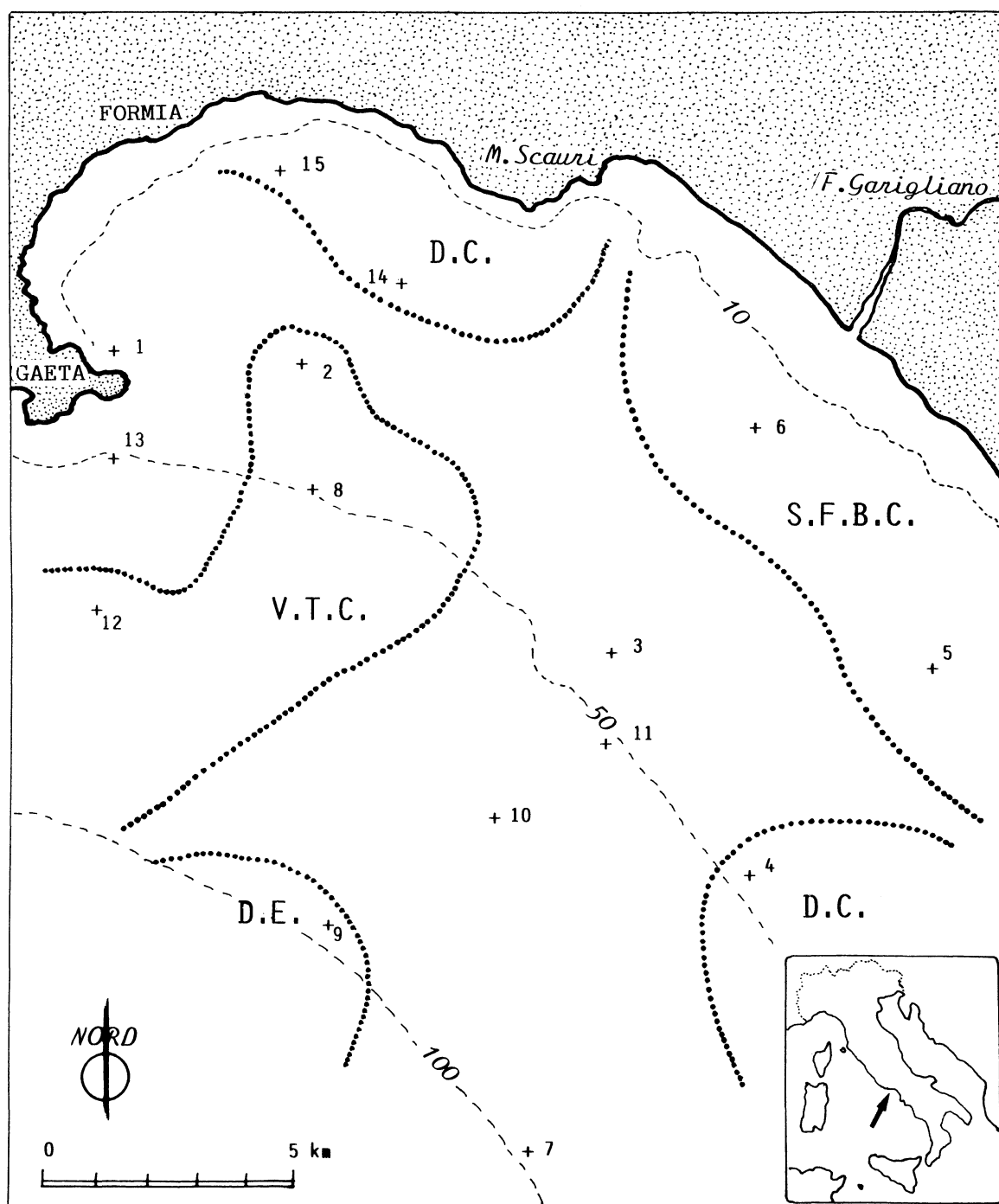


Fig.2 - Cartographie benthique de la région étudiée (+ = stations de récolte).

à des bathymétries insolites de la biocoenose D.E., qui vient pratiquement occuper la place de la D.L.; même la V.T.C. montre une discontinuité en correspondance avec l'embouchure fluviale.

Ces considérations nous semblent montrer la potentialité énorme de la TSA aux fins de la cartographie biocénotique, soit pour déceler des irrégularités à petite échelle dues à des phénomènes locaux (GITTINS, 1968) soit pour apporter une contribution méthodologique à certains problèmes d'écologie théorique (p.ex. concept du "continuum"). Même si nous l'avons appliquée à des affinités biocénotiques, pour faciliter une comparaison avec les cartes traditionnelles, cette méthode peut être efficacement employée pour représenter les axes factoriels extraits par une technique multivariable (ZURLINI, 1983), ou les paramètres synthétiques descripteurs des communautés, ou encore les dominances des groupes écologiques, dont l'usage est diffusé chez les phytosociologues.

REMERCIEMENTS - Nous tenons à remercier M. C.F. Boudouresque (Marseille), M. V. Damiani (La Spezia) et M. A. Meinesz (Nice) qui ont bien voulu relire le texte et le critiquer.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUDOURESQUE C.F., 1970 - Recherches sur les concepts de biocoenose et de continuum au niveau de peuplements benthiques sciaphiles. *Vie Milieu*, 21 (1-B): 103-136.
- DAMIANI V., DE ROSA S., FERRETTI O. et ZURLINI G., 1983 - Caratterizzazione sedimentologica, mineralogica e geochimica dei sedimenti marini costieri tra capo Circeo e l'isola d'Ischia. In: *Un esempio di analisi ecologica del sistema marino costiero da capo Circeo all'isola d'Ischia*. ENEA, Roma: 77-95.
- DAVIS J.C., 1973 - *Statistics and data analysis in geology*. John Wiley & Sons, New York: 1-550.
- FRESI E., MAZZELLA L. et PONTICELLI M.P., 1977 - Una ricerca sul concetto di biocenosi. *Atti IX Congr. Soc. it. Biol. mar.*: 235-244.
- GITTINS R., 1968 - Trend-surface analysis of ecological data. *J. Ecol.*, 56: 845-869.
- PERES J.M. et PICARD J., 1964 - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, 31 (=47): 1-137.
- PICARD J., 1965 - Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, 36 (=52): 1-160.
- ZURLINI G., 1983 - Applicazione di metodi multivariati all'analisi ecologica. In: *Un esempio ... etc.* ENEA, Roma: 13-34.
- ZURLINI G. et BEDULLI D., 1983 - Associazioni macrobentoniche del golfo di Gaeta. In: *Un esempio ... etc.* ENEA, Roma: 185-207.