

M. SCARDI and E. FRESI

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica di Napoli,
Punta S. Pietro, Ischia (Italia)

Resumé. La comparaison entre deux méthodes d'analyse spatiale de variables relatives au benthos, la Trend-surface Analysis et le krigeage, démontre que ce dernier fournit des reconstructions plus accurées soit à l'intérieur soit à l'extérieur du domaine considéré.

Spatial analysis and mapping of benthological data can be performed by means of several techniques, the majority of which were developed in a geological or geographical context. In particular, it is useful to map the observed variables or a synthetic descriptor (e.g. factor scores) in order to infer the ecological properties of the system or to work up new hypotheses about them. Since the number of observations is finite and their distribution may be not regular, an interpolator is required which provides an optimal estimate of the variable to be mapped as a function of geographical or arbitrary coordinates.

Trend-surface analysis (TSA) and kriging are interpolation techniques which have been already applied to ecological research (GITLINS, 1968; SCARDI *et al.*, in press), but they are quite different from both the theoretical and the practical point of view. The purpose of this paper is to outline the major differences between their results in a benthological application which deals with a synthetic descriptor. However, it should be stressed that both methods are also suitable for the analysis of every kind of quantitative data (e.g. species density, environmental variables, etc.). For a theoretical presentation of these techniques the reader should refer to GRANT (1957) and KRUMBEIN (1959) for TSA and to MATHERON (1969, 1970) and GAMBOLATI & VOLPI (1979 a, b) for kriging.

The first factor (F1) scores yielded by a Factorial Analysis of Correspondences on 28 macrozoobenthos samples collected in the Bay of Augusta (Sicily) were used both for TSA and kriging. F1 accounted for the 20.76% of the total inertia. The sampling stands and the observed F1 scores are shown in Fig. 1.

In this analysis F1 scores are related to the influence of the harbour environment upon the community structure, as negative scores are observed in the innermost and most polluted areas of the harbour. Therefore, the response of benthic communities to different environmental condition can be effectively displayed by mapping F1 scores.

The isopleth maps of the F1 scores were obtained by interpolating 352 values, which were arranged on a rectangular 16x22 grid (mesh size=360 m). The TSA map (Fig. 2) was drawn using the best fitting surface, i.e. the quartic one (the goodness of fit was tested by ANOVA). The kriging map is shown in Fig. 3.

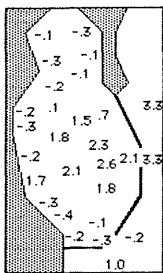


Fig. 1 - Sampling stands.

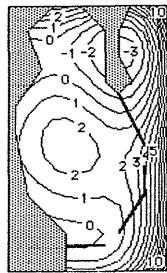


Fig. 2 - Quartic TSA map.

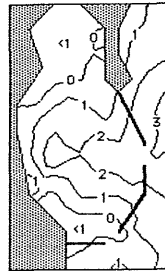


Fig. 3 - Kriging map.

In the TSA map two main features can be seen: (1) the regularity of the isopleths and the steepness of the gradients, which should account for sharp crenelins, and (2) the extreme, meaningless F1 scores on the right side of the studied area. On the contrary, the kriging map appears more even and isopleths are less regular than in the TSA map. However, a main crenelina is clearly shown and F1 scores are all acceptable, including the extrapolated ones. In both examples the central area, which is often dredged, has high F1 scores.

A more objective comparison between the results of these techniques can be made considering the reduced error distributions of TSA and kriging reconstructions of the 28 observed values, which are shown in Fig. 4. These distributions were obtained reconstructing each score on the basis of the 27 remaining ones and dividing the interpolation error by the standard deviation of all the observed values except the interpolated one. This procedure was repeated for the trend-surfaces up to 5th degree and the kriging in order to obtain the reduced error distribution of each interpolator.

Although it was not possible to test either the normality of the distributions or the differences between them because of the limited number of observations, it is clearly seen that TSA errors tend to become more widely dispersed as the degree of the trend-surface is increased, while kriging errors are the least dispersed about the zero. In particular, the errors of the quadratic trend-surface, which are the least dispersed in TSA (b), are greater, on the average, than the kriging errors (remark that the quadratic surface is not the best fitting one, when all the observations are simultaneously considered).

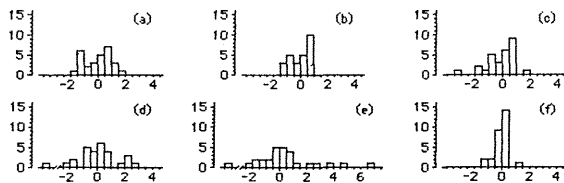


Fig. 4 - Reduced error distributions for 1st to 5th degree trend-surfaces (a-e) and kriging (f). The maximum negative errors in (d) and (e) are respectively -14.0 and -132.6.

In the light of the above results it is quite clear that outstanding differences exist between TSA and kriging. The reliability of interpolation and especially of short range extrapolation is an advantage of kriging over TSA, which is emphasized by the fact that kriging provides also an estimate of the interpolation (or extrapolation) error variance. This feature is mainly due to the fact that kriging interpolation is based on both the observed values and a variogram, which accounts for the spatial properties of the studied variable. On the other hand, TSA is by far quicker and easier to carry out and therefore its application is convenient when a descriptive representation is to be drafted or when a rough interpolation is required in a regular, isotropic gradient (SCARDI & FRESI, 1985).

In conclusion, it has to be stressed that kriging is a complex approach to spatial analysis problems rather than a simple interpolation technique and that it provides cartographical representations which are usually more accurate than those obtained by TSA. Nevertheless, TSA can also prove to be useful when the quantitative representations/predictions are not the primary goal of the work.

REFERENCES

- Gambolati, G. and Volpi, G., 1979 a. *Water Resour. Res.*, 15, 2: 281-290.
Gambolati, G. and Volpi, G., 1979 b. *Water Resour. Res.*, 15, 3: 625-629.
Gitlins, R., 1968. *J. Ecol.*, 56: 845-869.
Grant, F., 1957. *Geophysics*, 22: 309-344.
Krumbein, W. C., 1959. *J. Geophys. Res.*, 64: 823-834.
Matheron, G., 1969. *Cah. Cent. Morphol. Math.*, 1: 83 pp.
Matheron, G., 1970. *Cah. Cent. Morphol. Math.*, 5: 212 pp.
Scardi, M. and Fresi, E., 1985. *Repp. Comm. Int. Mer Médit.*, 29 (6): 217-219
Scardi, M., Fresi, E. and Ardizzone, G. D., in press. In: *2nd International Workshop on Posidonie oceanica beds*, Boudouresque C.F., Jéudy de Grissac A. & Olivier J. edit., G.I.S. Posidonie publ., France

Gérard BELLAN

Station Marine d'Endoume, Marseille (France)

L'étude scientifique des Annélides Polychètes en Méditerranée remonte au début du 19ème Siècle. Sans être exhaustif, on peut, peut-être, évoquer de Savigny (1826) et Philippi (1844), puis de Quatrefages et Claparède et, dans les 20 dernières années de ce siècle, les travaux de Marion et de ses collaborateurs (Marion et Bobretzky, 1875) et de Lo Bianco (1895). Les recherches de ces deux auteurs étaient remarquablement extensives du point de vue de la connaissance de l'ensemble du Groupe, mais, *a contrario*, relativement condensée si l'on tient compte du secteur géographique étudié, respectivement, les Golfs de Marseille et de Naples. On peut, d'ores et déjà faire deux observations. La première, est que ces deux secteurs devaient, jusqu'à l'époque actuelle, faire l'objet de prospections continues et de recherches de plus en plus diversifiées sur les Polychètes. Par la suite, d'autres secteurs géographiques ont servi de cadre à un accroissement sensible de nos connaissances sur les Annélides Polychètes, en Méditerranée. Au premier plan, il apparaît que l'on peut mettre la côte des Albères, avec Banyuls (Pruvost, 1898, Laubier-in Laubier et Paris, 1962, et multiples travaux ultérieurs), mais on ne saurait négliger la Haute Adriatique et, plus récemment, les côtes de Tunisie, d'Israël, de Grèce et d'Espagne. La seconde remarque a trait aux préoccupations scientifiques des spécialistes à partir de cette fin du 19ème Siècle. Notamment orientée vers des études systématiques, vers des préoccupations descriptives jusque là, la recherche sur les Polychètes s'est alors diversifiée. Des travaux de systématique se sont, certes, poursuivis et se poursuivent. Il faut, à ce propos, citer, en sus des travaux déjà évoqués, ceux de Cognetti (1957) sur les Syllidiens du Golfe de Naples et ceux de Zibrowius (1968), sur les Serpulidae de la région de Marseille. Des travaux, de caractère biogéographique, se sont perpétués pour aboutir à la Somme sur les Annélides Polychètes de la Méditerranée de Rullier (1963). Toutefois, les recherches de Marion avaient marqué un tournant capital. La plupart des recherches sur les Polychètes qui ont suivi ont porté, de manière plus ou moins exclusive, sur l'écologie des Polychètes. A partir des années 1950, une des préoccupations majeures de nombre de spécialistes méditerranéens s'est portée sur l'écologie des Polychètes, tant l'autoécologie que la synécologie. Peres (1954) a été l'instigateur de ces recherches, reprises par d'autres, dont Cognetti. Un élève de Peres, Bellan, a basé l'essentiel de ses recherches sur les Polychètes, sur leur distribution écologique et les rapports étroits entre systématique et écologie allant même jusqu'à proposer (Bellan, 1964) l'utilisation des données écologiques en tant que critères objectifs dans la taxonomie des Polychètes. Les recherches sur l'écologie des Polychètes ont connu un développement tout à fait exceptionnel, en Méditerranée, au cours des trente dernières années. On peut considérer que les recherches de ce type, qu'elles aient porté sur les seules Polychètes ou qu'elles aient été intégrées dans des travaux plus généraux de bionomie, sont une des caractéristiques essentielles et des plus originales des recherches sur les Annélides dans notre mer. Toutefois, on est obligé de constater qu'en dépit d'efforts sérieux d'un certain nombre d'auteurs (Laubier, Cognetti, Zibrowius, Cantone, Ben Elahiu et de jeunes auteurs italiens et espagnols, à titre d'exemple), la connaissance taxonomique n'est pas satisfaisante pour de trop nombreuses familles. Cet état de fait n'est pas propre à la Méditerranée, mais il prend, dans notre mer, une acuité d'autant plus vive que l'utilisation des Polychètes, à quelque titre que ce soit, dans de nombreuses disciplines et, tout particulièrement, les recherches finalisées, est tentée à grande échelle. A côté de l'écologie, d'autres voies de recherche ont été explorées. On citera les travaux, déjà anciens, de génétique de Bacci et de ses nombreux collaborateurs, ceux sur la régénération des Annélides de l'Ecole d'Abeloos, à Marseille, et, plus près de nous, l'étude des stades larvaires et des cycles de développement de diverses espèces réalisées par Bhaud (1971). Enfin, de nombreux travaux de toxicologie ont été exécutés avec des Polychètes comme espèces-tests. On remarquera, à ce propos, que les espèces choisies avaient toujours une signification écologique précise et que ces travaux d'écotoxicologie ont été conduits par référence à la distribution bionomique des Polychètes dans le milieu naturel, perturbé ou non. On rejoint là une des voies dérivées les plus importantes, à savoir la recherche, la mise au point et l'utilisation d'indicateurs biologiques et d'"indices biotiques" basés sur les Polychètes dans les "études environnementales" à caractère appliqué.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- BELLAN G., 1964. *Rec Trav. St. mar. End.*, 49(33): 1-371
BHAUD M., 1971. Thèse Univ. Paris VI, 22.11.1971:1-463
COGNETTI G., 1957. *Pub. Staz. zool. Napoli*, 30-31: 1-100
LAUBIER L. et PARIS J., 1962. *Vie et Milieu, Suppl.*
LO BIANCO M., 1895. *Atti Accad. Sc. fisich. math. Naples, ser. 2*, 5(12): 1-97
MARION et BOBRETZKY, 1875. *Ann. Sc. nat. Paris, Ser. 6*, 2:1-106
PERES J.M., 1954. *Rec. Trav. St. mar. End.*, 8(13): 83-155
PHILLIPI, 1844. *Arch. Naturg. Berlin*, 10(1): 186-189
PRUVOST, 1998. *Trav. Zool. exper. gén., Paris, ser. 3*, 5: 511-611.
RULLIER F.; 1963. *Rapp. C.I.E.S.M.*, 17 (2): 161-260.
SAVIGNY (de), 1924. *Description de l'Égypte, Histoire Naturelle*, vol. 21.
ZIBROWIUS H., 1968. *Rec. Trav. St. mar. End.* 43(59): 83-753