

Mapping of pollution induced degradation in coastal vegetation along Eastern Adriatic

A.Z. LOVRIC, B. SEKULIC and M. RAC

Rudjer Boskovic Institute, Center for Marine Research, Zagreb (Yugoslavia)

INTRODUCTION. The selected benthic organisms may be useful indicators of the long-term average effects of coastal pollution. They are less reliable for an exact evaluation of the pollution levels, for they hardly indicate 4 or 5 different degrees. They may be applied chiefly on the point stations and on singular coastal transects, but hardly for a consistent mapping of the pollution levels across the extensive coastal areas as is the Adriatic Sea. Therefore a simple and quick, not expensive but satisfactorily informative methodology, for the bioindicator mapping of the long-term pollution effects across the extensive coastal areas was needed. The general principles of such an ecozonal mapping have been explained in Lovrić (1982).

The main basis of the actual zonation map has been the vegetation mapping of Adriatic coastal phytocenoses that started from 1968 (cf. Lovrić 1975). Since 1975 in NE Adriatic were mapped also all accessible degradation effects of the polluted sea on the benthic algal vegetation and on the coastal halophytes including the changes in species, in communities, and the zoning perturbations (Lovrić 1985). By a selective combination of such effects that are easily registrable in the field, and presentable in degrees, we standardised a procedure for the ecozonal mapping of the coastal pollution effects by the indicating algal and halophytic vegetation. It offered the possibilities for the field distinction of 9 different degradation zones induced by pollution.

METHODOLOGY. These 9 degradation zones are well presentable by a coloured map with the different spectral colours that are defined by the combinations of the next phytoecological indicators registered by the field mapping.

1. **Ultramarine - blue zone** = the very purest and well conserved coasts with a most complete vegetation: the maximal diversity of algae and halophytes, then abundant calcareous algae and lignose halophytes, including such sensitive groups as Neogoniolitho - Nemodermon, Cystoseira strictae, Aurinio - Capparion, etc.

2. **Pallid - blue zone** = rather pure coasts with almost original natural vegetation: nearly complete coastal vegetation of algae and halophytes, luxuriant communities but decreasing diversity, perennial algae and halophytes prevailing, persisting such groups as Posidonia, Cystoseira crinitae, Petroglossion, etc.

3. **Green zone** = less pure coasts with a seminatural vegetation: calcareous algae and woody halophytes disappearing, subequal rates of the perennials and annuals, and appearing of the first rare synanthropic (ruderal) species indicating a degradation.

4. **Yellow zone** = intermediate coasts: modest diversity, prevailing seasonal algae and annual halophytes, rarifying of Rhodophyta, Phaeophyta and halophytic Plum-baginaceae, ascending of the skiophytic circalittoral algae upwards in turbid waters.

5. **Orange zone** = semidegraded coasts with a synanthropic vegetation: prevailing of Chlorophyta, Cyanophyta, and nitro-halophytic Chenopodiaceae - Salsolaceae (the main vegetation types are Ulothrici - Bangion, Rhodymenion, and halophytic Cakiletales).

6. **Red zone** = medium-degraded coasts with an oversimplified vegetation: very scarce species diversity, even the resisting Chlorophyta and Chenopodiaceae rarified, the circalittoral skiophytes in turbid waters growing closely by the shoreline (the main vegetation types are Ulvion, Enteromorphon, and ruderal Chenopodietalia).

7. **Brown - chestnut zone** = overdegraded coasts with the disappearing macro-vegetation: only the last rare Chlorophyta and Chenopodiaceae persisting, Cyanophyta and diatoms widely predominating.

8. **Violet zone** = very devastated coasts without macrovegetation: even the microcoenoses of Cyanophyta and diatoms rarified (the unique persisting microvegetation group is Microcoleion).

9. **Black zone** = quite destroyed and azoical coasts: no vegetation, only the bacteria persisting.

RESULTS. From 1975, by this procedure we prospected during 14 years the most of Adriatic islands, Yugoslav mainland coasts and estuaries, including ca 85% of the East Adriatic coastlines. The obtained results will be presented by a coloured wall map in the med um scale with 9 degradation zones. It presents the very devastated shores including the azoical ones (zones 8-9) restricted in N Rijeka Bay, Zadar channel and Kaštela Bay. The other well degraded zones (6-7) include W and NE Istra Peninsula, SE Velebit coast, N Dalmatia (Zadar-Sibenik), interior Boka bays, NW Krk island, and Raša estuary. The most of the other E Adriatic coasts are medium-degraded (4-5). The semi-natural coasts (2-3) are in the islands Cres, SE Krk, NW Rab, Plavnik, SW Kornati, Vis, Lastovo, SW Mljet, NW Velebit, Zmanja estuary, and middle Montenegrin coast. The very purest coasts with a richest vegetation (zone 1) are restricted to the remote Mid-Adriatic islets, the open mainlands of Konavli by Dubrovnik and Platamun cape by Budva, and also Prvić and Grgur isles in NE Adriatic channels. These distribution patterns offer some interesting conclusions. The purest natural sites may be in the remote isles and open mainlands, but also in the interior channels overexposed to perpetual strong winds and stormy surf e.g. isles by Senj. The most degraded ones are the sheltered closed bays with a coastal industry and major urbanizing.

The most effective degradation phytoindicators are: a general decrease in coastal species diversity, simplified communities and uniform vegetation; disappearing of perennials, calcified algae, woody halophytes, Plumaginaceae, Rhodophyta and Phaeophyta, and the expansion of annuals, soft algae and halophytes, Chenopodiaceae, Chlorophyta and Cyanophyta. These changes if used isolated are not very informative, but if we put them together they give the certain pollution levels.

References

- Lovrić, A.Z. 1975. Cartographie de la végétation marine et zonation du benthos adriatique. Documents Phytas Univ. Lille, 9/14: 203-206.
 Lovrić, A.Z. 1982. Principes théoriques de l'analyse globale de biosphère, biocénoses et populations. Documents Phytas Univ. Camerino, 7: 359-382.
 Lovrić, A.Z. 1985. Indicating ecozonation of the degraded vegetation in NE Adriatic. Rapp. Comm. int. Mer Médit. 29, 6: 229-230.

Rapp. Comm. int. Mer Médit., 31, 2 (1988).

Evolution à long terme (1974-1987) des peuplements benthiques sur substrats meubles du golfe d'Izmir soumis à de multiples pollutions

A. KOCATAS, Z. ERGEN, T. KATAGAN et M. ONEN

Ege University, Department of Biology, Section of Hydrobiology, Bornova, Izmir (Turkey)

INTRODUCTION : Les pollutions domestique, industrielle et maritime sont étroitement liées au développement économique de la région d'Izmir motrice pour le pays. Durant ces dernières années, l'augmentation du volume gagné sur la mer par remblai et surtout l'amélioration du drainage des effluents des différentes usines vers un ruisseau l'Halkapinar n'ont fait que contribuer à l'accroissement de la destruction générale de l'écosystème primitif malgré les différentes mesures, menées, pour contrôler les rejets industriels.

MATERIEL ET METHODE : Depuis 1974, les effets de la pollution sur les peuplements benthiques sont constatés par des prélèvements effectués dans différentes stations. Pour présenter les résultats évolutifs, 3 stations ont été sélectionnées (Fig.1).

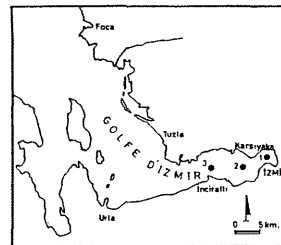


Figure 1: Stations.

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne "Orange-peel". Dans chaque station 9 à 10 l de sédiment ont été tamisés. Pour pouvoir effectuer des comparaisons, l'Indice de Margalef a continué à être utilisé.

RESULTATS : Depuis 1974 de nombreuses évolutions ont pu être observées au sein d'une même station et entre chacune d'entre elles.

-**Station 1:** Dans cette station, près de la source la plus importante de pollution, les résultats sont très déterminants quant à la conséquence que peut avoir les différents déchets sur le peuplement benthique. Pendant la période de 14 ans de 1974 à 1987; le nombre d'espèces varie de 3 à 16, le nombre

d'individu de 28 à 1524, l'indice de diversité de 0,34 à 2,69. Dans cette stations, le plus bas indice de diversité a été observé en 1980 et le plus haut en 1987 (Fig.2). La cause de cette amélioration est liée à la modification du lieu de déversement des eaux de l'Halkapinar qui sont rejetées plus au large. Toutefois la faune nouvellement développée à la station 1 reste des espèces de polychète.

-**Station 2:** Se trouvant au milieu de la baie intérieure les changements observés dans cette station sont plus faible que ceux constatés dans la première station. Dans la même période de 74 à 87; le nombre d'espèces varie de 6 à 14, le nombre d'individus de 59 à 408, l'indice de diversité de 1,01 à 3,00. Le plus bas indice de diversité est constaté en 1980, le plus haut en 1987 (Fig.2).

-**Station 3:** Cette station à l'extrémité de la baie intérieure d'Izmir peut être considérée comme à la limite entre les eaux polluées et les eaux claires. Dans la même période que celle considérée jusque là, le peuplement benthiques a montré plus de modification que dans les autres stations. Le nombre d'espèces varie de 30 à 66, le nombre d'individu de 288 à 2072, l'indice de diversité de 5,12 à 11,05. Contrairement aux stations 1 et 2 l'indice de diversité continue à diminuer après 1980 (Fig.2).

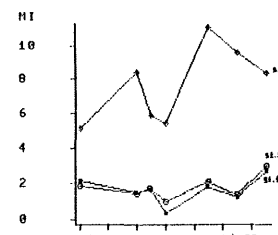


Figure 2

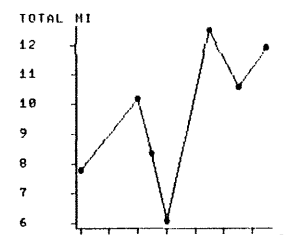


Figure 3

CONCLUSION : Les différentes observations sur les peuplements benthiques du Golfe d'Izmir depuis 1974, montrent des changements importants et en 1980 une pollution maximum (Fig.3). Après 1980, les mesures de traitement des rejets des usines et un drainage des boues du fond entraînant une réduction de la pollution dans les stations 1 et 2 apparaît clairement dans le tableau présentant les résultats de 1985 et de 1987.

Tableau: Répartition par groupes systématiques des nombres d'espèces (NS) et d'individus (NI) ainsi que les indices de diversité (DI) entre 1985 et 1987.

	Polychaetes			Molluscs			Crustaceans			Echinoderms			Total		
	NS	NI	DI	NS	NI	DI	NS	NI	DI	NS	NI	DI	NS	NI	DI
1985	1	7	1.452	0.82	2	71	0.23	1	1	-	-	-	10	1524	2.23
	2	7	386	1.00	1	16	-	1	6	-	-	-	9	408	1.50
	3	41	618	6.22	14	232	2.38	6	46	1.31	3	12	66	920	9.52
1987	1	13	77	2.76	2	54	0.25	-	-	-	-	-	15	131	2.87
	2	13	75	2.78	3	34	0.56	1	1	-	-	-	17	110	3.40
	3	26	167	4.89	13	121	2.50	5	5	2.50	2	41	46	334	7.74

KOCATAS, A., ERGEN, Z. and KATAGAN, T., 1985. Changes in the Benthic Communities Due to Various Pollutants in Izmir Bay (Turkey). FAO Fish. Rep./FAO Rapp. Pêches, (352) Suppl.:112-122.

Rapp. Comm. int. Mer Médit., 31, 2 (1988).