

ASTRUCH Patrick^{1*}, ORTS Ameline¹, SCHOHN Thomas¹, BELLONI Bruno¹, BALLESTEROS Enric², BĂNARU Daniela³, BIANCHI Carlo Nike^{4,5}, BOUDOURESQUE Charles-François³, CHANGEUX Thomas³, CHEVALDONNÉ Pierre⁶, HARMELIN Jean-Georges¹, MICHEZ Noémie^{7,8}, MONNIER Briac⁹, MORRI Carla^{4,5}, THIBAUT Thomas³, VERLAQUE Marc³, DANIEL Boris⁸, 2023. Ecosystem-based assessment of a widespread Mediterranean marine habitat: The Coastal Detrital Bottoms, with a special focus on epibenthic assemblages. *Front. Mar. Sci.*, 10 (1130540): 1-25.

¹Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Posidonie, Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU) Pythéas, 13288 Marseille, France.

²Center for Advanced Studies of Blanes, Spanish National Research Council (CSIC) Blanes, Girona, Spain.

³Aix Marseille University, Université de Toulon, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Mediterranean Institute of Oceanography (MIO) 13009 Marseille, France.

⁴Seascope Ecology Laboratory, Department of Earth, Environment and Life Sciences (DiSTAV), University of Genoa, Genova, Italy.

⁵Department of Integrative Marine Ecology (EMI), Stazione Zoologica Anton Dohrn—National Institute of Marine Biology, Ecology and Biotechnology, Genoa Marine Centre (GMC), Genova, Italy.

⁶Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie Marine et continentale (IMBE), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Aix-Marseille University, Avignon University, Station Marine d'Endoume, 13397 Marseille CEDEX 20, France.

⁷Natural Marine Park of the Gulf of Lion, 66700 Argelès-sur-Mer, France.

⁸French Office for Biodiversity, 12 cours Lumière, 94300 Vincennes, France.

⁹Université de Corse Pasquale Paoli, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Unité Mixte de Recherche (UMR) 6134 Science pour l'Environnement (SPE), 20250 Corte, France.

*Corresponding author: patrick.astruch@univ-amu.fr

Abstract. Introduction: Coastal detrital bottoms (CDB) are one of the most extensive habitats of the continental shelf worldwide, in the upper levels of the circalittoral zone. Hosting a diverse community structured by sediment grain size, trophic interactions and calcified organisms, CDB exhibit important ecological functions. In the Mediterranean Sea, CDB are constituted by recent elements partly provided by adjacent infralittoral and circalittoral ecosystems. Since the 2010s, the offshore extension of many Marine Protected Areas (MPAs) has resulted in the incorporation of vast areas of CDB, raising the issue of their management. The Marine Strategy Framework Directive (MSFD) has embraced the concept of an ecosystem-based approach, taking into account the functioning of marine habitats and their related ecosystem services. The purpose of this paper is to propose an ecosystem-based quality index (EBQI) tested on CDB from the north-western Mediterranean Sea, focusing mainly on epibenthic assemblages.

Methods: The first step has been to define a conceptual model of the CDB functioning, including the main trophic compartments and their relative weighting, then to identify appropriate assessment methods and potential descriptors. Twenty-nine sites were sampled along the coast of Provence and French Riviera (Southern France). Study sites were chosen with a view to encompassing a wide range of hydrological conditions and human pressures.

Results: Very well-preserved sites were found in Provence in areas without trawling and terrigenous inputs, while impacted and low-ES sites were located in the vicinity of urbanized areas. The cover of rhodoliths characterizes the seascape and might be an indicator of the good ES of CDB and reduced human pressure. However, the absence of rhodoliths may also be induced by natural phenomena.

Discussion: The EBQI designed for CDB proved representative and useful for a functional assessment based on epibenthic assemblages. However, some descriptors have shown their limitations and should be further explored. We highlight here the priority of establishing an index corresponding to a societal demand (e.g., European Directives, Barcelona convention) as a basis for a broad and large-scale assessment, for practical reasons. We stress the need to better apprehend the role of the macro-infauna and to extend this index over a wider geographical scale.

Keywords: coastal detrital bottoms, ecosystem-based approach (EBA), epibenthic assemblages, habitat, marine rhodolith beds, quality assessment.

Résumé¹. Évaluation, basée sur l'écosystème, d'un habitat largement répandu en Méditerranée, les fonds détritiques côtiers (DC), avec un focus particulier sur les assemblages épibenthiques.

Introduction : Le Détritique Côtier (DC) est l'un des types d'écosystèmes benthiques les plus étendus, sur le plateau continental, dans l'étage circalittoral de l'océan Mondial. Les communautés du DC, qui sont structurées en particulier par la taille des grains du sédiment, les interactions trophiques et les organismes calcifiés, ont un rôle écologique important dans les habitats côtiers. En Méditerranée, le DC est constitué par des éléments provenant en particulier des écosystèmes adjacents de l'infralittoral et du circalittoral. Depuis les années 2010s, l'extension vers le large de nombreuses AMP (Aires marines protégées) a permis d'y inclure de vastes étendues de DC, ce qui soulève le problème de leur gestion. La Directive cadre stratégie sur le milieu marin (DCSMM) de l'Union européenne a intégré le concept d'approche écosystémique, prenant en compte le fonctionnement des écosystèmes marins et les services écosystémiques qu'ils fournissent à l'humanité. L'objectif du présent travail est de proposer un indicateur biologique de la qualité du fonctionnement de l'écosystème DC (Ecosystem Based Quality Index - EBQI) et de le tester en Méditerranée nord-occidentale. Cet indicateur biologique, centré principalement sur les peuplements épibenthiques, est construit sur le modèle des EBQI déjà proposés pour d'autres écosystèmes méditerranéens : l'herbier à *Posidonia oceanica*, le coralligène, les grottes sous-marines et les peuplements d'algues photophiles sur roche.

Méthodes : La première étape a été de proposer un modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème DC, avec les principaux compartiments trophiques et leur importance relative (poids) dans le fonctionnement du DC. Dans un deuxième temps, des descripteurs potentiels de ces compartiments, et les méthodes pour les évaluer, ont été proposés. Enfin, 29 sites ont été étudiés, en Provence et Riviera française (Région Sud, France). Neuf de ces sites, de Giens à Pampelonne, sont situés dans l'Aire maritime adjacente (AMA) du parc national de Port-Cros (PNPC). Ces sites ont été choisis afin de représenter une large gamme de situations hydrologiques et de pressions humaines.

Résultats : Des sites très bien préservés, avec un EBQI élevé, ont été observés en Provence, en particulier dans l'un des cœurs du PNPC (l'archipel de Port-Cros), là où le chalutage et les apports terrigènes sont absents. En revanche, des sites situés au voisinage de zones fortement urbanisées, en Provence et en Riviera française, présentent un EBQI faible à modéré. Les rhodolithes (algues rouges calcaires, libres sur le fond, souvent en forme de boule), qui caractérisent le paysage du DC, pourraient constituer, par leur abondance, un bon indicateur de l'état de santé de l'écosystème DC et de la faiblesse des pressions humaines. Toutefois, l'absence de rhodolithes peut également avoir une origine naturelle.

Discussion : l'EBQI proposé pour le DC, bien que surtout basé sur les assemblages épibenthiques, est représentatif de l'état de santé de l'écosystème et utile pour son évaluation. Toutefois, certains descripteurs montrent leurs limites et devront être analysés plus précisément. Les auteurs soulignent la nécessité de mieux prendre en compte dans l'EBQI la demande sociétale (e.g. les Directives européennes et la Convention de Barcelone) et de se situer à une échelle géographique plus large. Enfin, le rôle de la macro-endofaune devra être mieux pris en compte.

Mots-clés : approche basée sur l'écosystème, assemblages épibenthiques, fonds détritiques côtiers, habitat, rhodolithes (fonds à), qualité (évaluation).

¹Cette traduction en français du résumé anglais et des mots-clés ne figure pas dans l'article original. Elle est due à Charles-François Boudouresque, qui a en outre ajouté des précisions qui ne figurent pas dans le résumé anglais. Les lecteurs intéressés peuvent demander au premier auteur (*corresponding author*) de leur adresser le pdf intégral de l'article.