

STARECAPMED, des indices pour la Méditerranée

M. Leduc¹, A. Abadie², A. Donnay¹, C. Pelaprat¹, C. Gervaise³, S. Ruitton⁴, E. Parmentier⁵, J. Richir^{6,2}, P. Lejeune¹, S. Gobert²

¹STARESO SAS, Pointe Revellata, BP 33, F-20260 Calvi, France

²Laboratoire d'Océanologie, MARE Centre, Université de Liège, B6C, 4000 Liège, Sart Tilman, Belgique

³Chaire CHORUS, Foundation of Grenoble INP, 46 Avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble cedex 1, France

⁴ Université de Aix-Marseille, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), UM 110, Marseille, France

⁵ Laboratoire de Morphologie Fonctionnelle et Evolutive, Université de Liège, Liège, Belgique

⁶ Laboratoire d'Ecologie Numérique des Milieux Aquatiques, Institut Complexys, Université de Mons, 6 Avenue du Champs de Mars, 7000 Mons, Belgique

Le projet STARECAPMED (STation of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts) a pour objectif (i) d'améliorer la compréhension du fonctionnement des différents écosystèmes marins côtiers présents en Méditerranée et (ii) de décrire l'influence des pressions humaines, tant locales que globales sur les processus qui gouvernent ce fonctionnement. La baie de Calvi, par sa situation exceptionnelle, est un site de référence de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau (DCE), du monitoring de l'eutrophisation et de la contamination par les éléments traces. La station de recherches océanographiques STARESO, implantée dans la baie depuis près de 50 ans, possède un accès unique à la mer et de nombreuses facilités logistiques. Elle a développé au fil du temps une expertise scientifique reposant notamment sur l'acquisition de longues séries temporelles de données environnementales. Ensemble, baie et station, forment un site atelier dédié à l'évaluation de l'état de santé des écosystèmes marins côtiers de Méditerranée Nord-Occidentale. En particulier, différents indices et indicateurs y sont développés en collaboration avec de nombreux laboratoires partenaires. Une partie de ces indices écologiques testés dans la baie de Calvi est ici présentée.

1. Indice de qualification des milieux

L'indice PREI original, puis sa version non destructive (Posidonia Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009), a été créé afin d'évaluer la qualité des herbiers à *Posidonia oceanica*. Cet indice, développé en collaboration avec l'Université de Liège dans le cadre des suivis à long termes de la Directive Européenne Cadre sur Eau (DCE), utilise la valeur d'un rapport de qualité écologique ("Ecological Quality Ratio", ou EQR) pour qualifier le statut écologique de la masse d'eau environnant l'herbier. Cette valeur d'EQR est calculée en utilisant différentes caractéristiques des herbiers comme la densité, la surface foliaire, la charge épiphyte et la profondeur de la limite inférieure.

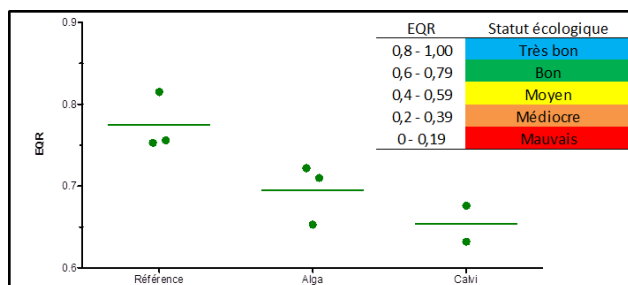


Figure 1 : Valeurs de l'indice PREI obtenues sur trois sites de la baie de Calvi, et grille d'interprétation de la valeur de l'indice EQR



L'indice PREI est utilisé en différents sites de la baie de Calvi pour permettre un suivi spatiotemporel de la qualité des herbiers. Par exemple, en 2012, ceux-ci sont dans un bon état écologique selon le PREI, quel que soit le site considéré.

Toutefois, de faibles différences inter-sites semblent suggérer que l'activité humaine pourrait avoir une influence négative sur la présence ou la vitalité de l'herbier à *P. oceanica*, notamment à proximité de la ville de Calvi ou du mouillage forain de l'Alga. Ainsi, pour mesurer la pression d'ancrage, subit par les herbiers de l'Alga, deux indices d'évaluation ont été mis au point (voir la communication de A. Abadie).

L'indice LIMA, adapté à l'évaluation des fonds rocheux, adopte un point de vue plus large traduisant l'attrait paysager et la richesse patrimoniale des habitats benthiques méditerranéens entre 0 et -40 m. Pour chaque site, la qualité topographique (T) et biologique (plusieurs taxons : Structurants, Envahissants et Remarquables) sont pris en compte.

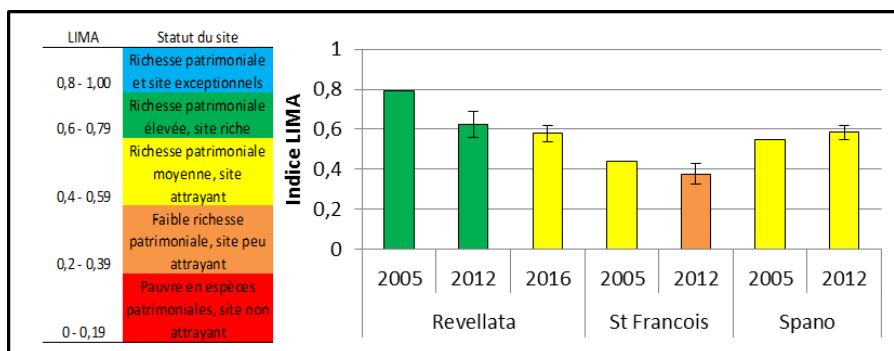


Figure 2 : Valeurs de l'indice LIMA obtenues sur trois sites de la baie de Calvi, et grille d'interprétation de la valeur de l'indice

2. Adaptation des indices

En 2016, un nouvel outil a été testé sur le site atelier STARECAPMED : l'EBQI (Ecosystem Based Quality Index). Cet indice permet d'évaluer de façon globale la qualité, la 'naturalité' à *P. oceanica* en étudiant le fonctionnement de l'ensemble de l'écosystème, au lieu de considérer une unique espèce. Il se base sur un modèle qui prend en compte 13 compartiments fonctionnels ou boîtes : posidonie, algues, herbivores, matière organique, petite faune, petits et grands prédateurs, oiseaux marins, et les interactions entre ces compartiments pour lesquels différents paramètres sont mesurés. Ces mesures permettent ainsi d'attribuer un statut à chaque boîte noté entre 0 (mauvais) et 4 (très bon), puis de calculer l'EBQI en prenant en compte le statut de chacune des boîtes pondérée par un facteur qui lui est propre (attribuée en fonction de l'importance du paramètre).

L'indice EBQI a été développé sur les côtes du nord-ouest de la Méditerranée continentale. L'application de cet indice aux herbiers des côtes insulaires corses, relativement préservées, donne cependant des résultats assez pessimistes.

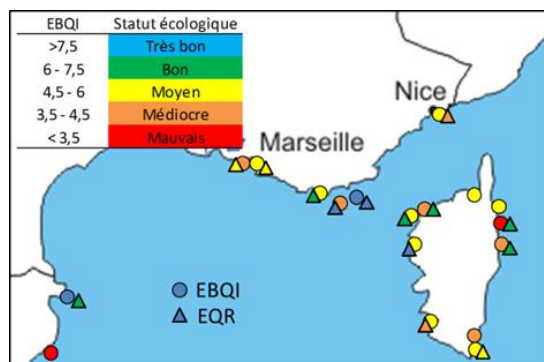


Figure 2 : Comparaison de l'EBQI et de l'EQR(PREI), Grille d'interprétation de la valeur de l'indice EBQI

En comparant les EBQI aux EQR obtenus par l'indice PREI, les résultats montrent de fortes incohérences sur le pourtour de la Corse entre ces deux indices. Cet exemple montre la nécessité de calibrer les indices au niveau des zones géographiques qui ne possèdent pas les mêmes caractéristiques naturelles.

La question du référentiel s'est également présentée pour les indicateurs existant pour évaluer les peuplements macrobenthiques des substrats meubles (ici le M-AMBI) qui se révélaient trop peu discriminants dans la situation préservée de la Corse. Pour répondre à cette problématique, un nouvel indice, le BeMSI (Benthic Methodology Simplification), a été créé. Cet indice plus sensible basé sur le M-AMBI mais avec des valeurs de références propres aux différents habitats identifiés sur la Corse, repose également sur la simplification taxonomique et permet ainsi dans le cadre de suivi à long terme une obtention plus rapide des résultats ainsi qu'un allègement des coûts.

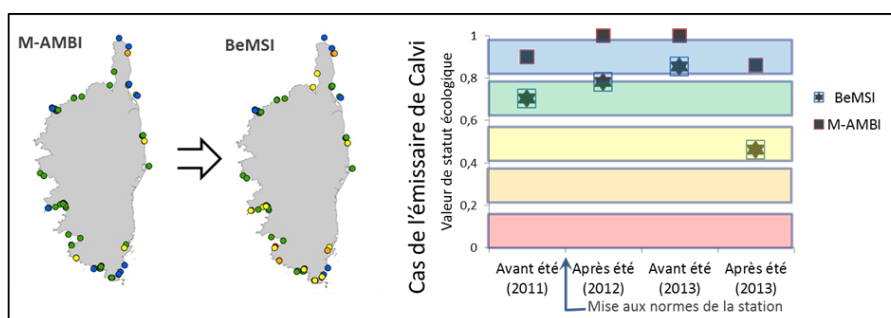


Figure 2 : Comparaison du M-AMBI et du BeMSI, et sur l'évolution temporelle des deux indices appliqué à l'émissaire de Calvi

3. Indices spécifiques aux pollutions

Le BeMSI, de par sa sensibilité, permet de mettre en évidence les effets de faibles perturbations.

L'impact, lié à l'apparition d'espèces envahissantes, est pris en compte partiellement par l'indice LIMA. Cependant, pour affiner l'information concernant une espèce envahissante particulièrement importante en méditerranée, *Caulerpa cylindracea*, l'indice « paysager » ICAR a été développé. Il permet d'évaluer spécifiquement les niveaux de colonisation par l'algue invasive en prenant en compte de 4 critères : la topographique, la superficie de la zone colonisée, la couverture algale et l'expérience du plongeur. Cet indice a déjà fait l'objet d'une communication dans un précédent colloque Cahrambar.



Dans le domaine important de l'évaluation des pressions anthropiques liées à l'émission de polluants dans le milieu naturel, les indices TEPI (Trace Element Pollution Index) et TESVI (Trace Element Spatial Variation Index) ont été créés. Ils permettent de rendre compte d'une manière synthétique de l'état de contamination d'un site marin en matière d'éléments traces résultant des apports anthropiques et naturels, ponctuels et diffus, chroniques et aigus. Au final, il est alors possible de classer les contaminants en fonction de la variation spatiale de leurs niveaux environnementaux.

Le suivi des concentrations en éléments traces dans les organismes bioindicateurs moules et posidonies a montré le bon état écotoxicologique général de la Baie de Calvi. Les différents sites monitorés avec la moule *Mytilus galloprovincialis* montrent une certaine homogénéité de la colonne d'eau ; la posidonie permet quant à elle d'identifier des variations spatiales plus fines, car cette plante benthique reflète les concentrations en contaminants accumulés sur de longues périodes dans les sédiments.

Par ailleurs, de nouveaux indices innovants prenant en compte l'écosystème dans sa globalité et intégrant les impacts anthropiques se développent. C'est le cas de l'indice paysage acoustique sous-marin reposant sur l'enregistrement des sons pour évaluer la qualité du milieu. Le paysage acoustique varie en fonction du temps et de l'espace et est forgé par i) l'activité biologique (biophonie) via les émissions sonores volontaires ou involontaires d'une grande diversité d'organismes (des invertébrés aux mammifères), ii) les conditions météorologiques et les forçages physiques (géophonie) et iii) les activités anthropiques (anthropophonie). Le paysage acoustique constitue donc un proxy qui présente de nombreux avantages pour apprécier la structure, le fonctionnement et l'état des écosystèmes.

4. Conclusion

En conclusion, le développement et l'application combinée de ces différents indices et indicateurs développés dans le cadre du programme pluridisciplinaire STARECAPMED fournissent une estimation globale de l'état du milieu côtier méditerranéen à différents niveaux d'organisation, depuis l'espèce jusqu'à l'écosystème. De plus, leur mise en œuvre dans ce même site atelier privilégié qu'est la baie de Calvi permet de les confronter, de les ajuster et de les intercalibrer pour, à terme, les proposer aux gestionnaires environnementaux.

Références bibliographiques

- Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V. et al, 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Marine Pollution Bulletin*, 58
- Gobert, S., Chéry, A., Volpon, A., Pelapat, C., Lejeune, P., 2014. The Seascape as an indicator of environmental interest and quality of the Mediterranean benthos: the in situ development of a description index: the LIMA, in: *Underwater Seascapes*. Springer, pp. 277–291.
- Personnic S., Boudouresque CF., Ruitton S. et al., 2014. An ecosystem-based approach to assess the status of a mediterranean ecosystem, the *Posidonia oceanica* seagrass meadow. *PLoS ONE* 9:e98994
- Donnay A., Le macrobenthos de substrats meubles en zone infralittorale Corse Indice et méthodologie adaptée pour un diagnostic écologique facilité Thèse de doctorat, STARESO 2016
- Carriou et al., 2014. L'indice paysager *Caulerpa racemosa* "ICar". Ifremer (Ed.) CARTographie des HABitats Marins Benthiques : de l'Acquisition à la Restitution (2013, March 27)

CARHAMB'AR, Brest, 14 - 16 mars 2017

CARtographie des HABitats Marins Benthiques : de l'Acquisition à la Restitution



Richir, J., Salivas-Decaux, M., Lafabrie, C., Lopez y Royo, C., Gobert, S., Pergent, G. & Pergent-Martini, C. Bioassessment of trace element contamination of Mediterranean coastal waters using the seagrass *Posidonia oceanica*. *Journal of Environmental Management* (2015), I.F.: 3.288 (last); A.L. Gill, *Elsevier*, 150, 1-14. doi:10.1016/j.jenvman.2014.11.015