

Objet : **Expertise GIREL**

V/réf. : convention n° 2014 0207

N/réf : LER-PAC/15-21

**Agence de l'eau Rhône Méditerranée
et Corse**

Délégation de Marseille

13001 Marseille

La Seyne-sur-Mer, le 18 mars 2015

Dossier suivi par Marc Bouchouca et Bruno Andral

**Institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer**

Etablissement public à caractère
industriel et commercial

Centre de Méditerranée

Zone portuaire de Brégailhon
CS 20330
83507 La Seyne-sur-Mer cedex
France

téléphone 33 (0)4 94 30 48 00
télécopie 33 (0)4 94 30 44 15
<http://www.ifremer.fr>

Siège social

155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 731 Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368

téléphone 33 (0)1 46 48 21 00
télécopie 33 (0)1 46 48 22 96
<http://www.ifremer.fr>

Monsieur,

Vous nous avez fourni le 23 février 2014 un document intitulé « Pilote Ecorécifs » du programme GIREL. Rapport de phase de démonstration, « Version 1 » de 130 pages. Ce document comprend une présentation synthétique du programme GIREL, une présentation détaillée de deux types de micro-habitats artificiels testés dans le cadre de ce projet (dénommés ci-après « Roselière » et « Oursin »), une présentation du protocole de suivi réalisé, une présentation des résultats obtenus par type de micro-habitat, une discussion autour des résultats ainsi que des préconisations pour de futures études. Vous avez sollicité notre expertise concernant la validité des résultats obtenus, les conclusions déduites ainsi que d'éventuelles préconisations pour l'évolution du suivi de ce pilote.

Dans cette optique, nos commentaires s'organiseront en trois parties, la première concernant la méthodologie liée au protocole de suivi et son aptitude à répondre aux objectifs du programme GIREL, la seconde concernant la validité de l'interprétation qui est faite des résultats et la troisième concernant des propositions d'optimisation du protocole au regard des objectifs du programme.

En avant propos, nous tenons à souligner la grande qualité du travail effectué et rapporté dans le document sus-cité. Ce dernier est clair, bien illustré et présente de manière détaillée les résultats obtenus. Nous noterons néanmoins que l'abondance de détails nuit parfois à une lecture fluide du document et invitons les auteurs à restructurer certains chapitres et regrouper les résultats par questions scientifiques, et ce afin de mieux mettre en évidence leur démarche aboutissant aux conclusions.

Protocole de suivi :

A la page 19, les auteurs indiquent qu' « une définition claire des questions scientifiques auxquelles le projet doit répondre est (...) un prérequis nécessaire à la définition de toute stratégie expérimentale ». Nous ne pouvons que reconnaître le bien-fondé d'une telle affirmation qui aura guidé notre lecture du document. La question principale à laquelle l'étude devait répondre était "Les ouvrages équipés en micro-habitats artificiels sont-ils de meilleurs habitats pour les juvéniles de poissons que des ouvrages non équipés ?". Les auteurs ont traduit cette question en « la richesse spécifique et la densité en poissons juvéniles est-elle supérieure sur des ouvrages équipés en micro-habitats artificiels en comparaison à des ouvrages non équipés ? ». Cette traduction nous semble raisonnable. En effet, selon la définition généralement acceptée de Beck *et al.* (2001), une zone de nurserie est définie selon quatre critères qui aboutissent à une maximisation de l'abondance, de la croissance et de la condition des juvéniles ainsi qu'à une connectivité entre la nurserie et les habitats adultes. Limiter l'analyse à celle des abondances dans un premier temps est un compromis acceptable et généralement pratiqué par l'ensemble de la communauté scientifique (e.g. Harmelin-Vivien *et al.* 1995, Cheminee *et al.* 2011, Cheminee *et al.* 2013, Pastor *et al.* 2013).

Méthode de comptage des poissons :

Pour répondre à la question, les auteurs ont mis en place un plan d'échantillonnage complexe avec des suivis en plongée (cf. Fig. 27 p 31 et Fig. 28 p 35) et par caméras vidéo (cf. Fig 29 p 37 et 31 p 39) sur six types de transects : des transects équipées à 1/3 par des modules du pilote 1 « roselières », des transects témoins sur des quais, des transects équipées à 1/3 par des modules du pilote 2 « oursins », des transects témoins sur des digues, des transects sur des zones naturelles rocheuses. Nous pensons que ce plan d'échantillonnage va au-delà de la question posée par les auteurs. Tout d'abord, bien que très pertinente d'un point de vue scientifique et pour la compréhension des processus, l'information apportée par les zones naturelles ne répond pas à la question principale mais à celle de la comparaison entre une zone naturelle et une zone portuaire. Or, avec 144 sections sur 372 au total (cf. Tabl. 2 p 34), le suivi des zones naturelles constitue un effort d'échantillonnage conséquent. Par ailleurs, les auteurs indiquent p. 113 que "les stations naturelles ont été choisies pour représenter au mieux des petits fonds de substrat dur ordinaires, et pas particulièrement pour leur qualité de nourricerie". Il est donc raisonnable de s'interroger sur leur pertinence en tant qu'élément de comparaison d'une nurserie "portuaire" puisqu'elles ne constituent pas, de l'aveu même des auteurs, des nurseries naturelles.

Parmi les zones non-équipées suivies dans le port, trois types ont été définis : les zones « témoins », « sous-influence » et « non influencées ». Cette répartition avait pour but de répondre à la question légitime d'un éventuel effet de bordure des zones équipées. Les résultats (p. 51 à 53) mettent en évidence que cet effet n'a pas lieu. Cette question traitée, l'ensemble des zones non-équipées peuvent être considérées comme témoin et la distinction entre

« témoins », « sous influence » et « non influencées » n'a plus lieu d'être, facilitant ainsi la lecture du document.

Par ailleurs, que ce soit par la méthode vidéo ou la méthode de suivi en plongée, l'ensemble des poissons, juvéniles et adultes, a été identifié et recensé. Bien qu'encore une fois très intéressant d'un point de vue scientifique et pour une meilleure compréhension des processus, le suivi des adultes sort du champ de la question posée p. 19 et nous amène à nous interroger sur son objectif. L'argument des adultes comme prédateurs potentiels de juvéniles mis en avant par les auteurs est acceptable mais dans ce cas, pourquoi s'intéresser à tous les adultes et non aux seuls prédateurs ? Par ailleurs, une grande partie de la prédation est liée à des espèces nocturnes (Macpherson et *al.* 1997) non comptabilisées ici. En outre, les poissons ne sont pas les seuls prédateurs de juvéniles. Certains crustacés le sont aussi alors qu'ils ne sont pas comptabilisés dans cette étude.

Au regard de l'analyse du protocole d'échantillonnage et afin de juger de l'efficacité des solutions techniques proposées pour améliorer la richesse spécifique et les abondances intra-portuaire de juvéniles, nous limiterons notre analyse des résultats à ceux obtenus sur les zones équipées et les zones témoins, soit 102 sections sur les 372 suivies (Tabl. 2 p. 34). Néanmoins, nous tenons à souligner la très grande qualité des informations fournies par les autres suivis qui ont retenu toute notre attention et ont notamment permis de répondre à la question des éventuels effets de bordure.

Stations de suivi :

Les zones naturelles écartées, huit stations intra-portuaires ont été suivies : « Digue Sud-Ouest », « Digue du Large Gourret », « Digue du Large Joliette », « Quai Gourret », « Quai Pinède », « Quai Joliette », « Digue Gloria » et « Quai Gloria ». Cette répartition nous est apparue pertinente, couvrant un panel de conditions hydrographiques et physico-chimiques contrasté comme en atteste le tableau 6 p. 45. Par ailleurs, le nombre important de stations de suivi réalisées nous permet d'apprécier finement la variabilité spatiale de l'efficacité des modules testés et constitue un point très fort du travail réalisé. En effet, dans le cas d'effets persistants, comme ceux causés par l'établissement de structures artificielles, la puissance des tests statistiques n'est pas augmentée par l'augmentation du nombre de réplicats en termes de jours ou de périodes d'échantillonnage mais l'est par l'augmentation du nombre de stations en zones de contrôle et impactées (Underwood 1996).

Période d'échantillonnage :

Les suivis en plongée ont été effectués à quatre périodes : en juillet et août 2012 avant la mise en place des modules puis en août et novembre 2014 après leur mise en place. Les suivis en vidéo ont quant à eux été réalisés en août et septembre 2014.

La réalisation d'un état initial en 2012, avant mise en place des micro-habitats, même s'il ne concerne que deux des huit stations, est un point très positif du travail réalisé et conforte pleinement notre confiance dans les résultats obtenus. Par contre, nous aurions aimé que les périodes de suivi soient plus étendus. En effet, en Méditerranée, la plupart des espèces de poissons ont un rythme saisonnier (Felix-Hackradt et al. 2013) et présentent des périodes d'installations bien définies. Les deux taxons dominants mis en avant dans le rapport par les auteurs, *Diplodus annularis* et *Symphodus* spp. sont ceux dont la période d'installation est proche des périodes de suivis. D'autres espèces, dont l'installation est légèrement plus précoce dans l'année, comme *Diplodus sargus*, sont moins observés dans les micro-habitats. Ces micro-habitats ne leur conviennent-ils pas ? Les individus les ont-ils déjà quitté ? Ces questions auraient pu trouver une réponse avec un protocole d'échantillonnage plus étendu dans le temps. Néanmoins, les périodes choisies par les auteurs représentent un bon compromis entre la fréquence d'échantillonnage, la richesse spécifique en juvéniles ainsi que leur abondance et répond à la grande question de l'étude qui s'intéresse non pas à une espèce de poisson en particulier mais bien à leur ensemble.

Analyse des résultats :

Ne conservant dans notre analyse que les résultats pour les juvéniles des zones équipées et des témoins intra-portuaires, nous notons que :

- La richesse spécifique sur les zones aménagées est équivalente à celle des zones témoins à Fos quel que soit le type d'aménagement, « Roselière » ou « Oursin » (Fig. 33 p. 52 et tests associés) ;
- La richesse spécifique sur les zones aménagées est supérieure à celle des zones témoins à Marseille quel que soit le type d'aménagement (Fig. 34 et 35 p. 52 et 53 et tests associés) ;
- L'augmentation de richesse spécifique est bien due à la mise en place des micro-habitats (Fig. 36 p. 57) ;
- Les densités d'espèces non planctonophages sur les zones aménagées à Fos est très supérieure à celle des zones témoins quel que soit le type d'aménagement (Fig. 38 p. 64 et tests associés) ;
- Les densités d'espèces sur les zones aménagées à Marseille est supérieure à celle des zones témoins quel que soit le type d'aménagement (Fig. 39 p. 65 et tests associés) ;
- Des préférences en termes d'habitats sont observés pour les différentes espèces. Les solutions techniques proposées ne peuvent donc pas être uniques ;

- La richesse spécifique ainsi que les abondances varient très fortement entre les stations. Toutes les zones n'ont donc pas le même potentiel de nurserie.

Les analyses statistiques qui aboutissent à ces résultats ont été menées de manière rigoureuse et, bien que limitée en termes de nombre de réplicats temporels, le plan d'échantillonnage nous est apparu suffisant pour répondre à la question. Nous regrettons néanmoins que les résultats détaillés par espèce se limitent aux deux taxons dominants. Cela aurait permis d'apprécier plus en détail l'effet des micro-habitats sur les communautés de poissons juvéniles.

Par ailleurs, même si nous ne pouvons pas l'analyser statistiquement, les ordres de grandeur des résultats obtenus par les auteurs nous semblent en adéquation avec ce que nous connaissons d'autres résultats obtenus sur les modules de type Biohut dans le même projet.

Préconisations :

Afin d'améliorer la lecture du document, nous préconisons aux auteurs de maintenir une expression claire de la question à laquelle ils ont souhaité répondre (cf. p. 19) et de ne conserver dans le document que les éléments de protocole, analyses et résultats qui y répondent directement. L'intérêt scientifique des autres éléments n'étant absolument pas remis en cause, nous préconisons de les ajouter en annexe ou en éléments explicatifs de certaines observations principales mais à un niveau inférieur. En cas de poursuite des travaux, nous invitons les auteurs à s'interroger sur le maintien de suivis sur les zones naturelles, sous influence et non influencées. Ces derniers peuvent s'avérer pertinent ou pas en fonction de la question posée. Une réduction de l'effort d'échantillonnage sur ce type de transect associé à un report sur d'autres périodes de l'année permettrait, par exemple, de conforter les premiers résultats obtenus et d'étendre les conclusions à d'autres espèces.

Par ailleurs, les auteurs ont réalisé un très gros effort d'échantillonnage comprenant en plus des comptages des informations très précises sur la taille des individus (au moins en ce qui concerne la partie comptage en plongée) et donc les stades de vie juvénile. Ces données nous sont apparues sous exploitées. Nous préconisons de réanalyser les jeux de données à la lumière de cette information pour mieux caractériser l'utilisation des habitats par les différents stades de vie juvéniles des poissons et donc réfléchir à des solutions techniques adaptées (en termes d'habitat, de profondeur, de localisation d'implantation, etc.).

Conclusion :

En conclusion, nous pouvons dire que les résultats obtenus par les auteurs dans le cadre de cette étude sont très prometteurs, même si le protocole d'échantillonnage ne nous est pas apparu optimisé compte tenu de la question posée. Ils sont en outre cohérents avec ce qui a pu être observé sur un autre type de micro-habitats également déployé dans l'enceinte du GPMM, le Biohut. L'intérêt des deux solutions proposées (« Roselière » et « Oursin ») a été démontré, en particulier pour deux taxons. Une poursuite des suivis, nécessitant une redéfinition du protocole en adéquation avec des objectifs partagés avec les gestionnaires, permettrait de conforter ces premiers résultats et de les étendre à d'autres espèces. Un élargissement de la période d'échantillonnage sera alors nécessaire.

En espérant que ces éléments de réflexion viendront en appui à la gestion de ce dossier, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

Directeur du Centre Ifremer de Méditerranée

Annexe : références bibliographiques :

Beck MW, Heck KL, Able KW, Childers DL, Eggleston DB, Gillanders BM, Halpern B, Hays CG, Hoshino K, Minello TJ, Orth RJ, Sheridan PF, Weinstein MR (2001) The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *Bioscience* 51:633-641

Cheminee A, Francour P, Harmelin-Vivien M (2011) Assessment of *Diplodus* spp. (Sparidae) nursery grounds along the rocky shore of Marseilles (France, NW Mediterranean). *Scientia Marina* 75:181-188

Cheminee A, Sala E, Pastor J, Bodilis P, Thiriet P, Mangialajo L, Cottalorda J-M, Francour P (2013) Nursery value of *Cystoseira* forests for Mediterranean rocky reef fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 442:70-79

Felix-Hackradt FC, Hackradt CW, Trevino-Oton J, Perez-Ruzafa A, Garcia-Charton JA (2013) Temporal patterns of settlement, recruitment and post-settlement losses in a rocky reef fish assemblage in the South-Western Mediterranean Sea. *Marine Biology* 160:2337-2352

Harmelin-Vivien ML, Harmelin JG, Leboulleux V (1995) Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia* 300-301:309-320

Macpherson E, Biagi F, Francour P, Garcia-Rubies A, Harmelin J, Harmelin-Vivien M, Jouvenel JY, Planes S, Vigliola L, Tunesi L (1997) Mortality of juvenile fishes of the genus *Diplodus* in protected and unprotected areas in the western Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 160:135-147

Pastor J, Koeck B, Astruch P, Lenfant P (2013) Coastal man-made habitats: Potential nurseries for an exploited fish species, *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758). *Fisheries Research* 148:74-80

Underwood AJ (1996) *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*, Vol. Cambridge University Press