



**Suivi écologique des populations de  
poissons sur les modules ReFISH dans les  
ports de La Seyne-sur-Mer, de Toulon  
Darse Nord, de Toulon Vielle Darse et de  
Saint Louis du Mourillon – année 2022**

Marc Bouchoucha - Ifremer

## Fiche documentaire

Suivi écologique des populations de poissons sur les modules ReFISH dans les ports de La Seyne-sur-Mer, de Toulon Darse Nord, de Toulon Vielle Darse et de Saint Louis du Mourillon – année 2022

---

**Référence interne :**

**Date de publication :** 12/10/2022

**Diffusion :**

**Version :** 1.0.0

libre (internet)

restreinte (intranet) – date de levée  
d’embargo : AAA/MM/JJ

**Langue(s) :** Français

interdite (confidentielle) – date de levée  
de confidentialité : AAA/MM/JJ

---

### Résumé/ Abstract :

Ce rapport présente les résultats des suivis écologiques réalisés par l’Ifremer sur les modules ReFISH installés depuis 2020 dans les ports de La Seyne-sur-Mer, Toulon Darse Nord Toulon Vielle Darse et Saint Louis du Mourillon.

En 2022, 2 626 poissons ont été observés (1 867 en 2021 et 296 en 2020) dont 4 espèces non observées jusqu’ici. L’athérine (*Atherina sp.*), la saupe (*Sarpa salpa*) et le sparailon (*Diplodus annularis*) ont été majoritairement observés.

Les suivis ont permis de mettre en évidence une croissance des individus lors de la période de suivis au cours des deux années consécutives.

Les résultats de cette troisième année de suivi confirment que les modules ReFISH sont colonisés par des juvéniles de poissons et ces derniers y trouvent des conditions favorables à leur croissance. Les résultats sont cohérents avec ceux d’autres études.

Comme en 2021, les suivis de cette année ont mis en évidence une préférence des modules fixés sur les quais par les juvéniles.

### Mots-clés/ Key words :

Restauration écologique, rade de Toulon, ports, poissons, nurseries.

---

Commanditaire du rapport : Chambre de Commerce et d'Industrie du Var

Nom / référence du contrat :

Rapport intermédiaire

Rapport définitif

Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :

Auteur(s) / adresse mail

Affiliation / Direction / Service,  
laboratoire

Joubert Etienne

ODE/UL/LER-PAC

De Vogüe Benoist

ODE/UL/LER-PAC

Bouchoucha Marc

ODE/UL/LER-PAC

Encadrement(s) :

Destinataire : Délégation Interrégionale de la mer Méditerranée

Validé par : Marc Bouchoucha

## Sommaire

### Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Matériel et Méthodes .....</b>	<b>7</b>
2.1	Localisation.....	7
2.2	Description des modules et répartition dans les ports .....	7
2.3	Protocole de suivi écologique .....	9
<b>3</b>	<b>RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>10</b>
3.1	Diversité inter et intraspécifique sur les modules depuis leur installation.....	10
3.2	Comparaison de la diversité spécifique et abondance au sein des différents sites.....	13
3.3	Croissance des poissons juvéniles sur les modules.....	15
<b>4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>17</b>

## 1 Introduction

Les effets conjoints du changement climatique et de l'urbanisation sont la cause d'une dégradation importante des écosystèmes marins côtiers (Gibson et al., 2007; Morris et al., 2017). Aujourd'hui, moins de 15 % du littoral Européen est considéré comme étant en « bon état » écologique malgré la diversification des mesures de gestion mises en place pour le protéger (Gibson et al., 2007). Afin de concevoir un avenir écologique plus durable, il est impératif de mieux appréhender, gérer et conserver les écosystèmes marins (Airoldi et al., 2021). Cette démarche est basée sur trois axes principaux : (i) la réduction des pressions urbaines, (ii) la protection et la restauration des écosystèmes océaniques, et (iii) la protection des services écosystémiques essentiels (Airoldi et al., 2021). Concernant les écosystèmes irrémédiablement altérés par les activités humaines, leur restauration, c'est à dire le recouvrement de l'ensemble de leurs fonctions écologiques initiales, n'est pas toujours réalisable. Il est cependant possible de faire en sorte que certaines de ses fonctions perdues soient de nouveau remplies par l'écosystème. On parle alors de réhabilitation (Bouchoucha, 2017).

Parmi les écosystèmes côtiers fortement dégradés, les zones portuaires représentent un enjeu important. En région Sud PACA, 17 % du trait de côte est artificialisé et plus de 50 % des aménagements sont des ports ([www.medam.fr](http://www.medam.fr)). La multiplication des ports a entraîné une réduction des surfaces de certains écosystèmes, dont dépendent de nombreuses espèces de poissons côtiers durant leur stade juvénile, ce qui altère la capacité de renouvellement de leurs populations adultes (Bouchoucha, 2017). Au cours du cycle de vie des poissons nurseries-dépendants, les larves mènent une vie pélagique et dispersive avant de regagner la côte et de s'installer dans des écosystèmes peu profonds et abrités. Ces zones refuges sont appelées nurseries (ou nourriceries) (Beck et al., 2001; Dahlgren et al., 2006). Les juvéniles restent dans les nurseries jusqu'à atteindre une taille qui les prévient d'une prédation trop importante, puis rejoignent les habitats de vie adulte (Pastor, 2008; Vigliola, 1998). Lors de l'installation benthique, une fraction des juvéniles de poissons trouve refuge dans des ports. Le manque de complexité structurale des infrastructures portuaires, la contamination du milieu et les nuisances sonores et lumineuses entraînent une mortalité plus importante que dans les zones naturelles (Bouchoucha, 2017). Le nombre d'individus en capacité de rejoindre les populations adultes diminue entraînant une baisse des effectifs des populations de poissons nurseries-dépendants (hypothèse du recrutement limitant) (Doherty, 1991).

Depuis 2011, plusieurs projets d'ingénierie écologique ont émergé en méditerranée française pour tenter d'atténuer les effets négatifs des ports sur le renouvellement des populations de poissons nurseries-dépendants (GIREL, NAPPEX). Les solutions se basent principalement sur l'installation de petites structures artificielles visant à apporter plus de complexité aux infrastructures portuaires. Cet apport d'abris pour les poissons, notamment pour les stades juvéniles, a pour objectif de réhabiliter la fonction de nurserie des ports (Bouchoucha, 2017). Des études menées sur ces solutions ont montrés que l'installation de nurseries artificielles permet d'accueillir plus de poissons juvéniles (Mercader, 2018) et que les zones portuaires peuvent remplir dans certains cas et pour certaines espèces des critères de nurseries (Bouchoucha, 2017).

La chambre de commerce et d'industrie du Var (CCI du Var) est gestionnaire de plusieurs ports de loisir et de commerce de la rade de Toulon. Soucieuse du bon état écologique de ses concessions et dans un processus de labellisation « ports propres et actifs en biodiversité » délivré par l'AFNOR, la CCI du Var s'est engagée dans des mesures de restauration écologique. Suite à un appel d'offre remporté par Suez consulting en 2020, des modules ReFISH ont été installées dans plusieurs ports gérés par la CCI du Var. Afin d'évaluer l'efficacité de ces installations et dans le cadre d'un contrat avec l'Ifremer, les

suivis écologiques des ports équipés de nurseries artificielles sont assurés par les scientifiques du Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse (LER/PAC) du centre Ifremer de la Seyne-sur-Mer, pour une durée de quatre ans. Ces suivis donnent lieu à un rapport annuel. L’Ifremer participe également, aux côtés de la CCI du Var, à la sensibilisation des jeunes publics aux enjeux de la restauration écologique à l’occasion des journées « Rades bleues ».

Ce rapport dresse le bilan de la troisième année de suivis réalisés par l’Ifremer au sein des ports de La Seyne sur Mer et Toulon Darse Nord et de la deuxième année de suivis pour le port de Toulon Vielle Darse. Des premiers résultats concernant le port de Saint Louis du Mourillon, équipé en 2022, seront également abordés.

## 2 Matériel et Méthodes

### 2.1 Localisation

Quatre ports gérés par la CCI du Var sont aujourd'hui concernés par une opération de réhabilitation écologique. Les ports de Toulon Darse Nord (TDN), de la Seyne sur Mer (SM) et de Toulon Vielle Darse (TDV) sont localisés au sein de la petite rade de Toulon. Le port de Saint Louis du Mourillon (SLM) est situé dans la grande rade de Toulon (Figure 1). Ces quatre ports sont équipés respectivement de 26, 33, 66 et 60 modules artificiels de type ReFISH. Trois sites pour SSM et TDN, 5 sites pour TVD, et 3 sites pour SLM, éloignés mutuellement d'au moins 50 m ont été sélectionnés cidans les ports. La sélection des sites s'est faite en accord avec les indications de la CCI du Var sur les contraintes portuaires.

Les différents sites ont été choisis afin de diversifier les schémas d'installation. Certains modules sont fixés contre des quais, d'autres suspendus sous des pontons et leur profondeur varie entre 0 et 3m (Figure 2).

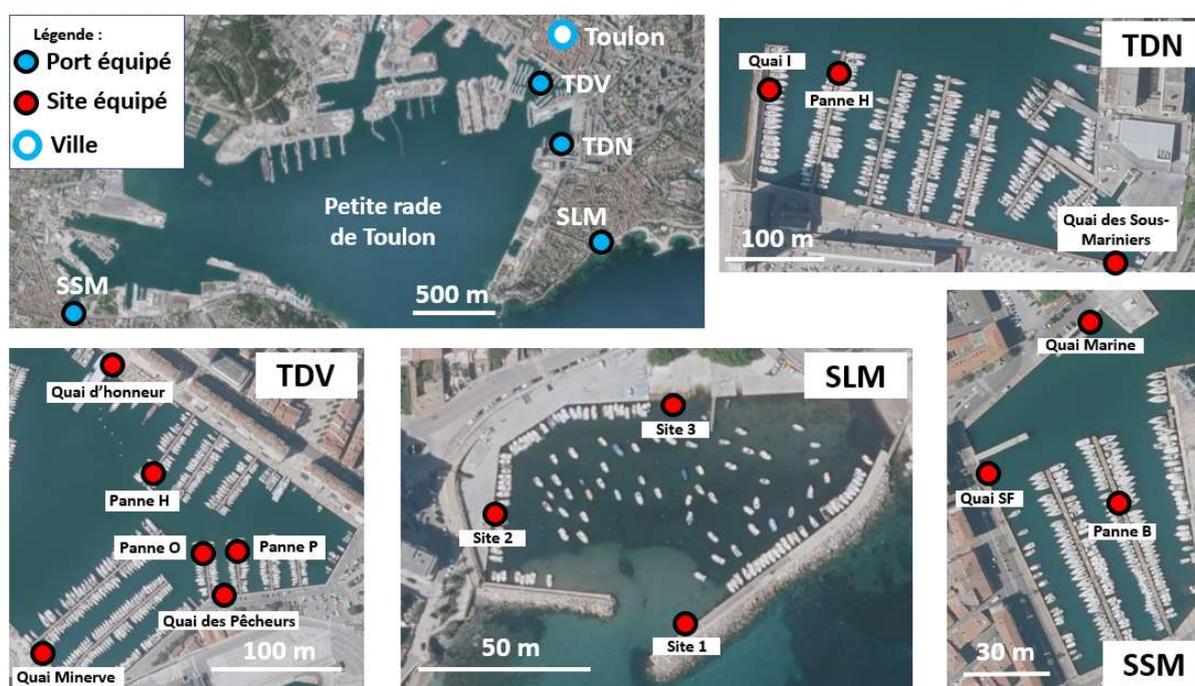


Figure 1 : Localisation des ports et des sites équipés de modules ReFISH au sein des ports (TDN : Toulon Darse Nord, TDV : Toulon Vielle Darse, SLM : Saint Louis du Mourillon, SSM : la Seyne Sur Mer) sources : géoportail.fr

### 2.2 Description des modules et répartition dans les ports

Les structures artificielles choisies par la CCI du Var suite à une procédure de marché public sont des modules ReFISH conçus par Suez consulting et commercialisés par Marinov. Chaque module est constitué d'une surface de 1m<sup>2</sup> (1m x 1m) dotée de fibres de biopolymère de 30 cm de longueur (Figure 2). Du fait de la faible profondeur, es modules installés dans le port de Saint Louis du Mourillon ont une hauteur de 50 cm. L'ensemble est relié à un cadre en métal qui permet la fixation aux quais (Astruch et al., 2017).

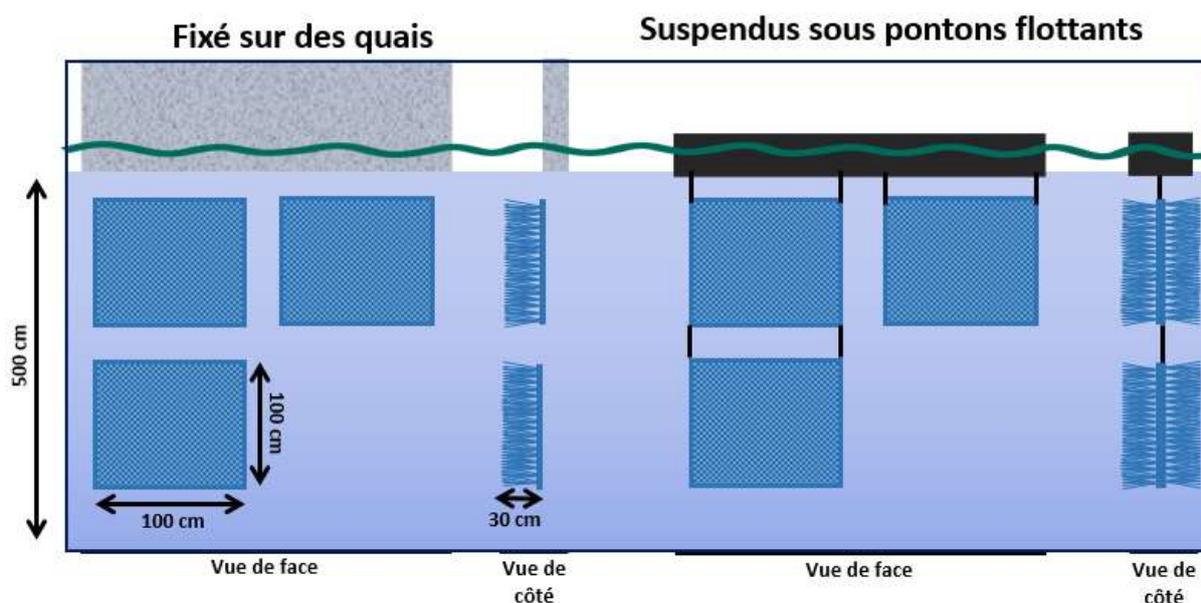


Figure 2 : Modules ReFISH (fixés sur un quai, rangée double ou simple, suspendus à un ponton flottant, rangée double ou simple).

Le nombre de dispositifs ReFISH par port est en accord avec le volume maximal de modules fixé par le cahier des clauses techniques du 17 juin 2019 établi par la CCI du Var. Ainsi, le port de TDN accueille un volume de 9,9m<sup>3</sup> de dispositifs ce qui représente 33 modules, celui de SSN accueille 7,8 m<sup>3</sup> de dispositifs soit 26 modules, celui de TVD accueille un volume de 19,8 m<sup>3</sup> ce qui représente 66 modules et celui de SLM accueille 9 m<sup>3</sup> de dispositifs soit 60 demi-modules.

En ce qui concerne les sites du port de Toulon Darse Nord, le Quai I a été équipé avec 10 dispositifs ReFISH dont un linéaire de 5 modules fixés sur le quai en rangée haute et un second linéaire de 5 modules fixés en rangée basse. La Panne H est équipée, depuis l'année 2021 en remplacement de la panne F en 2020, de 18 dispositifs dont quatre modules doubles sur deux hauteurs (16 dispositifs) et un module double (2 dispositifs) installés sous le ponton flottant. Le Quai des sous marinières quant à lui accueille 5 dispositifs fixés au quai et alignés sur une rangée simple (Figure 1).

Dans le port de la Seyne-sur-Mer, le Quai marine est équipé de 6 dispositifs ReFISH dont un linéaire de quatre modules fixés sur le quai en rangée simple et un module double fixé sous le ponton flottant. Le Quai Saturnin Fabre (ci-après dénommé Quai SF) présente deux linéaires de chacun 5 modules le premier en rangée haute est le second en rangée basse. La panne B est, elle aussi, équipée par 10 modules dont deux modules doubles sur deux hauteurs et un module double sur une hauteur. L'ensemble a été installé sous le ponton flottant (Figure 1).

Dans le port de Toulon Vieille Darse, le Quai de la Minerve et les Quai des pêcheurs sont équipés de 5 modules avec un linéaire de 5 modules fixés sur le quai. Le Quai d'honneur est doté de 4 modules disposés en rangés simples. La Panne P et la Panne O sont équipées de 14 modules disposés dos à dos en rangée double. La Panne H est équipée de 24 modules, disposés sur 6 rangées doubles (Figure 1).

Dans le port de Saint Louis du Mourillon, ce sont des demi-modules (1 m x 0,5 m) qui ont été installés. Trois sites sont équipés respectivement de 20, 15 et 25 demi-modules.

### 2.3 Protocole de suivi écologique

Les modules ReFISH ont été installés entre le 1er et le 2 juin 2020 dans le port de Toulon Darse Nord, entre le 2 et le 3 juin 2020 à la Seyne-sur-Mer, entre le 10 et le 12 mai 2021 à Toulon Vielle Darse et entre le 18 et 19 mai 2022 à Saint Louis du Mourillon. Le suivi écologique des modules en 2020 a été perturbé par la crise sanitaire et n'a donc pu commencer qu'à partir du 7 juillet 2020. En 2020, compte tenu du retard à la mise en place des suivis, chaque site a été visité en moyenne toutes les 3 semaines entre juillet et octobre. Un rythme mensuel, entre avril et septembre, a été rétabli en 2021 et a été poursuivi en 2022.

Les observations des dispositifs se font en plongée. Lors de chaque visite les plongeurs ont mesuré les paramètres physico-chimiques au sein des ports et ont effectué un comptage suivi d'un relevé des caractéristiques en termes d'espèces, de tailles et de nombre de l'ensemble des individus qu'ils ont identifiés sur les modules ReFISH de chaque site. Les comptages ont été réalisés par transects en nage lente.

Nous avons effectué une distinction entre les juvéniles de l'année ou Young of the Year (YOY), et les individus plus âgés. Cette différence est basée sur la taille des individus à partir des données de (Félix-Hackradt et al., 2013). En l'absence de données concernant les juvéniles d'une espèce, la taille des YOY a été considérée comme étant de 1/3 de la taille moyenne d'observation des adultes. Cette dernière information a été recueillie sur FishBase ([www.fishbase.fr](http://www.fishbase.fr)).

Les analyses statistiques ainsi que les graphiques ont été réalisés avec le logiciel R (RStudio Team 2020). Les modèles linéaires généralisés employés sont ajustés sur la base d'une dispersion binomiale négative (glm.nb). Les tests post hoc sont des tests de Tuckey. Ils sont considérés comme significatifs pour  $p < 0,01$ . Les tests statistiques sur des variables non entières ou qualitatives sont des PERMANOVA considérées comme significatives pour  $p < 0,05$ .

Le suivi du Quai d'Honneur de TVD n'a pas pu être réalisé, le passage régulier des navettes maritimes représentant un danger pour les plongeurs.

### 3 RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Diversité inter et intraspécifique sur les modules depuis leur installation

L'ensemble des suivis écologiques menés sur les modules ReFISH ont permis d'identifier **4 750 poissons** appartenant à **41 espèces** dont **57 % de juvéniles**. Au total 801 individus dont 284 YOY ont été recensés à SSM en trois ans. 1 038 individus dont 767 YOY ont été comptés à TDN en trois ans de suivi, 1 558 individus dont 511 YOY ont été identifiés à TVD en deux ans et 1 353 individus dont 1 141 YOY ont été comptés cette année à SLM. En 2022, 2 626 poissons ont été dénombrés (Tableau 1).

La diversité spécifique observée sur les ReFISH est représentative des espèces de poissons généralement recensées dans les ports du Nord-Ouest de la Méditerranée et se distingue des communautés présentes en zones naturelles. Les résultats de cette année s'accordent avec ceux des années précédentes et sont cohérents avec la littérature à ce sujet (Clynick, 2006; Ruitton, 1999). Les suivis de 2022 ont permis d'observer 4 nouvelles espèces par rapport aux années précédentes : le chinchard, le gobie svelte, le gobie paganel et le siphonostome (*Syngnathus typhle*) (Tableau 1). Toutes ces nouvelles observations ont été faites dans le port de Saint Louis du Mourillon.

En 2022, l'espèce majoritairement observée sur les modules ReFISH est l'athérine ou joël (*Atherina sp.*), avec une installation de plus de mille individus juvéniles dans le port SLM. En deuxième et troisième positions, les saupes (*Sarpa salpa*) et les sparailleurs (*Diplodus annularis*) ont de nouveau été très abondants lors des suivis écologiques portuaires de 2022. Leur présence sur les modules avait déjà été importante les années précédentes.

Parmi les espèces recensées, 21 sont ciblées par la pêche professionnelle et présentent donc un intérêt économique ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Ces résultats viennent appuyer ceux déjà obtenus les années précédentes et restent cohérents avec la littérature sur le sujet (Bouchoucha, 2017).

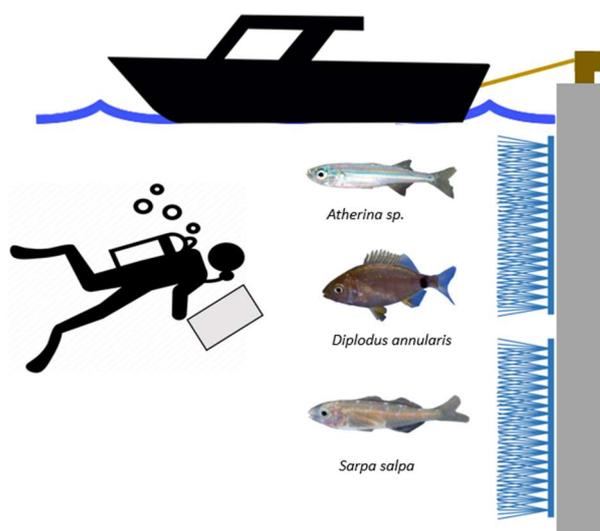


Figure 3 : Espèces de poissons majoritairement observés sur les modules ReFISH en 2022



L'année 2022 a été une année très difficile pour les espèces marines très côtières. Les températures estivales ont atteint localement plus de 30°C dans les ports. De fortes pluies ont provoqué des dessalures et un apport important de matière organique et de boues dans les ports. Des expériences menées par l'Ifremer pour un autre projet ont mis en évidence des surmortalités dans des zones portuaires. Ce paramètre doit être considéré dans l'interprétation des résultats.

**Résumé :**

- ✓ Pour une nouvelle année consécutive, les ReFISH accueillent une diversité typique des ports du Nord-Ouest de la Méditerranée avec des espèces d'intérêts économique,
- ✓ La proportion de YOY reste importante (57% sur trois ans),
- ✓ 2 626 poissons ont été identifiés en 2022 dont 4 espèces qui n'étaient pas présentes les années précédentes.

### 3.2 Comparaison de la diversité spécifique et abondance au sein des différents sites

En 2022, 62 % des individus identifiés sur les modules étaient des YOY. Comme les années précédentes la proportion d'adultes sur les modules ReFISH reste importante. Outre le rôle de nurseries, les modules semblent donc avoir un rôle de dispositifs concentrateurs de poissons (DCP) en attirant autant les individus adultes.

Cette année de nouveau, la majorité des YOY (92 %) a été observée sur les modules fixés aux quais. En 2022 et toutes années confondues, leur nombre moyen lors des suivis est très significativement plus élevé dans les sites équipés de modules fixés aux quais que dans les sites équipés de modules suspendus sous des pontons, quel que soit le port (Tuckey,  $p < 0,01$ ).

En 2022 et toutes les années confondues la densité, soit le nombre d'individus par modules, des YOY sur les modules attachés aux quais est significativement plus importante que celle des ReFISH suspendus sous les pontons (PERMANOVA,  $p < 0,05$ ). C'est également le cas pour les ports TVD et SSN. Le test n'est pas significatif pour le port de TDN en 2022 mais une tendance est observable (Figure 4). SLM étant équipé que de dispositifs fixés sur les quais n'a pas été pris en compte dans cette analyse.

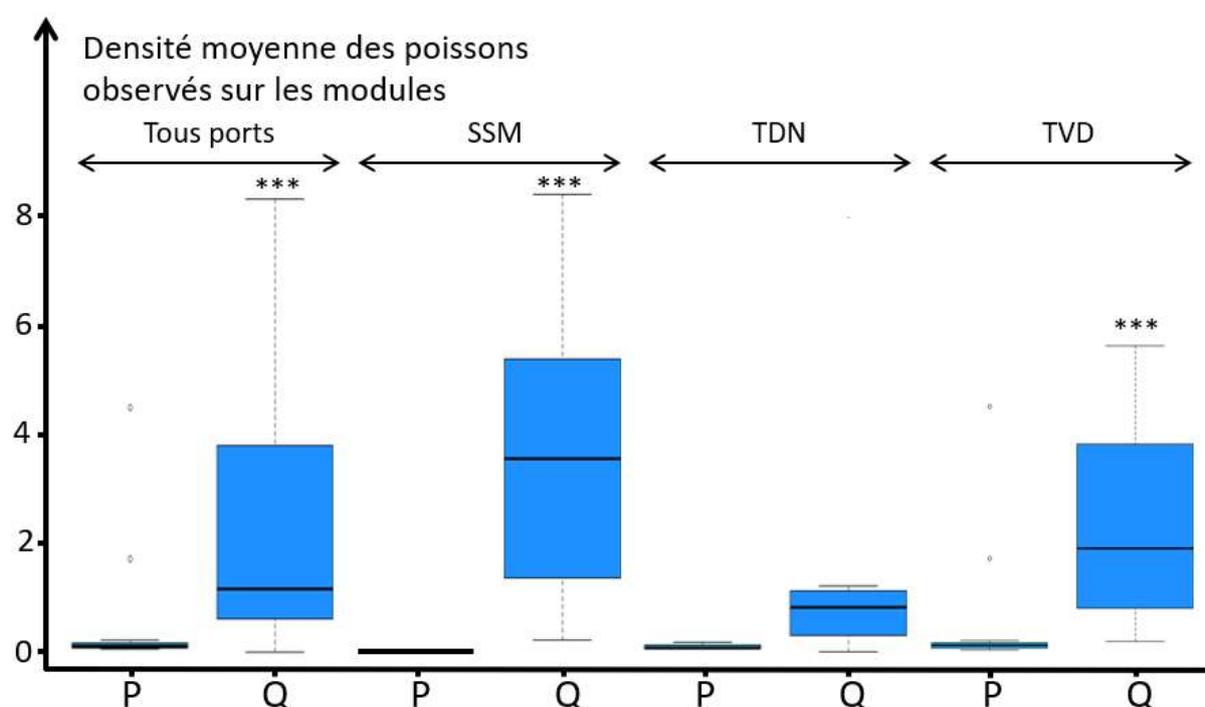


Figure 4 : Densité moyenne des poissons recensés sur les modules lors des suivis, comparaison entre les installations suspendues sous ponton (P) et les installations fixées sur les quais (Q). \*\*\* : différence significativement plus importante (PERMANOVA,  $p < 0,05$ )

Ainsi, pour la deuxième année consécutive, nous montrons que les modules fixés sur les quais accueillent plus de YOY que ceux suspendus sous les pontons.

La comparaison entre les ports situés dans la petite rade met en évidence une installation en YOY significativement plus importante en termes de densités (PERMANOVA,  $p < 0,05$ ) à SSM qu'à TDN et TVD. L'année dernière, c'était TDN qui avait accueilli le plus de juvéniles. On observe donc une stochasticité dans les choix des juvéniles lors de l'installation benthique.

Le port de SLM se distingue nettement des trois autres avec un accueil en juvéniles significativement plus important (Tuckey,  $p < 0,01$ ). Il est possible que son ouverture sur la grande rade, sa faible

bathymétrie, sa relative qualité du milieu en comparaison avec les autres ports suivis et sa proximité avec des zones identifiées comme étant des nurseries naturelles (cartographie MEDHAB - [www.medtrix.fr](http://www.medtrix.fr)), rendent ce port plus favorable à l'installation benthique.

La diversité spécifique présente dans les différents ports est quasiment identique pour les ports situés dans la petite rade. Le port de SLM se distingue de nouveau avec 26 espèces différentes observées lors des suivis, ce qui est 1,6 fois supérieur que le nombre moyen d'espèces observées ailleurs. De nouveau, les caractéristiques liées à la localisation du port peuvent être évoqués pour expliquer cette différence.

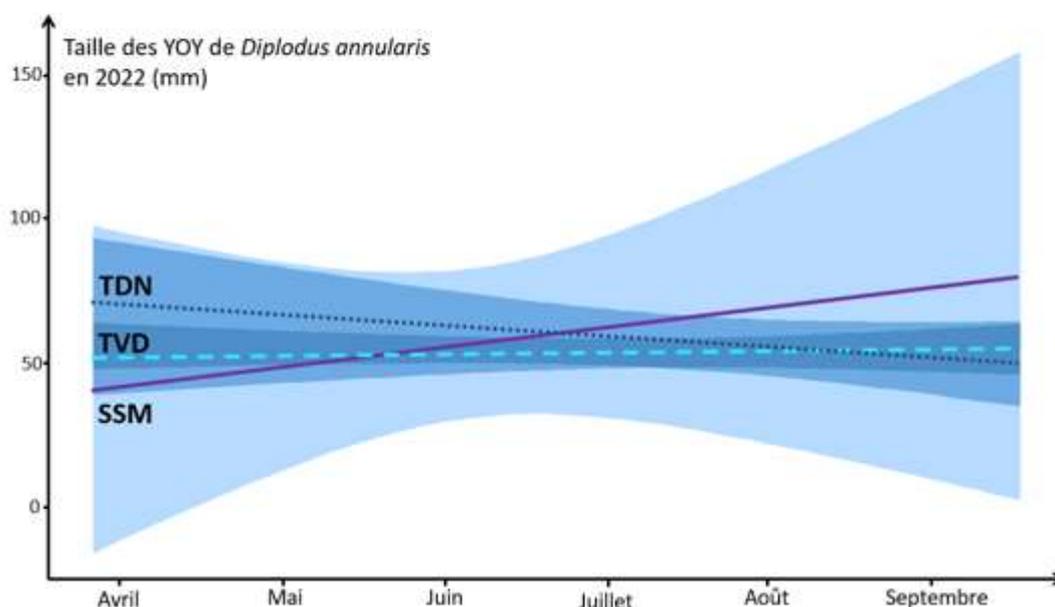
### **Résumé :**

- ✓ La diversité spécifique observée dans les différents ports est identique sauf à SLM où elle est bien plus importante,
- ✓ Cette année, le nombre d'individus juvéniles observés n'est pas fonction du nombre de modules, cet effectif varie en fonction de l'intensité de l'installation benthique annuelle et de la zone où elle se produit,
- ✓ Les quais accueillent significativement plus de juvéniles que les pontons pour une année consécutive (92 % des observations).

### 3.3 Croissance des poissons juvéniles sur les modules

Afin de compléter les observations des années 2020 et 2021, l'évaluation des tailles des YOY des espèces majoritaires observées sur les modules a été poursuivie. En 2022, l'étude de la croissance des juvéniles de *Diplodus annularis* a été menée pour dans les ports de TDN, TVD et SSM (Figure 5).

Figure 5 : Croissance des YOY de *Diplodus annularis* dans les ports de Toulon Darse Nord (TDN), de La Seyne sur Mer (SSM) et de Toulon Vielle Darse (TVD).



Concernant les juvéniles de Sparailon (*Diplodus annularis*), on observe dans la Figure 5 le même comportement qui avait déjà été mis en évidence en 2021 dans les trois ports de la petite rade de Toulon.

En avril, des individus nés en 2021, ayant des tailles variées, sont présents sur les ReFISH (Figure 5). Les plus gros individus quittent les modules fin juin et de nouveaux arrivants de 50 mm commencent à s'installer. Entre juillet et septembre, la diversité des tailles des individus s'étale de nouveau. L'installation benthique de *Diplodus annularis* a lieu durant toute la période estivale (Failettaz et al., 2020; Matic-Skoko et al., 2007).

Le regain de variabilité des tailles sur les modules en septembre (entre 50 et 100 mm) (Figure 5) montre que les juvéniles arrivés en juin-juillet ont grandi et qu'ils sont mélangés avec des juvéniles plus récemment arrivés.

#### **Résumé :**

- ✓ Comme les années précédentes, les juvéniles de poissons des espèces majoritaires grandissent sur les modules ReFISH.

## 4 Conclusion

Les suivis effectués en 2022 fournissent à nouveau des résultats encourageants pour les ports de Toulon Darse Nord, Toulon Vielle Darse, de la Seyne sur Mer et de Saint Louis du Mourillon. Les modules ReFISH sont le refuge de plusieurs espèces de poissons au stade juvénile. Les ports semblent, pour une année consécutive, être favorables à leur croissance.

L'installation de modules sur un port plus ouvert sur des zones naturelles (SLM) a permis de mettre en évidence une véritable différence de capacité d'accueil des ports en fonction de leur situation géographique. Ce port accueille plus de juvéniles et plus d'espèces que les autres ports.

Si on observe une variabilité des zones propices à l'installation des juvéniles parmi les ports suivis, la différence de capacité d'accueil entre les quais et les pontons flottants se maintient depuis 2021.



*Figure 6 : Syngnathus typhle dans un module ReFISH – Saint Louis du Mourillon. Crédit photo : M. Bouchoucha, Ifremer.*

## 5 Bibliographie

- Airoidi, L., Beck, M., Firth, L., Bugnot, A.B., Steinberg, P., Dafforn, K., 2021. Emerging solutions to return nature to the urban ocean. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 13, 445–477.
- Astruch, P., Lucken, A., Rouanet, E., Goujard, A., Montagne, G., 2017. Evaluation de l'efficacité des nurseries artificielles ReFISH immergées dans le port de Bormes-les-Mimosas. SUEZ Consulting - SAFEGE SAS.
- Beck, M.W., Heck, K.L., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M., Halpern, B., Hays, C.G., Hoshino, K., Minello, T.J., Orth, R.J., Sheridan, P.F., Weinstein, M.P., 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates: A better understanding of the habitats that serve as nurseries for marine species and the factors that create site-specific variability in nursery quality will improve conservation and management of these areas. *BioScience* 51, 633–641.
- Bouchouca, M., 2017. Les zones portuaires peuvent-elles servir de nourriceries alternatives pour les poissons marins côtiers ? : cas des sars en Méditerranée Nord-occidentale (Thèse de doctorat). Université de perpignan via domitia.
- Clynick, B., 2006. Assemblages of fish associated with coastal marinas in north-western Italy. <https://doi.org/10.1017/S0025315406013786>
- Dahlgren, C.P., Kellison, G.T., Adams, A.J., Gillanders, B.M., Kendall, M.S., Layman, C.A., Ley, J.A., Nagelkerken, I., Serafy, J.E., 2006. Marine nurseries and effective juvenile habitats: concepts and applications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 312, 291–295.
- Doherty, P.J., 1991. Spatial and temporal patterns in recruitment. *Ecol. Fishes Coral Reefs* 509, 261–293.
- Faillettaz, R., Voué, R., Crec'hriou, R., Garsi, L.H., Lecaillon, G., Agostini, S., Lenfant, P., Irisson, J.O., 2020. Spatio-temporal patterns of larval fish settlement in the northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 650, 153–173. <https://doi.org/10.3354/meps13191>
- Félix-Hackradt, F.C., Hackradt, C.W., Treviño-Otón, J., Pérez-Ruzafa, A., García-Charton, J.A., 2013. Temporal patterns of settlement, recruitment and post-settlement losses in a rocky reef fish assemblage in the South-Western Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 160, 2337–2352. <https://doi.org/10.1007/s00227-013-2228-2>
- Gibson, R., Atkinson, R., Gordon, J., Editors, T., In, F., Airoidi, L., Beck, M., 2007. Loss, Status and Trends for Coastal Marine Habitats of Europe. *Annu. Rev.* 45, 345–405. <https://doi.org/10.1201/9781420050943.ch7>
- Matić-Skoko, S., Kraljević, M., Dulčić, J., Jardas, I., 2007. Age, growth, maturity, mortality, and yield-per-recruit for annular sea bream (*Diplodus annularis* L.) from the eastern middle Adriatic Sea. *J. Appl. Ichthyol.* 23, 152–157. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00816.x>
- Mercader, M., 2018. Rôle des infrastructures portuaires dans le maintien des populations de poissons côtiers Apports de la restauration écologique (Océanologie). Université de perpignan via domitia.
- Morris, R.L., Chapman, M.G., Firth, L.B., Coleman, R.A., 2017. Increasing habitat complexity on seawalls: Investigating large- and small-scale effects on fish assemblages. *Ecol. Evol.* 7, 9567–9579. <https://doi.org/10.1002/ece3.3475>
- Pastor, J., 2008. Rôle des enrochements côtiers artificiels dans la connectivité des populations, cas du sar commun (*Diplodus sargus*, Linné, 1758) en Méditerranée nord-occidentale. Université de Perpignan; Ecole pratique des hautes études, EPHE PARIS.
- Ruitton, S., 1999. Les communautés benthiques et nectobenthiques associées aux aménagements littoraux en Méditerranée nord-occidentale. (Science de l'environnement marin). Université Aix-Marseille II.
- Vigliola, L., 1998. Contrôle et régulation du recrutement des Sparidae (Poissons, Téléostéens) en Méditerranée : importance des processus pré- et post-installation benthique (These de doctorat). Université Aix-Marseille 2.