



Respire

Réseau pour
le Suivi du Recrutement

**Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE
Année 2015-2016**

Décembre 2016

Table des matières

| | |
|---|---------------|
| I. Rappels et Objectifs | - 3 - |
| 1. Rappels | - 3 - |
| 2. Les attentes sur la première année : 2014-2015 | - 4 - |
| 3. Les objectifs des deux premières années de surveillance : 2015-2016..... | - 4 - |
| II. Le plan d'action 2015-2016 | - 4 - |
| III. Résultats des suivis de surveillance RESPIRE (2015-2016) | - 6 - |
| 1. Rappels sur les protocoles d'acquisition des données..... | - 6 - |
| 2. Résultats des suivis à la côte Basse Fréquence | - 8 - |
| 3. Résultats des suivis à la côte Haute Fréquence | - 22 - |
| 4. Résultats des suivis en mer : Atelier La Ciotat | - 33 - |
| 5. Résultats des suivis complémentaires | - 40 - |
| IV. La diffusion de la donnée | - 53 - |
| V. Science participative et sensibilisation | - 57 - |
| VI. Conclusion et perspectives | 61 |
| VII. Annexes | 63 |

Le présent rapport « **Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016** », remis à l'AERMC après le « **Livrable 1 : Déploiement technique et actions 2014-2015** » intervient après deux années de surveillance du recrutement larvaire en méditerranée. Il vise à :

- **Présenter** les deux premières campagnes d'acquisition des données, l'analyse qui en découle et le principe de diffusion au grand public mis en place.
- **Proposer** des interprétations sur le recrutement méditerranéen et des seuils d'évaluation.
- **Exposer** les plans d'action à venir (2017) et les ramifications du projet.

2. Les attentes sur la première année : 2014-2015

En 2014, les attentes de développement du réseau de surveillance visaient les actions suivantes :

- **Déployer** le réseau sur la côte méditerranéenne (française et autre) : 23 sites identifiés.
- **Fédérer** une collaboration entre des partenaires scientifiques, des collectivités, des gestionnaires de port et des entreprises innovantes sur le volet du recrutement ichthyologique.
- **Diffuser** les résultats du suivi au grand public et enclencher une démarche de sensibilisation.

Ces attentes ont été atteintes. Le réseau et les suivis associés ont ainsi pu démarrer en 2015.

3. Les objectifs des deux premières années de surveillance : 2015-2016

- **Acquérir** les premières données de suivi et évaluer les meilleurs systèmes de bancarisation et d'analyse.
- **Tester** les protocoles mis en œuvre et évaluer leur pertinence.
- **Présenter** les premiers résultats et les différences actions effectuées.
- **Préparer** la fin du premier cycle de surveillance (3 ans) afin d'optimiser les évolutions du réseau.

II. Le plan d'action 2015-2016

Les principales actions (Work Package – WP) mises en place au cours des années 2015 et 2016 sont présentées ci-dessous. Elles seront reprises dans le corps du rapport afin de visualiser leur réalisation.

a. WP0 : Gestion et Animation du projet

Cette action concerne la coordination technique du projet en lien avec tous les autres acteurs du réseau à savoir l'AERMC, les partenaires scientifiques du projet (CNRS-CREM, Ifremer, Stareso), la société gestionnaire de la base de donnée Medtrix (Andromède) mais également avec tous les gestionnaires des ports. En tant que porteur du projet RESPIRE, Ecocean se charge en grande partie de la coordination de cette action.

b. WP1 : Surveillance du recrutement à la côte : suivi de surveillance et suivi scientifique associé

Deux types de suivis sont mis en place :

- un **suivi de surveillance**, qui compile de la donnée 3 fois par an (mars/juin/septembre) sur l'ensemble des 23 sites. Ce suivi est appelé le « **suivi Basse Fréquence** » et est pris en charge par Ecocean.
- un **suivi scientifique** qui récolte un jeu de données plus fourni, en relevant les espèces et les abondances tous les 15 jours (fait en 2015), puis tous les mois (fait en 2016). Ce suivi est appelé le « **suivi Haute Fréquence** ». Il est pris en charge par l'Ifremer pour les sites de Saint-Mandrier et du Brusca-Six Fours, par le Cefrem pour les sites de Port-Vendres et du Barcarès, par la Stareso pour le site de Calvi-Stareso et par l'Université Mohammed V et l'INRH pour le site au Maroc.

Afin de suivre au mieux l'installation des post-larves dans les nurseries, nous réalisons les suivis au niveau de deux zones :

- L'intérieur du port,
- L'interface port/zone naturelle.

Les suivis à l'intérieur du port sont réalisés sur des **unités d'observations standardisées** et reproductibles, les Biohut®, identifiées comme des nurseries artificielles efficaces, et constituant un site de concentration des post-larves (Bouchoucha et al., 2016) adapté aux sites choisis.

Les suivis au niveau de l'interface port/zone naturelle sont réalisés sur **les digues ou les enrochements artificiels** en sortie de port qui, d'après la littérature, constituent de bons témoins de l'état de recrutement « naturel » (Pastor et al., 2013).

c. WP2 : Surveillance du recrutement en mer : Site Atelier La Ciotat

Afin de préciser l'état du recrutement sur la côte, des sites de surveillance en mer sont progressivement mis en place. Il s'agit de capturer des post-larves en pleine mer, avant leur installation à la côte et donc leur potentielle destruction massive, avec à des engins de capture spécifiques (CAREs®). Le premier site de surveillance a été mis en place à La Ciotat et un test a été mené au Maroc.

d. WP3 : R&D et mise en place d'outil et de méthodes innovantes : Suivis complémentaires

A ces suivis s'ajoutent des suivis complémentaires qui permettent de mettre en place progressivement de nouvelles méthodes d'analyse et des outils d'aide à la décision. Les axes de recherches sont les suivants :

- Le suivi de la faune et de la flore fixée et la faune vagile sur les sites de surveillance, permettant d'acquérir de nouvelles données sur la biodiversité en zone aménagée, et de tester une corrélation possible avec l'arrivée des post-larves à la côte.
- Le développement d'outils complémentaires de suivi, permettant de renforcer les modes de suivi, tout en garantissant une sécurité physique et sanitaire.
- L'évaluation des protocoles de suivi et de surveillance existants (test de suivi sur les digues ou les enrochements).

e. WP4 : Gestion et analyse de la donnée

Ecocean est en charge de récupérer et de traiter les données compilées par les collaborateurs scientifiques sous forme de fiches Excel concises. Chaque suivi est renseigné dans des tableurs prédéfinis et semblables pour tous les ports (Annexe 1). Les équipes scientifiques remettent leurs données à Ecocean après l'avoir saisie. C'est également Ecocean qui s'occupe de faire la qualification de ces jeux de données c'est-à-dire de vérifier si les données observées ne sont pas disproportionnées ou aberrantes et si celles-ci sont bien traitées avant d'être intégrées dans la base de données.

f. WP5 : Bancarisation et Diffusion de la donnée sur Medtrix

La donnée traitée est bancarisée et diffusée sur la plateforme Medtrix, développée par l'AERMC et Andromède océanologie. L'analyse de la donnée est fonction de la forme de bancarisation proposée par Medtrix. Une réflexion particulière a été mise en place afin de présenter les résultats de façon synthétique et homogène au format cartographique demandé.

g. WP6 : Science participative

Le réseau RESPIRE a aussi pour objectif une participation volontaire d'organismes intéressés et du grand public. Ecocean se charge donc de rassembler des associations, des clubs de plongée, des structures naturalistes, des Parcs Naturels, et autres, autour des suivis de surveillance afin de former et d'accompagner les organismes désireux de s'impliquer dans le réseau et ainsi contribuer à sa meilleure définition.

En plus de cette démarche, Ecocean a mis en place un concours photo ouvert à tous, sur les post-larves, afin de collecter des données supplémentaires du recrutement grâce à des « sentinelles » de la mer adeptes du caisson sous-marin.

III. Résultats des suivis de surveillance RESPIRE (2015-2016)

1. Rappels sur les protocoles d'acquisition des données

L'objectif de la surveillance est d'estimer la répartition spatio-temporelle du recrutement en Méditerranée, en identifiant les espèces de post-larves et de juvéniles arrivant au cours du temps.

Pour ce faire, différents paramètres ont été relevés à chaque comptage :

- La diversité spécifique (espèces, famille, classe trophique...)
- L'abondance
- La taille (classe de taille définie)

Pour ces comptages, rappelons que seuls les individus <100mm sont considérés comme des recrues de l'année et donc pris en compte.

L'unité choisie pour suivre les individus est le temps (3 min par comptage) autour d'un même volume. Les protocoles proposés sont spécifiques à la caractérisation des post-larves et des juvéniles de l'année et se basent sur les protocoles réalisés dans des suivis semblables sur les projets NAPPEX (Bouchoucha et al., 2016) et GIREL. Ces suivis permettent d'une part d'obtenir rapidement les principales caractéristiques du peuplement, mais également de disposer de données comparables relevées dans d'autres sites suivis (suivis NAPPEX par exemple).

Trois types de relevés ont été mis en œuvre :

- Les relevés sur des **unités d'observation standardisées sous les pontons** sont réalisés par un plongeur immergé en apnée, entre 0 et 1 mètre de profondeur, positionné à 1 m de distance du Biohut et réalisant le comptage sur sa tranche. Tous les individus situés jusqu'à 1 mètre du Biohut à droite, à gauche, en dessous et au-dessus de celui-ci sont pris en compte. Le comptage commence quelques minutes après l'immersion du plongeur, afin de limiter les perturbations et permettre à certains individus de revenir (une attention particulière est demandée lors de la mise à l'eau pour éviter toute fuite définitive des poissons). Le comptage dure 3 minutes, durant lesquelles le plongeur relève sur une tablette immergée, le nombre d'individus par espèce, ainsi que la tranche de taille caractéristique.

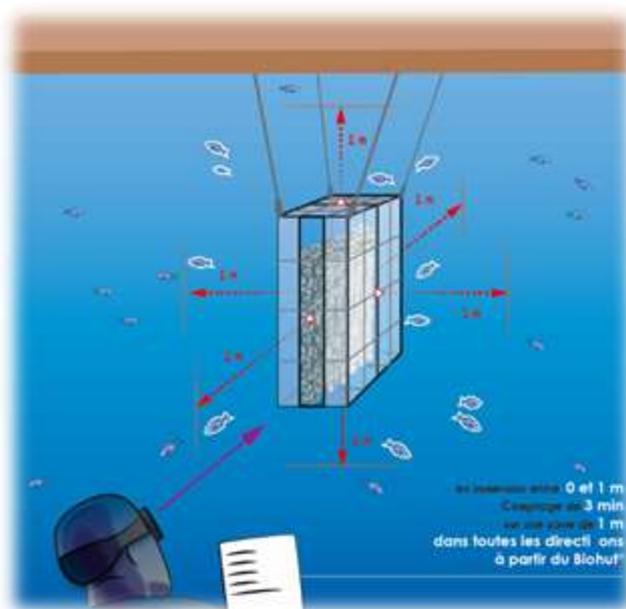


Figure 2 : Protocole de suivi sur les Biohut® sous-ponton

- Les relevés sur les **unités d'observation standardisées sur les quais** sont réalisés par un plongeur immergé en apnée, entre 0 et 1m de profondeur, positionné à 1m de distance du Biohut et réalisant le comptage sur sa face. Tous les individus situés jusqu'à 1 mètre du Biohut à droite, à gauche, en dessous et au-dessus celui-ci sont pris en compte. Le comptage commence quelques minutes après l'immersion du plongeur, afin de limiter les perturbations et permettre à certains individus de revenir. Une attention particulière est demandée lors de la mise à l'eau pour éviter toute fuite définitive. Il dure 3 minutes, durant lesquelles le plongeur relève sur une tablette immergée, le nombre d'individus par espèce, ainsi que la tranche de taille caractéristique.

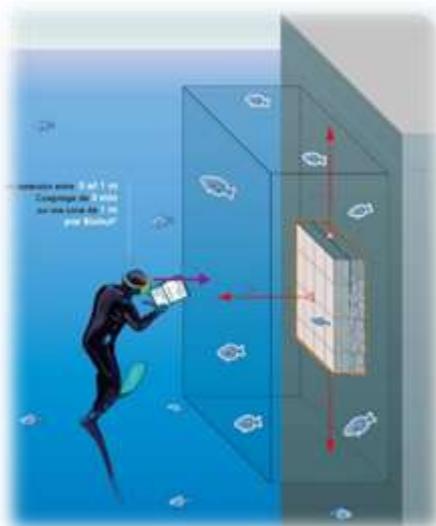


Figure 3 : Protocole de suivi sur les Biohut® quai

- Les relevés sur les **digues ou les enrochements** sont réalisés par un plongeur scientifique immergé en apnée, entre 0 et 1m de profondeur, le long d'un transect de 100 mètres, positionné sur une zone représentative du site, au plus près des roches de la digue. Le plongeur s'arrête 3 minutes tous les 30 mètres (soit 3 comptages) pour réaliser un comptage sur 1m x 1m x 1m. Ce protocole vaut pour un port équipé de 9 Biohut, mais selon le nombre de huttes écologiques installées, il doit être adapté. Le comptage commence quelques minutes après la fin du déroulement du transect, afin de limiter les perturbations et permettre à certains individus de revenir. Une attention particulière est demandée lors du déroulement du transect et de la mise à l'eau, pour éviter toute fuite définitive. Le nombre d'individus par espèce, ainsi que la tranche de taille caractéristique sont relevés sur une plaquette de suivi immergeable.

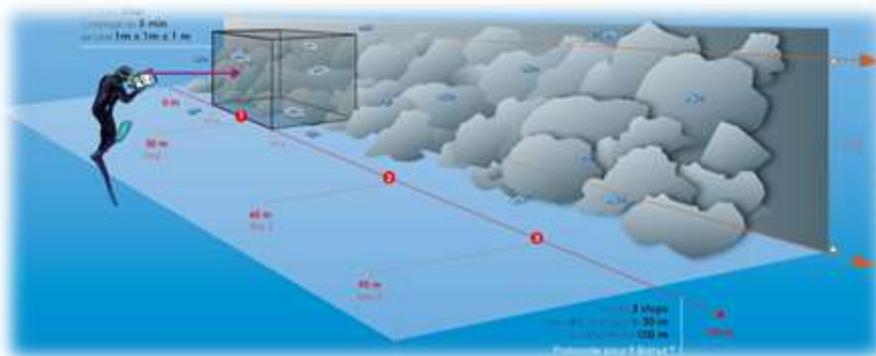


Figure 4 : Protocole de suivi des digues

2. Résultats des suivis à la côte Basse Fréquence

Toutes les données du suivi Basse Fréquence sont présentées sur la plateforme de diffusion Medtrix (www.medtrix.fr), sous forme cartographique. Les résultats de tous les suivis, mois par mois et ports par ports sont à disposition du grand public, accompagnés de fiches explicatives et de valeurs brutes, ainsi que de photos des principales espèces rencontrées. Un exemple de téléchargement de ces données est présenté en partie IV du rapport. Il serait trop long de présenter ici chacune des données compte-tenu de l'étendue du réseau, néanmoins nous présenterons dans ce rapport, des données globales ainsi que quelques spécificités ressortant du suivi, comme :

- la visualisation de la temporalité du recrutement,
- les différences observées entre les régions,
- l'appréciation des seuils du recrutement en Méditerranée,
- et l'expertise des protocoles de surveillance à différentes échelles

a. Analyse globale des données

Au cours de ces deux premières années de surveillance, le suivi Basse Fréquence, réalisé en mars, en juin et septembre, a été effectué sur 22 sites en 2015, et 23 sites en fin 2016. Il a généré un total **128 suivis, correspondant à environ 256 heures d'observations et de comptage**.

Un total de **11 503 post-larves et juvéniles de l'année** a été dénombré sur les deux années, avec des abondances relativement plus importantes en juin (jusqu'à 3049 juvéniles en juin 2015, contre 1333 en septembre 2015).

Tableau 1 : Abondance totale sur les 23 sites de surveillance

| Site de surveillance | mars-15 | mars-16 | juin-15 | juin-16 | sept-15 | sept-16 |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Port Vendres | 20 | 16 | 21 | 59 | 18 | 37 |
| Saint Cyprien | 31 | 1 | 134 | 95 | 67 | 60 |
| Barcarès | 0 | 1 | 2 | 32 | 7 | 20 |
| Gruissan | 10 | 82 | 164 | 82 | 10 | 10 |
| Agde | 108 | 85 | 167 | 62 | 7 | 177 |
| Marseillan Plage | 123 | 1 | 281 | 219 | 101 | 45 |
| Sète - Port des quilles | 112 | 0 | 152 | 276 | 17 | 17 |
| La Grande Motte | 80 | 31 | 11 | 128 | 135 | 54 |
| Port Saint-Louis-du-Rhône | - | 36 | 5 | 2 | 65 | 29 |
| Carro | 176 | 178 | 204 | 71 | 71 | 40 |
| Port Miou | - | - | - | - | - | 66 |
| La Ciotat - Nouveau port | 43 | 54 | 61 | 22 | 293 | 43 |
| Le Brusac - Six Fours les Plages | 196 | 107 | 153 | 161 | 61 | 95 |
| Saint Mandrier sur mer | 93 | 108 | 60 | 105 | 38 | 25 |
| Hyères - Port Saint-Pierre | - | 4 | 139 | 84 | 6 | 183 |
| Porquerolles | 62 | 172 | 131 | 83 | 45 | 128 |
| Le Lavandou | 349 | 144 | 134 | 69 | 85 | 43 |
| Saint Raphaël - Vieux Port | 48 | 80 | 95 | 111 | 38 | 183 |
| Mandelieu La Napoule | 147 | 72 | 307 | 40 | 165 | 56 |
| Saint Laurent du Var | 52 | 2 | 35 | 59 | 58 | 24 |
| Monaco - Port de Fontvieille | 14 | 13 | 83 | 191 | 12 | 124 |
| Calvi - Stareso | 67 | 77 | 524 | 153 | 34 | 163 |
| Nador | 149 | 128 | 186 | 84 | - | 39 |
| Total général | 1880 | 1392 | 3049 | 2188 | 1333 | 1661 |

NB : Banc d'athérines de septembre 2016 à Porquerolles non pris en compte (supérieur à 1000 individus)

- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016

La diversité totale a été d'environ **52 espèces** (espèces non déterminées jusqu'à l'espèce comprises). En moyenne, les suivis du mois de mars ont permis de relever de 3 à 4 espèces majoritaires par suivi, les suivis du mois de juin de 6 à 9 espèces et les suivis du mois de septembre de 8 à 10 espèces. Les pics de diversité les plus importants ont été relevés en juin, avec, par exemple, un maximum de 17 espèces comptabilisées en un suivi, au mois de juin à Calvi. Ce différentiel observé entre la diversité totale et les moyennes par suivi, témoigne d'une diversité très variable en fonction du site et de la période de suivi.

Tableau 2 : Liste des 52 espèces relevées sur les deux premières années du suivi Basse Fréquence

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Anguilla anguilla</i> | <i>Pagellus sp.</i> | |
| <i>Apogon imberbis</i> | <i>Parablennius sp.</i> | |
| <i>Atherina sp.</i> | <i>Sarpa salpa</i> | |
| <i>Blenniidae</i> | <i>Schedophilus ovalis</i> | |
| <i>Chromis chromis</i> | <i>Scorpaena sp.</i> | |
| <i>Coris julis</i> | <i>Serranus cabrilla</i> | |
| <i>Ctenolabrus rupestris</i> | <i>Serranus scriba</i> | |
| <i>Dicentrarchus labrax</i> | <i>Serranus sp.</i> | |
| <i>Diplodus annularis</i> | <i>Sparus aurata</i> | |
| <i>Diplodus cervinus cervinus</i> | <i>Sphyræna sp.</i> | |
| <i>Diplodus puntazzo</i> | <i>Spicara maena</i> | |
| <i>Diplodus sargus sargus</i> | <i>Spondylisoma cantharus</i> | |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | <i>Symphodus cinereus</i> | |
| <i>Epinephelus marginatus</i> | <i>Symphodus mediterraneus</i> | |
| <i>Gaidropsarus sp.</i> | <i>Symphodus melops</i> | |
| <i>Gambusia sp.</i> | <i>Symphodus ocellatus</i> | |
| <i>Gobius sp.</i> | <i>Symphodus roissali</i> | |
| <i>Labridae</i> | <i>Symphodus rostratus</i> | |
| <i>Labrus merula</i> | <i>Symphodus sp.</i> | |
| <i>Lithognathus mormyrus</i> | <i>Symphodus tinca</i> | |
| <i>Mugil sp.</i> | <i>Syngnathus sp.</i> | |
| <i>Mullus sp.</i> | <i>Thalassoma pavo</i> | |
| <i>Mycteroperca rubra</i> | <i>Tripterygion delaisi</i> | |
| <i>Nerophis ophidion</i> | <i>Tripterygion melanurus</i> | NB : Espèces non identifiées (NI) |
| <i>Oblada melanura</i> | <i>Tripterygion sp.</i> | non incluses |
| <i>Pagellus acarne</i> | <i>Tripterygion tripteronotus</i> | |

Tableau 3 : Diversité moyenne sur les 23 sites de surveillance

| Site de surveillance | mars-15 | mars-16 | juin-15 | juin-16 | sept-15 | sept-16 |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Port Vendres | 2 | 3 | 3 | 6 | 6 | 8 |
| Saint Cyprien | 5 | 1 | 7 | 9 | 10 | 7 |
| Barcarès | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| Gruissan | 2 | 4 | 7 | 4 | 4 | 3 |
| Agde | 3 | 6 | 6 | 9 | 2 | 13 |
| Marseillan Plage | 4 | 1 | 7 | 7 | 9 | 11 |
| Sète - Port des quilles | 4 | 0 | 7 | 5 | 3 | 7 |
| La Grande Motte | 2 | 3 | 2 | 8 | 14 | 11 |
| Port Saint-Louis-du-Rhône | - | 1 | 2 | 1 | 7 | 3 |
| Carro | 5 | 5 | 6 | 5 | 13 | 9 |
| Port Miou | - | - | - | - | - | 9 |
| La Ciotat - Nouveau port | 2 | 1 | 2 | 6 | 12 | 10 |
| Le Bruscat - Six Fours les Plages | 4 | 5 | 8 | 8 | 9 | 13 |
| Saint Mandrier sur mer | 5 | 4 | 8 | 13 | 8 | 6 |
| Hyères - Port Saint-Pierre | - | 1 | 6 | 11 | 4 | 9 |
| Porquerolles | 3 | 3 | 6 | 5 | 7 | 7 |
| Le Lavandou | 6 | 3 | 9 | 10 | 7 | 11 |
| Saint Raphaël - Vieux Port | 2 | 2 | 5 | 9 | 7 | 11 |
| Mandelieu La Napoule | 4 | 7 | 8 | 10 | 8 | 10 |
| Saint Laurent du Var | 4 | 2 | 4 | 6 | 8 | 6 |
| Monaco - Port de Fontvieille | 1 | 1 | 6 | 10 | 3 | 9 |
| Calvi - Stareso | 3 | 13 | 8 | 17 | 2 | 14 |
| Nador | 3 | 4 | 8 | 8 | | 6 |
| Diversité moyenne | 3,4 | 4,0 | 6,3 | 8,5 | 8,1 | 9,4 |

NB : Banc d'athérines de septembre 2016 à Porquerolles non pris en compte

Les tailles des individus ont également été relevées afin d'évaluer si les suivis témoignaient ou non d'un recrutement récent. Sur ce point (qui sera détaillé par la suite dans les analyses statistiques), on visualise que le suivi de mars 2015 a permis de comptabiliser des post-larves récemment installées (taille de 10 à 25mm), alors qu'en 2016, ce recrutement est moins représentatif. Le suivi de juin (2015 et 2016) a permis de visualiser un recrutement (taille de 15 à 40mm), contrairement au suivi de septembre qui ne permet de comptabiliser que des juvéniles de l'année (taille majoritairement supérieure à 40mm).

Ces observations apportent des informations globales sur la temporalité des recrutements mais méritent d'être approfondies afin de préciser l'intérêt des périodes de suivi.

Tableau 4 : Répartition des tailles des individus relevées sur chacun des suivis

| | Tailles des indiv. | mars-15 | mars-16 | juin-15 | juin-16 | sept-15 | sept-16 |
|--|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| jeunes recrutées - arrivée récente à la côte | 5 | 340 | | 35 | 12 | | |
| | 10 | 35 | 135 | 101 | 145 | | 1 |
| | 15 | 281 | 82 | 505 | 574 | 1 | 148 |
| | 20 | 352 | 33 | 282 | 233 | 38 | 42 |
| | 25 | 452 | 119 | 93 | 139 | 27 | 13 |
| | 30 | 148 | 160 | 221 | 129 | 198 | 149 |
| | 35 | | 36 | 12 | 51 | 2 | 23 |
| | 40 | 5 | 86 | 620 | 62 | 128 | 121 |
| juvéniles - arrivés depuis plusieurs mois | 40/50 | 179 | 194 | 267 | 31 | 123 | 11 |
| | 50/60 | 71 | 107 | 341 | 134 | 194 | 130 |
| | 60/70 | 8 | 7 | 220 | 233 | 291 | 140 |
| | 70/80 | | 5 | 82 | 58 | 118 | 126 |
| | 80/90 | 1 | 169 | 133 | 29 | 82 | 64 |
| | 90/100 | 1 | 115 | 22 | 49 | 25 | 45 |
| | 100 et plus | 7 | 144 | 115 | 309 | 106 | 648 |
| Total général | | 1880 | 1392 | 3049 | 2188 | 1333 | 1661 |

C'est pourquoi des analyses statiques ont été lancées. Elles permettent de préciser les informations globales relevées dans les données brutes et peuvent faire ressortir les informations importantes de ces deux années de suivis. Précisions que pour réaliser ces analyses, certaines espèces ont été retirées du jeu de données comme les athérines et les muges, à cause de leur comportement ubiquiste, mais aussi les blennies et les gobies, car leur comportement cryptique ne permet pas une observation homogène sur l'ensemble des ports RESPIRE. De plus, les ports de Calvi et de Nador n'ont pas été pris en compte car les observations sont très différentes de celles effectuées dans les autres ports RESPIRE (caractère « non anthropisé » du site de Calvi, et caractère « lagunaire » du site de Nador).

b. Analyse temporelle des données

On s'intéresse maintenant à préciser les informations relatives aux périodes de suivis en fonction des espèces relevées et de leur taille, c'est à dire de leur arrivée, récente ou non, à la côte. De manière générale, l'analyse montre des pics de recrutements très marqués pour les mois de mars et de juin mais peu pour le mois de septembre (longueur des flèches correspondant la robustesse de l'analyse). Puis, en se focalisant sur les individus de 30 mm ou moins (regroupant ainsi les post-larves nouvellement arrivées et les très jeunes juvéniles), il est possible de corréliser les différents mois de suivis avec des « pics » de recrutement de certaines espèces. Ainsi, sur la Figure 5, on peut observer que :

- le mois de mars est marqué par un pic de sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) et de saupes (*Sarpa salpa*),
- le mois de juin est plutôt caractérisé par un recrutement de sars communs (*Diplodus sargus*) et d'oblades (*Oblada melanura*),
- et le mois de septembre est marqué par les castagnoles (*Chromis chromis*) et les crénilabres (*Symphodus sp.*).

Néanmoins, ainsi qu'indiqué dans les encadrés sur la figure, les pics de recrutement sont localisés sur certains sites seulement. Cela ne veut pas dire que ces espèces n'ont été observées qu'à ces endroits-là, mais simplement que leur abondance a été suffisamment importante pour être caractéristique du mois de suivi sur ces sites. On peut donc dire que les pics de recrutement semblent être localisés de manière hétérogène en fonction des espèces.

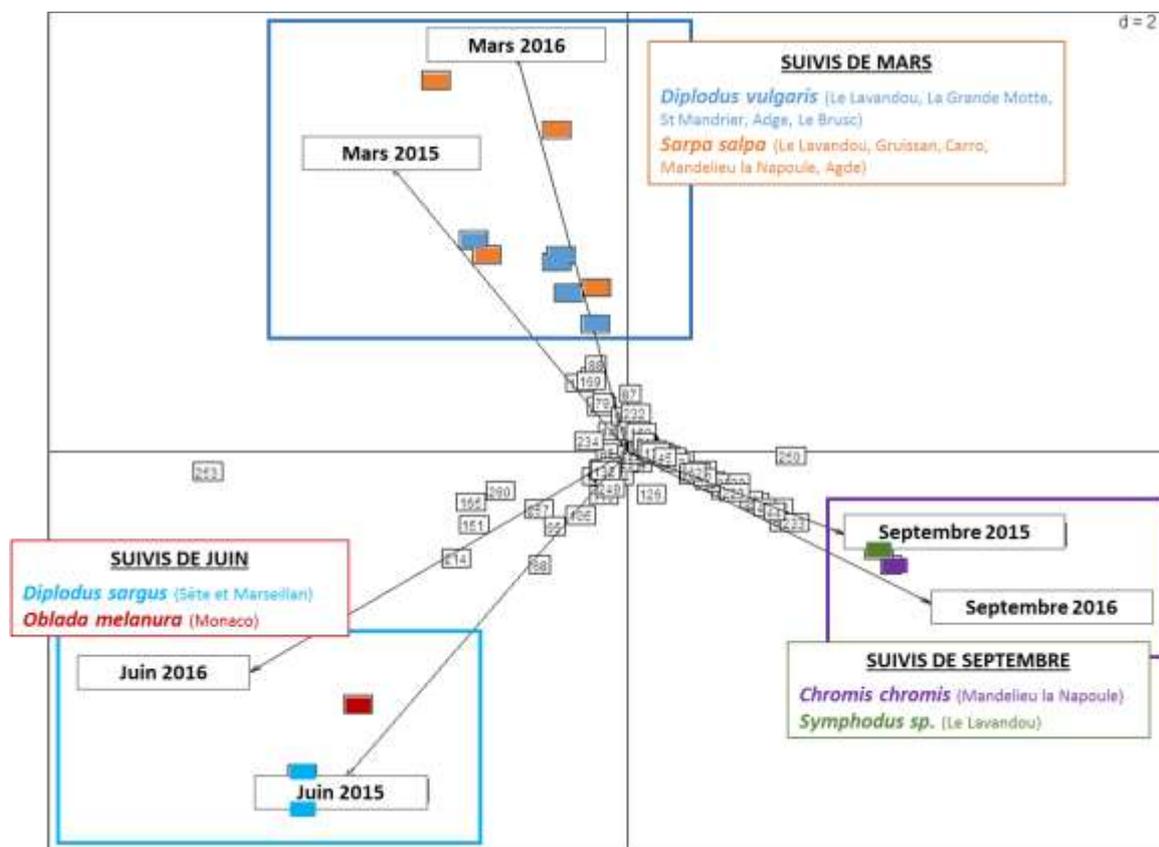


Figure 5 : Répartition des pics de recrutements en fonction des mois de suivis

NB : Test effectué : Analyse en Composante Principale. Les rectangles colorés et numérotés représentent les espèces observées par port et par suivi, représentatives du mois concerné. Les flèches représentent les mois de suivis : plus la flèche désignant un mois de suivi est longue, plus le pic est marqué. Les étiquettes avec les numéros représentent les abondances par espèce, par ville et par suivi qui ne sont pas représentatives.

c. Analyse spatiale (inter-sites) des données

En visualisant ces différences significatives entre les espèces et les sites de suivis, nous nous sommes alors intéressés à la répartition spatiale des suivis.

De manière générale, nous remarquons que les recrutements sont sensiblement différents entre les suivis du Golfe du Lion (sous influence du Rhône) et ceux de la région PACA, notamment en fonction des espèces observées et de leur taille en fonction du temps.

Au mois de mars, on observe des espèces relativement similaires entre les deux régions. Cependant, quelques individus de sars à museau pointu (*Diplodus puntazzo*) sont observés en Languedoc-Roussillon (contrairement à la région PACA), mais ce résultat n'est pas réellement significatif puisque

cela concerne les tous derniers individus du recrutement (ils mesurent souvent plus de 40mm), qui a eu lieu plus tôt dans la saison (vers décembre).

Par contre, au mois de juin, on observe majoritairement des oblades (*Oblada melanura*) et quelques sparillaons (*Diplodus annularis*) en région PACA (Figure 6), alors que dans le Golfe du Lion ce sont les sars communs (*Diplodus sargus sargus*) qui sont fortement observés (Figure 6). Sachant que les *D.annularis* et les *O.melanura* recrutent à priori après les *Diplodus sargus sargus*, on peut prétendre à un décalage de recrutement entre les 2 régions, allant de l'Est à l'Ouest. Ce décalage semble se confirmer par les observations du mois de septembre où des oblades et des sparillaons de tailles inférieures à 30 mm (récemment arrivés à la côte) sont cette fois-ci retrouvés en Languedoc-Roussillon, alors qu'ils sont de taille supérieure à 30mm en PACA (installés à la côte depuis plusieurs mois).

Au mois de septembre, on retrouve également en PACA des castagnoles (*chromis chromis*) et des crénilabres (*Symphodus spp.*), non observés dans le Golfe du Lion. Les castagnoles recrutent généralement en été, il est donc très probable que le pic observé soit la fin du recrutement. De plus, les castagnoles sont des espèces de côte rocheuse, côte majoritaire en région PACA mais très largement minoritaire en Languedoc-Roussillon, expliquant ainsi qu'aucun individu de cette espèce n'ait été observé dans cette région. Concernant les crénilabres, les périodes de recrutement peuvent varier suivant les espèces mais ce sont principalement des espèces d'été ou de début d'automne. Il est donc possible que pour cette espèce également, le « pic » observé soit la fin de recrutement.

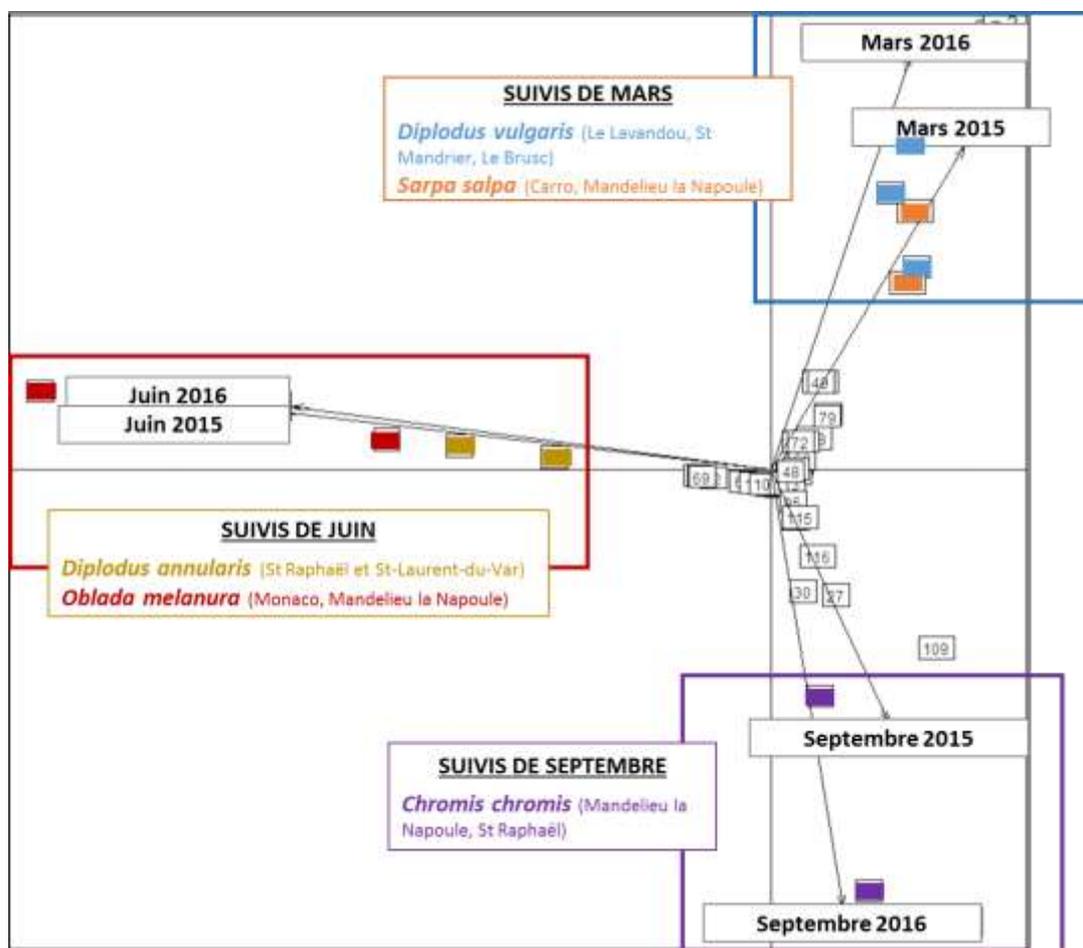


Figure 6 : Répartition des pics de recrutements en fonction des mois de suivis, pour la région PACA

NB : Test effectué : Analyse en Composante Principale. Les rectangles colorés et numérotés représentent les espèces observées par port et par suivis représentatives du mois concerné. Les flèches représentent les mois de suivis. Plus la flèche désignant un mois de suivi est longue, plus le pic est marqué. Les étiquettes avec les numéros représentent les abondances par espèces, par villes et par suivis qui ne sont pas représentatives

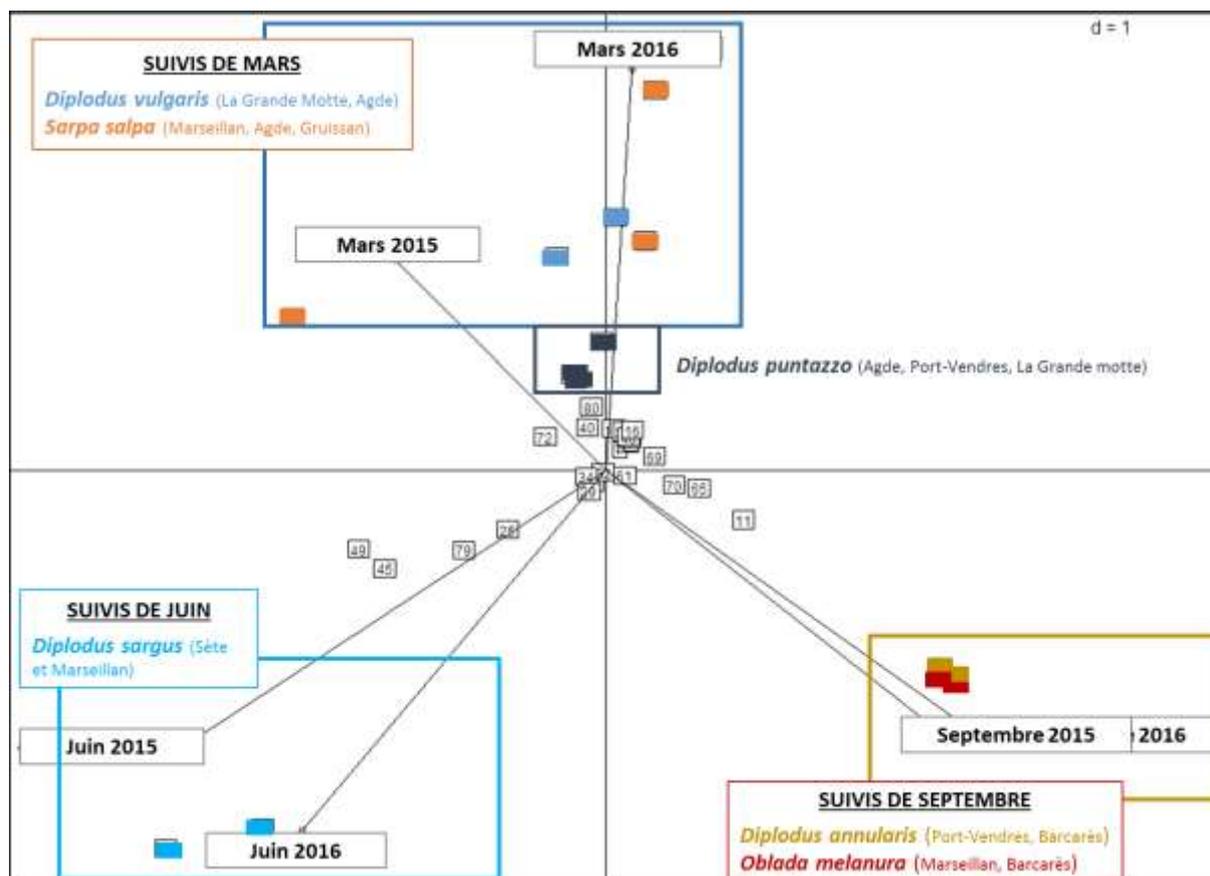


Figure 7 : Répartition des pics de recrutements en fonction des mois de suivis, pour le Golfe du Lion

NB : Test effectué : Analyse en Composante Principale. Les rectangles colorés et numérotés représentent les espèces observées par port et par suivis représentatives du mois concerné. Les flèches représentent les mois de suivis. Plus la flèche désignant un mois de suivi est longue, plus le pic est marqué. Les étiquettes avec les numéros représentent les abondances par espèces, par villes et par suivis qui ne sont pas représentatives.

Afin de compléter ces résultats, il est important de s'intéresser aux abondances observées pour chaque suivi. En effet, les Figure 6 et les Figure 7 (ACP) se basent sur les abondances maximum observées par mois, sans pour autant classier ces abondances les unes par rapport aux autres. Ainsi, on constate une très forte disparité entre les abondances moyennes des mois de mars et de juin, plutôt semblables, et celles du mois de septembre, très inférieures (Figure 8). Cela permet de mettre en évidence que le « pic » observé en septembre est principalement dû au fait que très peu d'individus sont observés durant ce suivi, faisant automatiquement ressortir les individus dont les abondances sont supérieures à zéro.

- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016

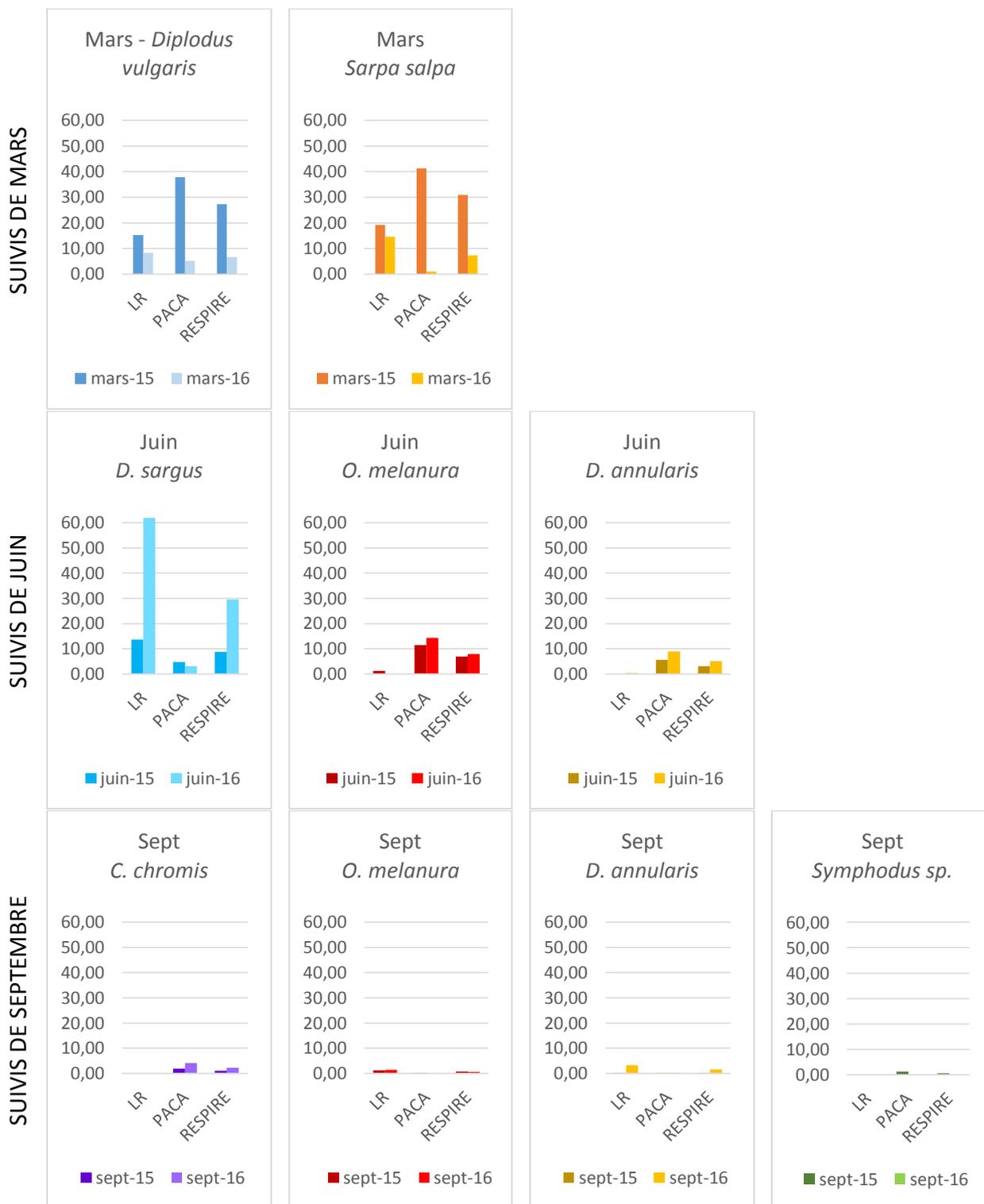
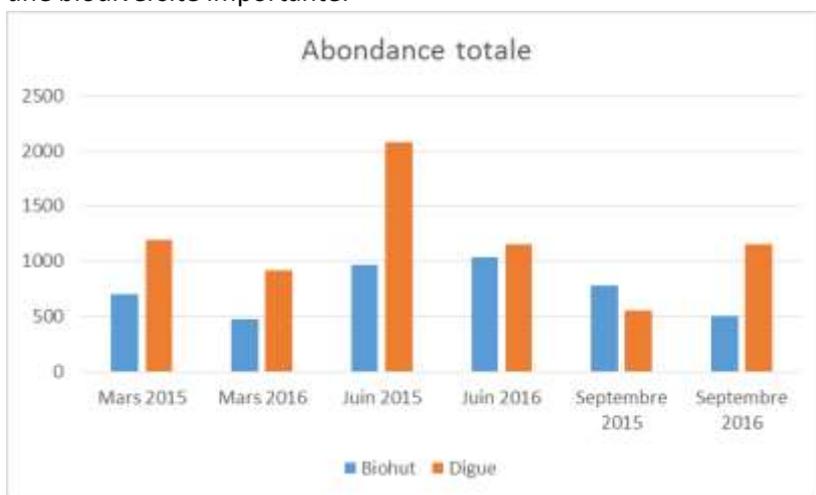


Figure 8 : Abondances moyennes des espèces majoritaires, par mois et par année de suivi

d. Analyse spatiale (intra-sites) des données

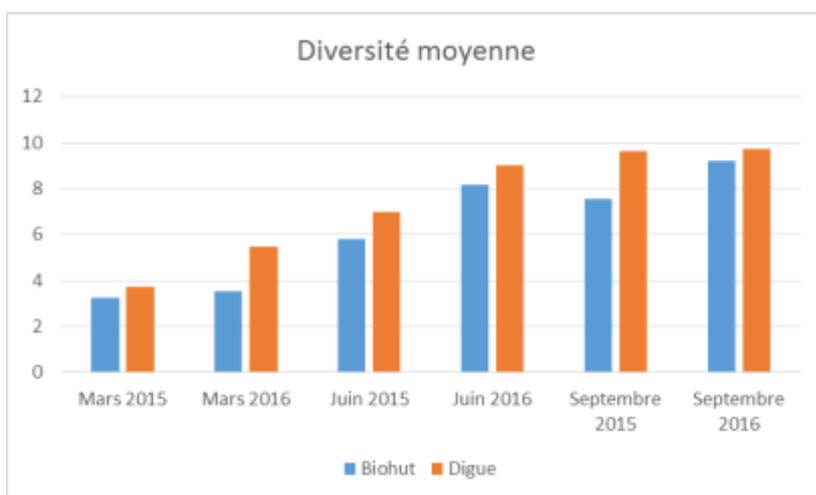
Afin de compléter la réflexion sur l'évolution de la méthodologie de surveillance et le protocole de suivi, une rapide analyse des données intra-site a été réalisée. Elle porte sur les différences notables entre le suivi sur la digue et le suivi sur l'unité d'observation standardisée à l'intérieur du port.

D'une manière générale, les abondances retrouvées sur la digue sont plus élevées que celles retrouvées sur l'unité d'observation. Le suivi sur la digue se réalise certes par point fixe, mais l'habitat est bien plus vaste que sur l'unité d'observation et offre donc une surface de comptage plus importante. Ceci pourrait donc expliquer l'abondance plus importante relevée. Les diversités moyennes sont cependant similaires, preuve donc que la digue et l'intérieur du port sont bien représentatifs d'une biodiversité importante.



| Abondance totale | Mars 2015 | Mars 2016 | Juin 2015 | Juin 2016 | Septembre 2015 | Septembre 2016 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|
| Biohut | 700 | 470 | 970 | 1038 | 784 | 505 |
| Digue | 1192 | 922 | 2081 | 1150 | 549 | 1156 |
| Total général | 1892 | 1392 | 3051 | 2188 | 1333 | 1661 |

Figure 9 : Abondance totale retrouvée sur la digue et à l'intérieur du port



| Diversité moyenne | Mars 2015 | Mars 2016 | Juin 2015 | Juin 2016 | Septembre 2015 | Septembre 2016 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|----------------|
| Biohut | 3 | 4 | 6 | 8 | 8 | 9 |
| Digue | 4 | 5 | 7 | 9 | 10 | 10 |
| Total général | 3 | 4 | 6 | 8 | 8 | 9 |

Figure 10 : Diversité moyenne retrouvée sur la digue et à l'intérieur du port

Cependant, l'intérêt principal de ces deux suivis réside dans leur complémentarité. En effet, prenons l'exemple des sars (*Diplodus sp.*) largement décrits dans la littérature et point clé des analyses du recrutement (Bouchoucha et al., 2016 et Mercader et al., 2017). On remarque ainsi qu'il est trois fois plus facile d'observer le recrutement des *Diplodus puntazzo* et des *Diplodus annularis* sur les unités d'observation à l'intérieur du port que sur la digue. Pour le *Diplodus sargus sargus*, les observations sont équilibrées entre les deux zones, alors que pour le *Diplodus vulgaris*, son installation, et donc son observation, se fera préférentiellement sur la digue.

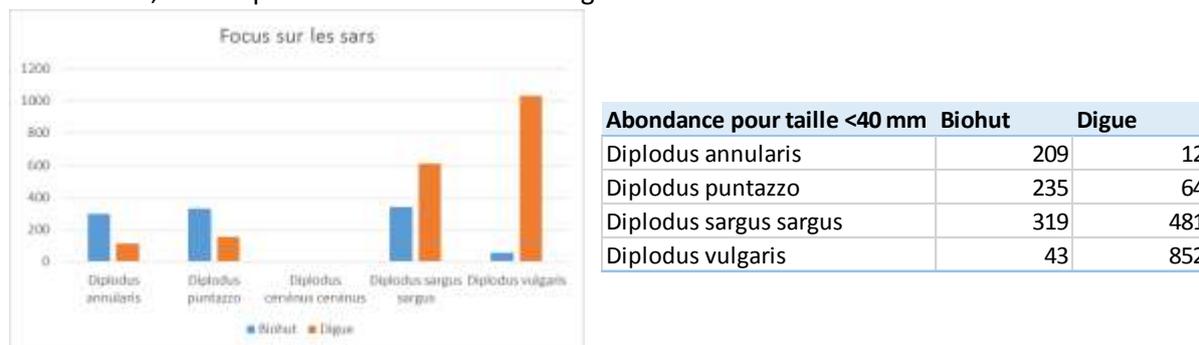


Figure 11 : Habitats d'installation différents selon les espèces

De plus, les deux zones de surveillance permettent des observations d'espèces différentes. Notons par exemple que certaines espèces comme l'anguille (*Anguilla anguilla*), la motelle (*Gaidropsarus sp.*), le nérophis (*Nerophis ophidion*), le rouffe (*Schedophilus ovalis*) ou le syngnathe (*Syngnathus sp.*) n'ont été observés que sur les unités d'observation à l'intérieur du port. A l'inverse, à l'interface entre le port et l'extérieur, sur la digue, la dorade royale (*Sparus aurata*), le marbré (*Lithognathus mormyrus*) ou le sar tambour (*Diplodus cervinus cervinus*) ont pu être observés, alors qu'ils n'étaient pas présents dans le port. Ces observations sont essentielles pour justifier de la complémentarité de ces deux suivis de surveillance à l'intérieur et à l'interface avec l'extérieur du port, sur des espèces d'intérêt tels que les sars ou la dorade.

Elles apportent néanmoins une réflexion sur l'échelle de suivi, en remarquant que les observations faites à l'intérieur du port et à l'interface avec l'extérieur, permettent de relever des recrutements d'espèces différentes, et pourtant à intérêt écologique fort. Nous proposons donc, pour le prochain suivi, de suivre une partie extérieure du port, sur le milieu ouvert, afin de tester la complémentarité de ces suivis et de maximiser l'échantillonnage d'espèces.

e. Evaluation des seuils de surveillance

L'objectif de ce premier traitement était certes de présenter les premières données de recrutement à grande échelle sur toute la façade méditerranéenne française, mais également de proposer des seuils ou des classes spatio-temporelles du recrutement. Ce travail nécessite un cycle de surveillance complet, évalué dans la littérature à environ 3 à 5 années de données (*Guide méthodologique pour la surveillance des rejets urbains*, Ifremer). Cependant, après deux années de surveillance, nous pouvons présenter les premières observations faites sur ces seuils.

Pour rappel, toutes les abondances retrouvées dans les ports pour chacun des suivis ont été comparées les unes par rapport aux autres afin de réaliser des classes d'abondances (discrétisation des données). Ces classes d'abondance ont été générées selon une répartition dite de « ruptures naturelles » qui minimise les variances intra-classe et maximise celles inter-classe. Nous avons choisi de présenter les valeurs d'abondance et de diversité selon 5 classes : « très faible », « faible », « moyenne », « élevée » et « très élevée ». Pour chaque mois de suivi, les classes d'abondances proposées par le logiciel sont les suivantes :

- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016

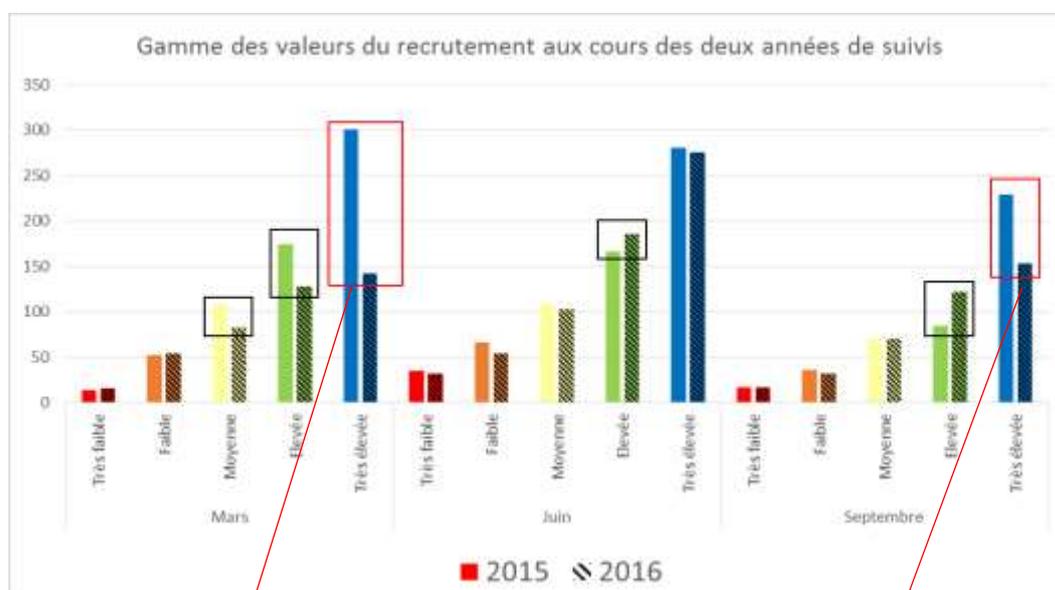
| | Mars | | | Juin | | | Septembre | |
|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| | 2015 | 2016 | | 2015 | 2016 | | 2015 | 2016 |
| Très faible | 0 - 14 | 0 - 16 | Très faible | 0 - 35 | 0 - 32 | Très faible | 0 - 17 | 0 - 17 |
| Faible | 14 - 52 | 16 - 54 | Faible | 35 - 66 | 32 - 54 | Faible | 17 - 36 | 17 - 32 |
| Moyenne | 52 - 108 | 54 - 83 | Moyenne | 66 - 109 | 54 - 103 | Moyenne | 57 - 70 | 32 - 70 |
| Elevée | 108 - 174 | 83 - 128 | Elevée | 109 - 166 | 103 - 186 | Elevée | 70 - 85 | 70 - 122 |
| Très élevée | 174 - 301 | 128 - 142 | Très élevée | 166 - 281 | 186 - 276 | Très élevée | 85 - et plus | 122 - et plus |

NB : les athérines et les blennies, comptabilisées dans le suivi car de taille inférieure à 100mm, sont retirées de cette analyse car elles sont dans la plupart des cas déjà adultes au moment du comptage.

Dans l'ensemble, les valeurs des classes sont relativement similaires entre 2015 et 2016, notamment pour les classes « Très faible », « Faible » et « Moyenne ». Lorsque l'on passe aux classes « Elevée » et « Très élevée », les gammes sont davantage différentes, principalement à cause de valeurs extrêmes relevées, incluses dans le classement (exemple des bancs de muges ou de saupes, pouvant ponctuellement multiplier par 10 les comptages d'individus).

Comme l'explique le graphique suivant, on peut pointer les paramètres influençant au maximum ces différences dans les gammes de classes « Elevée » et « Très élevée » :

- Concernant les suivis de mars, la principale différence entre le suivi de 2015 et celui de 2016 provient de *D. vulgaris*, dont le recrutement a nettement été observé en 2015, mais pas en 2016.
- Concernant le suivi de septembre, la différence s'explique essentiellement par l'observation importante de jeunes muges, et de *d'O. melanura*.



| Diplodus vulgaris (Le Lavandou ess.) | | |
|--------------------------------------|------------|------------|
| Taille (mm) | Mars 2015 | Mars 2016 |
| 5 | 200 | 0 |
| 10 | 35 | 0 |
| 15 | 189 | 32 |
| 20 | 41 | 31 |
| 25 | 56 | 17 |
| 30 | 22 | 32 |
| De 30 à 100 | 0 | 37 |
| Total | 543 | 149 |

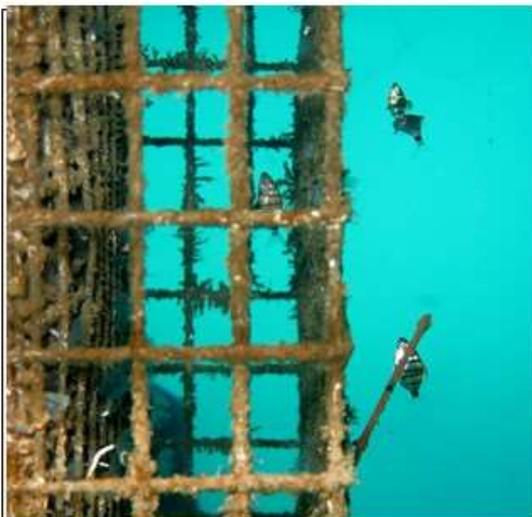
| Mugil sp. (La Ciotat ess.) | | |
|----------------------------|------------|-----------|
| Taille (mm) | Sept 2015 | Sept 2016 |
| 10 | | 1 |
| 20 | 36 | |
| 30 | 30 | |
| 35 | | |
| 40 | 30 | |
| 40/50 | 20 | |
| 50/60 | 20 | |
| 60/70 | 6 | 1 |
| Total | 142 | 2 |

Figure 12 : Echelle de recrutement entre 2015 et 2016

Le bornage minimum de la classe « Très élevée » sera donc actualisé en fonction des données collectées lors des prochains suivis, mais devra permettre de mettre en évidence des recrutements particuliers d'une année sur l'autre (exemple du recrutement de *D. vulgaris* visible ici).

f. Synthèse des analyses du suivi à la côte Basse Fréquence

| Suivi à côte Basse Fréquence | | |
|------------------------------|---|--|
| Analyses | Résultats | Perspectives |
| Globale | 23 sites - 128 suivis - 256 heures | Poursuivre ces suivis en 2017 afin de consolider un cycle de surveillance complet (3 an de données sur les même sites) |
| | 11 503 post-larves et juvéniles de l'année | |
| | 52 espèces au totale | |
| | Abondance plus marquée en juin et faible en septembre | Prouve l'intérêt de maintenir une surveillance sur toute la façade et à pas de temps régulier |
| | Diversité plus marquée en juin et en septembre | |
| | Variabilité de la diversité très importante en fonction du site et de la période de suivi | |
| | Recrutement essentiellement visible en mars et en juin, très peu en septembre | |
| Temporelle | Mars : recrutement marqué de <i>D.vulgaris</i> et <i>Sarpa salpa</i> | Face au constat d'un recrutement faible en septembre, il est proposé de décaler le suivi de septembre |
| | Juin : recrutement très marqué de <i>D.sargus sargus</i> et <i>Oblada melanura</i> | |
| | Septembre : recrutement faiblement visible de <i>Chromis chromis</i> et des labridés | |
| Spatiale (inter-site) | Différence spécifique entre PACA et LR | |
| | Décalage possible de l'arrivée des espèces, d'Est en Ouest | |
| Spatiale (intra-site) | Les différentes échelles de suivi intra-sites (intérieur du port et interface vers l'extérieur permet d'obtenir des résultats très | Suivre l'extérieur du port (zone naturelle) pour ajouter une 3ème échelle de surveillance |
| | Recrutement visible soit à l'intérieur du port soit à l'interface | |
| Seuils | Proposition des 5 classes : « très faible », « faible », « moyenne », « élevée » et « très élevée » : répartition par "ruptures naturelles" | A consolider avec un cycle de surveillance complet |



Sar à museau pointu, *Diplodus puntazzo*, Monaco, 2015



Sar à tête noire, *Diplodus vulgaris*, Nador, 2015



Nérophis ophidion, Gruissan, 2015



Muges, *Mugil sp*, Carro, 2016



Saupes, *Sarpa salpa*, Le Lavandou, 2015



Rouffe impérial, *Shedophilus ovalis*, Porquerolles, 2016

Illustration des espèces principales du mois de mars

Crédit photo : Amélie Fontcuberta



Réseau de surveillance RESPIRE





Sar commun, *Diplodus sargus sargus*, Sète, 2016



Mérou brun, *Epinephelus marginatus*, Port Vendres, 2015



Oblades, *Oblada melanura*, Monaco, 2016



Sparaillon, *Diplodus annularis*, Saint Raphaël, 2016



Syngnathe, *Syngnathus sp.*, Sète, 2015



Bar commun, *Dicentrarchus labrax*, Sète, 2016



Barracuda, *Sphyraena sp.*, St Laurent du Var, 2015

Illustration des espèces principales du mois de juin

Crédit photo : Amélie Fontcuberta
Rémy Dubas



Réseau de surveillance RESPIRE





Figure 13 : Planches photographiques des suivi de surveillance à la côte

3. Résultats des suivis à la côte Haute Fréquence

Les suivis à la côte Haute Fréquence ont donc été réalisés par nos partenaires scientifiques (Ifremer, Cefrem, Stareso et Université de Rabat) sur la période de **mars 2015 à décembre 2016**. En 2015, les suivis s’effectuaient en moyenne deux fois par mois, contre une fois par mois en 2016. Ces suivis Haute Fréquence ont généré un total de **120 suivis, correspondant à environ 232 heures d’observation** et de comptage. Les mêmes protocoles de suivis ont été utilisés afin de garantir une comparaison optimale entre les suivis Haute Fréquence et les suivis Basse Fréquence. Dans un premier temps, ces suivis ont été mis en place afin de calibrer le suivi Basse Fréquence (abondance et diversité en fonction de la période de suivi), mais ont également permis d’identifier des sites à fort recrutement, et d’autres moins propices à l’observation de post-larves ou de juvéniles de l’année.

Tableau 5 : Fréquence des suivis Haute Fréquence

| | | Univ. de Rabat | Stareso | Cefrem | | Ifremer | |
|------|-----------|----------------|---------|----------|--------------|----------|----------------|
| | | Nador | Calvi | Barcarès | Port Vendres | Le Brusç | Saint Mandrier |
| 2015 | Mars | xx | | xx | xx | x | x |
| | Avril | xx | x | xx | xx | xx | xx |
| | Mai | xx | x | xx | xx | xx | xx |
| | Juin | xx | xx | xx | xx | x | x |
| | Juillet | xx | x | xx | xx | | |
| | Août | xx | xx | xx | x | | |
| | Septembre | | xx | x | x | | |
| | Octobre | | x | x | x | | |
| | Novembre | xx | | | x | | |
| | Décembre | xx | xx | x | x | | |
| 2016 | Janvier | xx | xx | x | x | | |
| | Février | x | xx | | | | |
| | Mars | xx | x | x | | | |
| | Avril | xx | x | | | | |
| | Mai | xx | | | x | | x |
| | Juin | xx | x | x | x | | x |
| | Juillet | xx | x | x | x | | x |
| | Août | xx | x | x | x | | x |
| | Septembre | xx | | | x | | x |
| | Octobre | xx | x | x | x | | x |
| | Novembre | | | | | | x |
| | Décembre | | | | | | x |

xx : 2 suivis par mois

x : 1 suivi par mois

Le suivi du Brusç ne sera pas présenté car seuls 4 mois de suivi ont été réalisés par l’Ifremer.

a. Suivis Haute Fréquence du CEFREM : Barcarès et Port Vendres

Barcarès :

Le site du Barcarès a été expertisé de mars 2015 à octobre 2016. La liste des espèces identifiées est présentée ci-dessous. Comparativement, 9 espèces ont été relevées lors du suivi Basse Fréquence contre 12 lors du suivi Haute Fréquence.

Tableau 6 : Liste des espèces relevées sur le site du Barcarès

| Liste des espèces - Barcarès | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Basse Fréquence | Haute Fréquence |
| <i>Anguilla anguilla</i> | <i>Atherina sp.</i> |
| <i>Dicentrarchus labrax</i> | <i>Chromis chromis</i> |
| <i>Diplodus annularis</i> | <i>Dicentrarchus labrax</i> |
| <i>Diplodus sargus sargus</i> | <i>Diplodus puntazzo</i> |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | <i>Diplodus sargus sargus</i> |
| <i>Gaidropsarus sp.</i> | <i>Diplodus vulgaris</i> |
| <i>Oblada melanura</i> | <i>Labridae</i> |
| <i>Symphodus ocellatus</i> | <i>Mugil sp.</i> |
| <i>Syngnathus sp.</i> | <i>Oblada melanura</i> |
| | <i>Sarpa salpa</i> |
| | <i>Sphyraena viridensis</i> |
| | <i>Syngnathus sp.</i> |

Un total de 62 individus a été observé lors des suivis Basse Fréquence contre 571 lors des suivis Haute Fréquence. 95% des individus présentaient une taille inférieure à 40 mm, témoignant d'un recrutement récent à la côte. Il est intéressant de relever que la quasi-totalité de ces individus étaient des sparidés, et principalement comptabilisés lors de la période estivale, avec des abondances plus importantes entre mai et octobre 2015 et de juin à septembre 2016. Deux valeurs sont écartées de l'analyse : celle de juillet 2015 présentant un nombre important de muges et d'athérines (310 individus de taille inférieure à 40mm), et celle de janvier 2016, présentant 108 saupes comptabilisées sur la digue.

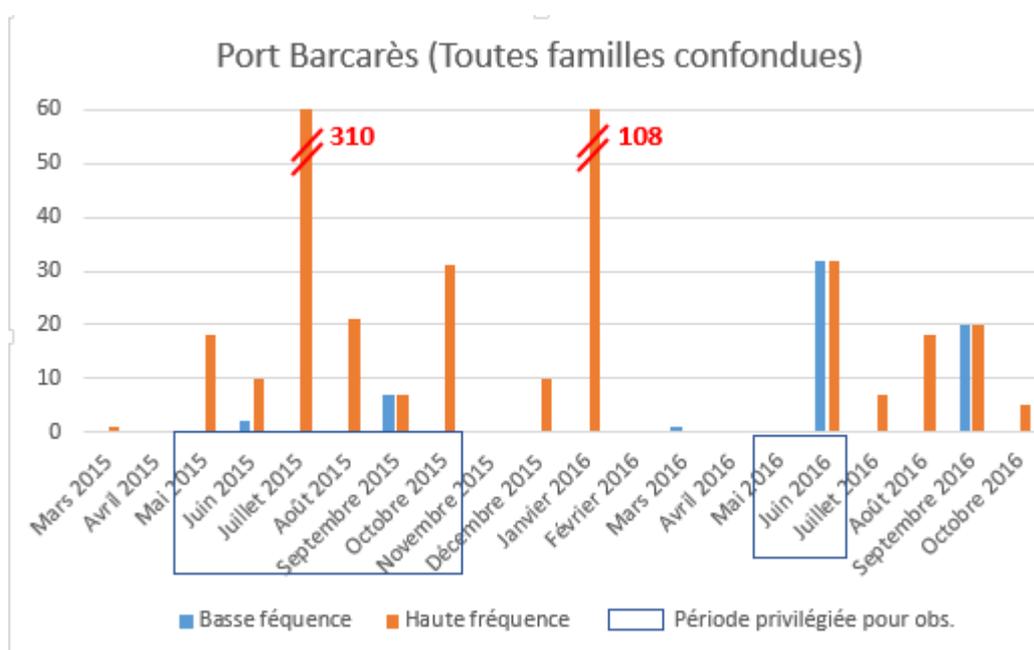


Figure 14 : Répartition des abondances en fonction du temps sur le site du Barcarès

Ces pics d'observation correspondent à des pics de recrutement (tailles inférieures à 40mm), particulièrement visibles sur la côte catalane ces deux années-là. Le pic d'octobre 2015 correspond ainsi à une arrivée de post-larves de *Diplodus puntazzo* et de *Oblada melanura*, et celui de juin 2016, à une nouvelle arrivée de *Diplodus sargus*.

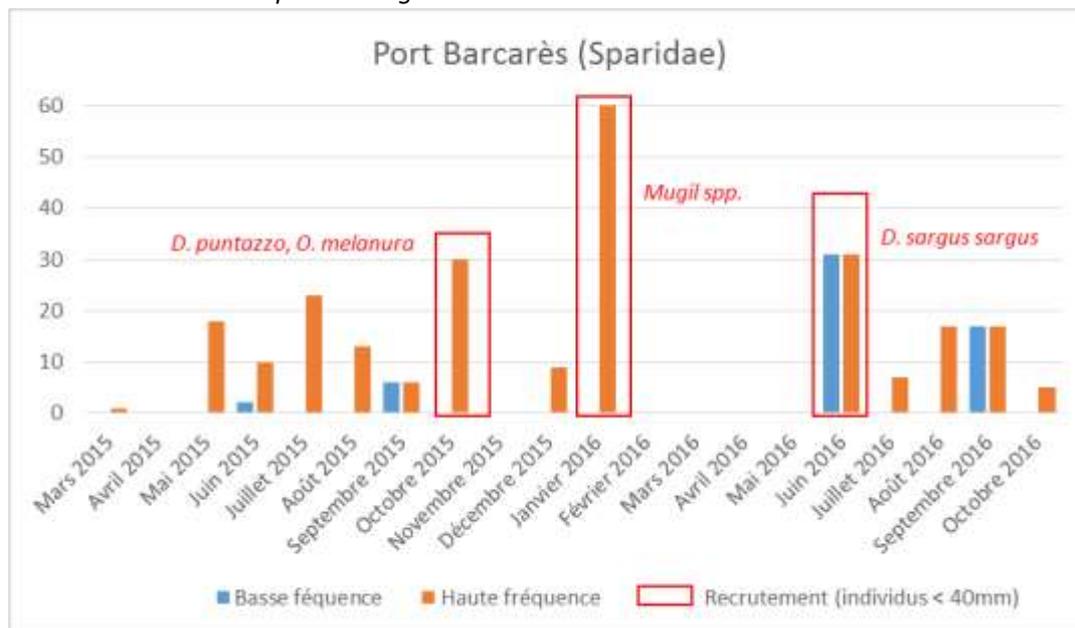


Figure 15 : Pic de recrutement en fonction du temps sur le site du Barcarès

A titre indicatif, il est important de préciser que le suivi sur le site du Barcarès a été difficile, principalement à cause d'une visibilité réduite (apport d'eau douce important et chargé en matière en suspension), et d'un phénomène d'obturation de l'unité de suivi dû au développement très rapide de moules. Ce dernier paramètre doit être pris en compte lors des prochaines années de suivi pour éviter une mauvaise compréhension du recrutement à cause d'un problème technique empêchant le bon déroulement du suivi.

Port Vendres :

De la même façon qu'au Barcarès, le site de Port Vendres a été expertisé de mars 2015 à octobre 2016. La liste des espèces identifiées est présentée ci-dessous. Comparativement, 10 espèces ont été relevées lors du suivi Basse Fréquence contre 7 lors du suivi Haute Fréquence.

Cette analyse de suivi va faire l'objet d'une publication scientifique, car pour la première fois sur la façade méditerranéenne française, un juvénile de mérrou brun a été observé dans le port sur l'unité d'observation standardisée durant 6 mois.

Tableau 7 : Liste des espèces relevées sur le site de Port Vendres

| Liste des espèces - Port Vendres | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Basse Fréquence | Haute Fréquence |
| Blenniidae | Blenniidae |
| <i>Diplodus annularis</i> | <i>Diplodus annularis</i> |
| <i>Diplodus puntazzo</i> | <i>Diplodus puntazzo</i> |
| <i>Diplodus sargus sargus</i> | <i>Diplodus sargus sargus</i> |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | <i>Diplodus vulgaris</i> |
| <i>Epinephelus marginatus</i> | <i>Epinephelus marginatus</i> |
| <i>Mugil sp.</i> | <i>oblada melanura</i> |
| <i>oblada melanura</i> | |
| <i>Sarpa salpa</i> | |
| <i>Syngnathus sp.</i> | |

Un total de 347 individus a été comptabilisé lors du suivi Haute Fréquence, contre 171 au cours du suivi Basse Fréquence. Tout comme pour le Barcarès, 95% des individus présentaient une taille inférieure à 40 mm, témoignant d'un recrutement récent à la côte. Au cours de ce suivi, une majorité d'individus a été comptabilisée entre mars et juin 2015, puis durant la période hivernal de septembre 2015 à janvier 2016. Deux autres pics d'observation sont présentés en juin 2016 et septembre 2016.

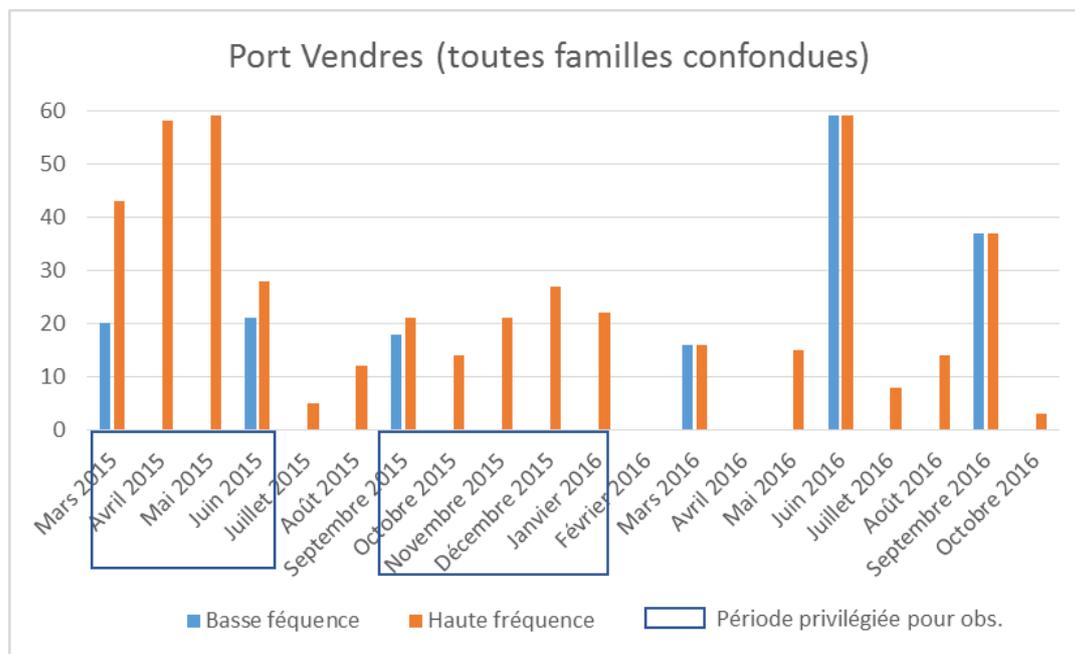


Figure 16 : Répartition des abondances en fonction du temps sur le site de Port Vendres

Comme pour le suivi du Barcarès, l'essentiel des individus comptabilisés sont des sparidés (77% du comptage Basse Fréquence et plus de 90% du comptage Haute Fréquence). Les pics observés entre mars et mai 2015 sont des *D.puntazzo* de 30 à 40mm témoignant d'un recrutement hivernal (probablement de décembre 2014). Cette observation est confirmée par le pic de recrutement de *D.puntazzo* (de 10 à 15mm), observé en décembre 2015. En juin 2016, les suivis ont également permis de visualiser le recrutement de *D.sargus sargus*, particulièrement marqué cette année-là et celui de *D.annularis* et d'*Oblada melanura* en septembre 2016.

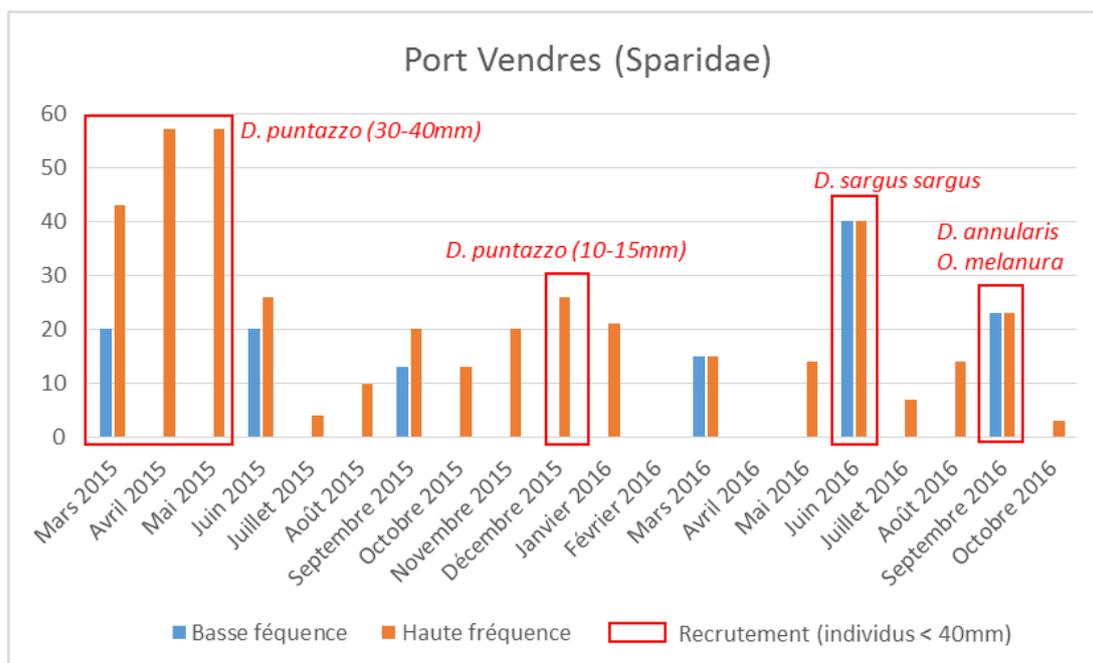


Figure 17 : Pic de recrutement en fonction du temps sur le site de Port Vendres

b. Suivis Haute Fréquence de l’Ifremer : Le Brusc-Six Four et Saint Mandrier

L’analyse ne portera que sur les suivis faits sur Saint Mandrier entre mars 2015 et décembre 2016 (avec un gap de donnée entre juillet 2015 et avril 2016). En effet, le site du Brusc-Six Fours n’a été suivi que de mars 2015 à juillet 2015 en Haute Fréquence, ne permettant pas une analyse sur l’évolution du recrutement.

La liste des espèces identifiées est présentée ci-dessous. Comparativement, 15 espèces ont été relevées lors du suivi Basse Fréquence contre 20 lors du suivi Haute Fréquence.

Tableau 8 : Liste des espèces relevées sur le site de Saint Mandrier

| Basse Fréquence | Haute Fréquence |
|-------------------------------|--------------------------------|
| <i>Atherina sp.</i> | <i>Atherina sp.</i> |
| <i>Blenniidae</i> | <i>Blenniidae</i> |
| <i>Coris julis</i> | <i>Dicentrarchus labrax</i> |
| <i>Dicentrarchus labrax</i> | <i>Dicentrarchus punctatus</i> |
| <i>Diplodus annularis</i> | <i>Diplodus annularis</i> |
| <i>Diplodus puntazzo</i> | <i>Diplodus puntazzo</i> |
| <i>Diplodus sargus sargus</i> | <i>Diplodus sargus sargus</i> |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | <i>Diplodus vulgaris</i> |
| <i>Gobius sp.</i> | <i>Gobius sp.</i> |
| <i>Labridae</i> | <i>Lipophrys basiliscus</i> |
| <i>Mugil sp.</i> | <i>Lithognathus mormyrus</i> |
| <i>Pagellus sp.</i> | <i>Mugil sp.</i> |
| <i>Sarpa salpa</i> | <i>Oblada melanura</i> |
| <i>Spicara maena</i> | <i>Pagellus acarne</i> |
| <i>Symphodus sp.</i> | <i>Pagellus sp.</i> |
| | <i>Sarpa salpa</i> |
| | <i>Spc non id.</i> |
| | <i>Spicara sp.</i> |
| | <i>Symphodus ocellatus</i> |
| | <i>Symphodus roissali</i> |

Au total, 1408 individus ont été comptabilisés sur le suivi Haute Fréquence, contre 429 lors du suivi Basse Fréquence. Seuls 60% des individus comptabilisés présentaient une taille inférieure à 40mm, témoignant d’un recrutement récent. Les pics d’observation sont concentrés sur avril et mai 2015, puis

mai et juin 2016 et décembre 2016. Les observations restent cependant importantes entre juin et décembre avec des abondances allant de 110 individus à 30 individus environ par suivi.

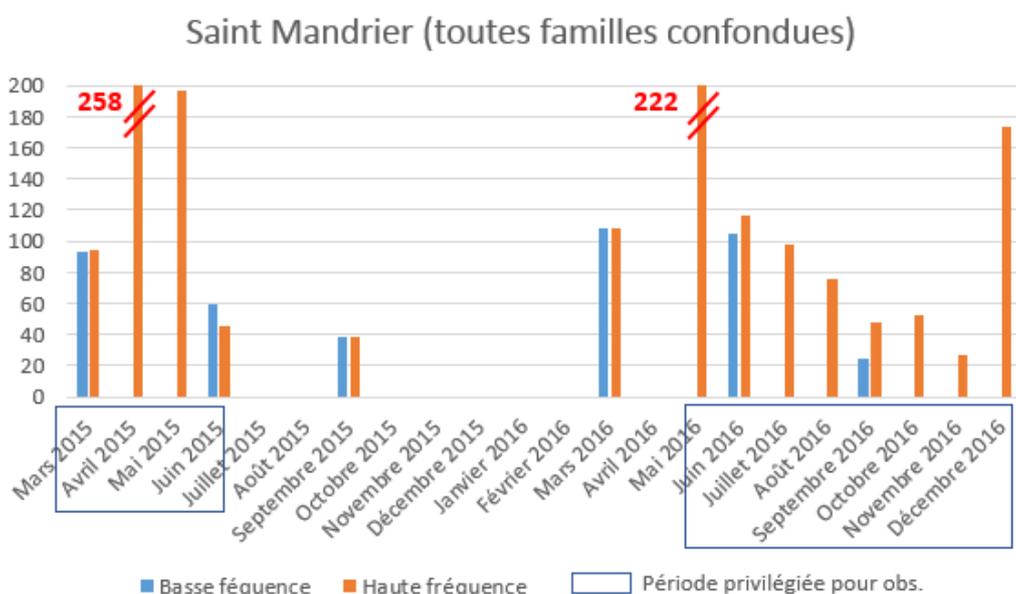


Figure 18 : Répartition des abondances en fonction du temps sur le site de Saint Mandrier

Comme pour les autres sites de suivi, nous réalisons un focus sur les sparidés, bien qu'ils ne représentent que 50 % des comptages. Le pic observé entre mars et avril 2015 correspond à un important comptage de *D.vulgaris* de 30-40mm, témoignant certainement d'un recrutement hivernal quelques mois auparavant. Le pic de mai 2015 correspond à un comptage important d'athérines, mais un nombre non négligeable de *D.vulgaris* et de *D.puntazzo* a été relevé, eux aussi de 30-40mm, témoignant également d'un recrutement hivernal quelques mois auparavant. Le pic de juin 2016 prend en compte un recrutement de *D. annularis* et celui de décembre 2016, un recrutement de *D.puntazzo*.

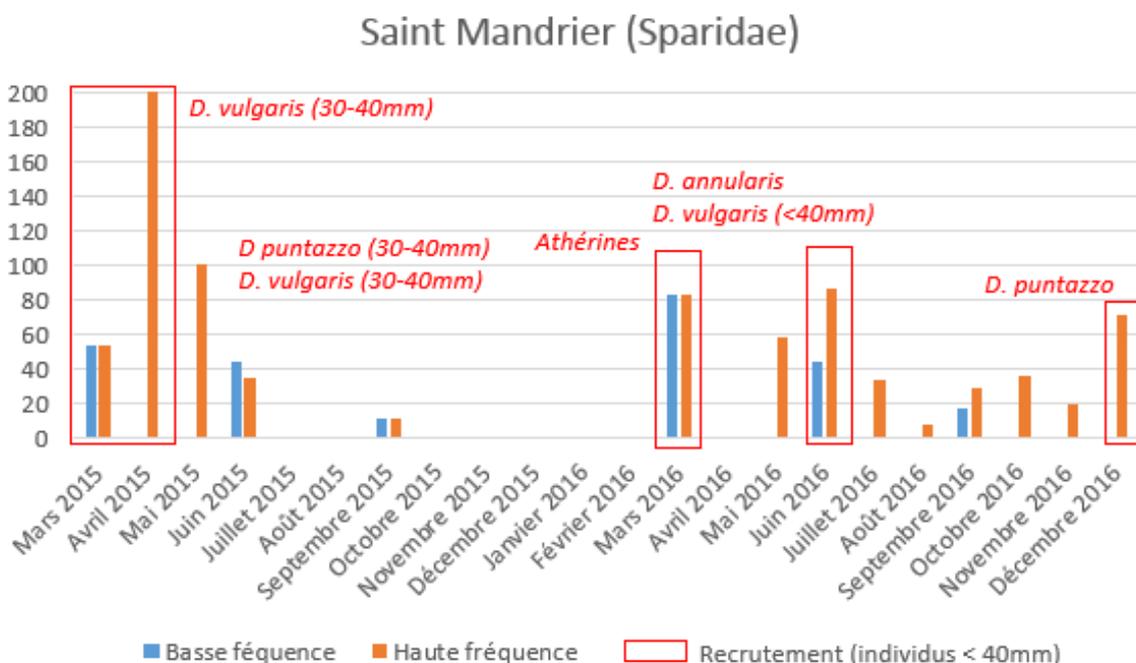


Figure 19 : Pic de recrutement en fonction du temps sur le site de Saint Mandrier

c. Suivis Haute Fréquence de la Stareso : site de Calvi-Stareso

Le site de la Stareso a été expertisé de mars 2015 à octobre 2016. La liste des espèces identifiées est présentée ci-dessous. Comparativement, 23 espèces ont été relevées lors du suivi Basse Fréquence contre 33 lors du suivi Haute Fréquence.

Tableau 9 : Liste des espèces relevées sur le site de la Stareso

| Liste des espèces - Stareso - Calvi | |
|--|---------------------------------|
| Basse Fréquence | Haute Fréquence |
| <i>Atherina sp.</i> | <i>Atherina sp.</i> |
| <i>Blenniidae</i> | <i>Blenniidae</i> |
| <i>Chromis chromis</i> | <i>Chelon labrosus</i> |
| <i>Coris julis</i> | <i>Chromis chromis</i> |
| <i>Ctenolabrus rupestris</i> | <i>Coris julis</i> |
| <i>Diplodus annularis</i> | <i>Ctenolabrus rupestris</i> |
| <i>Diplodus sargus sargus</i> | <i>Diplodus annularis</i> |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | <i>Diplodus puntazzo</i> |
| <i>Labridae</i> | <i>Diplodus sargus sargus</i> |
| <i>Mugil sp.</i> | <i>Diplodus vulgaris</i> |
| <i>oblada melanura</i> | <i>Gobius sp.</i> |
| <i>Sarpa salpa</i> | <i>Labridae</i> |
| <i>Serranus cabrilla</i> | <i>Labrus merula</i> |
| <i>Serranus scriba</i> | <i>Mugil sp.</i> |
| <i>Symphodus cinereus</i> | <i>Mullus sp.</i> |
| <i>Symphodus ocellatus</i> | <i>Muraena helena</i> |
| <i>Symphodus roissali</i> | <i>Mycteroperca rubra</i> |
| <i>Symphodus sp.</i> | <i>oblada melanura</i> |
| <i>Symphodus tinca</i> | <i>Parablennius gattorugine</i> |
| <i>Thalassoma pavo</i> | <i>Parablennius pilicornis</i> |
| <i>Tripterygion delaisi</i> | <i>Parablennius sp.</i> |
| <i>Tripterygion melanurus</i> | <i>Sarpa salpa</i> |
| <i>Tripterygion sp.</i> | <i>Scorpaena scrofa</i> |
| | <i>Serranus cabrilla</i> |
| | <i>Serranus scriba</i> |
| | <i>Symphodus cinereus</i> |
| | <i>Symphodus ocellatus</i> |
| | <i>Symphodus roissali</i> |
| | <i>Symphodus sp.</i> |
| | <i>Symphodus tinca</i> |
| | <i>Thalassoma pavo</i> |
| | <i>Tripterygion delaisi</i> |
| | <i>Tripterygion melanurus</i> |

Un total de 2934 individus a été comptabilisé lors de ce suivi Haute Fréquence. Sur la totalité de ces individus, 60% présentaient une taille inférieure à 40 mm (témoignant d'un recrutement récent) et 80% d'individus inférieur à 50 mm. Contrairement aux autres sites présentés plus haut, les comptages ont été relativement denses toute l'année, avec cependant un creux entre mars et avril et août et septembre.

De la même façon que pour les autres sites Haute Fréquence, nous présentons une analyse particulière sur les sparidés, bien qu'ils ne représentent que 30% des comptages sur ce site.

Il convient donc d'ajouter que les pics présentés en juin et juillet 2015 et juillet 2016, sont dû à un recrutement de *Chromis chromis*, celui d'octobre 2015, à un recrutement de muges et de labres, et que les pics de décembre 2015 et de janvier 2016 ne correspondent pas à des recrutements à proprement parlé (individus de taille supérieur à 50mm), et sont représentés par des muges et des athérines. Dans l'ensemble, l'analyse faite sur Calvi donne donc des résultats très différents de ceux des autres ports de la façade méditerranéenne.

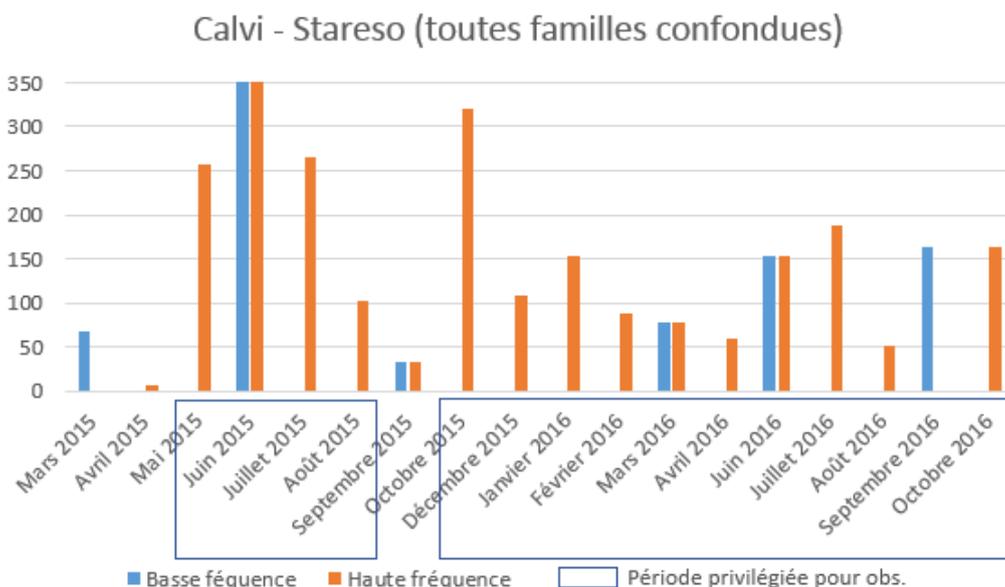


Figure 20 : Répartition des abondances en fonction du temps sur le site de la Stareso

Les pics de recrutement (individus inférieurs à 40mm) de mai et juin 2015 correspondent à un recrutement de saupes de tailles variables. Ceux de juillet 2015 et de juin 2016 correspondent à un recrutement d'*Obalda melanura*.

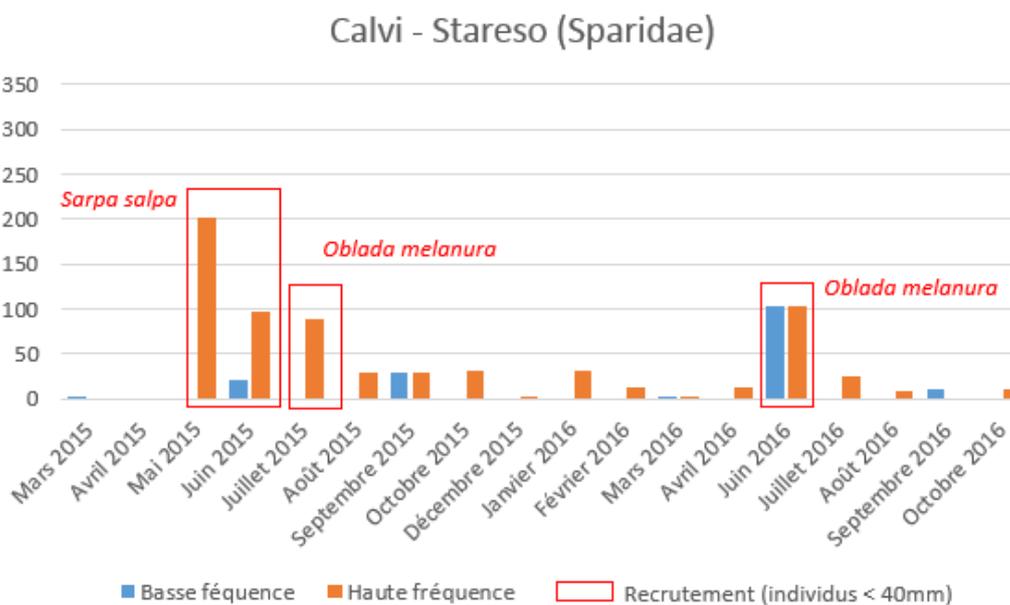


Figure 21 : Pic de recrutement en fonction du temps sur le site de la Stareso

Contrairement aux autres sites expertisés, très peu de sars ont été observés, et encore moins sur les unités standardisées. Le site de Calvi est le seul site de suivi où les unités d'observation ont été mises le long d'un quai et non en pleine eau sous un ponton, ce qui pourrait expliquer en partie cette observation. De plus, le site de Calvi est le seul en zone non portuaire et à proximité direct avec des herbiers et des habitats complexes naturels. Ces paramètres peuvent également expliquer la plus forte richesse retrouvée sur le site, et les assemblages très différents que l'on y retrouve (forte proportion de labridés et de pomacentridés par exemple).

d. Suivis Haute Fréquence de l'université de Rabat : site de Nador

Le site de Nador a été expertisé de mars 2015 à septembre 2016. La liste des espèces identifiées est présentée ci-dessous. 23 espèces ont été relevées dont, fait très particulier, le mérrou brun (*Epinephelus marginatus*) et le mérrou royal (*Mycteroperca rubra*) en grande quantité.

Tableau 10 : Liste des espèces relevées sur le site de Nador

| Liste des espèces - Nador | | | |
|-----------------------------------|------|----------------------------|-------------|
| <i>Atherina sp.</i> | 1002 | <i>Mycteroperca rubra</i> | 62 |
| <i>Blenniidae</i> | 30 | <i>Oblada melanura</i> | 192 |
| <i>Dicentrarchus labrax</i> | 34 | <i>Salaria pavo</i> | 23 |
| <i>Diplodus annularis</i> | 4 | <i>Sarpa salpa</i> | 234 |
| <i>Diplodus cervinus cervinus</i> | 12 | <i>Scorpaena porcus</i> | 1 |
| <i>Diplodus puntazzo</i> | 38 | <i>Serranus scriba</i> | 6 |
| <i>Diplodus sargus sargus</i> | 1664 | <i>Sparus aurata</i> | 1 |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | 1095 | <i>Symphodus ocellatus</i> | 1 |
| <i>Epinephelus marginatus</i> | 34 | <i>Syngnathus typhle</i> | 1 |
| <i>Gobius sp.</i> | 15 | <i>Thalassoma pavo</i> | 143 |
| <i>Labridae</i> | 1 | <i>Trachinotus ovatus</i> | 3 |
| <i>Mugil sp.</i> | 1154 | Total général | 5750 |

Un total de 5164 individus a été comptabilisé lors de ce suivi Haute Fréquence, mais contrairement aux autres sites de suivi, seuls 1414 individus, soit 25% correspondaient à des individus de moins de 40mm, taille représentative d'un recrutement récent.

Contrairement aux autres sites présentés plus haut, les comptages ont été relativement denses toute l'année, mais le pic essentiel de recrutement est concentré entre février et avril, avec une arrivée massive de *Diplodus vulgaris*.

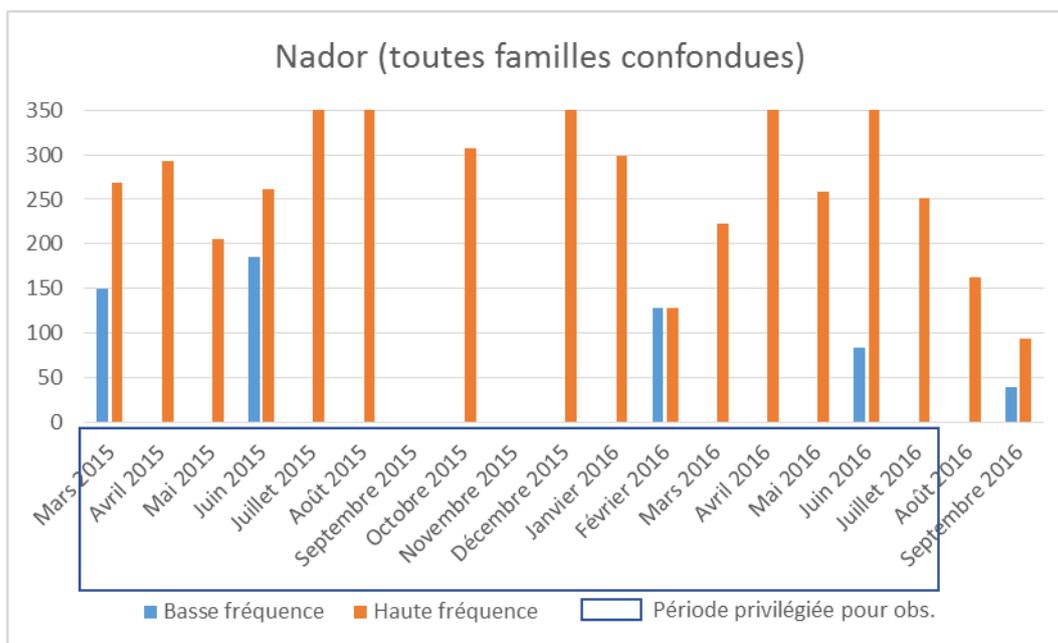


Figure 22 : Répartition des abondances en fonction du temps sur le site de Nador

De la même façon que pour les autres sites Haute Fréquence, nous présentons une analyse particulière sur les sparidés qui représentent 60% des comptages sur ce site.

Les principaux pics de recrutement concernent donc les *Diplodus vulgaris* en mars et avril 2015 et de février à avril 2016. En mars 2015, on visualise également un faible recrutement des *Diplodus puntazzo* et en janvier 2016, celui d'*Oblada melanura*. Des comptages importants de *D.sargus sargus* de 60 à 80mm ont été réalisés entre juillet et décembre 2015. Cette taille ne témoigne cependant pas d'un recrutement récent.

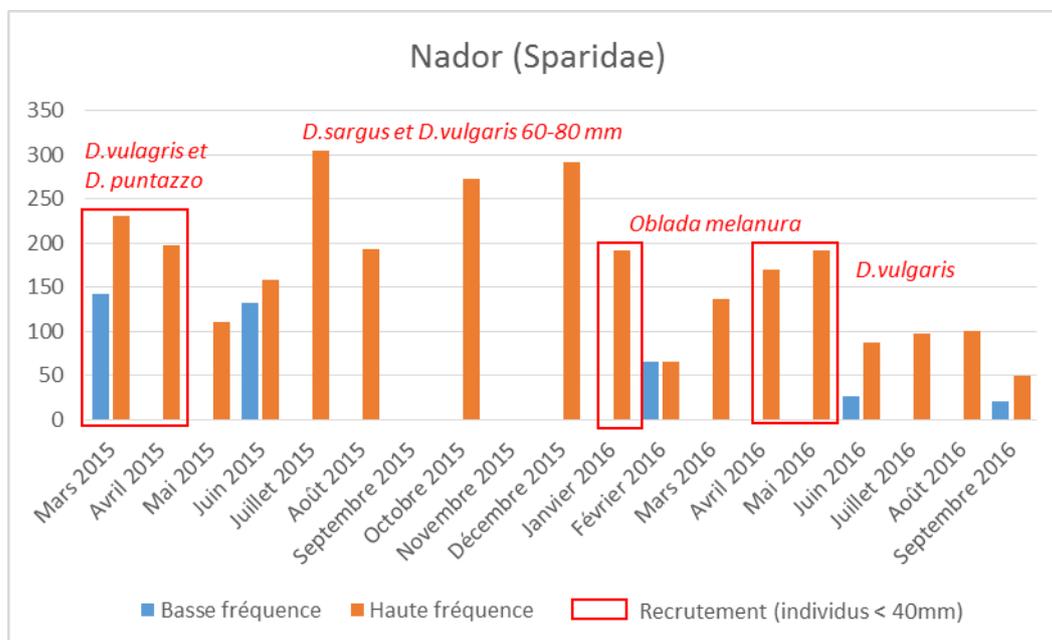


Figure 23 : Pic de recrutement en fonction du temps sur le site de Nador

e. Synthèse des analyses du suivi à la côte Haute Fréquence

| Suivi à côte Haute Fréquence | | |
|------------------------------|--|---|
| Analyses | Résultats | Perspectives |
| Barcarès | 571 individus - 12 espèces | Informations collectées utiles mais ce suivi ne sera pas prolonger en 2017 |
| | 95 % représentatif du recrutement (taille <40mm) | |
| | recrutement principal : juin-juillet : <i>Diplodus sargus sargus</i> octobre-novembre : <i>Diplodus puntazzo</i> et <i>Oblada melanura</i> | Le suivi Haute fréquence aide à la calibration du suivi Basse Fréquence : les résultats prouvent l'intérêt d'un suivi Basse fréquence en octobre (plutôt qu'en septembre) |
| Port Vendres | 347 individus - 10 espèces | Pas de prolongation en 2017 |
| | 95 % représentatif du recrutement (taille <40mm) | |
| | recrutement principal : novembre-décembre : <i>Diplodus puntazzo</i> mars : <i>Diplodus puntazzo</i> (faible) juin-juillet : <i>Diplodus sargus sargus</i> | Aide à la calibration du suivi Basse Fréquence en octobre/novembre à la place de septembre |
| Saint Mandrier | 1408 individus - 20 espèces | Prolongation en 2017 |
| | 60 % représentatif du recrutement (taille <40mm) | |
| | recrutement principal : mars : <i>Diplodus puntazzo</i> (faible) et <i>Diplodus vulagris</i> otobre : <i>Diplodus puntazzo</i> et <i>Oblada melanura</i> juin: <i>Diplodus annularis</i> | Calibration du suivi Basse Fréquence en octobre à la place de septembre |
| Stareso | 2934 individus - 33 espèces | Prolongation en 2017 ? |
| | 60 % représentatif du recrutement (taille <40mm) | |
| | recrutement principal : mai : <i>Sarpa salpa</i> juillet : <i>Oblada melanura</i> et <i>Chromis chromis</i> octobre: <i>Dsymphodus sp.</i> | Suivi très différent à continuer comme sentinelle d'un site non impacté |
| Nador | 5164 individus - 23 espèces | Prolongation en 2017 |
| | 25 % représentatif du recrutement (taille <40mm) | |
| | recrutement principal : mars-avril : <i>Diplodus vulgaris</i> et <i>Diplodus puntazzo</i> janvier: <i>Oblada melanura</i> | Suivi très différent, à continuer donc comme sentinelle d'un site en lagune |

4. Résultats des suivis en mer : Atelier La Ciotat

Un site de développement de nouveaux process, complémentaires du suivi à la côte, a été mis en place début 2015 à La Ciotat. Sur ce site Atelier, de nouveaux suivis ont été proposés pour venir compléter le suivi à la côte, comme de la surveillance en mer du recrutement larvaire.

Basé sur une technique de capture spécifique des post-larves, ce suivi est mené depuis avril 2015 à La Ciotat, à raison de 45 nuits de pêche en 2015 et 57 nuits de pêches en 2016. L'effort de pêche se concentre sur 3 engins de pêches (CARE lumineux). En période estivale (de juillet à septembre), nous réalisons 6 nuits de pêche par mois et en dehors de cette période (d'octobre à juin), 3 nuits de pêche par mois. Chaque pêche est effectuée autour de la nouvelle lune, paramètre primordial pour une capture optimale des post-larves.

Au cours de ces deux années de suivi, **611 post-larves ont été capturées**. On remarque que le nombre de capture peut être important d'avril à juillet (c'est le cas en 2015), mais également de septembre à novembre (c'est le cas en 2016). La période de janvier à mars présente quant à elle un nombre de capture faible (Figure 24).

La totalité des individus capturée regroupe environ 29 espèces (espèces non identifiées non prises en compte).

Tableau 11 : Liste des espèces relevées au cours du suivi en mer à La Ciotat

| Liste des espèces - Suivi en mer | |
|--|---------------------------------|
| <i>Aidablennius sphyinx</i> * | <i>Pagellus acarne</i> |
| <i>Apogon imberbis</i> * | <i>Pagellus bogaraveo</i> * |
| <i>Atherina spp</i> | <i>Pagellus erythrinus</i> * |
| <i>Chromis chromis</i> | <i>Pagrus pagrus</i> * |
| <i>Conger conger</i> * | <i>Parablennius gattorugine</i> |
| <i>Diplodus annularis</i> | <i>Parablennius pilicornis</i> |
| <i>Diplodus puntazzo</i> | <i>Salaria pavo</i> |
| <i>Diplodus sargus</i> | <i>Sarpa salpa</i> |
| <i>Gaidrosparus mediterraneus</i> | <i>Scorpaena porcus</i> |
| <i>Gymnammodytes cicereus</i> * | <i>Sepioloa rondeletii</i> * |
| <i>Gymnammodytes sp.</i> * | <i>Spicara smaris</i> * |
| <i>Lipophrys trigloides</i> * | <i>Spondylisoma cantharus</i> * |
| <i>Mullus barbatus</i> * | <i>Trachinotus ovatus</i> * |
| <i>Mullus surmuletus</i> * | <i>Tripterygion sp.</i> |
| <i>Mullus sp.</i> | |
| *Espèces observées qu'en mer lors du suivi | |

Sur ces 29 espèces, 15 n'ont jamais été observées lors du suivi à la côte (ou une fois seulement), tels que l'*Apogon imberbis* (poisson cardinal), le *Conger conger* (congre), le *Gymnammodytes cicereus* (cicerelle commune), le *Sepioloa rondeletii* (seiche), le *Pagrus pagrus* (page), la *Trachinotus ovatus* (liches) ou le *Spondylisoma cantharus* (dorade grise). Rappelons que parmi ces espèces, la majorité a un intérêt commercial fort.

Cette information se retrouve dans les données de capture et témoigne de la complémentarité de ce suivi. Ainsi, comme le montrent les graphiques suivants (Figure 25), de nouveaux pics de recrutement sont visibles, comme ceux des pageots (*Pagellus bogaraveo* et *Pagellus acarne*), des picarelles (*Spicara smaris*) et des motelles (*Gaidrosarus mediterraneus*).

- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016

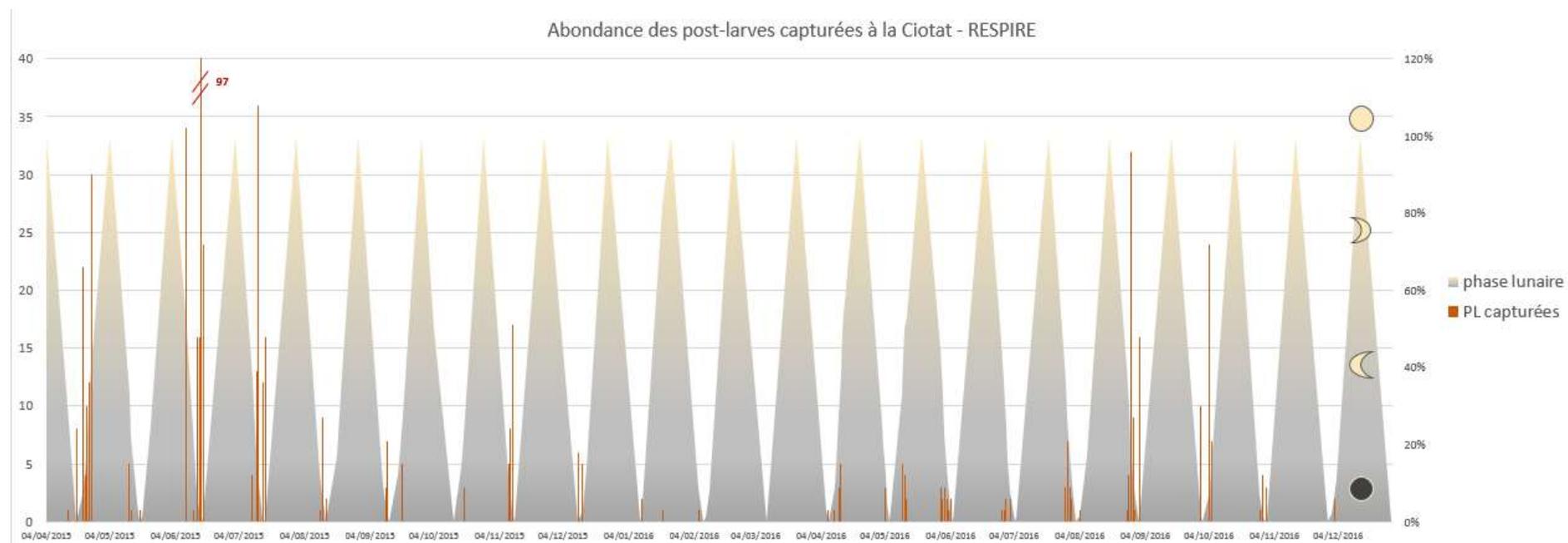
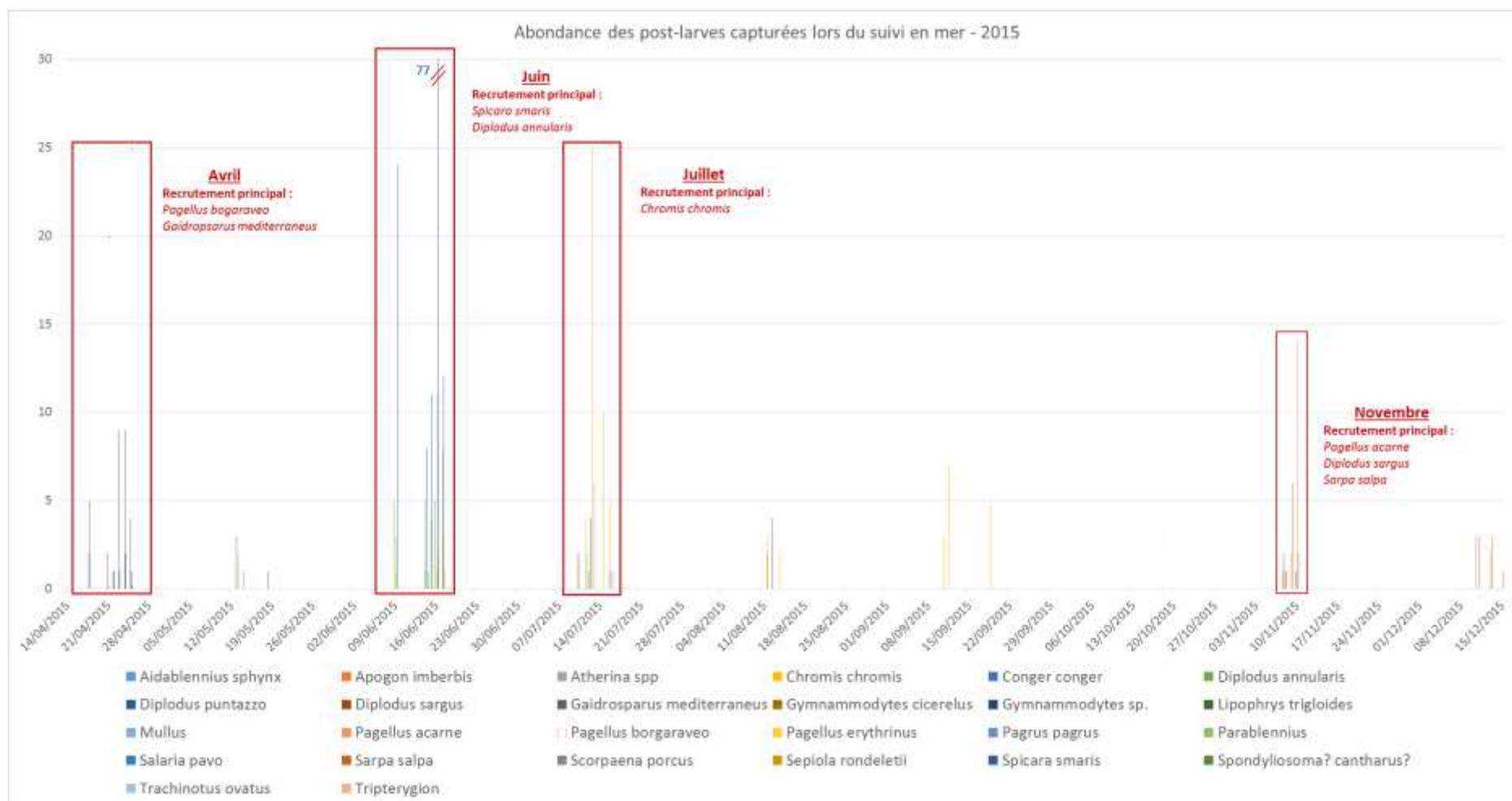


Figure 24 : Répartition des captures du suivi en mer entre 2015 et 2016

- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016



- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016

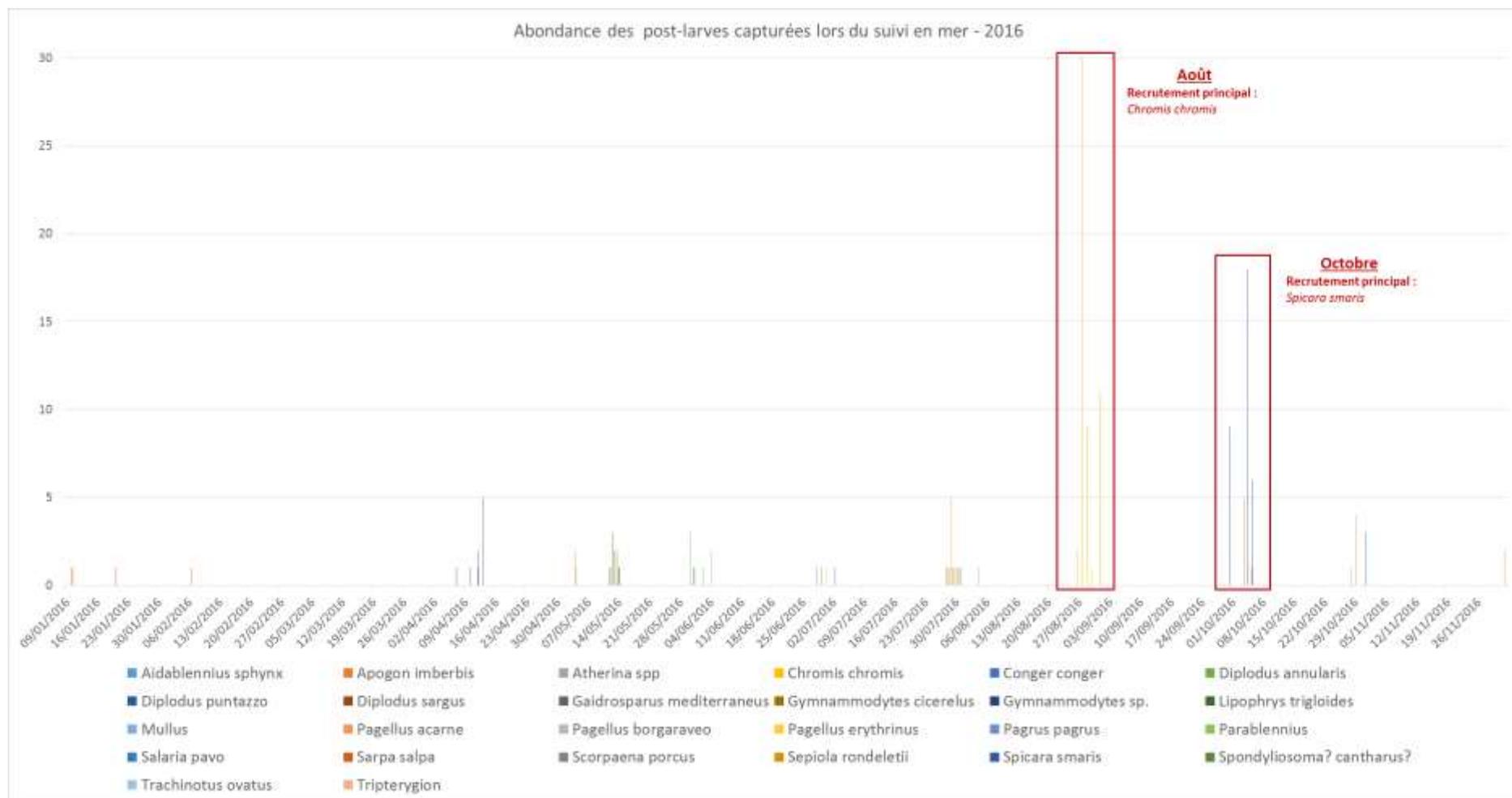


Figure 25 : Pics de recrutement en fonction du temps – Surveillance en mer

Des tests de positionnement de l'engin de pêche ont également été effectués, notamment pour déterminer si, dans la baie de La Ciotat, certains sites de capture étaient meilleurs que d'autres. Dans l'ensemble, les abondances sont relativement semblables, mais les plus fortes captures ont été réalisées à l'Est de la baie.

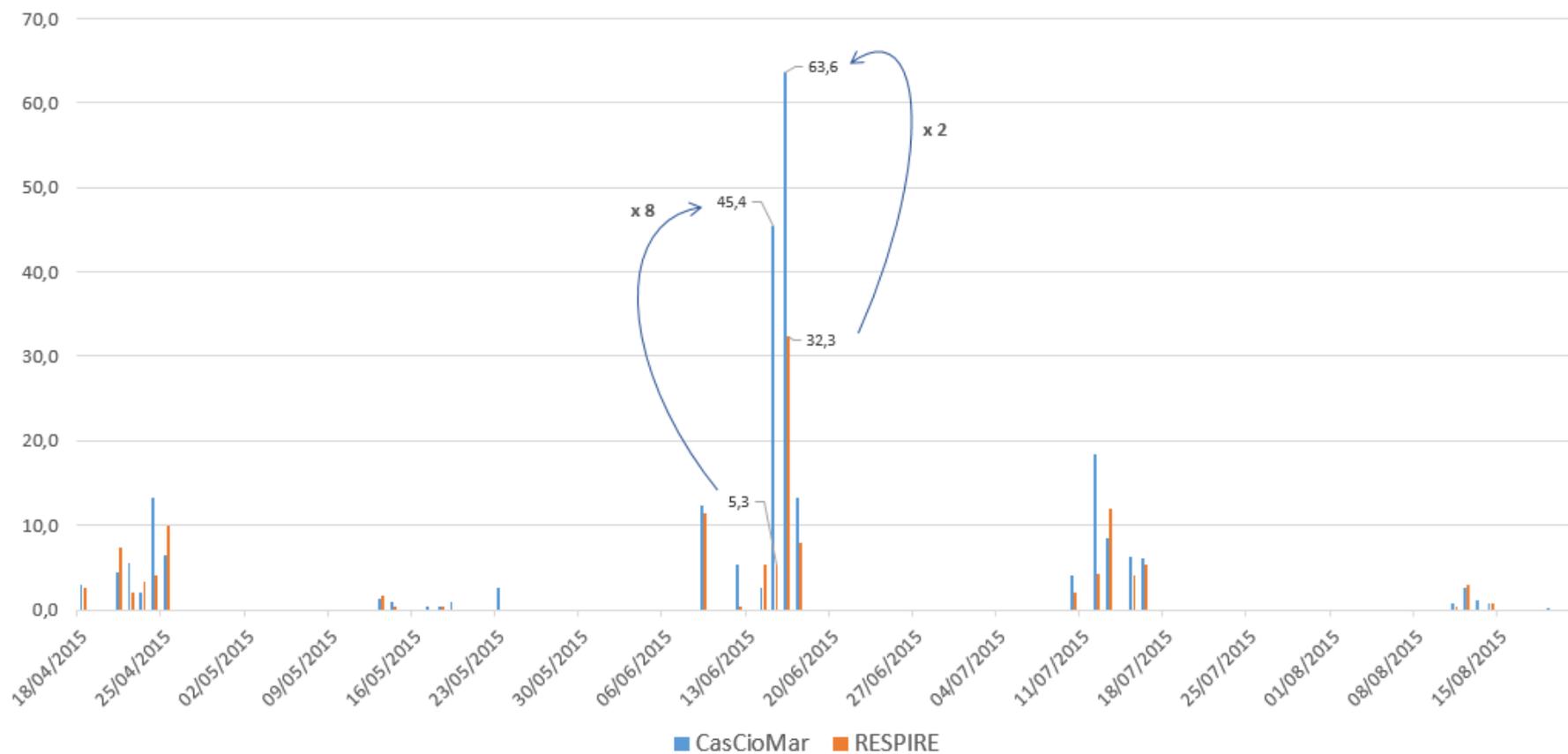
A titre d'information, nous avons comparé les données de captures réalisées dans le cadre du réseau RESPIRE, avec celles réalisées dans le cadre du projet CASCIOUAR. En effet, ce projet de repeuplement à grande échelle se déroule également à La Ciotat (Cassis et Marseille également), et réalise des captures de post-larves à proximité du site RESPIRE, d'avril à octobre, mais avec un effort d'échantillonnage plus élevé (10 CAREs, 6 nuits par mois). Comparativement, on peut montrer que sur un site semblable, à la même date, le nombre de post-larves capturées par CARE est plus important lorsqu'on déploie plus d'engins de capture. La quantité d'engins allumés sur un même site semble donc influencer la capture de post-larves. A titre d'exemple, on remarque qu'en juin 2015, à la même date et sur le même site, on a pu retrouver jusqu'à 8 fois plus de post-larves par CARE sur le projet CASCIOUAR, ou 6 fois plus en août 2016.

Le protocole de capture de RESPIRE permet donc de visualiser des recrutements sur toute l'année, mais avec un effort de capture plus important, des pics de recrutement plus marqués seraient visibles.

a. Synthèse des analyses du suivi en mer

| Suivi en mer - Atelier La Ciotat | | |
|----------------------------------|--|---|
| Analyses | Résultats | Perspectives |
| Globale | 45 nuits de capture en 2015 57 nuits de capture en 2016 Effort de capture : - 3 CAREs par nuit - 3 nuits d'octobre à juin - 6 nuits de juillet à septembre 611 post-larves capturées 29 espèces identifiées | Ce suivi permet de surveiller le recrutement à une autre échelle (plein mer, contrairement aux suivis à la côte de site plus sous pression), il est donc essentiel. Cependant, nous proposons de modifier sa méthodologie pour optimiser les résultats de capture |
| Temporelle | Période de capture maximale : - avril - juillet en 2015 - septembre - novembre en 2016 | Intérêt de surveiller en mer (captures aux CAREs) toute l'année car des pics de recrutement hivernaux peuvent être visibles (peu décrit dans la littérature) |
| Diversité | Sur les 29 espèces, 15 n'ont jamais été comptabilisées sur le suivi à la côte. Les espèces capturées ont un fort intérêt économique et écologique | Complémentarité du suivi en mer avec le suivi à la côte |
| Abondance | Comparaison effectuée sur CASCIOUAR Avec un effort de capture à 10 CAREs (au lieu de 3 pour RESPIRE) et 6 nuits par mois, les abondances de post-larves par CARE et par nuit peuvent être 8 fois plus importantes, donc représenter un pic de recrutement plus marqué | Couplage des captures avec CASCIOUAR Intérêt d'augmenter le nombre de CAREs par nuit de pêche |

Comparaison du taux de capture entre CASCIOMAR et RESPIRE en 2015



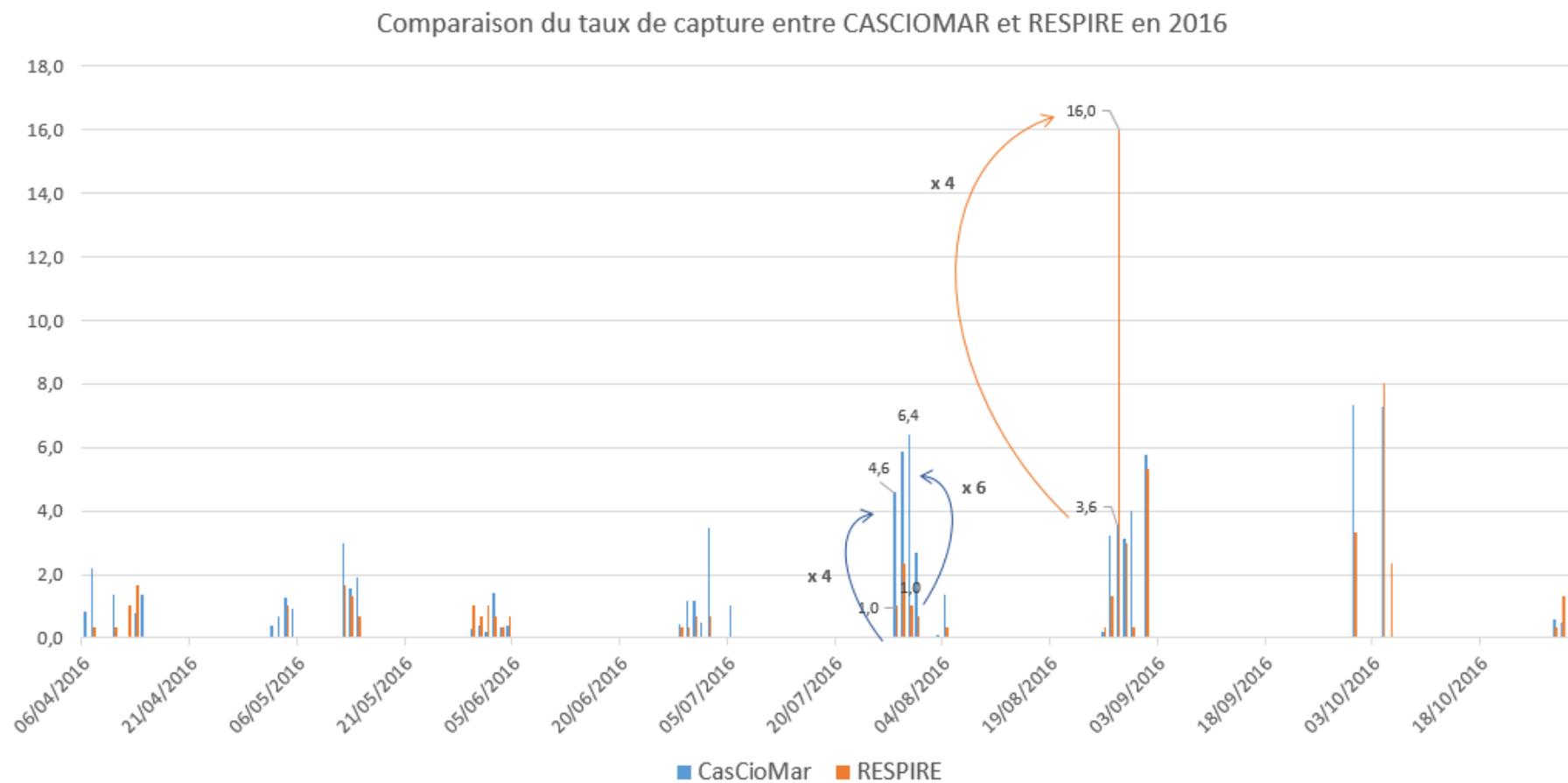


Figure 26 : Comparaison des taux de captures entre RESPIRE et CASCIOMAR

5. Résultats des suivis complémentaires

b. Suivi de la faune et la flore fixée (2015) :

Entre juin 2014 et février 2015, un suivi de la faune et de la flore fixée a été réalisé sur 4 ports (Marseillan plage et ville, et La Ciotat nouveau et ancien port).

Les résultats prometteurs de ce premier suivi (Lucas Bérenger, « Réseau RESPIRE : suivi « 3F » Flore/Faune fixée, Avril 2015) ont permis de proposer une continuité de recherche sur 2015 et 5 ports ont été expertisés (Port de Agde, Barcarès, Port Vendres, Carro et La Ciotat). Cette expertise a été sous-traitée à un naturaliste expérimenté et Ecocean s'est chargé de coordonner ces actions et de compiler ces résultats dans le rapport présenté en Annexe 3. Les objectifs de cette expertise visaient à :

- Identifier et comparer les espèces de flore et de faune fixée sur les Biohut® et sur les zones témoins au cours des saisons printemps, été, automne, hiver,
- Evaluer leur recouvrement relatif sur les Biohut,
- Etudier la dynamique de croissance et la présence/absence des espèces au cours des saisons sur les Biohut et sur des pontons témoins,
- Compiler des informations sur les espèces identifiées : biologie des espèces (fonctions physiologiques, exigences), écologie (rôle dans l'écosystème, relations de compétition, appétence pour les juvéniles et post-larves de poissons), statut (protection, endémisme, invasive, etc.),
- Déterminer la pertinence d'un suivi 3F dans le cadre d'un suivi de recrutement. Le cas échéant élaborer un protocole pour élargir le suivi 3F dans le réseau RESPIRE.

La synthèse de ces données a permis de classer **49 espèces de faune et de flore fixée**, réparties dans les grands groupes des algues, des bryozoaires, des cnidaires, des crustacés, des mollusques, des spongiaires, des tuniciers et des vers. Des planches photographiques de ces espèces sont présentées en Annexe 2.

Au cours des trois suivis d'avril, de juin et de septembre, les proportions de ces grands groupes ont peu évolué. Les algues sont les organismes fixés les plus représentés, suivis des mollusques et des vers en été. Les résultats détaillés des espèces présentes sont exposées dans le rapport fourni en Annexe 3.

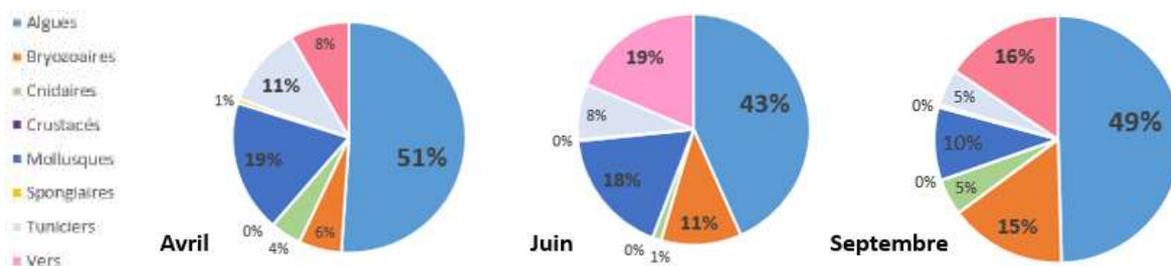


Figure 27 : Présentation des grands groupes de faune et de flore fixée en fonction du temps

Concernant notre modèle de surveillance, nous nous sommes intéressés aux différences significatives possibles des peuplements au cours de l'année.

Bien que les tendances de 2014 montraient des évolutions d'assemblages d'espèce dans le temps (ce qui est assez logique compte tenu des différences de température ou des variations en matière organique dissoute au cours de l'année), les indices de diversité et de régularité calculés en 2015 ne varient que très peu, ce qui prouve que la diversité n'évolue pas significativement à l'intérieur même du port.

De plus, cet indice de diversité (Indice de Shannon), qui permet de quantifier globalement la biodiversité des sites les uns par rapport aux autres, doit généralement être compris entre 1 et 4,5. Au vue des résultats obtenus sur ce suivi de 2015, on remarque que la diversité est faible.

Globalement, peu de différences sont observées entre les Biohut et les témoins, sauf pour le port de Carro, où la dominance algale est telle sur les Biohut, qu'elle rend la diversité plus faible.

| | | log2 - min 0/max 5 | | | | |
|-------|-----------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| mois | structure | Indice de Shannon | | | | |
| | | PVE | BAR | AGD | CAR | CIO |
| avril | biohut | 0,575 | 0,553 | 0,622 | 0,055 | 0,472 |
| | temoin | 0,747 | 0,749 | 0,455 | 0,31 | 0,294 |
| juin | biohut | 0,65 | 0,503 | 0,578 | 0,186 | 0,466 |
| | temoin | 0,707 | 0,59 | 0,516 | 0,301 | 0,326 |
| sept | biohut | 0,581 | 0,585 | 0,534 | 0,278 | 0,503 |
| | temoin | 0,477 | 0,662 | 0,547 | 0,144 | 0,432 |

Figure 28 : Indice de diversité pour les ports en fonction du temps

L'indice d'équitabilité, servant à tester si le recouvrement total est équitablement réparti entre les différentes espèces, est généralement compris entre 0 et 1 (communément de l'ordre de 0,8 à 0,9). Il a été calculé sur tous les ports et sur les 3 mois de suivis et permet quant à lui de valider ce que les tendances montraient précédemment, à savoir la dominance de grands groupes au cours du temps et dans tous les ports.

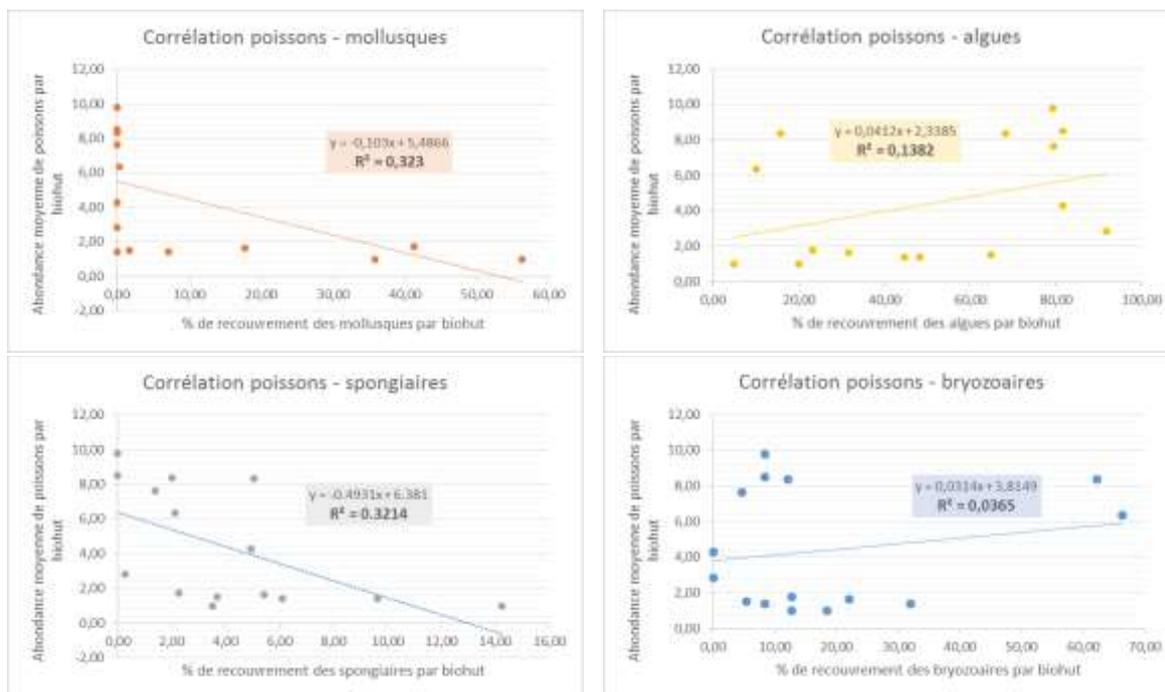
| mois | structure | Equitabilité | | | | |
|-------|-----------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | | PV | BA | CA | CAR | CIO |
| avril | biohut | 0,516 | 0,459 | 0,558 | 0,061 | 0,424 |
| | temoin | 0,620 | 0,566 | 0,387 | 0,278 | 0,264 |
| juin | biohut | 0,500 | 0,428 | 0,480 | 0,172 | 0,466 |
| | temoin | 0,563 | 0,479 | 0,429 | 0,250 | 0,284 |
| sept | biohut | 0,447 | 0,486 | 0,466 | 0,243 | 0,387 |
| | temoin | 0,367 | 0,527 | 0,547 | 0,138 | 0,344 |

Figure 29 : Indice d'équitabilité pour les ports en fonction du temps

Il est cependant important de préciser que certaines espèces n'ont été retrouvées que sur les unités d'observation à l'intérieur du port. Celles-ci ont pu bénéficier d'une ouverture du milieu créée par l'immersion d'un nouveau support (n'ayant plus de place pour s'implanter sur les témoins).

Une autre partie de l'analyse portait sur la comparaison entre le suivi du recrutement et du développement de la faune flore fixée. Pour cela, un test de corrélation a été lancé, en calculant des coefficients de corrélation correspondant à un calcul de la rigidité de la liaison entre 2 variables. Il est compris entre -1 et 1 et pour les valeurs comprises entre -0.8 et 0.8, on considère que la liaison n'est pas forte.

Pour ces analyses, les données poissons ne présentaient pas assez d'amplitude pour rendre le test robuste. Seules des tendances se dégagent donc, comme on peut le voir ici, mais les coefficients de corrélation restent très faibles et donc peu robustes (ils devraient être proches de 1 ou de -1).



Pour les mollusques par exemple, une légère régression négative est visible, provenant sûrement du fait que leur développement réduit la fonction de cachette de l'habitat, en bouchant les interstices. Pour les algues, la régression est plutôt positive, sans que l'on puisse y apporter une explication plus précise à l'heure actuelle.

En conclusion de ce suivi, nous relevons qu'une liste exhaustive d'espèces de la faune et de la flore fixée dans les ports a pu être créée. Ces informations sont sans précédent en Méditerranée française et ont permis de compiler de nouvelles données dans le domaine de la surveillance et de l'écologie des milieux marins anthropisés.

De plus, cette surveillance, réalisée sur les deux années, a permis de s'assurer que les espèces retrouvées dans les ports n'ont à l'heure actuelle pas de caractère invasif (le port étant pourtant un hot spot de dissémination). Elles sont cependant très sensibles au développement dès lors qu'un nouvel habitat leur est proposé (espèces opportunistes).

La surveillance de ce compartiment biologique est un donc bon moyen de vérifier l'état et l'évolution d'un site anthropisé, mais sans une accumulation de données sur les poissons suffisantes sur le même site au même moment, la corrélation entre le développement de cette flore fixée et le recrutement ne semble pas se vérifier.

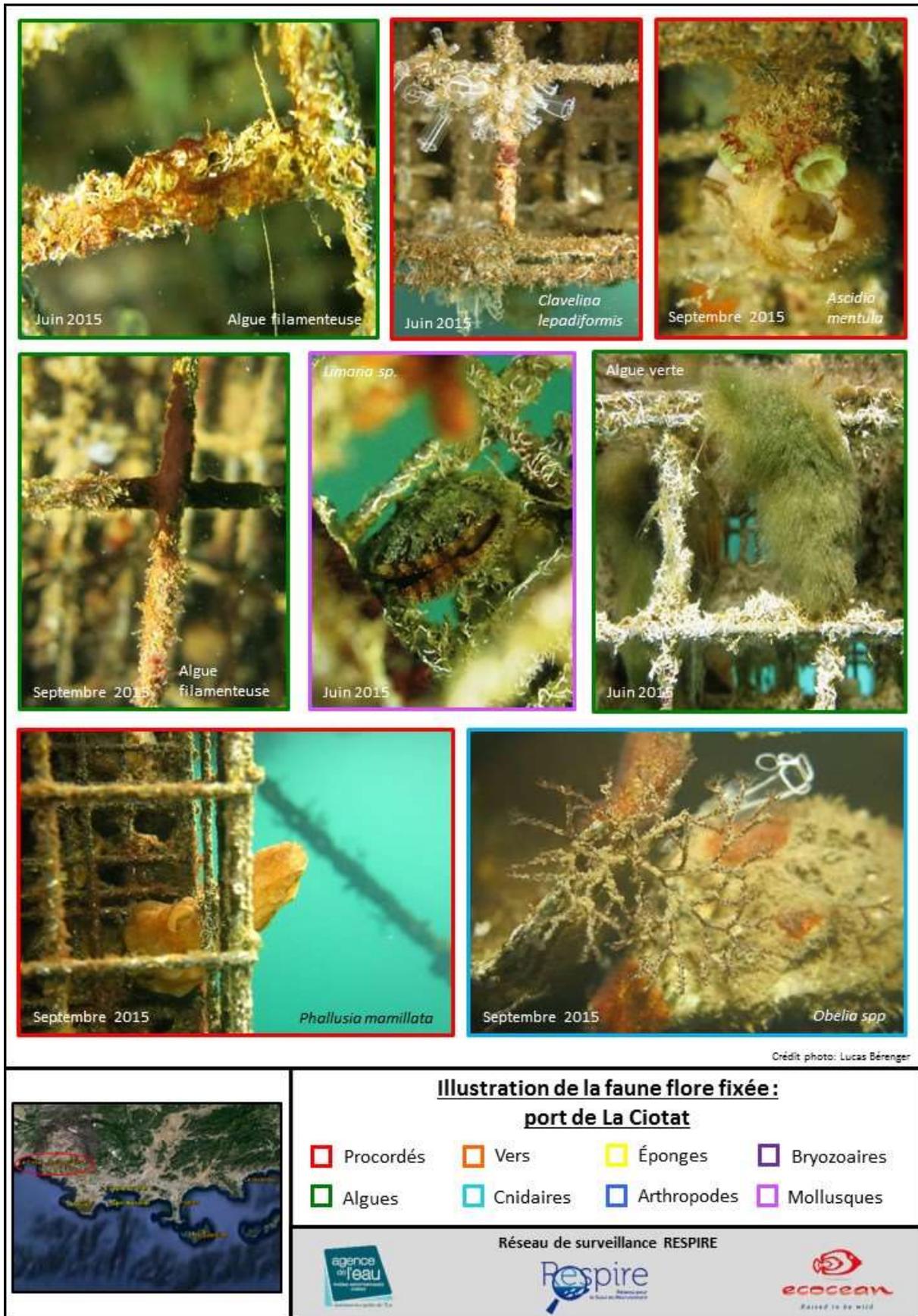


Figure 30 : Planche photographique des suivis de la faune et de la flore fixée - 2015

c. Suivi de la faune et la flore fixée (2016) :

Un suivi complémentaire de la faune et de la flore fixée a été réalisé à Saint-Mandrier, en complément du suivi Haute Fréquence présenté dans la partie III. 3. Effectué entre le mois de mai 2016 et décembre 2016, ce suivi visait à :

- Déterminer la pertinence d'un suivi 3F dans le cadre d'un suivi de recrutement.
- Compiler des informations sur les espèces présentes identifiées : biologie des espèces (fonctions physiologiques, exigences), écologie (rôle dans l'écosystème, relations de compétition, appétence pour les juvéniles et post-larves de poissons), statut (protection, endémisme, invasive, etc.),
- Etudier la dynamique de croissance et présence/absence des espèces au cours des saisons sur les Biohut et en fonction des zones

Il a été mis en place sur les mêmes zones que celle expertisées dans le suivi à la côte (Figure 31).



Figure 31 : Localisation du suivi 3F 2016 - Port de Saint-Mandrier

La synthèse de ces données a permis de classer **une dizaine d'espèces de faune et de flore fixée**, réparties dans les grands groupes des algues, des bryozoaires, des cnidaires, des crustacés, des mollusques, des spongiaires, des tuniciers et des vers.

Au cours de ces **huit mois de suivis**, les proportions de ces grands groupes ont peu évolué. Les bryozoaires sont les organismes fixés les plus représentés, suivis des algues et des tuniciers. Cependant, des différences notables ont été relevées selon les zones expertisées (Zone A, zone B et zone C). La zone A est assez diversifiée, avec des recouvrements majoritaires de bryozoaires et de turf algal. La zone B, elle, est assez pauvre, avec une dominance de turf algal prononcée. Enfin, la zone C est relativement plus diversifiée, mais majoritairement dominée par des bryozoaires.

En termes d'évolution de ces recouvrements sur l'année, on remarque que les mois les plus diversifiés sont entre le mois de novembre et le mois de juin. En effet, durant la période estivale, des bryozoaires de type *Amathia verticillata*, ou bryzoaire spaghetti sont majoritairement présent et à caractère envahissant. Ils réduisent ainsi la possibilité de développement des autres espèces. Cependant, en combinant ce suivi à celui du recrutement ichtyologique, on montre que cette espèce, particulièrement touffue, constitue un abri profitable pour les jeunes poissons.

Les résultats détaillés des espèces présentes sont exposées dans le rapport fourni en Annexe 4.

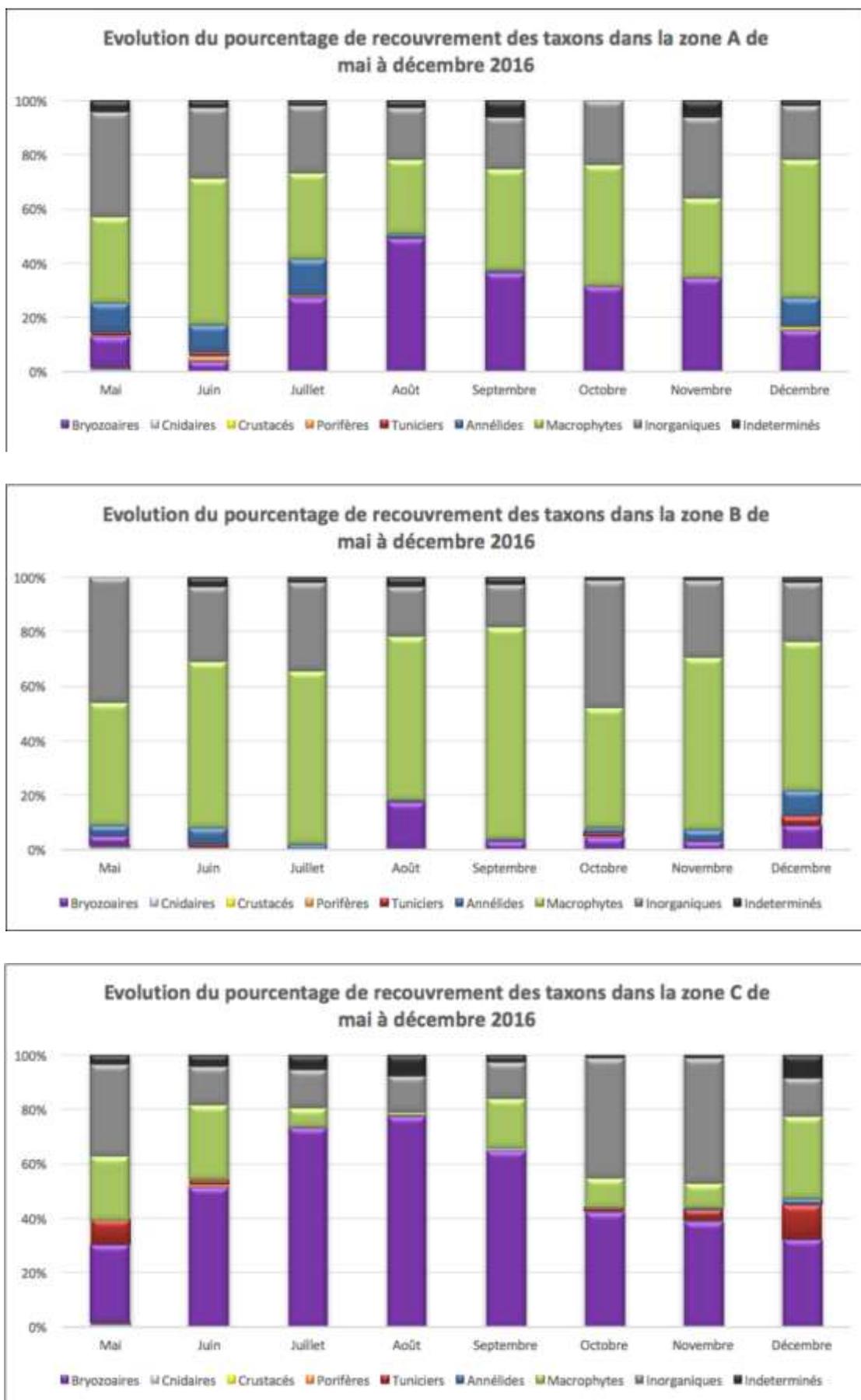


Figure 32 : Evolution du recouvrement de la 3F à Saint-Mandrier 2016

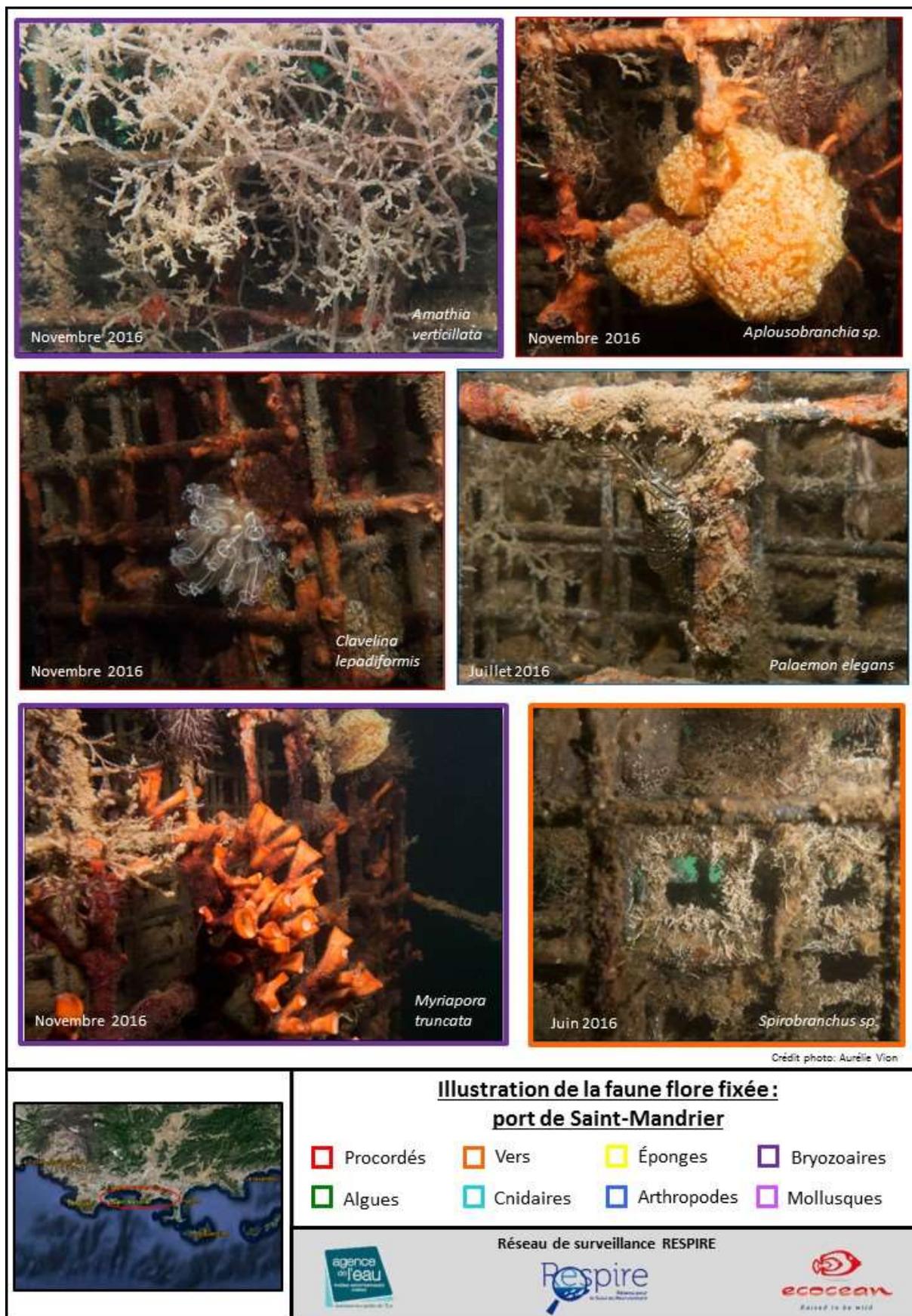


Figure 33 : Planche photographique des suivis de la faune et de la flore fixée - 2016

d. Suivi de la faune vagile (2016) :

En 2016, un suivi de la faune vagile a été mis en place dans le cadre du réseau RESPIRE, afin de compléter les listes d'espèces retrouvées dans les sites anthropisés.

Nous considérons comme faune vagile tous les animaux marins capables de se déplacer, en dehors des poissons recensés dans le cadre du réseau RESPIRE. Cela inclut entre autres, les crabes, les crevettes, les oursins, les coquillages mais aussi les poissons benthiques (comme les blennies et gobies), dont l'observation en plongée est rendue plus difficile par leur tendance à se cacher dans les unités d'observations.

Ainsi, nous avons procédé à l'expertise de cette faune vagile sur les ports de Marseillan plage et de Marseillan ville. Pour cela, plusieurs unités d'observation ont été sélectionnés (6 à Marseillan-plage et 3 à Marseillan-ville) et intégralement vidés, dans le but de recenser tous les animaux présents à l'intérieur. Afin de ne pas « perdre » d'animaux durant l'enlèvement du Biohut de l'eau, celui-ci est préalablement entouré d'un filet de maille très fine. Les individus sont ensuite triés, mesurés et déterminés à l'espèce lors cela est possible.

Un grand nombre d'espèces a été retrouvé dans les 2 ports, même si la diversité était plus importante à Marseillan-plage, qu'à Marseillan ville. Ainsi, **40 espèces différentes** ont été comptabilisées, réparties de la manière suivant : 31 espèces à Marseillan-plage et 17 espèces à Marseillan-ville, réparties en 5 grands groupes : Les arthropodes, les échinodermes, les mollusques, les Ostéichthyens (ou poissons) et les vers.

Tableau 12 : Liste des espèces de faune vagile observées à Marseillan-plage et à Marseillan-ville, réparties en 5 grands groupes

| Marseillan-plage | |
|------------------------|------------------------------|
| Grands groupes | Espèces |
| Arthropodes | Crabe verruqueux |
| | Crabe marbré |
| | Crabe porcelaine |
| | Crevette rose |
| | Crevette-clap à grosse pince |
| | Crevette à capuchon |
| | Galathée spp |
| | crevette spp |
| | Crevette nettoyeuse rouge |
| | Echinodermes |
| Etoile de mer glaciale | |
| Holothurie spp | |
| Ophiure fragile | |
| Comatule spp | |
| Mollusques | Lime bâillante |
| | Gibbule spp |
| | Nasse spp |
| | Turritelle |
| | Murex |
| | Pétoncle noir |
| | Moule |
| | Lime écailluse |
| Patelle spp | |
| Ostéichthyens | Blennie gattorugine |
| | Gobie |
| | Blennie-paon |
| | Blennie palmicorne |
| Vers | Blennie de roux |
| | Vers spp |
| | Vers rouge a collier |
| | Planaire à papilles |

| Marseillan-ville | |
|------------------|-----------------------|
| Grands groupes | Espèces |
| Arthropodes | Spheromiens |
| | Crevette rose |
| Echinodermes | Asterie bossue |
| Mollusques | Lime bâillante |
| | Pétoncle noir |
| | Nasse spp |
| | Moule |
| | Patelle spp |
| | Polycère de Hedgpeth |
| | Coque |
| Ostéichthyens | Moule japonaise |
| | Peigne operculé |
| Vers | Blennie-paon |
| | Syngnathe des lagunes |
| | Arenicole spp |
| | Nereis spp |
| | Vers polychète spp |

L'analyse des espèces vagiles présentes dans les unités d'observations, nous permet de prendre conscience de la grande richesse d'espèces évoluant dans un port. On note ainsi la présence en milieu portuaire d'espèces d'intérêt commercial, comme le pétoncle ou l'oursin violet.

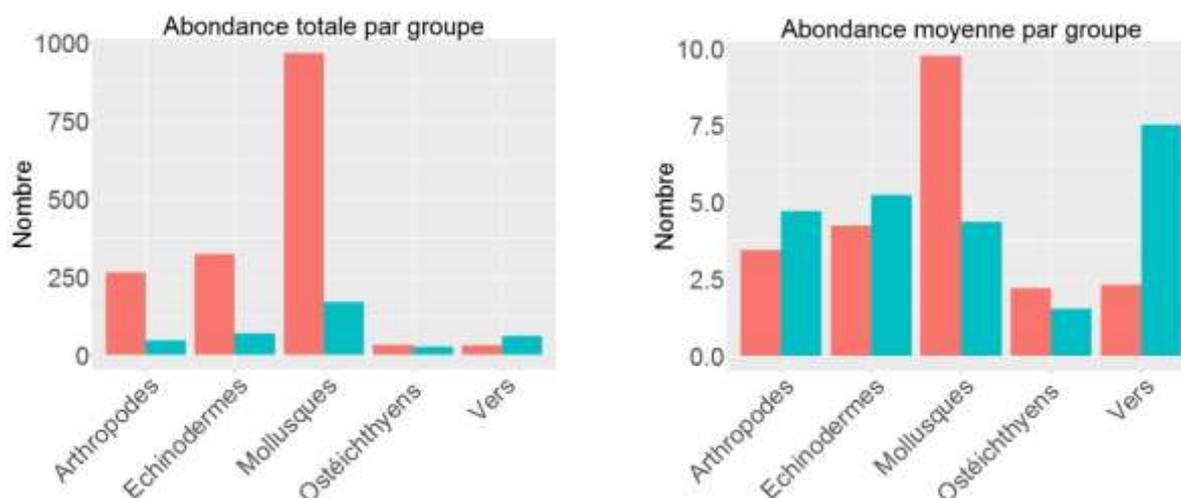


Figure 34 : Abondance totale (à gauche) et abondance moyenne (à droite) observées par grands groupes et par port. En rose : Marseille-plage et en bleu : Marseille-ville.

En termes d'abondance, on relève 1613 individus comptabilisés à Marseille-plage (en rouge) et 351 individus à Marseille-ville (en bleu), soit en moyenne, 268,8 individus à Marseille-plage et 117 individus à Marseille-ville par Biohut. En se basant sur ces moyennes, il est possible d'estimer le nombre d'animaux présents dans les ports sur la totalité des unités d'observation (environ 60 unités, utilisées comme outils à la restauration écologique) à 16130 pour Marseille-plage et 3510 à Marseille-ville, soit **presque 20 000 individus ayant colonisé les unités d'observation** en cumulant les 2 ports.

Ainsi, on peut donc dire que la diversité de faune vagile observée sur une unité d'observation est relativement élevée, malgré une dominance des mollusques, principalement due à une très grande présence de pétoncles et de limes bâillantes.

Dans le cadre de RESPIRE 2016, une seule analyse vagile a été effectuée, ne donnant que peu d'informations sur la taille moyenne des individus retrouvés dans les unités d'observation. Néanmoins, en couplant ces données avec d'autres relevés de faune vagile effectués préalablement, il ressort que pour l'Oursin violet et le Pétoncle noir, au moins la moitié des individus retrouvés dans les Biohut sont des juvéniles non matures. Il serait donc possible que les unités d'observation, identifiées comme des nurseries artificielles pour les poissons, soit, pour quelques espèces au moins, des nurseries potentielle à la faune vagile. Il serait donc intéressant de poursuivre l'analyse de la faune vagile dans un plus grand nombre de ports pour consolider ces résultats.

e. Suivi d'outils complémentaires de restauration écologique sur la digue (2015) :

18 nurseries artificielles pour digues et 2 prototypes ont été installés sur deux zones de la digue de la Ciotat. Les sites choisis présentent des caractéristiques d'exposition à la houle, très différentes. La résistance du matériel a été testé, puis un protocole de comptage des post-larves et des juvéniles de l'année a été mis en place. Ce suivi a permis de tester un nouveau type de restauration écologique sur un aménagement autre que les quais et les pontons.

Les paramètres de suivi pris en compte sont les suivants :

- La casse des branches en bois et de la fibre de coco
- Le fooling des matériaux
- La résistance de la fixation.

La notation est la suivante :

Tableau 13 : Evaluation de la résistance des matériaux des Biohut « digue »

| | |
|-----------------|---|
| Fooling | 0 : aucun fooling ; 1 : entre 0 et 0,5 cm de recouvrement et recouvrement dispersé ; 2 : environ 1 cm et recouvrement dispersé ; 3 : environ 1 cm ou supérieur et recouvrement uniforme |
| Fixation | 1 : ne bouge pas ; 2 : bouge très faiblement ; 3 : bouge moyennement ; 4 : bouge beaucoup ; 5 : à la limite du retrait |

| Modules | Forme | Résultats Technique | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------|------------------------------------|------------|-------------------------------|------------|-----------------|------------|--------------|------------|-----------------------|------------|------------------------|------------|
| | | Casse branches en bois | | Casse fibre coco | | Fooling branche | | Fooling coco | | Fixation des branches | | Fixation de la platine | |
| | | de 0 à - Nombre de branche cassées | | de 0 à ...? Nombre de cassure | | de 0 à 3 | | de 0 à 3 | | de 1 à 5 | | de 1 à 5 | |
| De A1 à F3 | Etoile ou rond | 28/05/2015 | 09/06/2015 | 28/05/2015 | 09/06/2015 | 28/05/2015 | 09/06/2015 | 28/05/2015 | 09/06/2015 | 28/05/2015 | 09/06/2015 | 28/05/2015 | 09/06/2015 |
| A1 | Etoile | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| A2 | Etoile | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| A3 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B1 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B2 | Etoile | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B3 | Etoile | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| C1 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| C2 | Etoile | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| C3 | Etoile | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| D1 | Etoile | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| D2 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| D3 | Etoile | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| E1 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| E2 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| E3 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F1 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F2 | Etoile | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F3 | Rond | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Test platines seules | Rond et Etoile | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 |

| | |
|--|---------------------------|
| | Bon signe d'évolution |
| | Signe d'évolution correct |
| | Légère dégradation |
| | Mauvais signe d'évolution |
| | Evolution non concluante |

Depuis la pose des modules, deux suivis ont été réalisés, et les résultats sont les suivants :

En un mois, sur les 18 Biohut digue, 2 seulement ont subi de la casse au niveau des branches en bois ou de la fibre coco, et un seul semblait mal fixé à la paroi. En termes de technicité, les Biohut « digue » installés en mai 2015 semblent pour le moment répondre aux exigences de maintenance et de résistance escomptées.



Figure 35 : Répartition des modules de suivi sur le site Atelier de La Ciotat

f. Site Atelier Nador

Une réflexion a été menée sur la mise en place d'un second site Atelier (en plus du site de La Ciotat) dans le sud de la Méditerranée (à Nador, au Maroc) afin d'enrichir les données acquises en Méditerranée française. Pour identifier le potentiel de recrutement de la zone, une série de collectes de données a été proposée en complément du suivi RESPIRE à la côte réalisée par l'université de Rabat et l'INRH de Nador. Les actions principales de cette étude étaient :

- L'évaluation de la capacité de capture de post-larves par la pêche au large de post-larves avec des CAREs permettant d'affiner le suivi du recrutement et de l'arrivée à la côte dans une zone stratégique et identifiée comme écologiquement favorable. Sur ce suivi, une démarche de comptage, de localisation des pêches et d'identification des espèces pêchées a été lancée en 2016.
- Formation des pêcheurs locaux à cette nouvelle technique pour les sensibiliser et les impliquer dans une démarche de restauration écologique.

Des partenaires expérimentés ont été identifiés sur place, et les pêches leur ont été sous-traitées. Ecocean s'est chargée de coordonner leurs actions, de les former au protocole de pêche et de traiter les résultats.



Figure 36 : Illustrations de la formation PCC mise en place au Maroc

Malheureusement en 6 nuits de pêche, seules 8 post-larves sont été capturées (*D.vulgaris*, *Mugil sp.*, *Sarpa salpa*). De plus, les modalités d'organisation et de gestion à distance ont rendu ce suivi complémentaire très difficile à gérer et à améliorer en cas de besoin. Des blocages réglementaires ont également compliqué les manipulations notamment pour les sous-traitants pêcheurs qui ne pouvaient pas sortir de la lagune tous les soirs (zone maritime extrêmement contrôlée). Les résultats ne permettent donc pas de statuer sur l'intérêt ou non de ce site Atelier.

g. Synthèse des suivis complémentaires

| Suivis complémentaires | | |
|---------------------------|--|---|
| Analyses | Résultats | Perspectives |
| Faune Flore Fixée | 3 suivis (Avril, juin septembre) en 2015 dans 5 ports | - Ce suivi à permis d'acquérir des données nouvelles et de surveiller ou non l'arrivée d'espèce invasive. Les données sont traitées et publiées, mais ce suivi ne sera pas prolonger en 2017 - Il a permis d'éditer une liste d'espèces exhaustive sur des sites anthropisés - mais il a été difficile de mettre en avant la complémentarité et la corrélation de ce suivi avec le suivi du recrutement ichtyologique |
| | 49 espèces recensées | |
| | Indices de diversité (Shannon) et d'équitabilité (Piélou) faibles : - Diversité inter-sites faible avec dominance de quelques grands groupes (algues essentiellement) - Diversité intra-site en fonction du temps relativement équivalente, mais évolution en fonction des saisons | |
| | Coefficient de corrélation entre faune fixée et recrutement des post-larves : - résultats peu concluants, seulement des tendances | |
| | Suivi 2016 en attente | |
| Vagile | 1 suivi dans 1 port | Ce suivi semble mettre en avant l'acquisition de données nouvelles sur le recrutement et la colonisation de la faune vagile dans les nurseries à poissons expertisées |
| | 40 espèces identifiées | |
| | Les espèces identifiées ont pour la plupart un intérêt commercial fort (oursin violet et pétoncle noire) et présentaient des tailles de juvéniles | |
| R&D Digue | 1 site étudié, 18 modules installés | Suivi écologique en cours |
| | Test de la résistance et de la technicité validée | |
| Site Atelier Nador | Partenaires locaux identifiés et formés | - La difficulté de mise en œuvre de ce suivi sur place entraîne la clôture du suivi en mer - Prolongation du suivi à la côte |
| | Résultats écologiques non concluants | |
| | Difficultés de gestion et d'organisation à distance/ Blocage réglementaire | |

IV. La diffusion de la donnée

Les données collectées sur le suivi à la côte sont mises en ligne et accessibles au grand public via la plateforme de diffusion Medtrix, développée en collaboration avec l’AERMC et la société Andromède Innovation. Les résultats, relatifs à la diversité et à l’abondance dans chaque port, sont présentés cartographiquement (Figure 37).

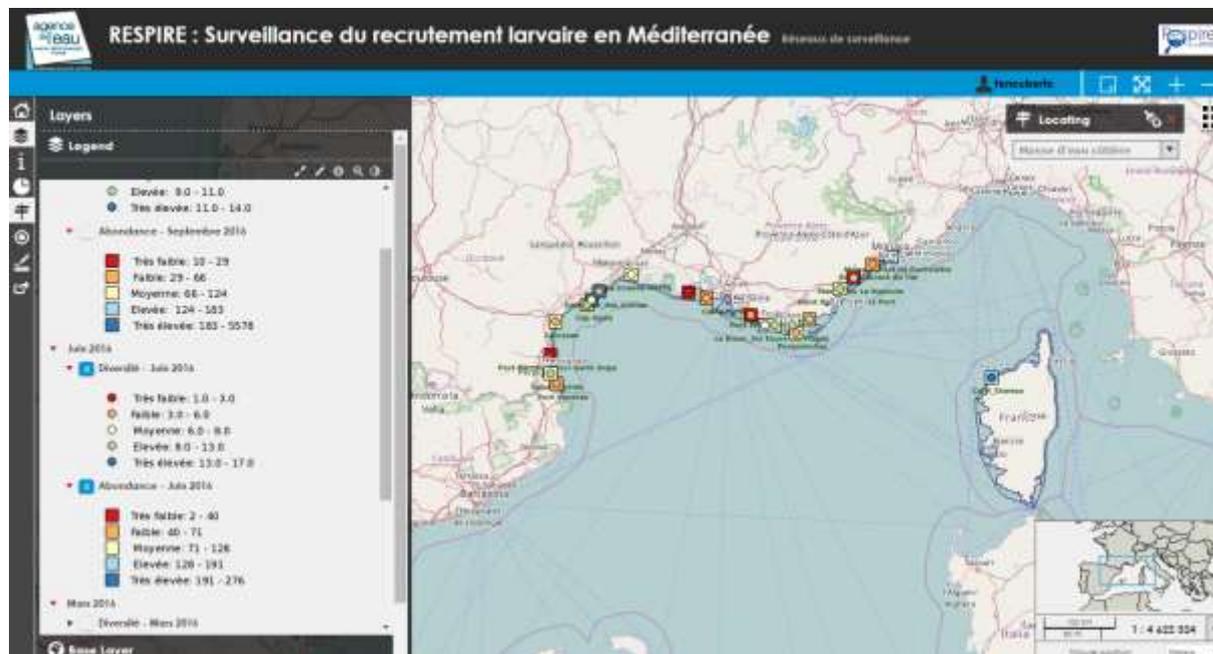
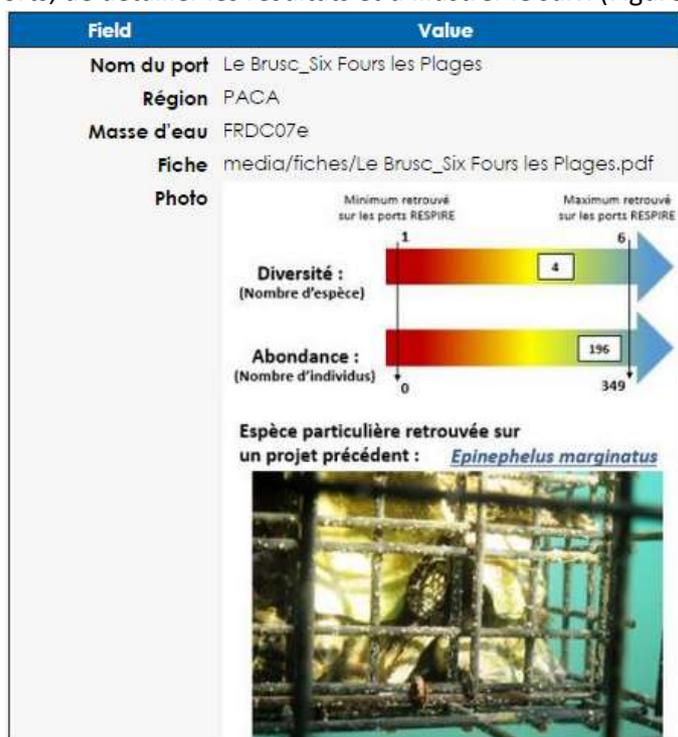


Figure 37: Représentation cartographique des résultats RESPIRE sur Medtrix

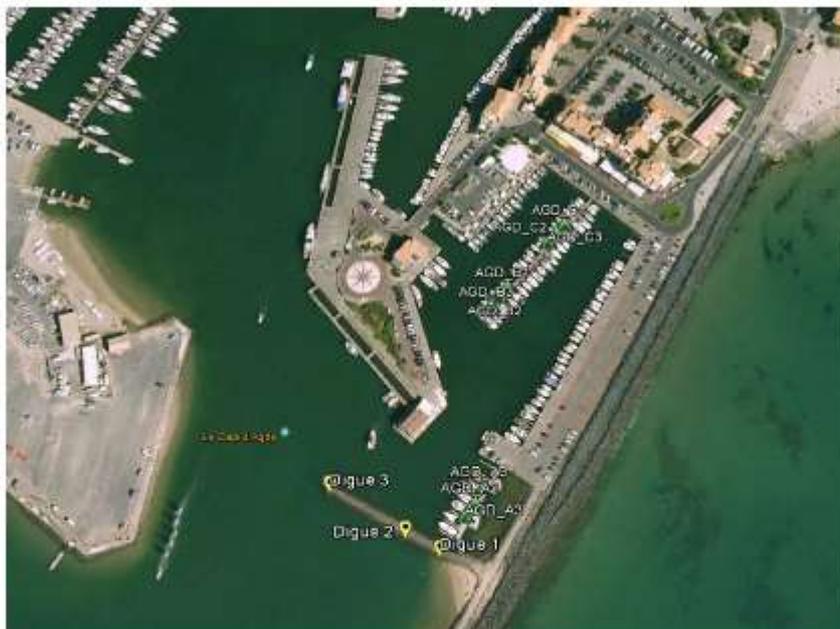
Une fiche synthétique des résultats a été créée pour chaque port. Elle permet de préciser certaines caractéristiques des ports, de détailler les résultats et d’illustrer le suivi (Figure 38).



Port d'Agde

a) Description du port

Le port d'Agde se situe dans la masse d'eau DCE FRDC02c. Les 9 modules d'observation ont été installés dans l'avant-port sous deux pontons. La profondeur est plus faible au niveau de la zone A avec environ 1,5m de fond, contre 2.5 à 3 m sur les zones B et C. Au niveau de la zone A, le renouvellement de eaux est relativement faible, provoquant une accumulation de déchet et de MES en surface.



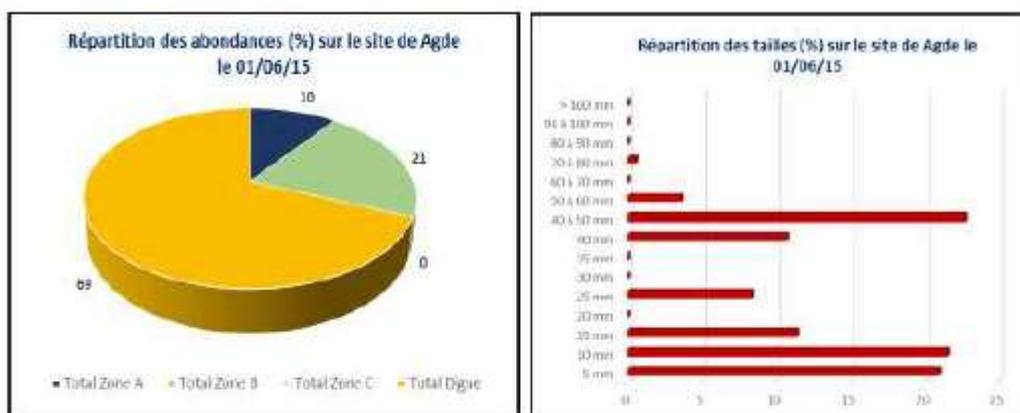
b) Résultats du suivi de Mars 2015 :



Les principales espèces de post-larves observées dans le port d'Agde ont été des *Diplodus puntazzo*, des *Diplodus vulgaris* ainsi que des muges. De nombreux *D. puntazzo* ont été observés dans les habitats artificiels et compte tenu de leur taille (entre 25 et 40 mm), il semblerait qu'ils soient sur site depuis plusieurs mois. Au niveau de la digue, des *D. vulgaris* ont été comptabilisés alors qu'aucun individu n'a été observé sur les habitats artificiels.

c) Résultats du suivi de Juin 2015 :

Les principales espèces de post-larves observées dans le port d'Agde en Juin sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les Joles (*Atherina* sp.), les Sars (*Diplodus*), les saupes et les oblades sont les plus représentés. Les *D.puntazzo* retrouvés en mars 2015 sont de nouveau observés. Dans l'ensemble, les individus ont grandi de 4 cm environ. Le recrutement de des Oblades et des *D.sargus* est visible grâce notamment à l'observation d'individus d'environ 10 à 20mm.



| Liste des espèces | Abondance |
|-------------------------------|-----------|
| <i>Atherina</i> sp. | 71 |
| <i>Diplodus sargus sargus</i> | 26 |
| <i>Sarpa salpa</i> | 24 |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | 22 |
| <i>Diplodus puntazzo</i> | 17 |
| <i>Oblada melanura</i> | 7 |

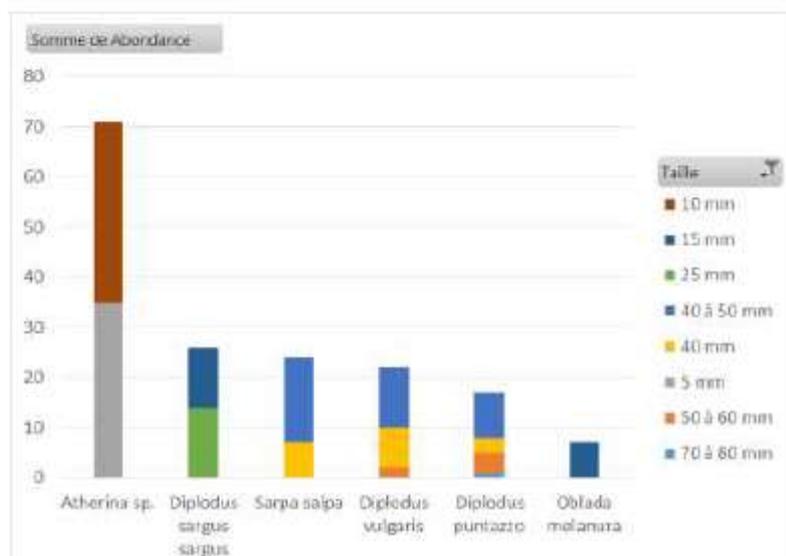
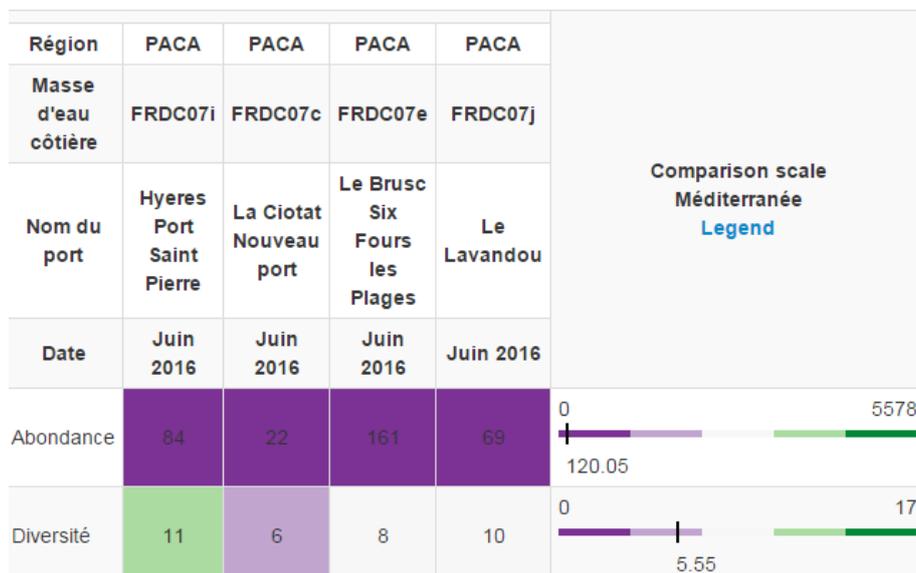


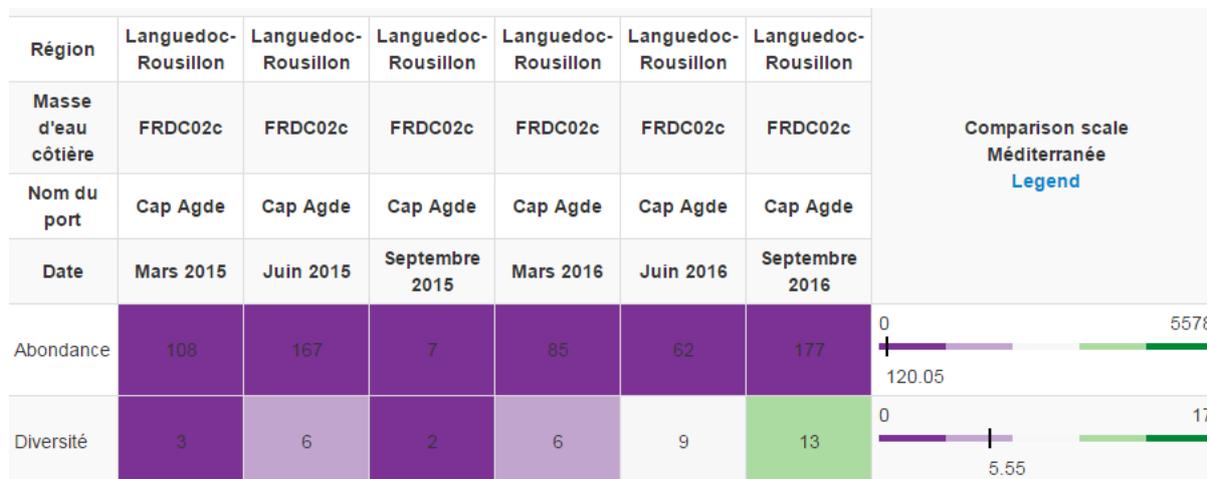
Figure 38: Fiche synthétique des résultats par port dans Medtrix

Un outil de comparaison automatisé est également disponible permettant de comparer les sites de suivi entre eux ou le même site sur différentes périodes.

- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016



Detailed of cursor image legend associated with each parameter:
 Are displayed minimum, maximum and average values observed for each parameter on all the Réseau de surveillance elements sampled in the Mediterranean. Each color corresponds to a 1/3th of the range of values observed at the desired scale of comparison, ie that of the water body, the region (Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) Corsica, Languedoc-Roussillon (LR)) or the Mediterranean for the parameter concerned.



Detailed of cursor image legend associated with each parameter:
 Are displayed minimum, maximum and average values observed for each parameter on all the Réseau de surveillance elements sampled in the Mediterranean. Each color corresponds to a 1/3th of the range of values observed at the desired scale of comparison, ie that of the water body, the region (Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) Corsica, Languedoc-Roussillon (LR)) or the Mediterranean for the parameter concerned.



Figure 39 : Outil de comparaison des données automatisé sur Medtrix

V. Science participative et sensibilisation

Les opérations de sensibilisation et de science participative proposent au grand public de découvrir une thématique de recherche et d'y participer en ramenant aux scientifiques des informations précieuses. C'est ainsi que de juillet 2016 à septembre 2016, Ecocean a lancé un concours photo « Wanted Baby Fish », spécifique aux post-larves et aux juvéniles de l'année, permettant à tout un chacun de faire remonter des observations sur le recrutement larvaires des poissons.

Grâce à la distribution de flyers et aux réseaux sociaux, nous avons invité le grand public à aller à la rencontre des jeunes stades de vie de poissons, en leur expliquant où ils se trouvaient et à quoi ressemblaient les nurseries de poissons. En cette période estivale, les usagers de la mer sont davantage présents sous l'eau, alors que les suivis de surveillance RESPIRE ne sont pas mis place.

L'objectif était donc de les solliciter à rechercher les post-larves de poissons, tout en les sensibilisant à la préservation de ce stade de vie et de leur habitat.



Figure 40 : Flyer du concours photo Wanted Baby Fish

Le concours photo a été mis en place très tardivement, en juin 2016, ce qui ne nous a pas permis de diffuser largement le lancement. Cependant, plus de 80 photographies ont été reçues, envoyées par près de 40 participants. Parmi les photographies présentant les caractéristiques demandées (taille, espèces marines, individus vivant et en milieu naturel..), une cinquantaine a pu être intégrée aux données RESPIRE.

- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016

Tableau 14 : Données brutes de suivi Wanted Baby Fish

| Nom | Prenom | Espèce | Taille (cm) | Pays | Site | Date | Heur | Prof (m) |
|------------|----------|----------------------------------|-------------|-----------|-----------------|------------|-------|----------|
| Modrak | Gaël | <i>Salmo truita</i> | 10 | Corse | Corte | 04/08/2012 | 14h43 | 0,5 |
| Drouet | Isabelle | <i>Sphyraena viridis</i> | 5 | Corse | St Florent | 20/07/2016 | 12h15 | 0,5 |
| Drouet | Isabelle | <i>Diplodus annularis</i> | 4 | Corse | Erbalunga | 25/07/2016 | 9h | 5 |
| Ballisto | Thimoté | <i>Tripterygion melanurum</i> | 3 | Corse | Figari | 15/06/2016 | | 9 |
| Ballisto | Thimoté | <i>Lepadogaster candolii</i> | 5 | Corse | Figari | 15/06/2016 | | 8 |
| Ballisto | Thimoté | <i>Pagellus erythrinus</i> | 2 | Corse | Figari | 15/06/2016 | | 2 |
| Boussarie | Germain | <i>Neoglyphidodon nigroris</i> | 3,5 | DOM TOM | NC | 23/01/2016 | 11h45 | 4 |
| Boussarie | Germain | <i>Balistoides conspicillum</i> | 3,5 | DOM TOM | La Reunion | 21/06/2014 | 10h45 | 30 |
| Boussarie | Germain | <i>Pseudobalistes fuscus</i> | 4,5 | DOM TOM | La Reunion | 01/06/2014 | 10h45 | 12 |
| Boussarie | Germain | <i>Novaculichthys taeniourus</i> | 5,5 | DOM TOM | La Reunion | 21/06/2014 | 10h45 | 30 |
| Boussarie | Germain | <i>Pomacanthus imperator</i> | 5 | DOM TOM | NC | 30/07/2016 | 10h15 | 5 |
| Boussarie | Germain | <i>Amphiprion clarkii</i> | 2,5 | DOM TOM | NC | 14/07/2016 | 13h15 | 3 |
| Gaubert | Julie | <i>Amphiprion clarkii</i> | 3,5 | DOM TOM | NC | 15/07/2016 | 13h30 | 4 |
| Bayol | Lola | <i>Dascyllus trimaculatus</i> | 4 | DOM TOM | Mayotte | 12/08/2016 | 15h | 1 |
| Bayol | Lola | <i>Chromis viridis</i> | 5 | DOM TOM | Mayotte | 10/07/2016 | 9h | 1 |
| Rodrigues | Nathalie | <i>Acanthurus spp</i> | 4 | DOM TOM | La Reunion | 24/01/2015 | 22h | 0,5 |
| Rodrigues | Nathalie | <i>Cetoscarus bicolor</i> | 2 | DOM TOM | La Reunion | 15/03/2012 | 15h45 | 1 |
| Rodrigues | Nathalie | <i>Pomacentridae spp</i> | 0,1 | DOM TOM | La Reunion | 19/11/2015 | 14h35 | 0,5 |
| Burghart | Marjorie | <i>Atherinidae</i> | 4 | Etat Unis | Palm Beach | 26/08/2016 | 17h30 | 0,5 |
| Varachaud | Auguste | <i>Coris Julis</i> | 8 | France | Giens | 17/07/2016 | 19h | 5 |
| Varachaud | Auguste | <i>Diplodus vulgaris</i> | 6 | France | Giens | 17/07/2016 | 19h | 5 |
| Vastine | Eric | <i>Chromis chromis</i> | 1 | France | La Ciotat | 10/08/2016 | | 2 |
| Modrak | Gaël | <i>Lophius piscatorius</i> | 10 | France | Plogoff | 28/05/2014 | 12h30 | 7 |
| Modrak | Gaël | <i>Esox lucius</i> | 10 | France | Cergy | 03/09/2014 | 18h50 | 1 |
| Modrak | Gaël | <i>Tinca tinca</i> | 10 | France | Cergy | 25/01/2015 | 11h30 | 1 |
| Kerdreux | Gilles | <i>Scyliorhinus stellaris</i> | | France | Brest | 2014 | | 7 |
| Burghart | Marjorie | <i>Bothus podas</i> | 5 | France | Cannes | 02/08/2016 | 17h40 | 0,7 |
| Burghart | Marjorie | <i>Coris julis</i> | 3 | France | Cannes | 02/08/2016 | 17h | 2 |
| Burghart | Marjorie | <i>Serranus cabrilla</i> | 4 | France | Théoule sur Mer | 01/08/2016 | 17h | 2 |
| Burghart | Marjorie | <i>Symphodus sp</i> | 4 | France | Théoule sur Mer | 01/08/2016 | 17h | 2 |
| Burghart | Marjorie | <i>Epinephelus marginatus</i> | 10 | France | Théoule sur Mer | 01/08/2016 | 18h15 | 4 |
| Burghart | Marjorie | <i>Gobius bucchichi</i> | 1 | France | Cannes | 31/07/2016 | 16h45 | 1,5 |
| Burghart | Marjorie | <i>Tripterygion delaisi</i> | 5 | France | Théoule sur Mer | 01/08/2016 | 18h15 | 3 |
| Burghart | Marjorie | <i>Spondylisoma cantharus</i> | 6 | France | Cannes | 31/07/2016 | 16h05 | 2 |
| Burghart | Marjorie | <i>Aidablennius sphyinx</i> | 4 | France | Cannes | 02/08/2016 | 17h30 | 1 |
| Burghart | Marjorie | <i>Trachinus sp</i> | 4 | France | Théoule sur Mer | 03/08/2016 | 17h45 | 1 |
| Burghart | Marjorie | <i>Coris julis</i> | 4 | France | Théoule sur Mer | 14/08/2016 | 19h13 | 2 |
| Desormais | Patrick | <i>Gobiusculus flavescens</i> | 4 | France | Boulouris | 07/07/2015 | 10h | 10 |
| Desormais | Patrick | <i>Serranus cabrilla</i> | 5 | France | Boulouris | 05/07/2016 | 15h | 5 |
| Desormais | Patrick | <i>Trisopterus luscus</i> | 9 | France | Hendaye | 10/06/2016 | 10h | 15 |
| Desormais | Patrick | <i>Tripterygion delaisi</i> | 4 | France | Hendaye | 10/06/2016 | 15h | 5 |
| Desormais | Patrick | <i>Tripterygion delaisi</i> | 5 | France | Hendaye | 11/06/2016 | 11h | 10 |
| Baudin | Philippe | <i>Scopaenidae sp</i> | 4 | France | Le Trayas | 17/07/2016 | 10h30 | 5 |
| Carrière | Philippe | <i>Sarpa salpa</i> | 5 | France | Frontignan | 06/07/2016 | 10h | 1,5 |
| Carrière | Philippe | <i>Diplodus sargus</i> | 3 | France | Frontignan | 06/07/2016 | 10h | 1,5 |
| Carrière | Philippe | <i>Atherinidae</i> | 4 | France | Frontignan | 06/07/2016 | 10h | 1,5 |
| Voue | Raphael | <i>Chromis chromis</i> | 4 | France | Port-vendres | 16/08/2016 | 14h | 4 |
| Voue | Raphael | <i>Pagrus pagrus</i> | 9 | France | Port-vendres | 16/08/2016 | 13h30 | 2 |
| Voue | Raphael | <i>Diplodus cervinus</i> | 5 | France | Le Grau du Roi | 26/08/2016 | 18h | 1 |
| Simide | Remy | <i>Zeus faber</i> | 10 | France | La Ciotat | 15/01/2016 | | 20 |
| Simide | Remy | <i>Coris julis</i> | 3 | France | Cassis | 05/10/2016 | | 3 |
| Simide | Remy | <i>Apogon imberbis</i> | 2 | France | St Raphael | 05/10/2016 | | 10 |
| Elliot | Stephane | <i>Sciena umbra</i> | 3 | France | Cagnes | 07/07/2007 | 11h | 3 |
| Mendel | Franck | <i>Apogonidae</i> | 1,5 | Israel | Hadera Israel | 23/07/2016 | 16h | 1 |
| Mendel | Franck | <i>Siganus sp</i> | 6 | Israel | Hadera Israel | 23/07/2016 | 16h | 2 |
| Mendel | Franck | <i>Mugil cephalus</i> | 3 | Israel | Hadera Israel | 23/07/2016 | 16h | 1 |
| Falzon | Desiree | <i>Epinephelus aenus</i> | 4,5 | Malte | Malte | 26/07/2016 | 10h | 3 |
| Falzon | Desiree | <i>Chomis chromis</i> | 1 | Malte | Malte | 28/07/2016 | 10h | 4 |
| Cabanillas | Manuel | <i>Stegastes planifrons</i> | 4,5 | Mexique | Mexique | 21/08/2016 | 12h | 14 |
| Cabanillas | Manuel | <i>Ostracidae</i> | 8 | Mexique | Mexique | 12/08/2016 | 10h45 | 7 |

Des données cohérentes aux observations faites lors des suivis RESPIRE ont été relevées, comme le recrutement de *Chromis chromis* relevé à La Ciotat en août 2016, par Eric Vastine, également relevé

en septembre par les scientifiques du réseau, et quelques espèces, rarement (voire jamais) observées lors des suivis, comme le *Diplodus cervinus* (Sar tambour), par Raphaël Voué au Grau du Roi, ou le *Sciæna umbra* (le corb), par Stéphane Elliot à Cagnes ou encore le *Zeus Faber* (le mythique Saint-Pierre), par Rémy Simide à La Ciotat.

Outre l'acquisition de données complémentaires au réseau existant, le concours photos « Wanted Baby Fish » a permis de présenter le réseau au plus grand nombre, et de sensibiliser les usagers et les amoureux de la mer, à la préservation de cette faune si fragile. La distribution de flyers faites par les clubs de plongée a également incité les baigneurs à rechercher les juvéniles de poissons, comme l'atteste ce message reçu sur la boîte mail du concours :

« En cherchant au bord de l'eau, juste sous la surface, j'ai découvert tous ces bébés poissons. Je ne les avais pas remarqué tellement ils sont petits et transparents. Malheureusement je n'avais pas d'appareils photos pour participer à votre concours, mais ma fille et moi avons quand même appris quelque chose et vu toute cette vie près des rochers de Cassis ».

Sandrine Livet

Les gagnants du concours ont été récompensés selon trois catégories :

Le plus beau baby fish : le Saint Pierre de La Ciotat :



Zeus Faber de 10 cm, par Rémy Simide

Le plus rare baby fish : Le Corb de Cagnes



Sciena umbra de 3cm, par Stéphane Elliot

Le prix spécial baby fish : Le poisson chirurgien de La Réunion



photo Nathalie Rodrigues

Acanthurus spp de 4cm, par Nathalie Rodrigues

VI. Conclusion et perspectives

Les suivis de surveillance à la côte **Basse Fréquence** du recrutement ichtyologique sur la façade méditerranéenne française ont débuté en mars 2015, à raison de 3 suivis par an (en mars, en juin et en septembre) et ce jusqu'en septembre 2016.

Ils ont permis d'acquérir de la donnée nouvelle, à grande échelle et à pas de temps régulier, selon un protocole de suivi aujourd'hui validé par la littérature scientifique (Bouchoucha et al., 2016 et Mercader et al., 2017).

Le traitement des données temporelles et spatiales des suivis Basse Fréquence, couplé au traitement des données des suivis Haute Fréquence (suivis tous les mois), a mis en évidence l'intérêt de **réajuster les périodes** des suivis Basse Fréquence afin d'optimiser les chances d'observation des recrutements ichtyologiques majeurs en Méditerranée et sur les zones anthropisées. Des recrutements hivernaux ont en effet été mis en évidence grâce au suivi Haute Fréquence. En 2017, il sera donc proposé de décaler le suivi de septembre, dont les abondances en post-larves étaient très faibles, à octobre ou novembre. Ce décalage devrait permettre de visualiser des recrutements plus généralisés de *Diplodus puntazzo* et de *Diplodus vulgaris* par exemple.

L'intérêt des suivis **Haute Fréquence**, mis en place pour calibrer les suivis Basse Fréquence, est donc vérifié et permet de proposer une continuité de ce suivi en 2017. Certains sites d'intérêt (un en Languedoc-Roussillon, un en PACA, un en Corse et un au Maroc) pourraient donc être expertisés chaque mois pour continuer cette veille régulière et nécessaire.

L'étude du recrutement sur les 23 sites de suivis met également en avant la nécessité de **diversifier les modes de suivis** pour évaluer précisément le recrutement à la côte. Ainsi en proposant différentes échelles de suivis, de l'intérieur du port vers l'extérieur du port, il serait possible de mieux appréhender le phénomène de recrutement, notamment grâce à l'observation d'une plus grande diversité d'espèces. On propose alors en 2017 d'ajouter une échelle de suivi supplémentaire en expertisant **une zone naturelle** située à proximité directe de l'extérieur du port.

Enfin, ce suivi à grande échelle a pour vocation de poser les bases du recrutement ichtyologique en Méditerranée, notamment en proposant des échelles ou des classes d'intensité du recrutement en fonction de la période ou du site. Ces seuils de classement sont prêts à être développés, mais nécessite encore l'acquisition de données (cycle de surveillance complet) pour les rendre plus robustes.

Rappelons également que ces suivis Basse Fréquence, correspondant à plus de 256 heures de suivi en deux ans, ont permis de faire remonter des données scientifiques primordiales, comme la grande diversité de post-larves et de juvéniles présents dans les ports, et la possibilité d'observer **des espèces rares** ou surveillées comme le mérour brun (*Epinephelus marginatus*) et le mérour royal (*Mycteroperca rubra*) qui feront l'objet de **publications scientifiques en 2017**, ou d'autres espèces difficilement observables comme le nérophis (*Nérophis ophidion*) ou le rouffe (*Schedophilus ovalis*).

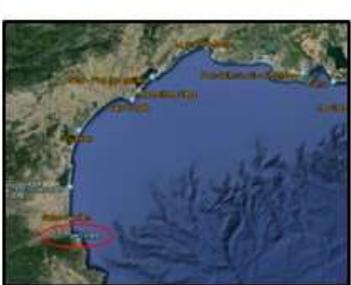
Les suivis de **surveillance en mer** sont menés depuis mars 2015, tous les mois de l'année, au niveau du site Atelier de La Ciotat. Ils ont été dimensionnés pour réaliser des captures toute l'année, sur 3 nuits en hiver et 6 nuits en été, avec 3 CAREs (engin de capture spécifiques pour les post-larves). Ce suivi est en **parfaite complémentarité avec le suivi à la côte**, compte-tenu que 50% des espèces capturées sont différentes des espèces observées à la côte. La volonté d'appréhender différentes dimensions du recrutement est donc là aussi vérifiée et justifiée pour proposer de continuer ce suivi en 2017. Néanmoins, en comparant les données de captures RESPIRE avec celles de CASCIOMAR (Projet de repeuplement à grande échelle menée dans la zone), il apparaît que l'effort de capture à 3 CAREs n'est pas suffisant pour visualiser des pics de recrutement. Cet effort permet en effet de

qualifier la donnée de recrutement mais ne la quantifie pas assez. Il est donc proposé en 2017 d'augmenter le nombre d'engins de capture afin de remédier à ce problème.

Enfin, parmi les **suis complémentaires** mis en place entre 2015 et 2016, nous pouvons aujourd'hui proposer une liste conséquente d'espèces de faune et de flore fixée évoluant en zone anthropisée. Ce développement biologique n'avait, à l'heure actuelle, pas ou peu été décrit dans la littérature scientifique, ce qui sera chose faite en 2017. L'intérêt de coupler ce suivi au recrutement ichtyologique n'est cependant pas vérifié et c'est pourquoi ce suivi sera arrêté en 2017. A contrario, un suivi de la faune vagile va être proposé à l'expertise en 2017, car mené à petite échelle sur un site, ce suivi a mis en évidence un développement important d'espèces commerciales dans les unités d'observation. Ces espèces ont été retrouvées au stade juvénile, nous permettant donc de nous interroger sur la **double fonction écologique de la nurserie artificielle de poisson**, également propice au développement de la faune vagile.

Pour conclure sur la disponibilité des données RESPIRE et de leur **diffusion au grand public**, rappelons que toutes ces analyses sont téléchargeables sur la **plateforme Medtrix** (www.medtrix.fr), permettant à tout un chacun de se pencher sur le recrutement ichtyologique en Méditerranée. Cette expertise, relativement récente dans le monde de la recherche, s'ouvre donc au grand public et l'intéresse. En témoigne l'action de science participative menée au travers **du concours photo WANTED BABY FISH** qui, en très peu de semaines, a motivé des plongeurs de tous les horizons à rechercher les post-larves de petits fonds côtiers et à s'interroger sur l'état de leur habitat.

Annexe 2 : Planches photographiques des espèces de faune et de flore fixée retrouvées dans les ports

| | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|---|---|---|---|---|
|  <p>Jun 2015 <i>Clavelina lepadiformis</i></p> |  <p>Jun 2015 <i>Mytilus sp.</i></p> |  <p>Jun 2015 <i>Bugula neritina</i></p> | | | | | | | | |
|  <p>Jun 2015 <i>Tricellaria inopinata</i></p> |  <p>Septembre 2015 <i>Obelia sp.</i></p> | | | | | | | | | |
|  <p>Septembre 2015 <i>Sabella spallanzanii</i></p> |  <p>Septembre 2015 <i>Schizoporella errata</i></p> |  <p>Septembre 2015 <i>Cratena peregrina</i></p> | | | | | | | | |
| <p>Crédit photo: Lucas Bérenger</p> | | | | | | | | | | |
|  | <p>Illustration de la faune flore fixée : port de Port-Vendres</p> <table border="0"> <tbody> <tr> <td> Procordés</td> <td> Vers</td> <td> Éponges</td> <td> Bryozoaires</td> </tr> <tr> <td> Algues</td> <td> Cnidaires</td> <td> Arthropodes</td> <td> Mollusques</td> </tr> </tbody> </table> | | Procordés | Vers | Éponges | Bryozoaires | Algues | Cnidaires | Arthropodes | Mollusques |
| Procordés | Vers | Éponges | Bryozoaires | | | | | | | |
| Algues | Cnidaires | Arthropodes | Mollusques | | | | | | | |
| <p>Réseau de surveillance RESPIRE</p>    | | | | | | | | | | |



Crédit photo: Lucas Bérenger



**Illustration de la faune flore fixée :
port du Barcarès**

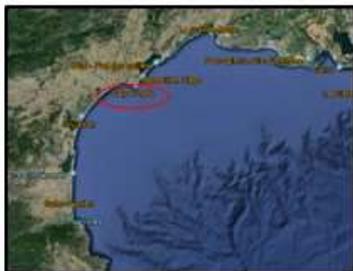
- | | | | |
|---|--|--|--|
| Procordés | Vers | Éponges | Bryozoaires |
| Algues | Cnidaires | Arthropodes | Mollusques |

Réseau de surveillance RESPIRE





Crédit photo: Lucas Bérenger

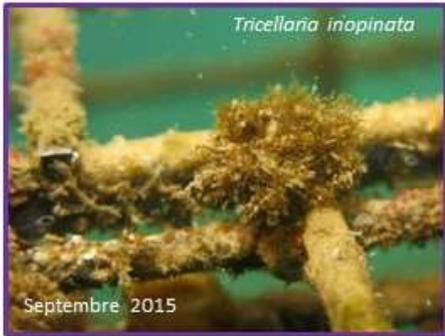


**Illustration de la faune flore fixée :
port de Cap d'Agde**

- | | | | |
|---|--|--|--|
| Procordés | Vers | Éponges | Bryozoaires |
| Algues | Cnidaires | Arthropodes | Mollusques |

Réseau de surveillance RESPIRE





Crédit photo: Lucas Bérenger



**Illustration de la faune flore fixée :
port de Carro**

- | | | | |
|---|--|--|--|
| Procordés | Vers | Éponges | Bryozoaires |
| Algues | Cnidaires | Arthropodes | Mollusques |

Réseau de surveillance RESPIRE



- Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE – Année 2015-2016

Annexe 3 : Rapport du suivi 3F (2015) : Lucas Bérenger et Ecocean

Annexe 4 : Rapport du suivi 3F (2016) : Aurélie Vion et Ecocean



Lucas BÉRENGER, consultant naturaliste

Prestation de service en écologie marine

SIRET 799 700 760 00017

+33(0)6.77.59.00.56

lucas.berenger@live.fr

158, rue Jean Cananzi - 83130 La Garde

Ecocean

33 rue Chaptal

34000 Montpellier

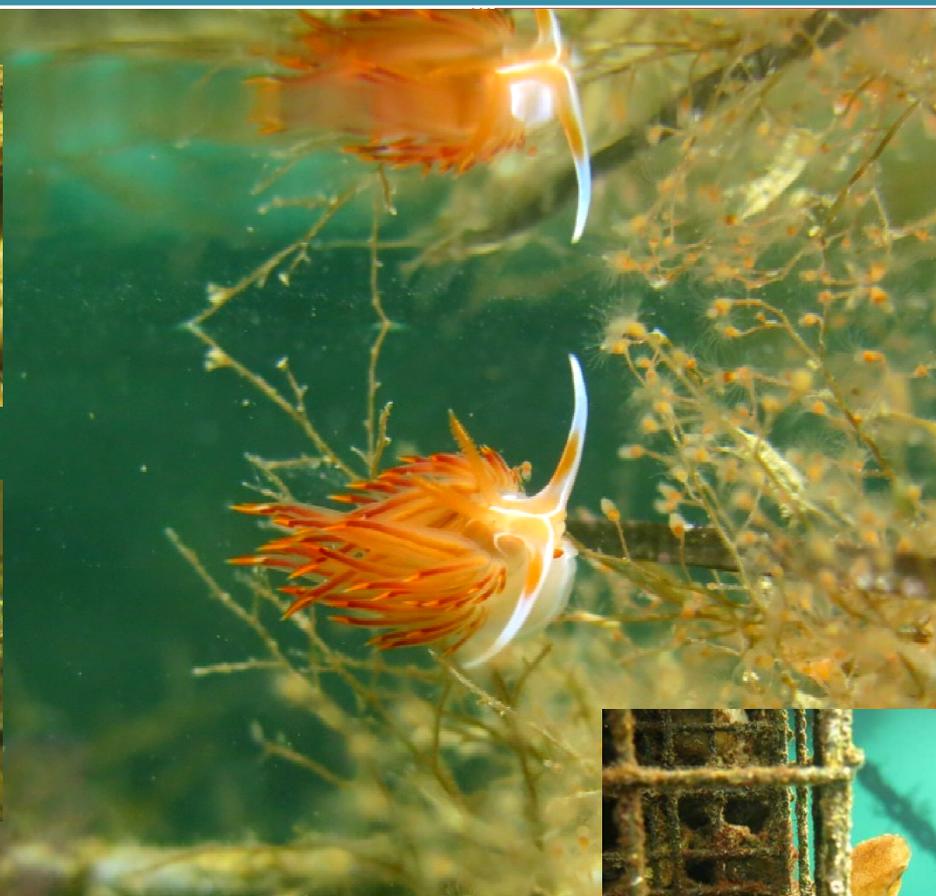
Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

2-4 allée de Lodz

69363 Lyon Cedex 07



Réseau RESPIRE : suivi « 3F » Flore/Faune fixée



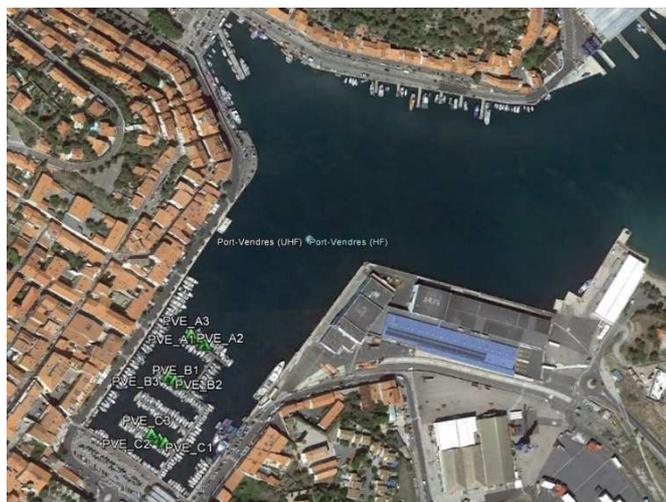
Avril à Septembre 2015

1 Matériel et Méthodes

Dans le cadre du réseau RESPIRE mis en place par Ecocean avec la collaboration de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 23 ports de Méditerranée ont été équipés de modules Biohut® permettant de suivre le recrutement larvaire ichtyque naturel lors de comptages réguliers. Le suivi ici présenté s'intéressait quant à lui à la flore et la faune qui, fixées sur les Biohut, s'y développent spontanément.

Dans chaque port RESPIRE, 9 Biohut ont été installés. Ils sont répartis en 3 séries de 3 modules, équipant ainsi 3 pontons différents d'un même port. 5 ports ont été retenus pour cette étude pilote : le Cap d'Agde (34), Carro (13), La Ciotat (13), Port-Barcarès (66) et Port-Vendres (66). L'implantation des Biohut de chaque port est visible sur les plans suivants :





Chaque suivi (3 sorties/an en avril, juin et septembre) était consacré à l'étude d'un Biohut dans chacune des trois zones de cinq ports RESPIRE étudiés. Les principaux objectifs de ce suivi sont :

- identifier et comparer les espèces de flore et de faune fixée sur les Biohuts et sur des zones témoins au cours des trois mois de suivi ;
- évaluer leur recouvrement relatif sur les Biohut et de zones témoins ;
- étudier la dynamique de croissance et de présence/absence des espèces au cours des différents suivis sur les Biohut et les témoins.

La technique principale utilisée fût l'observation directe en plongée. 3 photos calibrées (10x15cm) ont été prises par Biohut, aléatoirement mais systématiquement pour l'une en zone haute, pour l'autre en zone médiane et une dernière en zone basse du Biohut.

Pour l'étude qualitative, la détermination in situ fut privilégiée avec parfois, au besoin, recours à la photographie. Ainsi, l'ensemble des espèces présentes au sein des 3 quadrats fut recensé.

Pour l'étude quantitative (pourcentage de recouvrement des espèces), le logiciel CPCe (Agence de l'Eau RMC – Andromède Océanologie) a été utilisé sur chaque prise de vue de tous les quadrats ; 50 points de contrôle par photo ont permis de déterminer avec précision l'abondance (en pourcentage de recouvrement) de chaque espèce recensée.

Pour chaque zone de Biohut, une zone « témoin ponton » adjacente était étudiée selon le même protocole.



Quadrat 10x15cm sur une zone témoin



Quadrat 10x15cm = 2x3 carreaux sur une face de Biohut

2 Résultats et interprétations

8 grands taxons ont été identifiés parmi le peuplement de la vie fixée sur les Biohut ou les pontons témoins. On retrouve d'une part des espèces végétales et d'autre part des espèces animales.

Espèces végétales : les algues

Sous le terme « algues » sont regroupées des espèces végétales vivant généralement en milieu aquatique (en eau douce, saumâtre ou en milieu marin). Comme les végétaux terrestres, les algues synthétisent leur propre matière organique grâce à la lumière du soleil (photosynthèse). Elles peuvent être composées d'une seule ou de milliers de cellules qui forment ensemble « un thalle ». Chez les algues pluricellulaires, ce thalle peut avoir des formes très variées plus ou moins ramifiées, encroûtant, souple ou calcifié. On distingue généralement :

- les Chlorophycées (algues vertes) qui ont pour pigment photosynthétique principal les chlorophylles ;
- les Rhodophycées (algues rouges) qui désignent les algues possédant en majorité des phycoérythrine et des phycocyanine pour pigments photosynthétiques ;
- les Phéophycées (algues brunes) qui renferment majoritairement des carotènes et des xanthophylles pour pigments photosynthétiques.

Les algues constituent une part très importante de la biodiversité marine et sont à la base de nombreuses chaînes trophiques (alimentaires), ainsi consommées par de nombreux animaux.

Espèces animales

Bien qu'ils puissent parfois ressembler à des algues, tous les organismes fixés ne sont pas des végétaux. Une large majorité de la vie fixée appartient en fait au règne animal. Les animaux se distinguent globalement des végétaux par leur mode de synthèse de matière organique : incapables de photosynthèse, ils requièrent une source extérieure de nourriture et mangent donc d'autres organismes.

- Les bryozoaires (*Bryozoa*) :

Les bryozoaires forment des colonies d'aspect très varié : encroûtantes ou érigées, souples ou calcifiées, très fines à massives, de quelques millimètres à plus d'un mètre selon les espèces. Ces colonies regroupent souvent plusieurs centaines d'individus nommés zoïdes.

Ce sont des organismes majoritairement sciaphiles (= qui aiment l'obscurité), qui se développent sur tous types de substrats là où une larve planctonique s'est fixée et a formé une nouvelle colonie. Ils sont filtreurs : capturent leurs proies microscopiques grâce à une couronne de tentacules (le lophophore). Et sont la proie de certains échinodermes (oursins, étoiles de mer) ou de quelques poissons (labridés par exemple).

- Les cnidaires (*Cnidaria*) :

Ces animaux ont en commun les « cnidocytes », cellules urticantes caractéristiques. C'est l'embranchement auquel appartiennent les méduses bien connues.

La plupart des espèces identifiées à l'occasion de ce suivi appartiennent à la classe des hydraires. Ces cnidaires vivent fixés à un substrat, du moins pour une majeure partie de leur cycle de vie. De quelques millimètres à plusieurs centimètres, d'une grande diversité de forme, leur identification in situ est souvent complexe voir impossible sans examen microscopique.

Ils se nourrissent en capturant via leurs couronnes de tentacules urticants, de petites proies planctoniques. A leurs tours, ils sont souvent la proie de nudibranches (des mollusques décrits comme des « limaces de mer »).

- Les crustacés (*Crustacea*) :

Les crustacés font partie des arthropodes, un groupe très diversifié : les crabes, les crevettes, les bernard-l'ermite, les balanes ou les copépodes parasites de certains poissons sont tous des crustacés.

Seules quelques balanes, crustacés fixés, ont été observées lors de ce suivi. Sessiles, protégés par une robuste coquille calcaire, ils filtrent les nutriments dans l'eau à l'aide de leurs pattes munies de « cirres » comme de véritables peignes à plancton.

- **Les mollusques (*Mollusca*) :**

Ici encore, il s'agit d'un groupe très diversifié aux organismes d'aspect parfois très différents. Parfois dépourvus de coquille externe : seiches, poulpes, calmars, limaces de mers. Parfois pourvus d'une coquille : gastéropodes (escargots de mer) ou bivalves (moules, pétoncles, huîtres).

Seules des moules ont été notées pendant ce suivi. Bien que capables de déplacement, elles sont solidement fixées à leur substrat et ne sont pas comptabilisées lors de suivi de la faune vagile.

Il s'agit vraisemblablement de l'espèce méditerranéenne *Mytilus galloprovincialis*. Néanmoins, des importations de moule atlantique *Mytilus edulis* restant possible (conchyliculture, trafic maritime, etc.), voire des hybridations inter-espèces étant parfois rapportées, la détermination fût arrêtée à *Mytilus sp.* C'est un organisme filtreur qui se nourrit de particules en suspension. Il est la proie des poissons (loups, daurades, etc.), de certains mollusques (poulpes) et arthropodes (crabes).

- **Les spongiaires (*Porifera*) :**

Les spongiaires (éponges) sont des organismes très simples : très peu des cellules qui les constituent sont différenciées en de véritables tissus. Grossièrement, on peut parler d'un amas de cellules dont les parois sont percées de plusieurs orifices inhalants créant un courant d'eau à travers une cavité centrale à l'aide de cellules flagellées. L'eau filtrée appauvrie de ses nutriments ressort par un orifice l'exhalant, l'oscule.

Une très grande diversité de taille, de forme et de couleur existe chez les spongiaires. Leurs cellules renferment des éléments squelettiques à base de carbonate de calcium ou de silice qui leur confèrent une certaine rigidité. Les tortues, certains gastéropodes (patelle, bigorneau), quelques étoiles de mer, quelques poissons et certains mollusques doridiens (limaces de mer) comptent parmi les prédateurs des éponges.

- **Les tuniciers (*Tunicata*) :**

On parle également d'ascidies. Ce sont des organismes filtreurs, solitaires ou coloniaux, de quelques millimètres à plusieurs centimètres, dressés ou encroûtants. Ils présentent ainsi une grande diversité de forme et de couleurs. L'eau chargée en nutriment est inhalée par un orifice (le siphon buccal) et rejetée par un autre (le siphon cloacal). Lors de ce passage, les nutriments sont retenus à l'intérieur de l'ascidie par une sorte de branchie : le pharynx filtrant. D'un aspect rudimentaire, ils sont en fait très proches des vertébrés car possèdent au stade larvaire une « chorde » comparable à notre colonne vertébrale.

Ils sont prédatés par certaines limaces de mer.

- **Les vers :**

Ce groupe ne rassemble les espèces ayant l'aspect de vers (= « vermiformes ») qui peuvent potentiellement appartenir à des groupes taxonomiques pourtant très distincts. Lors de ce suivi, on retrouve principalement des spirographes (*Sabella spallanzanii*) et des petits vers vivants fixés à un substrat protégés dans un petit tube calcaire qu'ils sécrètent, et pouvant appartenir à plusieurs espèces difficiles à identifier (*Vers tubicoles spp.*). Tous ces organismes sont des filtreurs, ils possèdent au niveau de la tête un panache branchial externe composé de bandelettes ciliées qui captent la nourriture en suspension dans l'eau et la transporte jusqu'à la bouche.

Ils peuvent être la proie de crustacés, d'échinodermes (oursins, étoiles de mer, etc.), de mollusques ou de poissons.

Lors de ce suivi, 54 « morphotypes » ont pu être ségrégués, dont la plupart identifiés jusqu'à l'espèce. En effet, parfois, l'identification des organismes de ces taxons sur simples critères visuels n'est pas évidente voir impossible au-delà du genre ou de la famille.

Sur ces 54 morphotypes rencontrés :

- 40, sont communs aux Biohut et aux témoins ;
- 5, ne sont retrouvés que sur les témoins ;
- 9, ne sont retrouvés que sur les Biohut.

Pour chaque taxon, nombre de morphotypes identifiés et (pourcentages du total tous substrats pour les morphotypes communs ou présent uniquement sur témoin ou sur Biohut) :

| | Algues | Bryozoaires | Cnidaires | Crustacés | Mollusques | Spongiaires | Tuniciers | Vers |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Tous substrats | 20 | 10 | 6 | 1 | 1 | 4 | 10 | 2 |
| Morphotypes commun | 15 (75) | 8 (80) | 5 (83) | 0 (0) | 1 (100) | 3 (75) | 7 (70) | 1 (50) |
| Témoins uniquement | 1 (5) | 0 (0) | 1 (17) | 1 (100) | 0 (0) | 1 (25) | 1 (10) | 0 (0) |
| Biohut uniquement | 4 (20) | 2 (20) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 2 (20) | 1 (50) |

On peut donc constater que, quelque soit le groupe taxonomique, les morphotypes se retrouvent globalement sur les Biohut comme sur les pontons témoins. Les espèces ne se retrouvant que sur l'un ou l'autre des substrats ne le sont que sporadiquement (quelques individus ou colonies) et n'occupent ainsi qu'une faible part du recouvrement.

Il convient de noter quelques singularités qui se dégagent dans l'analyse du peuplement port à port. Les tableaux ci-après présentent ces résultats.

| Cap d'Agde | Algues | Bryozoaires | Cnidaires | Crustacés | Mollusques | Spongiaires | Tuniciers | Vers |
|--------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Tous substrats | 5 | 5 | 3 | 0 | 1 | 3 | 8 | 1 |
| Morphotypes commun | 3 (60) | 5 (100) | 1 (33) | 0 (0) | 0 (0) | 3 (100) | 7 (87) | 1 (100) |
| Témoins uniquement | 0 (0) | 0 (0) | 1 (33) | 0 (0) | 1 (100) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) |
| Biohut uniquement | 2 (40) | 0 (0) | 1 (33) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 1 (13) | 0 (0) |

Au Cap d'Agde, 3 des 5 d'algues observées sont communes aux pontons témoins et aux Biohut mais 2 ne se retrouvent que sur les Biohut.

| Carro | Algues | Bryozoaires | Cnidaires | Crustacés | Mollusques | Spongiaires | Tuniciers | Vers |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Tous substrats | 11 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 |
| Morphotypes commun | 10 (90) | 2 (40) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 3 (75) | 1 (50) |
| Témoins uniquement | 0 (0) | 2 (40) | 1 (33) | 0 (0) | 0 (0) | 1 (100) | 1 (25) | 0 (0) |
| Biohut uniquement | 1 (10) | 1 (20) | 2 (67) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 1 (50) |

A Carro, 2 des 3 espèces de cnidaires observées ne sont présentes que sur les Biohut.

| La Ciotat | Algues | Bryozoaires | Cnidaires | Crustacés | Mollusques | Spongiaires | Tuniciers | Vers |
|--------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Tous substrats | 11 | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 7 | 1 |
| Morphotypes commun | 7 (64) | 5 (100) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 1 (50) | 2 (28) | 1 (100) |
| Témoins uniquement | 2 (18) | 0 (0) | 1 (50) | 0 (0) | 0 (0) | 1 (50) | 2 (28) | 0 (0) |
| Biohut uniquement | 2 (18) | 0 (0) | 1 (50) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 3 (44) | 0 (0) |

A La Ciotat, 2 des 7 espèces de tuniciers rencontrées ne se retrouvent que sur les témoins, 2 sont communes et 3 ne se retrouvent que sur les Biohut.

| Port-Barcarès | Algues | Bryozoaires | Cnidaires | Crustacés | Mollusques | Spongiaires | Tuniciers | Vers |
|--------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Tous substrats | 12 | 6 | 5 | 1 | 1 | 3 | 6 | 1 |
| Morphotypes commun | 7 (58) | 5 (83) | 3 (60) | 0 (0) | 1 (100) | 1 (34) | 4 (67) | 1 (100) |
| Témoins uniquement | 1 (8) | 1 (17) | 1 (20) | 1 (100) | 0 (0) | 2 (66) | 2 (33) | 0 (0) |
| Biohut uniquement | 4 (34) | 0 (0) | 1 (20) | 0 (0) |

A Port-Barcarès, 12 espèces d'algues ont été recensées. Dont 7 communes aux deux substrats mais 4 rencontrées sur les Biohut uniquement.

| Port-Vendres | Algues | Bryozoaires | Cnidaires | Crustacés | Mollusques | Spongiaires | Tuniciers | Vers |
|--------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Tous substrats | 9 | 7 | 4 | 1 | 1 | 3 | 8 | 2 |
| Morphotypes commun | 6 (67) | 4 (57) | 3 (75) | 0 (0) | 1 (100) | 2 (67) | 4 (50) | 1 (50) |
| Témoins uniquement | 3 (33) | 0 (0) | 1 (25) | 1 (100) | 0 (0) | 1 (33) | 0 (0) | 0 (0) |
| Biohut uniquement | 0 (0) | 3 (43) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 4 (50) | 1 (50) |

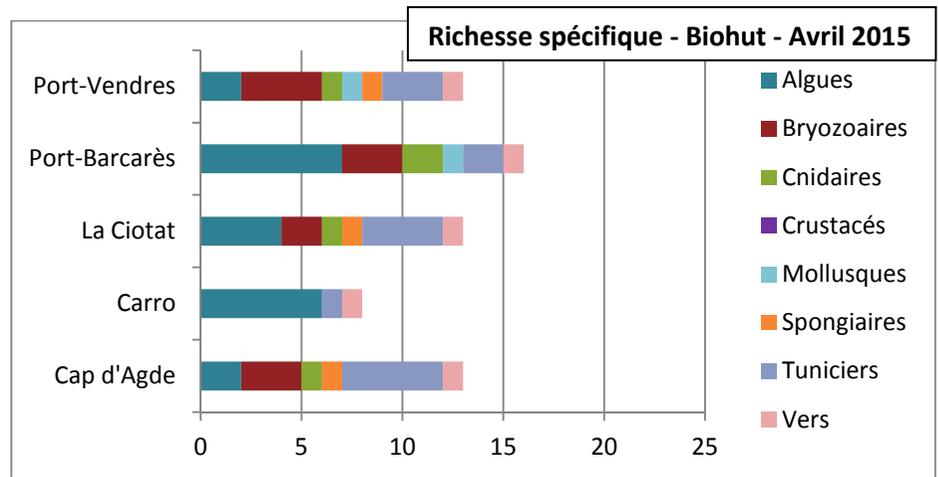
A Port-Vendres, sur les 7 espèces de bryozoaires rencontrées, 4 sont communes alors que 3 ne se rencontrent que sur les Biohut. Sur les 8 tuniciers, 4 sont communs et 4 ne se rencontrent que sur les Biohut.

La suite des résultats présente dans un premier temps les données de richesses spécifiques, des Biohut puis des témoins.

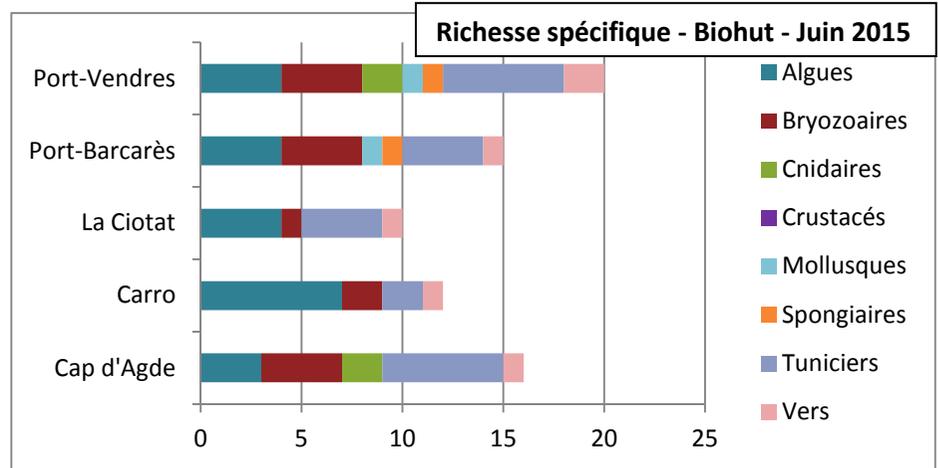
Dans un second temps, sont présentées les données d'abondance (pourcentages de recouvrement) des Biohut puis des témoins, avec une attention particulière portée aux algues.

Enfin, des planches photographiques des espèces rencontrées sont proposées.

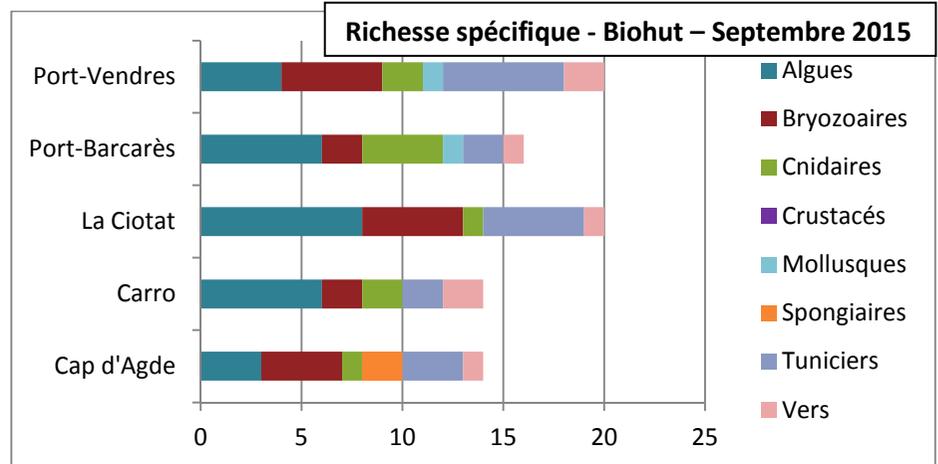
| | Richesse spécifique - Biohut - Avril 2015 | | | | |
|--------------|---|----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 2 | 6 | 4 | 7 | 2 |
| Bryozoaires | 3 | 0 | 2 | 3 | 4 |
| Cnidaires | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| Crustacés | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Spongiaires | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Tuniciers | 5 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| Vers | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 13 | 8 | 13 | 16 | 13 |



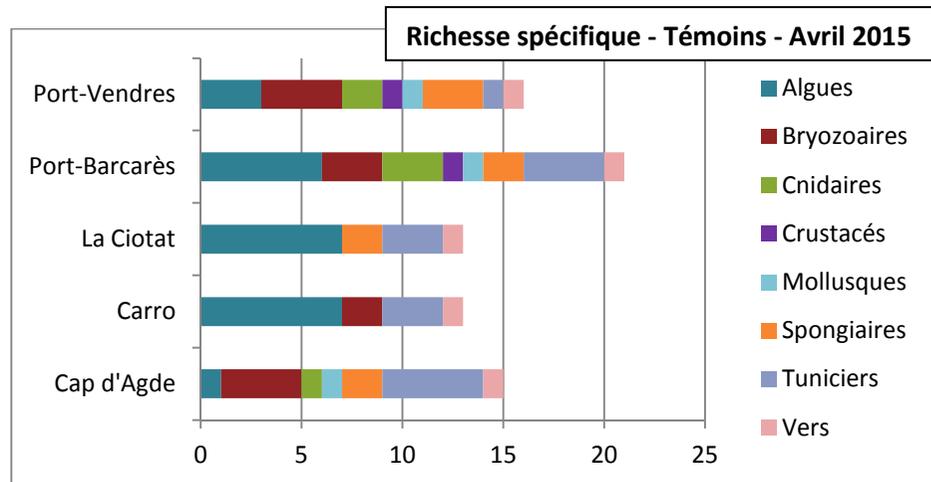
| | Richesse spécifique - Biohut - Juin 2015 | | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 3 | 7 | 4 | 4 | 4 |
| Bryozoaires | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| Cnidaires | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Crustacés | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Spongiaires | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Tuniciers | 6 | 2 | 4 | 4 | 6 |
| Vers | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| TOTAL | 16 | 12 | 10 | 15 | 20 |



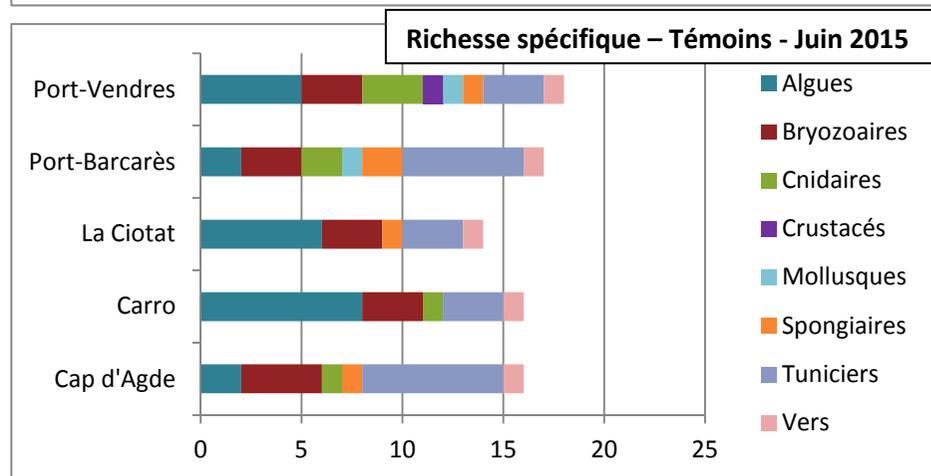
| | Richesse spécifique - Biohut - Septembre 2015 | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 3 | 6 | 8 | 6 | 4 |
| Bryozoaires | 4 | 2 | 5 | 2 | 5 |
| Cnidaires | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 |
| Crustacés | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusques | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Spongiaires | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tuniciers | 3 | 2 | 5 | 2 | 6 |
| Vers | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| TOTAL | 14 | 14 | 20 | 16 | 20 |



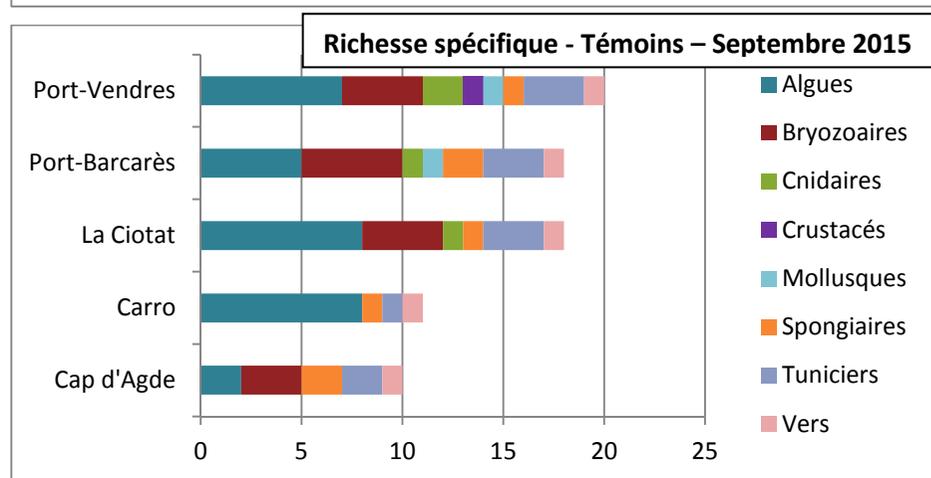
| | Richesse spécifique - Témoins - Avril 2015 | | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 1 | 7 | 7 | 6 | 3 |
| Bryozoaires | 4 | 2 | 0 | 3 | 4 |
| Cnidaires | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| Crustacés | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Mollusques | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Spongiaires | 2 | 0 | 2 | 2 | 3 |
| Tuniciers | 5 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| Vers | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 15 | 13 | 13 | 21 | 16 |



| | Richesse spécifique - Témoins - Juin 2015 | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 2 | 8 | 6 | 2 | 5 |
| Bryozoaires | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Cnidaires | 1 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| Crustacés | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mollusques | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Spongiaires | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| Tuniciers | 7 | 3 | 3 | 6 | 3 |
| Vers | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 16 | 16 | 14 | 17 | 18 |



| | Richesse spécifique - Témoins - Septembre 2015 | | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 2 | 8 | 8 | 5 | 7 |
| Bryozoaires | 3 | 0 | 4 | 5 | 4 |
| Cnidaires | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| Crustacés | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mollusques | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Spongiaires | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Tuniciers | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| Vers | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 10 | 11 | 18 | 18 | 20 |



Concernant la richesse spécifique, il apparaît que les ports situés en région Languedoc-Roussillon sont plus diversifiés que les ports de Provence-Alpes-Côte-D'azur. Tant pour les Biohut que pour les pontons témoins. En effet, ces ports bénéficient d'une eau enrichie par les eaux du Rhône qui sont conduites par le courant Ligure vers l'ouest du Golfe du Lion.

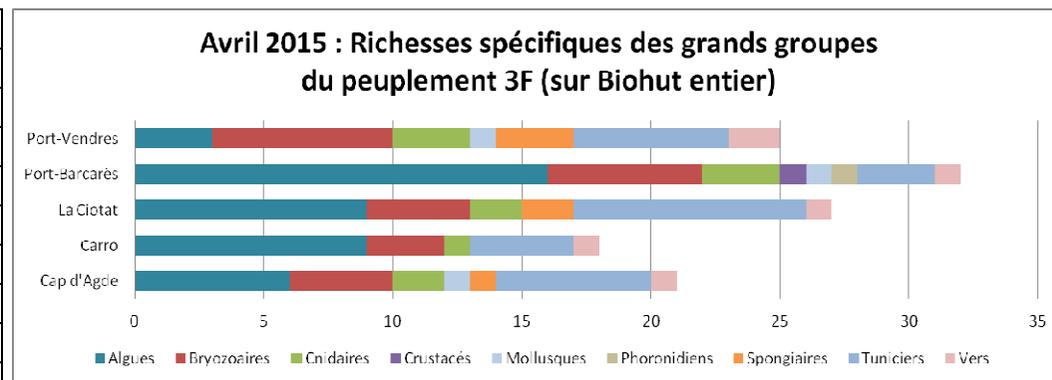
Le port de Port-Vendres est le plus riche des 5 ports étudiés, suivi de près par celui de Port-Barcarès. Les ports du Cap d'Agde et de La Ciotat présentent également une forte diversité. La diversité dans le port de Carro est moindre.

La diversité sur les Biohut est globalement en augmentation au cours des 3 mois de suivis. Ce résultat semble pleinement logique : le fouling se développant avec le temps d'immersion. Si quelques régressions sont ponctuellement constatées, elles peuvent s'expliquer par des variations saisonnières des conditions abiotiques (températures et ensoleillement estival élevés en particulier) qui sont défavorables à certaines des espèces du peuplement, dont beaucoup sont sciaphiles (affinité pour l'obscurité) ou tolèrent mal une élévation de la température. Cette hypothèse est renforcée par l'observation de régressions similaires dans le peuplement 3F des témoins.

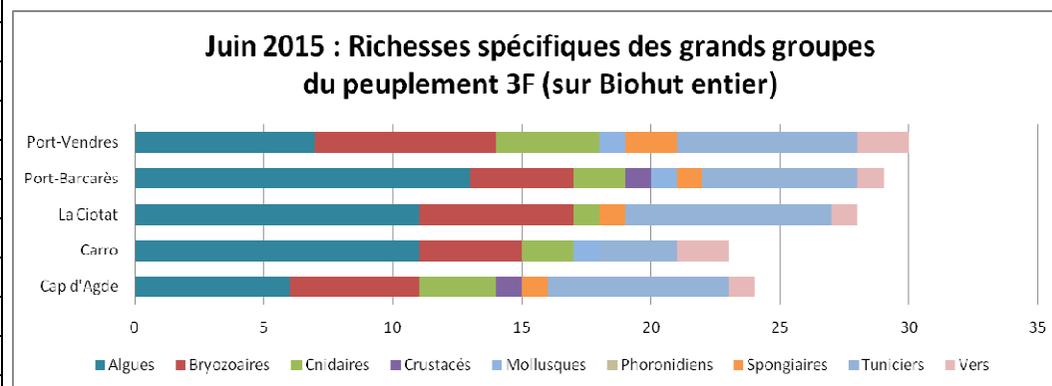
Au mois d'avril, la diversité des Biohut est plus faible que celle des témoins dans tous les ports. Au mois de juin, la diversité devient plus importante sur les Biohut du port de Port-Vendres que sur les pontons témoins. Au mois de septembre, la richesse spécifique des Biohut de Port-Vendres est égale à celle des témoins ; mais elle est plus importante pour les Biohut des ports du Cap d'Agde, de Carro, et de La Ciotat par rapport à celles de leurs pontons témoins respectifs. On note donc une tendance à une diversification du peuplement 3F des Biohut supérieure à celle des pontons témoins.

En complément de ce protocole d'étude précis convenu, il nous a paru intéressant de recenser systématiquement l'ensemble des espèces présentes sur la totalité de chaque Biohut étudié, au-delà des seuls 3 quadrats. Les résultats pour ce protocole sont présentés ci-après.

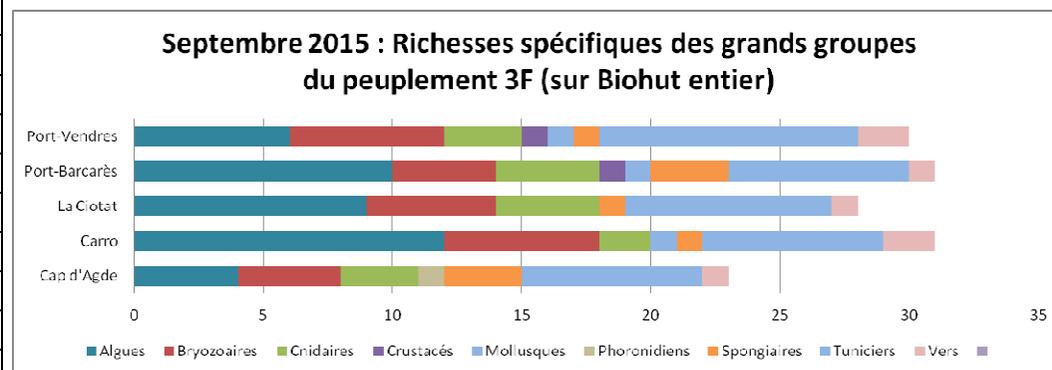
| | Avril 2015 - Richesse spécifique - Biohut entier | | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 6 | 9 | 9 | 16 | 3 |
| Bryozoaires | 4 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| Cnidaires | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Crustacés | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Phoronidiens | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Mollusques | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Spongiaires | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| Tuniciers | 6 | 4 | 9 | 3 | 6 |
| Vers | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| TOTAL | 21 | 18 | 27 | 32 | 25 |



| | Juin 2015 - Richesse spécifique - Biohut entier | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 6 | 11 | 11 | 13 | 7 |
| Bryozoaires | 5 | 4 | 6 | 4 | 7 |
| Cnidaires | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 |
| Crustacés | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Phoronidiens | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Mollusques | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Spongiaires | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| Tuniciers | 7 | 3 | 8 | 6 | 7 |
| Vers | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| TOTAL | 24 | 23 | 28 | 29 | 30 |



| | Septembre 2015 - Richesse spécifique - Biohut entier | | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 4 | 12 | 9 | 10 | 6 |
| Bryozoaires | 4 | 6 | 5 | 4 | 6 |
| Cnidaires | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| Crustacés | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Phoronidiens | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Mollusques | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Spongiaires | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Tuniciers | 7 | 7 | 8 | 7 | 10 |
| Vers | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| TOTAL | 23 | 31 | 28 | 31 | 30 |



On constate ainsi que de nouvelles espèces qui échappent aux quadrats sont ici recensées sur les Biohut.

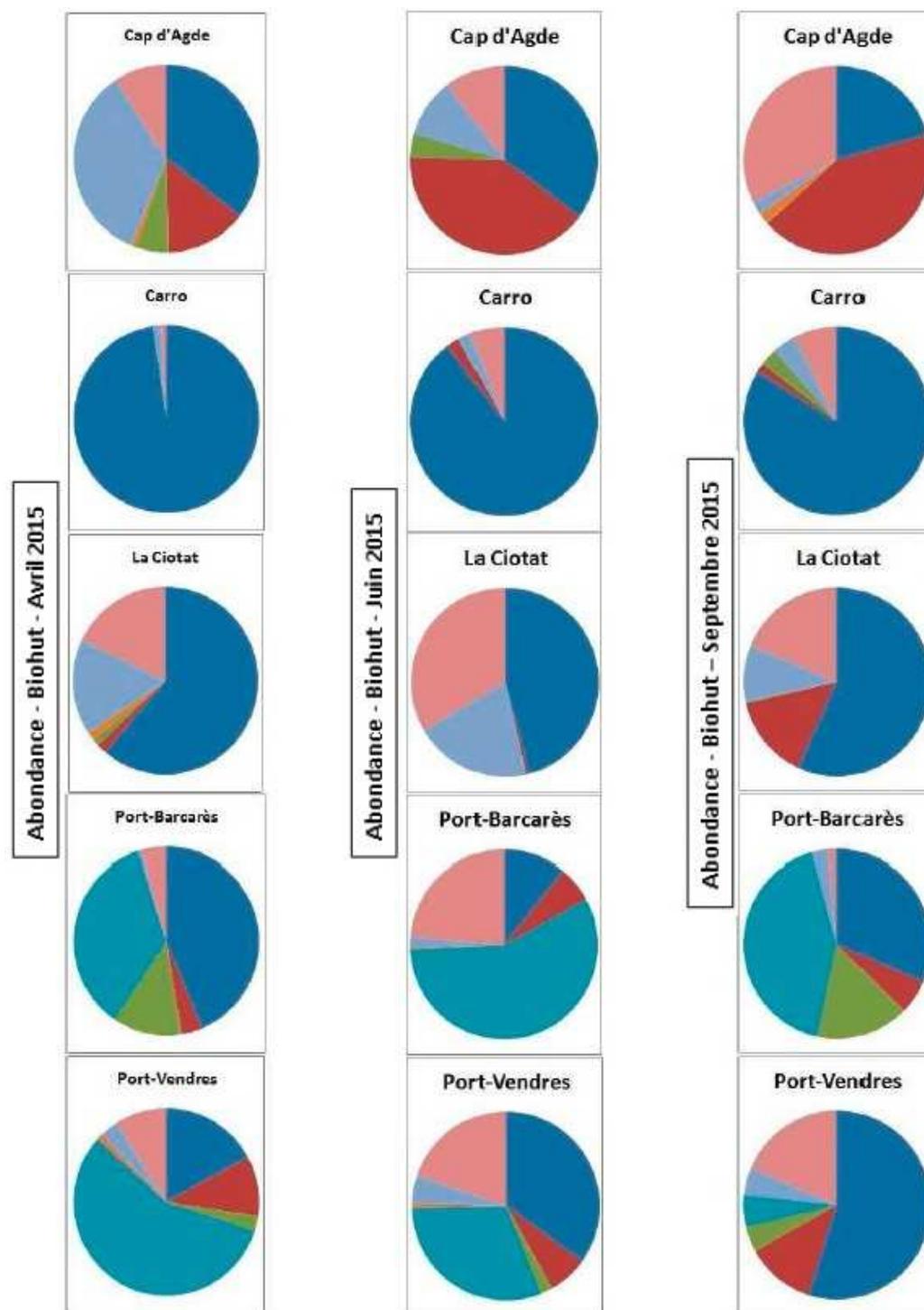
Pour autant, l'échantillonnage à 3 quadrats est bien représentatif : la richesse spécifique variant de la même façon entre les inventaires sur Biohut entier et les inventaires réalisés sur les quadrats uniquement.

Ces espèces sont donc peu représentatives du peuplement 3F des Biohut : étant peu présentes en nombre d'individus/colonies et/ou peu abondantes.

| | Abondance - Biohut - Avril 2015 | | | | |
|-------------|---------------------------------|-------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 35.5 | 97.7 | 61.3 | 43.8 | 17.1 |
| Bryozoaires | 14.1 | 0.0 | 1.7 | 3.6 | 10.3 |
| Cnidaires | 5.7 | 0.0 | 1.3 | 12.1 | 2.6 |
| Crustacés | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mollusques | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 35.6 | 56.8 |
| Spongiaires | 0.8 | 0.0 | 1.3 | 0.0 | 1.0 |
| Tuniciers | 34.7 | 1.4 | 16.6 | 0.7 | 3.2 |
| Vers | 9.2 | 0.9 | 17.9 | 4.3 | 9.0 |

| | Abondance - Biohut - Juin 2015 | | | | |
|-------------|--------------------------------|-------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 35.1 | 89.9 | 46.0 | 10.9 | 34.9 |
| Bryozoaires | 40.4 | 2.0 | 0.5 | 6.1 | 6.9 |
| Cnidaires | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 |
| Crustacés | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mollusques | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 57.3 | 30.8 |
| Spongiaires | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.7 |
| Tuniciers | 10.2 | 2.3 | 20.0 | 1.8 | 4.8 |
| Vers | 10.2 | 5.8 | 33.5 | 23.7 | 19.7 |

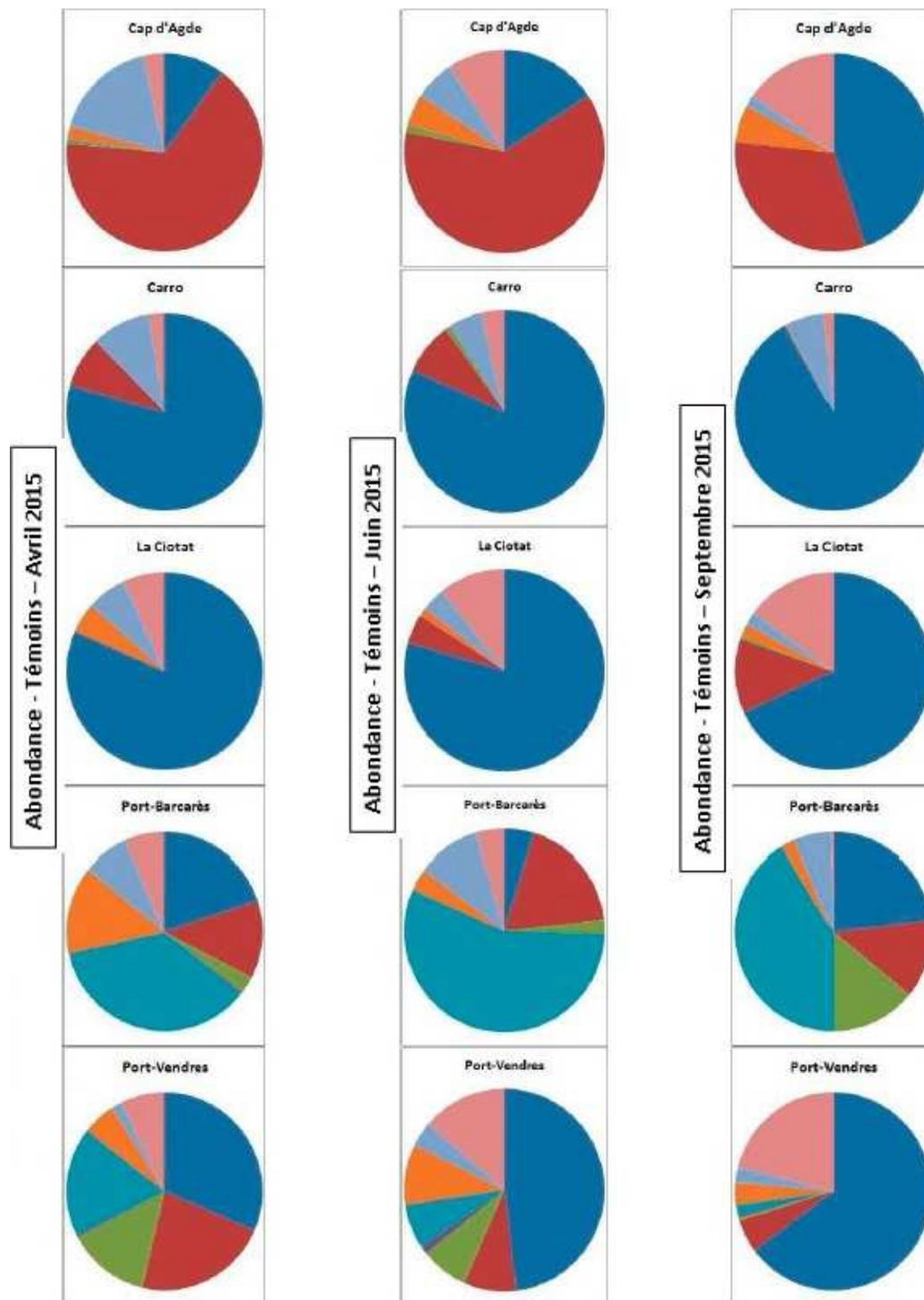
| | Abondance - Biohut - Septembre 2015 | | | | |
|-------------|-------------------------------------|-------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 20.7 | 83.9 | 56.8 | 31.6 | 54.9 |
| Bryozoaires | 42.7 | 1.5 | 14.5 | 5.8 | 12.1 |
| Cnidaires | 0.3 | 3.0 | 0.3 | 15.9 | 4.4 |
| Crustacés | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mollusques | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 42.4 | 5.4 |
| Spongiaires | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Tuniciers | 2.3 | 4.1 | 9.7 | 2.9 | 4.9 |
| Vers | 32.3 | 7.5 | 18.7 | 1.3 | 18.5 |



| | Abondance - Témoins - Avril 2015 | | | | |
|-------------|----------------------------------|-------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 10.1 | 79.3 | 81.6 | 19.9 | 31.5 |
| Bryozoaires | 66.3 | 8.3 | 0.0 | 12.7 | 22.1 |
| Cnidaires | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 13.8 |
| Crustacés | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.4 |
| Mollusques | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 35.8 | 17.8 |
| Spongiaires | 2.1 | 0.0 | 4.9 | 14.2 | 5.4 |
| Tuniciers | 17.2 | 9.8 | 6.6 | 7.6 | 1.8 |
| Vers | 3.4 | 2.6 | 6.9 | 6.6 | 7.2 |

| | Abondance - Témoins - Juin 2015 | | | | |
|-------------|---------------------------------|-------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 15.8 | 81.7 | 79.4 | 4.9 | 48.1 |
| Bryozoaires | 62.2 | 8.3 | 4.7 | 18.4 | 8.4 |
| Cnidaires | 1.2 | 0.9 | 0.0 | 2.2 | 7.8 |
| Crustacés | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 |
| Mollusques | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 56.2 | 7.1 |
| Spongiaires | 5.1 | 0.0 | 1.4 | 3.5 | 9.6 |
| Tuniciers | 6.5 | 5.4 | 3.8 | 10.3 | 4.0 |
| Vers | 9.2 | 3.7 | 10.7 | 4.6 | 13.7 |

| | Abondance - Témoins - Septembre 2015 | | | | |
|-------------|--------------------------------------|-------|-----------|---------------|--------------|
| | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Algues | 44.7 | 91.9 | 68.2 | 23.2 | 64.8 |
| Bryozoaires | 31.9 | 0.0 | 12.0 | 12.7 | 5.4 |
| Cnidaires | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 14.1 | 0.6 |
| Crustacés | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 |
| Mollusques | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 41.2 | 1.7 |
| Spongiaires | 6.1 | 0.3 | 2.0 | 2.3 | 3.7 |
| Tuniciers | 1.9 | 6.4 | 2.3 | 5.9 | 2.6 |
| Vers | 15.3 | 1.4 | 14.9 | 0.6 | 21.0 |



Les algues et les bryozoaires occupent les parts les plus importantes du peuplement. Si au cours de la saison, la part des bryozoaires diminue sur les témoins au profit des algues et des vers tubicoles ; elle semble en revanche se maintenir voir se développer sur les Biohut. La part des vers dans le peuplement 3F des Biohut est, elle, en augmentation constante au cours de la saison.

Les parts des tuniciers, des cnidaires et des spongiaires (dont la présence est plus sporadique) montrent des variations différentes selon les ports sans qu'aucune tendance précise ne s'en dégage. La présence de crustacés (balanes) étant anecdotique, aucune tendance n'est dégagée.

Les mollusques (moules) constituent un cas spécifique et ne concernent globalement que les ports du Barcarès et de Port-Vendres où ils occupent une part importante du peuplement 3F des Biohut. A Port-Barcarès la part des moules déjà importante en avril, augmente en juin avant de marquer une légère régression en septembre. A Port-Vendres, la part des moules très importante en avril, diminue drastiquement en juin puis de nouveau en septembre. Au regard de cette dernière observation, l'hypothèse d'une intervention extérieure avait été avancée. Cependant, la tendance pour les témoins étant rigoureusement identique, tant à Port-Barcarès qu'à Port-Vendres, il semble que l'évolution de la population de moules des Biohut subisse une régulation naturelle comparable à celle ayant lieu dans le milieu environnant.

L'abondance des différents taxons du peuplement 3F des Biohut suit le même schéma global que celui des pontons témoins : les mêmes relations de taxons majoritaires et minoritaires existent entre Biohut et témoins pour chaque port. L'évolution saisonnière est également très similaire entre Biohut et témoins, et, si des dissimilarités existent en avril sur les Biohut vis-à-vis des témoins, elles sont rapidement lissées en juin puis en septembre avec l'augmentation du temps d'immersion. Au Cap d'Agde, les algues, les bryozoaires, les tuniciers et les vers occupent une part importante du peuplement. A Carro, le peuplement est caractérisé par une écrasante majorité d'algues. A La Ciotat, les algues, les tuniciers et les vers sont les taxons les plus représentatifs du peuplement. A Port-Barcarès ce sont les algues, les cnidaires et les mollusques qui sont les groupes les plus significatifs. Enfin, pour Port-Vendres, notons la présence importante d'algues, de bryozoaires, de mollusques et de vers.

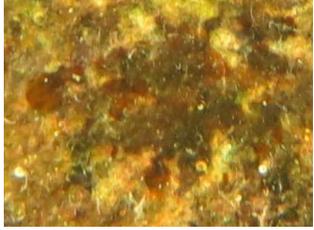
Focus sur les algues :

| | | Avril 2015 | | | | |
|----------------|--|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------|
| | | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Biohut | Algues (recouvrement en %) | 35.5 | 97.7 | 61.3 | 43.8 | 17.1 |
| | Dont algues filamenteuses (% des algues) | 98 | 27 | 82 | 62 | 98 |
| | Dont algues calcaires (% des algues) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Soit indice DCE | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| Témoins | Algues (recouvrement en %) | 10.1 | 79.3 | 81.6 | 19.9 | 31.5 |
| | Dont algues filamenteuses (% des algues) | 100 | 34 | 68 | 43 | 78 |
| | Dont algues calcaires (% des algues) | 0 | 2.9 | 10.8 | 0 | 1.3 |
| | Soit indice DCE | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |

| | | Juin 2015 | | | | |
|----------------|--|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------|
| | | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Biohut | Algues (recouvrement en %) | 35.1 | 89.9 | 46.0 | 10.9 | 34.9 |
| | Dont algues filamenteuses (% des algues) | 93 | 86 | 75 | 77 | 81 |
| | Dont algues calcaires (% des algues) | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | Soit indice DCE | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Témoins | Algues (recouvrement en %) | 15.8 | 81.7 | 79.4 | 4.9 | 48.1 |
| | Dont algues filamenteuses (% des algues) | 100 | 32 | 67 | 66 | 74 |
| | Dont algues calcaires (% des algues) | 0 | 4.9 | 5.9 | 0 | 0 |
| | Soit indice DCE | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 |

| | | Septembre 2015 | | | | |
|----------------|--|----------------|-------------|-------------|---------------|--------------|
| | | Cap d'Agde | Carro | La Ciotat | Port-Barcarès | Port-Vendres |
| Biohut | Algues (recouvrement en %) | 20.7 | 83.9 | 56.8 | 31.6 | 54.9 |
| | Dont algues filamenteuses (% des algues) | 72.58 | 83.44 | 85.17 | 74.77 | 95.86 |
| | Dont algues calcaires (% des algues) | 0 | 0.5 | 0 | 1.0 | 0 |
| | Soit indice DCE | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| Témoins | Algues (recouvrement en %) | 44.7 | 91.9 | 68.2 | 23.2 | 64.8 |
| | Dont algues filamenteuses (% des algues) | 92.6 | 47.9 | 49.3 | 47.9 | 82.9 |
| | Dont algues calcaires (% des algues) | 0 | 5.8 | 17.6 | 0 | 1.4 |
| | Soit indice DCE | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 |

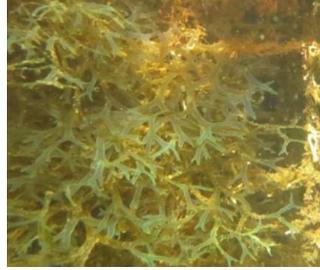
Algue brune encroûtante sp2



Algue filamenteuse sp.



Dictyota dichotoma



Tricellaria inopinata



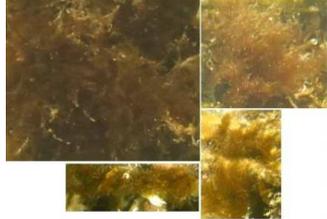
Chthamalus sp.



Botrylloides spp.



Algue brune sp2



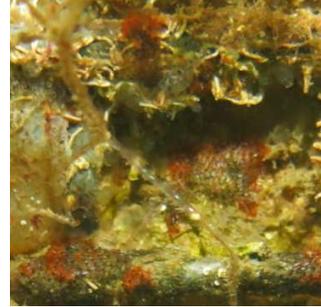
Algue rouge calcaire encroûtante sp.



Ulva sp.



Watersipora subtorquata



Mytilus sp.



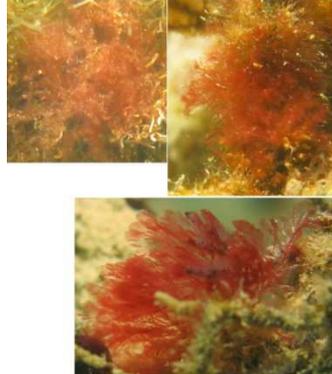
Botryllus schlosseri



Algue brune sp7



Algue rouge sp1



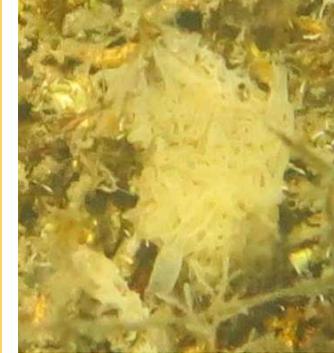
Bryzoaire encroûtant jaune sp.



Zoobotryon verticillatum



Ascandra contorta



Clavelina lepadiformis



Algue brune sp9



Algue rouge sp2



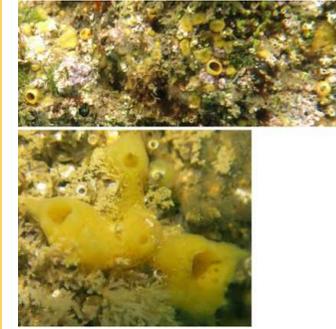
Bugula calathus



Anemone blanche sp.



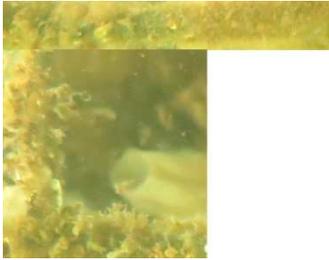
Cliona celata



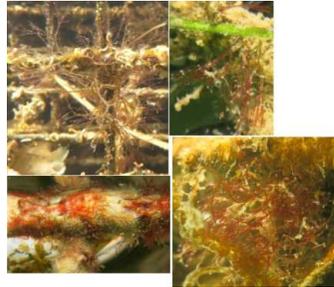
Diplosoma listerianum



Algue filamenteuse sp1



Algue rouge sp3



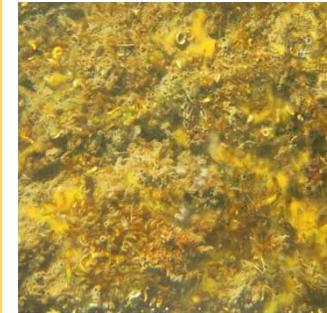
Bugula neritina



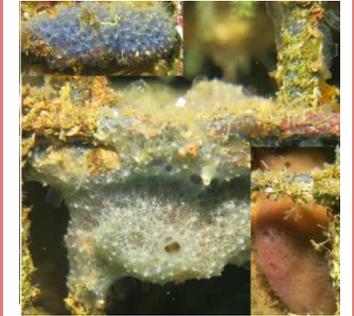
Anemone marron sp.



Eponge encroûtante jaune sp.



Diplosoma/Aplidium sp.



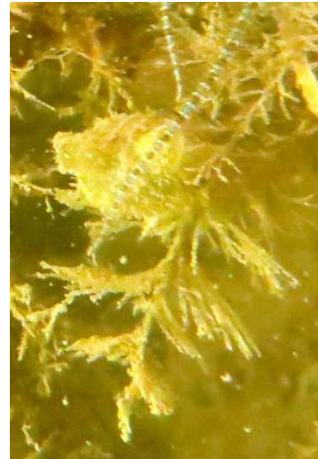
Algue filamenteuse sp2



Algue rouge sp6



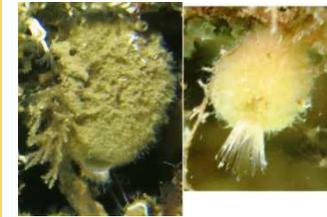
Bugula plumosa



Ectopleura larynx



Sycon sp.



Phallusia mamillata



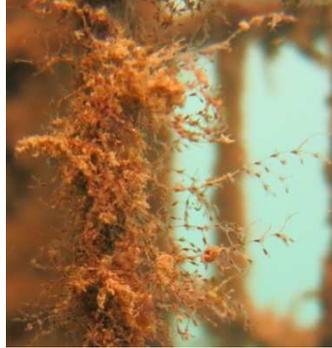
Algue filamenteuse sp4



Algue rouge sp7



Savignyella lafontii



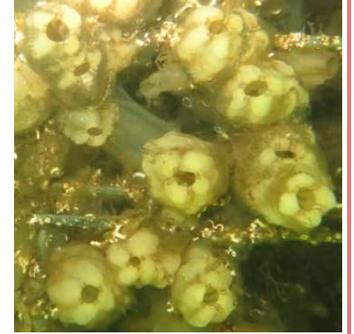
Eudendrium spp



Aplidium elegans



Styela plicata



Algue filamenteuse sp5



Algue verte sp1



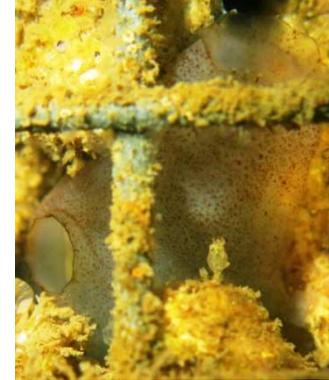
Schizobrachiella sanguinea



Kirchenpaueria halecioides



Ascidia mentula



Sabella spallanzanii



Algue filamenteuse sp6



Cladophora sp.



Schizoporella errata



Obelia sp.



Ascidiella aspersa



Vers tubicoles spp.



3 Conclusions et perspectives

Diversité de la 3F des Biohut

Ce suivi a permis d'identifier un nombre important d'espèces du peuplement de la flore/faune fixée des Biohut. Mettant ainsi en lumière la grande diversité portée par ces modules. Par ailleurs, certaines espèces rencontrées sur les Biohut n'ont pas été observées sur les pontons témoins. Il apparaît donc que localement, une biodiversité nouvelle, différente de celle du milieu environnant, apparaît sur les Biohut.

Sur les 54 morphotypes ségrégués, une part importante n'a pu être identifiée à l'espèce. La difficulté de l'identification provient, soit du fait que les spécimens rencontrés sont de très petite taille (algues, vers), soit que les critères d'identification certains se situent à l'échelle microscopique (bryozoaires, cnidaires, spongiaires, tuniciers). Parfois, bien qu'observés en microscopie, certains spécimens restent non identifiables, probablement parce que les espèces rencontrées sont peu communément étudiées par la science.

A titre d'exemple, 3 échantillons d'algues ont été prélevés sur des Biohut de Port-Barcarès, conservés dans l'alcool en sortie de plongée et remis à une spécialiste pour identification. Voici son diagnostic : « ce sont des structures microscopiques que je ne connais pas. Sur 3 échantillons, 2 étaient de la même espèce (même structures macro et micro), les deux « touffus à port buissonnant ». L'autre reste également non identifié, avec un aspect filiforme et une structure micro assez particulière (ramification dichotomique, brins de largeur identiques de deux cellules à chaque fois), mais là encore je n'ai pas de comparaison connue possible donc pas de nom à lui donner. ».

Arriver à une détermination plus précise des espèces non identifiées demanderait donc une étude beaucoup plus approfondie avec des moyens microscopiques avancés, voir une étude génétique.

Diversité de la 3F des Biohut comparée aux témoins

Pour certains ports, en particulier ceux où la diversité des Biohut reste égale (Port-Vendres) ou inférieure (Port-Barcarès) à la diversité des témoins, il paraîtrait intéressant de recenser toutes les espèces présentes sur l'ensemble d'un Biohut et de comparer cette diversité à une surface de ponton témoin équivalente à la surface totale d'un Biohut. Néanmoins, l'efficacité de l'échantillonnage à 3 quadrats est démontrée. Il permet un diagnostic fiable : facilement réalisable techniquement et à un coût maîtrisé.

Il pourrait être également intéressant, au moment de la maintenance des Biohut (nettoyage des grilles), de frotter à blanc une zone témoin sur un ponton proche. Ceci permettrait de comparer de façon plus égalitaire les richesses spécifiques des deux substrats dès les premiers mois de suivi 3F.

Abondance de la 3F

Si de même espèces sont retrouvées dans plusieurs ports, les données d'abondance ont permis de constater qu'il existe différents assemblages des espèces du peuplement 3F. Selon les ports, les relations de dominances entre les espèces sont variables. La biodiversité du peuplement 3F des Biohut est donc variable entre les ports sur le plan de l'abondance.

Chronologie du suivi

La succession des suivis a mis en évidence le fouling en évolution des Biohut : la 3F est de plus en plus riche avec l'augmentation du temps d'immersion. Poursuivre les suivis plus tardivement en saison, avant la maintenance hivernale, permettrait très certainement de recenser de nouvelles espèces.

En effet, des suivis similaires effectués entre juin 2014 et février 2015 ont démontré l'intérêt d'au moins un ou deux suivis supplémentaires en début et en fin d'hiver. De nouvelles espèces apparaissent en eaux froides et en ensoleillement réduit. Et la diversité du peuplement semble montrer un pic printanier, un pic hivernal avec une baisse de la diversité au cours de l'été. Cette courbe n'a pu être redémontrée cette année avec les seules 3 dates retenues.

Ainsi, le calendrier de répartition de l'ensemble des dates pourrait être amélioré et ajusté selon les conditions climatiques propres à chaque année. Nous proposerions le calendrier de principe suivant : 1 suivi de printemps entre avril et juin, 1 suivi d'été entre août et septembre, 1 suivi d'automne en octobre ou novembre et 1 suivi d'hiver en février.

Répartition géographique des ports du suivi 3F

Les 5 ports retenus pour ce suivi font tous partie du Golfe du Lion, ils sont situés sur une côte sous l'influence plus ou moins important du Rhône avec un plateau continental s'étendant loin vers le large. Il serait intéressant d'étudier des ports (comme Monaco, Mandelieu-la-Napoule ou Saint-Raphaël) situés plus à l'est vers la Mer Ligure, où le plateau continental est plus réduit et les eaux plus oligotrophes.

Ce suivi aura démontré la diversité importante rencontrée dans les ports en général et sur les Biohut en particulier. Cette flore et cette faune fixée regroupent des espèces parmi les moins étudiées par le monde de la recherche scientifiques. Pour cette biodiversité dite ordinaire peut présenter un intérêt majeur pour l'étude des changements globaux : elle n'est pas rare et d'une distribution large. Aussi, tout phénomène l'affectant serait facilement détectable. Le Biohut ensuite, constitue quant à lui une bonne échelle d'étude puisqu'accessible et reproductible. Les ports de la côté méditerranéenne française enfin, sont également des sites d'études parfaits pour l'étude des changements à venir : arrivées possibles de nouvelles espèces invasives par la navigation mondialisée, changement dans les assemblages spécifiques suite au réchauffement climatiques, migrations lessepsiennes, etc.



Aurélien Vion

109 rue René Cassin

83190 Ollioules

Tél : 06.46.87.67.73

Email : bio-tech.oceanologie@hotmail.com

Site : www.bio-tech-oceanologie.com



Ecocean

33 rue Chaptal

34000 Montpellier



Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

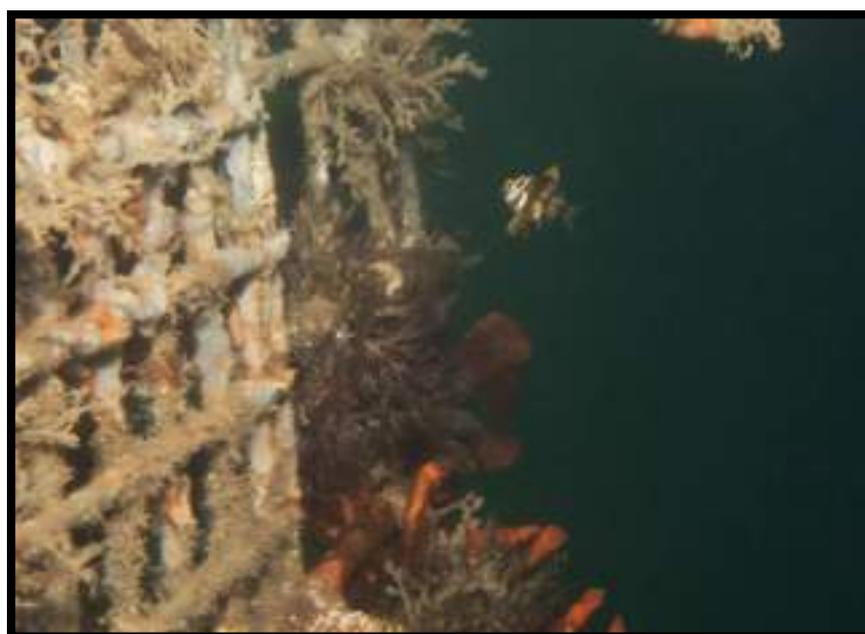
2-4 allée de Lodz

69363 Lyon Cedex 07

Réseau RESPIRE : Suivi 3F

Diagnostic de la faune, de la flore fixée et de la faune vagile du port de Saint-Mandrier

Mai à décembre 2016



| | |
|--|-----------|
| I. Matériel et Méthodes | 3 |
| Figure 1 : Localisation des unités standardisées d'observation dans le port de Saint-Mandrier | 4 |
| Figure 2 : Représentation de la méthode de suivi de l'ichtyofaune présente sur les unités standardisées d'observation | 4 |
| Figure 3 : Exemples de quadrats sur les unités standardisées d'observation de Saint-Mandrier et l'analyse à l'aide du logiciel CPCe | 5 |
| Figure 4 : Exemples de données obtenues grâce à l'analyse d'une photo par le logiciel CPCe | 6 |
| II. Programme de suivi | 10 |
| III. Résultats | 11 |
| A. Résultats attendus | 11 |
| B. Résultats après expertise et interprétations statistiques..... | 12 |
| • Comparaison du pourcentage de recouvrement des taxons sur les différentes zones, témoin, A, B et C pour chaque mois de mai à décembre 2016 | 12 |
| Figure 5 : Pourcentage de recouvrement des taxons par zone et par mois (de mai à décembre 2016) | 13 |
| • Evolution du pourcentage de recouvrement des taxons par zone sur l'ensemble des mois observés | 14 |
| Figure 6 : Evolution du pourcentage de recouvrement des taxons par zone (de mai à décembre 2016) | 14 |
| Figure 7 : Diversité spécifique en nombre de taxons observés par zone et par mois (de mai à décembre 2016) | 17 |
| Figure 8 : Diversité spécifique en Indice de Shannon-Weaver par zone et par mois (de mai à décembre 2016) | 18 |
| Figure 9 : Diversité spécifique en Indice de diversité de Simpson par zone et par mois (de mai à décembre 2016)..... | 18 |
| Figure 10 : Mise en évidence de l'abondance des Bryozoaires sur la zone C au mois d'août..... | 19 |
| Figure 11 : Mise en évidence de l'abondance des Bryozoaires sur la zone C au mois de septembre..... | 19 |
| C. Quadrat fixe | 20 |
| Figure 12 : Evolution du recouvrement dans le quadrat témoin de mai à décembre 2016..... | 20 |
| D. Organismes les plus fréquemment observés sur les unités standardisées d'observation du port de Saint-Mandrier..... | 21 |
| IV. Discussion..... | 22 |

Dans un effort de surveillance de l'état des eaux marines, la DCSMM (Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin) a imposé aux Etats membres de l'Union Européenne de mettre en place une « stratégie pour le milieu marin » visant à atteindre un bon état écologique du domaine maritime qui lui est rattaché d'ici 2020. Cette stratégie implique la mise en place de moyens d'élargissement des connaissances, ainsi que des aménagements côtiers permettant de rendre le milieu le plus favorable possible au bon état écologique.

C'est dans cet objectif que le réseau de surveillance RESPIRE a été créé et que l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC) y a répondu en permettant l'installation d'unités standardisées d'observation dans 23 ports répartis entre Port-Vendres et Monaco, en passant par la Corse. Ce sont alors les habitats artificiels (Biohut®), créé par le bureau ECOCEAN, qui ont déjà prouvés leur fiabilité par le passé (Projets NAPPEX) quant à la reproduction de conditions favorables à la survie des jeunes poissons, qui sont utilisé pour la surveillance de ces ports. Le réseau RESPIRE permet alors un suivi efficace de l'évolution spatio-temporelle du recrutement ichthyique sur les côtes, en caractérisant la population de jeunes recrues selon la diversité spécifique observée et l'abondance des espèces.

I. Matériel et Méthodes

Le projet RESPIRE implique un suivi régulier sur chaque port surveillé de ces habitats artificiels en réalisant des comptages et l'identification des espèces présentes.

Nous avons donc réalisé, une fois par mois, un suivi spécifique de mai à décembre 2016, de la faune et la flore fixées sur les nurseries artificielles placées dans le port de Saint-Mandrier-sur-Mer (83) (X: 43° 4' 0.01" Y: 5° 55' 59.99"), et de l'ichtyofaune post-larvaire (< 10 cm).

En effet, nous pouvons distinguer dans ce port 3 zones équipées de 3 unités standardisées d'observation, soit 9 habitats artificiels au total (Figure 1). Le suivi sera aussi réalisé sur une zone témoin, soit les enrochements de la digue Est de l'entrée du port, où seul un recensement par mois de l'ichtyofaune sera effectué.

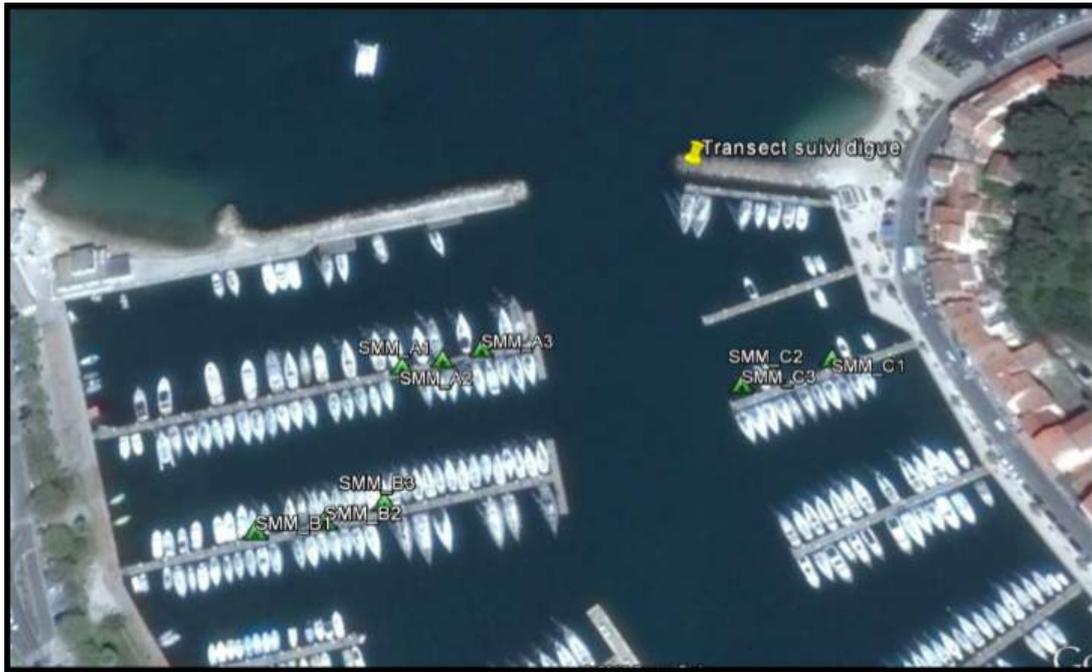


Figure 1 : Localisation des unités standardisées d'observation dans le port de Saint-Mandrier

La méthode de suivi des post-larves consiste à s'immerger, suffisamment lesté, équipé de palmes, d'un masque et d'un tuba, ainsi que d'une montre et d'un support immergeable pour prendre des notes, et de se placer à 1 m de la structure afin d'observer, pendant 3 minutes, chaque unité dans son ensemble.

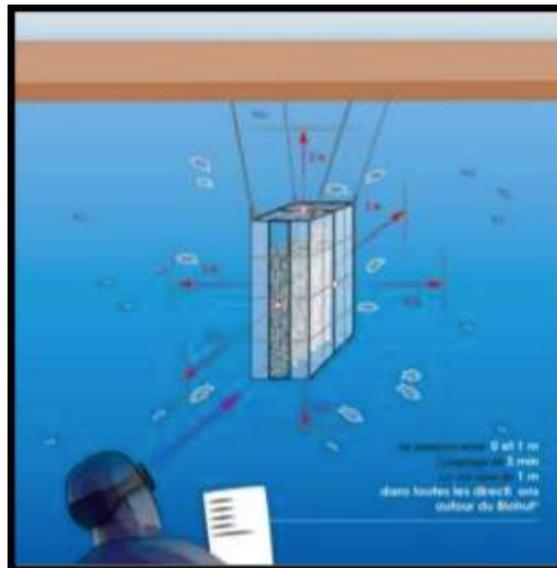


Figure 2 : Représentation de la méthode de suivi de l'ichtyofaune présente sur les unités standardisées d'observation

On procède alors à l'identification, à l'estimation de la taille et au comptage de l'ichtyofaune post-larvaire toutes espèces confondues.

Le temps d'observation fini, on réalise des photographies de 3 quadrats (10 cm x 15 cm) de façon aléatoire sur l'une des cages de chaque zone. Pour ce suivi, ce seront les structures A2, B2 et C2 qui seront choisies.

En supplément des quadrats aléatoires représentant chaque zone, un autre quadrat de dimensions identiques sera fixé sur une cage et dans la zone de notre choix (C3 dans ce cas présent) et sera ainsi photographié chaque mois (quadrat témoin).

Une fois le travail in situ réalisé et la saisie des données ichthyiques faite, une analyse des photographies des quadrats est alors nécessaire. Les photos sont expertisées à l'aide du logiciel CPCe (Coral Point Count with Excel Extensions développé par l'AERMC et Andromède Océanologie) en la réalisation d'une étude quantitative sur chaque quadrat. On procède alors au recensement des espèces animales et végétales présentes. Le pourcentage de recouvrement, ainsi que la diversité taxonomique, sont alors estimés grâce à 40 points de contrôle par quadrat choisis par le logiciel de façon aléatoire.

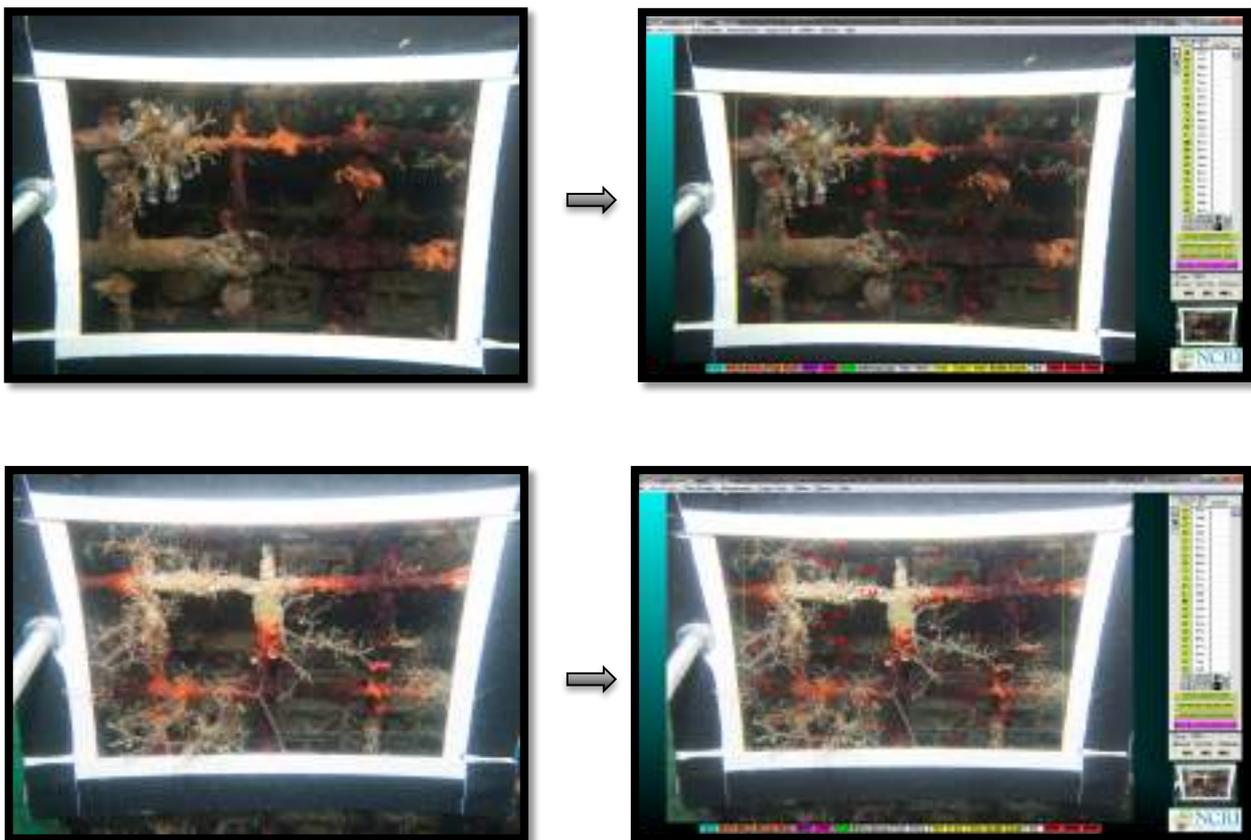


Figure 3 : Exemples de quadrats sur les unités standardisées d'observation de Saint-Mandrier et l'analyse à l'aide du logiciel CPCe

Ce travail d'analyse sur photos grâce au logiciel CPCe permet alors l'obtention d'un cumul de données qui serviront par la suite à une interprétation statistique.

The image shows a screenshot of the CPCe software interface. It displays a large table with multiple columns and rows. The columns represent different parameters or species, and the rows represent individual data points or samples. The table is organized into several sections, with some rows highlighted in a darker shade. The data appears to be numerical values, likely representing the results of the image analysis performed by the software.

Figure 4 : Exemples de données obtenues grâce à l'analyse d'une photo par le logiciel CPCe

Les espèces fixées seront classées en 8 taxons :

- **Macrophytes (calcaires/non-calcaires) :**

Le terme Macrophyte rassemble l'ensemble des plantes aquatiques visibles à l'œil nu. Que ce soient les Phanérogames (= plantes à fleurs), les Rhodophytes (= algues rouges), les Phaeophytes (= algues brunes) ou encore les Chlorophytes (= algues vertes). Ces dernières n'auront pas les mêmes exigences en termes de luminosité. En effet, celles qui ne demandent que peu de lumière seront les rhodophytes et inversement, les chlorophytes se trouveront dans les étages supérieurs. De nombreuses macrophytes sont pollusensibles et seront donc de bons indicateurs de la qualité de l'eau (pollution, réchauffement, acidification, eutrophisation).

Nous identifierons aussi dans ce taxon le gazon algal (= turf).

- **Porifères :**

Les Porifères ou Spongiaires sont des parazoaires (faible cohésion entre les cellules) qui peuvent être de couleurs et de formes très variées (arborescentes, encroûtantes,...). Les éponges présentent un système aquifère, c'est-à-dire qu'elles créent une circulation d'eau à l'intérieur de leurs tissus qui assure ses besoins physiologiques. Elles sont composées d'une cavité atriale (= l'atrium), de pores inhalants et d'oscles exhalantes. L'atrium de ces organismes primitifs est tapissé de cellules flagellées appelées choanocytes, qui lui permettent de fixer les nutriments. Ce sont des filtreurs. Les spongiaires sont classés selon la nature et la forme d'éléments qui forment leur squelette, les spicules (siliceux ou calcaires). Le tissu de cet organisme est majoritairement composé de spongine, qui est une protéine fibreuse assez souple.

- **Bryozoaires :**

D'apparence très primitive, cette classe appartenant à l'embranchement des Lophophoriens (lophophores : présence de tentacules en forme de couronne). Cette classe des Bryozoaires ou Ectoproctes, se place pourtant bien haute dans l'échelle de l'évolution. Ces organismes microphages suspensivores présentent des orifices bucco-annaux l'un à côté de l'autre (tube digestif en forme de U). Ces organismes vivent en colonies et chaque individu se situe dans une loge calcaire ou chitineuse (de 100 μm à 1 mm selon les espèces). Les bryozoaires se reproduisent par bourgeonnement (reproduction asexuée). Les colonies peuvent avoir une forme arbusculaire ou bien rampante.

- **Cnidaires :**

Les Cnidaires sont des organismes composés à 95% d'eau (= mésoglyée). Ils sont équipés de cellules urticantes (= cnidocytes) qui produisent du venin. Ils s'alimentent grâce à un orifice unique gastrovasculaire ou bucco-anal et respirent par diffusion de l'oxygène dissous à travers les tissus. Les cnidaires présentent tous une symétrie radiaire.

On distingue trois super-classes de Cnidaires : Les Hydrozoaires (formes méduses), les Scyphozoaires (formes méduses acalephes = absence de velum et présence de rhopalie) et les Anthozoaires (formes polypes uniques ou coloniaux).

- **Crustacés :**

Les Crustacés présentent un corps métamérisé à symétrie bilatérale. Leur cuticule (carapace) faite de chitine est composée d'une partie ventrale (= sternite) et d'une partie dorsale (= lergite). Leur corps est divisé en trois parties : céphalique, thoracique et abdominale. Les Crustacés présentent un pseudo-cerveau en position ventrale (système ganglionnaire). Selon les espèces, les crustacés peuvent présenter de simples ocelles (larves et crustacés inférieurs) ou bien des yeux pédonculés à facettes (crustacés supérieurs). Ils font preuves d'une capacité de chimiostatisme grâce à leur système d'antennes et d'antennules. On observera un dimorphisme sexuel chez un grand nombre d'espèces, ainsi qu'une reproduction exclusivement interne d'organismes gonochoriques (à l'exception des balanes qui sont hermaphrodites).

- **Mollusques :**

Les Mollusques sont des organismes à corps mou. Ils présentent une céphalisation importante (sauf chez les Bivalves, Monoplacophores et Aplacophores) et des organes bien spécialisés. Parmi les différentes classes composant ce taxon, nous pouvons citer les Gastéropodes et les Céphalopodes, ces derniers étant les plus évolués de l'embranchement des mollusques. La masse viscérale est protégée par un tégument appelé manteau qui va fabriquer une coquille externe (ex : bivalves) ou interne (ex : céphalopodes). On observe, entre la masse viscérale et le manteau, une cavité palléale dans laquelle se trouve les branchies qui permettent l'oxygénation de l'animal. Les mollusques ont tous une langue râpeuse appelée radula. Ils ont un sang qui contient de l'hémocyanine (ion Cu^{2+} au lieu du Fe^{2+} contenu dans les globines du sang des mammifères).

- **Annélides :**

Parmi l'important embranchement des Annélides, on peut distinguer différentes classes comme les Polychètes errants ou sédentaires (tubicoles), les Oligochètes, les Achètes, les Sipunculien et autres. Ce sont des coelomates, c'est-à-dire qu'ils ont une vraie cavité interne délimitée par une membrane appelée péritoine. Leur tube digestif est sophistiqué. Les annélides présentent une symétrie bilatérale. La plupart (= Polychètes et Oligochètes) sont des organismes métamérisés à l'exception des zones antérieures et postérieures. Ils disposent d'un ganglion nerveux par métamère, en position ventrale (= hyponeurien). Chaque métamère est cloisonné par une membrane appelée dissépiment. Celui-ci joue aussi un rôle important dans la production des gamètes nécessaires à la reproduction.

- **Tuniciers :**

Cet embranchement est exclusivement marin et regroupe les classes des Appendiculaires, des Thaliacés et des Ascidiacés (les plus fréquemment rencontrés). Ils peuvent être, soit sous forme solitaire, soit sous forme de colonies ; soit benthiques, soit pélagiques. Ils sont habillés d'une tunique épaisse composée de tunicine secrétée par l'épiderme. Les Tuniciers se situent à un carrefour de l'évolution, car ils disposent d'une corde (prémisse de la colonne vertébrale chez les vertébrés) qu'ils perdent généralement lors de la métamorphose, à la fin de leur stade larvaire. La partie ventrale est équipée d'un endostyle cilié recouvert d'un mucus permettant de capter les nutriments. Il est équipé d'un pharynx percé (= pharyngotrème) qui lui permet la filtration de l'oxygène dissous. Les tuniciers sont tous hermaphrodites.

La catégorie inorganique représentera les zones d'ombre (zones trop sombres rendant l'identification impossible), les puits de lumière (zones laissant apparaître le jour à travers la structure) et les zones de métal non recouvertes.

La catégorie indéterminée sera utilisée quand il y aura un doute sur l'espèce observée, que ce soit par manque de netteté sur la photo, par méconnaissance de l'espèce ou encore par incapacité d'identification par simple photographie.

II. Programme de suivi

Le choix des dates pour réaliser le suivi sera fait en fonction de différentes conditions à respecter pour une bonne représentation de l'évolution de ces biotopes.

- Les suivis devront être réalisés une fois par mois à un intervalle de temps régulier.
- De même, il sera nécessaire d'être vigilant sur les conditions météorologiques, qu'elles soient favorables, le jour de l'observation in situ, mais aussi les jours précédents. En effet, un fort apport d'eau douce par des précipitations peut modifier la salinité des eaux de surface dans le port et donc perturber le bon équilibre de ce microcosme. Cette eau douce de surface peut aussi troubler de façon très importante le milieu (différence de densité) et rendre donc l'observation difficile. De trop fortes précipitations pourraient aussi entraîner un lessivage des sols et donc un apport anthropique important, rendant le milieu excessivement turbide et ainsi le suivi impossible.
- Il est aussi important de s'intéresser à la hauteur de la houle s'il y en a, ainsi qu'à son orientation par rapport à l'orientation du port. En effet, si celle-ci est entrante, l'agitation de surface perturbera de façon importante l'ichtyofaune normalement inféodée à ces habitats artificiels.
- De même, il est important de tenir compte de la vitesse du vent car celui-ci pourrait créer des clapots gênant aussi le bon déroulement de l'observation.

8 suivis ont donc été réalisés.

Les dates qui ont été choisies pour les mois de mai à décembre 2016 sont les suivantes :

- 17 mai 2016
- 17 juin 2016
- 12 juillet 2016
- 15 août 2016
- 24 septembre 2016
- 25 octobre 2016
- 27 novembre 2016
- 17 décembre 2016

III. Résultats

A. Résultats attendus

Avant toute interprétation concrète du suivi, nous attendons une présence ichthyique localisée dans le temps en fonction des périodes de recrutements déjà bien connues pour certaines espèces, comme les Sparidae (*D. puntazzo*, *D. vulgaris* ou *D. sargus sargus*). Les résultats concernant le suivi ichthyologique seront présentés dans un rapport annexe.

De même, nous attendons une évolution de la diversité spécifique et du taux de recouvrement de la faune et la flore fixées, sur les structures en fonction des saisons et des paramètres environnementaux associés.

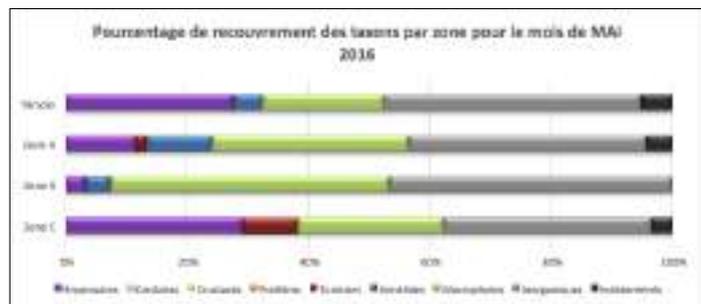
Les structures étant placées sous-pontons dans le port de Saint-Mandrier, il sera important de vérifier si différents paramètres ne viennent pas perturber le bon fonctionnement des dispositifs. Ces paramètres peuvent être la pollution sonore (pour le suivi poisson) due à la présence humaine importante sur ces pontons (essentiellement en périodes estivales), ou encore le manque de luminosité et donc le sous-développement attendu des Macrophytes situés dans les premiers échelons de la chaîne trophique.

B. Résultats après expertise et interprétations statistiques

- Comparaison du pourcentage de recouvrement des taxons sur les différentes zones, témoin, A, B et C pour chaque mois de mai à décembre 2016

Le témoin représentera le quadrat fixe sur l'habitat artificiel C3 et les zones A, B et C seront représentées par la moyenne des 3 quadrats aléatoires réalisés sur les structures A2, B2 et C2 à chaque intervention.

| MAI | Zone C | Zone B | Zone A | Témoin |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Bryozoaires | 29,17 | 3,33 | 11,67 | 27,50 |
| Cnidaires | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Crustacés | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusques | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Porifères | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tentaciles | 8,17 | 0,00 | 1,67 | 0,00 |
| Annélides | 0,00 | 4,17 | 10,83 | 5,00 |
| Macrophytes | 24,17 | 45,83 | 32,50 | 30,00 |
| Interpéniques | 34,17 | 46,67 | 39,17 | 42,50 |
| Indéterminés | 3,33 | 0,00 | 4,17 | 5,00 |



| JUIN | Zone C | Zone B | Zone A | Témoin |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Bryozoaires | 51,67 | 0,83 | 4,17 | 47,50 |
| Cnidaires | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Crustacés | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusques | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Porifères | 0,83 | 0,00 | 1,67 | 0,00 |
| Tentaciles | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 0,00 |
| Annélides | 0,00 | 5,83 | 10,00 | 0,00 |
| Macrophytes | 27,50 | 60,83 | 54,17 | 32,50 |
| Interpéniques | 34,17 | 27,50 | 25,83 | 37,50 |
| Indéterminés | 4,17 | 3,33 | 3,50 | 3,50 |



| JUILLET | Zone C | Zone B | Zone A | Témoin |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Bryozoaires | 75,33 | 0,00 | 17,50 | 60,00 |
| Cnidaires | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Crustacés | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusques | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Porifères | 0,00 | 0,00 | 0,83 | 0,00 |
| Tentaciles | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Annélides | 0,00 | 2,50 | 13,33 | 0,00 |
| Macrophytes | 7,50 | 63,33 | 31,67 | 25,00 |
| Interpéniques | 34,17 | 32,50 | 23,00 | 10,00 |
| Indéterminés | 5,00 | 1,67 | 1,67 | 5,00 |



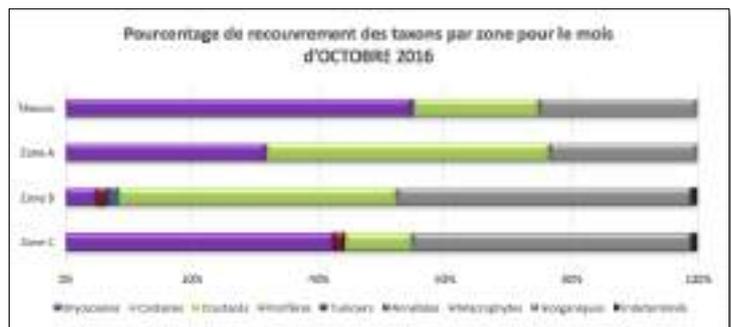
| AOÛT | Zone C | Zone B | Zone A | Témoin |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Bryozoaires | 77,50 | 17,50 | 49,17 | 62,50 |
| Cnidaires | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Crustacés | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusques | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Porifères | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tentaciles | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Annélides | 0,00 | 0,83 | 1,67 | 0,00 |
| Macrophytes | 1,67 | 60,00 | 27,50 | 25,00 |
| Interpéniques | 15,33 | 18,33 | 28,17 | 7,50 |
| Indéterminés | 3,50 | 3,33 | 3,50 | 5,00 |



| SEPTEMBRE | Zone C | Zone B | Zone A | Totaux |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Bryozoaires | 65,00 | 3,33 | 36,67 | 105,00 |
| Cnidaires | 0,83 | 0,00 | 0,00 | 0,83 |
| Crustacés | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusques | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Porifères | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tuniciens | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Annélides | 0,00 | 0,83 | 0,83 | 1,67 |
| Macrophytes | 18,33 | 77,50 | 37,50 | 133,33 |
| Inopercués | 13,33 | 15,83 | 19,17 | 48,33 |
| Indéterminés | 2,50 | 2,50 | 5,83 | 10,83 |



| OCTOBRE | Zone C | Zone B | Zone A | Totaux |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Bryozoaires | 42,50 | 5,00 | 31,67 | 79,17 |
| Cnidaires | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Crustacés | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusques | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Porifères | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tuniciens | 1,67 | 1,67 | 0,00 | 3,33 |
| Annélides | 0,00 | 1,67 | 0,00 | 1,67 |
| Macrophytes | 33,83 | 44,17 | 45,00 | 123,00 |
| Inopercués | 44,17 | 46,67 | 23,33 | 114,17 |
| Indéterminés | 0,83 | 0,83 | 0,00 | 1,67 |



| NOVEMBRE | Zone C | Zone B | Zone A | Totaux |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Bryozoaires | 39,17 | 3,33 | 35,00 | 77,50 |
| Cnidaires | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Crustacés | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusques | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Porifères | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tuniciens | 4,17 | 0,00 | 0,00 | 4,17 |
| Annélides | 0,83 | 4,17 | 0,00 | 5,00 |
| Macrophytes | 9,17 | 63,33 | 26,17 | 98,67 |
| Inopercués | 45,83 | 28,33 | 30,00 | 104,17 |
| Indéterminés | 0,83 | 0,83 | 5,83 | 7,50 |



| DÉCEMBRE | Zone C | Zone B | Zone A | Totaux |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Bryozoaires | 52,50 | 9,17 | 15,83 | 77,50 |
| Cnidaires | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Crustacés | 0,00 | 0,00 | 0,83 | 0,83 |
| Mollusques | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Porifères | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tuniciens | 12,50 | 3,33 | 0,00 | 15,83 |
| Annélides | 2,50 | 9,17 | 10,83 | 22,50 |
| Macrophytes | 30,00 | 55,00 | 50,83 | 135,83 |
| Inopercués | 14,17 | 21,67 | 20,00 | 55,83 |
| Indéterminés | 8,33 | 1,67 | 1,67 | 11,67 |



Figure 5 : Pourcentage de recouvrement des taxons par zone et par mois (de mai à décembre 2016)

- Evolution du pourcentage de recouvrement des taxons par zone sur l'ensemble des mois observés

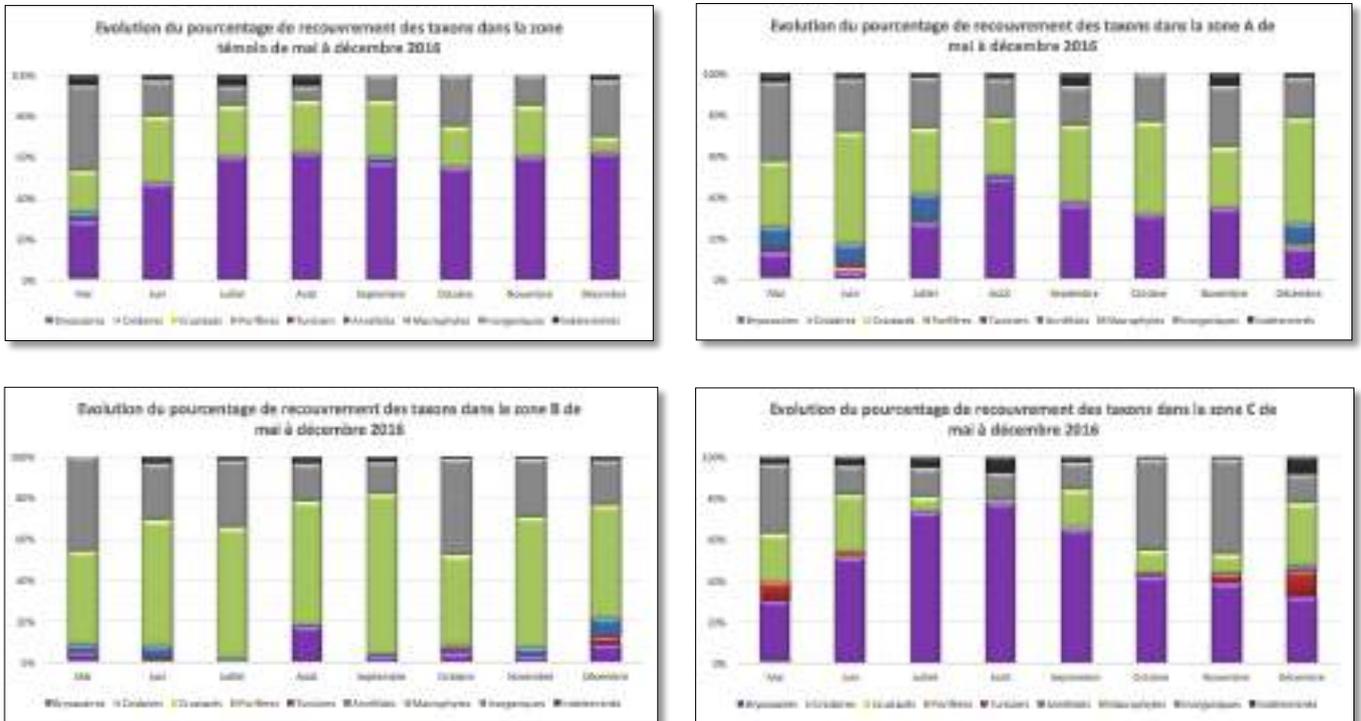


Figure 6 : Evolution du pourcentage de recouvrement des taxons par zone (de mai à décembre 2016)

Nous pouvons ainsi constater une certaine hétérogénéité des résultats entre les différentes zones.

Nous précisons que la présence de Macrophytes est représentée en totalité par du gazon algal (=turf).

La zone B présente un fort recouvrement de gazon algal sur l'ensemble de l'année et un développement pauvre des autres taxons. Ceci peut s'expliquer par une très faible luminosité sous les pontons de la zone B et donc un sous-développement d'un grand nombre de taxons.

Nous pouvons constater que la zone A présente aussi de moins bons résultats quant au développement de différents taxons sur l'ensemble de l'année en comparaison avec la zone C, beaucoup plus riche.

Le taxon majoritairement observé est celui des Bryozoaires présents sur chaque zone et sur l'ensemble de l'année. Ce taxon, composé de filtreurs, va être parfaitement adapté aux zones portuaires riches en apports organiques. Le genre *Cellepora* encroûtant sur les structures est observé dans chacune des zones. En effet, cette faune préférant les zones d'ombres, nous pouvons observer un fort taux de recouvrement sur les structures sous-pontons. Ces derniers évitent tout de même l'étouffement par les algues et sera donc plus observé dans la zone C où il y a moins de turf que dans les zones A et B.

A ces derniers, s'associeront le genre *Schizoporella*, encroûtant lui aussi, observé cependant dans les zones de petits fonds et exposées contrairement au genre *Cellepora*. La zone C bénéficiant d'une luminosité plus importante, nous avons donc pu les observer exclusivement dans cette zone, de mai à novembre et de façon moins importante en décembre.

De même, nous avons pu observer une importante concentration de Bryozoaires du genre *Scrupocellaria*, se présentant sous la forme de colonies branchues et touffues fortement calcifiées. Ceux-ci ont pu être observés sur l'ensemble des structures de mai à décembre et ainsi ne paraît pas présenter d'exigences particulières concernant les conditions environnementales ambiantes.

Nous avons aussi pu constater la présence du genre *Myriapora*, un genre sciaphile ne supportant pas la lumière directe. Cependant, cet organisme se développant habituellement à l'entrée de cavité, il apprécie tout de même la présence d'une luminosité non intense. Nous avons donc pu les rencontrer essentiellement dans la zone C, la plus éclairée des trois mais ne subissant pas de lumière directe.

Enfin, les Bryozoaires majoritairement présents sont de l'espèce *Amathia verticillata*, appelés aussi Bryozoaires spaghetti. Ils se présentent sous forme de colonies arborescentes, densément ramifiées, souples et d'apparence translucide. Cette espèce est fréquemment rencontrée dans les eaux souillées, calmes, sur des substrats durs et peu profonds. Ils s'accommodent donc très bien aux unités standardisées d'observation dans les zones portuaires. Nous avons essentiellement pu observer cette espèce dans la zone C, avec un pic de recouvrement sur la période estivale (de juillet à septembre). En effet, nous pouvons expliquer cela par ces préférences pour les zones exposées, peu profondes et chaudes. Nous pouvons observer quelques colonies résister jusqu'au début de l'hiver. Cette espèce particulièrement touffue et envahissante, est un abri très profitable pour les jeunes poissons.

Un autre taxon observé sur ces structures sous-pontons est celui des Tuniciers. En effet, *Clavelina lepadiformis* est une espèce fréquemment rencontrée dans les petits fonds jusqu'à 50 m de fond. N'ayant donc pas d'exigences particulières concernant l'exposition et se développant très bien sur des substrats durs verticaux, on peut donc les observer dans toutes les zones surveillées du port

de Saint-Mandrier sur toute la période d'observation. Cependant, elle apparaîtra tout de même plus abondante dans la zone C.

Un autre genre de Tunicier rencontré est le genre *Aplousobranchia*. Ce genre de Tunicier, boursoufflé, jaune à liseré blanchâtre autour des orifices atriales et sous forme de colonies éparées, a pu être essentiellement observé exclusivement dans la zone C sur toute la durée d'observation.

Le genre *Asciella*, Tunicier sous forme solitaire de couleur grisâtre, appréciant aussi les eaux calmes et turbides, a aussi pu être observé dans l'ensemble des zones surveillées. Cependant, celui-ci préfère les eaux froides ce qui explique son absence sur la période estivale.

Le taxon des Annélides observé sur les structures immergées de Saint-Mandrier est représenté par un seul genre, les *Spirobranchus*. Ces vers tubicoles, blancs, de petite taille et abondants, se fixent à une grande diversité de substrats. On les trouve de la surface à 70 m de fond. Le facteur luminosité ne justifie donc pas le développement ou non de l'organisme. Nous avons donc pu l'observer en abondance sur les trois zones, mais d'autant plus sur les habitats artificiels de la zone A et B étant moins riches en diversité taxonomique et laissant donc profiter ces Annélides de plus de place pour se développer. Nous pouvons tout de même nous demander si l'absence d'Annélides, à certaines périodes (comme la période estivale dans la zone C), ne serait pas en fait expliqué par l'incapacité de les observer sur les photos due à la forte présence des Bryozoaires.

Les crustacés très fréquemment observés sont des crevettes du genre *Palaemon*. Les *Palaemon elegans*, crevettes transparentes avec de nombreux points clairs et des stries brunâtres, sont très communes dans les zones portuaires. Elles tolèrent de très fortes variations de températures (variations de 30°C) et de salinité (variations de 40g de sel/L), ce qui explique qu'on l'on ait pu les observer toute l'année.

Les différents reliefs des unités standardisées d'observation et la diminution de lumière naturelle certains mois engendrent la présence de certaines zones d'ombre, ou au contraire des puits de lumière, qui représentent la catégorie inorganique.

- Diversité spécifique sur les différentes zones, témoin, A, B et C pour chaque mois de mai à décembre 2016

La diversité spécifique sera évaluée grâce à :

Nombre total de taxons observés

Indice de Shannon-Weaver

Indice de diversité de Simpson (1-D)

- Plus les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver sont élevées et plus le milieu sera riche en diversité taxonomique.
- Les valeurs de l'indice de diversité de Simpson ($1 - D = 1 - \text{Indice de Simpson}$) varient de 0 à 1 (0 = faible diversité ; 1 = forte diversité).

- Nombre de taxons observés

(Le nombre de taxons observés indiquera le nombre total de taxons sur les 3 quadrats par zone et non la moyenne)

| | Nombre de taxons* observés | | | |
|-----------|----------------------------|--------|--------|--------|
| | Témoin | Zone A | Zone B | Zone C |
| Mai | 4 | 5 | 3 | 4 |
| Juin | 3 | 6 | 5 | 5 |
| Juillet | 3 | 5 | 3 | 3 |
| Août | 3 | 4 | 4 | 3 |
| Septembre | 3 | 4 | 4 | 4 |
| Octobre | 2 | 2 | 5 | 4 |
| Novembre | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Décembre | 3 | 5 | 5 | 5 |

*= Macrophytes (=turf), Bryozoaires, Cnidaires, Crustacés, Mollusques, Porifères, Tuniciers, Annélides, indéterminés.

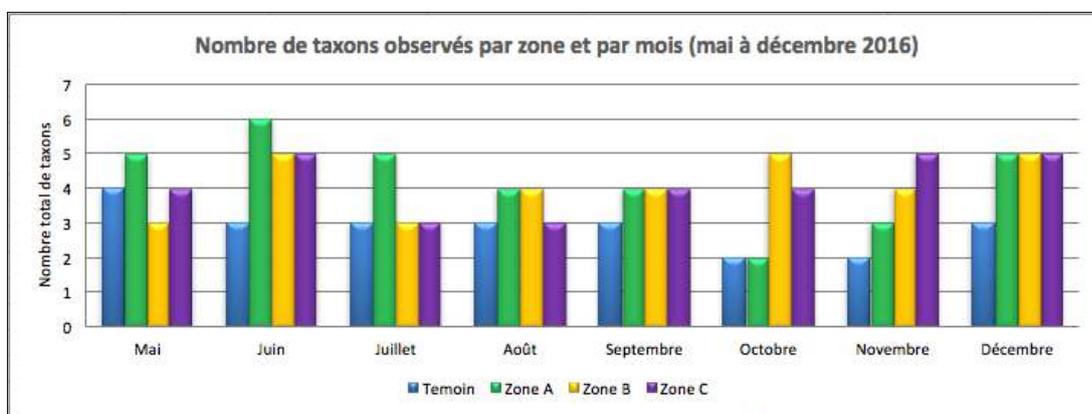


Figure 7 : Diversité spécifique en nombre de taxons observés par zone et par mois (de mai à décembre 2016)

- Indice de Shannon-Weaver
(Calculé grâce à la moyenne des trois répliquas par zone)

| | Indice de Shannon Weaver | | | |
|-----------|--------------------------|--------|--------|--------|
| | Temoin | Zone A | Zone B | Zone C |
| Mai | 1,34 | 1,36 | 0,89 | 1,27 |
| Juin | 1,12 | 1,20 | 1,01 | 1,14 |
| Juillet | 1,03 | 1,39 | 0,80 | 0,77 |
| Août | 0,98 | 1,01 | 0,93 | 0,61 |
| Septembre | 1,03 | 1,22 | 0,69 | 0,91 |
| Octobre | 1,00 | 1,02 | 0,95 | 1,04 |
| Novembre | 0,94 | 1,21 | 0,90 | 1,07 |
| Décembre | 0,94 | 1,20 | 1,19 | 1,49 |

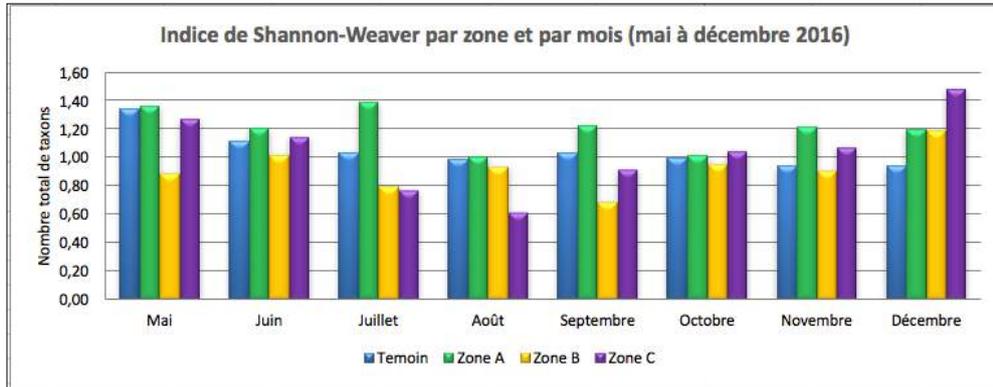


Figure 8 : Diversité spécifique en Indice de Shannon-Weaver par zone et par mois (de mai à décembre 2016)

- Indice de diversité de Simpson
(Calculé grâce à la moyenne des trois répliquas par zone)

| | Indice de diversité de Simpson | | | |
|-----------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| | Temoin | Zone A | Zone B | Zone C |
| Mai | 0,70 | 0,70 | 0,55 | 0,68 |
| Juin | 0,64 | 0,61 | 0,55 | 0,62 |
| Juillet | 0,57 | 0,73 | 0,49 | 0,42 |
| Août | 0,54 | 0,56 | 0,51 | 0,34 |
| Septembre | 0,58 | 0,67 | 0,36 | 0,49 |
| Octobre | 0,60 | 0,61 | 0,56 | 0,60 |
| Novembre | 0,56 | 0,68 | 0,51 | 0,61 |
| Décembre | 0,53 | 0,64 | 0,62 | 0,74 |

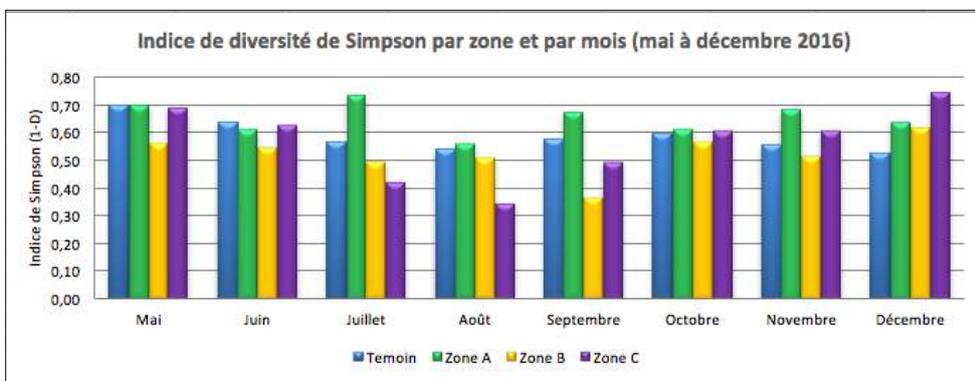


Figure 9 : Diversité spécifique en Indice de diversité de Simpson par zone et par mois (de mai à décembre 2016)

Nous pouvons donc constater que les indices de diversité sont très hétérogènes en fonction des zones étudiées. Comme observé précédemment, la zone B présente une diversité taxonomique généralement inférieure aux autres zones. Il est important de préciser que la zone C profitant d'une luminosité nettement plus favorable au développement d'un grand nombre d'espèces, semble pourtant présenter des indices de diversité très faibles pendant la période estivale. Nous pouvons bien évidemment expliquer ceci par l'imposante concentration de Bryozoaires, qui empêche l'observation d'autres taxons pouvant être présents sur les habitats artificiels. Il est donc important de préciser que ce résultat correspond à la diversité taxonomique observée, pouvant être sensiblement différente de la réalité dans ce cas précis.

Figure 10 : Mise en évidence de l'abondance des Bryozoaires sur la zone C au mois d'août



Figure 11 : Mise en évidence de l'abondance des Bryozoaires sur la zone C au mois de septembre

C. Quadrat fixe



Figure 12 : Evolution du recouvrement dans le quadrat témoin de mai à décembre 2016

D. Organismes les plus fréquemment observés sur les unités standardisées d'observation du port de Saint-Mandrier



Taxon : Bryozoa
C2 - 27/11/16
Genre : *Amathia*
Espèce : *verticillata*



Taxon : Bryozoa
C2 - 27/11/16
Genre : *Myriapora*
Espèce : *truncata*



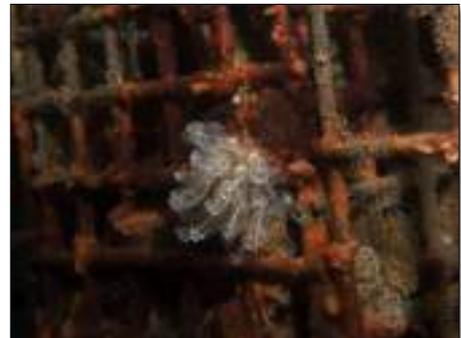
Taxon : Annelida
B2 - 17/06/16
Genre : *Spirobranchus*
Taxon : Tunicata
Genre : *Asciidiella*



Taxon : Tunicata
C3 - 27/11/16
Genre : *Aplousobranchia*



Taxon : Crustacea
A2 - 12/07/16
Genre : *Palaemon*
Espèce : *elegans*



Taxon : Tunicata
C1 - 27/11/16
Genre : *Clavelina*
Espèce : *lepadiformis*



Taxon : Bryozoa
C1 - 25/10/16
Genre : *Schizoporella* et *Cellepora*



Taxon : Bryozoa
C3 - 25/10/16
Genre : *Scrupocellaria*

IV. Discussion

Nous avons donc pu constater, sur les unités standardisées d'observation installées dans le port de Saint-Mandrier, la présence continue sur l'année de plusieurs taxons. Les plus abondants sont la classe des Bryozoaires, les Macrophytes (=turf), puis les Annélides tubicoles, les crustacés, les Tuniciers et enfin de très rares Porifères.

Cependant, ce suivi réalisé sur ces structures, nous a permis de mettre en évidence des différences significatives des paramètres environnementaux (le plus probable étant le facteur lumière) pouvant être favorables ou non au développement de la faune et de la flore fixées et ainsi permettre de créer un habitat propice à l'installation de l'ichtyofaune post-larvaire, pendant toute la période précédant l'âge adulte.

Nous avons donc pu relever de meilleurs résultats de diversité taxonomique et de taux de recouvrement sur la zone bénéficiant d'une plus forte luminosité, c'est à dire la zone C. De même, nous avons pu constater que cette zone a été la plus fréquentée par les différents individus post-larvaires observés (*Oblada melanura*, *Diplodus sargus sargus*, *Diplodus puntazzo*, *Diplodus annularis* et *Diplodus vulgaris*) sur l'ensemble de l'année (de mai à décembre 2016).

La différence fondamentale entre le ponton de la zone C et ceux des zones A et B, est que celui-ci est un ponton fixe, contrairement aux autres zones équipées de pontons flottants.

Les pontons fixes sont équipés de plusieurs piliers et permettent de bénéficier d'un espace dégagé, stable et lumineux, contrairement aux pontons flottants équipés de cubes opaques sur toute leur longueur, entourant complètement les nurseries artificielles et ne permettant donc pas à la lumière de pénétrer dans cet espace.

De plus, les post-larves pouvant être observées sur les structures sous les pontons flottants doivent subir constamment de forts mouvements des récifs artificiels, induits par le passage des plaisanciers (essentiellement en période estivale) contrairement aux pontons fixes qui permettent une stabilité supprimant alors cette perturbation.

Enfin, en réalisant ces observations sous-pontons nous avons pu constater une nette amplification des nuisances sonores sous les pontons flottants par rapport aux pontons fixes, bien plus hauts et limitant les surfaces de contacts avec l'eau.