



PROGRAMME NUhAGE



Rapport de campagne printemps 2015

Mai 2015



**Programme financé par :**

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délégation PACA et Corse – AGAF
62, La Canebière – Immeuble Le Noailles
13001 Marseille

Conseil Général du Var
Direction de l'Environnement
Service Mer et Littoral
390, av. des Lices
CS 41303
83076 Toulon Cedex

Réalisation :

GIS Posidonie
MIO - Oceanomed, case 901
Campus de Luminy
163, avenue de Luminy
13288 Marseille Cedex 09
Tél. : 04 86 09 05 73

Responsable scientifique :

Charles-François Boudouresque

Responsable de l'étude :

Laurence Le Diréach / Courriel : laurence.ledireach@univ-amu.fr

Rédaction :

Patrick Astruch, Laurence Le Diréach, Elodie Rouanet, Jean-Yves Jouvenel

Participation au terrain :

Patrick Astruch (GIS Posidonie), Adrien Goujard (GIS Posidonie), Laurence Le Diréach (GIS Posidonie) et Elodie Rouanet (GIS Posidonie), Laureline Chassaing (GIS Posidonie), Mireille Harmelin-Vivien, Jean-Yves Jouvenel (P2A), Bérangère Casalta (CCGST), Grégory Sylla (CCGST),.

Traitements des échantillons d'isotopes stables au laboratoire :

Mélanie Ourgaud (MIO), Laureline Chassaing (stagiaire GIS Posidonie)

Réalisation des cartes :

Adrien Goujard

Mise en forme et archivage des données Denis BONHOMME, Adrien Goujard

Dossier 2013-20

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ASTRUCH P., LE DIREACH L., ROUANET E., GOUJARD A., CHASSAING L., JOUVENEL J.Y., BONHOMME D., 2015. Programme NUhAGE, nurseries, habitats, génie écologique, Rapport de campagne printemps 2015. Contrat GIS Posidonie - MIO-P2A développement / Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse – Conseil Général du Var, 39 p.

Table des matières

Résumé du projet	5
1 Organisation et acteurs du programme	6
2 Déroulement des opérations	9
2.1 Rappel des sites ateliers	9
2.2 Echelles d'observation	11
2.3 Modalités d'acquisition des données sur le terrain	14
2.3.1 Comptages visuels de juvéniles et description de l'habitat	14
2.3.2 Prélèvements par pièges lumineux	21
2.3.3 Analyse des pressions anthropiques	31
2.4 Analyse des données au laboratoire	34
2.4.1 Saisie et vérification des données	34
2.4.2 Premières analyses statistiques	34
2.4.3 Traitement des données des isotopes stables	34
2.4.4 Captures des pièges lumineux	34
3 Prochaines étapes	35
3.1 Prochaines actions à entreprendre	35
3.2 Objectifs de l'analyse des données	35
3.3 Livrables	36
4 Bibliographie	37

Résumé du projet

Le programme NUhAGE (NURseries, hABitats, Génie Ecologique) a pour objectif de **caractériser les nurseries de poissons dans les petits fonds côtiers du Var**, à partir de données d'observation de terrain collectées en juin, juillet, octobre 2014 et avril 2015.

Au sein des sites atelier du golfe de Saint-Tropez, des '3 caps' et de la lagune du Brusc, le croisement des informations issues (i) des investigations en plongée (identification des zones de recrutement, observation de l'habitat, comptages visuels des juvéniles, photos et vidéos), (ii) de la capture de postlarves à l'aide de pièges lumineux et (iii) d'enquêtes réalisées auprès des pêcheurs professionnels, a pour objectif de caractériser la structure de l'habitat (paramètres abiotiques et biotiques) et de qualifier le peuplement de poissons juvéniles associé.

L'analyse des données doit aboutir à une **typologie habitat/peuplement juvénile** applicable aux petits fonds côtiers du département et à un **diagnostic** de l'état des nurseries naturelles dans les sites atelier.

Pour ces sites, des éléments de gestion des habitats de nurseries seront proposés en fonction des principales pressions identifiées (gestion des usages, restauration opérationnelle de sites dégradés, etc.) en vue d'une optimisation et, le cas échéant, d'une restauration de leur fonctionnalité s'ils s'avèrent dégradés ou fortement anthropisés. En plus du rapport final des travaux comportant un résumé non technique, une synthèse des résultats sera proposée pour le grand public sous la forme d'une plaquette de sensibilisation au rôle joué par les petits fonds et à leur valeur écologique.

Le présent rapport fait état des deux dernières campagnes d'acquisition de données qui ont eu lieu fin octobre 2014 et début 2015.

1 Organisation et acteurs du programme

Les connaissances et l'expérience de terrain de tous les participants ont été utiles à la définition de la stratégie d'échantillonnage et du protocole de collecte des données. Mireille Harmelin-Vivien (Directrice de recherche émérite au MIO), Sandrine Ruitton (Maitre de conférence à Aix Marseille Université et chercheuse au MIO) et Thierry Thibaut (Maitre de conférence à l'Université de Nice Sophia Antipolis et chercheur au MIO), ainsi qu'Adrien Cheminée (Attaché temporaire d'Enseignement et de Recherche à Aix Marseille Université puis post-doctorant au Centre de Recherche en Ecologie Méditerranéenne de l'Université de Perpignan) ont participé à la réflexion, l'élaboration du protocole d'échantillonnage et à la phase de terrain (Figure 1) aux côtés de Patrick Astruch, Adrien Goujard, Elodie Rouanet et Laurence Le Diréach du GIS Posidonie et Jean-Yves Jouvenel et Félix Saulle de P2A Développement.

Le GIS Posidonie et le MIO ont réalisé une campagne d'acquisition de données de comptages visuels *in situ* à l'automne sur le site de Saint-Tropez. La mission de terrain a eu lieu du 20 au 24 octobre 2014. Compte tenu des nombreux épisodes pluvieux de cet automne et des inondations dans le Var, les sites des 3 Caps et du Brusc n'ont pas pu être échantillonnés à cette période. Les conditions d'observations étaient trop insatisfaisantes pour réaliser des comptages de qualité comparable aux acquisitions de l'été. Aussi, une nouvelle campagne d'acquisition de données a été organisée *in situ* pour la 'saison froide', au tout début du printemps :

- Le Brusc : les 7 et 8 avril 2015 ;
- 3 Caps : les 15 et 16 avril 2015 ;
- Saint-Tropez : les 21 et 22 avril 2015.

En parallèle, P2A a mis en œuvre les pièges lumineux sur les 3 sites. Les missions ont eu lieu :

- 3 Caps : les nuits des 14 et 15 avril 2015.
- Saint-Tropez : les nuits des 19 et 20 octobre 2014 et des 16 et 17 avril 2015.
- Le Brusc : les nuits des 22, 23 et 24 avril 2015.

Lors des investigations réalisées sur les sites ateliers des 3 caps et de Saint-Tropez, l'Observatoire Marin de la Communauté de Communes du Golfe de Saint Tropez (OCCGST, ex SIVOM du littoral des Maures) a apporté un soutien logistique conséquent par la mise à disposition de moyens à la mer, de pilotes et une facilitation de la logistique.

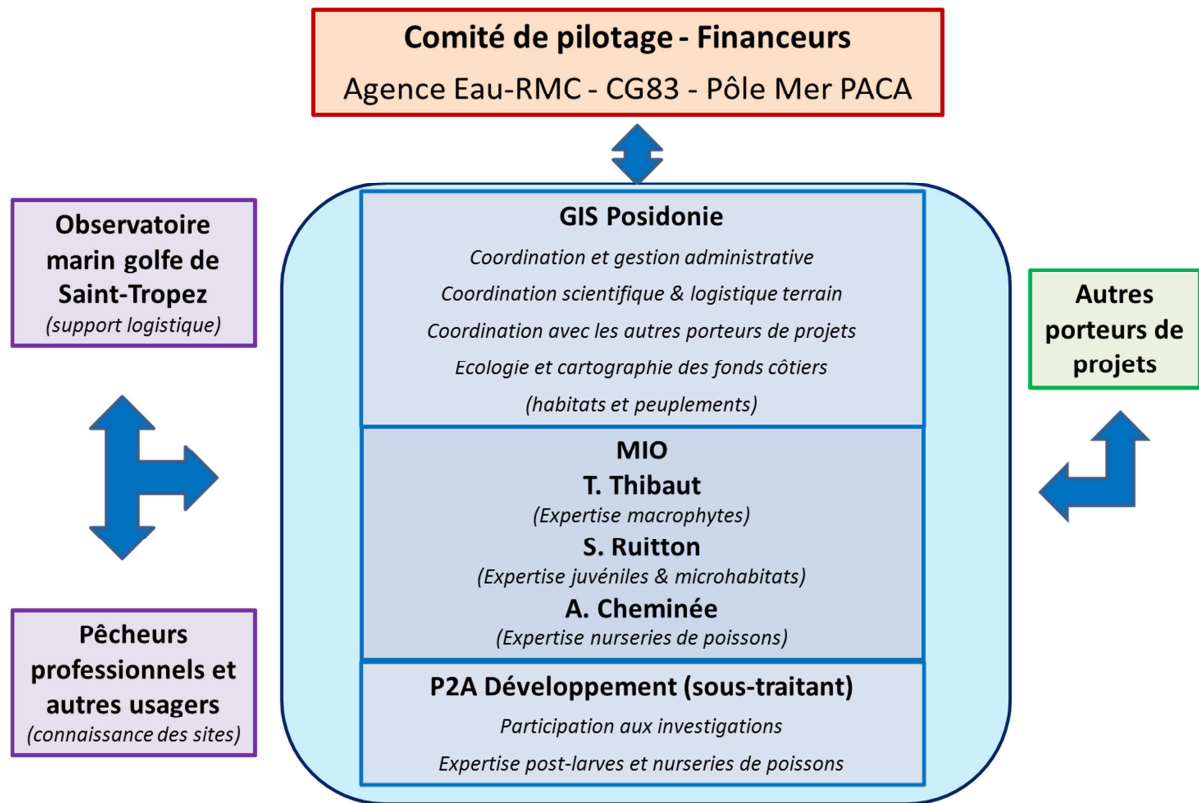


Figure 1. Organigramme du programme NUhAGE.

La Figure 2 synthétise l'organisation du travail pour réaliser le programme NUhAGE, les intervenants ainsi que le calendrier avec les échéances des produits livrables.

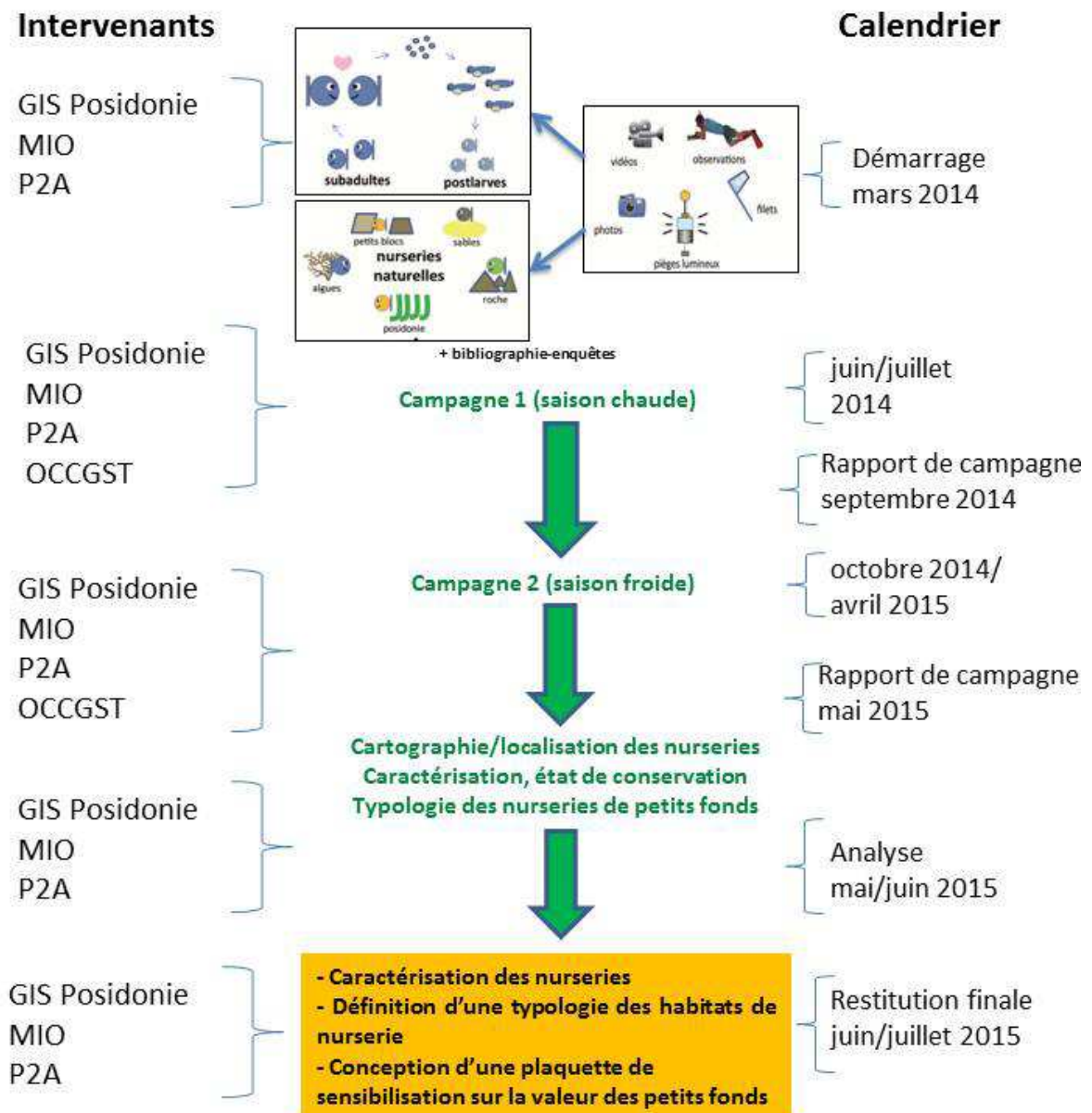


Figure 2. Organisation du travail, intervenants et calendrier du projet NUhAGE.

2 Déroulement des opérations

2.1 Rappel des sites ateliers

Les trois sites ateliers prospectés en saison 'froide' ont été les mêmes : le golfe de **Saint-Tropez**, les **3 Caps** (Cap-Lardier, Cap-Taillat, Cap-Camarat), le **Brusc**, parmi les 11 sites proposés par l'Agence de l'Eau RMC et le Conseil Général du Var.

Dans le site de Saint-Tropez, les 4 sous-sites déjà désignés l'été 2014 selon des critères géographiques (Figure 3) :

- sud-ouest de Sainte-Maxime
- nord-est de Sainte-Maxime
- baie des Canebiers
- du port du Pilon aux Marines de Cogolin

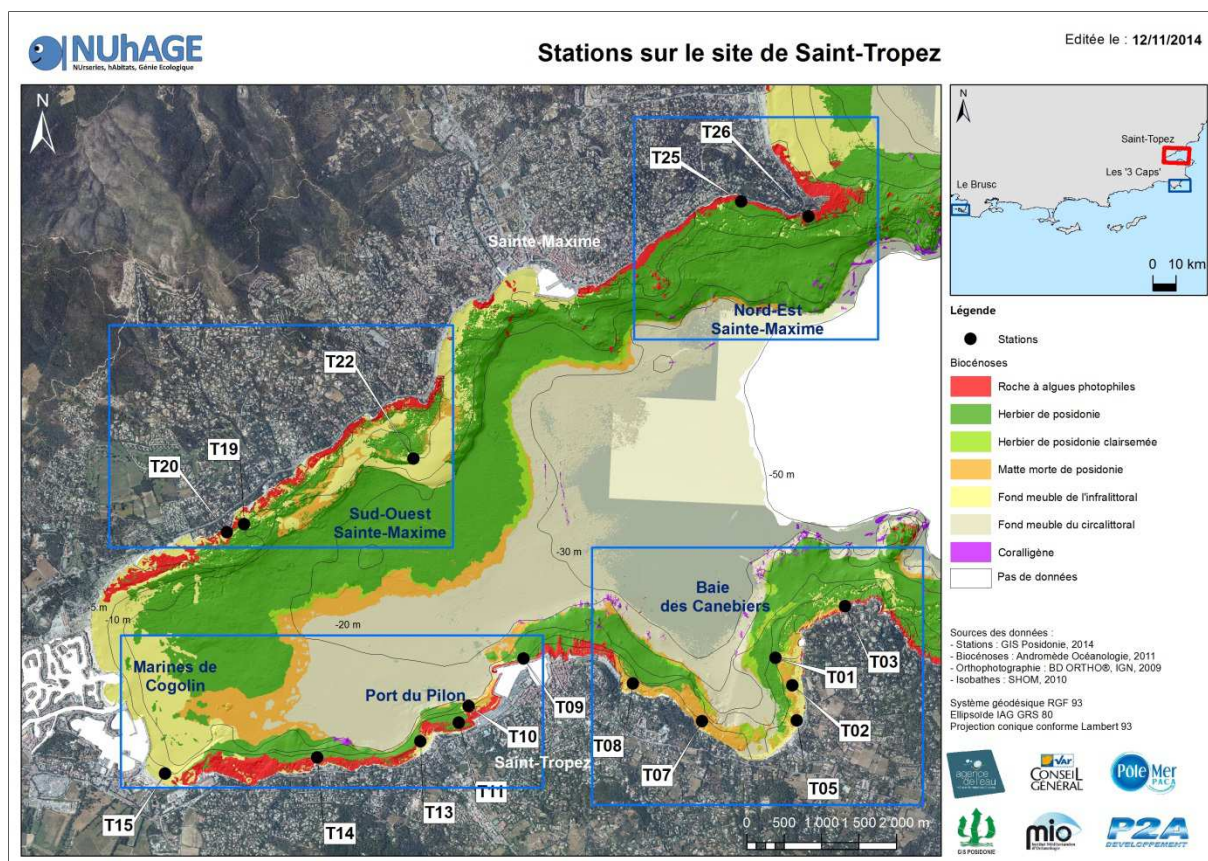


Figure 3. Localisation des stations étudiées dans le site de Saint-Tropez.

Aux 3 Caps, site naturel de référence, *a priori* peu urbanisé et faiblement anthropisé au regard des deux autres sites ateliers, les 3 sous sites désignés également selon des critères géographiques (Figure 4) :

- Baie de Cavalaire
- Baie de Briande
- Baie de Bon-Porté

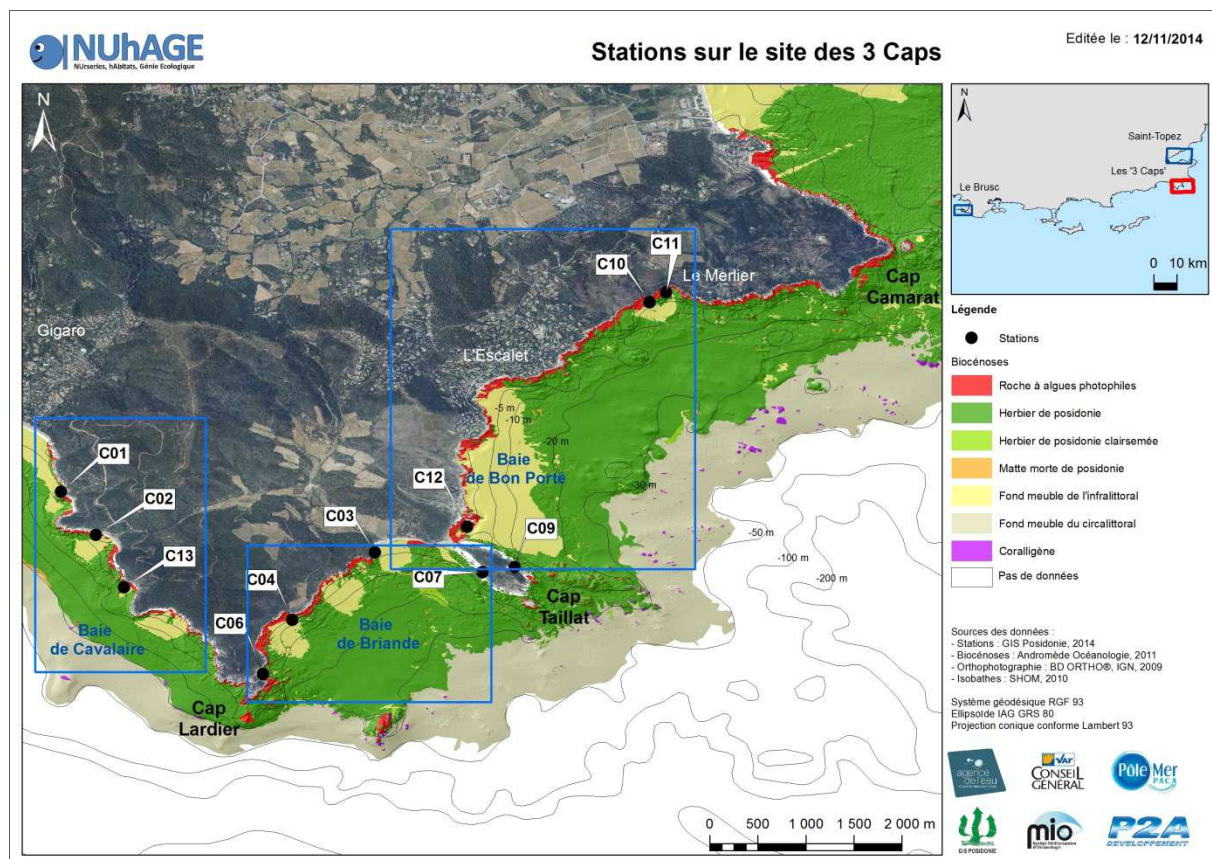


Figure 4. Localisation des stations étudiées dans le site des '3 Caps'.

Au Brus, les 4 sous-sites suivants désignés selon des critères géographiques (Figure 5) :

- Coudoulière
- Lagune
- Rouveau
- Murène

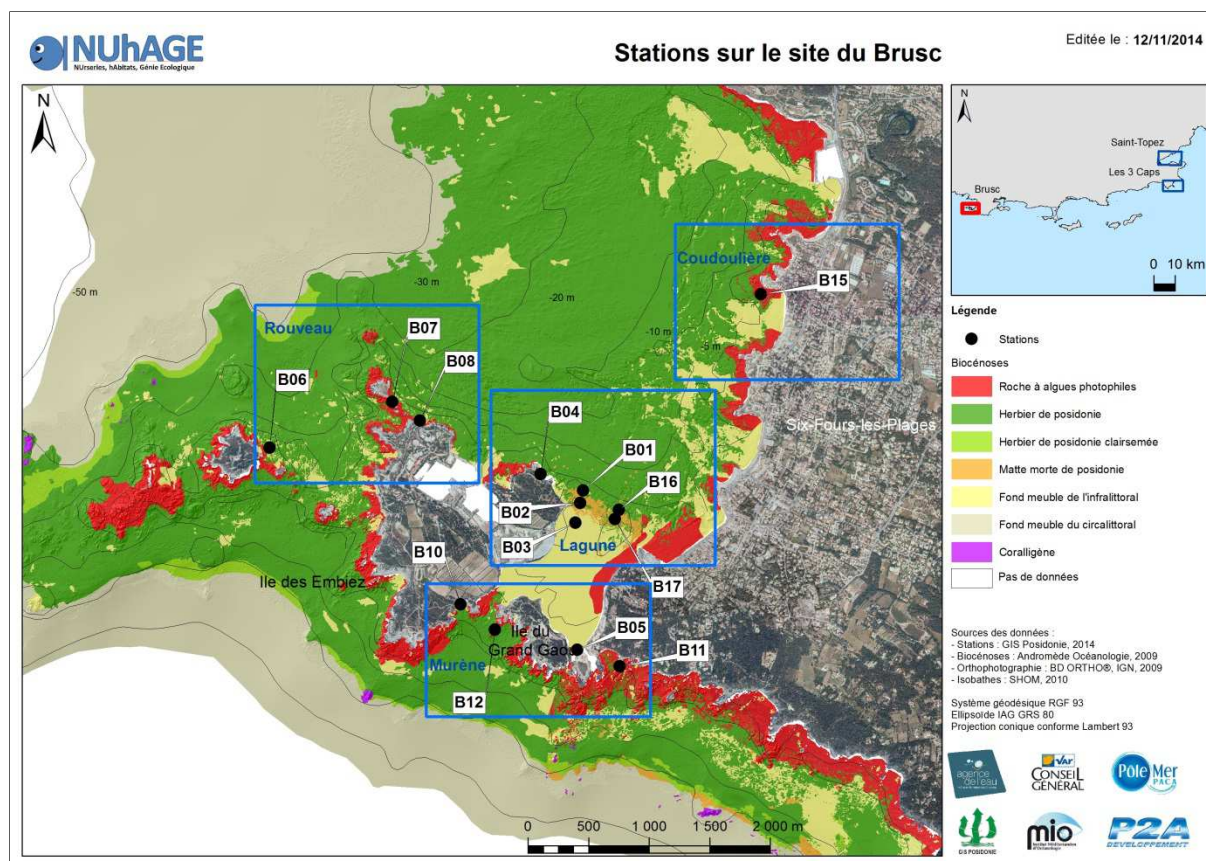


Figure 5. Localisation des stations étudiées dans le site du Brus.

2.2 Echelles d'observation

Comme en 'saison chaude', l'échantillonnage des habitats et des juvéniles a été effectué dans les trois sites ateliers, à l'intérieur de chaque sous-site, dans des habitats choisis, qui ont été échantillonnés sur une surface standardisée. L'échantillonnage est donc structuré selon **trois échelles d'observation**.

L'objectif de l'échantillonnage est de décrire la **typologie des habitats** des petits fonds (caractéristiques géomorphologiques du fond (nature, pente), influence du bassin versant (sédiments, polluants) caractéristiques physiques de l'eau (température, salinité), environnement biotique – macrophytes, invertébrés) et la **composition spécifique du peuplement** de poissons qui leur est associé. Les différents types d'habitats peu profonds ont été systématiquement explorés en plongée libre ou autonome avec scaphandre (herbier de posidonie, herbier de cymodocées, roche à strate algale dressée structurante (*Cystoseira*

spp. et *Halopitys incurvus*), à strate algale buissonnante (*Halopteris scoparia*, *Padina* sp., Dictyotales, etc.), à strate algale gazonnante ou encroûtante, graviers, sable, vase etc. Une attention particulière a été portée aux interfaces (limite entre deux catégories d'habitats) et aux lagons (récifs barrières de posidonie). La valeur de nurserie de ces habitats sera évaluée *a posteriori*.

Une méthode standardisée de mesure des descripteurs de ces petits fonds a été développée à l'échelle des microhabitats des postlarves, des juvéniles et plus globalement des poissons de taille <10 cm pris en compte dans les comptages, selon une surface de 2 à 10 m². Les informations concernant la description des habitats et les périodes de recrutement définies dans la littérature ont également été utilisées.

Tableau 1. Descripteurs pris en compte pour la typologie des nurseries dans le cadre du programme NUhAGE.

Type de fond	Variables physiques du fond	Variables physiques de l'eau	Variables biotiques liées au fond	Espèces concernées
	Profondeur ; Pente ; nature du substrat ; granulométrie ; porosité des substrats durs	température, salinité, agitation	% de recouvrement végétal (posidonie/cymodocée, zostère/macrophytes) ; composition de la couverture végétale (cystoseires, autres algues dressées, brousses, encroûtantes/gazonnantes, <i>Caulerpa taxifolia</i> ou <i>C. cylindracea</i>) macroinvertébrés ; hauteur moyenne canopée ; continuité/nb de patches	abondance des poissons de taille <10 cm

La zone littorale côtière est caractérisée par une complexité structurale due à la forte hétérogénéité des habitats et à la variabilité des facteurs abiotiques. Les **interfaces ou écotones** ont été appréhendées comme des habitats particuliers intrinsèquement complexes et fractionnés. Chaque type d'interface constitue une catégorie particulière d'habitat, qui a été échantillonnée au même titre que l'herbier ou la roche à algues photophiles. Les catégories d'habitats complexes qui ont été échantillonnées sont : les interfaces entre roche et herbier, entre roche et sable, entre herbier et sable, entre herbier et mat morte et entre mat morte et sable.

Les observations (comptage de poissons et relevé d'habitat correspondant) ont été réalisées à micro-échelle par type d'habitat (microhabitat), à partir de transects ou de quadrats de dimension standardisée adaptée au type d'habitat. Chaque sous-site comprend ainsi une liste de stations correspondant à des habitats-type. Ainsi, nous pourrions définir, pour les espèces les plus abondantes, le nombre de sous-sites ou de stations pouvant être considérés comme jouant le rôle de nurseries, la taille de ces nurseries (ordre de grandeur), leur caractère mono-ou plurispécifique et leur répartition. Plusieurs échelles seront donc appréhendées pour l'analyse (Figure 6) :

Tableau 2. Echelles de travail (échantillonnage et analyse des données) dans le cadre du programme NUhAGE.

Echelle rang 1	microhabitats dans un type homogène de substrat ; ou un type d'interface ou de combinaisons d'habitats (mosaïques) de l'ordre de 10 m ²
Echelle rang 2	sous-site constituant un ensemble fonctionnel de l'ordre de 10 ha à 100 ha
Echelle rang 3	site atelier dans le Var



Figure 6. Différentes échelles d'observations au sein d'un site atelier.

L'approche menée à différentes échelles a pour but de préciser l'ordre de grandeur de l'échelle appropriée pour appliquer des mesures de gestion et, le cas échéant, préconiser des solutions de restauration.

2.3 Modalités d'acquisition des données sur le terrain

L'estimation du peuplement en saison 'froide' a été effectuée durant l'automne (octobre 2014, uniquement sur le site de Saint-Tropez) et au printemps (avril 2015), périodes où le recrutement dans les habitats des petits fonds est considéré comme le plus important de l'année en nombre et en diversité d'espèces (présence de postlarves et de juvéniles de quelques mois) d'après la littérature. Les informations ont été obtenues :

- par comptages visuels,
- par des prises de vues photo et vidéo ;
- à l'aide de prélèvements, notamment avec des pièges lumineux pour mieux évaluer les espèces au stade de postlarves présentes dans le milieu aux périodes des comptages ;
- Une synthèse des données existantes et une analyse multicritères des pressions anthropiques susceptibles de s'exercer sur les petits fonds des sites ateliers ;

Il n'y a pas eu de prélèvement d'échantillons de sédiment pour l'analyse isotopique en saison froide.

2.3.1 Comptages visuels de juvéniles et description de l'habitat

Comme pendant l'été 2014, des comptages visuels des poissons de taille inférieure à 10 cm ont été réalisés dans l'ensemble des stations étudiées. La méthodologie employée est issue des travaux de Harmelin-Vivien et Harmelin (1975), Harmelin-Vivien et al. (1985), affinée notamment dans le cadre du programme européen BIOMEX (BIOMEX, 2006). Elle a été adaptée aux peuplements de juvéniles.

Afin d'optimiser l'échantillonnage, il a paru pertinent de prendre en compte tous les poissons de petite taille et de trier *a posteriori* les juvéniles des adultes, car la taille limite entre les deux stades varie fortement selon les espèces. Une séparation entre les deux groupes d'individus sera faite au moment de l'analyse en fonction de la littérature.

Le peuplement de juvéniles a été considéré à l'échelle de chaque habitat à partir de transects ou de quadrats aléatoires. La surface échantillonnée a été adaptée selon les catégories d'habitats à la taille des objets recensés et à la densité des catégories de strate

épigée, afin de diminuer le risque de ne pas voir un individu. La dimension des unités d'échantillonnage est la suivante (Figure 7) :

- l'herbier de **posidonies** et les **interfaces** comprenant de l'herbier : herbier/roche, herbier/sable, herbier/matte morte, ainsi que les **substrats meubles** (galets, graviers, sables) ont été échantillonnés à partir de transects de **10 m x 1 m**, soit une superficie de **10 m²** par transect ;
- les herbiers de **cymodocées** et de **zostères** ont été échantillonnés à partir de transects de **5 m x 2 m**, soit une superficie de **10 m²** par transect ;
- la roche infralittorale à algues photophiles a été échantillonnée à partir de **quadrats** de **2 m x 1 m**, soit une superficie de **2 m²** par quadrat.

Toutes les observations étant faites sur une surface connue, les densités de juvéniles observées pourront être ramenées à une unité de surface standard et permettre des comparaisons entre habitats et entre stations au moment de l'analyse des données.

Ces données acquises selon le même protocole seront ajoutées à celles de la saison 'chaude' pour qualifier les peuplements des petits fonds.

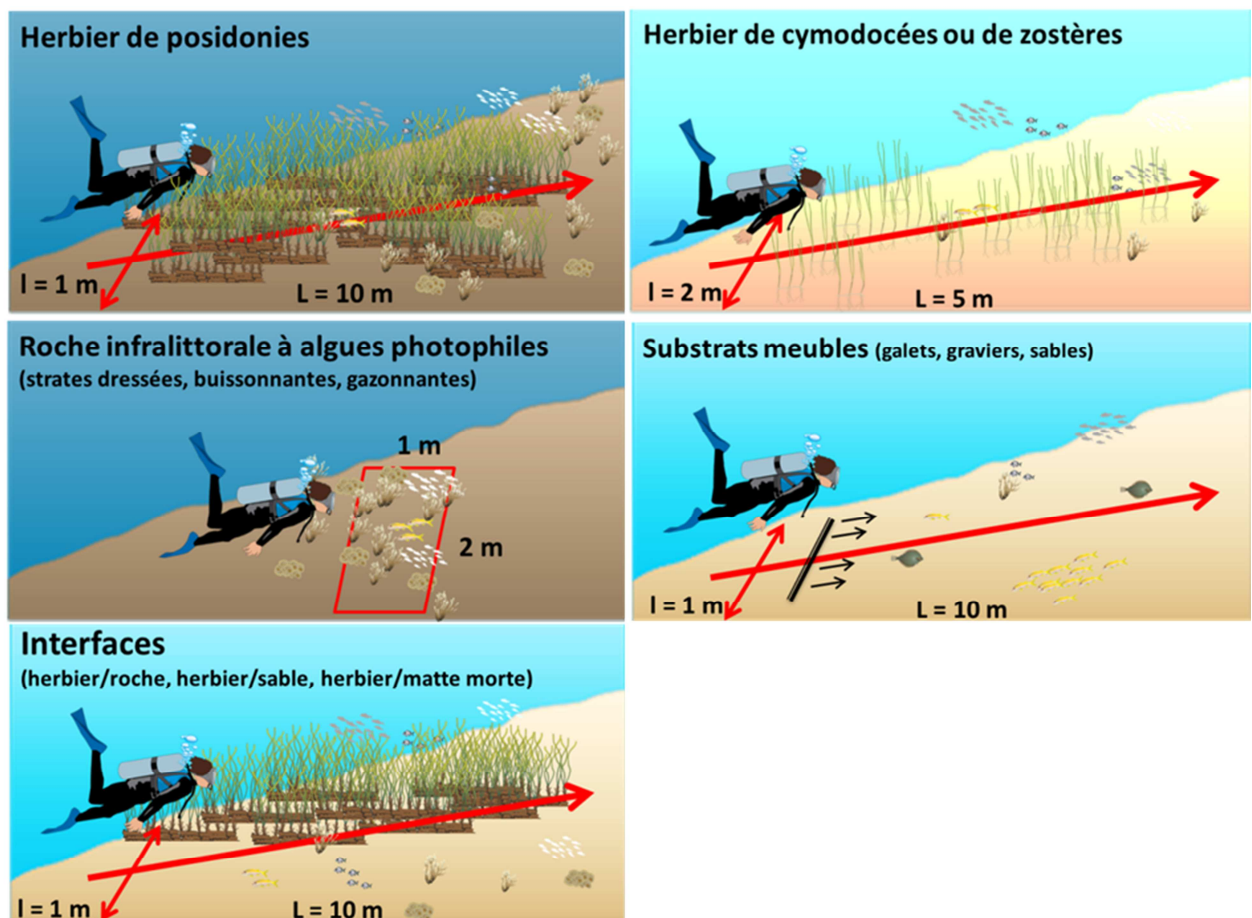


Figure 7. Dimension des unités d'échantillonnage des peuplements de juvéniles de poissons et des paramètres de l'habitat selon les différentes catégories d'habitats étudiées.

Lors de chaque comptage, l'observateur recense l'ensemble des espèces ou des taxons de poissons rencontrés. Le nombre d'individus de chaque espèce/taxon et leur taille (à 5 mm près de 1 à 4 cm puis à 1 cm près de 4 à 10 cm) sont relevés. Des silhouettes préalablement imprimées sur les fiches de comptages permettent d'évaluer correctement la taille des individus, y compris les plus petits. Les 'nuages' de larves sont notés même si l'espèce ne peut être identifiée ou le nombre correctement évalué. La présence de prédateurs potentiels vertébrés (gobies, blennies, serrans, rascasses, etc.) ou invertébrés (gélatineux, céphalopodes) est notée.

A la fin de chaque comptage, l'observateur parcourt le transect en sens inverse ou observe le quadrat afin de caractériser l'habitat selon (Figure 8) :

- la **pente** au travers de 6 catégories : 1/0-15°, 2/16-30°, 3/31-60°, 4/61-90°, 5/90°, 6/>90° ;
- la nature du **substrat** : pourcentage de recouvrement de roche, blocs, galets, graviers, sable, vase. Le total est égal à 100. Les blocs sont dénombrés selon 4 catégories en fonction de leur taille (a/>2 m, b/1-2 m, c/0.5-1 m, d/0.2-0.5 m de diamètre);
- la **porosité** des substrats durs est évaluée par le pourcentage de surfaces lisse (pas de trous), poreuse (trous<2 cm), anfractueuse (2 cm < trous < 10 cm) et pourvue de failles (cavités > 10 cm). Le total est égal à 100.
- La **couverture végétale** est définie selon 3 catégories d'herbiers : posidonie, matte morte ou cymodocée/zostère et 5 strates concernant les macrophytes (les espèces présentes sont précisées) : strate dressée à *Cystoseires* (*Cystoseira brachycarpa*, *C. crinita*, *C. barbata*, *C. compressa*), strate dressée composée d'autres macrophytes (*Halopitys incurvus*, *Sphaerococcus coronopifolius*), strate buissonnante désignée par le terme 'brousse' (*Halopteris scoparia*, *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Corallina* sp., *Acetabularia acetabulum*, *Laurencia* sp.) et la strate encroûtante/gazonnante (dont les 'barren ground'). Le pourcentage de caulerpes présentes (*Caulerpa taxifolia*, *C. cylindracea*) constitue également une catégorie. Le pourcentage d'algues ou de feuilles en épave au-dessus du substrat est indiqué car il constitue aussi une strate végétale au-dessus du fond qui peut conditionner l'habitat.

Un effort particulier a été dédié, dans l'échantillonnage, à la description du peuplement de macrophytes : sa composition, son recouvrement, la fragmentation, la hauteur de la strate érigée. Les variables mesurées visent à identifier, durant l'analyse, toute relation entre des associations d'espèces de macrophytes caractérisant l'habitat et la présence de certaines espèces de juvéniles.

- La distribution en **patch** ou à caractère **continu** de la strate dominante (fragmentation) est notée.

- Pour les strates dominant la couverture végétale par les plantes et/ou les macrophytes, la **hauteur de la canopée** est mesurée par 3 mesures prises au hasard.



Figure 8. Mesures des paramètres et caractérisation de l'habitat ; ici roche Infralittorale à algues photophiles à strate arbustive de type brousse.

Quelques résultats des observations avant l'analyse des données :

Quelles que soient les dates d'échantillonnage, aux deux périodes (chaude et froide), les variabilités spatiale et temporelle du nombre de juvéniles et de la composition du peuplement étaient importantes. C'est une des caractéristiques majeures du peuplement des petits fonds. Selon les stations, pour un même habitat, et selon les habitats, des densités de juvéniles importantes ou faibles ont été observées, les comptages avec absence de juvéniles 'zéros' ont également été fréquents (distribution agrégative des larves et des juvéniles). Comme en juin-juillet, à quelques jours près, les observations de post-larves se sont avérées radicalement différentes. En juin, des post-larves des espèces comme *Diplodus annularis* et *Oblada melanura* étaient absentes lors des premiers jours d'investigations et très abondantes une semaine plus tard, puis en juillet dans le site atelier du Brus. En avril, les saupes *Sarpa salpa* et les vérades *Diplodus vulgaris* ont présenté des abondances très variables et parfois très importantes.

Les densités de juvéniles de l'année (classe 0) semblent relativement faibles. Les juvéniles de l'année précédente (classe 0+ et 1) ont été pris en comptes dans les comptages. Pour certaines espèces (labridés), les habitats fréquentés par cette classe sont peu différents de ceux des postlarves et des juvéniles de l'année. Il s'agit d'une extension du domaine prospecté (home-range), alors que pour d'autres espèces le recouvrement est faible.

L'échantillonnage réalisé a permis de recenser des habitats remarquables. Le Var se caractérise par l'abondance de structures d'herbier de posidonie frangeant ou bien en récif-barrière. Au cours des 3 campagnes un nombre important de ces configurations ont été identifiées, localisées et échantillonnées, en particulier sur le pourtour du golfe de Saint-Tropez.

Les associations à *Cystoseira brachicarpa* et *C. crinita* rencontrées ont pu être largement échantillonnées dans les petits fonds.

Les interfaces entre deux catégories d'habitats présentent également un intérêt majeur. De nombreuses espèces de juvéniles se positionnent en limite d'habitat pour profiter à la fois de l'abri (canopée de l'herbier de posidonie) et du couvert (fonds de sables avec ou sans banquette, brousses, etc.).

La dégradation de certains petits fonds due au mouillage forain, au mauvais entretien des mouillages, en particulier à Saint-Tropez a marqué les observateurs.

Quelques observations d'espèces d'intérêt patrimonial et halieutique ont été notées :

- à plusieurs reprises, au cours de la saison chaude, des postlarves ou des juvéniles de denti (*Dentex dentex*) ;
- en octobre 2 postlarves de *Dentex dentex* ont été capturées au pièges lumineux ;
- en juillet, un juvénile de corb (*Sciaena umbra*) de 20 mm dans l'herbier du Brusc ;
- en juillet, de nombreux barracudas juvéniles (*Sphyraena viridensis probablement*) ;
- en dehors des comptages, un juvénile de mérou brun *Epinephelus marginatus* de 12 cm de longueur a été rencontré à -3 m dans une zone de blocs contre le Cap Taillat (3 Caps). A l'automne, un autre juvénile, de 6 cm a été vu vers Sainte-Maxime dans moins de 1 m de profondeur.

Le nombre total de comptages réalisés en **saison froide** (octobre et avril) s'élève à **1157**, dont 728 à Saint-Tropez, 213 aux 3 Caps et 216 au Brusc. Ces comptages portent sur les 16 principales catégories d'habitats.

L'échantillonnage final, pour les 2 saisons de prospection représente **2178 répliqués** réalisés (1213 à Saint-Tropez, 437 aux 3 Caps et plus de 528 au Brusc) dans 47 stations incluant 24 catégories d'habitats.

Tableau 3. Effort d'échantillonnage : nombre de réplcats par catégorie d'habitat réalisés par comptage visuel en saison froide (campagnes d'octobre 2014 et d'avril 2015 cumulées).

Habitats	Rang 1	Rang 2	Site St-Tropez				Site les 3 Caps			Site Le Brusc				Nombre total de réplcats
			Ss-site Canoubiers	Ss-site NE Sainte Maxime	Ss-site SO Sainte Maxime	Ss-site Cogolin	Ss-site baie de Cavalaire	Ss-site baie de Briande	Ss-site Bon Porté	Ss-site Lagune	Ss-site Coudoulière	Ss-site Murène	Ss-site Rouveau	
Enrochements artificiels	Enrochements artificiels	Enrochements artificiels	10											10
Habitats benthiques spécifiques	Herbier à Cymodocea nodosa	Herbier à Cymodocea nodosa	20		24									44
	Herbier à Cymodocea nodosa / Zostera noltei	Lagon d'un récif barrière à Posidonia oceanica, avec herbiers à Cymodocea nodosa / Zostera noltei	20											20
	Herbier à Posidonia oceanica	Herbier à Posidonia oceanica	11	20	20	30	10		20		10	10	10	141
		Partie centrale du récif barrière à Posidonia oceanica	40			20				20				80
		Partie externe du récif barrière à Posidonia oceanica	39				10			20				69
	Matte morte de Posidonia oceanica	Thanotocénose à Posidonia oceanica (matte morte)			20					20				40
	Sables vaseux de mode calme	Lagon d'un récif barrière à Posidonia oceanica	45							10				55
Habitats rocheux	Roche infralittorale	Brousses (Dictyota spp., Halopteris, Padina, etc.)		35	20			10	20	10		10	10	115
		Forêt de Cystoseira		30				30				10		70
		Roche infralittorale	10	19	10									39
Habitats substrats meubles	Substrats meubles infralittoraux	Substrats meubles infralittoraux	42	30	30	45		38	20		10	6	10	231
Interfaces	Herbier à Posidonia oceanica / Matte morte	Herbier à Posidonia oceanica / Matte morte	5							20				25
	Herbier à Posidonia oceanica / Roche infralittorale	Herbier à Posidonia oceanica / Roche infralittorale	17	20	10			10	10			10	10	87
	Herbier à Posidonia oceanica / Sable	Herbier à Posidonia oceanica / Sable	35		21	30	10	10	5		10			121
	Roche infralittorale / Sable	Roche infralittorale / Sable							10					10
Total			294	154	155	125	30	98	85	100	30	46	40	1157

Tableau 4. Synthèse de l'effort d'échantillonnage réalisé par comptage visuel à 3 périodes dans les 3 sites atelier.

Habitats	Rang 1	Rang 2	Site St-Tropez				Site les 3 Caps			Site Le Brusc				Nombre total de répliquats
			Ss-site Canoubiers	Ss-site NE Sainte Maxime	Ss-site SO Sainte Maxime	Ss-site Cogolin	Ss-site baie de Cavalaire	Ss-site baie de Briande	Ss-site Bon Porté	Ss-site Lagune	Ss-site Coudoulière	Ss-site Murène	Ss-site Rouveau	
Enrochements artificiels	Enrochements artificiels	Enrochements artificiels	20		1									21
Habitats benthiques spécifiques	Herbier à <i>Cymodocea nodosa</i>	Herbier à <i>Cymodocea nodosa</i>	31	3	43									77
	Herbier à <i>Cymodocea nodosa</i> / <i>Zostera noltei</i>	Lagon d'un récif barrière à <i>Posidonia oceanica</i> , avec herbiers à <i>Cymodocea nodosa</i> / <i>Zostera noltei</i>	40											40
	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i>	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i>	25	30	30	53	20		40		25	20	25	268
		Partie centrale du récif barrière à <i>Posidonia oceanica</i>	55			30				40				125
		Partie externe du récif barrière à <i>Posidonia oceanica</i>	57				20			40				117
	Matte morte de <i>Posidonia oceanica</i>	Thanotocénose à <i>Posidonia oceanica</i> (matte morte)	4	5	26					30				65
	Sables vaseux de mode calme	Lagon d'un récif barrière à <i>Posidonia oceanica</i>	69							35				104
Habitats rocheux	Roche infralittorale	brousses (<i>Dictyota</i> spp., <i>Halopteris</i> , <i>Padina</i> , etc.)		81	29			15	25	35		34	27	246
		Forêt de <i>Cystoseira</i>		54				35				29		118
		macrophytes dressées exceptée <i>Cystoseira</i> spp. (<i>Sphaerococcus</i> , <i>Halopytis</i> , etc.)	5		3									8
		Roche infralittorale	15	24	19			26	32	5				121
Habitats substrats meubles	Substrats meubles infralittoraux	Substrats meubles infralittoraux	72	50	57	75		74	40	10	25	11	27	441
Interfaces	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> / Galets	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> / Galets			2									2
	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> / Matte morte	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> / Matte morte	5							40				45
	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> / Roche infralittorale	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> / Roche infralittorale	20	31	15			21	20			25	25	157
	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> / Sable	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> / Sable	41		40	46	20	12	16		15	5		195
	Herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> / <i>Cymodocea nodosa</i>	Herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> / <i>Cymodocea nodosa</i>			2									2
	Matte morte / Sable	Matte morte / Sable	3											3
	Roche infralittorale / Sable	Roche infralittorale / Sable			2				21					23
Total			462	278	269	204	60	183	194	235	65	124	104	2178

2.3.2 Prélèvements par pièges lumineux

Le projet NUhAGE prévoyait le piégeage de post-larves de poissons afin d'évaluer le potentiel d'espèces susceptibles de coloniser les petits fonds échantillonnés et pouvoir identifier, si possible, les jeunes stades observés en plongée (en cours ou juste métamorphosés). Ces collectes pouvaient également permettre d'échantillonner des espèces non observées près du bord.

Le recrutement larvaire et en particuliers de poissons, est naturellement sujet à une importante variabilité (variabilité spatiale de distribution des nuages de post-larves et du nombre d'individus composant ces nuages, variabilité temporelle de date d'arrivée des cohortes, variabilité de comportement des espèces). Néanmoins, les données de collecte par piège permettent de valider si le site est bien approvisionné en post-larves, dans l'attente qu'un parallèle puisse être fait entre les données des collectes et celles des observations.

L'étude du recrutement larvaire des espèces côtières est en France assez ancienne, elle s'est développée grâce aux techniques d'observation directe utilisées dans le programme européen SETMORT à partir de 1996. Depuis, d'autres programmes ont suivi et ont expliqué certains principes écologiques de cette partie du cycle de vie des poissons littoraux. En particulier, que le nombre d'espèce observable en plongée est assez limité, mais constitue déjà une information intéressante. Aussi, la mise en place de pièges est une manière d'appréhender la diversité 'cachée' qui serait pourtant présente très près de nos côtes (i.e. : espèces pélagiques, espèces profondes, espèces peu ou pas observées au stade post-larve ou juvénile près du bord).

2.3.2.1 Mise en œuvre du matériel de collecte

Autorisations des autorités maritimes

La mise en œuvre de pièges lumineux a nécessité une demande d'autorisation auprès du Service Réglementation et Contrôle de la DIRM (Direction Interrégionale de la Méditerranée) en fixant les modalités des pêches par arrêté préfectoral (Arrêté n°679 du 16.10.2014, n°68 du 10.02.2015).

Ces autorisations ont été délivrées pour des embarcations définies et des périodes limitées.

Engins utilisés

Comme pour la campagne d'été, un jeu de 5 pièges lumineux (modèle LT2) conçus et fabriqués dans les ateliers de P2A dans l'Hérault, a été mis en œuvre en avril 2015. Ces pièges sont constitués d'un attracteur et d'un collecteur rigides (Figure 9). L'attracteur est une sorte de nasse transparente présentant 6 fentes verticales aménagées entre 6 déflecteurs en plastique transparent. Au centre, une source lumineuse d'une puissance électrique de 7 W possédant environ 9 heures d'autonomie permet l'attraction des post-larves. Un dispositif de démarrage photo-électrique permet d'allumer automatiquement le système à l'arrivée de l'obscurité.

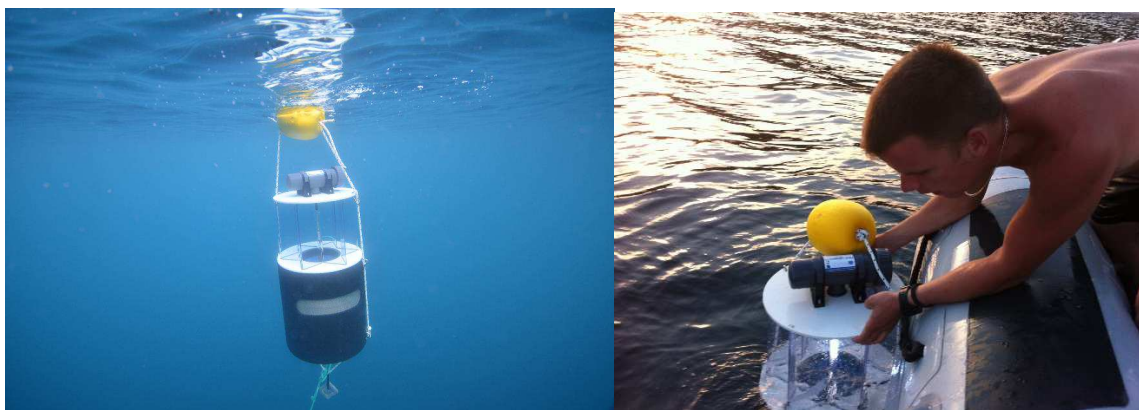


Figure 9. Piège lumineux à poste dans le golfe de Saint-Tropez et sa récupération (© P2A Développement).

Sous l'attracteur, la partie collecteur complète le dispositif. Un orifice au centre en bas de l'attracteur communique avec le collecteur et constitue la seule issue pour les larves qui sont piégées. Cet orifice dispose d'un système d'entonnoir anti-retour pour retenir les animaux.

L'engin pèse 8 kg à vide, et peut se replier (l'attracteur rentre dans le collecteur) pour le transport. Une quantité d'eau de 10 l reste dans le collecteur pour assurer la survie des larves durant le transport si leur nombre et le temps de retour ne sont pas trop importants.



Figure 10. Vue du mini aquarium et du dispositif de prise de vue macro des individus collectés (© P2A Développement).

Chaque engin est muni d'une ligne de mouillage d'une longueur préalablement fixée en fonction de la profondeur de la station avec un lest de 10 kg. Une signalisation de surface vient compléter le dispositif de mouillage.

Ces pièges sont utilisés depuis 2000 et ont collecté des larves dans les Antilles, en Guyane française, en Polynésie française, en Thaïlande, en Nouvelle-Calédonie. Leur robustesse a pu être éprouvée lors de la mission d'été à Saint-Tropez puisqu'un engin perdu à la dérive en face de Sainte-Maxime a été retrouvé une semaine après en baie de Cavalaire.

Les rendements de capture sont très variables pour des raisons écologiques (variabilité du recrutement, des espèces) mais également en raison de l'agitation, de la profondeur et de la turbidité de l'eau. A titre d'exemple, les taux de capture peuvent être de 0 à plusieurs milliers d'individus (cas lors d'un recrutement de pélagiques comme les sardines).

La campagne de piégeages a eu lieu dans les sites ateliers de St-Tropez, des 3 Caps et aux Embiez (Brusc) dans la phase lunaire favorable du mois d'avril (entre le 8 et le 17).

2.3.2.2 Stratégie d'échantillonnage par piégeage

Golfe de Saint-Tropez

Pour le site du golfe de Saint-Tropez, la même stratégie de répartition des engins de la flotte a été appliquée pour la saison froide que l'été 2014 (Figure 11).

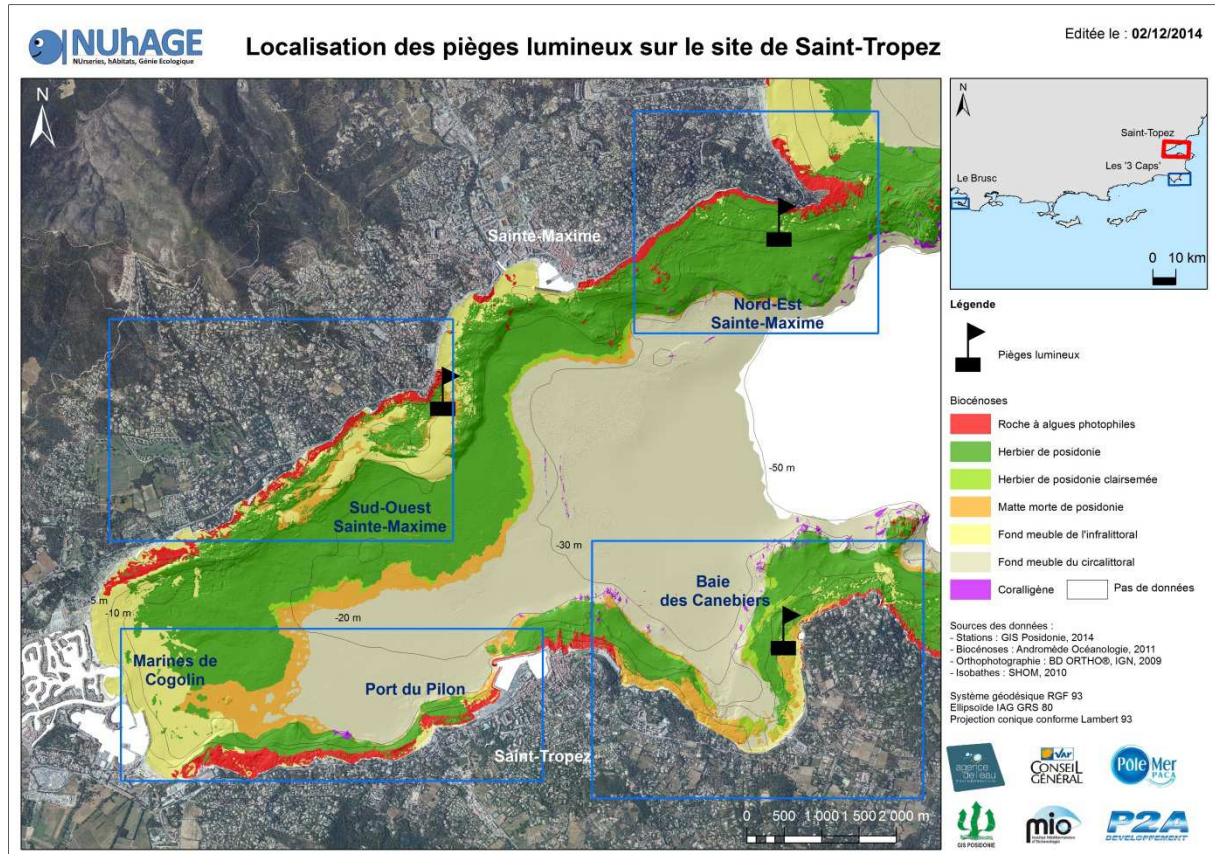


Figure 11. Localisation des stations des pièges lumineux du golfe de Saint-Tropez.

Les 3 Caps

Pour le site des '3 Caps', la stratégie adoptée a été de répartir les engins disponibles entre les 4 stations (Figure 12). Ceci a été rendu possible par de bonnes conditions de mer et par l'utilisation d'une embarcation rapide. Les stations sont éloignées d'environ 2 à 3 km en moyenne. Les positions ont été les mêmes que durant la campagne de saison 'chaude'.

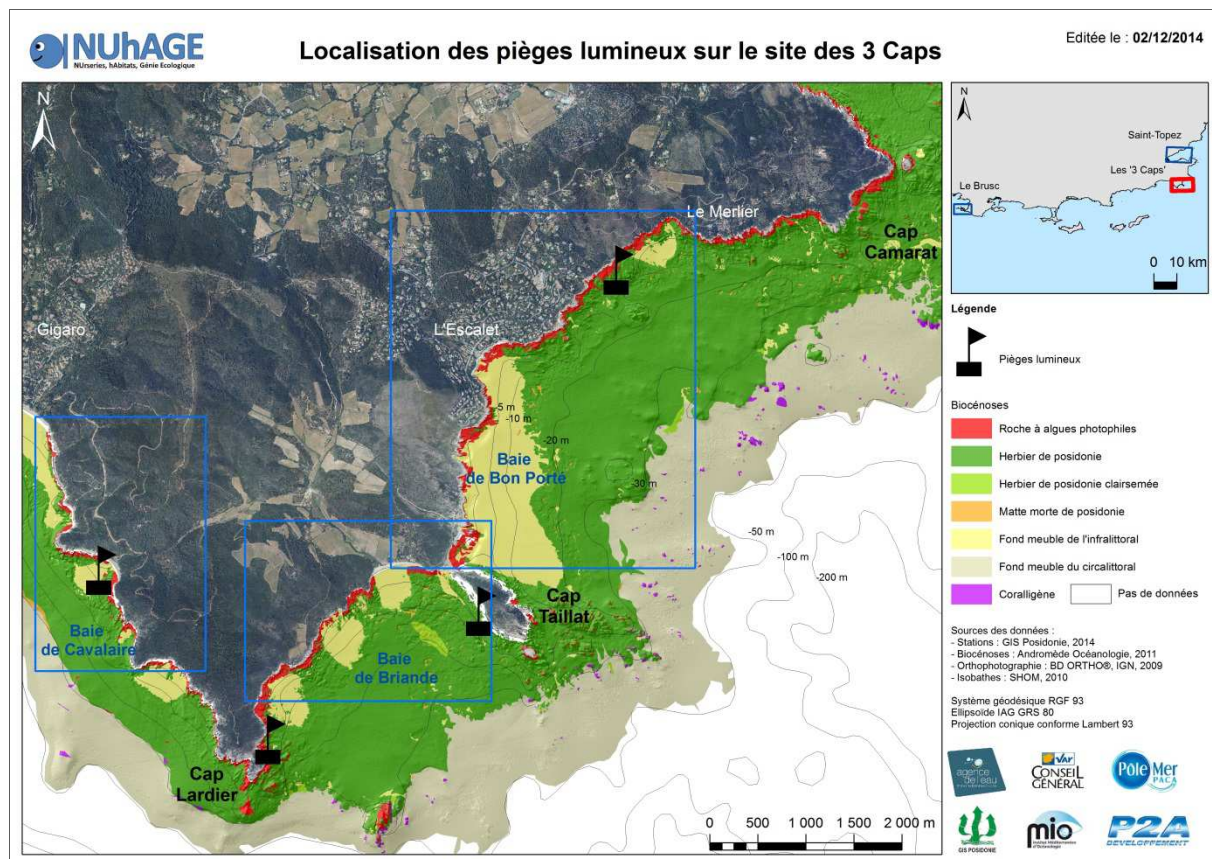


Figure 12. Localisation des stations des pièges lumineux aux '3 Caps'.

Le Brusc

Lors des opérations sur le site du Brusc, les conditions météorologiques rencontrées, lors de la campagne d'été, ont été difficiles (fort mistral), mais la configuration géographique de l'archipel permettait d'exploiter des façades abritées au fur et à mesure de l'évolution des conditions de mer en réalisant des échantillonnages groupés par station avec les 4 pièges lumineux à chaque fois (

Figure 13). Une stratégie différente a été adoptée en avril 2015, la localisation des points de pêche est présentée dans le tableau récapitulatif des pêches (Tableau 5).

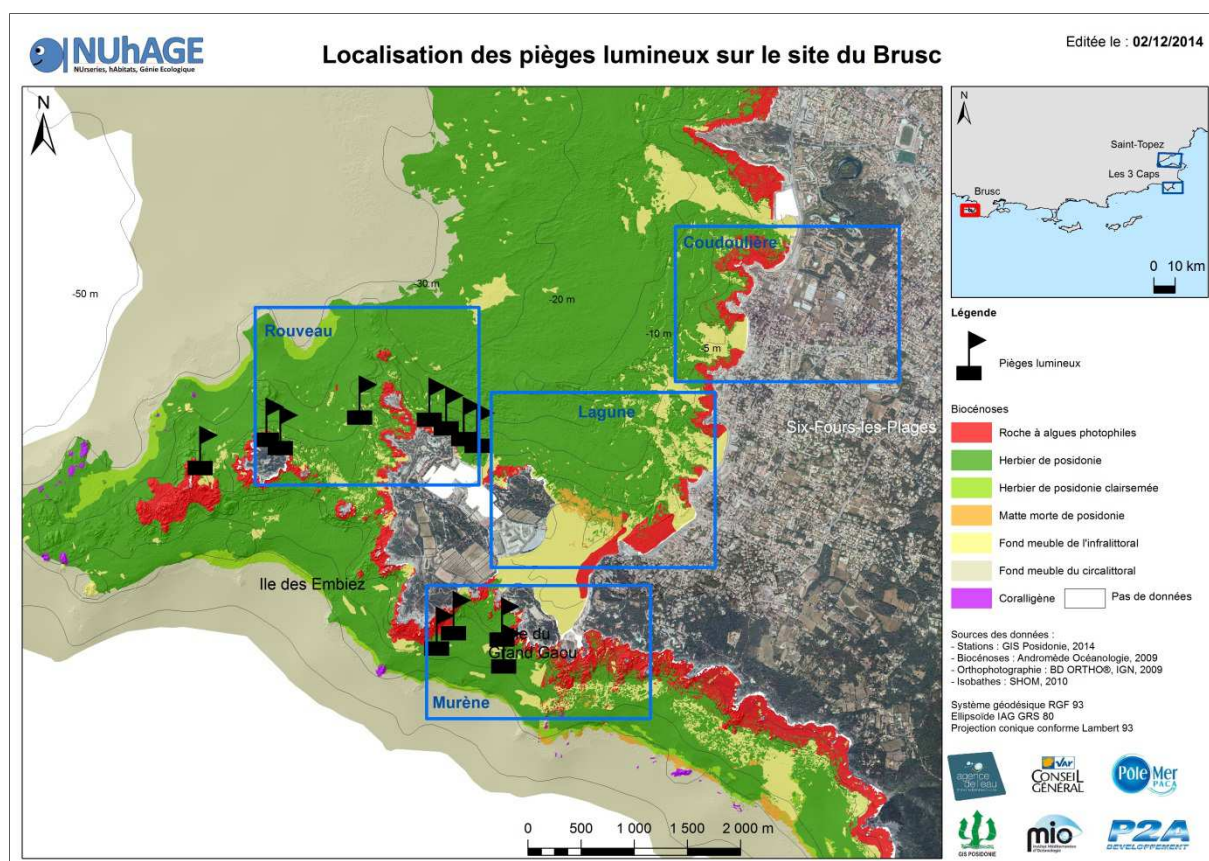


Figure 13. Localisation des stations des pièges lumineux au Brusc.

2.3.2.3 Calendrier des interventions

Aux 3 Caps et dans le golfe de Saint-Tropez, les embarcations utilisées ont été 'Observatoire Marin' et 'Denti' appartenant à l'Observatoire du littoral des Maures. Lors de chaque pêche, une équipe de 2 personnes a été mobilisée et a pu convenablement évoluer sur ces 2 unités.

Pour les pêches autour des Embiez et de la lagune du Brusc, le 'Thalassa' appartenant à P2A Développement a été mobilisé. Le temps de retour, plus long, a été compensé par la mise en place d'une aération par bullage (Figure 14).

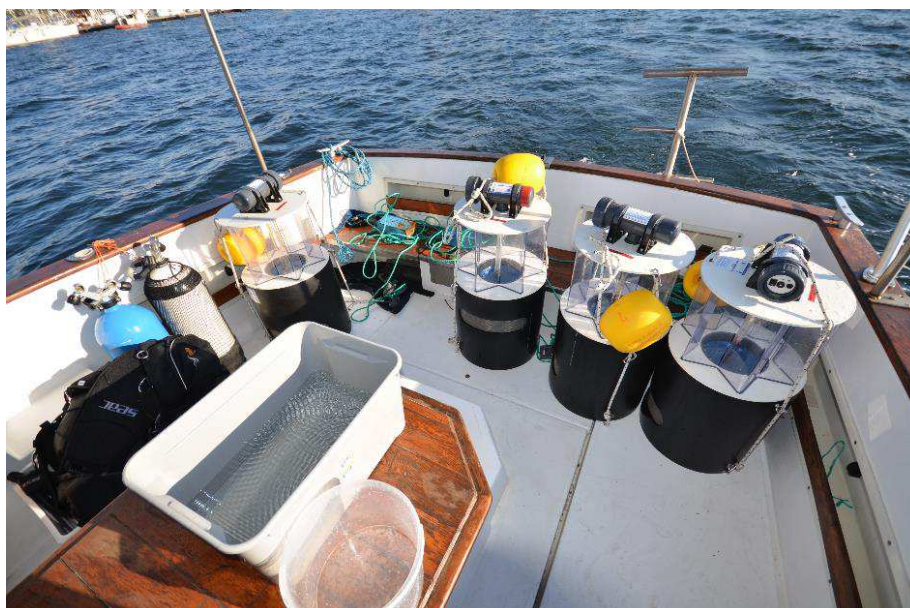


Figure 14. Dispositif sur le Thalassa avec les pièges lumineux et divers équipements pour la manipulation (© P2A Développement).

Le tableau récapitulatif des échantillonnages (Tableau 5) fait état de 28 pêches en 7 calées réparties dans les 3 sites atelier au cours des 3 campagnes d'échantillonnages.

Tableau 5. Synthèse des pêches avec piège lumineux (Light trap) réalisées au cours des 2 campagnes de saison froide d'octobre 2014 et d'avril 2015.

CAMPAGNE SAISON FROIDE 1											
Site Baie de Saint-Tropez (6)											
Sardineau	F. Saulle /	19/10/2014	43°31012N	06°66607E	LT4	14,00	21h25	08h50	F1	NORD-OUEST	10,00
Sainte-Maxime Est	F. Saulle /	19/10/2014	43°29099N	06°62804E	LT1	15,00	21h10	08h10	F1	NORD-OUEST	10,00
Sainte-Maxime ouest	F. Saulle /	19/10/2014	43°28474N	06°60910E	LT2	15,00	21h25	08h00	F1	NORD-OUEST	10,00
Sardineau bis	F. Saulle /	20/10/2014	43°30872N	06°66630E	LT3	18,00	21h25	07h55	F2	NORD-OUEST	10,00
Canoubier	F. Saulle /	20/10/2014	43°27967N	06°666753E	LT4	17,00	21h10	08h05	F2	NORD-OUEST	10,00
Sainte-Maxime Est	F. Saulle /	20/10/2014	43°29099N	06°62804E	LT2	16,00	18h50	04h45	F2	NORD-OUEST	10,00
Canoubier bis	F. Saulle /	20/10/2014	43°27361	06°65083	LT1	18,00	19h50	8h25	F2	NORD-OUEST	10,00
CAMPAGNE SAISON FROIDE 2											
Site des 3 Caps (8)											
Bon Porté	J.-Y. Jouvenel/F. Thiebaut	14/04/2015	43°11,464N	06°39,534E	LT5	14,50	20H27	8H37	F0	SUD OUEST	15,00
Briande 1	J.-Y. Jouvenel/F. Thiebaut	14/04/2015	43°10,062N	06°38,479E	LT3	13,10	20H18	8H44	F0	SUD OUEST	15,00
Briande 2	J.-Y. Jouvenel/F. Thiebaut	14/04/2015	43°09,615N	06°37,465E	LT2	14,70	20H12	8H57	F0	SUD OUEST	15,00
Baie de Cavalaire	J.-Y. Jouvenel/F. Thiebaut	14/04/2015	43°10,648N	06°35,909E	LT1	14,80	20H00	9H02	F0	SUD OUEST	15,00
Bon Porté	J.-Y. Jouvenel/F. Thiebaut	15/04/2015	43°11,490N	06°39,603E	LT5	14,40	19H00	8H36	F0	s.o.	15,00
Briande 1	J.-Y. Jouvenel/F. Thiebaut	15/04/2015	43°10,062N	06°38,479E	LT3	15,00	18H45	8H42	F0	s.o.	15,00
Briande 2	J.-Y. Jouvenel/F. Thiebaut	15/04/2015	43°09,612N	06°37,507E	LT1	15,10	18H38	8H52	F0	s.o.	15,00
Baie de Cavalaire	J.-Y. Jouvenel/F. Thiebaut	15/04/2015	43°07,802N	03°08,517E	LT2	14,40	18H27	9H00	F0	s.o.	15,00
Site Baie de Saint-Tropez (8)											
Saint-Tropez	J.-Y. Jouvenel/F. Beau	16/04/2015	43°16,199N	06°37538E	LT4	15,60	19H21	8H23	F1	SUD EST	15,00
Canoubier	J.-Y. Jouvenel/F. Beau	16/04/2015	43°16,755N	06°40,011E	LT3	15,00	19H12	8H53	F1	SUD EST	15,00
Sainte-Maxime Ouest	J.-Y. Jouvenel/F. Beau	16/04/2015	43°17,105N	06°36,648E	LT1	15,50	18H54	8H32	F1	SUD EST	15,00
Sardineau	J.-Y. Jouvenel/F. Beau	16/04/2015	43°18,494N	06°39,896E	LT2	16,20	19H04	8H44	F1	SUD EST	15,00
Saint-Tropez	J.-Y. Jouvenel/G. Sylla	17/04/2015	43°16,518N	06°38,825N	LT4	13,00	18h56	8H50	F1	SUD EST	15,00
Canoubier	J.-Y. Jouvenel/G. Sylla	17/04/2015	43°16,755N	06°40,011E	LT3	16,00	18h50	8H43	F1	SUD EST	15,00
Sainte-Maxime Ouest	J.-Y. Jouvenel/G. Sylla	17/04/2015	43°17,105N	06°36,648E	LT1	13,80	18h22	8H12	F1	SUD EST	15,00
Sardineau	J.-Y. Jouvenel/G. Sylla	17/04/2015	43°18,494N	06°39,896E	LT2	15,80	18h43	8H30	F1	SUD EST	15,00
Site Archipel des Embiez (12)											
Saint-Pierre 1	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	22/04/2015	43°05,0937N	5°46,98522E	LT3	16,10	20H28	8H05	F1	SUD EST	15,00
Saint-Pierre 2	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	22/04/2015	43°05,07792N	5°47,03328E	LT2	15,50	20H31	8H07	F1	SUD EST	15,00
Saint-Pierre 3	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	22/04/2015	43°05,06712N	5°47,1147E	LT4	14,80	20H34	8H11	F1	SUD EST	15,00
Saint-Pierre 4	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	22/04/2015	43°05,05752N	5°47,1648E	LT1	15,30	20H38	8H15	F1	SUD EST	15,00
Grand-Rouveau 1	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	24/04/2015	43°05,1543N	5°46,5501E	LT1	14,80	20H18	7H42	F0	s.o.	15,00
Grand-Rouveau 2	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	24/04/2015	43°04,91256N	5°46,22448E	LT3	17,30	20H22	7H44	F0	s.o.	15,00
Grand-Rouveau 3	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	24/04/2015	43°05,03292N	5°46,12638E	LT2	18,50	20H29	7H48	F0	s.o.	15,00
Grand-Rouveau 4	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	24/04/2015	43°04,95978N	5°45,9072E	LT4	19,00	20H31	8H00	F0	s.o.	15,00
Passé Brusc 1	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	23/04/2015	43°04,11762N	5°47,10018E	LT2	17,00	19H51	7H31	F0	s.o.	15,00
Passé Brusc 2	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	23/04/2015	43°04,0929N	5°47,12328E	LT3	17,50	19H55	7H36	F0	s.o.	15,00
Passé Brusc 3	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	23/04/2015	43°04,08462N	5°47,1747E	LT1	17,80	20H00	7H38	F0	s.o.	15,00
Passé Brusc 4	J.-Y. Jouvenel / C. Gournay	23/04/2015	43°04,0968N	5°47,22198E	LT4	17,10	20H06	7H41	F0	s.o.	15,00

Données collectées

Les données environnementales et générales

Une fiche a été remplie mentionnant les conditions environnementales des pêches : coordonnées géographiques, date et heure de calée, heure de levée à chaque station ainsi que l'état de la mer et le vent.

Des prises de vue (photo et vidéo) de ces opérations ont également été réalisées, notamment avec un objectif photographique 'macro' pour faciliter les identifications. En effet, les postlarves ne sont pas métamorphosées lors de leur capture et le programme ne prévoyait pas de les stabuler en bassins afin d'attendre leur métamorphose et ainsi de faciliter leur identification.

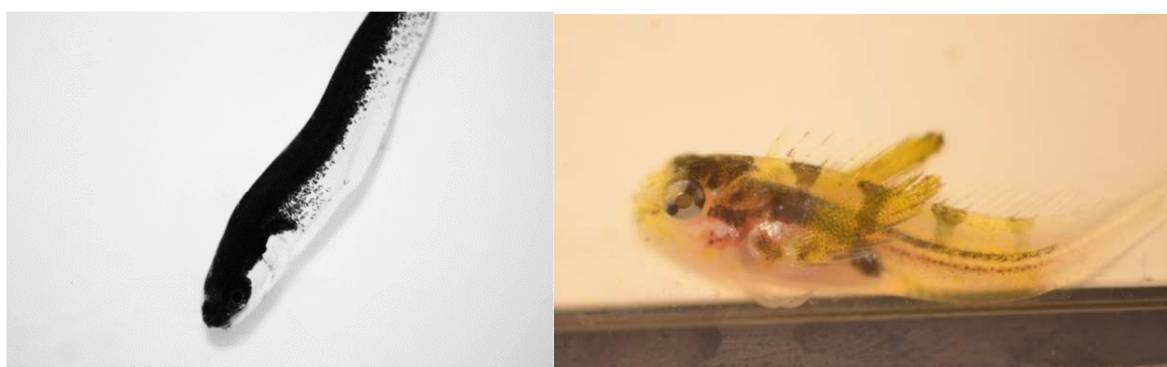


Figure 15. Postlarves récoltées au mois d'avril 2015 (motelle à gauche et blennie à droite) © P2A Développement

Résultats préliminaires des captures

Aux 3 Caps, les collectes n'ont pas été fructueuses en postlarves de poissons. Seulement 4 individus ont été capturés. Les conditions pourtant favorables (absence de courant, faible houle) n'ont pas permis de collecter de manière significative. En revanche, de très nombreux annélides et crustacés ont pu être collectés démontrant par la même occasion que les pièges ont bien fonctionné et que c'est bien l'absence de postlarves qui est la cause de ces captures modestes.

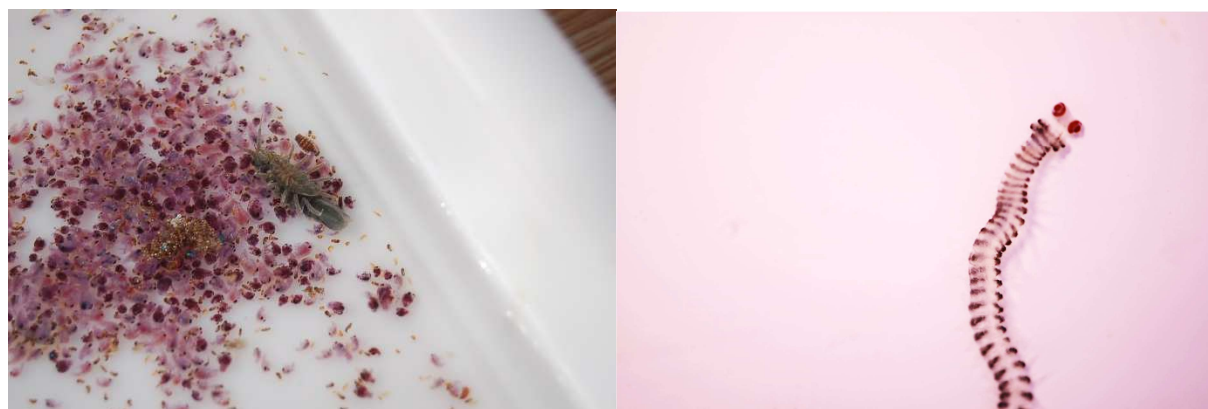


Figure 16. Vue du bac avec des isopodes et un annélide collectés aux 3 Caps © P2A Développement

A Saint-Tropez, de nombreux invertébrés ont également été collectés, et les pêches ont été plus fructueuses avec 39 individus collectés pour la campagne d'octobre (essentiellement *D. vulgaris*) et 26 pour celle d'avril (essentiellement *G. mediterraneus*).

A mentionner la collecte de 2 postlarves de dentis qui sont des espèces patrimoniales inventoriées par les observations des équipes du GIS et du MOI.

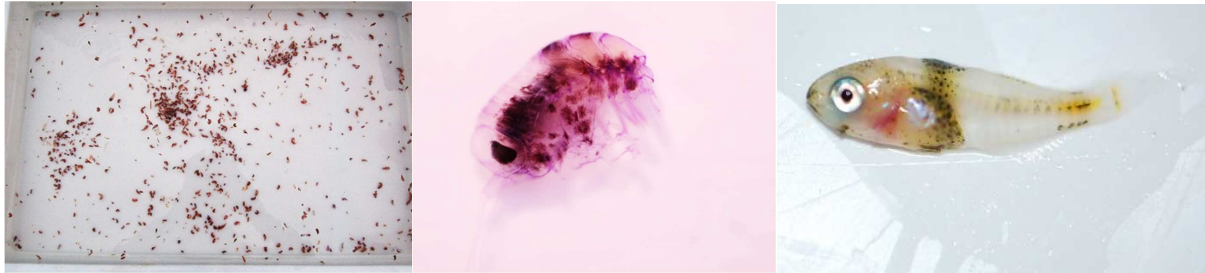


Figure 17. Vue du bac avec des isopodes en détail au centre et de sars vérades *D. vulgaris* © P2A Développement

Aux Embiez, les collectes ont été les plus efficaces avec un total de 60 individus dont près de 50% étant des blennies *Parablennius sanguinolentus*.

Les motelles ont été également capturées, à noter la capture de 4 postlarves de homard à la station de Saint-Pierre avec 3 sépioles et un grondin.



Figure 18. Vue du bac avec des postlarves de homard, de sépiole et de grondin très probablement *Trigla lucerna* (com. Pers.) © P2A Développement

Tableau 6. Récapitulatif des collectes pour les campagnes de saison froide d'octobre et d'avril.

SITES / ESPECES	OCTOBRE 2014	AVRIL 2015
Baie de Saint-Tropez	39	26
Dicentrarchus labrax		
Diplodus vulgaris	23	
Dentex dentex		
Gaidropsarus mediterraneus		11
Parablennius sanguinolentus		2
Sarpa salpa	4	
Sepiolo sp	2	1
Engraulis encrasicolus	6	9
Species sp	4	3
Trois Caps		4
Atherina sp.		3
Dicentrarchus labrax		
Parablennius pilicornis		
Parablennius sanguinolentus		1
Thalassoma pavo		
Embiez		60
Atherina sp.		
Blennius sp.		8
Diplodus annularis		
Engraulis encrasicolus		8
Gaidropsarus mediterraneus		5
Gobiidé		
Gymnamotydes cicerelus		3
Homarus gammarus		4
Mullus surmuletus		
Parablennius sanguinolentus		29
Sepiolo sp		3
Spicara sp.		
Trachurus sp		2
Trigla lucerna		1
Trigla sp		
Total général	39	90

Bilan global des captures

Lors de ces 2 campagnes de saison froide les effectifs collectés s'élèvent à 129 individus de postlarves de poissons, de crustacés ou de céphalopodes d'intérêt halieutique sur un total de 222 individus.

En octobre les échantillonnages sur le Golfe de Saint-Tropez ont bien fonctionné avec un total de 39 individus.

L'archipel des Embiez est le site de plus productif en abondance des collectes mais également en diversité avec 15 espèces (24 pêches unitaires) contre 9 dans le Golfe de Saint-Tropez (22 pêches unitaires) et seulement 5 pour le site des Trois Caps (16 pêches unitaires).

Ce volet de collectes aux pièges lumineux trouve naturellement rapidement ses limites :

- Périodes de collecte très brèves ;
- Sacrifice des PL collectées (sauf aux Embiez où elles ont pu être confiées à l'IOPR) ;
- Répartition spatiale limitée.

Toutefois de précieuses informations ont pu être apportées :

- Présence d'espèces très difficilement observables en plongées (pélagiques comme l'anchois, ou cryptiques comme la motelle) ;
- Identification de tendances de flux (à confirmer par une intensification des collectes);
- Confirmation pour des espèces observées en plongée que l'installation peut se faire directement sur les nurseries inventoriées.

2.3.3 Analyse des pressions anthropiques

Un des objectifs du projet NUhAGE est d'identifier, au sein des petits fonds compris entre 0 et 5 m identifiés comme nurseries côtières, les facteurs de pression qui s'exercent directement sur les juvéniles et indirectement sur leurs habitats. Ces pressions sont majoritairement dues à des facteurs anthropiques et, dans une moindre mesure, à des facteurs naturels (apports telluriques, en eau douce, en sels nutritifs). L'estimation de la valeur de nurserie, que l'on peut attribuer à ces petits fonds dépend à la fois de la localisation des sites, de la qualité des habitats, des courants et de ces pressions qui risquent d'empêcher l'installation des postlarves ou d'avoir un effet sur leur croissance ou leur survie. L'utilité de la démarche de diagnostic, en confrontant les pressions aux données de comptages, est de définir les orientations en termes de gestion, de conservation, de renaturation ou de restauration.

Le GIS Posidonie a intégré au projet une étudiante de Master professionnel de l'Université d'Aix-Marseille, Laureline Chassaing qui a exclusivement travaillé à la collecte de données sur les pressions et à la recherche d'une démarche de qualification des pressions spécifiques aux petits fonds.

Une liste des pressions anthropiques (mécanique, chimique, sonore) s'exerçant sur les petits fonds a été dressée.

Ensuite, les données existantes sur les pressions anthropiques ont été rassemblées (MEDAM, REPOM, METRIX, Schéma départemental de la mer et du littoral du Var, etc.), en particulier les données relatives aux 3 sites atelier suivis.

Sur cette base bibliographique, des observations complémentaires ont été réalisées sur le terrain au sein des 3 sites ateliers. Le trait de côte a ainsi été intégralement parcouru en kayak (5 jours de prospection) à la recherche d'informations complémentaires sur la présence de pressions anthropiques (prolifération d'ulvacées, macrodéchets, canalisations des eaux de pluie, rejets domestiques, etc.).

Une réunion de 8 experts, a été organisée pour établir une grille multicritères sur la base d'un consensus (méthode Delphi : Duffield, 1993 ; Keeney *et al.*, 2006).

Les experts qui ont accepté d'évaluer les pressions exercées sur les juvéniles et leurs habitats sont :

- Charles-François Boudouresque (Professeur Université – Ecologie marine),
- Mireille Harmelin-Vivien (Directeur de recherche CNRS – poissons et réseaux trophiques
- Marc Verlaque (Directeur de recherche CNRS – Ecologie marine)
- Philippe Cuny (Professeur AMU – Contaminants)

- Adrien Cheminée (Docteur – Poissons et recrutement juvéniles)
- Thierry Thibaut (Maitre de Conférences AMU – Phycologie)
- Aurélie-Blanfuné-Thibaut (Master – Phycologie)
- Sandrine Ruitton (Maitre de Conférences AMU – Ecologie marine)
- Sébastien Personnic (Docteur – référent DCSMM)

La liste des pressions anthropiques a été présentée. Leur pertinence relative aux nurseries côtières a été discutée. Un facteur de pondération a été attribué après concertation entre les experts pour traduire l'importance de chaque pression en fonction des habitats ; dans le cadre de cette analyse nous avons uniquement considéré les quatre grands habitats concernant les petits fonds : Herbier de posidonie, Matte morte, Roche infralittorale, Substrats meubles, pris en compte sur les cartes disponibles.

A la suite de cette enquête Delphi, grâce à la grille multicritères, un 'indice' de pression anthropique sur les habitats de nurserie sera défini à l'échelle des sous-sites. Les données seront restituées sous forme cartographiques à l'aide d'un SIG (ArcGIS®).

Cette analyse s'inspire de l'approche développée par Personnic *et al.* (2014) dans le cadre de la directive cadre stratégie milieu marin (DCSMM) sur les principaux habitats marins. Elle est transposée aux microhabitats des petits fonds.

Cette analyse sera confrontée aux données de comptage afin d'évaluer le lien entre le niveau de pression anthropique et la composition du peuplement de juvéniles au sein des nurseries.

Tableau 7. Exemple de facteurs de pondération attribués aux pressions en fonction des habitats, obtenu à partir de la méthode Delphi (valeurs indicatives non définitives).

Types	pressions		Roche infralittorale	Herbier de posidonie	Substrats meubles	Matte morte
naturel	Matière en suspension, turbidité		2	3	1	1
	Apport en N, P et C		3	4	2	2
	Rejet pluvial/ eau douce		2	2	2	2
chimique	Contaminants	PCB	2	2	2	1
		TBT (antifouling)	2	2	1	1
	Hydrocarbures (naphtalène, pyrène ect.)		1	1	1	1
	Métaux lourds (Pb, Ni, As, Cd, Cu Hg, Zn, Cr)		2	2	2	2
	Pesticides (DDT, lindane)		2	2	2	2
	Substances médicamenteuses Œstradiol		1	1	1	1
mécanique	Dragage		NA	5	5	4
	Piétinement		4	3	2	1
	Mouillage		3	4	2	2
	Ancrage		NA	4	1	2
	Artificialisation	Enrochement digue	5	5	5	5
		Plage	4	5	5	4
		Extension port	5	5	5	4
		Ponton, quai	4	4	4	4
		Terre-plein	5	5	5	5
sonore	Son		3	3	3	3

2.4 Analyse des données au laboratoire

2.4.1 Saisie et vérification des données

Les données de la dernière campagne (avril 2015) sont en cours de saisie (relevés d'habitats et comptages de juvéniles).

2.4.2 Premières analyses statistiques

Afin de présenter les premiers résultats de l'étude lors du colloque DRIVER, une première analyse statistique a été réalisée sur les données de la campagne d'été 2014.

2.4.3 Traitement des données des isotopes stables

Les analyses des isotopes stables dans le sédiment et l'eau prélevés au cours de l'été 2014 dans chaque sous-site des 3 sites ateliers, sont terminées. L'interprétation des résultats de ces analyses est en cours.

2.4.4 Captures des pièges lumineux

Les identifications des prélèvements de postlarves par pièges lumineux sont en cours. Une liste des espèces capturées sera dressée. Cette liste apportera des informations complémentaires sur la composition du peuplement de post-larves susceptibles de recruter à la côte indépendamment de l'échantillonnage sur les habitats.

3 Prochaines étapes

3.1 Prochaines actions à entreprendre

- Finir la saisie des données de la campagne de printemps ;
- Finir la saisie des données concernant l'influence anthropique dans chaque site atelier ;
- Analyser le jeu de données complet ;
- Construire une typologie habitats/espèces avec les données disponibles ;
- Construire une démarche de diagnostic de l'état des petits fonds ;
- Restituer le rapport final (juillet 2015) ;

3.2 Objectifs de l'analyse des données

- Améliorer les connaissances sur les **fonctions écologiques** des petits fonds, en particulier la zone très superficielle (<1m) ;
- Proposer un protocole pour leur caractérisation ;
- Déterminer quelles sont les espèces les plus concernées par le bon état écologique des petits fonds ;
- Mieux définir la notion de nurserie de poissons sur les côtes du Var et plus globalement en Méditerranée française et notamment la dimension des échelles spatiales concernées (10 m ? 100 m ?) ;
- Identifier dans les sites atelier les petits fonds jouant ce rôle de nurseries naturelles (fonctionnalités, espèces, description écologique et géomorphologique) et identifier les variables de l'environnement et de l'habitat qui caractérisent ces sites au rôle fonctionnel clé ;
- Construire la typologie habitat/peuplement juvénile
- Réaliser un état des lieux, c'est-à-dire apprécier la qualité de ces sites ou leur niveau de dégradation ;
- A partir de la typologie et de l'état des lieux, évaluer, si possible, la valeur de nurserie des sous-sites prospectés ;
- Fournir des pistes pour une renaturation ou une restauration des habitats dégradés ne pouvant plus remplir ce rôle et rechercher des solutions d'aménagement ;
- Etablir un document servant de référentiel d'identification de ces nurseries dans le Var avec les premiers éléments de gestion ;

- Identifier lors de l'exploration des sites ateliers, des zones (sous-sites) aux habitats superficiels potentiellement dégradés et, le cas échéant, proposer des mesures de gestion pour certaines de ces zones ;
- **Au bout des 18 mois**, le travail réalisé sur les 3 sites ateliers du Var doit permettre de décrire ce que sont les nurseries naturelles dans le Var, leur caractère préservé ou non, les caractéristiques et superficies des zones sensibles à protéger ou des zones dégradées du point de vue de la fonction nurserie. Cette typologie doit pouvoir être transposable à d'autres sites de la côte méditerranéenne française comportant les mêmes habitats.

3.3 Livrables

- rapport de campagne 1 (automne 2014) → rapport restitué en novembre 2015
- rapport de campagne 2 (mai 2015) → présent rapport restitué en juin 2015
- un rapport final (juillet 2015) comprenant :
 - o une approche locale : description par site (synthèse et cartes)
 - o une approche générale : typologie des habitats/peuplements associés des nurseries
 - o un résumé non technique
- des illustrations photos et vidéos
- la conception d'une plaquette de sensibilisation sur la valeur des 'petits fonds'

4 Bibliographie

Duffield C, 1993. The *Delphi* technique: a comparison of results obtained using two expert panels. *International journal of nursing studies*, 30 (3), 227-237.

Hickford M. J. H., Schiel D. R., 1999. Evaluation of the performance of light traps for sampling fish larvae in inshore temperate waters. *Marine Ecology-Progress Series* 186: 293-302.

Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G., 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation "*in situ*" de la faune ichthyologique. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros.*, 1 : 47-52.

Harmelin-Vivien M., Harmelin J.G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabé G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J., Lasserre G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 40 : 467-539.

Keeney S., Hasson F., Mc Kenna H., (2006). Consulting the oracle: ten lessons from using the Delphi technique in nursing research *Journal of Advanced Nursing*, 53(2), 205–212.

Shaw R. F., Cope J. S., Holt J., Ropke A., Thorrold S. R., Ditty J. G., Farooqi T. W., Rooker J. R., 2007. Comparison of plankton catch by three light-trap designs in the northern Gulf of Mexico. *Gulf of Mexico Science* 2: 109-118.

Stearns D. E., Holt G. J., Forward R. B., Pickering P. L., 1994. Ontogeny of phototactic behavior in red drum larvae (*Sciaenidae*, *Sciaenops ocellatus*). *Marine Ecology-Progress Series* 104: 1-11.

Programmes scientifiques et appliqués de référence dédiés aux larves et juvéniles

BIOMEX. Planes S. - Coordinator, 2006. Assessment of biomass export from Marine Protected Area and its Impact on Fisheries in the Western Mediterranean Sea. Final report. BIOMEX QLRT – 2001-0891. EPHE-CNRS, IEO, Univ. of Alicante, CSIC Barcelona, Univ. College of Dublin, Univ. of Murcia, AZTI, GIS Posidonie (Le Diréach, Bonhomme, Cadiou), WWF France.

ECONAUT : Le Diréach L., de Monbrison D., Astruch P., Cantou M., Guilloux L., Bonhomme D., Ruitton S., Fourt M., Martin V., Dufour V., 2010. Peuplements de poissons et qualité environnementale des ports de plaisance en Méditerranée (rapport final). Convention Fondation d'Entreprise TOTAL pour la Biodiversité et la Mer – GIS Posidonie/BRL/Université Montpellier2/CNRS. GIS Posidonie publ : 1-192.

GIREL : Réalisation du suivi scientifique de phase 3 pour les pilotes ECODIGUES sur les digues et quais portuaires du Grand Port Maritime de Marseille dans le cadre du programme GIREL. 83 p. par E. Rouanet, P. Astruch, L. Le Diréach, A. Goujard, 2014. Contrat EGIS-Eau & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr.

SETMORT: Macpherson E. - Coordinator. 1996 - Studies on mediterranean fishes : settlement and mortality patterns in protected and unprotected areas (CSIC Barcelona, CNRS Perpignan et Marseille (Harmelin-Vivien, Vigliola), GIS Posidonie (Francour et Le Diréach), EPHE Perpignan (Planes).