

Projet de recherche
Parc National de Guadeloupe
(Mars 2018)
Pierre-Yves PASCAL

Rôle trophique de la méiofaune pour les larves des poissons des mangroves de Guadeloupe

I – INTRODUCTION

Depuis quelques décennies, les écosystèmes de récifs coralliens connaissent de profondes modifications à échelle mondiale. Ces changements sont principalement liés à l'augmentation de la pression démographique au niveau des zones côtières et à l'exploitation des ressources marines (Hughes et al. 2003). La diminution des stocks de poissons liée à la surpêche est particulièrement problématique dans ces environnements (Hughes 1994).

Les stocks de poissons sont fortement liés au recrutement des larves qui se développent dans le milieu pélagique au large (Doherty & Williams 1988, Roughgarden et al. 1988, Underwood & Fairweather 1989). Depuis le large, ces larves utilisent leurs systèmes sensoriels et leurs capacités de nage pour s'orienter vers des habitats favorables en milieu côtier (Öhman et al. 1998, Stobutzki & Bellwood 1998, Lecchini et al. 2007, Ben-Tzvi et al. 2009). Ce processus d'installation diffère selon les espèces de poisson. De plus, ce recrutement est très variable dans le temps et dans l'espace si bien que l'étude du recrutement est particulièrement difficile et que cette étape du cycle de vie des poisson est peu documentée (Doherty 1991, Caley et al. 1996).

Etudier ce processus d'installation des larves est particulièrement important pour comprendre la structure et la dynamique des poissons de récifs et proposer des mesures de gestion et de conservation adaptées (Grorud-Colvert & Sponaugle 2009).

Dans la zone géographique des Caraïbes, des études de la structure des communautés des larves ont été menée à St Lucie (Valles et al. 2001), Barbade

(Sponaugle & Cowen 1996) et Panama (Wilson 2001). Les larves qui s'installent à St Lucie et Barbade sont issues de géniteurs locaux alors qu'à Panama, les courants permettent l'installation de larves de territoires voisins (Cowen et al. 2000). En Guadeloupe, peu de choses sont connues sur les possibilités de recrutement depuis les environnements voisins. Une autre spécificité de la région des petites Antilles est sa proximité avec l'équateur ce qui rendrait le recrutement des poissons constant au court de l'année par rapport à des zones de plus haute latitude (Williams et al. 1994). Ces deux caractéristiques justifient le choix de la Guadeloupe comme site d'étude des communautés de larves de poissons.

Les mangroves, à l'interface entre milieux terrestres et marins, constituent des systèmes présentant des biomasses et des productions très importantes pouvant dépasser celles des forêts tropicales humides (Alongi 2009). Les mangroves jouent un certain nombre de services écosystémiques en réduisant les effets physiques des tempêtes et les effets chimiques de contaminations de l'environnement (Brander et al. 2012). Les mangroves jouent également le rôle d'habitat pour de nombreuses espèces et sont donc cruciales dans la gestion de la biodiversité.

Ce rôle d'habitat est particulièrement important pour les juvéniles de poissons. En effet, un grand nombre d'espèces passent leurs premiers stades de vie en mangrove (Pinto & Punchihewa 1996) si bien que les densités de larves y sont généralement très importantes (Robertson & Blaber 1992). Ce rôle de nurserie s'explique principalement par deux raisons : *i*) la structure physique des racines de palétuviers constitue un excellent abri pour les poissons, ce qui limite leur prédation (Blaber & Milton 1990) et *ii*) les mangroves fournissent une grosse quantité de nourriture appropriée pour les juvéniles de poissons (Choong et al. 1990). Cependant l'alimentation des larves de poissons de mangrove est peu connue. Le rôle de la méiofaune dans ces régimes alimentaires est supposé mais n'a jamais été quantifié.

L'objectif du présent projet est de déterminer le rôle des mangroves de Guadeloupe pour les poissons marins pendant leurs premiers stades de vie.

Un premier volet de ce travail évalue les structures de communauté de larves de poissons dans les mangroves et le deuxième volet détermine le régime alimentaire de ces larves.

II – MATERIEL ET METHODE

I) Les techniques de pêches

Dans un premier temps, un chalut épibenthique a été utilisé. Ce filet, de relativement petite taille, a été trainé par 1 m de fond à l'aide d'un bateau au niveau de la limite sédiment-eau à proximité des racines de palétuviers (Figure I).



Figure I. Localisation géographique des différents sites d'échantillonnage des larves.

Cercle noir : Station d'échantillonnage avec le chalut épibenthique

Etoile blanche : Station de pêche CARE non retenue

Etoile noire : Station de pêche CARE retenue

Dans un deuxième temps, les pêches de larves ont été effectuées à l'aide d'un piège CARE (Artificial Reef Eco-friendly). Cet engin de pêche est un attracteur lumineux spécialisé dans la capture des post-larves vivantes. Il est composé d'un bloc lampe étanche, d'une lampe LED, d'un filet conique en PVC fermé par un collecteur dévissable et l'ensemble est lesté par un mouillage en béton (Figure 2). Ce type de piège a été utilisé pendant toute la nuit pour une durée d'environ 10 à 12h. A la fin de la pêche les larves étaient récupérées vivantes dans le collecteur.

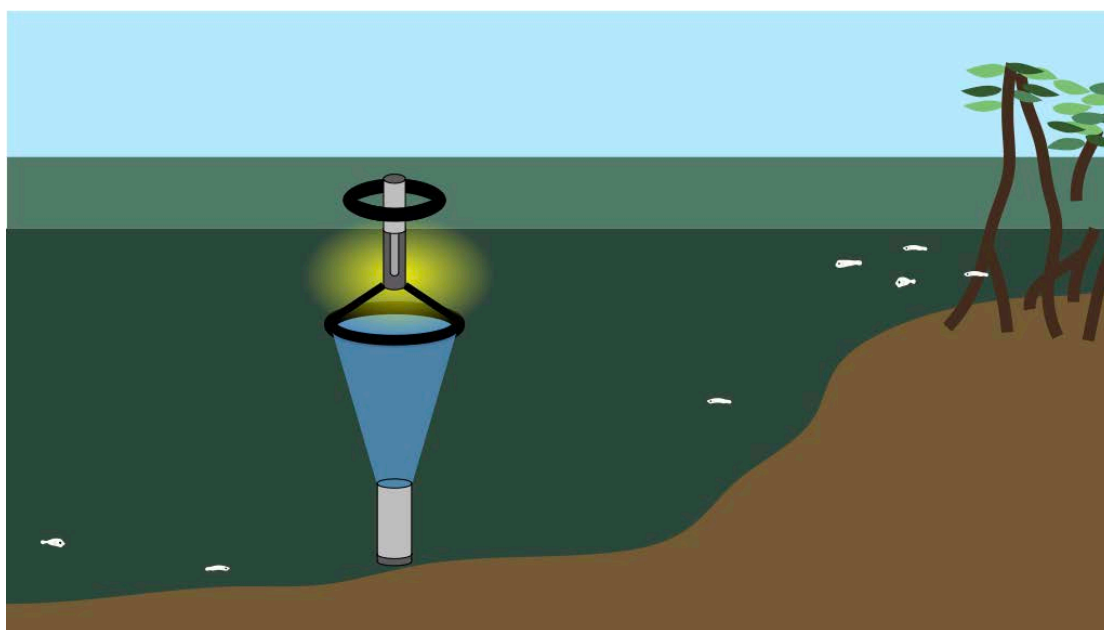


Figure 2 : Schéma du piège lumineux CARE

Les pêches étaient réalisées lors de la nouvelle lune. Au total, 10 sessions d'échantillonnages ont été réalisées. Les quatre premières sessions présentaient un intervalle d'un mois (04 Août, 01 Septembre, 01 Novembre et 02 Décembre 2016). A partir du 18 Janvier 2017, il a été décidé de ne pas tenir compte de la phase lunaire pour l'échantillonnage. D'où un intervalle d'une semaine pour les sessions restantes (18, 27 et 31 Janvier, 09,15 Février et 29 Mars 2017). Au cours de cette campagne de pêche, un second piège lumineux a été utilisé et placé 20 mètres plus loin (Figure 1).

2) Détermination du régime alimentaire

Contenus stomacaux

Les larves obtenues lors des premières pêches ont été congelées afin de stopper les processus de digestion. Après un délai de 24 heures, les larves de poissons ont été identifiées, mesurées puis disséquées afin d'identifier leurs contenus stomacaux.

Expériences de prédation

Cette approche consiste à marquer des proies avec des isotopes stables. L'enrichissement simultané en ^{13}C des algues et ^{15}N des bactéries et l'enrichissement consécutif des consommateurs de la méiofaune mis au contact de ces ressources pendant de courtes expériences de broutage permettent de mesurer des taux d'ingestion (Pascal et al. 2008, Pascal et al. 2009, Pascal et al. 2013). Des expériences préliminaires ont montré que le principe de ces expériences pouvait être adapté pour mesurer la consommation de méiofaune par des poissons et crevettes de Guyane (Pascal et al. In prep).

Des mysidae prélevés en mangrove ont été placés en aquarium (volume total de 1 litre) oxygéné et 1 mg de chlorure d'ammonium (99% ^{15}N) a été ajouté à l'eau. Cette incubation a elle aussi duré une semaine.

Parallèlement, du sédiment superficiel de mangrove (premier centimètre) avec de l'eau de mer (volume total de 1 litre) a été incubé pendant une semaine avec 0.1 mg de glucose (99% ^{13}C). Le sédiment a été rincé par une série de 3 cycles de remise en suspension, sédimentation élimination du surnageant dans de gros volume d'eau (5 litres).

Les incubations ont été réalisées dans de petit mésocosme (aquarium de 1 litre) contenant les proies marquées (mysidae enrichis en ^{15}N et méiofaune enrichie en C^{13}) et des larves fraîchement capturées avec la technique CARE. Des témoins ont été réalisés en disposant des larves dans des structures leur empêchant l'accès aux proies enrichies en isotopes stables.

Les expériences ont été stoppées par congélation des larves.

Pour toutes les mesures de signatures isotopiques, trois réplicats ont été systématiquement réalisés.

Pour la mesure de la signature isotopique des proies enrichies :

- les nématodes ont été extraits par centrifugation (3000 rpm pendant 5 minutes) avec du Ludox TM et 700 individus ont été manuellement regroupés pour chaque échantillon.

- les mysidaées ont été récupéré par filtration de l'eau (tamis de maille 50 µm) et 300 individus ont été regroupés pour chaque échantillon.

Pour la mesure de la signature isotopique des consommateurs potentiels :

- le tissu de chaque larve a été homogénéisé avec un broyeur homogénéiseur ULTRA-TURRAX T10, IKA®, puis lyophilisé. Seul une fraction (1 mg) de cet échantillon a été prélevé pour analyse isotopique (^{13}C et ^{15}N).

Les signatures isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des proies (meiofaune et mysidaée) et des consommateurs (larves de poissons) ont été mesuré en utilisant un spectromètre de masse EA-IRMS (Isoprime, Micromass, UK). La composition en isotope de l'azote est exprimée en notation delta ($\delta^{15}\text{N}$) par rapport à la composition en azote de l'air N_2 : $\delta^{15}\text{N} = [({}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N})_{\text{échantillon}} / ({}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N})_{\text{référence}}] - 1 \times 1000$.). La composition en isotope du carbone est exprimée en notation delta ($\delta^{13}\text{C}$) par rapport au carbone du Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB): $\delta^{13}\text{C} = [({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C})_{\text{échantillon}} / ({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C})_{\text{référence}}] - 1 \times 1000$.

L'incorporation de ^{15}N est définie comme l'excès de ^{15}N au dessus de celui du témoin et se trouve exprimé en incorporation spécifique (I). I a été calculé comme de l'excès de ^{15}N (E) et de la biomasse d'azote dans l'échantillon. E est la différence entre le témoin ($F_{\text{témoin}}$) et l'échantillon ($F_{\text{échantillon}}$): $E = F_{\text{témoin}} - F_{\text{background}}$, avec $F = {}^{15}\text{N} / ({}^{15}\text{N} + {}^{14}\text{N}) = R / (R + 2)$ et $R =$ rapport isotopique de l'azote. Pour $F_{\text{témoin}}$, ce sont les signatures obtenues avec les témoins (emprisonnés dans les cages) qui sont utilisés as: $R = ((\delta^{15}\text{N}/1000)+1) \times R_{\text{air}}\text{N}_2$ where $R_{\text{air}}\text{N}_2 = 7.35293 \times 10^{-3}$ (Mariotti 1982). Les taux d'ingestion de mysidaee est déterminé de la manière suivante, Ingestion ($I \times (\% C_{\text{mysidaee}} / \% N_{\text{mysidaee}}) / (F_{\text{mysidaee}} \times \text{temps d'incubation})$).

L'incorporation de ^{13}C est définie comme l'excès de ^{13}C au dessus de celui du témoin et se trouve exprimé en incorporation spécifique (I). I a été calculé comme de l'excès de ^{13}C (E) et de la biomasse de carbone dans l'échantillon. E est la différence entre le témoin ($F_{\text{témoin}}$) et l'échantillon ($F_{\text{échantillon}}$): $E = F_{\text{témoin}} - F_{\text{background}}$, avec $F = {}^{13}\text{C} / ({}^{13}\text{C} + {}^{12}\text{C}) = R / (R + 1)$ et $R =$ rapport isotopique du carbone. Pour $F_{\text{témoin}}$, ce sont les signatures obtenues avec les témoins (emprisonnés dans les cages) qui sont utilisés as: $R = ((\delta^{13}\text{C}/1000)+1) \times R_{\text{RVPB}}$ where $R_{\text{RVPB}} = 0.0112372$. Les taux

d'ingestion de méiofaune est déterminé de la manière suivante, Ingestion ($I \times (\% C_{\text{méiofaune}} / \% N_{\text{méiofaune}}) / (F_{\text{méiofaune}} \times \text{temps d'incubation})$).

III – RESULTATS

I) Les techniques de pêches

Deux campagnes de pêche avec chalut épibenthique ont été menées. Au cours de celles-ci, *Lophogobius cyprinoides*, le Gobie à crête, a été la seule espèce capturée vivante. Les 15 individus capturés mesuraient en moyenne $1,7 \pm 0.4$ cm. De ce fait ils sont plus considérés comme des juvéniles que comme des larves.

Malgré les petites vitesses d'avancement du bateau lors de l'utilisation du chalut épibenthique, les larves récoltées étaient broyées dans le fond du chalut rendant ce mode de capture non adapté dans le cadre du projet.

Les pièges CAREs ont, dans un premier temps, été utilisés dans trois sites de la Manche à Eau (Etoile blanche sur la figure 2). Dans ces sites, en fin de pêches, les pièges étaient vides ou remplis de clupéidés. Les pêches réalisées dans le Parc National (autorisation de prélèvement 2016, n°79) ont permis la capture de larves plus abondantes et plus diversifiées (Etoile noire sur la figure 2). Le bilan des pêches est présenté dans le tableau 1 et les photographies de ces espèces sont présentées dans la figure 3.

Date	Espèce	Effectif piège 1	Effectif piège 2
18/01/17	<i>Stegastes diencaeus</i>	1	
	<i>Gerres cinereus</i>	2	
27/01/17	<i>Elops saurus</i>	5	3
	<i>Gerres cinereus</i>	5	13
	<i>Lophogobius cyprinoides</i>	1	1
31/01/17	<i>Carangidae sp.</i>	8	6
	<i>Elops saurus</i>	1	9
	<i>Lutjanus apodus</i>	1	
09/02/17	<i>Carangidae sp.</i>	1	
	<i>Elops saurus</i>	46	
15/02/17	<i>Elops saurus</i>	2	
	<i>Gerres cinereus</i>	1	18
29/03/17	<i>Elops saurus</i>	28	466
	<i>Ludjanidae</i>	3	
	<i>Ludjanus apodus</i>	2	1

Tableau I. Bilan des pêches avec pièges lumineux dans le site de Pointe à Lambi

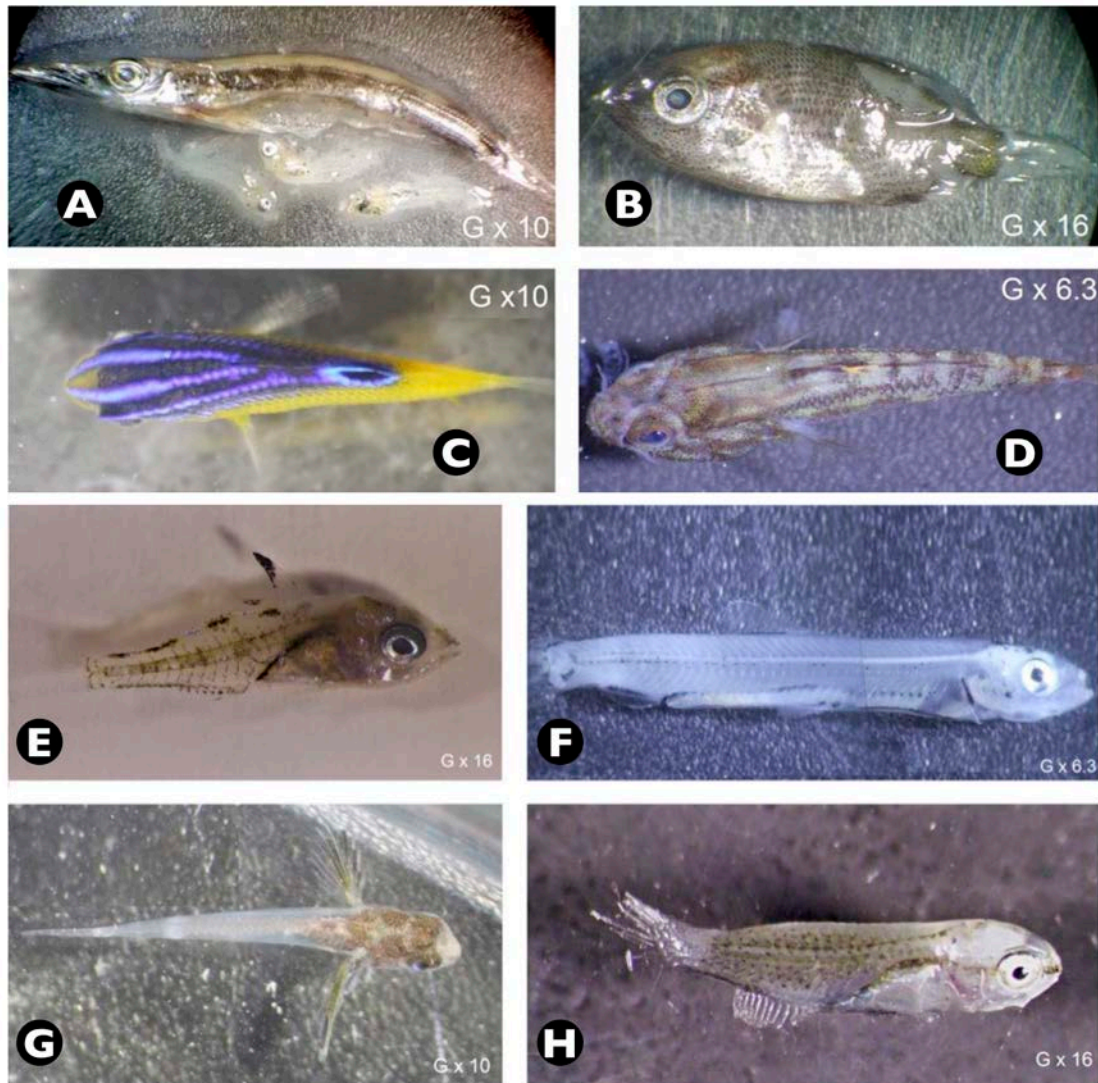


Figure 3. Photographie des différentes larves capturées avec les pièges CARE. A : *Sphyræna barracuda*, B : *Lutjanus apodus*, C : *Stegastes diencaeus*, D : *Lophogobius cyprinoides*, E : *Gerres cinereus*, F : *Elops saurus*, G : *Lophogobius cyprinoides*, H : Carangidae sp.

2) Détermination du régime alimentaire

Contenus stomacaux

83% des gobies à crêtes capturés lors des pêches au chalut épibenthique présentaient des copépodes dans leurs contenus digestifs alors que 33% présentaient des débris végétaux. 13% présentaient un estomac vide.

Quelques individus issus des piégeages CARE ont été disséqués pour examiner leurs contenus digestifs. Chez la majorité des individus examinés, les estomacs étaient vides alors que les estomacs des prédateurs (*Sphyræna barracuda*) étaient artificiellement remplis avec des larves capturées dans les pièges CARE.

Expériences de prédation

4 séries d'expériences ont été réalisées avec des proies enrichies en isotopes stables.

Les échantillons ont été préparés pour analyses mais les résultats ne sont pas encore disponibles à l'heure de la rédaction de ce rapport.

Le bilan des expériences menées est présenté dans le tableau 2.

Date	Espèce	Effectif (libre - témoin)	Mysis	Meiofaune
27/01/17	<i>Elops saurus</i>	4 - 4	X	X
	<i>Gerres cinereus</i>	9 - 9	X	X
	<i>Lophogobius cyprinoides</i>	3 - 2	X	X
31/01/17	<i>Elops saurus</i>	4 - 2	X	X
	<i>Gerres cinereus</i>	5 - 5	X	X
	<i>Lophogobius cyprinoides</i>	3 - 2	X	X
09/02/17	<i>Elops saurus</i>	8 - 4		X
15/02/17	<i>Gerres cinereus</i>	10 - 9		X
	<i>Lophogobius cyprinoides</i>	3 - 2		X

IV – DISCUSSION

1) Les techniques de pêches

La pêche au chalut présente l'avantage d'être réalisable en pleine journée et de ne pas nécessiter de laisser du matériel sur place. Cependant, cette pêche s'est avérée peu adaptée pour la récolte de larve et n'a pas été retenue dans le cadre de ce projet.

Les pièges CAREs permettent la pêche d'une abondance et d'une diversité plus forte de larves. En raison du temps de rétention important dans les pièges avant leur relève, les larves ont le temps de digérer. Elles présentaient donc des contenus stomacaux vides. Chez les espèces prédatrices, les estomacs étaient artificiellement remplis de larves ingérés dans les pièges CAREs (surtout chez *Sphyraena barracuda*).

L'échec des campagnes de pêche réalisées à la Manche-à-Eau (Figure 1), peut être lié à plusieurs raisons

- Les lumières émises par la commune de Baie-Mahault parasitent celle du piège, le rendant inefficace
- La profondeur de la Manche-à-Eau n'excédant pas 3 mètres, les larves pourraient préférer les eaux plus profondes
- Le courant présent dans le chenal pourrait être défavorable aux premiers stades larvaires
- Dans cette lagune, la turbidité de l'eau est faible. Or les larves réagissent à plusieurs stimuli, dont le principal serait la turbidité de l'eau (Thollot, 1996)
- La présence de clupéidés dans le chenal représente un danger potentiel de prédation ; si les larves sont consommées en aval, elles ne peuvent pas atteindre la lagune.

L'abondance des larves au sein du Parc National à la Pointe à Lambi (Figure 2) peut être avoir plusieurs explications :

- La proximité avec le Grand Cul-de-Sac Marin et le Canal de Belle-Plaine
- Un courant moindre et une turbidité supérieure à celle de la Manche à eau
- Une profondeur supérieure avantageuse

Classiquement, les pêches doivent être réalisées entre le quatrième jour avant la nouvelle lune et le quatrième jour après, car on suppose un lien entre les phases lunaires et le comportement des poissons. Une corrélation est possible entre les espèces pêchées et la lune. *Sphyraena barracuda* et *Lutjanus apodus* sont pêchés majoritaires durant la nouvelle lune. Malgré sa présence dans les pièges à n'importe quelle phase lunaire, *Elops saurus* est une espèce plus abondante lors de la pleine lune alors que les phases lunaires ont peu d'influence sur *Gerres cinereus*. Sur le site sélectionné, la lune influencent la répartition des espèces de larves de poissons (Lima et al. 2016).

2) Les incubations

La méthode d'incubation s'est avérée fonctionnelle. A l'issue des incubations, les larves de poisson étaient toujours vivantes.

Leurs analyses sont actuellement en court et devraient permettre de déterminer le régime alimentaire des premiers stades de vie des poissons.

V – BIBLIOGRAPHIE

- Alongi DM (2009) The energetics of mangrove forests, Vol. Springer
- Ben-Tzvi O, Kiflawi M, Polak O, Abelson A (2009) The effect of adult aggression on habitat selection by settlers of two coral-dwelling damselfishes. *PLoS One* 4:e5511
- Blaber SJM, Milton DA (1990) Species composition, community structure and zoogeography of fishes of mangrove estuaries in the Solomon Islands. *Mar Biol* 105:259-267
- Brander LM, Wagtendonk AJ, Salman SH, McVittie A, Verburg PH, de Groot RS, van der Ploeg S (2012) Ecosystem services values for mangroves in Southeast Asia: a meta-analysis and value transfer application. *Ecosystem Services* 1:62-69
- Caley MJ, Carr MH, Hixon MA, Hughes TP, Jones GP, Menge BA (1996) Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annu Rev Ecol Syst* 27:447-500
- Choong ET, Wirakusumah RS, Achmadi SS (1990) Mangrove forest resources in Indonesia. *Forest Ecology and Management* 33/34:45-57
- Cowen RK, Lwiza KMM, Sponaugle S, Paris C, Olson D (2000) Connectivity of marine populations: open or closed? *Science* 287:857-859
- Doherty PJ (1991) Spatial and temporal patterns in recruitment. In: Sale PF (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, New-York, p 261-293
- Doherty PJ, Williams DM (1988) The replenishment of coral reef fish populations. *Oceanography Marine Biology Annual Review* 26:487-551
- Grorud-Colvert K, Sponaugle S (2009) Larval supply and juvenile recruitment of coral reef fishes to marine reserves and non-reserves of the upper Florida Keys, USA. *Mar Biol* 156:277-288
- Hughes TP (1994) Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean Coral Reef. *Science* 265:1547-1551
- Hughes TP, Baird AH, Bellwood DR, Card M, Connolly SR, Folke C, Grosberg R, Heogh-Guldberg O, Jackson JBC, Kleypas J, Marshall P, Nyström M, Palumbi SR, Pandolfi JM, Rosen B, Roughgarden J (2003) Climate change, human impacts and the resilience of coral reefs. *Science* 301:929-933
- Lecchini D, Planes S, Galzin R (2007) The influence of habitat characteristics and conspecifics on attraction and survival of coral reef fish juveniles. *J Exp Mar Biol Ecol* 341:85-90
- Lima ARA, Barletta M, Costa MF, Ramos JAA, Dantas DV, Melo PAMC, Justino AKS, Ferreira GVB (2016) Changes in the compositions of ichthyoplankton assemblage and plastic debris in mangrove creeks relative to moon phases. *J Fish Biol* 89:619-640
- Mariotti A (1982) Apports de la géochimie isotopique à la connaissance du cycle de l'azote. Ph. D. thesis, Université Pierre et Marie Curie Paris VI
- Öhman MC, Munday PL, Jones GP, Caley MJ (1998) Settlement strategies and distribution patterns of coral-reef fishes. *J Exp Mar Biol Ecol* 225:219-238
- Pascal PY, Bocher P, Lefrançois C, Nguyen TH, Gardel A, Dupuy C (In prep) Use of stable isotope enrichment to measure ingestion rates of meiofauna by epibenthic predators.

- Pascal PY, Dupuy C, Mallet C, Richard P, Niquil N (2008) Bacterivory by benthic organism in sediment: quantification using ^{15}N -enriched bacteria. *J Exp Mar Biol Ecol* 355:18-26
- Pascal PY, Dupuy C, Richard P, Mallet C, Armynot du Chatelet E, Niquil N (2009) Seasonal variation in consumption of benthic bacteria by meio- and macrofauna in an intertidal mudflat. *Limnol Oceanogr* 54:1048-1059
- Pascal PY, Fleeger JW, Boschker HTS, Mitwally HM, Johnson DS (2013) Response of the benthic food web to short- and long-term nutrient enrichment in saltmarsh mudflats. *Mar Ecol Prog Ser* 474:27-41
- Pinto L, Punchihewa NN (1996) Utilization of mangroves and seagrasses by fishes in the Negombo Estuary, Sri Lanka. *Mar Biol* 126:333-345
- Robertson AI, Blaber SJM (1992) Plankton, epibenthos and fish communities. In: Robertson AI, Alongi DM (eds) *Tropical mangrove ecosystem*. American Geophysical Union, Washington DC, p 173-224
- Roughgarden J, Gaines S, Possingham H (1988) Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science* 241:1460-1466
- Sponaugle S, Cowen RK (1996) Nearshore patterns of coral reef fish larval supply to Barbados, West Indies. *Mar Ecol Prog Ser* 133:13-28
- Stobutzki IC, Bellwood DR (1998) Nocturnal orientation to reefs by late pelagic stage coral reef fishes. *Coral Reefs* 17:103-110
- Underwood AJ, Fairweather PG (1989) Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *Trends Ecol Evol* 4:16-20
- Valles H, Sponaugle S, Oxenford HA (2001) Larval supply to a marine reserve and adjacent fished area in the Soufrière Marine Management Area, St Lucia, West Indies. *J Fish Biol* 59:152-177
- Williams DC, English S, Milicich MJ (1994) Annual recruitment surveys of coral reef fishes are good indicators of patterns of settlement. *Bull Mar Sci* 54:314-331
- Wilson DT (2001) Patterns of replenishment of coral-reef fishes in the nearshore waters of the San Blas Archipelago, Caribbean Panama. *Mar Biol* 139:735-753