

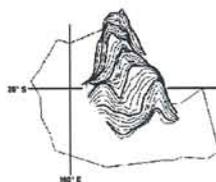
**Rapport 2005**

**Les premiers stades de vie des poissons de Nouvelle-Calédonie :  
identification des habitats lagunaires pour les stades pré- et post-installation**

**Volet thématique 1  
stades pré-installation  
Laure Carassou & Dominique Ponton**

**IRD Nouméa**

**Mars 2006**



**ZoNéCo**

PROGRAMME D'EVALUATION DES RESSOURCES MARINES  
DE LA ZONE ECONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>2. MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>7</b>
2.1 SITES D'ETUDE.....	7
2.2 ECHANTILLONNAGE.....	7
2.3 IDENTIFICATION ET MESURE DES LARVES DE POISSONS.....	9
2.4 DONNEES ENVIRONNEMENTALES.....	11
2.4.1 <i>Données environnementales abiotiques</i> .....	11
2.4.2 <i>Données environnementales biotiques</i> .....	11
2.5 ANALYSE DES DONNEES .....	13
<b>3. RESULTATS.....</b>	<b>17</b>
3.1 L'ENVIRONNEMENT ABIOTIQUE.....	17
3.1.1 <i>Types de fond</i> .....	17
3.1.2 <i>Conditions météorologiques</i> .....	17
3.1.3 <i>Conditions physico-chimiques de la colonne d'eau</i> .....	19
3.2 L'ENVIRONNEMENT BIOTIQUE .....	19
3.2.1 <i>Recouvrement benthique des stations d'échantillonnage</i> .....	19
3.2.2 <i>Productivité des différents habitats</i> .....	21
3.2.3 <i>Potentialités alimentaires des différents habitats pour les larves de poissons</i> .....	21
3.3 STRUCTURE SPATIO-TEMPORELLE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES.....	23
3.4 LES ASSEMBLAGES DE LARVES PELAGIQUES.....	27
3.4.1 <i>Composition et diversité des assemblages</i> .....	35
3.4.2 <i>Diversité commune aux différents engins de pêche et variabilité des captures</i> .....	37
3.4.3 <i>Spectres de taille des larves capturées par les différents engins de pêche</i> .....	37
3.4.4 <i>Dominances taxonomiques des assemblages dans les différents habitats</i> .....	39
3.4.5 <i>Similarité des abondances et des distributions de taille des assemblages dans les différents habitats</i> ....	41
3.5 RELATION ENTRE LA STRUCTURE SPATIALE DES ASSEMBLAGES ET L'ENVIRONNEMENT .....	43
<b>4. DISCUSSION .....</b>	<b>46</b>
<b>5. CONCLUSIONS .....</b>	<b>48</b>
<b>6. REFERENCES CITEES .....</b>	<b>49</b>
<b>7. ANNEXES.....</b>	<b>51</b>
7.1 ANNEXE 1. CARTOGRAPHIE DE LA BIOMASSE MOYENNE DE MICROPLANCTON (ML.M <sup>-3</sup> ) PAR DATE ET PAR STATION.....	53
7.2 ANNEXE 2 .....	55



## 1. Introduction

Les larves de la plupart des espèces de poissons récifaux présentent un mode de vie pélagique dont la durée peut s'étendre de 10 à 120 jours (Kingsford et al. 2002), et qui varie selon les taxons ou selon les zones géographiques pour un même taxon (Leis 1991 ; Tresher et al. 1989). Durant cette phase pélagique, les larves sont soumises à une forte prédation qui, associée à la nécessité de trouver une nourriture adéquate en taille et en abondance, conduit à des taux de mortalité proches de 100% (Leis 1991 ; Leis & McCormick 2002). Les processus biotiques et abiotiques auxquels sont soumises les larves contribuent donc en grande partie à la sélection des individus qui vont survivre jusqu'à l'installation pour continuer ensuite leur développement jusqu'au stade adulte (Leis et McCormick 2002). La compréhension de ces processus est d'une importance capitale pour prévoir les fluctuations des abondances de poissons commerciaux.

La compréhension des processus susceptibles d'influencer la survie des larves pélagiques doit s'appuyer sur une description de la composition, de la diversité et de la structure spatiale et temporelle de leurs assemblages capturés dans différents habitats. La structure spatiale et temporelle des assemblages de larves de poissons récifaux a été étudiée dans divers endroits du globe à l'aide de filets à chenaux (Shenker et al. 1993), de filets de crête (Dufour & Galzin 1993) ou de pièges lumineux (Milicich 1994 ; Sponaugle & Cowen 1996). Ces études ont permis de mettre en évidence que les larves pélagiques de poissons récifaux peuvent être présentes toute l'année comme dans les Caraïbes (Robertson et al. 1993), ou de façon saisonnière comme sur la Grande Barrière de Corail australienne (Milicich & Doherty 1994). En Nouvelle-Calédonie, la majorité des familles de poissons récifaux sont présentes aux stades larvaires de septembre à janvier (Carassou 2004). Les assemblages de larves pélagiques sont également caractérisés par une grande variabilité spatiale à différentes échelles, résultant à la fois d'une distribution en « patch » des larves et de l'influence des facteurs environnementaux (Leis 1991).

La relation entre la structure spatiale des assemblages et les facteurs de l'environnement a été étudiée dans divers endroits du globe. Ces études ont mis en évidence le rôle des cycles lunaires et de la marée sur la périodicité des assemblages de larves pélagiques (Kingsford & Finn 1997 ; Leis & McCormick 2002 ; Robertson 1991). Les facteurs hydrodynamiques tels que la vitesse et la direction des courants et des vents semblent également jouer un rôle déterminant sur la structure des assemblages (Kingsford 2001 ; Sponaugle et al 2003, Thorrold et al. 1994 a & b). Ces différentes études mettent en évidence le rôle majeur des facteurs environnementaux locaux, qui pourrait expliquer les différences observées pour les mêmes taxons d'une région géographique à une autre (Leis 1991).

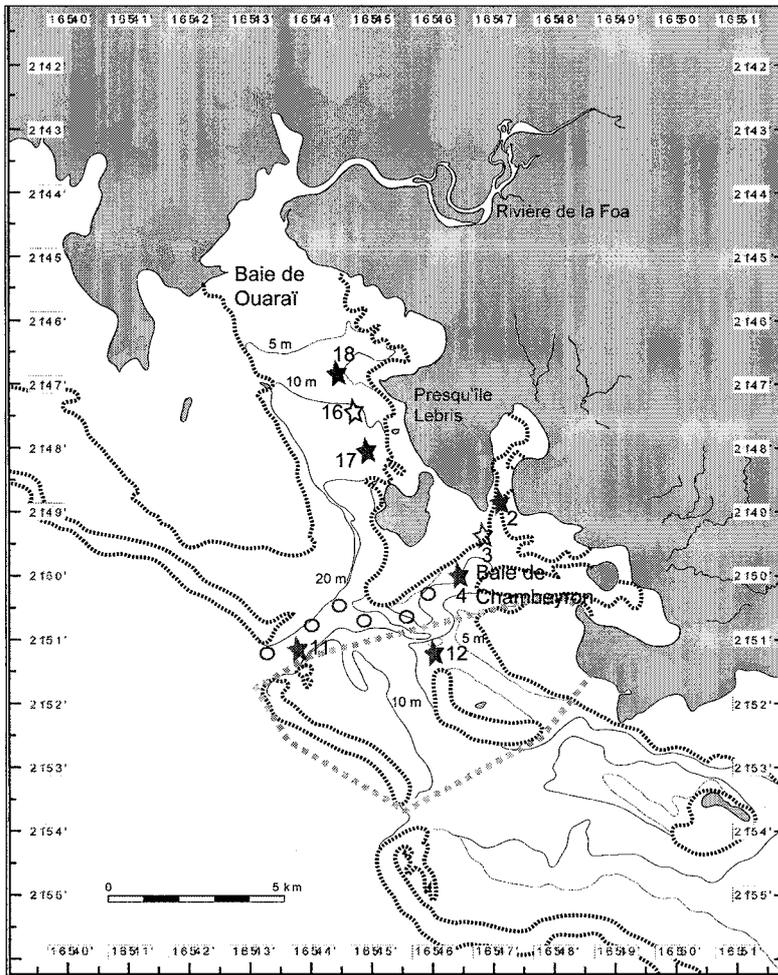


Figure 1 : Site d'étude principal, Ouano-La Foa. Les traits en pointillés représentent les limites de la réserve marine créée en début d'année 2005. Les zones grisées foncées sur la terre représentent les zones de mangrove. Les zones délimitées par des pointillés foncés correspondent aux zones de récifs.

Les cercles vides représentent les stations d'échantillonnage exploratoires. Les étoiles représentent les stations d'échantillonnage définitives, avec six stations réalisées au cours des campagnes de fin 2004 début 2005 (étoiles pleines) et dont les résultats sont présentés dans ce rapport, et deux stations supplémentaires (étoiles vides), réalisées pendant les campagnes de fin 2005 – début 2006, pour lesquelles les échantillons sont en cours d'analyse.

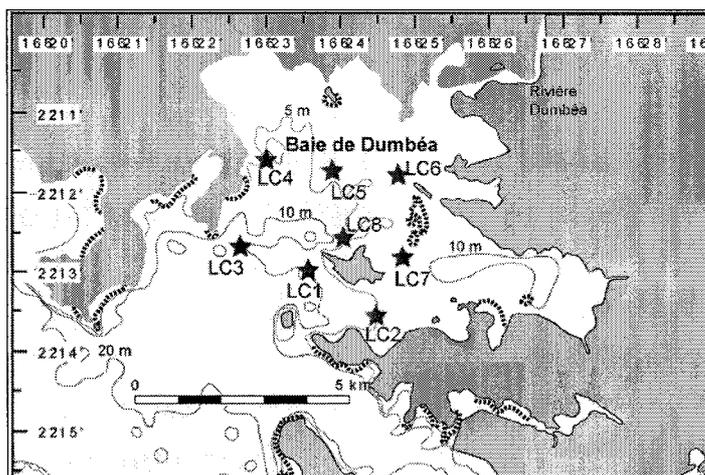


Figure 2 : Le site d'étude secondaire en baie de Dumbéa, près de Nouméa. Les zones grisées foncées sur la terre représentent les zones de mangrove. Les zones délimitées par des pointillés foncés correspondent aux zones de récifs. Les étoiles représentent les stations d'échantillonnage réalisées lors des campagnes de fin 2005 – début 2006, pour lesquelles les échantillons sont en cours d'analyse.

Dans ce contexte, la Nouvelle-Calédonie constitue un site intéressant car elle est caractérisée par des conditions environnementales très différentes de celles des autres îles hautes coralliennes ayant fait l'objet de ce type d'étude. Le lagon s'étend sur une superficie d'environ 20 000 km<sup>2</sup> et est entouré d'une barrière récifale longue de 1 600 km (Kulbicki & Rivaton 1997). La distance de la côte à la barrière peut atteindre 65 km par endroits. Les conditions de vent y sont fortes toute l'année, avec un régime d'Alizés de Sud-Est dominant. Les saisons y sont contrastées avec une saison chaude et humide de mi-novembre à mi-avril et une saison plus fraîche et sèche de mi-mai à mi-septembre (ORSTOM 1981).

Cette étude constitue la première étape d'un projet de thèse visant à élucider le rôle des habitats côtiers de Nouvelle-Calédonie pour la croissance et l'alimentation, deux processus clés de la survie des larves pélagiques de poissons récifo-lagonaires. Pour cela, les assemblages de larves pélagiques capturées dans différents habitats côtiers et lagonaires sont décrits par leur composition, diversité, et structure spatiale et temporelle. Les relations entre les facteurs environnementaux abiotiques et biotiques à différentes échelles spatiales et la structure des assemblages sont étudiées, permettant d'identifier les facteurs les plus favorables pour les larves.

## **2. Matériel et méthodes**

### **2.1 Sites d'étude**

Deux baies, proches de La Foa, sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie, à environ 100 km au nord de Nouméa, ont été choisies comme sites principaux pour cette étude : la baie de Chambeyron et la baie de Ouarai (Figure 1). Ces deux baies sont bordées par une mangrove. Une réserve marine a été créée en baie de Chambeyron au début de l'année 2005. La baie de Ouarai est soumise à l'influence de l'estuaire de la rivière de La Foa.

Un second site d'étude, la baie de Dumbéa située à environ 7 km au nord de Nouméa, fait également l'objet d'un échantillonnage depuis septembre 2005 (Figure 2). Cette baie est influencée par les apports de la rivière de la Dumbéa dont le bassin versant comporte des zones d'activités agricoles ainsi que d'anciennes mines.

### **2.2 Echantillonnage**

Trois campagnes d'échantillonnage exploratoire d'une nuit chacune ont eu lieu en Grande Rade et sur le récif Aboré en octobre 2004 pour améliorer et standardiser les techniques de capture des larves. Neuf campagnes mensuelles de quatre nuits chacune ont été réalisées en baies de Ouarai et Chambeyron, de novembre 2004 à janvier 2005, puis de septembre 2005 à février 2006. Six campagnes mensuelles de deux nuits chacune ont également été réalisées en baie de Dumbéa de septembre 2005 à février 2006 (Tableau 1).

Tableau 1 : Campagnes d'échantillonnage destinées à l'étude des stades larvaires pélagiques des poissons récifalagonaires effectuées entre septembre 2004 et février 2005 dans la Grande Rade (GR), au récif Aboré (RA), en baies de Chambeyron et de Ouarai (CO), ainsi qu'en baie de Dumbéa (DU). L'effort (en nuits), le nombre de stations par site, l'utilisation de pièges lumineux, d'un filet à plancton (P) ou à micro-plancton (mP), d'une bathysonde (CTD), ainsi que les prélèvements d'eau sont indiqués.

année mois	Sites	Effort (nuits)	Nombre de Stations	Pièges lumineux	Filets à plancton	CTD	Prélèvements d'eau	Campagnes
2004								
sept.	GR	2	6	x	P	x		test 1
oct.	RA	1	6	x	P	x		test 2
nov.	CO	4	6	x	P	x		Ouano 1
déc.	CO	4	6	x	P + mP	x	x	Ouano 2
2005								
jan.	CO	4	6	x	P + mP	x	x	Ouano 3
sept.	CO	4	8	x	P + mP	x	x	Ouano 4
	DU	2	8	x	P + mP	x	x	Dumbéa 1
oct.	CO	4	8	x	P + mP	x	x	Ouano 5
	DU	2	8	x	P + mP	x	x	Dumbéa 2
nov.	CO	4	8	x	P + mP	x	x	Ouano 6
	DU	2	8	x	P + mP	x	x	Dumbéa 3
déc.	CO	4	8	x	P + mP	x	x	Ouano 7
	DU	2	8	x	P + mP	x	x	Dumbéa 4
2006								
jan.	CO	4	8	x	P + mP	x	x	Ouano 8
	DU	2	8	x	P + mP	x	x	Dumbéa 5
fev.	CO	4	8	x	P + mP	x	x	Ouano 9
	DU	2	8	x	P + mP	x	x	Dumbéa 6

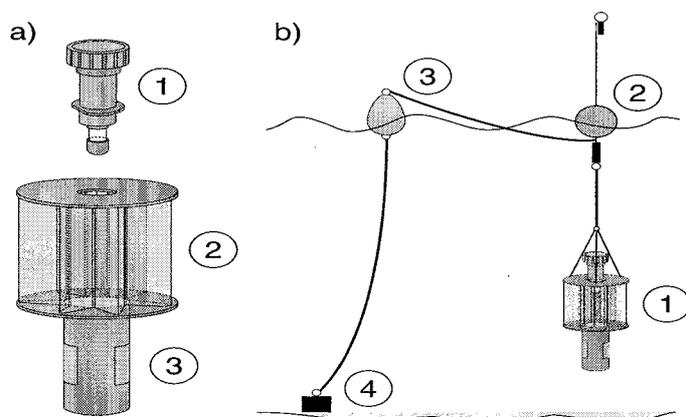


Figure 3 : a) Structure d'un piège lumineux Aquafish : 1 : bloc étanche contenant une batterie 12 V et une lampe néon ; 2 : éléments en plexiglas transparent séparés par des fentes verticales d'environ 10 mm de large ; 3 : godet avec fenêtres grillagées (maille 2 mm). b) Dispositif utilisé pour le mouillage des pièges : 1 : piège lumineux, 2 : bouée de repérage, 3 : bouée de rappel, 4 : lest.

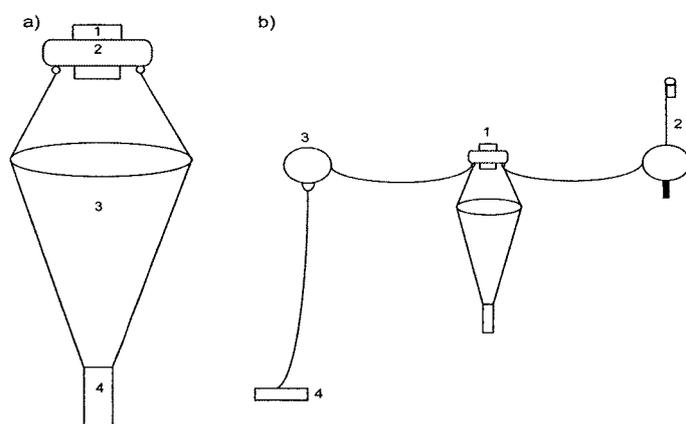


Figure 4 : a) Structure d'un piège lumineux Ecocean : 1 : bloc étanche contenant une batterie 6 V et une lampe néon ; 2 : flotteur ; 3 : filet vertical arrimé au bloc lumière-flotteur ; 4 : godet. b) Dispositif utilisé pour le mouillage du piège : 1 : piège lumineux, 2 : bouée de repérage, 3 : bouée de rappel, 4 : lest.

Les campagnes ont été effectuées au moment de la nouvelle lune afin que la luminosité relative des pièges soit maximale. Pour les campagnes effectuées de novembre 2004 à janvier 2005, les échantillons de six pièges lumineux et de six traits de filet à plancton ont obtenus chaque nuit pendant quatre nuits. Le nombre de stations a ensuite pu être augmenté en cours d'année avec l'achat de deux nouveaux pièges (Tableau 1).

Deux types de pièges lumineux ont été utilisés. Le modèle développé par la société Aquafish Technology (Figure 3) a été utilisé dans les habitats peu profonds avec un effort de pêche de trois heures de novembre 2004 à janvier 2005, puis de quatre heures à partir de septembre 2005. Le modèle développé par la société Ecocean (Figure 4) a été utilisé avec un effort de pêche de sept heures. Lors de la deuxième série de campagnes en baies de Ouarai et Chambeyron, à partir de septembre 2005, les pièges Ecocean ont été posés simultanément en zone côtière, dans le lagon et à la passe, permettant une comparaison des assemblages capturés dans ces différents habitats.

Le filet à plancton utilisé présente un vide de maille de 335  $\mu\text{m}$ , une longueur de 3,60 m et un diamètre de 60 cm. Le filet à microplancton, utilisé simultanément, présente un vide de maille de 60  $\mu\text{m}$ , une longueur de 1,60 m et un diamètre de 20 cm. Les traits de filet ont été réalisés à chaque station, en surface et horizontalement, pendant 2 minutes à une vitesse moyenne de 2 nœuds. Un débitmètre a permis de mesurer le volume filtré lors de chaque trait.

Des mesures de température, salinité, turbidité et fluorescence en fonction de la profondeur ont été réalisées à chaque station à l'aide d'une bathysonde CTD Seabird SBE19. Deux profils ont été réalisés : un à la pose et un à la relève du piège lumineux. Les types de fond et de recouvrement benthique qui caractérisent chaque station ont été déterminés en plongée au cours de campagnes spécifiques.

Des prélèvements d'eau ont été effectués chaque matin grâce à une bouteille NISKIN sur quatre stations représentatives des différents habitats de chaque site d'étude : les stations 2, 11, 12 et 18 pour le site de Ouano-La Foa (Figure 1), et les stations LC2, LC3, LC6 et LC8 en baie de Dumbéa (Figure 2). Pour chaque prélèvement, trois profondeurs sont mélangées : l'eau du fond, de surface et à mi-hauteur de la colonne d'eau, permettant d'obtenir un volume total de 3,78 litres ou un gallon.

### **2.3 Identification et mesure des larves de poissons**

Les larves capturées ont été identifiées sous loupe binoculaire en se basant sur les critères morphologiques, méristiques et de pigmentation décrits dans Leis et Trnski (1989), Leis et Carson-Ewart (2000) et dans la base de données expérimentale « FishPaste » d'aide à l'identification des jeunes poissons de l'Indo-Pacifique développée par P.Doherty (AIMS, Townsville). Les larves capturées aux pièges lumineux ont été mesurées à 0,1 mm près à l'aide d'un pied à coulisse électronique. Les larves capturées au filet à plancton ont été mesurées au millimètre près sous loupe binoculaire et groupées par classe de 1 mm.



## **2.4 Données environnementales**

### **2.4.1 Données environnementales abiotiques**

#### Position, profondeur et type de fond

Pour chaque station, les distances à la côte, au récif le plus proche, à la barrière et à la passe ont été mesurées à partir d'images satellites Landsat7 mises à disposition par G.Dirberg (IRD Nouméa). La hauteur de la colonne d'eau a été déduite des profondeurs maximales atteintes par la sonde CTD. Le type de fond a été estimé visuellement en plongée sous-marine par le pourcentage de recouvrement de sable, vase ou dalle corallienne.

#### État de la marée et météorologie

Le marnage et l'état de la marée au moment de l'échantillonnage ont été calculés à partir des tables de marée du SHOM<sup>1</sup>. La station météorologique de La Tontouta a fourni des données de pluviométrie, d'ensoleillement, de vitesse et de direction du vent (vitesse moyenne horaire, direction du vent maximal intégrée sur 10 minutes) le jour de l'échantillonnage. La station météorologique manuelle de La Foa a fourni des données de pluviométrie sur le bassin versant de la rivière de La Foa pendant l'échantillonnage.

### **2.4.2 Données environnementales biotiques**

#### Recouvrement benthique

Le recouvrement benthique de chaque station d'échantillonnage a été caractérisé par le pourcentage de recouvrement de corail dur vivant, corail dur mort, corail mou, macroalgues, phanérogames, rocs, débris coralliens, débris végétaux, éponges. Pour chaque station, un indice d'hétérogénéité correspondant au nombre de catégories observées a été défini.

#### Productivité potentielle

La productivité d'un habitat est définie ici comme sa capacité à soutenir les productions primaire et secondaire qui sont à la base des réseaux alimentaires pélagiques dont font partie les stades larvaires des poissons (Torreton, IRD Nouméa, comm.pers). Dans cette étude, cette productivité sera approchée par : 1) les concentrations en chlorophylle *a* (Chl*a*), indicatrices de la biomasse phytoplanctonique et fortement corrélées à la production primaire (Jacquet 2005), et 2) les concentrations en matière organique particulaire, vivante et détritique, utilisable par les consommateurs primaires.

---

<sup>1</sup> Site internet du SHOM : <http://www.shom.fr/>

Tableau 2 : Catégories d'organismes retenues pour la description de la composition des assemblages de proies potentielles des larves de poissons dans le microplancton.

Catégorie	Description
Nau	Nauplii
gCo	Grand Copépode (taille = ½ à 1 champ d'observation microscopique)
pCo	Petit Copépode
App	Appendiculaire
Cha	Chaetognathe
oe	Œufs
lar	Larves de poissons, larves zoé de crustacés, cirripèdes, larves de mollusques non identifiées, larves d'annélides (trocophores)
IBi	Larve de bivalve
IGa	Larve de Gastéropode
IPE	Larve Pluteus d'Echinoderme
Cru	Crustacés non identifiés
G_Cru	Grand Crustacé non identifié (taille > à un champ d'observation microscopique)
Aut	Autres : radiolaires, tintinnides, siphonophores, cladocères

Les concentrations en Chl $a$  et en phéopigments, leurs produits de dégradation, en carbone (COP), azote (NOP) et phosphate organique particulaire (POP), ont été déterminées à partir de filtrations d'eau sur filtres GF/F d'une porosité de 25  $\mu$ m. Pour les mesures de COP et NOP, les filtres ont été préalablement grillés à l'étuve à 420°C pendant trois heures afin d'en éliminer toute trace de matériaux carbonés. Immédiatement après le retour du terrain, chaque échantillon d'eau a tout d'abord été tamisé (maille 100  $\mu$ m) pour éliminer les éventuels organismes zooplanctoniques avant d'être filtré. Les volumes filtrés moyens ont été de 200 mL pour Chl $a$  et phéopigments, 700 mL pour POP, et 1000 mL pour COP et NOP. Les filtres ont été congelés immédiatement après la filtration. Les analyses sont réalisées au laboratoire de chimie marine de l'IRD (UR Camélia).

#### Nourriture potentielle pour les larves

Les études de régimes alimentaires n'ayant pas été encore effectuées, la nourriture potentielle pour les larves de poissons a été définie ici comme la quantité de microplancton, c'est-à-dire tous les organismes retenus par un tamis de 60  $\mu$ m de vide de maille. La quantité de proies potentielles dans chaque habitat a été approchée par la biomasse totale estimée par la mesure du volume sédimenté de chaque échantillon dans une éprouvette graduée. La qualité de ces proies a été décrite par la composition générale et le spectre de taille des organismes récoltés. La composition a été déterminée par l'identification et le comptage des organismes au microscope (grossissement x 125) dans une cellule de comptage de 18 mm de diamètre et 0,4 mm de hauteur (cellule n°9948 Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, USA). Les organismes présents dans trois sous échantillons d'un volume constant de 102 mm<sup>3</sup> ont été dénombrés pour chaque échantillon. Les organismes ont été répartis en 13 catégories (Tableau 2). Des images digitales des 90 premiers organismes rencontrés pour chaque échantillon (30 par lame de comptage) ont été conservées afin de déterminer ultérieurement leur taille et d'obtenir ainsi un spectre de taille des organismes présents dans chaque échantillon.

## **2.5 Analyse des données**

### Données abiotiques

Une Analyse en Composante Principale (ACP) normée sur les données environnementales a été effectuée pour mettre en évidence des différences ou similitudes éventuelles entre les stations d'échantillonnage. Cette analyse s'appuie sur le principe de l'ordination en espace réduit, qui consiste à représenter un ensemble complexe de données dans un espace à deux dimensions dont les axes représentent les sens de variation des variables les plus structurantes du jeu de données (Gower 1967 ; Legendre & Legendre 1998). L'ACP est basée sur le calcul des distances euclidiennes entre les  $n$  échantillons et des corrélations entre les  $p$  variables, car les unités dans les lesquelles les données sont exprimées diffèrent les unes des autres (Legendre & Legendre 1998).

## Microplancton

La description et l'analyse des assemblages de microplancton capturés en baies de Ouarai et Chambeyron a fait l'objet d'un stage de deux mois réalisé par Sophie Hénin, étudiante en licence à l'Université de Nouvelle-Calédonie, du 3 octobre au 3 décembre 2005. Les biomasses de microplancton estimées par la mesure des volumes sédimentés (en mL.m<sup>-3</sup>) ont été corrigées par le volume filtré pour chaque trait de filet. Les abondances (n) de chaque catégorie de proies ont été rapportées au volume de l'échantillon prélevé (220, 250 ou 500 mL selon les cas). Les densités de proies ont ensuite été obtenues pour chaque trait de filet d'après :

$$D = \frac{n \times Ve}{Vl} \times Vf$$

Avec D : densité en nombre d'individus par m<sup>3</sup> ; n : nombre d'organismes observés ; Ve : volume de l'échantillon (en ml) ; Vl : volume de trois lames comptées soit 0,3054 mL ; Vf : volume filtré (m3).

Les biomasses et densités moyennes par station et par date ont été calculées et représentées spatialement (annexe 1).

Pour étudier la structure spatiale des assemblages de microplancton, et identifier les catégories de proies qui influencent le plus cette structure, une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été réalisée. Cette analyse s'appuie sur le principe du calcul des distances du chi-carré entre les points projetés dans un espace factoriel à deux dimensions, et se base sur un tableau de contingence stations-catégories de proies (Legendre & Legendre 1998). L'analyse des contributions de chaque catégorie de proies à l'analyse a permis d'identifier les types d'organismes dont la densité influence le plus la structure des assemblages de microplancton. Les densités moyennes de ces catégories ont été calculées et les catégories restantes regroupées dans une catégorie « autres ».

## Assemblages de larves de poissons

Le tableau faunistique des abondances de chaque taxon de larves de poissons capturés par les différents engins de pêche a été utilisé pour étudier successivement la composition et la diversité des assemblages, les taxons communs aux différents types de pièges lumineux, la variabilité des captures et la structure en taille des assemblages.

Les dominances taxonomiques observées pour chaque engin de pêche ont été étudiées à l'aide de diagrammes rang-fréquence réalisés pour chaque habitat. Afin de détecter d'éventuelles différences entre les assemblages capturés dans les différents habitats à chaque date, des analyses de similarité (ANOSIM, Clarke 1993) ont été réalisées sur les données d'abondance et de taille issues des captures au filet à plancton, seule technique d'échantillonnage commune à tous les habitats. L'analyse est basée sur une matrice de similarité de Bray-Curtis construite après une transformation en log (x+1) permettant de réduire le poids des taxons ou des classes de taille les plus abondantes et

d'homogénéiser les variances (Legendre & Legendre 1998 ; Clarke & Gorley 2001). Quand des différences significatives ont été observées, une analyse des pourcentages de contribution à la dissimilarité (SIMPER, Clarke 1993) a permis d'identifier les taxons ou classes de taille majoritairement responsables des différences.

La relation entre la structure spatio-temporelle des assemblages de larves pélagiques et les facteurs de l'environnement a été étudiée à l'aide d'une analyse de co-inertie (Tucker 1958). Cette analyse est basée sur le croisement d'une ACP normée du tableau environnemental, qui s'appuie sur le calcul des corrélations entre les différentes variables de milieu testées, et d'une ACP centrée du tableau faunistique, qui s'appuie sur le calcul des covariances entre les différents taxons étudiés. Trois analyses de co-inertie ont été réalisées, une pour chaque engin d'échantillonnage. Les données d'abondance des trois tableaux faunistiques ont subies une transformation en  $\log(x+1)$  permettant de diminuer l'importance des taxons les plus abondants par rapport aux taxons rares, nombreux dans les assemblages (Legendre & Legendre 1998). Pour chaque analyse, le croisement entre le tableau environnemental et le tableau faunistique génère une matrice contenant les covariances entre l'abondance d'un taxon et d'une variable environnementale normalisée. Une carte factorielle des taxons et une carte factorielle des variables sont produites et liées entre elles, afin d'obtenir des informations sur chacun des deux tableaux d'une part et sur le lien qui les unit d'autre part (Chessel & Mercier 1993). La validité des résultats des analyses de co-inertie a été testée grâce à un test de permutation sur la co-structure de deux tableaux dans lequel les lignes des deux tableaux sont permutées simultanément : le Monte-Carlo D-fixed test (Chessel & Mercier 1993). Le nombre de permutations réalisées a été de 10 000.

Les diagrammes rang-fréquence, les analyses ANOSIM et SIMPER ont été réalisés grâce au logiciel Primer-v5 (Clarke & Gorley 2001). Toutes les analyses multivariées ont été réalisées avec le logiciel ADE-4 (Thioulouse et al. 2001).

Tableau 3 : Types de fond des stations d'échantillonnage en baies de Ouarai et de Chambeyron déterminés par observations visuelles en plongée. La position des stations est indiquée sur la Figure 1.

Station	Type de fond (%)		
	Vase	Sable	Dalle corallienne
2	100	0	0
3	100	0	0
4	100	0	0
11	0	40	60
12	10	50	40
13	100	0	0
17	100	0	0
18	100	0	0

Tableau 4 : Conditions environnementales moyennes en baies de Chambeyron et Ouarai de novembre 2004 à janvier 2005.

Variable	Moyenne	Gamme de valeurs (min – max)
Température de la couche 0-5 m (°C)	26,7	24,4 – 30,3
Salinité de la couche 0-5 m (PSU)	35,5	30,1 – 37,4
Turbidité de la couche 0-5 m (FTU)	1,5	< 0,1 – 8,7
Fluorescence de la couche 0-5 m ( $\mu\text{g chl}a.L^{-1}$ )	1,2	0,2 – 7,8
Gradient de température entre la couche 0 – 20 cm et les 20 cm les plus profonds (°C)	0,5	< 0,1 – 3,6
Gradient de salinité entre la couche 0 – 20 cm et les 20 cm les plus profonds (PSU)	-0,7	< 0,1 – -6,9
Gradient de turbidité entre la couche 0 – 20 cm et les 20 cm les plus profonds (FTU)	-0,3	< 0,1 – 20,5
Gradient de fluorescence entre la couche 0 – 20 cm et les 20 cm les plus profonds ( $\mu\text{g chl}a.L^{-1}$ )	0,2	< 0,1 – 6,5
Pluviométrie à la station manuelle de La Foa ( $\text{mm}.j^{-1}$ )	7,4	0 – 134,0
Pluviométrie à la station de La Tontouta ( $\text{mm}.j^{-1}$ )	3,2	0 – 46,6
Cumul journalier d'insolation mesuré à la station de La Tontouta (min)	448,0	0 – 766
Vitesse du vent moyen horaire intégrée sur 10 min à la station de La Tontouta ( $\text{km}.h^{-1}$ )	11,3	0 – 47,0
Direction du vent moyen horaire intégrée sur 10 min mesurée à la station de La Tontouta (en °, avec Nord = 360 ; Sud = 180°)	130,7	0 – 360

### **3. Résultats**

Ce rapport présente la totalité des résultats pour les campagnes de novembre 2004 à janvier 2005 effectuées en baies de Ouarai et Chambeyron (campagnes Ouano1 à Ouano3, Tableau 1). Les larves capturées à partir de août 2005 en baies de Ouarai et Chambeyron ainsi qu'en baie de Dumbéa sont actuellement en cours de tri et identification. Pour le microplancton, les analyses portent sur les campagnes Ouano 2 à Ouano 4 (Tableau 1).

#### **3.1 L'environnement abiotique**

##### **3.1.1 Types de fond**

Le substrat des stations côtières des baies de Chambeyron et de Ouarai est constitué de vase molle grise parsemée de débris végétaux (algues et végétaux terrestres). Le substrat de la station 12 en bordure de l'îlot lagunaire est constitué d'un mélange de sable et de vase recouvrant une dalle corallienne érodée. Le substrat de la station 11 proche de la passe de Ouarai est constitué d'une dalle corallienne recouverte de sable (Tableau 3).

##### **3.1.2 Conditions météorologiques**

La pluviométrie dans la région de La Foa a fortement varié pendant la période d'échantillonnage, avec une augmentation progressive des hauteurs d'eau moyennes mesurées : 0,77 mm.j<sup>-1</sup> en novembre 2004, 1,00 mm.j<sup>-1</sup> en décembre 2004 et 20,18 mm.j<sup>-1</sup> en janvier 2005. La campagne de janvier 2005 présente des conditions de pluviométrie très élevées avec un maximum de 47 mm le 8 janvier, en raison du passage du cyclone Leny. Les hauteurs d'eau mesurées sur la région de La Tontouta montrent la même tendance durant la période d'échantillonnage avec une moyenne de 0,40 mm.j<sup>-1</sup> en novembre 2004, 1,16 mm.j<sup>-1</sup> en décembre 2004 et 7,88 mm.j<sup>-1</sup> en janvier 2005, avec un maximum de 46,6 mm.j<sup>-1</sup> enregistré le 8 janvier 2005 (Tableau 4).

Les conditions de vent observées sur la région de La Tontouta pendant la période d'échantillonnage sont au contraire peu variables et varient d'une moyenne de 9,19 km.h<sup>-1</sup> en janvier 2005 à 12,58 km.h<sup>-1</sup> en novembre 2004. Un maximum de 47 km.h<sup>-1</sup> a été observé le 18 novembre, pendant la campagne Ouano 1. Durant les trois mois d'échantillonnage, les vents de sud-est ont été observés 68 jours, ceux de secteur sud 41 jours, est 31 jours, nord 24 jours et ouest 7 jours.

L'ensoleillement journalier enregistré par la station de La Tontouta a augmenté de novembre à décembre 2004, moyennes de 500 et 504 min respectivement, pour diminuer en janvier 2005 à une moyenne de 342min. Une valeur maximale de 766 min a été observée le 15 décembre 2005, pendant la campagne d'échantillonnage Ouano 2.

Tableau 5 : Recouvrement benthique des stations d'échantillonnage en baies de Ouaraï et de Chambeyron déterminés par observations visuelles en plongée. L'indice d'hétérogénéité est égal au nombre de catégories de recouvrement benthique observées. La position des stations est indiquée sur la Figure 1.

Station	Recouvrement benthique (%)									Indice d'hétérogénéité
	Corail dur vivant	Corail dur mort	Corail mou	Macro-algues	Phanérogames	Rocs	Débris coralliens	Débris végétaux	Éponges	
2	0	0	0	0	5	0	0	95	0	2
3	0	0	0	0	5	0	0	95	0	2
4	0	0	0	0	5	0	5	90	0	3
11	20	25	2	15	0	0	30	0	8	6
12	3	0	0	30	40	7	20	0	0	5
13	0	0	0	0	5	0	5	90	0	3
17	0	0	0	0	5	0	5	90	0	3
18	0	0	0	2,5	5	0	2,5	90	0	4

Tableau 6 : Productivité potentielle des différents habitats échantillonnés (station 2 : zone côtière non estuarienne ; station 18 : zone côtière estuarienne ; station 12 : îlot lagonnaire ; station 11 : passe) exprimée par la quantité de chlorophylle *a* (Chla), la quantité de phéopigments, la proportion de phéopigments, les quantités de carbone organique particulaire (COP), d'azote organique particulaire (NOP) et de phosphate organique particulaire (POP), ainsi que le rapport carbone / azote (C/N). Les valeurs moyennes, ainsi que les valeurs minimales et maximales, observées pour les campagnes Ouano 2 (décembre 2004) et Ouano 3 (janvier 2005) sont indiquées. La position des stations est indiquée sur la Figure 1. Avec effet campagne : test de Mann-Whitney ; effet station : test de Kruskal-Wallis ; ns : non significatif ; \* : 0.01 < P < 0.05 ; \*\* : 0.001 < P < 0.01 ; \*\*\* : P < 0.001.

Stations Campagnes	Chla (µg.l <sup>-1</sup> )	Phéopigments (µg.l <sup>-1</sup> )	% Phéopigments	COP (µM.l <sup>-1</sup> )	NOP (µM.l <sup>-1</sup> )	POP (µM.l <sup>-1</sup> )	C/N
<b>Station 2 : zone côtière non estuarienne</b>							
Ouano 2	0,94 0,77-1,14	0,24 0,19-0,30	20,14 18,93-21,41	14,55 9,67-18,48	2,46 1,85-3,06	0,12 0,10-0,13	5,88 5,22-6,92
Ouano 3	0,75 0,67-0,82	0,31 0,30-0,31	28,98 27,08-31,02	11,02 10,30-13,04	2,13 1,86-2,55	0,15 0,11-0,22	5,18 5,03-5,53
Effet campagne	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
<b>Station 18 : zone côtière estuarienne</b>							
Ouano 2	0,81 0,40-1,12	0,21 0,12-0,29	20,63 18,50-22,54	11,03 8,80-13,89	2,00 1,70-2,31	0,10 0,05-0,14	5,47 5,09-6,14
Ouano 3	0,79 0,59-0,88	0,36 0,29-0,42	31,31 29,07-33,18	17,59 11,80-32,73	2,84 2,00-4,58	0,15 0,14-0,16	5,96 5,31-7,15
Effet campagne	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
<b>Station 12 : îlot lagonnaire</b>							
Ouano 2	0,49 0,34-0,86	0,14 0,09-0,23	22,10 20,90-23,83	12,48 9,62-18,09	2,02 1,57-2,40	0,09 0,07-0,11	6,15 4,67-7,53
Ouano 3	0,53 0,49-0,58	0,21 0,17-0,27	27,71 25,34-34,05	11,39 6,08-14,07	1,86 1,25-2,14	0,10 0,09-0,11	5,99 4,87-6,56
Effet campagne	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
<b>Station 11 : passe</b>							
Ouano 2	0,34 0,31-0,37	0,12 0,10-0,15	26,99 23,65-30,76	10,15 7,77-12,43	1,46 1,35-1,60	0,07 0,06-0,07	7,02 5,56-9,23
Ouano 3	0,44 0,27-0,60	0,21 0,16-0,29	32,69 27,35-36,47	11,69 6,25-23,08	1,78 1,25-2,43	0,10 0,07-0,16	6,17 4,08-9,51
Effet campagne	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Effet station	***	* (ouano 2) *** (ouano 3)	ns (ouano 2) ** (ouano 3)	ns	*	**	ns

### **3.1.3 Conditions physico-chimiques de la colonne d'eau**

#### Température, salinité, turbidité et fluorescence de la couche 0 – 5m

La température moyenne de la couche 0 - 5 m a peu varié pendant la période d'échantillonnage : de 26,2°C en novembre 2004 à 27,2 en janvier 2005. Un minimum de 24,5 a été observé le 16 novembre et un maximum de 30,3 le 16 décembre 2004 (Tableau 4). La salinité moyenne de la couche 0 - 5 m a peu évolué entre novembre et décembre 2004, 36,2 et 36,1 respectivement, mais a chuté à 35,5 en janvier 2005 en raison des fortes pluies enregistrées au cours de ce mois. Une valeur minimale de 30,1 a été observé le 10 janvier 2005 et une valeur maximale de 37,4 le 17 novembre (Tableau 4). De la même manière, la turbidité moyenne de la couche de surface a peu varié entre novembre et décembre 2004, 0,34 et 0,39 FTU respectivement, puis a augmenté en janvier 2005 atteignant 3,6 FTU. Une valeur minimale de 0,2 FTU a été relevée le 19 novembre 2004 et une valeur maximale de 7,7 le 11 janvier 2005. La fluorescence moyenne de la couche de surface est également restée stable entre novembre 2004 et décembre 2004, 0,3 et 0,4 mg chl.m<sup>-3</sup> respectivement, pour augmenter en janvier 2005 et atteindre 3,6 mg chl.m<sup>-3</sup>. Une valeur minimale de 0,2 mg chl.m<sup>-3</sup> a été observée le 19 novembre 2004 et une valeur maximale de 7,7 le 11 janvier 2005.

#### Gradient vertical de température, salinité, turbidité et fluorescence

Le gradient vertical de température est généralement resté faible pendant la période d'échantillonnage (Tableau 4). Ceux de salinité et de turbidité, tout d'abord faibles en novembre et décembre 2004, ont augmenté sensiblement en janvier 2005 du fait des apports en eaux douces dues aux pluies. Le gradient vertical de fluorescence a suivi la même tendance : faibles en novembre et décembre 2004, il a augmenté en janvier 2005 du fait de l'augmentation des valeurs de fluorescence dans les eaux de surface.

## **3.2 L'environnement biotique**

### **3.2.1 Recouvrement benthique des stations d'échantillonnage**

Les zones côtières des baies de Chambeyron et de Ouaraï sont caractérisées par un très faible recouvrement benthique, représenté principalement par des débris végétaux et quelques phanérogames (Tableau 5). La station 12 de l'îlot lagonaire présente un fond constitué de corail vivant à faible recouvrement et de débris d'herbiers et d'algueraies. Les fonds de la zone station 11 de la passe sont caractérisés par un substrat typiquement corallien, majoritairement représenté par des débris coralliens, du corail mort, des macroalgues et des éponges (Tableau 5).

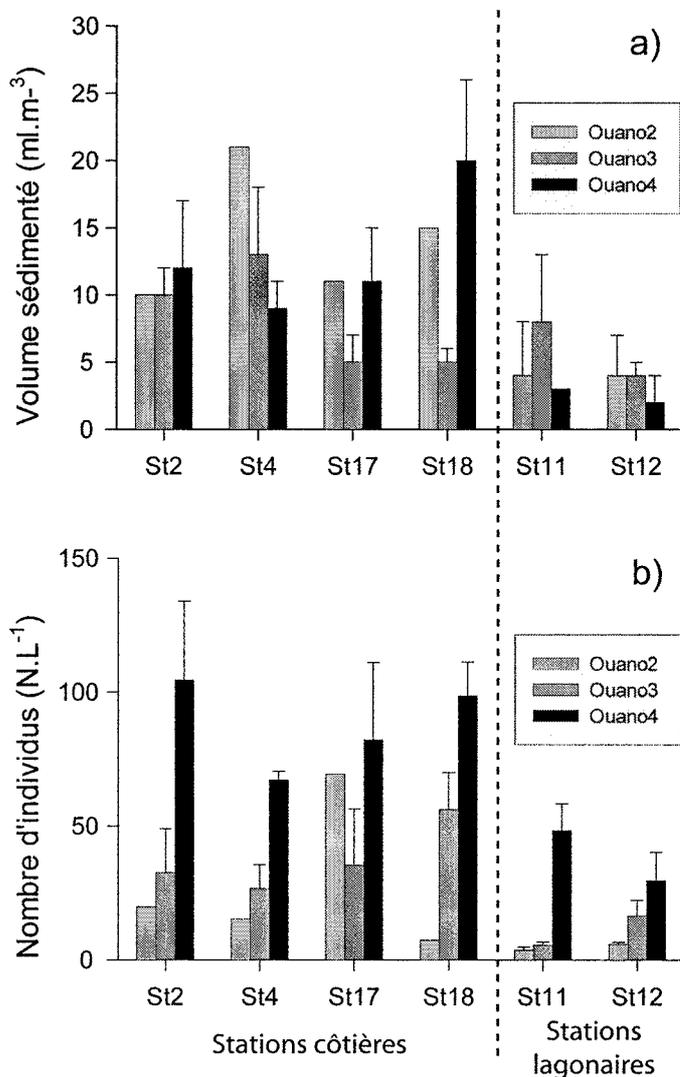


Figure 5 : Microplancton capturés dans les différents habitats des baies de Ouarai et Chambeyron pour les campagnes Ouano 2 (décembre 2004), Ouano 3 (janvier 2005) et Ouano 4 (septembre 2005) avec a) volumes sédimentés en ml.m<sup>-3</sup> et b) nombres d'individus par litre. Les barres verticales correspondent à l'erreur standard de la moyenne.

Tableau 7 : Contributions absolues des colonnes de l'AFC (catégories d'organismes) à la dispersion des échantillons dans l'espace factoriel 1-2, et poids total de chaque catégorie dans l'analyse.

Catégories d'organismes	Abréviations	Contributions absolues (%)		Poids total (%)
		Axe 1	Axe 2	
Appendiculaires	App	3,63	5,26	3,21
Autres	Aut	7,63	20,94	6,31
Chaetognathes	Cha	0,01	0	0,27
Crustacé	Cru	0,27	1,19	0,27
Grands Crustacés	G_Cru	5,90	14,24	0,56
Grands Copépodes	gCo	0,05	2,88	1,96
Larves de Bivalves	lBi	5,22	6,81	2,38
Autres larves : poissons, zoé de Crustacés, cirripèdes, mollusques non identifiés, trocophores d'annélides	lar	0,38	8,55	2,81
Larves de Gastéropodes	lGa	3,87	11,10	4,42
Larves Pluteus d'Echinodermes	lPE	1,67	0,97	0,50
Nauplii	Nau	30,45	22,35	19,22
Œufs + grappes d'œufs	oe	8,47	2,45	9,85
Petits Copépodes	pCo	37,69	3,20	48,16

### 3.2.2 Productivité des différents habitats

Les concentrations en Chl $a$ , COP, NOP et POP ainsi que le rapport C/N n'ont pas montré de différences significatives d'une campagne à l'autre (Tableau 6). Des différences entre campagnes n'ont été observées que pour la concentration en phéopigments pour les stations côtières et le pourcentage de phéopigments pour les stations côtières et la station près de l'îlot. Les concentrations en Chl $a$ , phéopigments, NOP et POP ainsi que le pourcentage de phéopigments (Ouano 3 seulement) montrent des différences significatives entre stations, les stations côtières présentant généralement des valeurs plus élevées (Tableau 6).

### 3.2.3 Potentialités alimentaires des différents habitats pour les larves de poissons

Les volumes sédimentés de microplancton ont été significativement plus élevés pour les stations de la zone côtière que pour les stations lagunaires lors des missions Ouano 2 et Ouano 4 (Figure 5a, annexe 1, test de Mann-Whitney,  $P < 0.05$  et  $P < 0.001$  respectivement). Lors de la mission Ouano 3 en janvier 2005, les variations spatiales de la biomasse ont été par contre peu marquées. De la même manière, les densités d'organismes microplanctoniques sont apparues toujours significativement plus élevées aux stations côtières qu'aux stations lagunaires (figure 5b, annexe 1, test de Mann-Whitney,  $P < 0.01$  pour toutes les missions).

L'Analyse Factorielle des Correspondances permet d'expliquer 66,7 % de la variance dans les données environnementales. La variance expliquée est supérieure à 9,5 % jusqu'au 5<sup>ème</sup> axe de projection, mais ce sont les axes 1 et 2 (29,7 % et 23,6 % de variance expliquée respectivement) qui ont été retenus pour représenter les résultats car avec 53,28 % de variance expliquée, ils permettent d'obtenir une représentation graphique pertinente.

Sur l'axe 1, ce sont les Petits Copépodes, Nauplii et œufs qui ont un rôle majeur car ce sont les variables qui présentent les contributions absolues les plus élevées (Tableau 7). Sur l'axe 2, ce sont les Nauplii, Autres et Grands Crustacés. Ce sont également les Petits Copépodes, Nauplii et œufs qui présentent un poids maximal dans l'analyse (Tableau 7).

La projection des observations dans l'espace factoriel 1-2 de l'AFC ne permet pas de séparer les échantillons selon leur station ou habitat d'origine (« enveloppes » presque superposées), indiquant que les différences spatiales dans les densités de microplancton ne sont pas seulement expliquées par l'origine côtière ou lagunaire des échantillons (Figure 6a).

Parmi les catégories de proies potentielles qui ont une forte influence dans la structuration des assemblages de microplancton, les petits Copépodes dominent largement dans les zones côtières (Figure 6a et b). Dans les zones du lagon et de la passe, ils sont toujours nombreux mais sont égalés voire dominés par les organismes de la catégorie « Autres larves » en décembre 2004 et janvier 2005 ou les Nauplii en septembre 2005 (Figure 7).

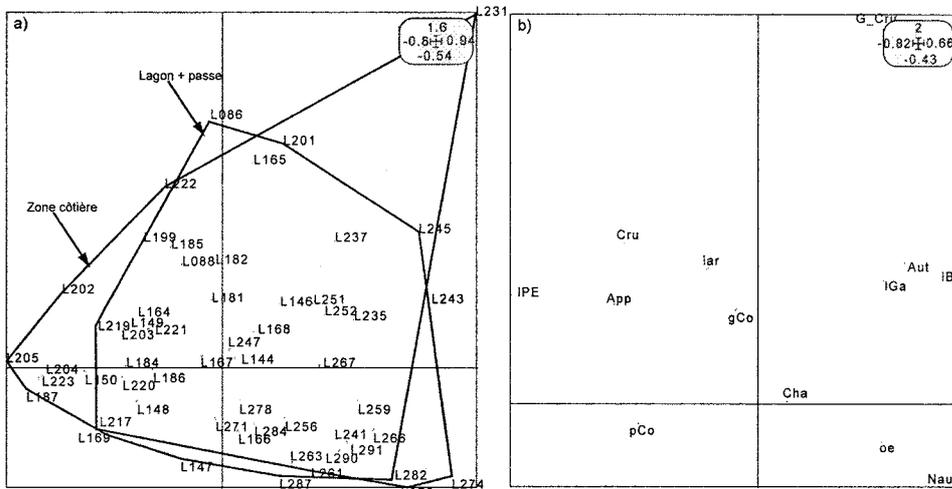


Figure 6 : Projections dans l'espace factoriel de l'AFC : axes 1 (abscisse : 29,69% de la variance) et 2 (ordonnée : 23,59%) a) des échantillons (lignes) et b) des catégories d'organismes (colonnes)

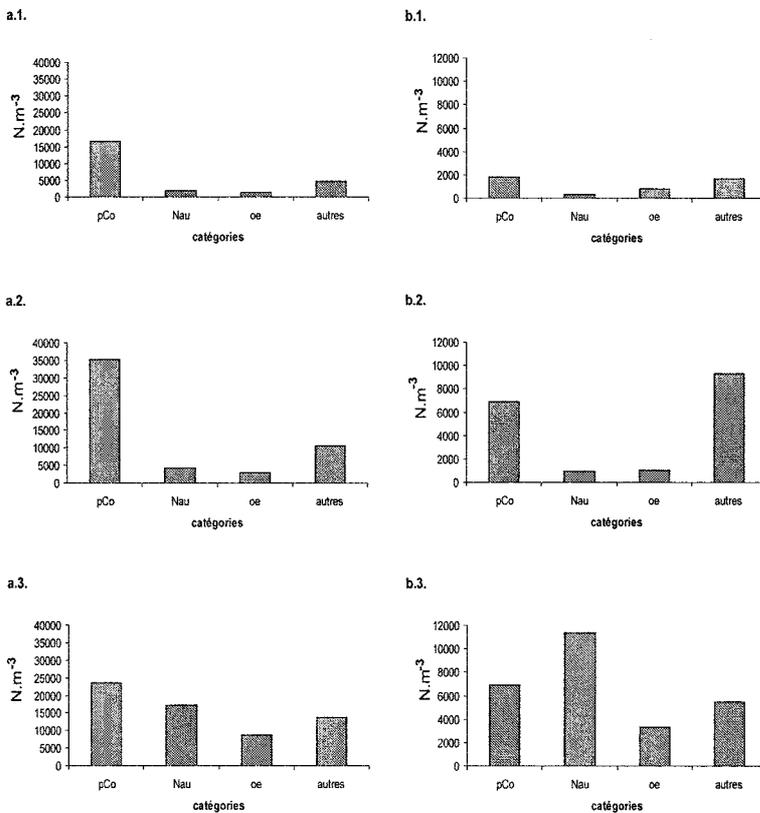


Figure 7 : Densités moyennes ( $N.m^{-3}$ ) des principales catégories d'organismes du microplankton dans les échantillons des stations côtières (a) en décembre 2004 (1), janvier 2005 (2), et septembre 2005 (3) et dans les échantillons des stations du lagon et de la passe (b) en décembre 2004 (1), janvier 2005 (2), et septembre 2005 (3).

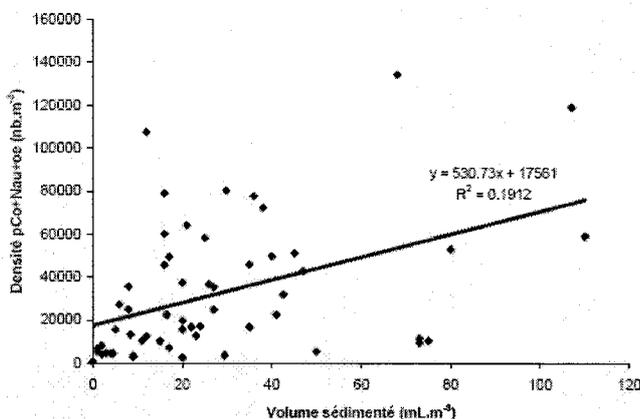


Figure 8 : Relation entre le volume sédimenté et la densité des trois catégories majeures d'organismes : petits Copépodes, Nauplii et œufs de copépodes.

La relation entre le volume sédimenté de microplancton et la quantité de petits Copépodes, nauplii et œufs de copépodes, catégories qui devraient constituer les proies principales des larves de poissons, est significative ( $F = 12,76$  ;  $P < 0,001$ , Figure 8). Cependant, la dispersion du nuage de points fait que cette relation, bien que statistiquement significative, ne pourra pas être utilisée pour déterminer rapidement la quantité de nourriture disponible pour les larves de poissons à partir de la simple mesure des volumes sédimentés.

### **3.3 Structure spatio-temporelle des données environnementales**

De novembre 2004 à janvier 2005, 130 échantillons ont été obtenus. Pour la suite des analyses, les échantillons provenant des stations exploratoires ont été exclus en raison de l'absence de description du substrat. De même les données concernant les assemblages de microplancton et la productivité potentielle des habitats n'ont pas été incluses à ce stade des analyses en raison d'un trop grand nombre de valeurs manquantes pour la campagne Ouano 1 de novembre 2004. Le tableau final de données environnementales comprend donc 120 échantillons et 37 variables (Tableau 8).

Les variables de type de fond et d'occurrence de vent sont représentées par trois et quatre catégories respectivement, pondérées de 0,33 (1/3) et 0,25 (1/4) chacune. Le recouvrement benthique des stations d'échantillonnage est décrit par neuf catégories pondérées de 0,11 (1/9) chacune. Les autres variables sont toutes affectées d'une pondération de 1 (Tableau 8).

La variance dans les données environnementales expliquée par l'ACP normée est supérieure à 5 % jusqu'au 4<sup>ème</sup> axe de projection, où la variance totale expliquée est de 75,5 %. Seuls les axes 1 (34,2 % de variance expliquée) et 2 (25,1 %) ont été retenus pour représenter les variables et les échantillons, car avec un total de 59,2 % de variance expliquée, ils permettent d'obtenir une représentation graphique pertinente.

Les variables majoritairement responsables de la dispersion des observations sur l'axe 1 sont, par ordre décroissant de leur contribution absolue : la fluorescence de la couche 0 - 5 m, le gradient vertical de salinité, la turbidité de la couche 0 - 5 m, la distance à la barrière et la distance à la côte. Sur l'axe 2, il s'agit de l'hétérogénéité du substrat, la distance à la côte, la distance à la barrière, la distance à la passe et la pluviométrie mesurée à La Foa (Tableau 9). Les variables représentant la couverture benthique, les occurrences de vent, le décalage entre l'heure du début de l'échantillonnage et la marée haute la plus proche, et la hauteur d'eau au début et à la fin de l'allumage des pièges sont les variables qui présentent les contributions absolues minimales sur les deux axes (Tableau 9).

Tableau 8 : Variables utilisées pour l'analyse en composante principale sur les données environnementales, avec les unités, abréviations (Abré.) et coefficients de pondération correspondants (Pond).

Variable	Unité	Abré.	Pond
1. Profondeur de la station d'échantillonnage	m	prof	1
2. Distance à la côte de la station d'échantillonnage	m	dist côte	1
3. Distance minimale entre la station d'échantillonnage et la barrière récifale	m	dist barr	1
4. Distance minimale entre la station d'échantillonnage et le récif le plus proche	m	dist récif	1
5. Distance minimale entre la station d'échantillonnage et la passe de Ouaraï	m	dist passe	1
Type de fond déterminé sur une surface de 100m <sup>2</sup> sous la station d'échantillonnage :			
6. Sable	%	Sable	0,33
7. Vase	%	Vase	0,33
8. Dalle corallienne	%	Dalle coral	0,33
Recouvrement benthique déterminé sur une surface de 100m <sup>2</sup> sous la station d'échantillonnage :			
9. Corail dur vivant	%	CDV	0,11
10. Corail dur mort	%	CDM	0,11
11. Corail mou	%	CM	0,11
12. Macroalgues	%	MacroA	0,11
13. Phanérogames	%	Phaner	0,11
14. Rocs	%	Rocs	0,11
15. Débris coralliens	%	deb coral	0,11
16. Débris végétaux	%	deb veg	0,11
17. Eponges	%	epong	0,11
18. Hétérogénéité du substrat, ou nombre de catégories de recouvrement benthique différentes observées sur une surface de 100m <sup>2</sup> sous la station d'échantillonnage	-	heter	1
19. Température moyenne de la couche 0-5 m	°C	temp surf	1
20. Salinité moyenne de la couche 0-5 m	PSU	sal surf	1
21. Turbidité moyenne de la couche 0-5 m	FTU	turb surf	1
22. Fluorescence moyenne de la couche 0-5 m	mg chl.m <sup>-3</sup>	fluo surf	1
23. Gradient de température entre la couche de surface (20 premiers cm) et la couche de fond (20 cm les plus profonds)	°C	deltaT	1
24. Gradient de salinité entre la couche de surface (20 premiers cm) et la couche de fond (20 cm les plus profonds)	PSU	deltaS	1
25. Gradient de turbidité entre la couche de surface (20 premiers cm) et la couche de fond (20 cm les plus profonds)	FTU	deltaTurb	1
26. Gradient de fluorescence entre la couche de surface (20 premiers cm) et la couche de fond (20 cm les plus profonds)	mg chl.m <sup>-3</sup>	deltaFluo	1
27. Ensoleillement (cumul journalier)	min	ensoleil.	1
28. Pluviométrie le jour de l'échantillonnage, enregistrée à la station météorologique de La Foa	mm	PluvioLaFoa	1
29. Pluviométrie le jour de l'échantillonnage, enregistrée par la station météorologique de La Tontouta	mm	PluvioTontouta	1
30. Vitesse moyenne horaire du vent le jour de l'échantillonnage, enregistrée à la station météorologique de La Tontouta	km.h <sup>-1</sup>	Vitesse Vent	1
Direction du vent le jour de l'échantillonnage enregistrée à la station météorologique de La Tontouta :			
31. Occurrence des vents de secteur Nord & Nord-Est (nombre d'observations sur 24 heures : n/24)		occN+NE	0,25
32. Occurrence des vents de secteur Est & Sud-Est (nombre d'observations sur 24 heures : n/24)		occS+SW	0,25
33. Occurrence des vents de secteur Sud & Sud-Ouest (nombre d'observations sur 24 heures : n/24)		occE+SE	0,25
34. Occurrence des vents de secteur Ouest & Nord-Ouest (nombre d'observations sur 24 heures : n/24)		occW+NW	0,25
35. Décalage entre l'heure de pose du piège et l'heure de la marée haute la plus proche	h	H start H MH	1
36. Hauteur d'eau au début de l'allumage du piège	m	h eau start	1
37. Hauteur d'eau à la fin de l'allumage du piège	m	h eau end	1
38. Marnage de la marée de jour de l'échantillonnage	m	marn	1

Tableau 9 : Contributions des variables environnementales sur les axes 1 et 2 de l'ACP.

Variable	Contributions absolues (%)	
	AXE 1	AXE 2
1. Profondeur	3,9	2,9
2. Distance à la côte	5,7	7,6
3. Distance à la barrière	6,2	6,9
4. Distance au récif le plus proche	5,3	3,2
5. Distance à la passe	5,6	6,6
6. Sable	1,7	1,9
7. Vase	1,9	2,2
8. Dalle corallienne	2,0	2,4
9. Corail dur vivant	0,5	0,7
10. Corail dur mort	0,4	0,5
11. Corail mou	0,4	0,5
12. Macroalgues	0,4	0,5
13. Phanérogames	0,1	0,1
14. Rocs	0,2	0,1
15. Débris coralliens	0,6	0,8
16. Débris végétaux	0,6	0,7
17. Eponges	0,4	0,5
18. Hétérogénéité du substrat	4,0	7,7
19. Température de surface	3,3	5,1
20. Salinité de surface	5,2	5,7
21. Turbidité de surface	6,3	0,1
22. Fluorescence de surface	7,9	3,9
23. Gradient vertical de température	2,2	0,2
24. Gradient vertical de salinité	6,6	2,3
25. Gradient vertical de turbidité	0,5	0,8
26. Gradient vertical de fluorescence	5,6	3,1
27. Ensoleillement	5,5	6,4
28. Pluviométrie mesurée à La Foa	5,0	6,5
29. Pluviométrie mesurée à La Tontouta	3,8	5,8
30. Vitesse du vent	2,7	4,0
31. Occurrence des vents de secteur Nord et Nord-Est	0,4	0,6
32. Occurrence des vents de secteur Est et Sud-Est	0,3	0,5
33. Occurrence des vents de secteur Sud et Sud-Ouest	0,4	0,5
34. Occurrence des vents de secteur Ouest et Nord-Ouest	0,6	1,0
35. Décalage entre l'heure de pose et la marée haute	0,8	0,6
36. Hauteur d'eau au début de l'allumage des pièges	0,2	1,7
37. Hauteur d'eau à l'extinction des pièges	0,1	0,2
38. Marnage	2,9	5,2

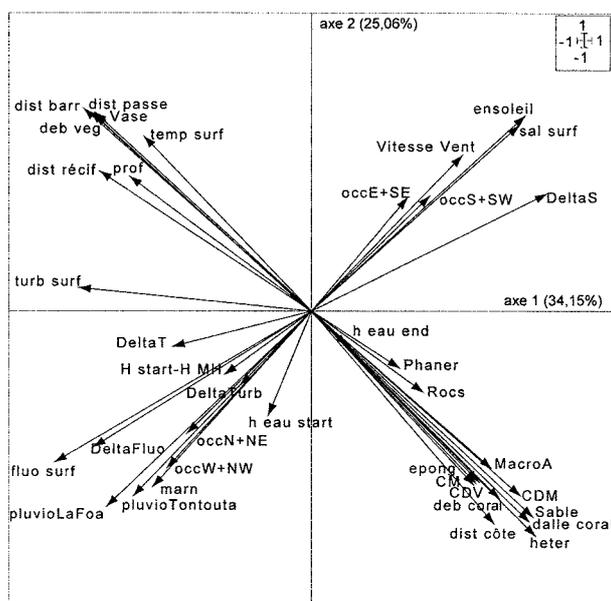


Figure 9 :Corrélations entre les variables environnementales de l'ACP normée.

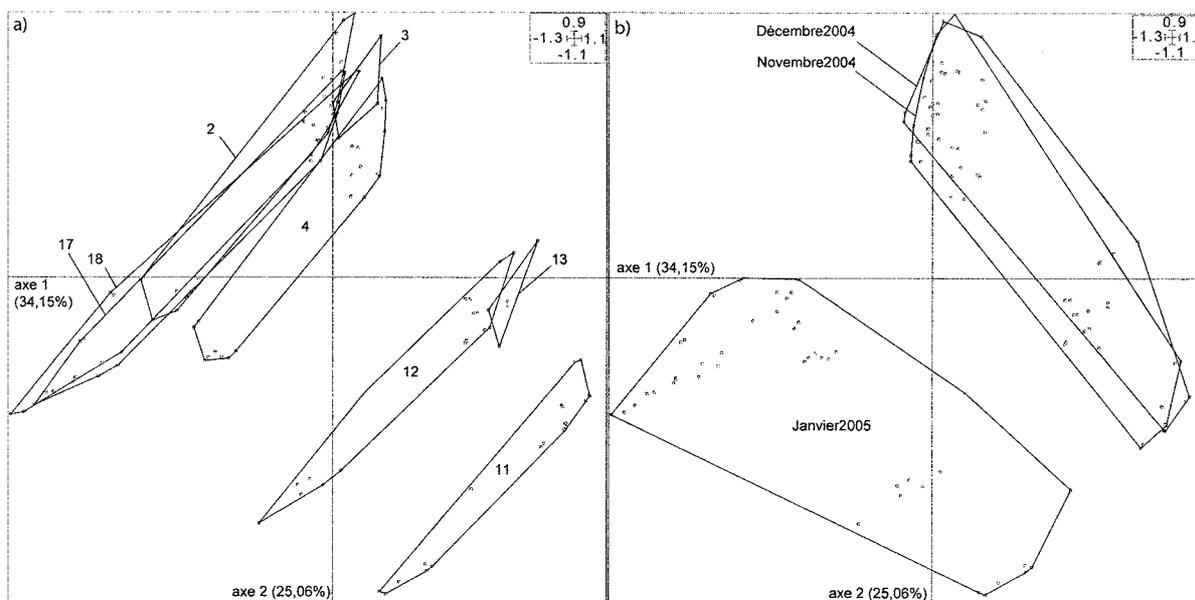


Figure 10 : Projection des échantillons du tableau environnemental dans l'espace factoriel 1-2 de l'ACP normée. Les contours regroupent les observations par stations (a) et par campagnes (b).

La salinité de surface et le gradient de salinité entre la surface et le fond diminuent lorsque la pluviométrie augmente (Figure 9). A l'inverse, la fluorescence et la turbidité de surface et les gradients de fluorescence et de turbidité entre la surface et le fond augmentent avec la pluviométrie. L'hétérogénéité du substrat est plus élevée près des récifs, de la barrière et de la passe, et diminue près des côtes (Figure 9).

Les variables utilisées permettent de grouper les stations d'échantillonnage en trois groupes distincts le long d'un gradient côte-large (Figure 10a). Les stations 2, 3 et 4 en baie de Chambeyron, ainsi que les stations 17 et 18 en baie de Ouaraï sont caractérisées par des distances à la côte faibles, la présence de fonds vaseux homogènes parsemés de débris végétaux, des température, turbidité et fluorescence de surface élevées. A l'opposé, la station 11 se caractérise par une faible distance à la barrière et à la passe, une grande hétérogénéité du substrat, la présence de structures coralliennes et de sable et des température, turbidité et fluorescence de surface modérées. Les stations 12 et 13 constituent un groupe intermédiaire, situé à équidistance de la côte et de la barrière, caractérisé par la présence de récifs proches et des conditions hydrodynamiques et de température, salinité, turbidité et fluorescence intermédiaires (Figure 10a).

Les variables utilisées permettent de regrouper les campagnes d'échantillonnage en deux groupes distincts (Figure 10b). Les campagnes des mois de novembre et décembre 2004 sont caractérisées par une pluviométrie faible et un ensoleillement élevé, avec des eaux de surface salées et chaudes, un gradient de salinité marqué entre la surface et le fond, une turbidité et une fluorescence de surface faibles. Des vents forts de secteur est et sud-est, et sud et sud-ouest y ont dominé. Au contraire, la campagne de janvier 2005 est caractérisée par une très forte pluviométrie et un faible ensoleillement, liés au passage du cyclone Leny, et associés à des eaux fraîches et dessalées, turbides et chargées en chlorophylle et des vents modérés de secteur ouest et nord-ouest, et nord et nord-est (Figure 10b).

### **3.4 Les assemblages de larves pélagiques**

Un nombre total de 14 240 individus ont été capturés entre novembre 2004 et janvier 2005, soit 1163 individus pour les pièges Aquafish, 415 individus pour les pièges Ecocean et 12 662 individus pour le filet à plancton (Tableau 10). Les niveaux d'identification atteints sont variables. Parmi les 64 taxons capturés grâce aux pièges de type Aquafish, 6 ont été identifiés à l'espèce, 19 au genre, 36 à la famille et 3 ont été classés par groupes morphologiques. Parmi les 87 taxons capturés aux pièges lumineux de type Ecocean, 7 ont pu être identifiés à l'espèce, 20 au niveau du genre, 59 à la famille et un à l'ordre. Parmi les taxons capturés au filet à plancton, 39 groupes morphologiques non identifiables ont été réalisés, et 152 taxons ont été identifiés : trois seulement à l'espèce, 31 au genre et 119 à la famille.

Tableau 10 (1 de 7): Liste des taxons, codes, et nombre d'individus capturés par type d'engin de pêche entre novembre 2004 et janvier 2005 en baies de Ouaraï et Chambeyron ainsi que la gamme de taille des individus (longueur standard, en mm). n.m = non mesuré

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Code	Nombre d'individus capturés				Taille (LS, mm) [min-max]
					CARE	AquaF	Filet	TOTAL	
Anguilliformes									
	Congridae		sp1	CON_1	1			1	86,0
	Muraenidae		sp1	MUR_1	1			1	87,2
			sp2	MUR_2	2			2	46,8 - 48,3
	Ophichthidae		sp2	OPH_2	2			2	56,1 - 103,1
		<i>Leiuranus</i>	<i>semicinctus</i>	LESEM	1			1	210,0
Atheriniformes									
	Atherinidae		sp1	ATH_1		1		1	18,8
			sp2	ATH_2	1			1	29,1
			sp3	ATH_3	1			1	22,4
			sp4	ATH_4			1	1	8,2
			sp6	ATH_6	3			3	12,5 - 17,6
			sp7	ATH_7			2	2	5,2 - 8,7
		<i>Atherina</i>	sp1	ATHE1	1	4		5	19,2 - 31,7
		<i>Atherina</i>	sp2	ATHE2			2	2	5,0 - 6,5
		<i>Hypoatherina</i>	<i>temmincki</i>	HYTEM		1	1	2	32,8 - 45,8
		Isonidae	<i>Iso</i>	sp1	ISO-1			26	26
	<i>Iso</i>		sp2	ISO-2			41	41	2,5 - 8,9
	<i>Iso</i>		sp3	ISO-3			2	2	3,9 - 4,2
Beloniformes									
	Belonidae		sp1	BEL_1			1	1	7,0
	Hemiramphidae		sp1	HEM_1			3	3	1,8 - 8,0
			sp2	HEM_2			1	1	3,9
		<i>Hemiramphus</i>	sp1	HEMI1			1	1	43,9
Clupeiformes									
	Engraulididae		jeunes	ENGRy	27	234	159	420	2,2 - 41,4
		<i>Encrasicholina</i>	<i>devisi</i>	ENDEV	1	307		308	31,7 - 68,0
		<i>Encrasicholina</i>	<i>heteroloba</i>	ENHET		100	1	101	34,3 - 53,8
	Clupeidae		sp3	CLU_3		2		2	29,9 - 35,1
			sp4	CLU_4		10		10	98,2 - 117,4
			sp5	CLU_5		8		8	46,4 - 54,0
			sp6	CLU_6			48	48	2,4 - 10,5
			sp7	CLU_7			1	1	12,5
		<i>Spratelloides</i>	<i>delicatulus</i>	SPDEL	1	54		55	15,9 - 39,7
		<i>Spratelloides</i>	<i>gracilis</i>	SPGRA	5	13		18	15,4 - 35,3
		<i>Spratelloides</i>	sp1	SPRA1		1		1	18,7
		<i>Spratelloides</i>	sp2	SPRA2		1		1	110,6
		<i>Spratelloides</i>	sp3	SPRA3		2		2	18,7 - 19,0
		<i>Spratelloides</i>	jeunes	SPRAY			10	10	3,7 - 8,9
	<i>Herklotsichthys</i>	sp3	HERK3			2	2	10,5 - 14,6	
Gadiformes									
	Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros</i>	sp1	BREG1			3	3	2,7 - 3,4
		<i>Bregmaceros</i>	sp2	BREG2			2	2	2,3 - 2,9
Gasterosteiformes									
	Fistulariidae	<i>Fistularia</i>	sp1	FIST1	1	1		2	99,4 + 1 n.m
	Pegasidae		sp1	PEG_1			2	2	9,0 - 9,5
Gobiesociformes									
	Callionymidae		sp1	CAL_1			1	1	3,7
Lophiiformes									
	Antennaridae		sp1	ANT_1	2			2	5,1 - 6,1
			sp2	ANT_2	1			1	6,2

Tableau 10 (2 de 7)

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Code	Nombre d'individus capturés				Taille (LS, mm) [min-max]
					CARE	AquaF	Filet	TOTAL	
Mugiliformes	Mugilidae		sp1	MUG_1			1	1	4,1
Ophidiiformes	Bythitidae		sp1	BYT_1			2	2	3,80 - 4,00
Perciformes	Ambassidae	<i>Ambassis</i>	sp1	AMBA1			2	2	2,8 - 2,9
	Ammodytidae		sp1	AMM_1			4	4	3,1 - 4,1
			sp2	AMM_2			72	72	1,6 - 4,9
			sp3	AMM_3			1	1	4,0
			sp5	AMM_5			1	1	3,1
	Apogonidae		sp1	APO_1		3		3	8,9 - 10,5
			sp3	APO_3	1	12		13	6,4 - 8,9
			sp4	APO_4	1			1	22,9
			sp5	APO_5	4			4	12,4 - 13,8
			sp6	APO_6	9	60	2	71	8,3 - 11,2
			sp7	APO_7	3	1		4	9,1 - 9,6
			sp8	APO_8	1	1		2	6,3 - 6,5
			sp9	APO_9		1		1	10,8
			sp10	APO10	1			1	9,9
			sp14	APO14		1		1	13,9
			sp15	APO15	6	20	2	28	2,5 - 9,9
			sp16	APO16	2			2	7,1 - 7,5
			sp17	APO17	4			4	13,1 - 14,5
			sp18	APO18	3	4		7	6,3 - 7,1
			sp20	APO20	6			6	13,3 - 15,1
			sp21	APO21	1			1	9,4
			sp22	APO22		1		1	11,8
			sp23	APO23	1			1	13,8
			sp24	APO24	2			2	5,9 - 14,7
			sp25	APO25			1	1	5,6
			sp26	APO26			1	1	6,8
			sp27	APO27			1	1	9,0
			sp28	APO28	1			1	16,1
			sp29	APO29	1			1	6,8
			sp33	APO33			13	13	2,9 - 4,9
			sp34	APO34			6	6	3,1 - 3,9
			sp35	APO35			1	1	3,8
		<i>Archamia</i>	sp1	ARCH1		7		7	8,0 - 11,1
		<i>Archamia</i>	sp2	ARCH2		1		1	10,8
	Blenniidae		sp9	BLE_9	2			2	12,9 - 13,6
			sp10	BLE10	1			1	34,2
			sp11	BLE11	4			4	9,8 - 10,8
			sp12	BLE12		9		9	9,6 - 12,3
			sp13	BLE13		1		1	12,9
			sp14	BLE14		1		1	10,3
			sp15	BLE15		1		1	7,0
			sp17	BLE17			7	7	2,9 - 4,0
			sp18	BLE18			1	1	5,8
			sp22	BLE22			9	9	2,8 - 3,5
			sp24	BLE24		1		1	11,2
			sp25	BLE25			2	2	2,8 - 3,5
		<i>Aspidontus</i>	sp1	ASPI1	1			1	43,9

Tableau 10 (3 de 7)

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Code	Nombre d'individus capturés				Taille (LS, mm)
					CARE	AquaF	Filet	TOTAL	[min-max]
Perciformes (suite)									
	Blenniidae (suite)	<i>Omobranchus</i>	sp1	OMOB1			25	25	2,7 - 5,9
		<i>Omobranchus</i>	sp2	OMOB2		2	5	7	2,5 - 15,8
		<i>Omobranchus</i>	sp3	OMOB3			1	1	2,9
	Carangidae		sp1	CAR_1	1			1	27,2
			sp2	CAR_2	12	4		16	11,8 - 20,4
			sp3	CAR_3	4			4	17,0 - 26,7
			sp4	CAR_4	1			1	23,8
			sp5	CAR_5			3	3	27,0 - 33,7
			sp6	CAR_6		1		1	12,5
			sp7	CAR_7			12	12	2,8 - 4,4
			sp8	CAR_8			1	1	5,1
			sp10	CAR10			1	1	2,8
			<i>Caranx</i>	sp1	CARA1			1	1
		<i>Carangoides</i>	sp1	CARG1			1	1	3,1
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	sp7	CHAE7	1	1		2	9,3 - 15,6
	Eleotrididae		sp1	ELE_1			1	1	5,8
			sp2	ELE_2			1	1	6,5
		<i>Bunaka</i>	sp1	BUNA1			1	1	7,2
		<i>Hypseleotris</i>	sp1	HYPS1			10	10	3,1 - 5,9
	Gerreidae		sp1	GER_1			30	30	2,9 - 5,0
			sp2	GER_2			3	3	3,8 - 5,4
			sp3	GER_3			1	1	5,1
			sp4	GER_4			1	1	4,9
			sp5	GER_5			1	1	4,0
			sp6	GER_6			2	2	4,3 - 4,8
			sp7	GER_7			2	2	4,9 - 6,1
	Gobiesocidae		sp1	GOS_1			3	3	1,9 - 3,3
			sp2	GOS_2			2	2	1,9 - 2,9
			sp3	GOS_3			2	2	5,1 - 5,8
			sp4	GOS_4			2	2	4,4 - 4,8
			sp5	GOS_5			1	1	5,9
			sp6	GOS_6			2	2	3,4 - 4,8
			sp7	GOS_7			1	1	4,7
	Gobiidae		sp1	GOB_1	1		4	5	3,0 - 10,9
			sp6	GOB_6			29	29	1,7 - 6,7
			sp7	GOB_7	2		120	122	1,8 - 7,5
			sp8	GOB_8			1	1	7,6
			sp9	GOB_9			143	143	1,9 - 7,1
			sp10	GOB10	3		2	5	4,8 - 11,0
			sp11	GOB11			3	3	5,8 - 8,9
			sp12	GOB12			3	3	4,8 - 5,9
			sp13	GOB13			6	6	2,7 - 5,8
			sp14	GOB14			2	2	1,8 - 2,9
			sp15	GOB15			1	1	5,1
			sp19	GOB19			2	2	8,2 - 10,0
			sp20	GOB20			1	1	6,9
			sp21	GOB21			1	1	5,7

Tableau 10 (4 de 7)

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Code	Nombre d'individus capturés			Taille (LS, mm)	
					CARE	AquaF	Filet	TOTAL	[min-max]
Perciformes (suite)									
	Haemulidae		sp1	HAE_1			18	18	1,4 - 4,0
			sp2	HAE_2	1		1	2	3,3 - 8,6
			sp3	HAE_3			3	3	2,6 - 4,2
			sp4	HAE_4			3	3	2,8 - 3,1
			sp5	HAE_5			1	1	4,9
			sp6	HAE_6			2	2	3,5 - 4,8
			sp7	HAE_7	1		1	2	2,7 - 3,7
	Labridae	<i>Stethojulis</i>	<i>notialis</i>	STNOT	1			1	60,6
			sp2	LAB_2			1	1	5,0
	Leiognathidae		sp1	LEI_1			128	128	1,6 - 5,0
	Lethrinidae	<i>Lethrinus</i>	<i>genivittatus</i>	LEGEN	5	11		16	6,9 - 18,2
		<i>Lethrinus</i>	sp1	LETR1	61	1		62	13,2 - 19,1
		<i>Lethrinus</i>	sp2	LETR2	1			1	11,9
		<i>Lethrinus</i>	sp3	LETR3	1	2		3	15,2 - 17,6
	Lutjanidae		sp1	LUT_1			39	39	2,1 - 3,7
			sp2	LUT_2			50	50	2,1 - 3,8
			sp3	LUT_3			13	13	2,2 - 3,1
			sp4	LUT_4			5	5	2,7 - 3,2
		<i>Lutjanus</i>	sp1	LUTJ1		34		34	10,2 - 15,5
	Microdesmidae		sp1	MIC_1			3	3	5,0 - 5,1
			sp2	MIC_2			4	4	4,3 - 5,8
	Monodactylidae	<i>Monodactylus</i>	<i>argenteus</i>	MOARG			1	1	2,5
	Mullidae		sp1	MUL_1			1	1	4,3
	Nemipteridae		sp1	NEM_1		2		2	9,3 - 10,0
			sp2	NEM_2	3			3	6,1 - 6,8
			sp3	NEM_3	1		31	32	1,5 - 5,8
			sp4	NEM_4			1	1	3,6
	Pomacanthidae		sp1	POA_1			12	12	1,3 - 3,1
			sp2	POA_2			5	5	1,4 - 3,8
			sp3	POA_3			2	2	2,4 - 2,6
			sp4	POA_4			2	2	3,3 - 3,6
			sp5	POA_5			1	1	3,7
	Pomacentridae		sp1	POM_1	7	24		31	8,3 - 12,6
			sp2	POM_2	9	137	1	147	1,5 - 11,6
			sp6	POM_6	1			1	n.m
			sp7	POM_7		2		2	7,7 - 12,9
			sp9	POM_9		7		7	12,3 - 13,6
			sp10	POM10	1	2		3	10,5 - 12,1
			sp11	POM11	1	1		2	10,2 + 1 n.m
			sp12	POM12	3			3	11,2 - 11,6
			sp13	POM13	1			1	11,8
			sp14	POM14	2			2	11,1 - 13,0
			sp15	POM15	2			2	11,1 - 12,7
			sp16	POM16	1			1	11,6
			sp17	POM17			19	19	1,0 - 4,1
			sp18	POM18			14	14	3,1 - 4,8
			sp19	POM19			6	6	2,8 - 4,0
			sp20	POM20			6	6	2,5 - 3,7
			sp21	POM21			1	1	4,1

Tableau 10 (5 de 7)

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Code	Nombre d'individus capturés				Taille (LS, mm)
					CARE	AquaF	Filet	TOTAL	[min-max]
Perciformes (suite)									
	Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	sp1	ABUD1			1	1	4,0
		<i>Chromis</i>	sp1	CHRO1	1			1	7,1
		<i>Chromis</i>	sp4	CHRO4	1			1	7,2
	Plesiopidae		sp2	PLE_2		3		3	10,0 - 10,4
	Priacanthidae		sp1	PRI_1			1	1	2,9
	Pseudochromidae	<i>Pseudochromis</i>	sp2	PSEC2	1			1	10,9
		<i>Pseudoplesiops</i>	sp1	PSEP1	1			1	13,5
		<i>Pseudoplesiops</i>	sp2	PSEP2	1			1	13,2
		<i>Pseudoplesiops</i>	sp3	PSEP3	1			1	13,2
		<i>Pseudoplesiops</i>	sp4	PSEP4	1			1	14,0
	Scaridae		sp1	SCA_1			1	1	11,0
			sp2	SCA_2			1	1	5,8
	Scombridae		sp1	SCO_1			1	1	4,0
		<i>Scomberomorus</i>	sp1	SCOM1		1	2	3	10,5 - 11,3
		<i>Scomberomorus</i>	sp2	SCOM2			1	1	6,0
		<i>Scomberomorus</i>	sp3	SCOM3			1	1	6,4
	Siganidae	<i>Siganus</i>	sp1	SIGA1	8	34		42	14,8 - 19,9
		<i>Siganus</i>	sp2	SIGA2	123	1		124	16,0 - 21,7
		<i>Siganus</i>	sp3	SIGA3			2	2	4,4 - 4,9
		<i>Siganus</i>	sp4	SIGA4			1	1	5,1
	Sillaginidae		sp1	SIL_1			1	1	3,2
			sp2	SIL_2			6	6	3,0 - 4,6
			sp3	SIL_3			1	1	3,3
			sp4	SIL_4			1	1	3,1
			sp5	SIL_5			1	1	2,4
		<i>Sillago</i>	sp1	SILL1			1	1	7,2
	Serranidae		sp3	SER_3		2		2	10,9 - 16,5
		<i>Epinephelus</i>	sp1	EPIN1		2		2	14,5 - 15,1
		<i>Epinephelus</i>	sp2	EPIN2		3		3	13,8 - 14,1
	Sparidae		sp2	SPA_2			1	1	5,2
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	sp3	SPHY3		2		2	31,1 - 31,3
		<i>Sphyraena</i>	sp5	SPHY5			1	1	3,2
		<i>Sphyraena</i>	sp6	SPHY6			9	9	1,8 - 3,7
		<i>Sphyraena</i>	sp7	SPHY7			2	2	4,9 - 5,2
		<i>Sphyraena</i>	sp8	SPHY8			1	1	3,0
	Toxotidae	<i>Toxotes</i>	sp1	TOXO1			1	1	2,9
	Tripterygiidae		sp3	TRI_3	3			3	9,7 - 11,4
			sp4	TRI_4		2		2	12,2 - 12,6
			sp5	TRI_5	1	1		2	9,7 - 11,6
			sp10	TRI10			1	1	4,5
		<i>Norfolkia</i>	sp3	NORF3	1			1	10,5
	Xenisthmidae		sp1	XEN_1			2	2	2,5 - 3,7
	Pleuronectiformes		spp	PleuF	1			1	n.m
	Bothidae		sp1	BOT_1			1	1	4,5
	Soleidae		sp1	SOL_1			1	1	5,0
			sp2	SOL_2	2			2	10,5 - 12,5
	Scorpaeniformes								
	Platycephalidae		sp3	PLA_3			1	1	3,6
			sp4	PLA_4			1	1	5,0
			sp5	PLA_5			1	1	3,7

Tableau 10 (6 de 7)

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Code	Nombre d'individus capturés				Taille (LS, mm) [min-max]
					CARE	AquaF	Filet	TOTAL	
Scorpaeniformes (suite)									
	Scorpaenidae		sp1	SCR_1	5	3		8	26,6 - 44,7
			sp2	SCR_2	2			2	7,5 - 8,5
			sp3	SCR_3	4			4	6,9 - 9,1
			sp4	SCR_4	2			2	8,8 - 13,6
			sp5	SCR_5	3			3	8,4 - 9,2
		<i>Minous</i>	sp1	MINO1	7			7	8,3 - 14,2
	Triglidae		sp1	TRG_1				1	3,8
			sp2	TRG_2				1	3,9
Syngnathiformes									
	Syngnathidae		sp1	SYN_1				25	25
			sp2	SYN_2		5		15	20
			sp3	SYN_3				1	1
			sp4	SYN_4				107	107
			sp5	SYN_5				5	5
			sp6	SYN_6				1	1
		<i>Hippocampus</i>	sp1	HIPP1				1	1
Tetraodontiformes									
	Monacanthidae		sp1	MON_1				1	1
			sp3	MON_3				1	1
			sp4	MON_4				3	3
		<i>Pervagor</i>	sp1	PERV1	3				3
		<i>Pseudatularius</i>	<i>nasicornis</i>	PSNAS	2				2
		<i>Brachaluteres</i>	sp1	BRAC1				1	1
	Tetraodontidae		sp1	TET_1				2	2
		<i>Arothron</i>	sp3	AROT3			1		1
		<i>Canthigaster</i>	sp2	CANT2	1				1

Tableau 10 (7 de 7)

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Code	Nombre d'individus capturés				Taille (LS, mm)		
					CARE	AquaF	Filet	TOTAL	[min-max]		
Larves non identifiées											
groupe II											
			forme1	II_01			1	2271	2272	0,8 - 4,2	
			forme2	II_02			3	6962	6965	1,2 - 4,1	
			forme3	II_03			1	26	27	1,3 - 2,3	
			forme4	II_04				21	21	1,5 - 2,7	
			forme4a	II_4a				57	57	n.m	
			forme4b	II_4b				23	23	n.m	
			forme5	II_05				133	133	2,6 - 3,3	
			forme6	II_06				10	10	1,5 - 2,4	
			forme7	II_07				4	4	1,8 - 2,1	
			forme8	II_08				9	9	2,1 - 2,9	
			forme10	II_10				1018	1018	n.m	
			forme11	II_11				3	3	n.m	
			forme12	II_12				7	7	n.m	
			forme13	II_13				24	24	n.m	
			forme15	II_15				3	3	n.m	
			forme16	II_16				6	6	2,5 - 3,8	
			forme17	II_17				158	158	n.m	
			forme18	II_18				4	4	n.m	
			forme19	II_19				262	262	n.m	
			forme20	II_20				2	2	n.m	
			forme21	II_21				4	4	n.m	
			forme22	II_22				1	1	n.m	
			forme23	II_23				5	5	n.m	
			forme24	II_24				69	69	n.m	
			forme25	II_25				3	3	n.m	
			forme26	II_26				1	1	n.m	
			forme27	II_27				1	1	n.m	
			forme28	II_28				3	3	n.m	
			forme29	II_29				2	2	n.m	
			forme30	II_30				1	1	n.m	
			forme31	II_31				7	7	n.m	
			forme32	II_32				1	1	n.m	
			forme33	II_33				4	4	n.m	
			forme34	II_34				1	1	n.m	
groupe III											
			forme1	III_1				1	1	2,9	
			forme2	III_2				4	4	2,2 - 4,3	
Indéterminé											
			forme1	INDE1				8	8	1,2 - 2,5	
			forme2	INDE2				8	8	1,3 - 2,7	
			forme3	INDE3				1	1	1,4	
non identifiables (abimés)											
				NOIDE				6	48	54	n.m
<b>TOTAL</b>								<b>415</b>	<b>1163</b>	<b>12662</b>	<b>14240</b>

### 3.4.1 Composition et diversité des assemblages

Les larves capturées grâce aux pièges lumineux de type Aquafish se répartissent en sept ordres, dominés par les Clupéiformes (62,9 % de l'abondance totale), suivis par les Perciformes (35,2 %), les Atheriniformes (0,5 %), les Syngnathiformes (0,4 %), les Scorpaeniformes (0,3 %), les Tetraodontiformes (0,1 %) et les Gastérostéiformes (0,1 %). Parmi les Clupéiformes, la famille des Engraulididae domine, suivie par les Clupeidae. La famille des Pomacentridae est majoritaire parmi les Perciformes, suivie par les Apogonidae, les Siganidae, les Lutjanidae, les Blenniidae, les Lethrinidae et les Carangidae (Tableau 10).

Les larves capturées grâce aux pièges lumineux de type Ecocean se répartissent en neuf ordres, dominés par les Perciformes (78,5 % de l'abondance totale), suivis par les Clupéiformes (8,2 %), les Scorpaeniformes (5,5 %), les Anguilliformes (1,7 %), les Atheriniformes (1,7 %), les Tetraodontiformes (1,5 %), les Pleuronectiformes (1,2 %), les Lophiiformes (0,7 %) et les Gastérostéiformes (0,2 %). Parmi les Perciformes, la famille des Siganidae est majoritaire, suivie par les Lethrinidae, les Apogonidae, les Pomacentridae, les Carangidae, les Blenniidae et les Gobiidae. Les Clupéiformes sont représentés par deux familles : les Engraulididae et les Clupeidae (Tableau 10).

Les larves capturées grâce au filet à plancton sont représentées à plus de 80% (n=11 128 ; 87,8 %) par des individus non identifiés et classés par groupes morphologiques ou morphospecies. Parmi les taxons identifiables (n=1455 ; 11,4% de l'abondance totale), 13 ordres sont représentés, dominés par les Perciformes (66,8 % des poissons identifiables), suivis par les Clupéiformes (15,2 %), les Syngnathiformes (10,7 %), les Atheriniformes (5,2 %), les Tetraodontiformes (0,5 %), les Beloniformes (0,4 %), les Scorpaeniformes (0,3 %) et les Gadiformes (0,3 %), les Pleuronectiformes (0,1 %), les Ophidiiformes (0,1 %), les Gastérostéiformes (0,1 %), les Gobiesociformes (0,1 %) et les Mugiliformes (0,1 %). Parmi les Perciformes, les Gobiidae représentent la famille majoritaire, suivie par les Leiognathidae, les Lutjanidae, les Ammodytidae, les Blenniidae, les Pomacentridae, les Gerreidae, les Nemipteridae, les Haemulidae et les Apogonidae (Tableau 10).

Tableau 11 : Abondance (somme sur les trois campagnes d'échantillonnage, de novembre 2004 à janvier 2005) et occurrence (nombre de fois où le taxon a été observé pendant les trois campagnes d'échantillonnage) des 26 taxons communs aux deux types de pièges lumineux, capturés dans chaque habitat des baies de Chambeyron et Ouarai, Ouano-La Foa. Voir Tableau 10 pour la signification des codes faunistiques.

Taxons communs aux deux types de pièges lumineux	Abondance						Occurrence												
	Zone côtière non estuarienne		Zone côtière estuarienne		Ilôt lagunaire		Zone côtière non estuarienne		Zone côtière estuarienne		Ilôt lagunaire		Passe						
	Station 2	Station 4	Station 17	Station 18	Station 12	Station 11	Station 2	Station 4	Station 17	Station 18	Station 12	Station 11	Station 2	Station 4	Station 17	Station 18	Station 12	Station 11	
ATHE1			1			4									1				3
ENDEV	56	14	58	178	1										7	6	4	1	
ENGRY	50	103	19	63	24	2									8	9	6	3	1
SPDEL	4	47	1	1	2										2	7	1	2	
SPGRA		12			6										3	3		2	
FIST1			1		1											1		1	
APO_3		12			1										3	3		1	
APO_6		54	5	1	8	1									3	2	1	3	1
APO_7					4													3	
APO_8		1			1										1	1		1	
APO15		20			6										3	3		1	
APO18		4			2	1									1	1		1	1
CAR_2	3		1	2	10										2	1	2	1	
CHAE7		1				1									1	1		1	
LEGEN	1	8	2		5										1	3	2	2	
LETR1	2	1			59										1	1		3	
LETR3	3														3				
POM_1	2	15	9		5										1	5	2	3	
POM_2	20	80	44	1	1										4	9	5	1	
POM10		2			1										2	2		1	
POM11	2														2				
SIGA1	8	21	3	5	4	1									4	5	2	1	1
SIGA2	91				33										3			4	
TRI_5					1	1									1			1	1
SCR_1	2	1		1	4										1	1	2	2	

### 3.4.2 Diversité commune aux différents engins de pêche et variabilité des captures

En tout, 261 taxons ont pu être identifiés au cours des 12 nuits de pêche réalisées entre novembre 2004 et janvier 2005. Parmi ces 261 taxons, seulement quatre sont communs aux trois engins de capture : les jeunes Engraulididae, les Apogonidae type 6 et 15 et les Pomacentridae type 2. 39 taxons, soit 15% de la diversité totale, sont communs à au moins deux techniques de capture (Tableau 10). Parmi les taxons capturés grâce aux pièges lumineux, 26 sont communs aux deux types de pièges, et ont été capturés au moins deux fois au cours des 12 nuits de pêche réalisées (Tableau 11).

Parmi ces 26 taxons, les Siganidae type 1 ont été observés au moins une fois dans chaque station d'échantillonnage, et les Pomacentridae type 1 et 2, *Lethrinus genivittatus*, les Carangidae type 2, les Apogonidae type 6 et les taxons de Clupéiformes au moins une fois dans tous les types d'habitats. Un minimum de cinq individus de Siganidae sp1, Pomacentridae sp1 et Apogonidae sp6 ont pu être capturés dans chaque type d'habitat, contre un minimum de deux pour *Lethrinus genivittatus*, trois pour les Carangidae sp2 et un pour les Pomacentridae sp2. Ces six taxons apparaissent donc comme de bons candidats pour les études visant à déterminer les conditions de croissance et d'alimentation rencontrées par les larves en habitat côtier par rapport aux habitats lagunaires (module 2 de la thèse). De par leur caractère commercial en Nouvelle-Calédonie et leurs fortes abondances dans les captures de fin 2005 (échantillons en cours d'analyse), les Lethrinidae et Siganidae seront prioritairement retenus. Le choix définitif sera réalisé après observation de la lisibilité des otolithes.

### 3.4.3 Spectres de taille des larves capturées par les différents engins de pêche

Les larves capturées grâce aux pièges lumineux de type Aquafish présentent une longueur standard moyenne de 17,9 mm, avec un minimum de 1,3 mm et un maximum de 117,4 mm. Les larves capturées grâce aux pièges de type Ecocean présentent une longueur standard moyenne de 17,7 mm, avec un minimum de 1,8 et un maximum de 210,0 mm. Les larves capturées au filet à plancton sont beaucoup plus petites, avec une taille moyenne de 3,9 mm, un minimum de 0,3mm et un maximum de 64,8 mm. Les spectres de taille ciblés par les différents engins sont donc complémentaires malgré un recouvrement dans les valeurs médianes pour les deux types de pièges lumineux (Figure 11).

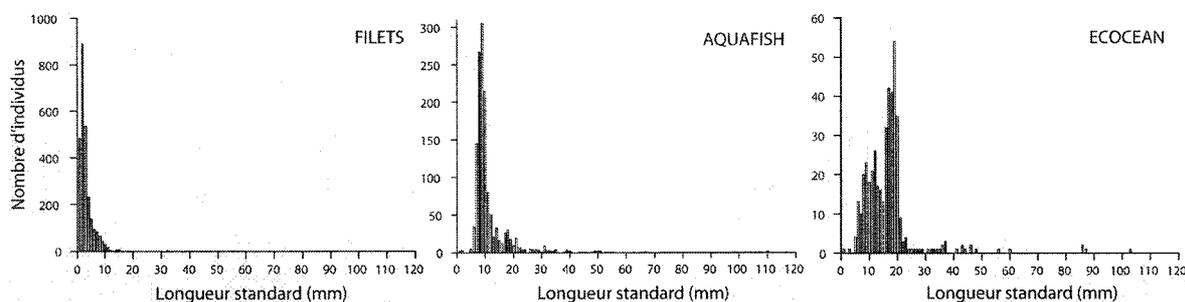
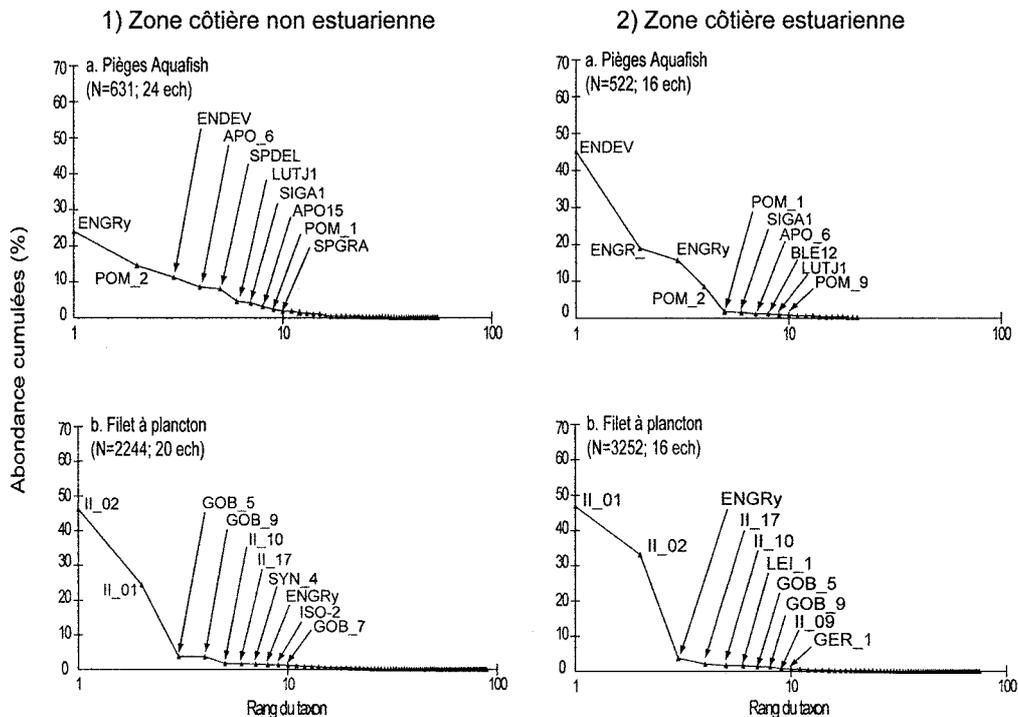


Figure 11 : Distribution de taille (longueur standard, en mm) des larves pélagiques capturées en baies de Ouarai et Chambeyron entre novembre 2004 et janvier 2005 avec le filet à plancton et les deux types de pièges lumineux.

## HABITATS COTIERS



## HABITATS LAGONAIRES

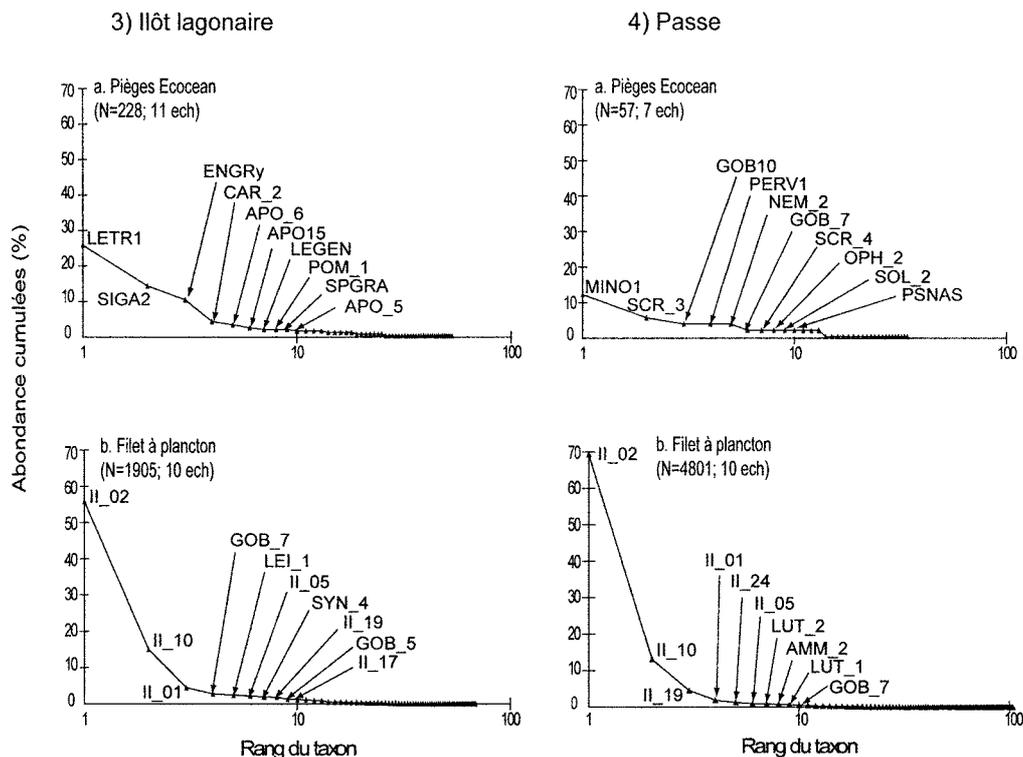


Figure 12 : Diagrammes rang-fréquence représentant les dominances taxonomiques dans les assemblages de larves pélagiques capturées grâce aux différents engins de pêche dans les différents habitats des baies de Ouaraï et Chambeyron, entre novembre 2004 et janvier 2005. Voir Tableau 10 pour la signification des codes faunistiques.

#### 3.4.4 Dominances taxonomiques des assemblages dans les différents habitats

Les assemblages capturés en zones côtières grâce aux pièges Aquafish sont caractérisés par une nette dominance des Engraulididae et des Pomacentridae. Les Siganidae, Apogonidae et Lutjanidae sont également bien représentés dans les deux types d'habitats côtiers (Figure 12, 1a & 2a). Par contre, la présence des Clupeidae parmi les taxons majoritaires est spécifique à la zone côtière non estuarienne (Figure 12, 1a), et celle des Blenniidae à la zone côtière estuarienne (Figure 12, 2a). Les assemblages capturés dans ces habitats grâce au filet à plancton sont également proches les uns des autres, dominés par des morphes non identifiables communs, et par la famille des Gobiidae principalement (Figure 12, 1b & 2b). Cependant, les Syngnathidae et Isonidae ne sont présents parmi les taxons dominants que dans la zone côtière non estuarienne (Figure 12, 2a) tandis que Leiognathidae et Isonidae sont caractéristiques de la zone côtière estuarienne (Figure 12, 2b).

Les assemblages capturés en zone lagunaire grâce aux pièges Ecocean sont caractérisés par des taxons propres à chaque type d'habitat échantillonné : la zone de l'îlot lagunaire et celle de la passe ne partagent aucun taxon dominant (Figure 12, 3a & 4a). Les assemblages capturés près de l'îlot lagunaire sont dominés des Perciformes, avec les familles des Lethrinidae, Siganidae, Carangidae, Apogonidae et Pomacentridae, et des Clupéiformes, avec les Engraulididae et Clupeidae (Figure 12, 3a). Les assemblages capturés à la passe sont typiquement dominés par des Scorpaeniformes, avec la famille des Scorpaenidae, et des Tetraodontiformes, avec la famille des Monacanthidae (Figure 12, 4a). La présence de larves Anguilliformes telles que les Ophichthidae et Muraenidae, et de larves Pleuronectiformes avec la famille des Soleidae, est également caractéristique de la zone de la passe (Figure 12, 4a). Les assemblages capturés dans ces mêmes zones grâce au filet à plancton, bien que dominés par des morphes non identifiables communs, présentent également des dominances spécifiques à chaque type d'habitat, avec les familles des Leiognathidae et des Syngnathidae typiques de la zone d'îlot lagunaire, et celles des Lutjanidae et Ammodytidae typiques de la zone de la passe (Figure 12, 3b & 4b).

Tableau 12 : Résultats de l'analyse de similarité ANOSIM à un facteur par paire (statistique R et probabilité associée P) et de l'analyse de la contribution des taxons à la dissimilarité SIMPER (taxons responsables des différences et contribution à la différence en %) réalisées sur les données d'abondance des larves de poissons capturées au filet à plancton entre novembre 2004 et janvier 2005 en baies de Ouaraï et Chambeyron. PAS : passe ; LAG : lagon ; CES : côte estuarienne ; CNE : côte non estuarienne. Les résultats de l'analyse SIMPER ne sont présentés que lorsqu'une différence significative ( $P < 0,05$ ) est observée, et pour les taxons dont la contribution est  $> 5\%$  de la différence. Voir Tableau 10 pour la signification des codes faunistiques.

ANOSIM test global			ANOSIM test par paire			SIMPER	
Campagne	R	P	Paire	R	P	Code	Contribution (%)
nov. 2004	0,475	0,052	PAS*LAG	0,500	0,667	-	-
			PAS*CNE	0,714	0,067	-	-
			LAG*CNE	0,393	0,133	-	-
déc. 2004	0,278	0,002	PAS*LAG	0,052	0,400	-	-
			PAS*CES	0,757	0,002	II_10	5,7
						ENGRy	5,7
			PAS*CNE	0,414	0,022	II_10	6,7
			LAG*CES	0,502	0,002	ENGRy	7,8
						II_10	6,5
						II_01	5,3
						-	-
jan. 2005	0,314	0,001	PAS*LAG	0,010	0,400	-	-
			PAS*CNE	0,454	0,012	II_02	10,9
						II_10	8,3
						II_01	7,4
						LUT_2	6,7
						LUT_1	6,3
			PAS*CES	0,778	0,002	II_01	9,9
						II_10	7,8
						II_02	6,5
						LUT_2	6,5
						LUT_1	6,1
			LAG*CNE	0,313	0,046	II_10	10,3
						II_02	9,7
						II_01	5,4
			LAG*CES	0,588	0,002	CLU_6	5,1
						II_10	9,6
						II_01	6,9
						GOB_7	5,2
						-	-

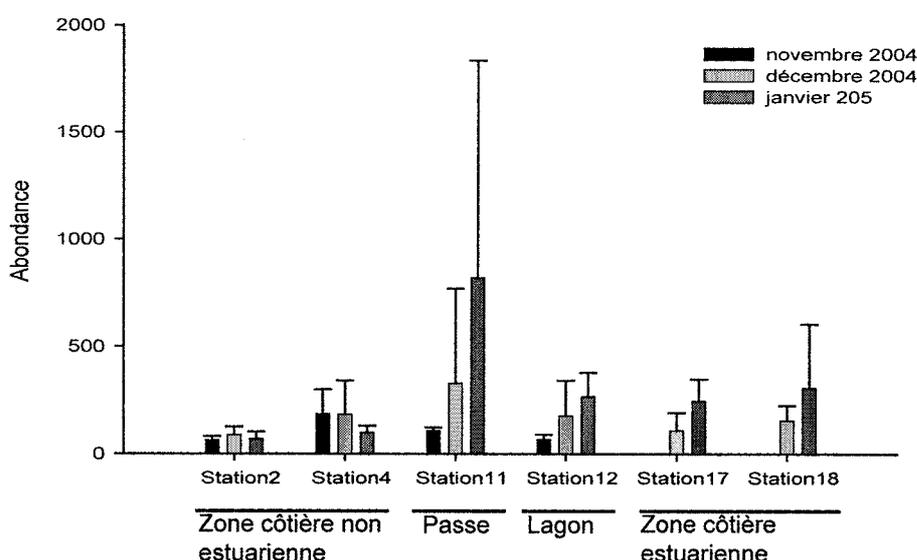


Figure 13 : Abondances totales (moyenne et écart-type) de larves pélagiques capturées au filet à plancton dans chaque type d'habitat entre novembre 2004 et janvier 2005.

### **3.4.5 Similarité des abondances et des distributions de taille des assemblages dans les différents habitats**

A ce stade de l'étude, les assemblages des différents habitats n'ont pu être comparés qu'à partir des captures réalisées dans toutes les stations grâce au filet à plancton. La comparaison des captures réalisées dans ces différentes zones grâce aux pièges lumineux fera l'objet d'une analyse ultérieure grâce aux échantillons prélevés à partir de septembre 2005 et qui sont en cours de traitement.

Les différences entre les assemblages des zones côtières estuariennes et non estuariennes, du lagon et de la passe ne sont significatives qu'en décembre 2004 et janvier 2005. Dans les deux cas, les assemblages capturés à la passe et ceux capturés dans les deux types d'habitats côtiers sont différents (Tableau 12). Les abondances sont globalement supérieures à la passe pour ces deux mois mais caractérisées par une très forte variabilité (Figure 13). Ce sont les morphes II\_10 et les jeunes anchois qui sont majoritairement responsables de ces différences en décembre 2004, et les morphes II\_02, II\_01, II\_10 et les Lutjanidae en janvier 2005. Les différences entre les assemblages du lagon et de la zone côtière estuarienne sont également significatives pour ces deux mois mais les abondances totales sont proches (Figure 13). Les taxons responsables des différences sont représentés par les morphes II\_10 et II\_01 pour les deux mois, ainsi que par les Engraulididae en décembre 2004 et les Gobiidae en janvier 2005. La différence entre les assemblages du lagon et ceux de la zone côtière non estuarienne n'est significative qu'en janvier 2005, et ce sont les morphes II\_10, II\_02, II\_01 et les Clupeidae qui en sont majoritairement responsables. Les différences entre les deux types d'habitats côtiers et entre le lagon et la passe ne sont jamais significatives (Tableau 12, Figure 13).

Tableau 13 : Résultats de l'analyse de similarité ANOSIM à un facteur par paire (statistique R et probabilité associée P) réalisée sur les données de distribution des longueur standard (nombre de poissons par classes de taille de 1 mm), et résultats de l'analyse de la contribution des classes de taille à la dissimilarité SIMPER (classes de taille responsables des différences et contribution à la différence en %). Avec PAS : passe ; LAG : lagon ; CES : côte estuarienne ; CNE : côte non estuarienne. Les résultats de l'analyse SIMPER ne sont présentés que lorsqu'une différence significative ( $P < 0,05$ ) est observée, et pour les classes de taille dont la contribution est  $> 10\%$  de la différence.

Campagne	ANOSIM test global		ANOSIM test par paire			SIMPER	
	R	P	Paire	R	P	Tailles (mm)	Contribution (%)
Novembre 2004	0,113	0,333	PAS*LAG	-0,500	1,000	-	-
			PAS*CNE	0,250	0,200	-	-
			LAG*CNE	0,214	0,333	-	-
Décembre 2004	0,174	<b>0,012</b>	PAS*LAG	0,295	0,833	-	-
			PAS*CES	-0,113	<b>0,026</b>	[3-4[	14,2
						[4-5[	11,9
						[2-3[	10,7
						[7-8[	10,3
			PAS*CNE	0,150	0,132	-	-
			LAG*CES	0,515	<b>0,010</b>	[7-8[	15,7
						[6-7[	11,2
Janvier 2005	0,064	0,069				[3-4	10,6
						-	-
			LAG*CNE	-0,050	0,598	-	-
			CES*CNE	0,136	0,055	-	-
			PAS*LAG	0,127	0,060	-	-
			PAS*CNE	0,077	0,205	-	-
			PAS*CES	0,024	0,388	-	-
			LAG*CNE	-0,091	0,892	-	-
			LAG*CES	0,104	0,126	-	-
			CNE*CES	0,122	<b>0,008</b>	[1-2[	19,8
			[2-3[	16,7			
			[3-4[	14,7			

Tableau 14 : Contributions absolues (%) des variables environnementales utilisées dans les analyses de co-inertie, pour chaque engin de pêche, et pour chaque axe de projection retenus pour les représentations graphiques.

VARIABLE	Contributions absolues (%)							
	AQUAFISH		ECOCEAN		FILET			Axe 3
	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2	Axe 3	
Profondeur	7,4	13,0	9,6	3,2	8,8	4,5	16,5	
Distance à la côte	0,0	9,7	8,9	1,0	9,7	6,3	1,7	
Distance au récif le plus proche	8,2	2,4	8,5	2,0	4,9	7,3	0,9	
Distance à la passe	1,6	7,5	8,7	0,2	9,5	6,6	1,3	
Sable	0,4	5,2	0,9	4,8	2,9	1,8	1,0	
Vase	0,4	5,4	2,1	2,3	3,4	2,1	0,4	
Dalle corallienne	0,4	5,3	2,8	0,5	3,7	2,1	0,1	
Hétérogénéité du recouvrement biotique du substrat	1,1	4,4	7,9	3,3	7,3	4,4	2,4	
Température moyenne de la couche de surface	0,8	9,3	0,9	9,2	5,2	2,0	0,2	
Salinité moyenne de la couche de surface	11,0	0,3	8,9	2,0	6,0	4,8	0,1	
Turbidité moyenne de la couche de surface	7,3	19,5	5,3	15,1	0,7	4,8	7,0	
Fluorescence moyenne de la couche de surface	11,8	0,1	3,9	8,1	3,7	7,9	1,3	
Gradient de température entre la surface et le fond	0,0	1,2	0,4	0,5	0,0	4,7	32,6	
Gradient de salinité entre la surface et le fond	9,5	1,6	0,3	11,3	1,8	5,4	0,3	
Gradient de turbidité entre la surface et le fond	1,1	7,9	6,6	0,0	0,4	0,1	18,2	
Gradient de fluorescence entre la surface et le fond	9,4	0,1	5,2	1,7	1,4	5,6	4,6	
Pluviométrie mesurée à La Foa	11,0	0,3	4,9	9,7	7,6	5,6	1,4	
Pluviométrie mesurée à La Tontouta	8,2	0,2	5,0	8,2	4,8	5,5	1,6	
Vitesse moyenne du vent	1,6	0,8	6,0	5,8	7,2	9,2	0,1	
Vents de secteur Nord et Nord-Est	2,6	0,6	0,3	0,8	0,9	1,2	0,6	
Vents de secteur Est et Sud-Est	0,1	0,4	1,3	1,1	0,7	1,0	1,8	
Vents de secteur Sud et Sud-Ouest	3,5	0,0	0,1	7,7	1,1	0,4	0,0	
Vents de secteur Ouest et Nord-Ouest	1,2	0,8	0,8	1,5	1,0	0,6	1,7	
Marnage	1,3	3,8	1,1	0,0	7,3	6,1	4,2	

La structure de taille des assemblages, représentée par le nombre de poissons dans chaque classe de 1 mm, varie d'un habitat à l'autre en décembre 2004 (Tableau 13). Les assemblages de la zone côtière estuarienne présentent une structure en taille significativement différente de celle des assemblages du lagon et de la passe. Ce sont les larves de taille moyenne : entre 2 et 4 mm, et de plus grande taille : entre 6 et 8 mm, qui en sont responsables (Tableau 13).

### **3.5 Relation entre la structure spatiale des assemblages et l'environnement**

L'ACP réalisée sur l'ensemble des données environnementales (voir 3.3) a montré que certaines variables sont redondantes, ou ont peu d'importance pour la description de la structure spatiale de l'environnement du site d'étude. La distance à la barrière fournit la même information que la distance à la côte, et peut être éliminée. De même, l'ensoleillement et la salinité de surface étant très fortement corrélés, seule la salinité de surface a été considérée. Les neuf variables de catégories de recouvrement benthique ont été négligées en raison de leur contribution minimale et de leur redondance avec l'hétérogénéité du substrat. Le décalage entre l'heure de pose des pièges et la marée haute et la hauteur d'eau au début et à la fin de l'échantillonnage présentent des contributions faibles, et ont été négligées. Au total 14 variables ont été éliminées du jeu de données pour les analyses de coinertie, ramenant le tableau environnemental à 24 colonnes.

La variance expliquée par l'analyse de coinertie réalisée sur les données d'abondance issues des captures aux pièges lumineux Aquafish est supérieure à 5,0 % jusqu'au troisième axe de projection. Ce sont les axes 1 et 2 qui ont été retenus car avec 82,8 % de variance expliquée (axe 1 : 61,0 % ; axe 2 : 21,8 %), ils permettent d'obtenir une représentation graphique pertinente (Figure 14-1). Les variables environnementales qui influencent le plus la structure spatiale des assemblages sur l'axe 1 sont, dans l'ordre décroissant de leur contribution absolue, la fluorescence de la couche 0-5m, la pluviométrie mesurée à La Foa, la salinité de la couche 0-5m, ainsi que les gradients de salinité et de fluorescence. Sur l'axe 2, ce sont la turbidité de la couche 0-5m, la profondeur, la distance à la côte, la température de la couche 0-5m et le gradient de turbidité entre la surface et le fond (Tableau 14, Figure 14-1a). *Encrasicholina devisi* présente des abondances élevées lorsque les eaux de surface sont turbides (Figure 14-1a et b). *Atherina* sp1 est surtout présente dans les zones les plus éloignées des côtes, caractérisées par des fonds de dalle corallienne ou de sable. Les jeunes anchois sont abondants dans les zones profondes caractérisées par des fonds vaseux et des eaux de surface chaudes, alors que les Engraulididae adultes non identifiés semblent surtout favorisées par une forte pluviométrie, une fluorescence de surface élevée et une salinité de surface faible. A l'inverse, les Pomacentridae sp2 sont associés aux eaux salées, dans les zones profondes avec une différence de salinité marquée entre la surface et le fond, et lorsque des vents de secteur sud et sud ouest soufflent. *Spratelloides delicatulus*, *Siganus* sp1 et *Lutjanus* sp1 sont associés à des vents forts de secteur sud et sud ouest, des eaux salées ainsi qu'une stratification haline marquée (Figure 14-1a et b).

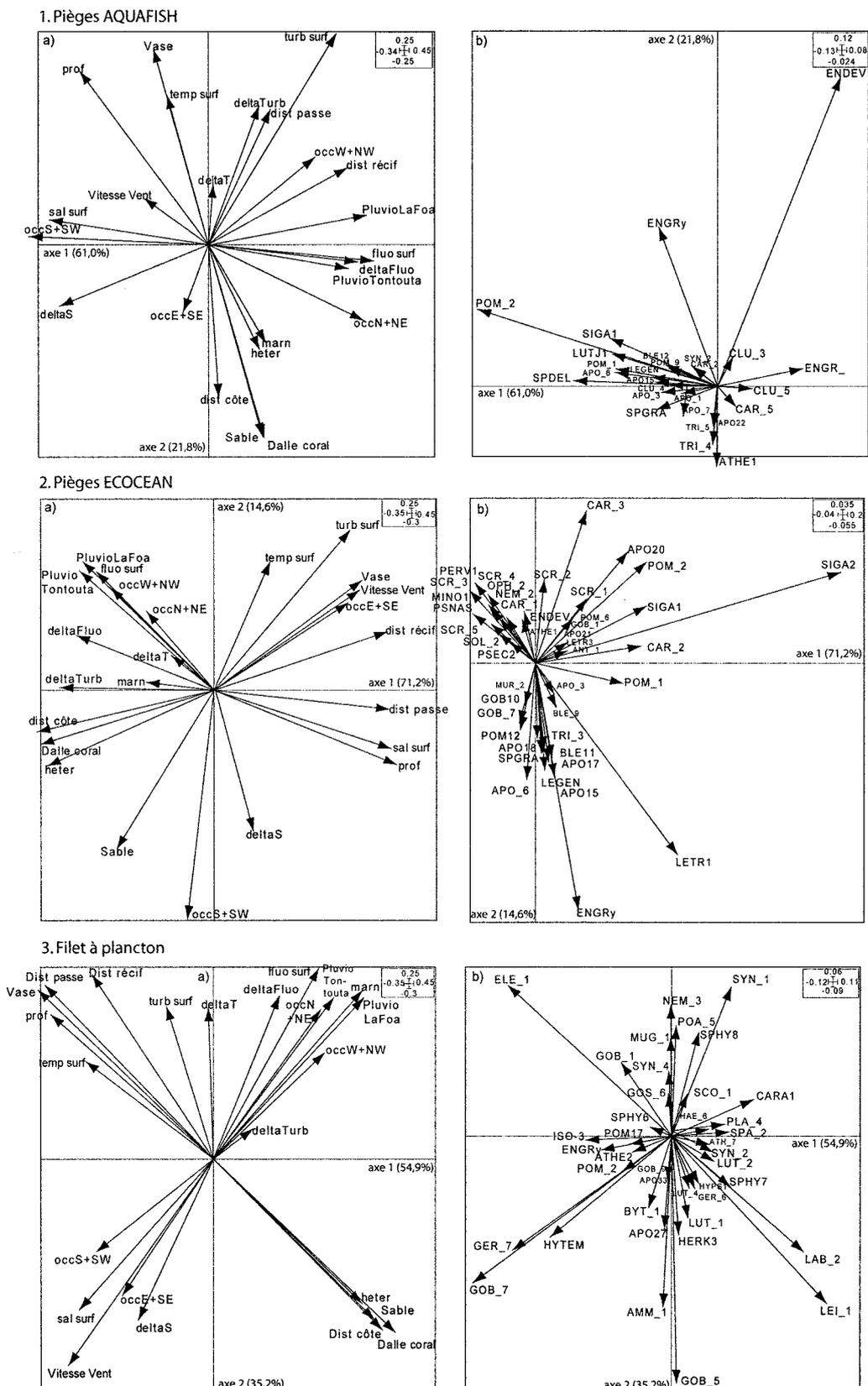


Figure 14 : Cartes factorielles des variables environnementales (a) et des taxons (b) fournies par l'analyse de coïnertie réalisées sur les données issues des pièges lumineux Aquafish (1), Ecocean (2) et du filet à plancton (3). N'ont été représentés et légendés que les taxons qui jouent un rôle dans la projection des points dans l'espace factoriel.

L'analyse de coinertie réalisée sur les données issues des captures aux pièges lumineux Ecocean permet d'expliquer 85,7 % de la variance sur les deux premiers axes de projection (Figure 14-2 : axe 1 : 71,2 % ; axe 2 : 15,5 %). Les variables environnementales qui influencent le plus la dispersion des observations dans l'espace factoriel sont la profondeur, la salinité de la couche 0 – 5 m, la distance à la côte, à la passe et au récif le plus proche sur l'axe 1, et la turbidité de la couche 0 – 5 m, le gradient de salinité entre la surface et le fond, la pluviométrie mesurée à La Foa, la température de la couche 0 – 5 m et la pluviométrie mesurée à La Tontouta sur l'axe 2 (Tableau 14, Figure 14-2a). *Siganus* sp2 est abondant dans des eaux de surface turbides, sur des fonds plutôt vaseux éloignés des récifs et de la passe et lorsque les vents sont forts et de secteur est et sud-est dominant (Figure 14-2a et b). Ce taxon est au contraire rare en cas de fortes pluies, dans des eaux de surface riches en chlorophylle, lorsque le gradient de fluorescence et de turbidité entre la surface et le fond est marqué, et sur des fonds de dalle corallienne à recouvrement hétérogène. *Lethrinus* sp1 est présent lorsque de fortes différences de salinité entre la surface et le fond et des pluies faibles sont observées. Les jeunes anchois sont plus nombreux dans ces pièges quand les vents de secteur sud et sud-ouest soufflent. Les autres taxons peuvent être réunis en deux groupes caractérisés par des affinités écologiques propres. Le premier groupe réunit Carangidae sp2 et sp3, Apogonidae sp20, Pomacentridae sp2 et *Siganus* sp1 qui sont abondants lorsque température et turbidité de la couche 0-5m sont élevées, les vents de secteur est et sud-est sont forts et sur des fonds vaseux homogènes, proches des côtes et éloignés des récifs. Le second groupe réunit les taxons de Scorpaenidae (*Minous* sp1, Scorpaenidae sp3 à sp5), Monacanthidae (*Pervagor* sp1, *Pseudatularius nasicornis*), les larves Anguilliformes comme Ophichthidae sp2 et Pleuronectiformes comme Soleidae sp2 est favorisé par des pluies abondantes, un gradient fort de fluorescence et de turbidité entre la surface et le fond, une fluorescence de la couche 0-5m élevée et des vents de secteur ouest et nord-ouest, et nord et nord-est (Figure 14-2a et b).

L'analyse de coinertie réalisée sur les données issues des captures au filet à plancton permet d'expliquer plus de 90 % de la variance sur les trois premiers axes de projection. Les axes 1 et 2, avec 54,9 % et 35,2 % de variance expliquée, ont été retenus pour la représentation des résultats mais certaines variables environnementales peu représentées sur ces deux axes présentent des contributions majeures sur l'axe 3. C'est le cas du gradient de température et de turbidité entre la surface et le fond et de la profondeur. Le plan factoriel 2-3 a donc également été utilisé pour l'interprétation des résultats (annexe 2). Les variables environnementales qui participent le plus à la dispersion des observations sur le plan factoriel 1-2 sont la distance à la côte et à la passe, la profondeur, la pluviométrie mesurée à La Foa et le marnage du jour de l'échantillonnage sur l'axe 1, la vitesse moyenne du vent, la fluorescence de la couche 0-5m, la distance au récif le plus proche, à la passe et à la côte sur l'axe 2 (Tableau 14, Figure 14-3 a). Les taxons principaux dans l'analyse peuvent être réunis en cinq groupes. Le premier groupe réunit Leiognathidae sp1 et Labridae sp2 qui sont nombreux dans des zones peu profondes couvertes d'un fond de dalle corallienne et de sable à

recouvrement hétérogène, éloignés des côtés et proches des récifs, et caractérisées par des eaux de la couche 0 – 5 m fraîches et claires (Figure 14-3a et b). Le second groupe est constitué seulement de Eleotrididae sp1, taxon présent dans des zones profondes à fonds vaseux homogènes, éloignées de la passe et des récifs, avec des eaux de surface chaudes et turbides. Les taxons du troisième groupe, Gobiidae sp7, Gerreidae sp7 et *Hypoatherina temmincki*, sont abondants lorsque les vents sont forts et de secteur sud et sud-ouest ou est et sud-est, lorsque les pluies sont peu abondantes et le marnage faible, dans des eaux salées et pauvres en chlorophylle. Le quatrième groupe réunit Gobiidae sp5, Ammodytidae sp1, *Herklousichthys* sp3, Apogonidae sp27 et Lutjanidae sp1 qui taxons sont associés à des eaux de la couche 0-5m plutôt salées et claires, une faible stratification thermique, des vents forts et des fonds hétérogènes plutôt sableux. Syngnathidae sp1, Nemipteridae sp3, Pomacanthidae sp5, Sphyræna sp8, et *Caranx* sp1 sont abondants en conditions de fortes pluies, lorsque les marées sont marquées, les vents faibles et de secteur nord et nord-est ou ouest et nord-ouest principalement, les des eaux de la couche 0 – 5 m dessalées et riches en chlorophylle (Figure 14-3a et b).

#### 4. Discussion

Les trois campagnes d'échantillonnage réalisées ont permis d'obtenir 58 familles de poissons récifolaginaires aux stades larvaires pélagiques ce qui représente 33 % des familles présentes en Nouvelle-Calédonie (Kulbicki, IRD, comm.pers). Les assemblages capturés par les différentes techniques d'échantillonnage utilisées présentent des diversités variables : 21 familles recensées avec les pièges Aquafish, soit 11,9 % des familles présentes en Nouvelle-Calédonie, 25 familles dans les pièges Ecocean, soit 14,2 %, et 47 familles dans les filets à plancton, soit 26,7 %. Les deux types de pièges lumineux ont permis de recenser 31 familles en tout, soit 17,6 % de la diversité totale de Nouvelle-Calédonie.

Avec 31 familles identifiées, les assemblages capturés aux pièges lumineux en baies de Ouaraï et Chambeyron sont proches de ceux observés ailleurs dans le monde avec cette technique d'échantillonnage : entre 24 familles dans les zones côtières de Puerto Rico (Dennis et al. 1991) ou à Lizard Island sur la Grande Barrière australienne (Milicich 1988) et 31 sur les côtes de La Barbade dans les Caraïbes (Sponaugle & Cowen 1996) ou sur les côtes du Nord-Ouest de l'Australie (Meekan et al. 2001).

La large dominance des Clupéiformes est fréquente dans les captures réalisées aux pièges lumineux (Milicich 1988 et 1994 ; Dennis et al. 1991 ; Beckley & Naidoo 2003). Cependant, les pièges de type Ecocean permettent d'obtenir une large majorité de Perciformes (78,5 % des larves), malgré de fortes abondances d'Engraulididae dans les captures. C'est ce type de piège qui a été utilisé à partir de septembre 2005 pour pouvoir comparer les assemblages capturés de façon simultanée dans les habitats côtiers et lagunaires dans la zone de Ouano-La Foa.

Les Pomacentridae, Lethrinidae, Apogonidae et Siganidae sont abondants dans les baies de Chambeyron et Ouarai ainsi que dans les zones lagunaires proches. Meekan et al. (2001) ont également récolté une majorité de Pomacentridae et Lethrinidae dans les côtes du Nord-Ouest de l'Australie. Milicich (1988) observe une dominance des Pomacentridae et de fortes abondances de Lethrinidae et Apogonidae sur la Grande Barrière Australienne. Cependant, les fortes abondances de Siganidae récoltées semblent plus spécifiques aux baies de Chambeyron et Ouarai.

Le filet à plancton a permis d'obtenir 47 familles de poissons aux stades larvaires, soit 26,7% des familles recensées en Nouvelle-Calédonie. C'est la technique d'échantillonnage utilisée la plus efficace en terme de diversité, en raison de sa plus faible sélectivité par rapport aux pièges lumineux. Cependant 87,8 % des effectifs capturés dans les filets (11 128 larves pour 12 662 en tout) et correspondant à 39 groupes morphologiques, n'ont pu être identifiés, même au niveau de la famille, en raison d'une très forte similitude des formes, et de l'absence de pigmentation et de nageoire des larves. Malgré ce fort taux de larves non identifiées, les 1455 larves identifiées, soit 11,5 %, représentent un effectif suffisant pour les analyses et ont permis d'élaborer les premiers résultats concernant la distribution et l'écologie des très jeunes larves dans le lagon de Nouvelle-Calédonie. Pour simplifier le travail de laboratoire dans le futur, les 39 groupes morphologiques décrits lors des premières campagnes seront regroupés en un seul groupe : « larves non identifiées », et comptabilisées de façon globale. Ceci permettra un gain de temps considérable qui sera consacré à une identification plus poussée des taxons identifiables capturés dans les pièges lumineux ou dans les filets.

Les facteurs influençant la distribution des larves pélagiques sont variables dans le temps car les besoins physiologiques des larves évoluent au cours de leur développement (Peterson et al. 2004). L'association de plusieurs techniques d'échantillonnage, malgré la complexité des techniques d'analyse qu'elle nécessite, est recommandée car elle permet d'étudier de façon simultanée les facteurs qui influencent la distribution des assemblages à différents stades de développement (Leis 1991, Leis & Carson-Ewart 2000). Dans cette étude, 86 % des larves capturées au filet à plancton présentent une longueur standard comprise entre 1 et 5 mm. 67,6 % des larves capturées grâce aux pièges Aquafish mesurent entre 9 et 11 mm. La distribution de taille des larves capturées aux pièges Ecocean est plus étalée, s'étendant de 1 à 210 mm, mais les larves de 19 à 20 mm représentent plus de 30 % des assemblages. Il est donc possible d'étudier les stades larvaires pélagiques depuis leurs phases les plus précoces, proches de l'éclosion, dans les filets à plancton, jusqu'à la phase précédant leur installation dans les deux types de pièges lumineux (Milicich et al. 1992).

L'ensemble des données environnementales mesurées au cours des 12 nuits de pêche réalisées a permis de mettre en évidence un gradient côte-large marqué dans la zone d'étude. Les zones côtières sont caractérisées par des eaux chaudes et turbides, à fond vaseux et faiblement exposées aux vents dominants de sud-est. Les zones lagunaires sont caractérisées par des eaux claires et fraîches, à fond sableux ou corallien, et plus exposées aux vents. Les caractéristiques environnementales contrastées

des stations d'échantillonnage choisies constituent un terrain d'étude idéal pour l'identification des facteurs jouant un rôle sur la distribution des larves de poissons, leur nourriture, leur croissance et donc potentiellement leur survie.

Les concentrations élevées en chlorophylle *a*, phéopigments, carbone, azote et phosphate organiques particulières permettent de supposer que les habitats côtiers de cette zone constituent des sites privilégiés pour le développement d'un réseau alimentaire pélagique diversifié, dont font partie les larves des poissons récifo-lagonaires. De plus, l'analyse de la distribution spatiale des assemblages de microplancton a montré que les proies potentielles privilégiées des larves (petits Copépodes, Nauplii et œufs de copépodes, Fuiman & Werner (2002)) sont plus nombreuses dans les habitats côtiers. La phase larvaire pélagique des poissons récifo-lagonaires étant caractérisée par une forte mortalité par prédation et par manque de nourriture (Leis et McCormick 2002), l'occupation des zones côtières turbides et riches en proies pourrait représenter une stratégie avantageuse pour les larves.

## 5. Conclusions

Après une année, les campagnes de terrain réalisées ont permis de caractériser les habitats échantillonnés dans la zone de Ouano-La Foa, de décrire et de comparer les assemblages de larves pélagiques de nombreux taxons de poissons récifo lagonaires dans ces différents habitats, et d'identifier les facteurs environnementaux qui structurent ces assemblages. Les analyses en cours permettront de confirmer la validité temporelle des résultats obtenus sur un jeu de données bi-annuel à Ouano-La Foa, et leur validité spatiale à plus grande échelle dans le second site d'étude que constitue la baie de Dumbéa, répondant ainsi aux objectifs du module 1 de la thèse proposée. Le second module de la thèse s'appuiera sur l'analyse des otolithes et des contenus digestifs de quelques taxons abondants et fréquents dans tous les habitats échantillonnés, comme *Siganus* sp1 et sp2, ou *Lethrinus genivittatus*, dont les caractéristiques écologiques ont déjà été abordées dans cette étude. Ces analyses débiteront en début d'année 2006 et permettront de définir les performances de croissance et d'alimentation réalisés par ces taxons dans les différents habitats échantillonnés. La comparaison de ces performances, associée aux résultats du couplage avec les données environnementales, permettra d'identifier les habitats et/ou facteurs environnementaux les plus favorables à l'abondance et à la survie de ces larves.

## 6. Références citées

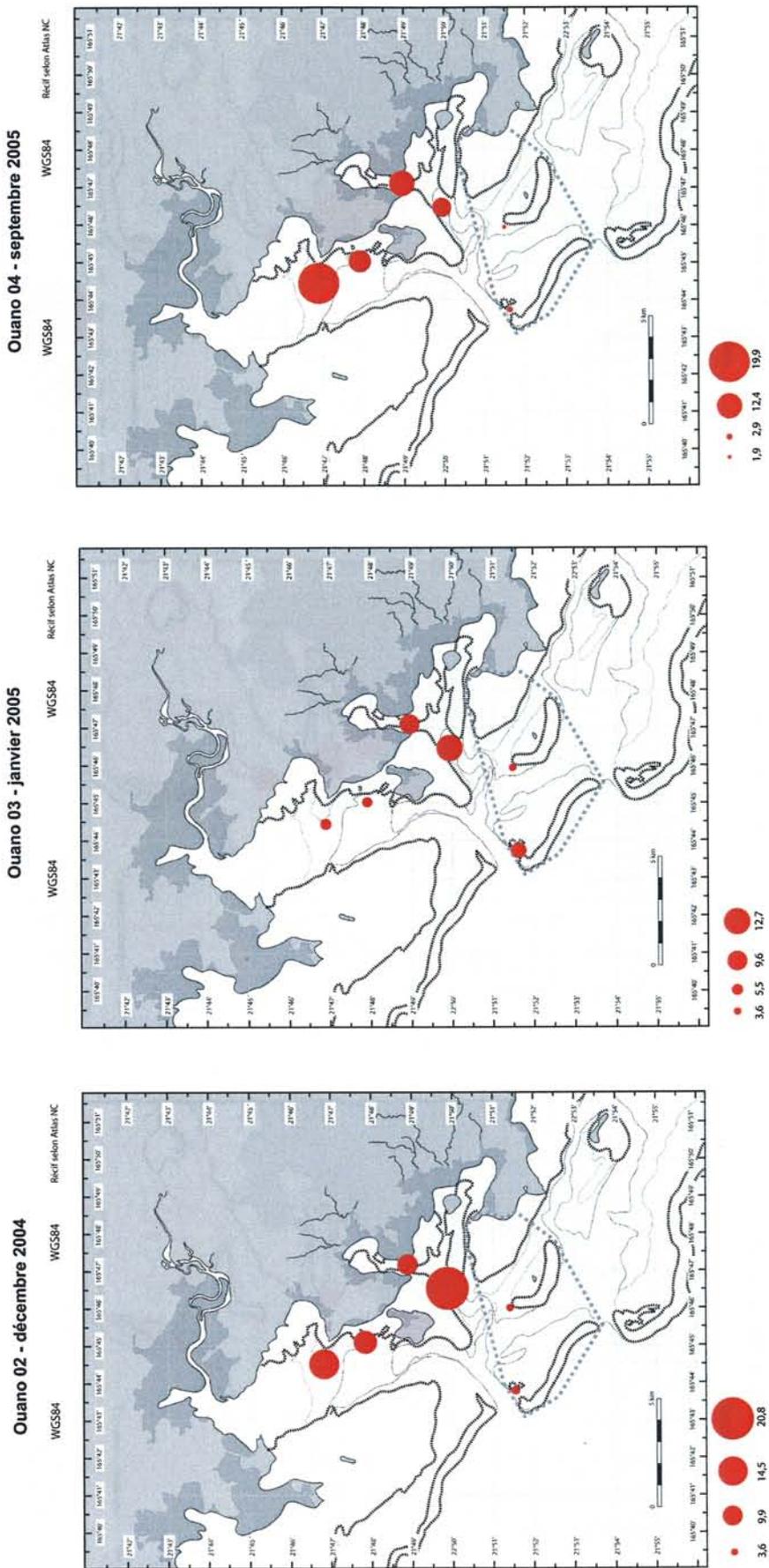
- Beckley L.E., Naidoo A.K. 2003. Exploratory trials with light-traps to investigate settlement stage fishes in subtropical, coastal waters off South Africa. *African Zoology*, 38: 333-342.
- Carassou L. 2004. Structure spatiotemporelle des assemblages de jeunes poissons dans les zones côtières autour de Nouméa, liens avec l'environnement. Rapport de DEA, Université de La Rochelle, 25 pp + 14 pp rapport bibliographique.
- Chessel D., Mercier P. 1993. Couplage de triplets statistiques et liaisons espèces-environnement. In: Lebreton J.D., Asselain B. (eds), *Biométrie et Environnement*, Masson, Paris, 15-44.
- Clarke K.R. 1993. Non parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- Clarke K.R., Gorley R.N. 2001. *PRIMERv5: User manual/tutorial*, Primer-E: Plymouth Marine Laboratory.
- Dennis G.D., Goulet, D., Rooker J.R. Ichthyoplankton assemblages sampled by night lighting in nearshore habitats of Southwestern Puerto Rico. 89-97. 1991. NOAA Technical Report NMFS 95: Larval Fish Recruitment and Research.
- Doherty P.J. 1987. Light-traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundances of larval fishes. *Bulletin of Marine Science* 41: 423-431.
- Dufour V., Galzin R. 1993. Colonisation patterns of reef fish larvae to the lagoon at Moorea Island, French Polynesia. *Marine Ecology Progress Series* 102: 143-152.
- Fuiman L.A., Werner R.G. (eds) 2002. *Fishery Science: the unique contributions of early life stages*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Gower JC (1967) Multivariate analysis and multivariate geometry. *The Statistician* 17:13-28.
- Jacquet S (2005) Impact des apports en nutriments sur le réseau trophique planctonique du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie. Thèse Université Pierre et Marie Curie, Paris VI.
- Kingsford M.J. 2001. Diel patterns of abundance of presettlement reef fishes and pelagic larvae on a coral reef. *Marine Biology* 138: 853-867.
- Kingsford M.J., Finn M. 1997. The influence of phase of the moon and physical processes on the input of presettlement fishes to coral reefs. *Journal of Fish Biology* 51: 176-205
- Kingsford M.J., Leis J.M., Shanks A., Lindeman K.C., Morgan S.G., Pineda J. 2002. Sensory environments, larval abilities and local self-recruitment. *Bulletin of Marine Science* 70: 309-340
- Legendre P., Legendre L. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam.
- Leis J.M. 1991. The Pelagic Stage of Reef Fishes: The Larval Biology of Coral Reef Fishes. In: Sale P.F. (ed) *The Ecology of Reef Fishes* Academic Press, San Diego, 183-230.
- Leis J.M., Trnski T. 1989. *The larvae of Indopacific shorefishes*. New South Wales University Press, Kensington.
- Leis J.M., Carson-Ewart B.M. (eds) 2000. *The larvae of Indopacific coastal fishes: an identification guide to marine fish larvae*. Fauna Melanesia Handbooks, Australian Museum, Sydney.
- Leis J.M., McCormick M.I. 2002. The biology, behaviour and ecology of the pelagic larval stage of coral reef fishes. In Sale P.F. (ed) *Coral Reef Fishes, Dynamics and Diversity in a complex ecosystem* Academic Press, London, 171-199.
- Meekan M.G., Wilson S.G., Halford A., Retzel A. 2001. A comparison of catches of fishes and invertebrates by two light trap designs, in tropical NW Australia. *Marine Biology* 139: 373-381.
- Milicich M.J. 1988. The distribution and abundance of presettlement fish in the nearshore waters of Lizard Island. Proc.6<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.2: 785-790.
- Milicich M.J., Doherty P.J. 1994. Larval supply of coral reef fish populations: magnitude and synchrony of replenishment to Lizard Island, Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* 110: 121-134.
- Milicich M.J., Meekan M.G., Doherty P.J. 1992. Larval supply: a good predictor of recruitment of three species of reef fish (Pomacentridae). *Marine Ecology Progress Series* 110: 135-144.
- Milicich M.J. 1994. Dynamic coupling of reef fish replenishment and oceanographic processes. *Marine Ecology Progress Series* 110: 135-144
- ORSTOM 1981. *Atlas de la Nouvelle-Calédonie et dépendances*, éditions ORSTOM, Paris.

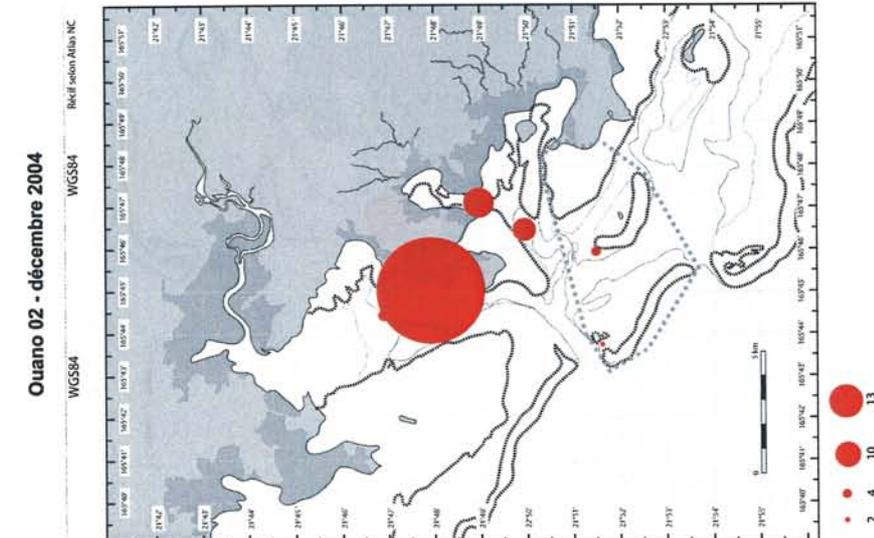
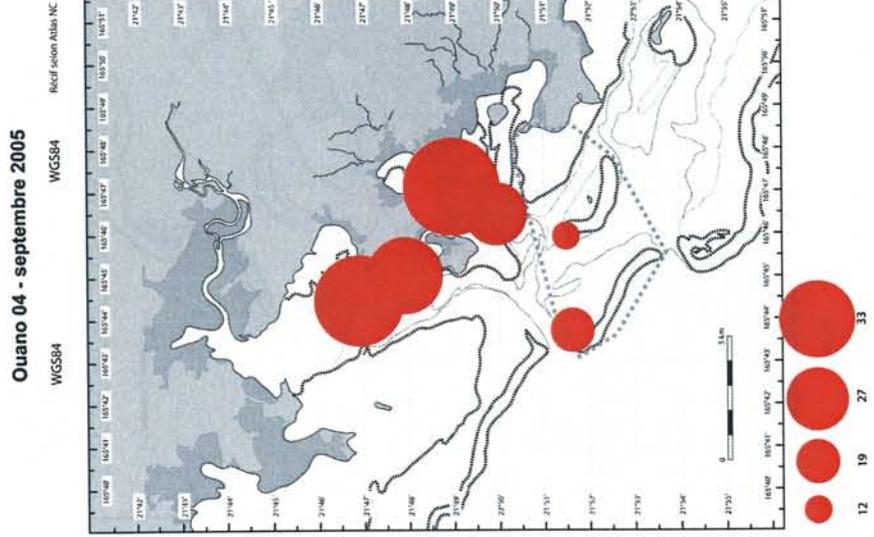
- Peterson M.S., Comyns B.H., Rakocinski C.F., Fulling G.L. 2004. Defining the fundamental physiological niche of young estuarine fishes and its relationship to understanding distribution, vital metrics, and optimal nursery conditions. *Environmental Biology of Fishes* 71: 143-149
- Robertson D.R. 1991. The role of adult biology in the timing of spawning of tropical reef fishes. In: Sale P.F. (ed) *The Ecology of Reef Fishes*, Academic Press, San Diego, 356-370
- Robertson D.R., Schober U.M., Brawn J.D. 1993. Comparative variation in spawning output and juvenile recruitment of some Caribbean reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* 94: 105-113.
- Sponaugle S., Cowen R.K. 1996. Nearshore patterns of coral reef fish larvae supply to Barbados, West Indies. *Marine Ecology Progress Series* 133: 13-28.
- Sponaugle S., Fortuna J., Grorud K., Lee T. 2003. Dynamics of larval fish assemblages over a shallow coral reef in the Florida Keys. *Marine Biology* 143: 175-189.
- Shenker J.M., Maddox E.D., Wishinski E., Pearl A., Thorrold S.R., Smith N. 1993. Onshore transport of settlement-stage Nassau grouper *Epinephelus striatus* and other fishes in Exhuma Sound, Bahamas. *Marine Ecology Progress Series* 98: 31-43.
- Thioulouse J., Chessel D., Dolédec S., Olivier J.M., Goreaud F., Pelissier R. 2001. *ADE-4: Ecological data analysis: Exploratory and Euclidian methods in Environmental Sciences*. Version 20041. Université Lyon I.
- Thorrold S.R., Shenker J.M., Maddox E.D., Wishinski E. 1994a. Larval supply of shorefishes to nursery habitats around Lee Stocking Island, Bahamas. II. Lunar and oceanographic influences. *Marine Biology* 118: 567-578.
- Thorrold S.R., Shenker J.M., Wishinski E., Mojica R., Maddox E.D. 1994b. Larval supply of shorefishes to nursery habitats around Lee Stocking Island, Bahamas. I. Small-scale distribution patterns. *Marine Biology* 118: 555-566.
- Tresher R.E., Colin P.L., Bell L.J. 1989. Planktonic duration, distribution and population structure of western and central Pacific damselfishes (Pomacentridae). *Copeia* 1989: 420-434.
- Tucker L.R. 1958. An inter-battery method of factor analysis. *Psychometrika* 23: 111-136.
- Wilson D.T. 2001. Patterns of replenishment of coral-reef fishes in the nearshore waters of the San Blas Archipelago, Caribbean Panama. *Marine Biology* 139: 735-753.

## 7. Annexes



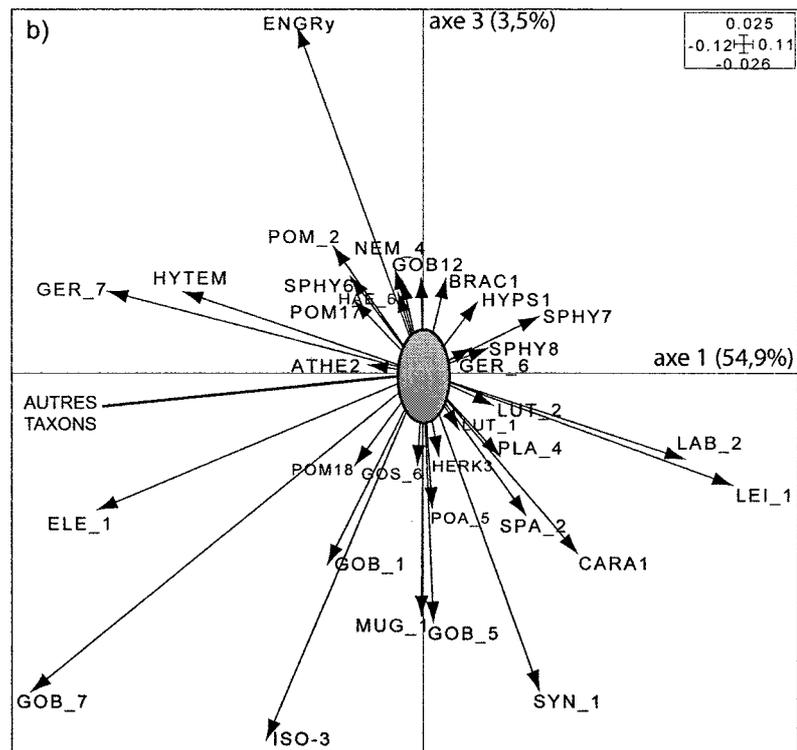
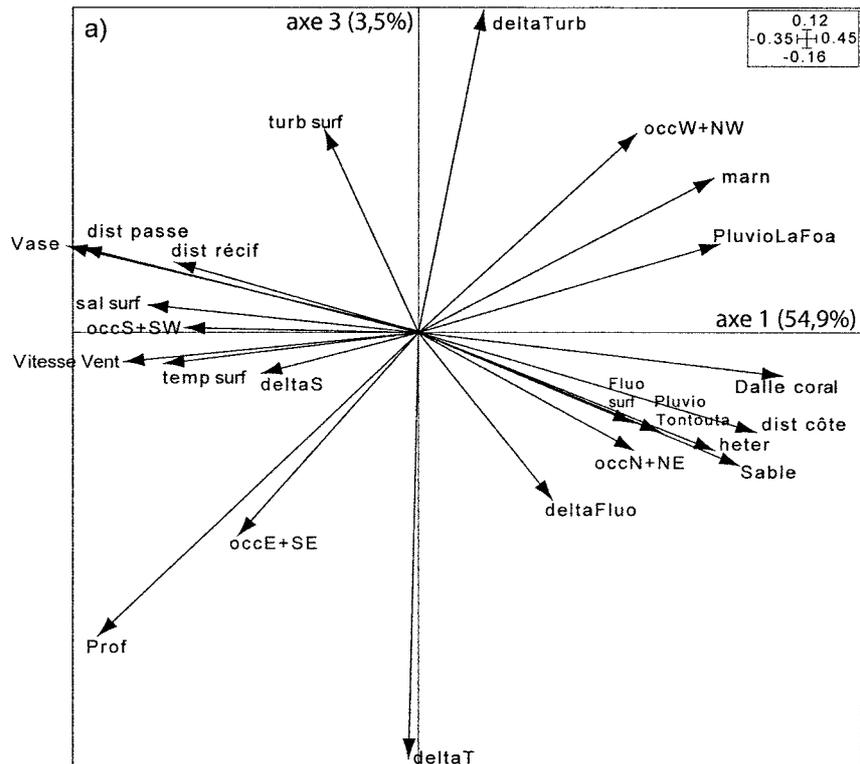
### 7.1 Annexe 1. Cartographie de la biomasse moyenne de microplancton ( $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ) par date et par station





## 7.2 ANNEXE 2

Projection des variables environnementales (a) et des taxons (b) dans l'espace factoriel 1-3 de l'analyse de co-inertie réalisée sur les données d'abondance issues des captures au filet à plancton entre novembre 2004 et janvier 2005 en baies de Chambeyron et Ouarai, Ouano-La Foa.







## Résumé

La compréhension des processus biotiques et abiotiques susceptibles d'influencer la survie des larves pélagiques des poissons récifo-lagonaires est d'une importance capitale pour prévoir les fluctuations des abondances des poissons commerciaux. Dans ce contexte, la composition, la diversité et la structure spatiale et temporelle des assemblages de larves pélagiques ont été étudiées à l'aide de deux types de pièges lumineux et d'un filet à plancton dans les zones côtières, dans le lagon et à la passe de Ouano-La Foa de novembre 2004 à janvier 2005, puis de septembre 2005 à février 2006 d'une part, et dans la baie de Dumbéa de septembre 2005 à février 2006 d'autre part. Seuls les échantillons obtenus à Ouano de novembre 2004 à janvier 2005 ont été analysés dans ce rapport. Ils comprenaient 14 240 individus, répartis en 64 taxons, dominés par les Engraulididae, Clupeidae et Pomacentridae pour les captures aux pièges lumineux de type Aquafish, 87 taxons dominés par les Siganidae, les Lethrinidae et les Apogonidae pour les pièges de type Ecocean et 39 morphes et 152 taxons dominés par les Gobiidae, les Leiognathidae et les Lutjanidae dans les filets à plancton. Les distributions de taille des larves capturées grâce aux différents engins sont complémentaires, avec une majorité d'individus compris entre 1 et 5 mm LS dans les filets, entre 9 et 11 mm LS dans les pièges Aquafish et une distribution plus étalée mais principalement représentée par des larves de 19 à 20 mm LS dans les pièges Ecocean. Il est donc possible d'étudier les stades larvaires pélagiques depuis leurs phases les plus précoces, proches de l'éclosion, dans les filets à plancton, jusqu'à la phase précédant leur installation dans les deux types de pièges lumineux. Afin de déterminer les facteurs de l'environnement et/ou les habitats favorables pour les larves, la structure des assemblages a été mise en relation avec des variables météorologiques, bathymétriques et physico-chimiques. La distance à la côte et au récif le plus proche, la turbidité, la salinité et la fluorescence de la couche 0 – 5 m, la profondeur, la pluviométrie du jour de l'échantillonnage et la vitesse moyenne horaire du vent sont les facteurs qui jouent un rôle majeur dans la structuration des assemblages. Les concentrations en Chlorophylle *a* et en matière organique particulaire vivante ou détritique, et les abondances et la composition des assemblages de microplancton ont également été étudiées, suggérant l'existence d'un gradient côte-large de productivité et de quantité de proies potentielles pour les larves dans le lagon de Ouano. La phase larvaire pélagique des poissons récifo-lagonaires étant caractérisée par une forte mortalité par prédation et par manque de nourriture, l'occupation des zones côtières turbides et riches en proies pourrait représenter une stratégie avantageuse pour les larves de plusieurs espèces.