

# Comparaison des observations des communautés de poissons, obtenues par comptages en point fixe rotatif video et en plongée, effectués sur les mêmes points de la pente récifale dans la zone de Ouano en 2009

Delphine Mallet

**Résumé:** A partir d'un article accepté pour publication, ce document reporte les résultats d'une étude qui a comparé la capacité à échantillonner les communautés de poissons récifaux, aux mêmes endroits, en utilisant deux techniques : le comptage en plongée en point fixe (UVC) et la station vidéo rotative (STAVIRO). Les observations UVC et STAVIRO ont été effectuées sur les mêmes 26 points de la pente récifale d'un récif intermédiaire et d'un récif barrière. Les systèmes STAVIRO étaient toujours déployés 30 min à 1 heure après les UVC et placés exactement au même endroit.

**NB :** Ce travail a fait l'objet d'une publication scientifique à paraître dans le journal PLoS ONE : Mallet D., Wantiez L., Lemouellic S., Vigliola L., Pelletier D. (2013) Complementarity of rotating video and underwater visual census for assessing reef fish assemblages on coral reef slopes. PLoS ONE (accepté).

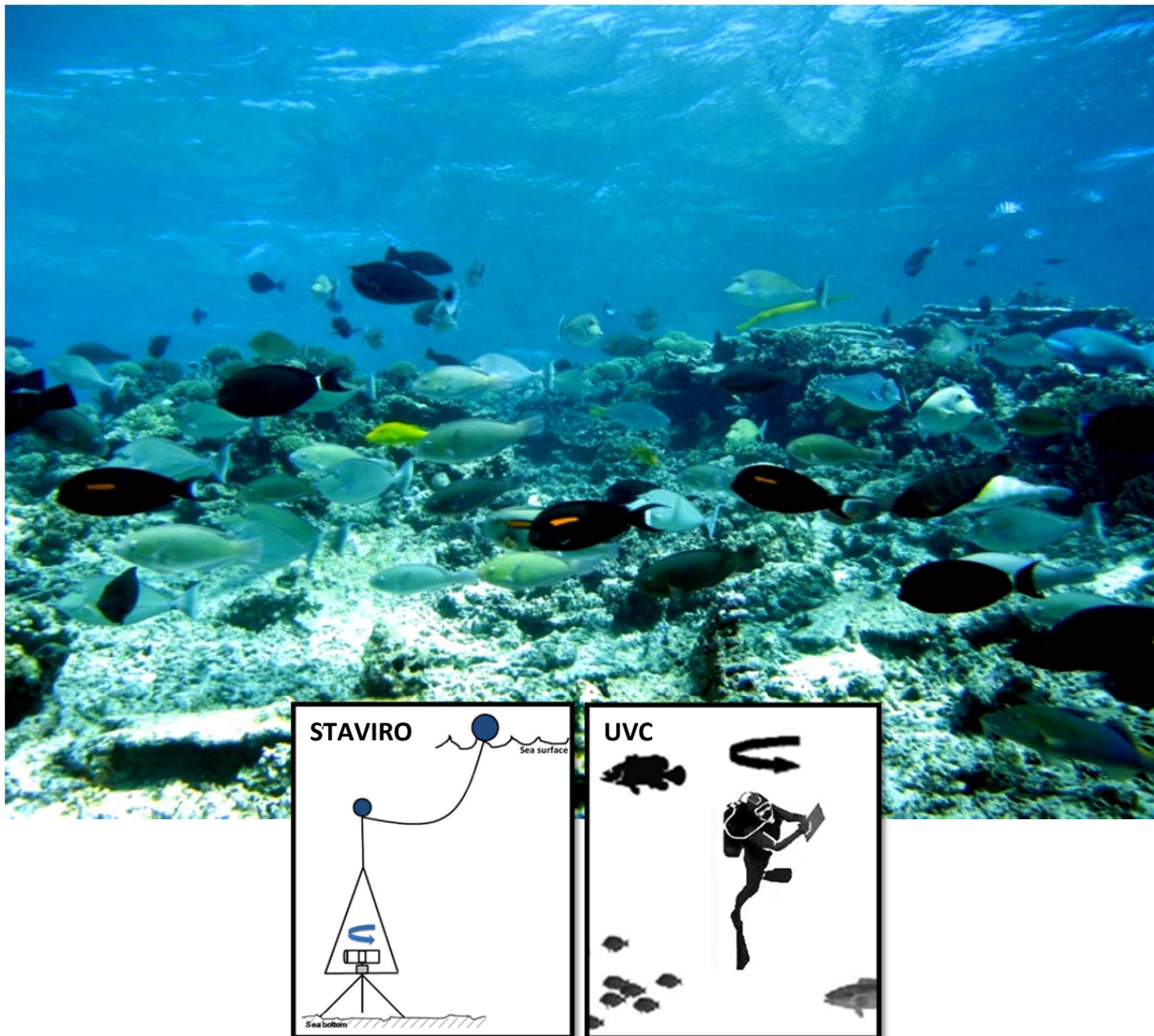
**Mots-clés :** Assemblages des poissons récifaux; Station video rotative (STAVIRO); Comptage visuel en plongée (UVC); Comptage en point fixe.

**Ce rapport doit être cité comme suit :**

Mallet D. 2013. Comparaison des observations des communautés de poissons, obtenues par comptages en point fixe rotatif video et en plongée, effectués sur les mêmes points de la pente récifale: Rapport AMBIO/A/5. IFREMER Nouméa. 21 p. Version du 16 décembre 2013.



# Comparaison des observations des communautés de poissons, obtenues par comptages en point fixe rotatif video et en plongée, effectués sur les mêmes points de la pente récifale



**Delphine Mallet<sup>1,2</sup>; Laurent Wantiez<sup>2</sup>; Soazig Lemouellic<sup>2</sup>; Laurent Vigliola<sup>3</sup>; Dominique Pelletier<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> IFREMER, Unité de Recherche Lagons, Ecosystèmes et Aquaculture Durable en Nouvelle Calédonie (LEAD-NC), Nouméa, New Caledonia

<sup>2</sup> EA 4243 LIVE, Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, New Caledonia

<sup>3</sup> Institut de recherche pour le développement (IRD), Laboratoire Excellence LABEX Corail, UMR 227 CoRéUs, Nouméa, New Caledonia

## Résumé

L'estimation de la diversité et de l'abondance des espèces de poissons est fondamentale pour comprendre la structure des communautés et la dynamique des récifs coralliens. Lors de la conception d'un protocole d'échantillonnage, une étape cruciale est le choix de la technique la plus appropriée, qui est un compromis entre les questions abordées, les moyens disponibles et la précision requise.

L'objectif de cette étude est de comparer la capacité de deux techniques à échantillonner les communautés de poissons récifales aux mêmes emplacements, en utilisant la même méthode de comptage en point fixe rotatif: une utilisant le recensement visuel en plongée (UVC) et l'autre la vidéo sous-marine rotative (STAVIRO). Les observations UVC et STAVIRO ont été effectués exactement sur les mêmes 26 points de la pente récifale d'un récif intermédiaire et des récifs barrières internes associées. Les systèmes STAVIRO étaient toujours déployés 30 min à 1 heure après les UVC et positionnés exactement aux mêmes emplacements. Notre étude montre que: (i) les observations des communautés de poissons par UVC et STAVIRO différaient significativement, (ii) la richesse spécifique et la densité des espèces de grande taille (espèces dont la taille maximum connue est supérieure à 30 cm) n'étaient pas significativement différentes entre les techniques, (iii) la diversité et la densité des espèces de petite taille (espèces dont la taille maximum connue est inférieure à 30 cm) étaient plus élevés avec les UVC; (iv) la densité des espèces pêchées était plus élevée avec les STAVIRO et (v) que seule les UVC ont détecté des différences significatives dans la structure des assemblages de poisson dépendant des types de récifs à l'échelle spatiale étudiée.

Nous recommandons d'utiliser les deux techniques en complémentarité afin d'échantillonner une vaste zone en un court laps de temps. Les UVC pourrait évaluer les poissons récifaux des habitats complexes ou au niveau des zones très peu profondes comme le platier récifal ; alors que les STAVIRO permettraient la réalisation d'un grand nombre de stations axées sur les grandes espèces et/ou fuyant le plongeur, en particulier dans les zones non couvertes par les UVC (contraintes de temps et de profondeur). Ce type de protocole permettrait d'augmenter considérablement la couverture spatiale et le niveau de réplication des études de suivi des poissons récifaux.

## **Remerciements**

Nous souhaitons remercier les pilotes : Napoléon Colombani de l'IRD, Franck Pochard (taxi-boat), Christian Tuiagaifo et Bruno Manach de la Direction de l'Environnement de la Nouvelle-Calédonie pour le travail effectué en mer. Sophie Raillard, Matthias Hubert, Hugues Lemonnier, Pierre Brun, Pierrette Lemaire, Denis Coatanea et Henri Michaut du département LEAD de l'Institut français pour l'exploitation de la mer (IFREMER) de Nouvelle-Calédonie pour l'aide à la mise en œuvre des stations vidéo. Gérard Mou-Tham de l'IRD pour son aide à l'identification des poissons lors des analyses vidéo. Ce travail s'inscrit dans le cadre de la thèse de Delphine Mallet financée conjointement par l'IFREMER et l'Agence des Aires Marines Protégées. Les comptages en plongée utilisés dans cette étude ont été financés par la Direction de l'Environnement de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie et l'Université de Nouvelle-Calédonie et réalisés sous la supervision de Laurent Wantiez.

# Table des matières

<b>Contexte et Objectifs</b> .....	4
<b>Observations réalisées</b> .....	5
1. Zone d'étude.....	5
2. Protocoles .....	6
3. Difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre sur le terrain .....	7
4. Analyses des images .....	8
<b>Résultats</b> .....	9
Qu'ont vu chacune des techniques ?.....	9
Quel est le premier critère expliquant ces différences entre observations ?.....	11
Les espèces ciblées par la pêche, normalement sensibles à la présence du plongeur, ont-elles été mieux observées par le système vidéo ? .....	12
<b>Conclusions</b> .....	14
<b>References</b> .....	15

## Contexte et Objectifs *Introduction issue de l'article publié*

Les récifs coralliens et leurs écosystèmes associés (mangroves, herbiers, algueraies, fond sableux, etc.) ont une grande diversité, comparable aux forêts tropicales humides (Connell 1978). Les services écosystémiques rendus par les récifs coralliens sont extrêmement important (pêche, aquaculture, ornementation, médecine, construction, tourisme, etc.). Les récifs coralliens jouent également un rôle très important dans la protection naturelle des côtes. Enfin, dans certaines parties du monde, le mode de vie des populations est intimement lié aux récifs par leurs cultures et leur survie (ressources alimentaires). Néanmoins, en dépit de leurs manifest utilités, on estime que les récifs coralliens ont perdu 20% de leur surface en raison de l'activité humaine, en particulier dans les zones côtières fortement urbanisées. Globalement 75% des récifs coralliens sont actuellement menacées et 60% sont sous une menace directe immédiate (Burke *et al.* 2011).

Estimer la diversité et l'abondance des poissons est fondamentale pour comprendre la structure des communautés et la dynamique des récifs coralliens. Lors de la conception d'un protocole d'échantillonnage, une étape cruciale est le choix de la technique d'échantillonnage la plus appropriée qui est un compromis entre les questions abordées, les moyens disponibles et la précision requise (Kulbicki 1990 ; Lessios 1996 ; Rotherham *et al.* 2007). C'est pourquoi il est essentiel de comparer la capacité de chaque technique à estimer la biodiversité et l'abondance afin de distinguer les différences dues à la technique utilisée de celles dues aux variations spatiaux-temporelles naturelles.

En milieu marin, les techniques de capture sont généralement utilisées pour estimer l'abondance des espèces et peuvent être réalisées avec des explosifs / ichtyocides (Kulbicki 1990 ; Williams et Hatcher 1983), des pièges (Crossland 1976 ; Miller et Hunte 1987), des chaluts/filets (Wallace *et al.* 1984 ; Winhold et Kurta 2008) et par pêche à ligne (Sigler 2000). Les techniques d'observation (sans capture) comprennent les comptages visuels en plongées (UVC<sup>1</sup>), en vidéo, par acoustique (Richard 1968 ; Trenkel *et al.* 2011) et par photographie (Johnston *et al.* 1969 ; Dumas *et al.* 2009). En récifs coralliens, les UVC sont de loin, les techniques la plus couramment utilisées, et comprennent les transects en bande (strip transect, Brock 1954) ou en ligne (line transect, Kulbicki 1988), les recensements visuels rapides (rapid visual census, Jones et Thompson 1978) ou les dénombrements ponctuels stationnaires (stationary point count, Bohnsack et Bannerot 1986). Toutefois, les techniques vidéo sont de plus en plus utilisées basées aussi bien sur de la mono (Barnes 1952) que de la stéréo vidéo (Harvey et Shortis 1996), appâtée (Ellis et DeMartini 1996) ou

---

<sup>1</sup> Underwater Visual Census en anglais

non (Barnes 1953) avec des systèmes commandés par des plongeurs (Alevizon et Brooks 1975), tractés (Machan et Fedra 1975) ou autonomes (Fedra et Machan 1979).

En récif coralliens, de nombreuses études ont comparé les techniques UVC et vidéo (quelles que soient les techniques utilisées) mais peu ont utilisé les techniques vidéo autonomes (RUV<sup>2</sup> qui sont non appâtées, non tractées et non opérées par des plongeurs). Francour *et al.* (1999) et Burge *et al.* (2012), ont comparé RUV et UVC en points fixes dans la même zone. Ils ont comparé la richesse spécifique et l'abondance observées entre les deux techniques mais les observations n'ont pas été effectuées exactement sur les mêmes points ou simultanément. Ils ont tous deux montré que la richesse spécifique globale et l'abondance enregistrés étaient plus élevées pour les UVC que pour les RUV. À notre connaissance, il n'existe aucune étude comparant les observations obtenues par RUV et par UVC utilisant la même stratégie d'échantillonnage (même protocole, même heure, jour et point d'échantillonnage).

L'objectif de la présente étude est de comparer la capacité de deux techniques d'échantillonnage des communautés de poissons récifaux: la technique de comptage en plongée en point fixe (UVC) (Bohnsack et Bannerot 1986 ; Chateau et Wantiez 2005) et la technique de station vidéo rotative (STAVIRO<sup>3</sup>) (Pelletier *et al.* 2012). Pour les deux techniques, les poissons sont comptés sur 360 ° en points fixes. Cette étude a été réalisée au cours d'un suivi annuel régulier des récifs coralliens au sein d'une aire marine protégée utilisant la technique UVC des points fixes. Les comparaisons ont été effectuées aux mêmes endroits, où les deux techniques étaient utilisables, sur deux types de récif (récif intermédiaire et récif barrière) afin de tester les hypothèses suivantes: (1) il y a des différences significatives entre chaque technique dans l'assemblage de poissons échantillonnés; (2) les UVC observent un plus grand nombre de petites espèces et (3) les STAVIRO observent mieux les espèces cibles de la pêche.

## Observations réalisées

### 1. Zone d'étude

L'étude a été menée du 5 au 16 octobre 2009 dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. La zone d'étude comprend les trois composantes récifales (récif frangeant, récif intermédiaire et récif barrière), les herbiers et mangroves.

---

<sup>2</sup> RUV : Remote Underwater Video en anglais

<sup>3</sup> STAVIRO : STATION VIDEO ROTATIVE

## 2. Protocoles

Cette étude a été réalisée couplée à un échantillonnage annuel régulier des récifs coralliens de l'AMP de Ouano (La Foa) utilisant la technique UVC des points fixes. De ce fait les UVC ont toujours été effectués avant les STAVIRO. Afin d'éviter l'influence connue des plongeurs sur le comportement des poissons (Chapman *et al.* 1974 ; kulbicki 1998 ; Januchowski-Hartley 2011), les systèmes STAVIRO étaient toujours déployés 30 min à 1 h après les UVC.

### UVC

La technique UVC utilisée dans cette étude est une transformation de la technique de comptage en plongée par point fixe de Bohnsack et Bannerot (1986). Une fois sur le point d'échantillonnage, toutes les espèces observées étaient relevées par 2 plongeurs fixes, dos à dos, pendant 10 min dans un cylindre virtuel s'étendant de la surface jusqu'au fond. L'un des 2 plongeurs comptait les petites espèces dans un rayon de 3m alors que le second comptait les grandes espèces dans le rayon de visibilité limité à 10m lorsque cette dernière était supérieure à 10m. Une fois le comptage terminé, les plongeurs plaçaient une bouée lestée pour marquer l'emplacement du point d'échantillonnage afin de positionner le système vidéo exactement au même endroit.

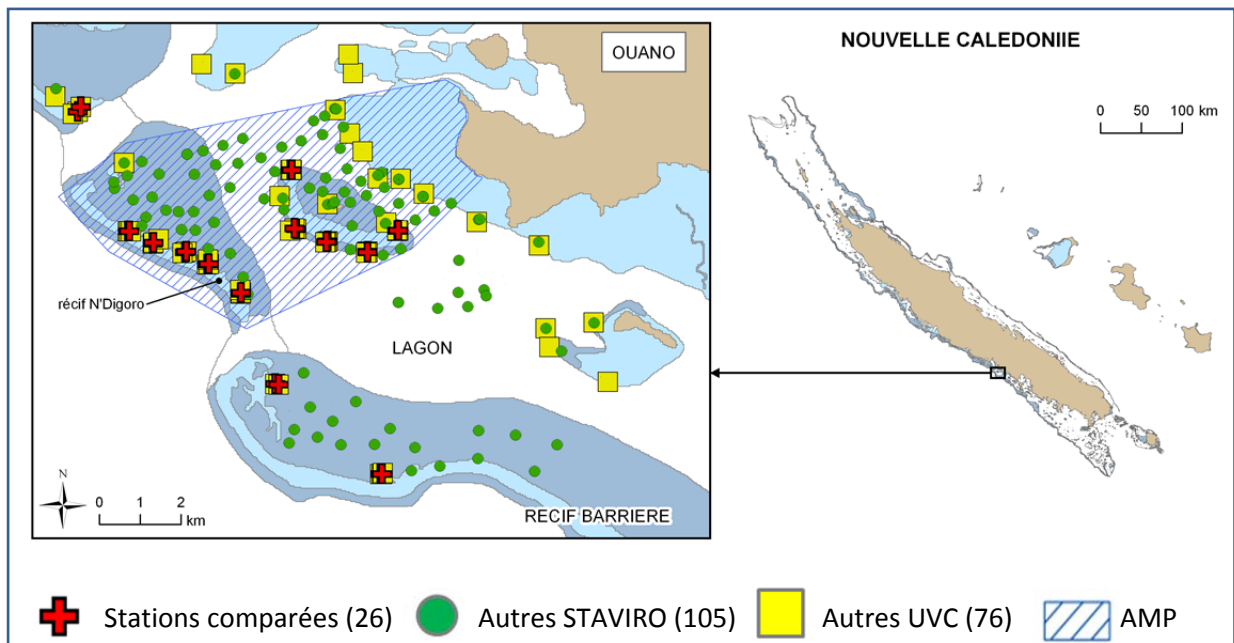
### STAVIRO

La technique STAVIRO utilisée pour cette étude est autonome, sans appât, et tourne de 60° toutes les 30 secondes. Les vidéos sont enregistrées sans aucune perturbation extérieure pendant environ 10 min au niveau de chaque station (voir Pelletier *et al.* 2012 pour plus de détails sur la mise en œuvre et la description du système). Une fois sur le point d'échantillonnage, le STAVIRO était positionné sur la marque laissée par les plongeurs lorsque cela était possible (voir § suivant sur les difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre). Le système était laissé en place 15 min, temps nécessaire pour ce dernier pour filmer 3 rotations complète sans perturbation extérieure (les 5 premières minutes de la vidéo n'étant pas analysées afin de laisser passer les perturbations liées à la pose du système vidéo : possible attraction/répulsion de certaines espèces).

De plus, les plongeurs restent de 45 min à 1h par point d'échantillonnage (autres observations effectuées liés au protocole annuel utilisé (caractérisation de l'habitat par LIT, comptage des invertébrés) et la vidéo ne nécessitant que 15min par échantillonnage ; de nombreuses autres stations vidéo rotatives ont été déployées dans la zone d'étude au cours la mission. Cette zone correspond à la réserve marine et ses alentours (Figure 1). Chaque



station était séparée de 500m et un point adéquat (proche de patates coralliennes si possible) était recherché dans un rayon de 50m.



**Figure 1.** Stations UVC et STAVIRO réalisées entre le 5 et le 16 octobre 2009 dans la zone d'étude de la région de Ouano (lagon Sud Ouest, Nouvelle Calédonie).

### 3. Difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre sur le terrain

#### a. Limitation de la visibilité

Le protocole STAVIRO (voir Pelletier *et al.* 2012) préconise 5 m de visibilité minimum pour qu'une vidéo soit validée et considérée comme exploitable, or la visibilité de certains points était inférieure à cette limite et ces vidéos ont donc été disqualifiées (20 points de comptages).

#### b. Echantillonnage des platiers

Due à la trop faible profondeur et au substrat instable des platiers récifaux, il n'a pas été possible de placer les systèmes STAVIRO sur les platiers là où des comptages UVC avaient été effectués (34 points de comptages).

#### c. Pose difficile de certains STAVIRO

Due à la nécessité de ne pas se mettre à l'eau pour poser le système STAVIRO, il a été parfois difficile, voir impossible de poser certains systèmes exactement là où les plongeurs avaient fait leurs comptages (10 points de comptages).

#### d. Problème technique

Certaines stations vidéo n'ont pas bien fonctionné en raison d'une alimentation trop faible des moteurs (batteries déchargées) alors que d'autres se sont coincées dans le système de

largage lors de la rotation de la caméra due à la faible profondeur de certaines stations échantillonnées, bloquant l'ensemble du système et rendant la vidéo inexploitable (4 points de comptages).

**e. Problème de synchronisation**

Due aux conditions météorologiques et obligations de chacun lors de la mission les points d'échantillonnages en herbier ont été effectués en STAVIRO avant les UVC et positionnés à partir des coordonnées GPS fournies par les plongeurs. Comme le but de cette étude était de comparer les échnatillonnages effectués exactement aux mêmes endroits (marqué par bouée), ces points ont été enlevés de la comparaison (plus de un jour d'écart entre les comptages et pas exactement aux mêmes endroits) (8 points de comptages).

#### **4. Analyse des images**

En raison des contraintes de protocole de chaque technique, les petites espèces ont été identifiées dans un cylindre virtuel de 3 m de rayon pour UVC (Bohnsack et Bannerot 1986 ; Chateau et Wantiez 2005) et un rayon de 5 m pour STAVIRO (Pelletier *et al.* 2012), et les grandes espèces ont été identifiées dans la zone de visibilité limitée à un maximum de 10 m pour les deux techniques. Chaque espèce était considérée comme «petite» lorsque la taille maximale de l'espèce était inférieure à 30 cm (voir Matériel Supplémentaire 1 de l'article publié pour la liste des petites et grandes espèces).

Tous les individus ont été identifiés au niveau taxonomique le plus fin possible. Toutes les analyses vidéo ont été réalisées par le même observateur. Les espèces du même genre, qui diffèrent par une caractéristique difficile à distinguer sur les images vidéo (yeux bleus, petit point noir, etc), ont été regroupés pour les analyses STAVIRO comme (i) *Stegastes nigricans*gp pour *Stegastes fasciolatus* / *Stegastes nigricans* / *Stegastes punctatus*; (ii) *Ctenochaetus striatus*gp pour *Ctenochaetus striatus* / *Ctenochaetus binotatus* / *Ctenochaetus cyanocheilus*, (iii) *Acanthurus blochi*gp pour *Acanthurus blochii* / *Acanthurus dussumierii* et (iv) *Kyphosus vaigiensis*gp pour *Kyphosus vaigiensis* / *Kyphosus cinarescens* / *Kyphosus sydneyanus*.

## RESULTATS

### Qu'ont vu chacune des techniques ?

**Tableau 1.** Abondance, richesse spécifique et nombre de genre par famille observées pour chacune des techniques. Freq: Fréquence d'occurrence (en %); ind: nombre d'individus; sp: nombre d'espèces et ge: nombre de genres. Les familles ayant une fréquence d'occurrence supérieure à 50% sont indiquées en gras.

Nombre observé	STAVIRO				UVC			
	Freq	ind	sp	ge	Freq	ind	sp	ge
<b>Acanthuridae</b>	<b>96,2</b>	<b>175</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>96,2</b>	<b>189</b>	<b>13</b>	<b>4</b>
Apogonidae	0	0	0	0	11,5	5	4	2
Aulostomidae	7,7	2	1	1	0	0	0	0
<b>Balistidae</b>	<b>57,7</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>65,4</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Blenniidae	7,7	2	1	1	30,8	20	5	4
Caesionidae	23,1	98	2	2	19,2	141	2	1
Carangidae	3,8	1	1	1	3,8	1	1	1
Carcharhinidae	7,7	2	1	1	0	0	0	0
<b>Chaetodontidae</b>	<b>88,5</b>	<b>84</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>115</b>	<b>19</b>	<b>3</b>
Cirrhitidae	0	0	0	0	15,4	5	2	2
Diodontidae	7,7	2	2	1	0	0	0	0
Fistulariidae	3,8	1	1	1	0	0	0	0
Gobiidae	3,8	1	1	1	15,4	5	2	2
Haemulidae	3,8	1	0	0	3,8	3	2	2
Holocentridae	0	0	0	0	3,8	18	0	1
Kyphosidae	3,8	14	1	1	0	0	0	0
<b>Labridae</b>	<b>100</b>	<b>131</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>245</b>	<b>30</b>	<b>15</b>
Lethrinidae	46,2	62	5	3	30,8	65	3	4
Lutjanidae	15,4	58	3	2	23,1	99	4	1
Monacanthidae	7,7	3	2	2	11,5	5	1	1
<b>Mullidae</b>	<b>65,4</b>	<b>78</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>73,1</b>	<b>53</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Nemipteridae</b>	<b>76,9</b>	<b>154</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>80,8</b>	<b>130</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Ostraciidae	3,8	1	1	1	3,8	1	1	1
Pinguipedidae	15,4	4	2	1	38,5	13	4	1
<b>Pomacanthidae</b>	<b>34,6</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>57,7</b>	<b>29</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Pomacentridae</b>	<b>88,5</b>	<b>656</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>96,2</b>	<b>604</b>	<b>29</b>	<b>10</b>
Priacanthidae	7,7	12	1	1	11,5	5	1	1
<b>Scaridae</b>	<b>88,5</b>	<b>286</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>76,9</b>	<b>132</b>	<b>12</b>	<b>3</b>
<b>Serranidae</b>	<b>19,2</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>53,8</b>	<b>39</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
Siganidae	23,1	35	3	1	38,5	61	5	1
Sphyraenidae	3,8	3	0	1	3,8	100	1	1
Stegostomatidae	3,8	1	1	1	0	0	0	0
Synodontidae	0	0	0	0	3,8	2	1	1
Tetraodontidae	7,7	2	1	1	19,2	7	1	1
Total		1941	118	63		2124	164	73

1941 individus ont été dénombrés par les STAVIRO, correspondant à 118 espèces, 63 genres et 30 familles (Tableau 1). 121 individus (i.e. 6,2%) n'ont été identifiés qu'au niveau du genre et 129 individus (i.e. 6,6%) n'ont pu être identifiés qu'au niveau de la famille. Pour la grande majorité, ces poissons étaient trop loin de la caméra ou passaient trop vite dans le champ de vision pour être identifiés au niveau de l'espèce.

D'un autre côté, les UVC ont compté 2124 individus, correspondant à 164 espèces, 73 genres et 28 familles (Tableau 1). 167 individus (i.e. 7,9%) n'ont été identifiés qu'au niveau du genre et aucun n'a été identifié qu'au niveau de la famille.

Au total, 194 espèces différentes ont été observées par les deux techniques, 88 (soit 45,8%) sont observées par les deux techniques, 76 (soit 39,6%) que par UVC et 28 (c. 14,6%) que par STAVIRO. Parmi les 76 espèces uniquement observées par UVC, 14 étaient cryptique (Apogonidae, Blenniidae, Cirrhitidae et certains Chaetodontidae et Pomacentridae), 20 espèces étaient trop petites pour être identifiées par la technique vidéo (15 espèces de Pomacentridae et 5 espèces de Labridae), tandis que d'autres ont été seulement vues en UVC du à la variabilité d'échantillonnage comme certains Labridae, Lethrinidae et Siganidae. Certaines espèces ont pu être identifiées en UVC et non en STAVIRO même si elles ont été observées par la vidéo. Ce fut probablement le cas, par exemple, pour beaucoup de Scaridae, Pomacentridae et Caesionidae qui ont été identifiés en STAVIRO au niveau du genre ("sp.") ou de la famille ("ge.") uniquement.



Question : y'a-t-il des différences entre les observations effectuées par chacune des techniques?



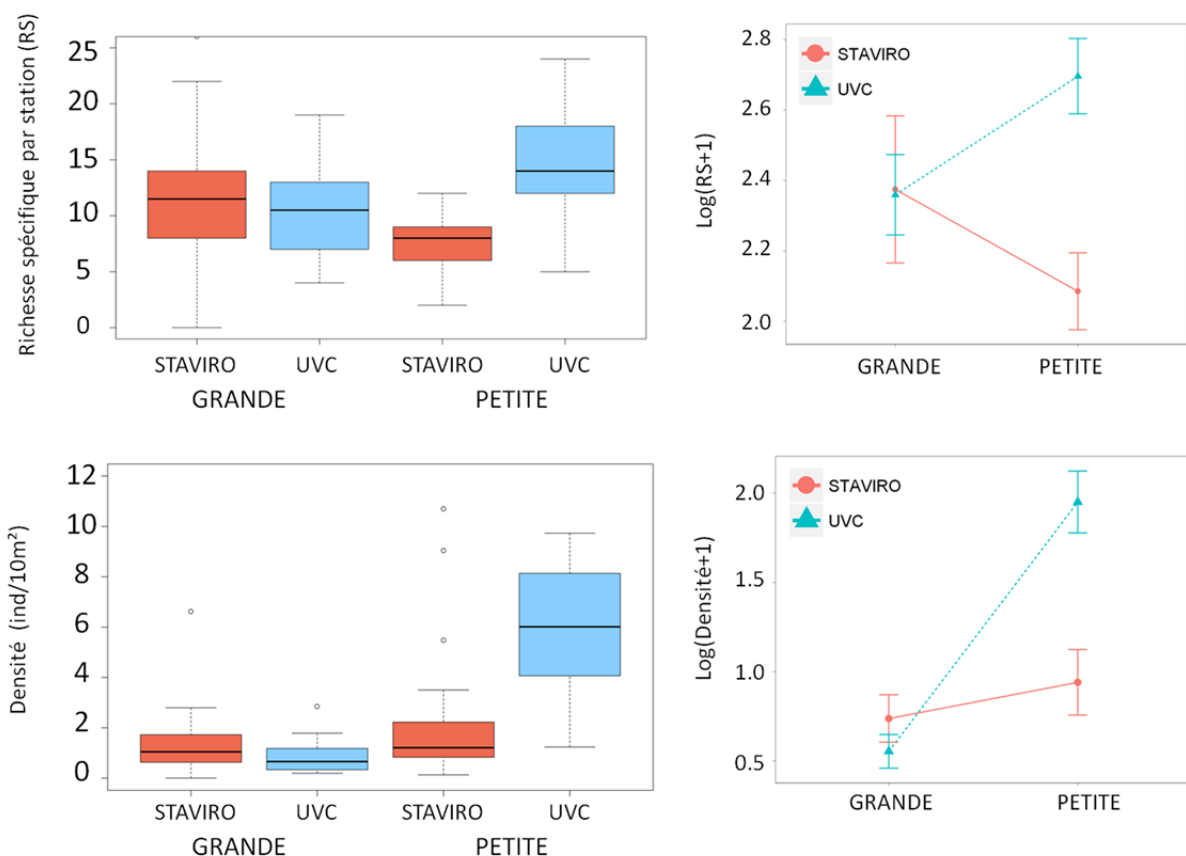
Réponse : oui. Il y a des espèces vues par les 2 techniques, certaines espèces n'ont été vues que par les plongeurs et d'autres espèces n'ont été observées que par STAVIRO.



Conclusion : Sur un même point, à moins d'une heure d'écart entre les comptages, les techniques n'ont pas observées la même composition des communautés de poissons.


## Quel est le premier critère expliquant ces différences entre observations ?


Les observations entre les techniques diffèrent selon la classe de taille des espèces. Les différences ne sont pas significatives entre les techniques pour l'observation des grandes espèces (nombre d'individus et d'espèces observés) alors qu'on observe une grande différence au niveau des petites espèces (densité et richesse spécifique plus grande en UVC qu'en STAVIRO) (Figure 2). Les petites espèces ont une taille maximum n'excédant pas 30 cm. De nombreuses espèces de cette catégorie diffèrent les unes des autres par de petits détails pas toujours visibles en vidéo. La vision du plongeur en 3D sous l'eau, permet d'observer plus facilement ces détails que la vision 2D des systèmes vidéo utilisés. Une adaptation du protocole (approcher le système plus près de l'habitat corallien afin d'être plus proche des petites espèces ; limiter la distance d'échantillonnage) ou du système vidéo (utiliser de la stéro vidéo) permettrait d'observer plus aisément les petites espèces.



**Figure 2.** Richesse spécifique (en haut à gauche) et densité (nombre d'individu par 10m<sup>2</sup>) (en bas à gauche) observé par station selon la technique et la taille des espèces. Trois valeurs extrêmes n'apparaissent pas afin d'améliorer la visibilité de la représentation graphique des densités : 14,85 ; 17,33 et 23,52 ind/10m<sup>2</sup> pour les petites UVC. Sur la droite de chaque boxplot, les diagrammes d'interaction sont représentés sur la transformation logarithmique des moyennes observées.

 Question : Quel est le premier critère expliquant les différences entre observations?

 Réponse : Les UVC observent plus d'individus et d'espèces de petites tailles<sup>4</sup> alors qu'il n'y a pas de différence significative en termes de dénombrement d'individu et d'espèce pour les grandes espèces observées entre les techniques.

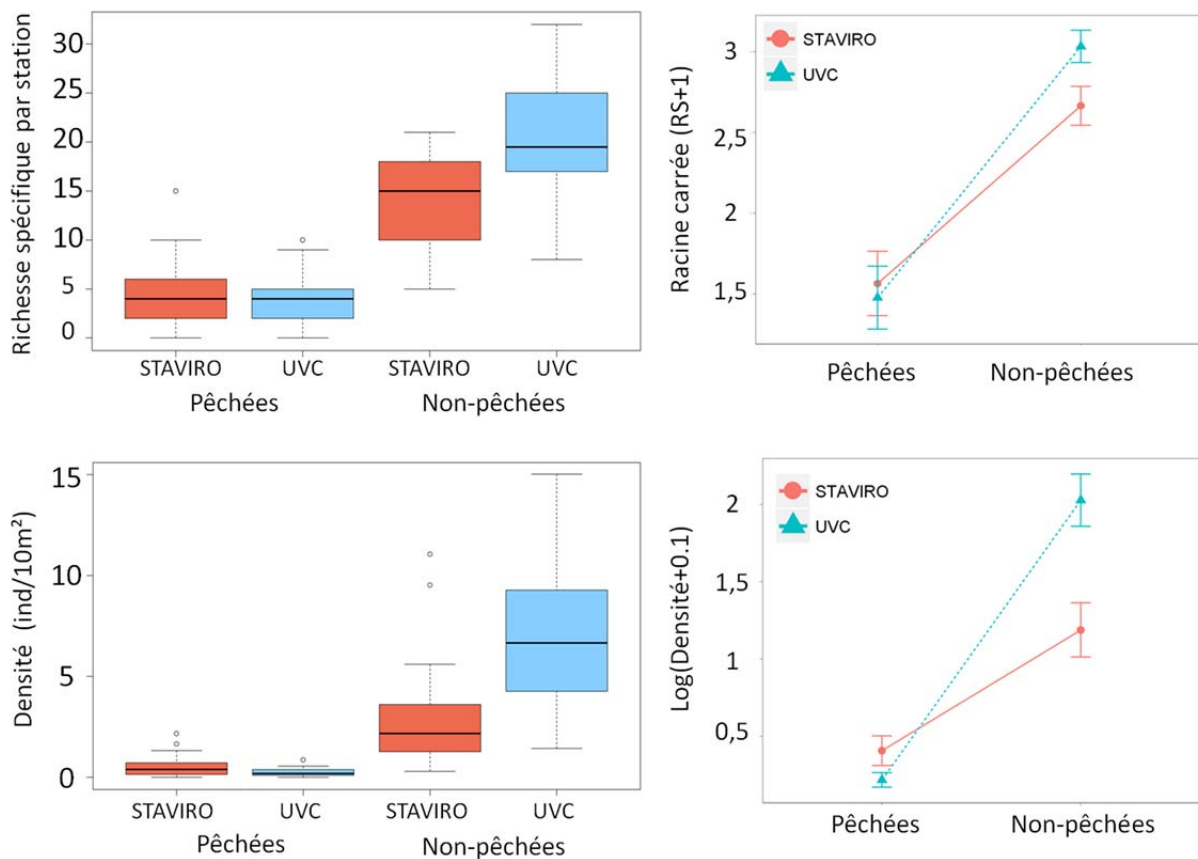
 Conclusion : les différences entre les observations faites en UVC et en STAVIRO sont surtout présentes au niveau des petites espèces.

### **Les espèces ciblées par la pêche, normalement sensibles à la présence du plongeur, ont-elles été mieux observées par le système vidéo ?**

Les UVC ont observé significativement plus d'individus et d'espèces de poissons non ciblés par la pêche. Nous n'avons pas observé de différence significative entre les techniques sur le nombre d'espèces ciblées par la pêche observées par chacune des techniques. Par contre, les STAVIRO ont observé significativement plus de poissons ciblés par la pêche que les UVC (densité d'espèces pêchées plus grande en STAVIRO qu'en UVC) (Figure 3). Cette différence peut être en partie expliquée par le fait que certaines espèces ciblées par la pêche ont tendance à rester à distance des plongeurs. Ces poissons ont pu alors se retrouver hors de la zone d'échantillonnage pour les UVC (> 10m) alors qu'ils ne se sont pas forcément autant éloignés des systèmes STAVIRO (pas de plongeur sous l'eau).

---

<sup>4</sup> Espèces dont la taille maximum connue est inférieure à 30 cm



**Figure 3.** Richesse spécifique (en haut à gauche) et densité (nombre d'individus par 10m<sup>2</sup>) (en bas à gauche) observés par station selon la technique et l'intérêt pour la pêche. Deux valeurs extrêmes n'apparaissent pas afin d'améliorer la visibilité de la représentation graphique des densités : 17,48 et 23,84 ind/10m<sup>2</sup> pour les espèces non-pêchées en UVC. Sur la droite de chaque boxplot, les diagrammes d'interactions sont représentés sur la transformation racine carrée et logarithmique des moyennes observées.



Question : Y'a-t-il une différence entre les observations des espèces ciblées par la pêche ?



Réponse : pas de différence significative sur le nombre d'espèces ciblées par la pêche observées par les techniques. Le STAVIRO a observé plus d'individus ciblés par la pêche qu'en UVC.



Conclusion : les différences entre les techniques sont faibles au regard du nombre d'espèces cibles de la pêche. Cependant, avec le protocole utilisé dans cette étude, les systèmes vidéo ont enregistré plus d'individus pêchés que les UVC.

## Conclusion

A partir de 26 stations appariées effectuées sur la pente récifale, notre étude montre que : (i) UVC et STAVIRO n'ont pas observé les mêmes assemblages de poissons; (ii) ils ne diffèrent pas significativement pour les grandes espèces (à la fois en richesse spécifique et densité); (iii) UVC a observé plus de petites espèces (à la fois en richesse spécifique et densité); et (iv) STAVIRO a observé une densité plus élevée d'espèces cibles de la pêche et (v) que seule les UVC ont détecté des différences significatives dans la structure des assemblages de poisson dépendant des types de récifs à l'échelle spatiale étudiée (Tableau 2 récapitulatif).

Dans la présente étude, l'emplacement des observations a été imposé par le protocole UVC. Au cours de ce travail de terrain, un grand nombre de stations non appariées ont été également déployées dans d'autres habitats: i) récifs frangeants et herbiers (UVC et STAVIRO), ii) platier récifal (UVC); et d'autres fond meubles (STAVIRO). La liste des espèces observées est en annexe.

Les deux techniques peuvent être couplées afin de couvrir une zone beaucoup plus grande au sein d'une courte période de temps. Les UVC pourraient se concentrer sur les poissons de récif à l'intérieur des habitats complexes, et en particulier là où la couverture corallienne vivante est élevée (par exemple la pente des récifs), ou dans des zones très peu profondes tels que les platiers, ou lorsque la visibilité est faible mais suffisante pour les UVC. Pendant la même période de temps, les systèmes STAVIRO permettraient la réalisation d'un grand nombre de stations axées sur les grandes espèces et évitant les plongeurs. En particulier, les zones d'arrière récifs, les fonds lagunaires meubles et herbiers, et plus généralement les zones non couvertes par les UVC en raison des contraintes de profondeur et de temps. Ce type de protocole permettrait d'augmenter considérablement la couverture spatiale et le niveau de réplification des suivis de l'ichtyofaune.

**Tableau 2.** Synthèse des principaux résultats obtenus dans la présente étude: comparaison des observations effectuées sur 26 stations appariées sur les pentes récifales par UVC et STAVIRO. Dans le tableau, ">" et "<" correspondent aux résultats de différence significative entre les techniques avec p-value <0.05 et "=" correspondent aux résultats n'ayant pas de différence significative (p-value <0,05) (voir l'article pour plus de détails sur les tests).

Métriques	Résultats
Toutes espèces	RS and densité : UVC > STAVIRO
Petites espèces	RS and densité : UVC > STAVIRO
Grandes espèces	RS and densité : UVC = STAVIRO
Espèces non-pêchées	RS and densité: UVC > STAVIRO
Espèces pêchées	RS : UVC = STAVIRO Densité : STAVIRO > UVC



## References

- Alevizon WS, Brooks MG (1975) The comparative structure of two Western Atlantic reef-fish assemblages. *Bulletin of Marine Science* 25: 482-490.
- Barnes H (1952) Under-water television and marine biology. *Nature* 169: 477-479.
- Barnes H (1953) Underwater television and research in marine biology, bottom topography and geology. I. A description of the equipment and its use on board ship. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift* 6: 123-133.
- Bohnsack JA, Bannerot SP (1986) A Stationary Visual Census Technique for Quantitatively Assessing Community Structure of Coral Reef Fishes. 21p.
- Brock VE (1954) A preliminary report on a method of estimating reef fish population. *Journal of Wildlife Management* 18: 297–308.
- Burge EJ, Atack JD, Andrews C, Binder BM, Hart ZD, et al. (2012) Underwater Video Monitoring of Groupers and the Associated Hard-Bottom Reef Fish Assemblage of North Carolina *Bulletin of Marine Science* 88: 15-38.
- Burke L, Reyntar K, Spalding M, Perry A (2011) *Reefs at Risk Revisited*. Washington, DC. 130p.
- Chateau O, Wantiez L (2005) Comparaison de la structure des communautés de poissons coralliens d'intérêt commercial entre une réserve marine et deux zones non protégées dans le Parc du lagon sud de Nouvelle-Calédonie. *Cybium* 29: 159-174.
- Connell JH (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Crossland J (1976) Fish trapping experiments in Northern New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 10: 511-516.
- Dumas P, Bertaud A, Peignon C, Léopold M, Pelletier D (2009) A “quick and clean” photographic method for the description of coral reef habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 368 161–168.
- Ellis D, DeMartini E (1995) Evaluation of a video camera technique for indexing abundances of juvenile pink snapper, *Pristipomoides filamentosus*, and other Hawaiian insular shelf fishes. *Fishery Bulletin* 93: 67-77.
- Fedra K, Machan R (1979) A Self-Contained Underwater Time-Lapse Camera for in situ Long-Term observations. *Marine Biology* 55: 239-246.
- Francour P, Liret C, Harvey E (1999) Comparison of fish abundance estimates made by remote underwater video and visual census. *Naturalista Sicil* 23: 155 - 168.
- Harvey E, Shortis M (1996) A system for Stereo-Video Measurement of Sub-Tidal organisms. *Marine Technology Society Journal* 29: 10-22.
- Johnston CS, Morrison IA, Maclachlan K (1969) A Photographic Method for Recording the Underwater Distribution of Marine Benthic Organisms. *Journal of Ecology* 57: 453 - 459.

- Jones RS, Thompson MJ (1978) Comparison of Florida Reef Fish Assemblages Using a Rapid Visual Technique. *Bulletin of marine science* 28: 159-172.
- Kulbicki M. (1988) Correlation between catch data from bottom longlines and fish census in the SW lagoon of New Caledonia; 1988. pp. 305-312.
- Kulbicki M (1990) Comparaisons entre empoisonnements à la roténone et comptages en plongée pour l'estimation de la densité et la biomasse de peuplements de poissons coralliens.
- Lessios HA. (1996) Methods for quantifying abundance of marine organisms. In: MA Lang CB, editor; 1996; *The Diving for Science...1996*, "Methods and Techniques of Underwater Research", Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences Sixteenth Annual Scientific Diving Symposium, Smithsonian Institution, Washington, DC. pp. 9.
- Machan R, Fedra K (1975) A New Towed Underwater Camera System for Wide-Range Benthic Surveys. *Marine Biology* 33: 75-84.
- Miller RJ, Hunte W (1987) Effective area fished by Antillean fish traps. *Bulletin of Marine Science* 40: 484-493.
- Pelletier D, Leleu K, Mallet D, Mou-Tham G, Hervé G, et al. (2012) Remote High-Definition Rotating Video Enables Fast Spatial Survey of Marine Underwater Macrofauna and Habitats. *PLoS ONE* 7: e30536.
- Richard JD (1968) Fish Attraction with Pulsed Low-Frequency Sound. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 25: 1441-1452.
- Rotherham D, Underwood AJ, Chapman MG, Gray CA (2007) A strategy for developing scientific sampling tools for fishery-independent surveys of estuarine fish in New South Wales, Australia. *ICES Journal of Marine Science* 64: 1512-1516.
- Sigler MF (2000) Abundance estimation and capture of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) by longline gear. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 1270-1283.
- Trenkel VM, Ressler PH, Jech M, Giannoulaki M, Taylor C (2011) Underwater acoustics for ecosystem-based management: state of the science and proposals for ecosystem indicators. *Marine Ecology-Progress Series* 442: 285-301.
- Wallace JH, Kok HM, Beckley E (1984) Inshore small-mesh trawling survey of the Cape south coast. Part 2. Occurrence of estuarine-associated fishes. *South African Journal of Zoology* 19: 165-169.
- Williams DM, Hatcher AI (1983) Structure of Fish Communities on Outer Slopes of Inshore, Mid-Shelf and Outer Shelf Reefs of the Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* 10: 239-250.
- Winhold L, Kurta A (2008) Netting Surveys for Bats in the Northeast: Differences Associated with Habitat, Duration of Netting, and Use of Consecutive Nights. *Northeastern Naturalist* 15: 263-274.

## Liste des espèces observées par STAVIRO à OUANO 2009 (toutes stations)

Famille	Genre	espèce
Acanthuridae	Acanthurus	blochii
Acanthuridae	Acanthurus	nigricauda
Acanthuridae	Acanthurus	olivaceus
Acanthuridae	Acanthurus	xanthopterus
Acanthuridae	Acanthurus	spp
Acanthuridae	Ctenochaetus	spp
Acanthuridae	Naso	brevirostris
Acanthuridae	Naso	tonganus
Acanthuridae	Naso	unicornis
Acanthuridae	Zebrasoma	scopas
Acanthuridae	Zebrasoma	veliferum
Apogonidae	Apogon	apogonides
Apogonidae	Apogon	aureus
Apogonidae	Cheilodipterus	quinquelineatus
Aulostomidae	Aulostomus	chinensis
Balistidae	Abalistes	stellatus
Balistidae	Balistoides	conspicillum
Balistidae	Balistoides	viridescens
Balistidae	Pseudobalistes	fuscus
Balistidae	Rhinecanthus	aculeatus
Balistidae	Sufflamen	chrysopterum
Blenniidae	Meiacanthus	atrodorsalis
Blenniidae	Plagiotremus	laudandus
Caesionidae	Caesio	caerulaurea
Caesionidae	Pterocaesio	lativittata
Caesionidae	Pterocaesio	pisang
Caesionidae	Pterocaesio	tile
Caesionidae	Pterocaesio	trilineata
Carangidae	Carangoides	ferdau
Carangidae	Carangoides	fulvoguttatus
Carangidae	Caranx	lugubris
Carangidae	Caranx	melampyngus
Carcharhinidae	Carcharhinus	melanopterus
Carcharhinidae	Negaprion	acutidens
Carcharhinidae	Triaenodon	obesus
Chaetodontidae	Chaetodon	auriga
Chaetodontidae	Chaetodon	bennetti
Chaetodontidae	Chaetodon	citrinellus
Chaetodontidae	Chaetodon	ephippium
Chaetodontidae	Chaetodon	flavirostris
Chaetodontidae	Chaetodon	kleinii
Chaetodontidae	Chaetodon	lineolatus
Chaetodontidae	Chaetodon	lunulatus
Chaetodontidae	Chaetodon	mertensii

Chaetodontidae	Chaetodon	pelewensis
Chaetodontidae	Chaetodon	plebeius
Chaetodontidae	Chaetodon	speculum
Chaetodontidae	Chaetodon	trifascialis
Chaetodontidae	Chaetodon	trifasciatus
Chaetodontidae	Chaetodon	ulietensis
Chaetodontidae	Chaetodon	unimaculatus
Chaetodontidae	Chaetodon	vagabundus
Chaetodontidae	Coradion	altivelis
Chaetodontidae	Forcipiger	longirostris
Chaetodontidae	Heniochus	acuminatus
Chaetodontidae	Heniochus	monoceros
Cheloniidae	Chelonia	mydas
Congridae	Heteroconger	hassi
Dasyatidae	Dasyatis	kuhlii
Dasyatidae	Himantura	fai
Dasyatidae	Pastinachus	sephen
Diodontidae	Diodon	holocanthus
Diodontidae	Diodon	hystrix
Echeneidae	Echeneis	naucrates
Elapidae	Laticauda	colubrina
Ephippidae	Platax	spp
Fistulariidae	Fistularia	commersonii
Gobiidae	Amblygobius	phalaena
Haemulidae	Diagramma	pictum
Haemulidae	Plectorhinchus	gibbosus
Haemulidae	Plectorhinchus	lineatus
Hemiramphidae	Hemiramphus	far
Holocentridae	Sargocentron	rubrum
Kyphosidae	Kyphosus	spp
Labridae	Anampses	neoguinaicus
Labridae	Bodianus	bilunulatus
Labridae	Bodianus	mesothorax
Labridae	Bodianus	perditio
Labridae	Cheilinus	spp
Labridae	Cheilinus	trilobatus
Labridae	Cheilinus	undulatus
Labridae	Cheilio	inermis
Labridae	Choerodon	jordani
Labridae	Coris	aygula
Labridae	Coris	batuensis
Labridae	Coris	dorsomacula
Labridae	Coris	gaimard
Labridae	Gomphosus	varius
Labridae	Halichoeres	hortulanus

## Liste des espèces observées par STAVIRO à OUANO 2009 (toutes stations)

Labridae	Halichoeres	trimaculatus
Labridae	Hemigymnus	fasciatus
Labridae	Hemigymnus	melapterus
Labridae	Hologymnosus	annulatus
Labridae	Labroides	dimidiatus
Labridae	Macropharyngodon	negrosensis
Labridae	Novaculichthys	taeniourus
Labridae	Oxycheilinus	unifasciatus
Labridae	Thalassoma	hardwicke
Labridae	Thalassoma	janseni
Labridae	Thalassoma	lunare
Labridae	Thalassoma	lutescens
Lethrinidae	Lethrinus	atkinsoni
Lethrinidae	Lethrinus	harak
Lethrinidae	Lethrinus	lentjan
Lethrinidae	Lethrinus	nebulosus
Lethrinidae	Lethrinus	obsoletus
Lethrinidae	Lethrinus	rubrioperculatus
Lethrinidae	Lethrinus	variegatus
Lethrinidae	Monotaxis	spp
Lutjanidae	Aprion	virescens
Lutjanidae	Lutjanus	bohar
Lutjanidae	Lutjanus	fulviflamma
Lutjanidae	Lutjanus	fulvus
Lutjanidae	Lutjanus	kasmira
Lutjanidae	Lutjanus	monostigma
Lutjanidae	Lutjanus	quinquelineatus
Lutjanidae	Macolor	spp
Malacanthidae	Malacanthus	brevirostris
Malacanthidae	Malacanthus	latovittatus
Monacanthidae	Cantherhines	fronticinctus
Monacanthidae	Oxymonacanthus	longirostris
Monacanthidae	Paraluteres	prionurus
Mullidae	Mulloidichthys	spp
Mullidae	Parupeneus	barberinoides
Mullidae	Parupeneus	barberinus
Mullidae	Parupeneus	cyclostomus
Mullidae	Parupeneus	heptacanthus
Mullidae	Parupeneus	indicus
Mullidae	Parupeneus	multifasciatus
Mullidae	Parupeneus	pleurostigma
Mullidae	Parupeneus	spilurus
Mullidae	Upeneus	tragula
Nemipteridae	Scolopsis	bilineata
Nemipteridae	Scolopsis	trilineata

Ostraciidae	Ostracion	cubicus
Pinguipedidae	Parapercis	spp
Pinguipedidae	Parapercis	hexophthalma
Pomacanthidae	Centropyge	bicolor
Pomacanthidae	Centropyge	tibicen
Pomacanthidae	Pomacanthus	sexstriatus
Pomacentridae	Abudefduf	sexfasciatus
Pomacentridae	Amblyglyphidodon	spp
Pomacentridae	Amphiprion	spp
Pomacentridae	Amphiprion	melanopus
Pomacentridae	Chromis	iomelas
Pomacentridae	Chromis	margaritifer
Pomacentridae	Chromis	retrofasciata
Pomacentridae	Chromis	spp
Pomacentridae	Chrysiptera	biocellata
Pomacentridae	Chrysiptera	rollandi
Pomacentridae	Chrysiptera	taupou
Pomacentridae	Dascyllus	aruanus
Pomacentridae	Dascyllus	reticulatus
Pomacentridae	Dascyllus	trimaculatus
Pomacentridae	Neoglyphidodon	melas
Pomacentridae	Pomacentrus	spp
Pomacentridae	Stegastes	spp
Priacanthidae	Priacanthus	hamrur
Scaridae	Chlorurus	microrhinus
Scaridae	Chlorurus	sordidus
Scaridae	Hipposcarus	longiceps
Scaridae	Scarus	altipinnis
Scaridae	Scarus	chameleon
Scaridae	Scarus	flavipectoralis
Scaridae	Scarus	frenatus
Scaridae	Scarus	ghobban
Scaridae	Scarus	oviceps
Scaridae	Scarus	psittacus
Scaridae	Scarus	rivulatus
Scaridae	Scarus	russelli
Scaridae	Scarus	schlegeli
Scombridae	Scomberomorus	commerson
Serranidae	Epinephelus	maculatus
Serranidae	Epinephelus	merra
Serranidae	Plectropomus	laevis
Serranidae	Plectropomus	leopardus
Serranidae	Pseudanthias	hypselosoma
Siganidae	Siganus	spp
Siganidae	Siganus	doliatus

## Liste des espèces observées par STAVIRO à OUANO 2009 (toutes stations)

Siganidae	Siganus	fuscescens
Siganidae	Siganus	lineatus
Siganidae	Siganus	punctatus
Sphyraenidae	Sphyraena	barracuda
Stegostomatidae	Stegostoma	fasciatum
Tetraodontidae	Arothron	stellatus
Tetraodontidae	Canthigaster	valentini
Zanclidae	Zanclus	cornutus