

Etude de faisabilité de l'évaluation *in situ* des stocks de lambi (*Strombus gigas*, L.) en Martinique



Rapport de synthèse

Avril 2011

Référence dossier : 0911-02

Note : Pour une communication éco-responsable, ce rapport est imprimé en recto verso sur du papier recyclé ou issu de la gestion de forêts durables, avec une imprimante respectueuse de l'environnement. La mise en page est conçue pour limiter le nombre de pages et la consommation d'encre. www.ademe.fr/eco-conception

Étude pour le compte de la :



DEAL Martinique Immeuble Massal, 4 bd de Verdun, 97200 Fort-de-France

Tél : 05 96 71 30 05 ; Télécopie : 05 96 71 25 00

diren@developpement-durable.gouv.fr

Contact : Fabien Védie

Rapport à citer sous la forme :

Impact-Mer, 2011. Etude de faisabilité de l'évaluation *in situ* des stocks de lambi (*Strombus gigas*, L.) en Martinique. Rapport pour : DEAL Martinique, 36 pp (annexes incluses).

Rédaction :

Béatrice DE GAULEJAC

Contrôle qualité :

Guillaume TOLLU

Coordination générale :

Béatrice DE GAULEJAC

Christophe YVON

Terrain :

Béatrice DE GAULEJAC

Guillaume TOLLU

Julien CHALIFOUR

PARETO

Damien WELSCHINGER

Histoire d'Air



Cartographie :

Guillaume TOLLU

Crédits photographiques :

Béatrice DE GAULEJAC

Guillaume TOLLU

Remerciements

Nous tenons à remercier le Comité des Pêches de Guadeloupe qui a mis gracieusement à notre disposition les moyens vidéos nécessaires à la réalisation de ce travail, ainsi que Julien Chalifour (Pareto) qui nous a initié à son maniement et qui a participé au dépouillement des images enregistrées.

Sommaire

INTRODUCTION	5
A. PRESENTATION DE L'ESPECE	6
B. METHODOLOGIE	10
1 Période d'échantillonnage.....	10
2 Choix des sites d'étude.....	10
2.1 Etude en scaphandre autonome.....	10
2.2 Relevés par caméra immergée.....	12
3 Caractérisation des sites.....	12
4 Prospection en scaphandre autonome.....	14
4.1 Unité d'échantillonnage.....	14
4.2 Transect.....	14
5 Prospection vidéo.....	14
6 Calage de la méthode vidéo.....	15
7 Caractérisation des individus.....	16
C. RESULTATS ET ANALYSES	17
1 Relevés en scaphandre autonome.....	17
1.1 Situation des sites d'étude.....	17
1.2 Estimation des densités.....	17
1.2.1 Densités totales.....	17
1.2.2 Densités par secteurs.....	18
1.2.3 Densités par profondeurs.....	18
1.2.4 Densités par types de milieu.....	18
1.3 Répartition par classes de taille.....	19
1.4 Individus morts.....	19
1.4.1 Mort naturelle.....	20
1.4.2 Mortalité due à la pêche.....	20
1.5 Autres espèces de <i>Strombus</i>	20
1.6 Informations complémentaires sur la zone d'étude.....	20
2 Relevés par caméra immergée.....	21
2.1 Situation des prospections.....	21
2.2 Résultats des observations par caméra immergée.....	22
3 Comparaison qualitative et quantitative des deux méthodologies.....	25
3.1 Résultats obtenus.....	25
3.2 Analyse, avantages et contraintes des deux méthodologies.....	27
D. METHODOLOGIE POUR ESTIMER LE STOCK A L'ECHELLE DE LA MARTINIQUE	29
1 Contexte	29
2 Définition des secteurs à échantillonner.....	29
3 Méthode d'échantillonnage.....	29
4 Variables et statistiques.....	29
5 Traitement des données.....	30
6 Budget	30

<i>CONCLUSION</i>	31
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	32
<i>ANNEXES</i>	33
Annexe 1 : Modèle de fiche de terrain	34
Annexe 2 : fiche de dépouillement d'une séquence vidéo	35
Annexe 3 : densités de lambis estimées dans la zone Caraïbe, issues de diverses études (extrait de (Scolan 2008))	36

Liste des figures

Figure 1 : croissance du lambi	7
Figure 2 : extrait de la carte SHOM de la zone d'étude ; situation des 4 sites.....	11
Figure 3 : synthèse des sites d'étude - 27 et 28 septembre 2010	13
Figure 4 : synthèse des sites d'étude - 29 et 30 septembre 2010	13
Figure 5 : pige d'observation	14
Figure 6 : caméra numérique sous-marine Panasonic 1/3'' CDD	15
Figure 7 : calage de la méthode vidéo	16
Figure 8 : situation des radiales réalisées en scaphandre autonome	17
Figure 9 : densité de <i>S. gigas</i> par secteurs.....	18
Figure 10 : répartition par type de milieux	18
Figure 11 : répartition par classes de taille	19
Figure 12 : mortalité naturelle - classes de taille	20
Figure 13 : mortalité due à la pêche : classes de taille	20
Figure 14 : développement de <i>Chaetomorpha</i> à Macabou	21
Figure 15 : cartographie des sites étudiés par caméra immergée.....	21
Figure 16 : synthèse des résultats obtenus par caméra vidéo et plongeurs lors des calages	22
Figure 17 : synthèse des résultats obtenus uniquement par vidéo.....	23
Figure 18 : répartition de <i>S. gigas</i> entre les différentes classes de taille (observations vidéo).....	23
Figure 19 : répartition de <i>S. gigas</i> selon le milieu (observations vidéo)	24
Figure 20 : relation classes de taille – milieu (observations vidéo)	24
Figure 21 : relation classes de taille - profondeur (observations vidéo).....	24
Figure 22 : résultats comparatifs des deux méthodologies employées	25
Figure 23 : images vidéo de <i>S. gigas</i> et astéride sur du sable, turbidité élevée	25
Figure 24 : images vidéo de <i>S. gigas</i> sur substrat sable - gravier.....	26
Figure 25 : images vidéo de <i>S. gigas</i> dans un herbier à <i>T. testudinum</i> peu dense	26
Figure 26 : images vidéo de <i>S. gigas</i> dans un herbier à <i>T. testudinum</i> dense	27

Introduction

Le lambi (*Strombus gigas*, L.), mollusque gastéropode de la famille des Strombidae, est une espèce patrimoniale de la Caraïbe, à forte valeur économique et culturelle. Exploité comme source de nourriture depuis des centaines d'années, d'importantes pêcheries commerciales se sont développées dans la plus grande partie de son aire de répartition (Siddall 1984). Cette espèce est actuellement la plus exploitée dans la zone après la langouste. Victime d'une surpêche, et d'une dégradation de ses habitats, ses populations sont en forte régression en de nombreux secteurs.

La raréfaction de l'espèce constatée sur l'ensemble de son aire de répartition a entraîné dès 1992, l'inscription de l'espèce à l'annexe II de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (dite CITES ou Convention de Washington). L'Annexe II est, entre autres, la liste des espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement actuellement menacées d'extinction, pourraient le devenir si le commerce de leurs spécimens n'était pas étroitement contrôlé.

Ces dernières décennies, la forte pression de pêche a entraîné le déclin des populations et l'effondrement des stocks en de nombreux secteurs, avec pour conséquence la fermeture totale ou temporaire de la pêche dans plusieurs pays ou territoires dépendants : Antilles néerlandaises, Bermudes (R.-U.), Colombie, Cuba, Floride (USA), Iles Vierges américaines (USA), Mexique et Venezuela.

Toutefois, peu de travaux ont porté sur cette espèce en Martinique. Lors de la mission Corantilles II, la très faible abondance des lambis en Martinique et la dominance des juvéniles immatures dans les captures et sur les fonds est notée (Laborel 1984).

La dernière estimation des stocks locaux (Rathier 1993) est basée sur des enquêtes de pêches menées entre 1986 et 1987 ; la production de lambi par la pêche professionnelle est alors évaluée à 20,6 tonnes. Ces travaux confirment l'hypothèse d'une surexploitation du stock de lambis martiniquais ; la diminution de la production, des rendements et l'abaissement de la taille de première capture depuis une trentaine d'années révélaient que le stock était déjà surexploité (Rathier 1993). Toutefois, le niveau de surexploitation n'a pu être précisé en raison de l'existence d'adultes pavillonnés encore peu exploités sur les fonds de plus de 20 mètres.

Pour l'année 2007-2008, les débarquements de lambis ont été estimés à 8,2 tonnes.

De plus, les services des douanes martiniquais saisissent régulièrement de la chair de lambi en provenance de Sainte-Lucie (70kg en 2008, 713,68 kg en 2009). En effet, la Martinique est considérée comme l'un des plus gros consommateurs de chair de lambi de la région ; la demande locale est plusieurs fois supérieure au volume des captures. Du fait de l'épuisement des stocks locaux, la plus grande partie des quantités de lambis consommées en Martinique est importée d'autres pays de la région (CITES 2003).

La réglementation de la pêche en Martinique (arrêté préfectoral n°99.4296 du 29/12/1999) limite pour tous la taille des individus capturés (poids de chair supérieur à 250 grammes, pavillon de coquille bien formé) et le nombre de capture autorisé pour les plaisanciers est limité à 3 individus par personne et par jour.

La pêche professionnelle n'est soumise ni à une limitation de quantité ni à une saisonnalité de l'activité.

Dans ce contexte, la DEAL Martinique a souhaité engager une étude afin de contribuer à déterminer l'état des stocks actuels et de proposer si nécessaire, de nouvelles mesures de gestion des pêcheries.

Ces premiers travaux, portent exclusivement sur l'herbier du Vauclin et ont un double objectif :

- quantifier les stocks sur quatre sites présélectionnés et tester un moyen de comptage vidéo ,
- proposer une méthodologie pour évaluer le stock de lambi global en Martinique.

A. Présentation de l'espèce

Une synthèse bibliographique sur l'espèce a été réalisée par la CITES, présentée lors de la dix neuvième session du Comité pour les animaux (CITES 2003). Nous n'en reprendrons ici que les grandes lignes, complétées par d'autres apports bibliographiques.

Généralités

Strombus gigas Linnaeus, 1758 appartient à la famille des Strombidae. Cette espèce est la plus étudiée de la famille. Ses noms vernaculaires sont le strombe géant ou strombe rose, mais en Martinique et en Guadeloupe il est appelé lambi, appellation provenant des temps où les petites Antilles étaient peuplées d'indiens venus d'Amérique du Sud.

- Morphologie

La coquille spiralée est épaisse et de grande taille ; elle présente chez les individus adultes un large pavillon rose évasé avec une échancrure en forme de U, située juste au dessus d'un court canal siphonal. Les spires portent de nombreuses protubérances, parfois triangulaires. Le périostacum est lisse, épais, marron. L'opercule est brun. La taille maximale est de 32 cm (FAO 1977). La coquille peut peser jusqu'à 3 kg.

- Répartition géographique

La répartition géographique de *S. gigas* couvre le nord-ouest de l'Atlantique tropical y compris les Bermudes, les Keys de Floride, les Grandes et Petites Antilles et les côtes caraïbes de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud. La répartition géographique connue de *S. gigas* inclut les eaux territoriales de 36 pays et territoires dépendants des Caraïbes (CITES 2003).

S. gigas est l'une des sept espèces de la famille des Strombidae présentes dans l'ouest de l'océan Atlantique. Parmi les espèces de *Strombus* pouvant être observées dans la zone, notons *S. alatus*, *S. gallus*, *S. raminus*, *S. costatus* (FAO 1977):

Ecologie

S. gigas se rencontre sur des fonds sableux ou meubles propices aux phanérogames et aux algues (Stoner and Waite 1990). Il peut s'observer également dans des habitats rocheux et sur les récifs coralliens. Les adultes se rencontrent actuellement principalement dans des profondeurs comprises entre 10 et 30 m, bien qu'ils puissent s'observer jusqu'à 100 m de profondeur. Les populations en eau peu profonde sont souvent très clairsemées ou épuisées du fait de leur accessibilité.

Les densités décroissent fortement à des profondeurs supérieures à 30 m, du fait de la diminution de l'énergie lumineuse nécessaire à la croissance des algues et des phanérogames dont ils se nourrissent. Le lambi sélectionne activement ses habitats, les juvéniles étant plus sélectifs que les adultes (Sandt and Stoner 1993). Les herbiers de phanérogames à faible profondeur (5-6 m) constituent les nourriceries les plus productives (Stoner 1997). Les juvéniles préfèrent nettement les herbiers de phanérogames marines à densité intermédiaire alors que les adultes sont moins exigeants (Stoner and Waite 1990).

Biologie

- Alimentation

Le lambi se nourrit principalement de phanérogames, de macroalgues ou d'algues épiphytes ; il absorbe également des quantités importantes de sable (Hensen 1994), dont il extrait les algues et bactéries.

- Reproduction, cycle biologique

Le cycle vital est divisé en deux phases :

- une phase planctonique mobile de 21 à 35 jours,
- une phase benthique non sédentaire.

Le lambi a une longévité maximale de 20 à 30 ans ; c'est une espèce gonochorique.

La maturité sexuelle a lieu entre quatre et cinq ans, lorsque le pavillon évasé atteint environ 0,5 cm d'épaisseur (Aranoa and Frenkiel 2007). Lorsque la taille adulte est atteinte, la croissance en longueur cesse, les épines sont proéminentes, la surface extérieure est lisse, non érodée.

La reproduction a généralement lieu durant les mois les plus chauds mais dans certaines régions, elle peut se poursuivre toute l'année. La fertilisation est interne et la copulation peut avoir lieu plusieurs semaines avant le frai (Blakesley 1977), (Brownell 1977).

Deux pics de reproduction ont lieu en Guadeloupe (comm pers.)

Le succès reproductif de l'espèce est conditionné à une densité minimale de population, estimée à 56 individus à l'hectare (Stoner and Ray-Culp 2000) mais revue à 200 individus en Floride.

Ce phénomène est attribué à l'**effet "Allee"**, selon lequel des taux négatifs de croissance de population apparaissent sous un niveau critique de population. Pour le lambi, l'absence de reproduction dans les populations de faible densité est due principalement à l'absence de rencontres entre femelles et mâles. Stoner et Ray-Culp (2000) ont observé que la reproduction augmente proportionnellement avec la densité (et donc une probabilité accrue de rencontres) et reste stable à une densité voisine de 200 ind./ha.

Les femelles après l'accouplement pondent sur des fonds de sable ou de graviers des masses gélatineuses pouvant contenir jusqu'à 400 000 œufs. Une femelle adulte peut pondre 8 fois dans l'année. Ces pontes sont constituées d'un cordon englobant les œufs, cordon pelotonné en forme de croissant de 10 à 15 cm, tout enrobé de grains de sable (Frenkiel and Aldana Aranda 2003). Les œufs éclosent 5 jours après la ponte. Les larves véligères herbivores libérées sont planctoniques.

Cette phase planctonique mobile dure de 21 à 35 jours ; lorsque la larve pédivéligère atteint une taille de 1 mm, elle s'alourdit par le poids de sa coquille et se pose sur le fond, c'est le recrutement. A ce stade la coquille a 4 tours et elle est suffisamment grande pour que le jeune lambi puisse s'y abriter. La métamorphose s'effectue, entre autres, par la régression du velum et le développement du pied, qui permettra au jeune lambi de ramper ou sauter sur le fond. La formation de la radula permettra au lambi de brouter des algues.

Durant la première année le jeune lambi vit enfoui dans le sédiment ; il en émerge la nuit pour se nourrir d'algues et de bactéries présentes sur les feuilles des phanérogames, ou sur les grains de sable.

- Croissance

Sa croissance initiale est très rapide, puis elle ralentit ; la longueur moyenne de la coquille selon l'âge est de :

- 1 mois : 1 mm
- 3 mois : 1 cm
- 1 an : 10 cm
- 2 ans : 15 cm
- 3 ans : 20 cm - formation du pavillon
- 4 ans : 25 cm

Le pavillon apparaît à l'âge de 3 ans, il est initialement fin et fragile.

Il s'épaissit et atteint sa taille adulte entre 3,5 ans et 4 ans.

Après 4 ans le pavillon est épais, la coquille devient de plus en plus épaisse et lourde, les épines ensuite s'émoussent.

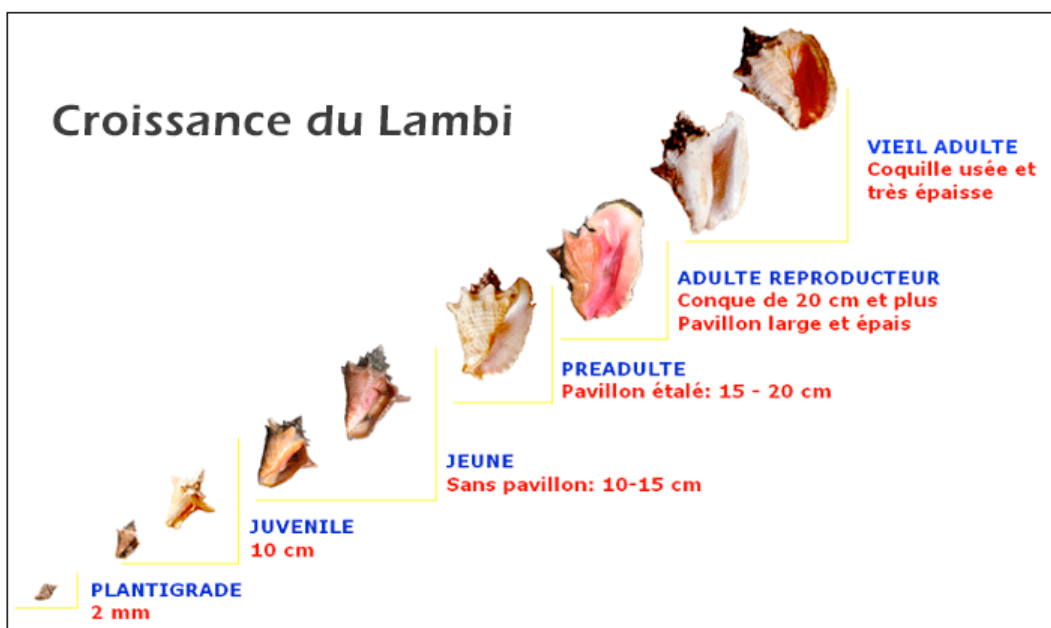


Figure 1 : croissance du lambi

(Source : http://www.lameca.org/dossiers/lambi/v_croissance.htm)

- Prédation

Avant deux ans, les jeunes lambis sont l'objet d'une forte prédation de la part de nombreux carnivores : poissons, conques, crustacés ; après deux ans la prédation diminue car la coquille s'épaissit et devient plus résistante ; mais les lambis peuvent encore être consommés par les tortues caouanne et imbriquée, les poulpes et les raies.

Pour échapper à leurs prédateurs, les lambis peuvent se protéger dans leur coquille en fermant l'opercule ; ils peuvent également se défendre en se retournant brusquement et en donnant un coup de pied à leur agresseur.

Toutefois la consommation la plus forte de l'espèce est le fait de l'homme.

Exploitation

S. gigas est une espèce d'importance commerciale, exploitée dans toutes les îles de la Caraïbe depuis des centaines d'années, pour la consommation de sa chair et l'utilisation de sa coquille.

La viande est vendue fraîche ou séchée. Des accumulations de coquilles sur les plages dans différentes îles relatent cette exploitation, et elles ont été utilisées au Venezuela pour évaluer les anciennes pêcheries (pré colombiennes) et actuelles (Schapira et al. 2009) ; le premier commerce inter-îles de cette espèce semble remonter au 18ème siècle.

Cette espèce est une ressource halieutique essentielle pour de nombreux pays.

Sa production a atteint 6520 tonnes en 1993, elle a chuté à 3132 tonnes en 2003 ; elle est destinée à 80 % au marché nord américain ; 17 % est exportée officiellement vers les îles françaises, et seulement 3 % est consommée dans les autres pays caribéens (Aranoa and Frenkiel 2007).

En Martinique elle est exploitée artisanalement depuis l'époque préhistorique ; la collecte en plongée en scaphandre autonome a été autorisée quelques années à partir de 1985. Actuellement seulement 2 métiers l'exploitent : la plongée libre (apnée) ciblant les populations des petits fonds, et une pêche d'individus adultes à l'aide de filets maillants à des profondeurs supérieures à 20 m. La pêche en scaphandre autonome est interdite.

S. gigas fait également l'objet d'une pêche plaisancière. La production de la pêche de loisir était estimée en 1987 à 2000-3000 kg (Rathier and Battaglia 1994).

La Martinique est considérée comme l'un des plus importants marchés de chair de lambi de la région; elle en consommait 300.000 à 400.000 kg par an, le tout importé (Rathier and Battaglia 1994). La consommation intérieure actuelle n'est pas connue mais a pu atteindre 900.000 kg au milieu des années 1990 (Douanes françaises, *in litt.* 2001). Le prix de la chair de lambi a beaucoup augmenté. Peu d'informations sont disponibles sur l'état de la pêcherie de lambis en Martinique. L'utilisation jadis marginale des filets de fond pour prendre *S. gigas* a beaucoup augmenté ces dernières années (Doray M 2001).

Extrait de l'Agenda 2009 du pêcheur martiniquais :

La dernière évaluation du stock de lambi date de 1993. Elle montrait qu'une augmentation de la production de 1,5 à 2 fois (passage de 27 tonnes à 47 tonnes environ par an) pouvait être obtenue en ne pêchant que des individus adultes, c'est-à-dire ayant une coquille avec un pavillon formé ou un poids de chair de 250 g. La pêche traditionnelle de cette espèce en **apnée, entre 0 et 20 m de profondeur, capturait essentiellement des juvéniles (93 % des prises)** alors que sur les fonds en dessous de 20 m, les lambis étaient à 90 % des adultes. Une pêche d'adultes s'est développée à l'aide de filets maillants au-delà de 20 m de profondeur.

Quelles sont les nouvelles conditions d'exploitation du stock (taux d'exploitation des juvéniles et des adultes), et permettent-elles une exploitation durable du lambi?

Gestion des stocks

Le lambi est une espèce transfrontalière qui nécessite une gestion concertée des pêcheries afin d'enrayer le déclin généralisé des populations. La déclaration de San Juan (Porto Rico, 1996) va en ce sens.

Des informations sur la reproduction de l'espèce ont permis d'émettre des recommandations pour la gestion de cette ressource ; une étude menée sur 700 individus a révélé que seule une **épaisseur du pavillon supérieure à 5 mm** constitue un critère fiable de maturité. Il apparaît nécessaire d'introduire ce critère, correspondant à un pavillon ne pouvant être cassé à la main, dans la législation des pays de la Caraïbe (Aranoa and Frenkiel 2007).

« Une **fermeture temporaire du 1^{er} mai au 30 septembre** permettrait de préserver la période principale de reproduction et les stocks reproductifs de l'espèce. Pour être efficaces, ces recommandations devraient être **appliquées dans tous les pays de la Caraïbe** et introduites dans les textes de la CITES régissant les exportations. » (Aranoa and Frenkiel 2007).

Plusieurs facteurs contribuent au déclin des populations (Prada et al. 2008):

- ses préférences pour les zones sableuses et récifs coralliens peu profonds,
- ses déplacements lents (10m/h),
- des densités minimales indispensables au succès reproductif (besoin de partenaires pour l'accouplement).

Une « International Queen Conch Initiative » existe, coordonnée par le « Caribbean Fishery Management Council ». Elle regroupe des pays de la région Caraïbe souhaitant la mise en place d'une stratégie internationale de gestion commune de la ressource en *S. gigas* dans la région caraïbe :

<http://www.strombusgigas.com/cfmc.htm>

Des initiatives d'ONG existent, telle que « Community conch » aux Bahamas (Stoner et al. 2009) (Stoner and Davis 2010) dont l'objectif est de protéger les lambis, menacés par la surexploitation des stocks. Cette organisation promeut une exploitation durable de l'espèce au travers de la recherche, l'éducation et des programmes de conservation communautaires :

<http://www.communityconch.com/>

En Guadeloupe depuis 20 ans des efforts conjugués d'informations, d'éducation, de législation et de répression ont été développés afin de diminuer la pression de pêche sur l'espèce ; néanmoins, il est difficile d'évaluer l'impact de telles campagnes, et tous ces efforts ne semblent pas avoir eu d'effet significatif sur la pression de pêche illégale. L'accent doit être porté sur la génération suivante, qui est plus sensible à l'importance des espèces menacées et à la conservation de la nature (Frenkiel 2004).

En Guadeloupe, la pêche est strictement réglementée et réservée aux professionnels. La capture des lambis est interdite du 1 avril au 31 août.

En Guadeloupe, la pêche du lambi est interdite pour les plaisanciers en tout temps et tous lieux.

La pêche du Lambi est interdite pour les pêcheurs à pieds en tout temps, tous lieux.

Toute capture, colportage ou vente de lambis ne possédant pas le pavillon formé et n'ayant pas un poids en chair nettoyée de 250 grammes au minimum par individu, est interdit en tout temps, tous lieux.

Tout colportage ou présentation à la vente en frais de lambis découpé de manière à empêcher l'évaluation du poids en chair nettoyée est interdit en tout temps, tous lieux.

La pêche de ce gastéropode est interdite du 1er avril au 31 août inclus dans les îles du nord.

La pêche de ce gastéropode est interdite du rivage jusqu'au fond de 25m. du 1er janvier au 30 septembre inclus.

Toute pêche de ce gastéropode est interdite au-delà des fonds de 25 m du 1er février au 30 septembre inclus.

La vente en frais du lambi pendant les périodes de fermeture est interdite.

(Source internet)

En France depuis le 10 juillet 2006, il est autorisé de rapporter librement, au regard des dispositions de la convention de Washington, 3 coquilles de *S. gigas* (www.douane.gouv.fr)

En Martinique, la pêche est interdite si le pavillon n'est pas encore formé et si le poids de chair nettoyée est inférieur à 250 g. Les captures par les pêcheurs plaisanciers sont limitées à 3 individus par personne et par jour (Arrêté préfectoral n° 99.4296 du 29/12/99).

B. Méthodologie

1 Période d'échantillonnage

Le lamproie effectue deux migrations : les sub-adultes quittent les herbiers peu profonds et se déplacent vers de plus grandes profondeurs. Les adultes, qui préfèrent des profondeurs comprises entre 10 et 30 mètres, migrent de façon saisonnière vers les eaux moins profondes pour le frai. Cette migration débute en avril lorsque la température de l'eau commence à augmenter, puis les adultes retournent en profondeur fin octobre.

La période du 1^{er} mai au 30 septembre constitue la période de reproduction principale de l'espèce (Aranoa and Frenkiel 2007).

Le travail de terrain a été réalisé du **27 au 30 septembre 2010**, soit durant cette période de frai, qui correspond en plus à la période d'accalmie des alizés et donc à une accessibilité de la zone plus aisée (mais aussi à une pression de pêche élevée).

2 Choix des sites d'étude

Conformément au cahier des charges, la zone d'étude s'est limitée à l'**herbier du Vauclin** qui a été recensée comme la zone de production majeure en Martinique dans les travaux de Rathier (1993).

Les habitats donnant les nourriceries les plus productives semblent déterminés par des interactions complexes entre traits physiques océanographiques, herbiers et communautés algales, et recrutement larvaire.

2.1 Etude en scaphandre autonome

Conformément au CCTP, le secteur a été échantillonné de façon fine au niveau des sites correspondant à un échantillon représentatif des **sites** les plus productifs en 1987 (Rathier 1993) :

- Baie des Mulets
- Cayes Sautées
- Cayes Coq
- Caye Macabou

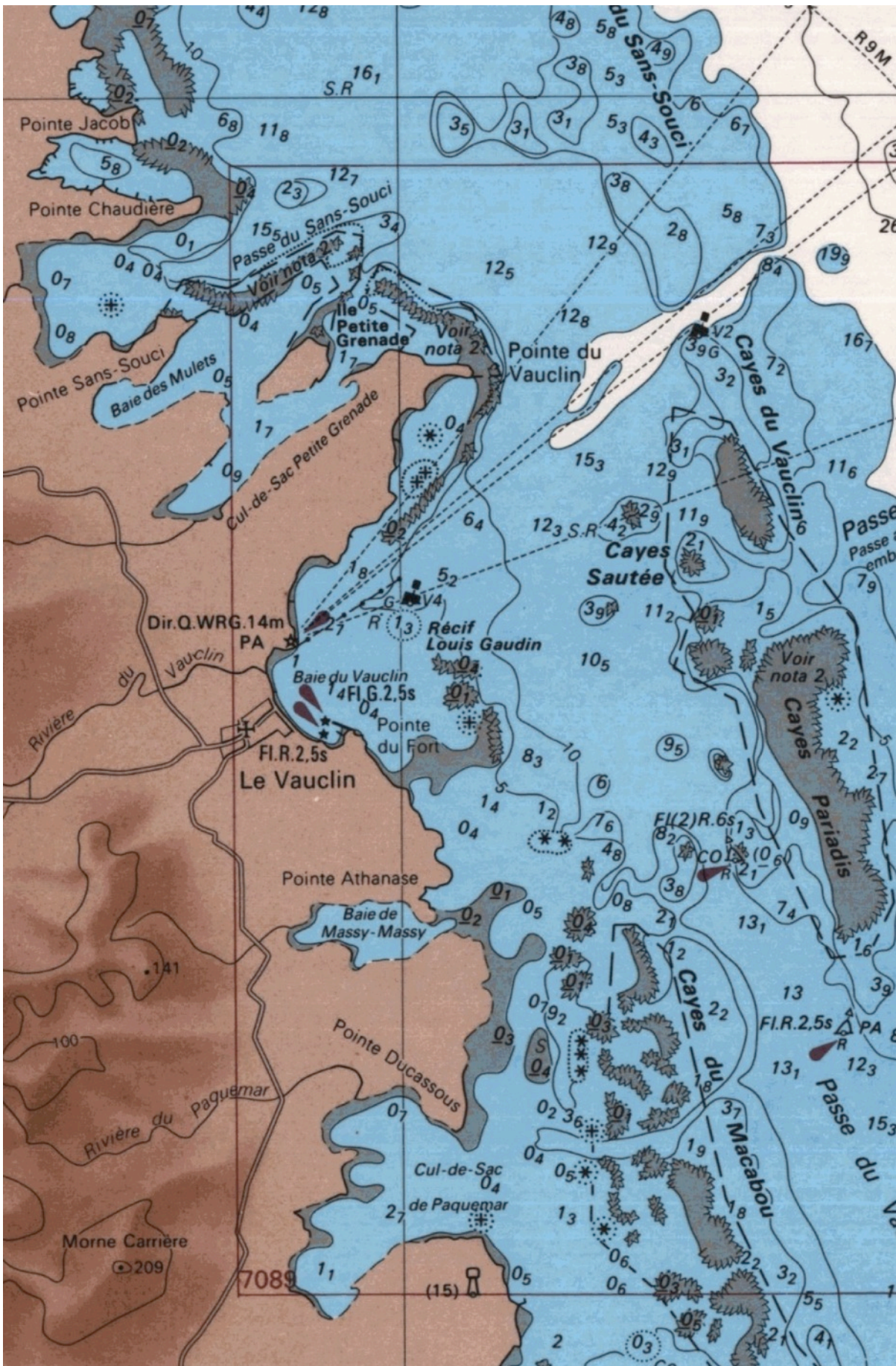


Figure 2 : extrait de la carte SHOM de la zone d'étude ; situation des 4 sites

Cette première étude devait se limiter à la **zone d'herbier**. Sur la base de la cartographie des biocénoses de la Martinique (OMMM 2009), pour chacun des 4 sites, deux strates ont été définies en fonction de la profondeur : 0-5 m et 5–10 m, afin de couvrir l'amplitude bathymétrique du secteur. Au sein de chacune des strates, un échantillonnage aléatoire a été réalisé.

2.2 Relevés par caméra immergée

L'ensemble de l'herbier du Vauclin a été initialement réparti en 2 strates selon la profondeur (0-5 m et 5-10 m), sur la base des cartes SHOM et de la cartographie des biocénoses de la Martinique réalisée par l'OMMM.

Ces strates ont été découpées en secteurs homogènes, au sein desquels un échantillonnage aléatoire a été réalisé.

Toutefois, le terrain a révélé que la cartographie de l'herbier (2009) ne correspond pas à nos observations. Des secteurs cartographiés « herbier » ne présentaient que des fonds sableux, ou détritiques, des communautés de fonds de meubles nus ou des algueraies.

De ce fait, nous avons réalisé une prospection aléatoire de l'ensemble de la zone comprise entre la pointe Vauclin et Paquemar, zone cartographiée « herbier », jusqu'à une profondeur de 20 mètres.

3 Caractérisation des sites

Chaque site prospecté a fait l'objet d'une **fiche de terrain détaillée**. Un modèle de cette fiche figure en annexe 1. Cette fiche indique :

- la date et l'heure de la prospection
- les observateurs
- les conditions météorologiques
- les coordonnées géographiques
- la profondeur et la température de l'eau, la visibilité
- l'exposition aux agitations et courants
- le type de substrat (appréciation visuelle de la granulométrie)
- toutes remarques utiles à l'analyse des données

Les **herbiers** sont caractérisés selon des critères simples :

- herbiers à *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* ou mixte (mélange des deux)
- appréciation visuelle qualitative de la densité et de la hauteur de la canopée
- présence de macro algues, espèce dominante
- signe d'eutrophisation ou de sédimentation
- état de santé (5 classes), évalué selon les critères globaux DCE

Au sein de l'herbier, lors de l'échantillonnage, **d'autres habitats** peuvent être rencontrés ; leur caractérisation est alors effectuée :

- sédiment : sable, sablo-vaseux, vase
- communautés algales
- corail vivant
- corail mort
- débris corallien
- roche

Les caractéristiques écologiques des sites d'études sont synthétisées dans les figures 3 et 4.

Date	27-sept-10	temp eau :	30	vent :	10 E	ciel :	dégagé						
Obs :	BG-GT-JC-DW	visibilité :	bonne	mer :	belle								
Site	GPS	situation	exposition agitations courants	Prof	substra t	Herbier sp dom	Densité	Hauteur	MacroA sp dom	sédimentation	eutrophisation	autres habitats	Objets
1	14 30 625 60 48 903	Pointe Ducassou	faible courant de fond	5	Sable m	mixte	m	20	m	f	F	n	calage vidéo essais
2	14 32 516 60 48 324	Nord caye Coq	oui	2	Sable m	Sf	f	30	f	f	F	S +DB	15 radiales R1,2,3 x 5P
Date	28-sept-10	temp eau :	30	vent :	10 SE	ciel :	dégagé						
Obs :	BG-GT-JC-DW	visibilité :	moyenne	mer :	belle								
Site	GPS	situation	exposition agitations courants	Prof	substra t	Herbier sp dom	Densité	Hauteur	MacroA sp dom	sédimentation	eutrophisation	autres habitats	Objets
3	14 30 52 60 49 15,3	Caye Macabou	non	2	S gr	mixte Sf	m	30	m	F	m	—	8 radiales R4,5 x 4P
4	14 31 22,1 60 49 11,9	Caye Macabou	non	1,5	S gr	mixte Sf	m	30	m	F	m	—	12 radiales R6,7,8 x 4P
5	14 32 35,4 60 49 14,2	Pointe Teogene Pointe Faula	non	8	S	Tt	f	20	m	m	f		calage vidéo n° 96
6	14 33 4,8 60 49 20,1	face Vauclin	houle	13				GPS arrivée	14 33 12 60 49 8,5				Vidéo tractée 20 mn - n°97
7	14 34 5,3 60 49 17,4	Face Pointe Vauclin	oui	15	S gr			GPS arrivée	14 34 22,2 60 49 10,8			algues cailloux	Vidéo tractée 20 mn - n°98

Figure 3 : synthèse des sites d'étude - 27 et 28 septembre 2010

Date	29-sept-10	temp eau :	30	vent :	15 SE	ciel :	dégagé						
Obs :	BG-GT-JC-DW	visibilité :	moyenne	mer :	agitée								
Site	GPS	situation	exposition agitations courants	Prof	substra t	Herbier sp dom	Densité	Hauteur	MacroA sp dom	sédimentation	eutrophisation	autres habitats	Objets
8	14 34 15,8 60 49 50,5	Baie des Mulets	abrité par la caye	3	S	S puis T puis M	F	30	f	F	f	—	calage vidéo n° 99
9	trace	Baie Mulets à Caye sautée	agitée	12 20	Baie des mulets à Pointe Vauclin : sable nu + ripple marks, Pte Vauclin : R + cailloux, puis algues								Vidéo tractée 40 mn-n°102
10	14 33 52,6 60 49 20,4	Baie Mulets à Caye sautée	agitée	18,5	S gr + R			GPS arrivée	14 33 194 60 49 9,2	P : 15,5			Vidéo tractée 20 mn-n°103
11	14 33 37,1 60 48 53,6	Caye sautée	agitée	13,5	S	Sf	f	30	F	f		alg + Tt	8 radiales R 9,10 11
12	14 33 21,2 60 49 18,5	Caye Sautée Vauclin	agitée	12,5	S			GPS arrivée	14 33 09,8 60 49 48,5	P : 5,3			Vidéo tractée 10 mn-n°104
Date	30-sept-10	temp eau :	30	vent :	10 E	ciel :	couvert						
Obs :	BG-GT-JC-DW	visibilité :	bonne	mer :	belle	puis	agitée						
Site	GPS	situation	exposition agitations courants	Prof	substra t	Herbier sp dom	Densité	Hauteur	MacroA sp dom	sédimentation	eutrophisation	autres habitats	Objets
13	14 33 9,1 60 49 2,0	Caye Sautée à Caye Coq	oui	13,5 15,5	Sable f vase	mixte			f cyano				Vidéo tractée 20 mn - n°105
14	14 30 42,9 60 48 48,9	Macabou	non	5 10	Sable m	Tt	F	30	Enteromorphe		Inexploitable FFF		Vidéo tractée 10 mn - n°106
15	14 32 06,0 60 48 47,5	Massy Massy bouée R	non	8	S f	Tt	m	30					calage vidéo 20'-n107-108
16	14 32 12,6 60 48 54,5	face Pointe Athanase		10						arrivée	P: 11 m		Vidéo tractée 20 mn-n°109
17	14 32 20,9 60 48 30,2	Caye Coq	non	12	S fin	m	m	30	—	—		S+DB	12 radiales R12 à 15x3P

Figure 4 : synthèse des sites d'étude - 29 et 30 septembre 2010

4 Prospection en scaphandre autonome

4.1 Unité d'échantillonnage

Afin d'obtenir des résultats qui puissent être comparés à ceux obtenus dans la zone caraïbe, nous avons choisi la méthode la plus utilisée pour le suivi des populations de lambi. Elle consiste à réaliser des transects de 100 m de long avec une observation de 1 m de large de chaque côté du transect ; ainsi chaque plongeur étudie une superficie de 200 m².

Cette superficie de **200 m²** constitue donc l'**unité d'échantillonnage**.

4.2 Transect

Pour chaque station des transects parallèles de 200 m² isobathymétriques ont été réalisés.

Les plongeurs positionnés à équidistance, à 1 m au dessus du fond, observent la présence de lambis sur une largeur de 2 m, matérialisée par une pige tenue au dessus du fond. Une bobine de fil coton de 100 m de long est déroulée durant le déplacement. Au sein de cette bande de deux mètres le plongeur recense tous les individus vivants ou morts observés jusqu'à la fin de la bobine de fil de 100 m.

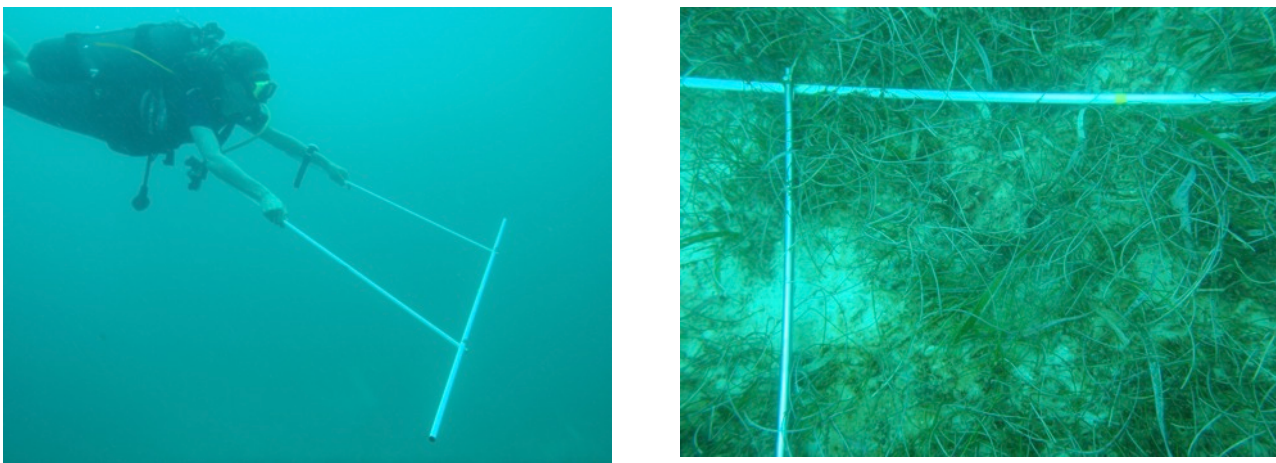


Figure 5 : pige d'observation

Les secteurs d'herbier ont été prospectés en apnée dans les deux premiers mètres, afin de pouvoir augmenter l'effort d'échantillonnage et en scaphandre autonome entre 2 m et la limite inférieure de l'herbier.

Le protocole utilisé a respecté la réglementation en vigueur relative au travail en milieu hyperbare.

L'effort d'échantillonnage a été fonction des conditions météorologiques, de la visibilité, de la courantologie, de la densité en lambi et de la profondeur.

55 radiales ont pu être réalisées, soit une superficie échantillonnée en scaphandre autonome de 11 000 m².

Les transects ont été réalisés aléatoirement autour des cayes citées, au sein de l'herbier, par tranches bathymétriques.

Les coordonnées GPS de chaque transect ont été notées.

Cette prospection a permis, de plus, de caractériser de grands secteurs échantillonnés. Pour chaque transect le nombre de lambis, le type d'habitat, les alternances et la profondeur sont notées.

5 Prospection vidéo

Une étude des populations de lambi a été réalisée en 8 sites de Guadeloupe par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Guadeloupe (CRPMEMG), en utilisant des moyens vidéo (Chalifour 2008) entre 0 et 25 m de profondeur. Le protocole utilisé présente l'avantage de pouvoir échantillonner de grandes surfaces en un temps raisonnable sur le terrain, pour un coût modéré, en s'affranchissant des contraintes du travail en milieu hyperbare. Toutefois la précision des résultats obtenus n'a pas été confrontée à des observations réalisées en direct par des plongeurs.

Le CRPMEMG a mis gracieusement à notre disposition ses moyens vidéo afin que l'on puisse mener à bien cette étude. De plus, J. Chalifour qui a réalisé le travail en Guadeloupe s'est joint à notre équipe pour réaliser le travail de terrain en Martinique, et dépouiller les images réalisées lors des transects de calage de la méthodologie.

Nous avons donc utilisé une **caméra numérique sous-marine** Panasonic 1/3" CDD, d'une résolution de 752x582 pixels. Cette caméra vidéo est insérée dans une structure protectrice, munie d'un aileron. Elle est

reliée à la surface par un câble d'alimentation, et par un câble vidéo. Des **enregistrements vidéo** sont réalisés en continu et visionnés simultanément sur un lecteur vidéo portable Archos 7, muni d'un écran de 7" et d'un disque dur interne.

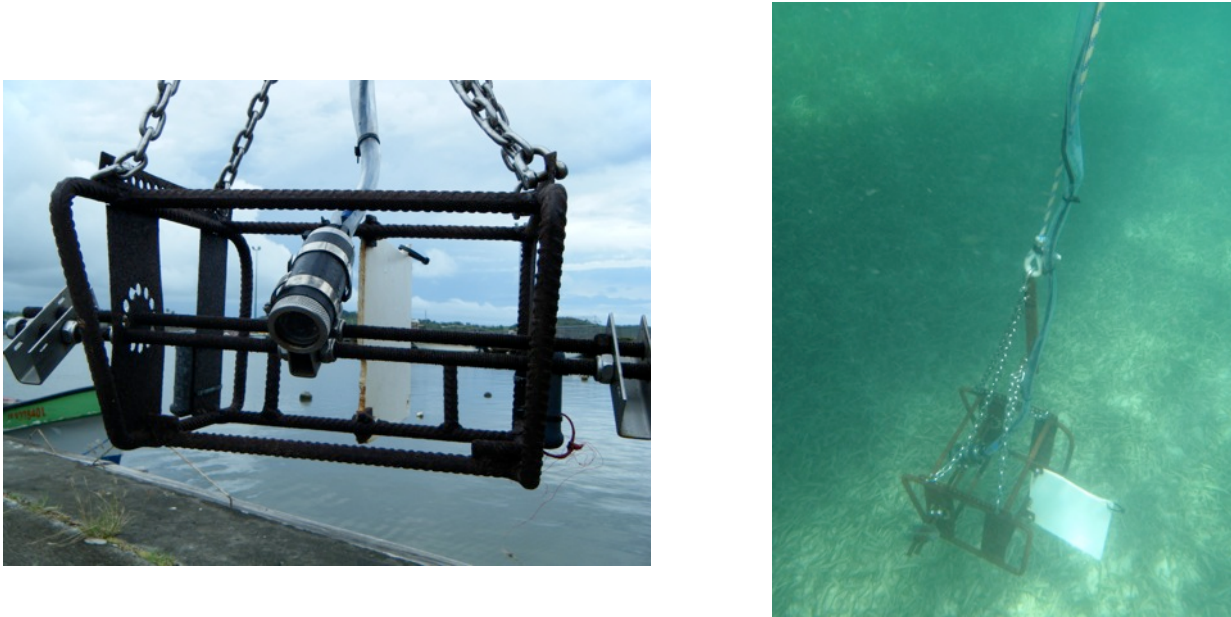


Figure 6 : caméra numérique sous-marine Panasonic 1/3" CDD

La caméra est immergée à la verticale du bateau. Des transects d'une durée de 10 mn sont réalisés à une vitesse comprise entre 1 et 1,5 nœuds en tractant la caméra lestée en fonction de la profondeur. Un relevé GPS est réalisé et enregistré tout au long du tournage, et permet de déterminer la longueur exacte du transect.

La vitesse du bateau est maintenue autant que possible constante mais elle peut être influencée par le vent et le courant de surface, et elle doit parfois être modifiée afin de maintenir la caméra dans l'axe selon le courant de fond et pour éviter les obstacles en navigation et au fond.

Le lestage de la caméra est réalisé grâce à des plombs de plongée fixés à l'armature de protection.

Cette armature est reliée à la surface par une corde qui permet à un opérateur surface de maintenir la caméra à une distance constante au dessus du fond, de l'ordre de 2 m.

La caméra utilisée ne dispose pas de pointeurs lasers permettant de mesurer de façon précise la largeur observée du champ. De plus ces pointeurs lasers se révèlent inopérants dans les petits fonds où la luminosité est trop forte pour les déceler. La largeur du champ est donc estimée en direct sur l'écran vidéo et *a posteriori* sur les enregistrements vidéo. Elle est de l'ordre de 2 m lorsque la caméra est maintenue à 2 m au dessus du fond.

La taille de l'écran de l'enregistreur utilisé et la vitesse de défilement ne permettent pas de réaliser de comptage de lambi fiable à bord ; l'observation en direct permet toutefois de contrôler la hauteur de la caméra au dessus du fond et d'anticiper l'arrivée d'obstacles éventuels.

Les vidéos sont dépouillées *a posteriori* au bureau via un logiciel permettant de ralentir le défilement de l'image selon les besoins. La largeur du champ filmé est estimée visuellement durant tout le visionnage, et les modifications sont notées en fonction du temps de défilement. La superficie échantillonnée par chaque transect caméra peut ainsi être estimée en fonction de la largeur de champ et du temps d'observation.

6 Calage de la méthode vidéo

Afin d'évaluer la possibilité d'étendre cette méthodologie à de grands secteurs, selon la bathymétrie et le type de milieu rencontré, nous avons souhaité comparer les résultats de comptage d'individus réalisés *a posteriori* au laboratoire sur images enregistrées, aux comptages obtenus par des plongeurs en direct dans le milieu marin.

Pour cela, la caméra est immergée à la verticale du bateau alors que les plongeurs sont déjà en position au dessus du substrat. Les relevés par caméra immergée sont réalisés à une vitesse plus lente (<1nd) que celle habituellement utilisée afin que les plongeurs puissent suivre à la palme le déplacement du bateau. Les images sont enregistrées (dépouillées ultérieurement en surface), pendant que les plongeurs suivent simultanément le tracé exact de la caméra et comptent l'ensemble des lambis qu'ils observent. Afin de vérifier la validité des observations en plongée, mais également pour la sécurité, deux plongeurs se suivent et comptent l'ensemble des individus.

Les données de comptages vidéo et plongeurs sont comparées *a posteriori* après dépouillement des images.

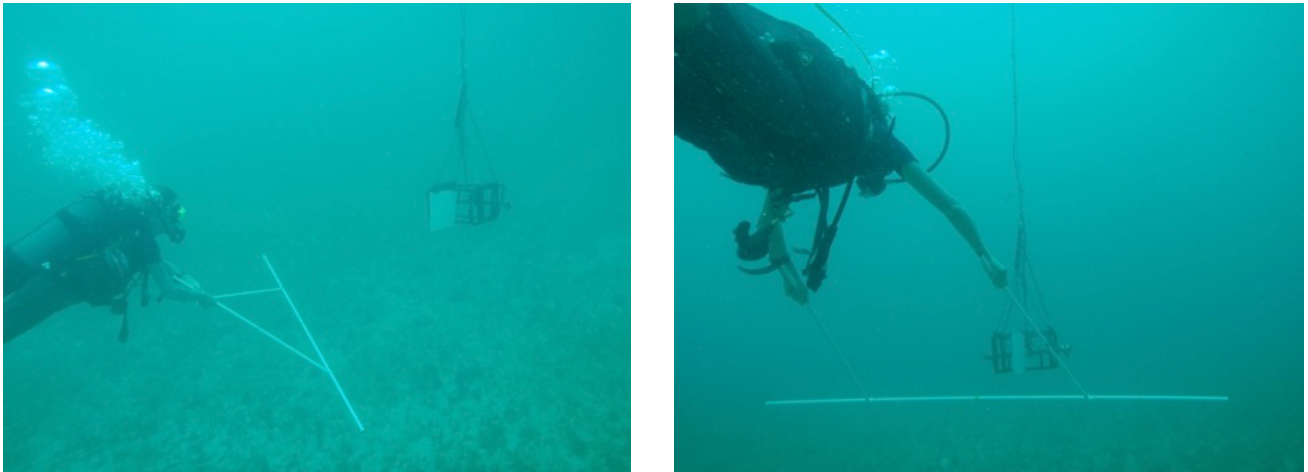


Figure 7 : calage de la méthode vidéo

7 Caractérisation des individus

Tous les individus rencontrés en plongée sous-marine sont caractérisés :

- Vivant ou mort
- Longueur
- Pavillon : absent, < ou > à 2 mm d'épaisseur
- Profondeur d'observation
- Milieu
- Caractérisation de l'herbier
- Proximité d'autres individus

La longueur de la coquille est mesurée au cm près de l'apex au bord le plus éloigné du canal siphonal antérieur. Les classes de formation du pavillon sont celles retenues par Rathier, selon le Cahier des Charges.

C. Résultats et analyses

1 Relevés en scaphandre autonome

1.1 Situation des sites d'étude

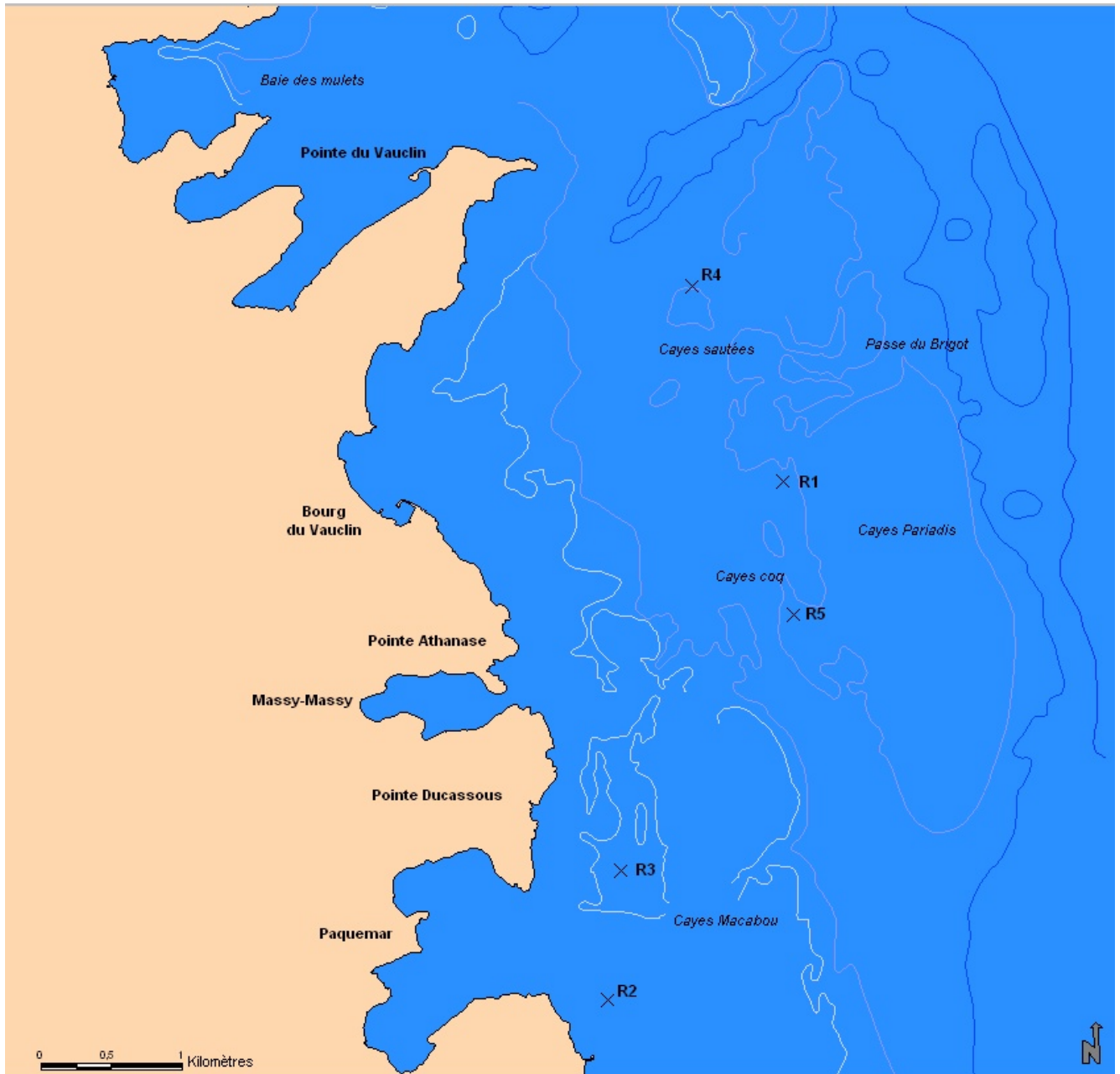


Figure 8 : situation des radiales réalisées en scaphandre autonome

1.2 Estimation des densités

1.2.1 Densités totales

Sur l'ensemble de la zone, 55 radiales de 200 m² ont pu être réalisées en plongée sous-marine, soit une superficie échantillonnée en scaphandre autonome de 11000 m². L'abondance totale pour cette superficie est de 71 *S. gigas* vivants, ce qui correspond à une densité de **64 individus vivants à l'hectare**, avec un écart type de 80, **toutes classes de taille confondues**.

La valeur de l'écart type particulièrement élevée reflète la variabilité de la répartition des individus au sein des radiales, leur densité variant de 0 à 8 individus pour 200 m², soit une densité moyenne observée de 1,3 *S. gigas* pour 200 m² avec un écart type de 1,6.

L'abondance est de 22 individus adultes vivants pour 11000 m² ce qui correspond à une densité de **20 individus adultes vivants à l'hectare**. Cette densité en adultes reproducteurs est très inférieure à la densité critique nécessaire à un renouvellement des stocks ; elle diminue la probabilité des chances pour un adulte reproducteur de rencontrer un partenaire. De faibles densités d'adultes conduisent à l'échec de la reproduction qui affecte le rétablissement des populations épuisées.

Le succès reproductif de l'espèce est conditionné à une densité minimale de population, estimée à 56 individus à l'hectare (Stoner and Ray-Culp 2000) mais revue à 200 individus en Floride.

Ce phénomène est attribué à l'**effet "Allee"**, selon lequel des taux négatifs de croissance de population apparaissent sous un niveau critique de population. Pour le lambi, l'absence de reproduction dans les populations de faible densité est due principalement à l'absence de rencontres entre femelles et mâles. Stoner et Ray-Culp (2000) ont observé que la reproduction augmente proportionnellement avec la densité (et donc une probabilité accrue de rencontres) et reste stable à une densité voisine de 200 ind./ha.

1.2.2 Densités par secteurs

Les transects sont réalisés en **3 secteurs** ; la baie des mulets n'a pu être échantillonnée en plongée sous-marine, l'agitation étant trop forte sur le site le dernier jour d'échantillonnage.

site	lieu	prof	surf	S. gigas	mort	densité	ecart-type
2	Caye Coq	2	3000	16	13	53,3	81,2
17	Caye Coq	12	2400	30	11	125,0	110,0
3 et 4	Caye Macabou	2	4000	17	162	42,5	56,8
11	Caye Sautée	13	1600	8	6	50,0	26,7
Total			11000	71	192	64,5	80,3

Figure 9 : densité de *S. gigas* par secteurs

L'estimation des densités par secteurs indique que la densité à l'hectare est la plus élevée à caye Coq et la plus faible à caye Macabou. Caye Sautée présente une densité intermédiaire aux autres sites, avec une variabilité moins forte, mais une surface échantillonnée inférieure.

1.2.3 Densités par profondeurs

7000 m² sont échantillonnés à une profondeur inférieure à 5 m où 35 *S. gigas* sont dénombrés et 20 *S. gigas* sont observés dans 4000 m² échantillonnés entre 10 et 15 m de profondeur ; la densité moyenne de *S. gigas* est de 0,9 individus pour 200 m² (+/- 1,3) à moins de 5 m de profondeur, et de 1,9 individus pour 200 m² (+/- 1,9) pour des profondeurs comprises entre 10 et 15 m.

La densité moyenne est donc deux fois supérieure entre 10 et 15 m qu'entre 0 et 5 m. Cette différence pourrait provenir d'une plus faible accessibilité des individus pour les pêcheurs, tant du fait de la profondeur que de l'éloignement des sites à la côte. Les petits fonds d'accès directs depuis la plage font l'objet d'une fréquentation supérieure car nécessitant des moyens simple pour y parvenir.

1.2.4 Densités par types de milieu

La répartition de *S. gigas* par **type de milieu** est analysée ; 6 types de milieux ont été rencontré lors de nos transects : herbier à *Thalassia testudinum*, herbier à *Syringodium filiforme*, herbier mixte, sable, algues, débris coralliens.

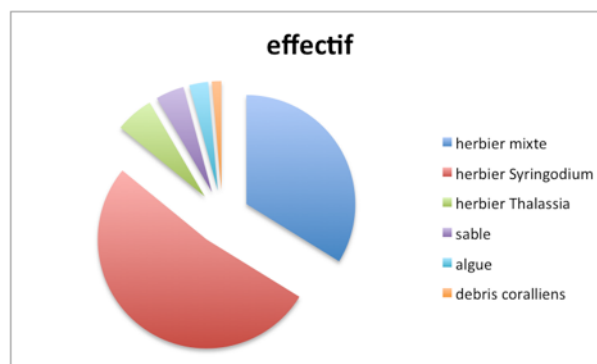


Figure 10 : répartition par type de milieux

Plus de la moitié des *S. gigas* se rencontrent dans des herbiers à *Syringodium*, 34 % dans des herbiers mixtes et 5,6 % dans des herbiers à *Thalassia*.

Toutefois, la superficie échantillonnée au sein des différents milieux n'est pas identique ; l'échantillonnage initialement programmé n'a pu être réalisé du fait d'une non correspondance des biocénoses sur le terrain avec la cartographie disponible.

1.3 Répartition par classes de taille

La structure de la population peut être décrite en utilisant la distribution en catégories de taille / âge. Les classes de taille sont établies sur la base des données bibliographiques ; les lambis recensés sont répartis entre 4 classes de taille :

- juvéniles, inférieurs à 10 cm
- jeunes de taille comprise entre 10 et 15 cm
- préadultes de taille comprise entre 15 et 20 cm
- reproducteurs ayant une taille supérieure à 20 cm

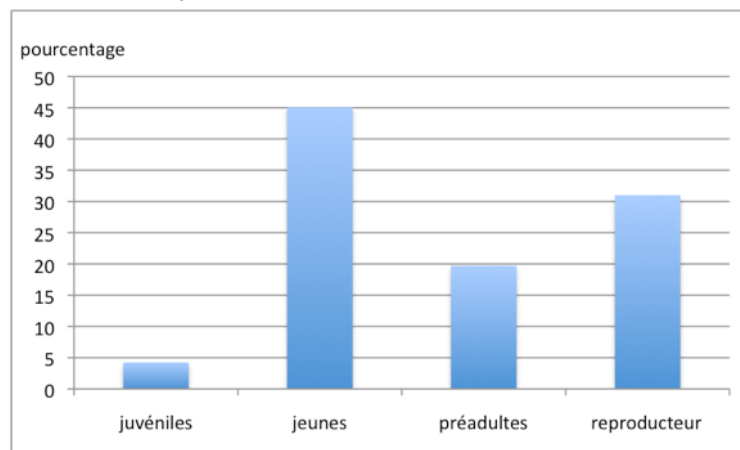


Figure 11 : répartition par classes de taille

Sur les 71 individus échantillonnés, 22 sont des adultes reproducteurs, soit 31 % de l'échantillon.

Les juvéniles sont très peu observés ; toutefois, ces individus de petite taille (inférieure à 10 cm) sont difficilement observables et ont un comportement fouisseur à cet âge.

69 % des individus échantillonnés sont donc sexuellement immatures.

L'effectif est constitué principalement de jeunes individus, d'une taille comprise entre 10 et 15 cm (45%).

Les classes de formation du pavillon sont celles retenues par Rathier, selon le Cahier des Charges. Toutefois, l'analyse ultérieure de la bibliographie nous a indiqué qu'une épaisseur du pavillon supérieure à 5 mm indique l'atteinte de l'âge adulte. L'utilisation de classe inférieure ou supérieure à 2 mm en épaisseur n'apporte aucune information et n'est donc pas traitée ici.

1.4 Individus morts

202 individus morts ont été comptés sur la surface échantillonnée. Leur répartition est hétérogène, la caye Macabou présentant deux sites d'exploitation de l'espèce, où 153 lambis ont été trouvés en tas à moins de deux mètres de profondeur.

taille (cm)	classe	effectif	%
<= 10	juvéniles	0	0,00
<= 15	jeunes	42	20,79
<= 20	préadultes	39	19,31
>20	reproducteur	121	59,90
	Total	202	100

La répartition des individus morts par classes de taille indique que 60% des individus sont des adultes reproducteurs.

Aucun juvénile mort n'a été observé.

40% des individus morts sont des jeunes ou préadultes.

Une distinction est faite entre les individus morts de mort naturelle (coquille non trouée) des individus pêchés (coquille trouée pour séparer la chair de la coquille).

1.4.1 Mort naturelle

taille (cm)	classe	effectif	%
<=10	juvéniles	0	0,00
<= 15	jeunes	9	20,93
<= 20	préadultes	21	48,84
>20	reproducteur	13	30,23
	Total	43	100

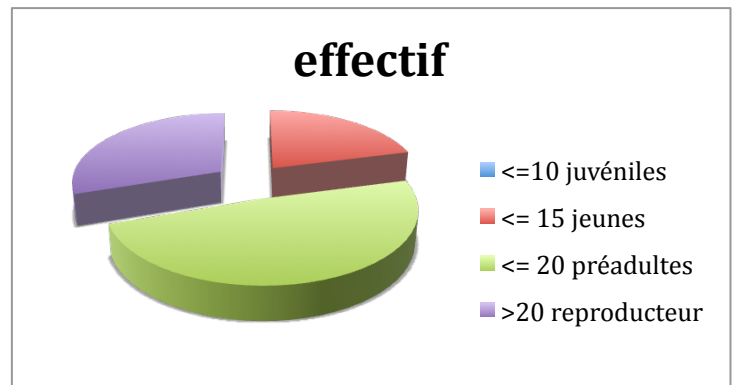


Figure 12 : mortalité naturelle - classes de taille

30 % des coquilles vides trouvées ont une taille supérieure à 20 cm, 70 % représentent des jeunes ou des préadultes ; la mortalité naturelle est supérieure dans les premières années, la coquille étant plus fragile et l'animal moins apte à se protéger.

1.4.2 Mortalité due à la pêche

taille (cm)	classe	effectif	%
<=10	juvéniles	0	0,00
<= 15	jeunes	33	20,75
<= 20	préadultes	18	11,32
>20	reproducteur	108	67,92
	Total	159	100

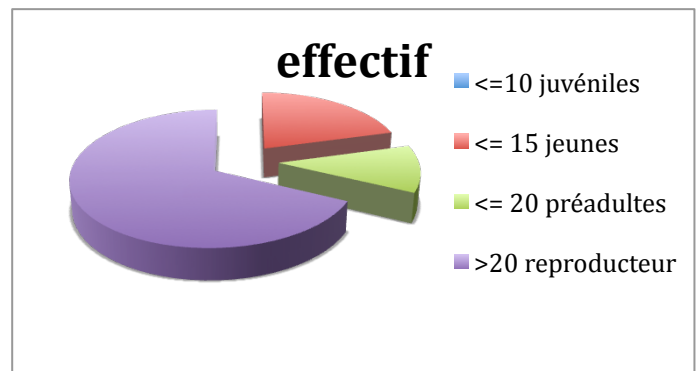


Figure 13 : mortalité due à la pêche : classes de taille

Un tiers des coquilles exploitées mesurées dans la zone d'étude correspondent à des individus d'une taille **inférieure à 20 cm, immatures, et interdits de prélèvement**. Ces coquilles trouvées dans des secteurs de faible profondeur et abrités ne proviennent pas forcément d'un périmètre rapproché ; elles se présentent en tas, rejetés de l'embarcation où la chair de l'animal a été extraite de la coquille.

1.5 Autres espèces de *Strombus*

5 *Strombus* adultes vivants **d'autres espèces** ont été comptabilisés sur 11000 m² : 1 *S. gallus*, 1 *S. raninus*, 3 *S. costatus*. Tous ces spécimens se trouvaient à des profondeurs supérieures à 10 m à **Caye Coq et Caye Sautée**.

Les spécimens de *S. gallus* et *S. raninus* et 1 *S. costatus* ont été observés à Caye Coq.

S. costatus est présent à Caye Sautée où 29 individus morts ont pu être comptabilisés dans le milieu entre 10 et 15 m de profondeur. Ces individus, morts de mort naturelle (coquille non percée) ont des tailles comprises entre 10 et 15 cm de longueur.

1.6 Informations complémentaires sur la zone d'étude

Un développement alarmant d'algues filamenteuses du genre *Chaetomorpa* recouvrant totalement l'herbier sur des surfaces très étendues a été noté le 30 septembre 2010, au niveau de Macabou, entre 5 et 10 m de profondeur (site 14, coordonnées 14 30 42,9N – 60 48 48,9W).



L'épaisseur de ces algues était telle qu'aucune observation de l'herbier ou de la faune associée n'était possible en ce secteur.

Ces développements algaux sont très souvent signe d'eutrophisation, d'apports excessifs dans le milieu de matière organique, en provenance des zones de culture en amont ou d'autres activités humaines.

Figure 14 : développement de *Chaetomorpha* à Macabou

2 Relevés par caméra immergée

2.1 Situation des prospections

Au total, 10 sites ont été prospectés par caméra immergée. Ces sites sont positionnés sur la figure 15.

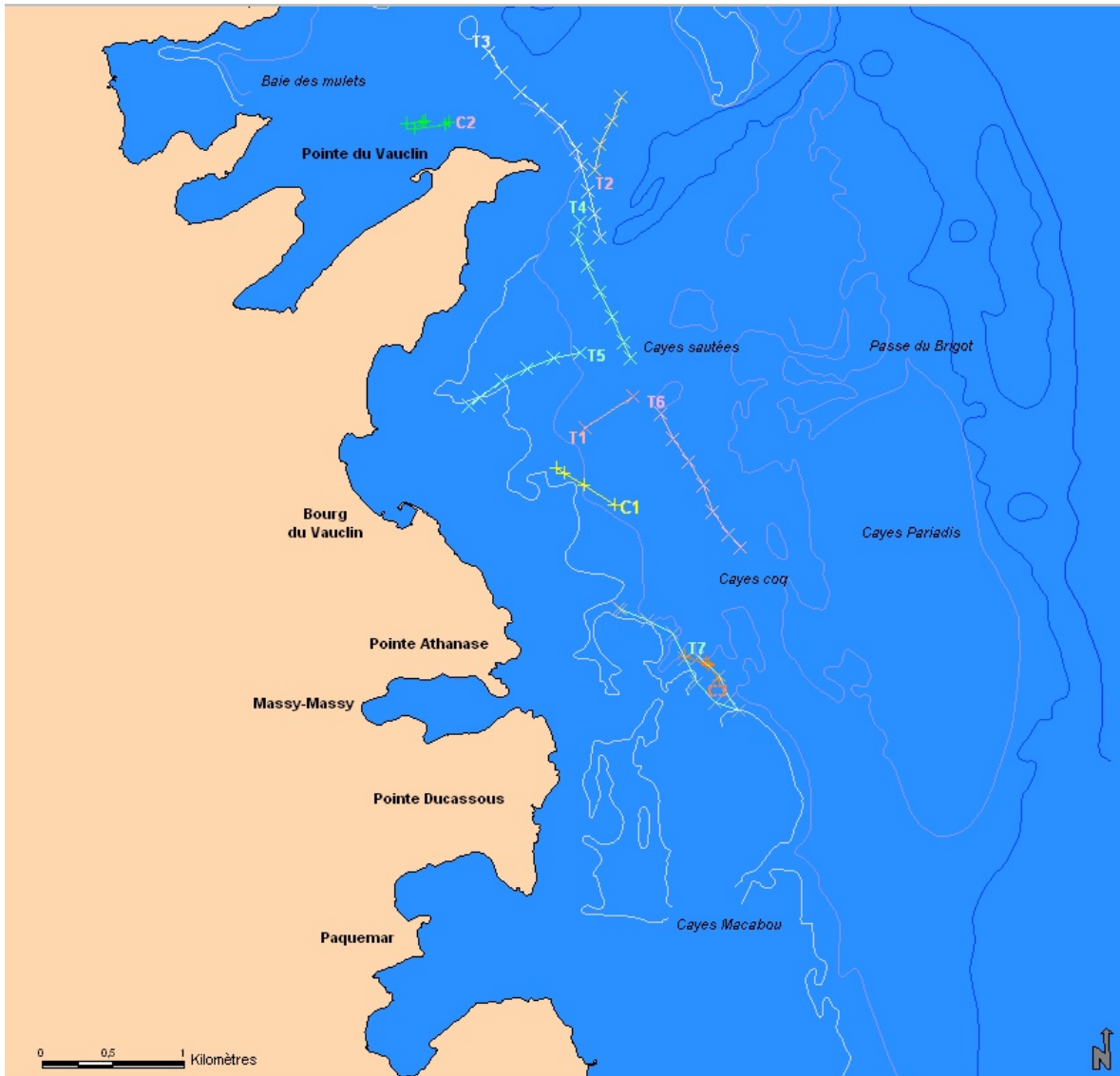


Figure 15 : cartographie des sites étudiés par caméra immergée

2.2 Résultats des observations par caméra immergée

10 transects vidéo correspondant à 8728 m linéaires d'enregistrement ont été réalisés, dont 3 vidéos de calage au cours desquelles des comptages directs en plongée sous-marines ont été effectués.

Chaque enregistrement vidéo fait l'objet d'un dépouillement au bureau : la vidéo est visualisée sur grand écran avec une vitesse de défilement 3 à 4 fois moins rapide en fonction des biocénoses rencontrées ; une vidéo de 20 minutes, nécessite donc 1 h à 1 h 20 d'observation. Certaines séquences font l'objet de plus de double visionnage et discussion.

Chaque vidéo fait l'objet d'une fiche sur laquelle la largeur du champ d'observation est notée en fonction du temps de défilement. La superficie échantillonnée par chaque transect caméra est estimée en fonction de la largeur de champ, du temps d'observation et de la vitesse de déplacement de la caméra. Chaque lambi observé est noté, une capture d'écran est réalisée, et sa classe de taille est si possible évaluée.

Un exemple de fiche de dépouillement figure en annexe 2.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Numéro Site	Noms carte	situation	prof.	VIDEO	Durée (mn sec)	longueur (ml)	surface observée (m2)	Strombus gigas vivants				milieu dominant	Strombus gigas morts				
								juvénile	sub-adulte	adulte	indét		juvénile	sub-adulte	adulte	indét	
5	C1	Pointe Teogene Pointe Faula	8	96	calage	492	984,0	4	0	1	2	herbier clairsemé	0	0	0	3	
6	T1	Face Vauclin	13	97	20:38	412	605,2	0	0	1	0	herbier clairsemé / sable	0	0	0	0	
7	T2	Face Pointe Vauclin	15	98	20:03	559	917,7	0	2	0	0	Sable grossier, cailloux et algueraie	0	1	1	0	
8	C2	Baie des Mulets	3	99	calage	589	1178,0	10	0	0	0	herbier	0	0	0	0	
9	T3	Baie des Mulets à Caye Sautée	12 à 20	102	16:12	1586	3010,2	0	0	2	0	sable et vase	0	0	0	0	
10	T4	Baie des Mulets à Caye Sautée	18,5	103	19:05	1058	1717,7	0	0	0	1	Sable grossier, cailloux et algueraie	0	0	0	0	
12	T5	Caye Sautée au Vauclin	12,5	104	10:30	891	1432,0	0	1	1	0	herbier	0	0	0	0	
13	T6	Caye Sautée à Caye Coq	13,5 à 15,5	105	19:47	1116	2007,3	0	0	0	1	Sablo vaseux	0	0	0	0	
15	C3	Massy-Massy	8	107-108	calage	358	716,0	2	0	0	0	Herbier / sable	0	1	0	0	
16	T7	Face Pointe Athanase	10	109	25:07	1667	2686,9	0	1	1	0	Herbier / sable	0	0	0	0	
TOTAL							8728	15255,0	16	4	6	4		0	2	1	3

Figure 16 : synthèse des résultats obtenus par caméra vidéo et plongeurs lors des calages

30 *Strombus gigas* vivants ont été dénombrés sur une surface observée de 15255 m², ce qui correspond à une densité de **19,6 individus à l'hectare**. Cette évaluation prend en compte les lambis observés de façon directe par les plongeurs lors des plongées de calage vidéo; elle optimise donc le résultat par rapport à une évaluation qui aurait pris en compte les comptages issus des observations vidéo des trois transects de calage qui sont moins performants.

En Guadeloupe, la densité moyenne mesurée à partir d'images issues d'une caméra tractée est de 26,9 individus à hectare, toutes classes de taille confondues (Chalifour 2010).

Les densités de lambis estimées dans différentes études sont extrêmement variables en fonction des localisations, de la méthode employée, du statut de la pêcherie. A titre indicatif, un tableau non exhaustif reprenant des résultats issus de différentes études figure en annexe 3.

La longueur des transects réalisés est variable en fonction des variations de la vitesse du bateau, fonction du courant, de la houle de surface, de la profondeur d'observation. La nature des fonds est variable au sein même des transects mais les limites de la méthodologie (abordées dans le paragraphe suivant) nous conduisent à ne pas analyser les résultats en fonction de la surface des différents types de fond observés.

Afin d'étudier la répartition entre les différentes classes de taille nous utilisons uniquement les résultats issus des observations vidéo afin de ne pas surestimer la proportion des juvéniles, mieux observés par les plongeurs.

Numéro Site	Noms carte	situation	prof.	VIDEO	<i>Strombus gigas</i> vivants				milieu dominant	<i>Strombus gigas</i> morts			
					juvénile	sub-adulte	adulte	indét		juvénile	sub-adulte	adulte	indét
5	C1	Pointe Teogene Pointe Faula	8	96	4	0	1	0	herbier clairsemé	0	0	0	3
6	T1	Face Vauclin	13	97	0	0	1	0	herbier clairsemé / sable	0	0	0	0
7	T2	Face Pointe Vauclin	15	98	0	2	0	0	Sable grossier, cailloux et algueraie	0	1	1	0
8	C2	Baie des Mulets	3	99	1	1	1	0	herbier	0	0	0	0
9	T3	Baie des Mulets à Caye Sauté	12 à 20	102	0	0	2	0	sable et vase	0	0	0	0
10	T4	Baie des Mulets à Caye Sauté	18,5	103	0	0	0	1	Sable grossier, cailloux et algueraie	0	0	0	0
12	T5	Caye Sauté au Vauclin	12,5	104	0	1	1	0	herbier	0	0	0	0
13	T6	Caye Sauté à Caye Coq	13,5 à 15,5	105	0	0	0	1	Sablo vaseux	0	0	0	0
15	C3	Massy-Massy	8	107-108	2	0	0	0	Herbier / sable	0	1	0	0
16	T7	Face Pointe Athanase	10	109	0	1	1	0	Herbier / sable	0	0	0	0
TOTAL					7	5	7	2	21	0	2	1	3

Figure 17 : synthèse des résultats obtenus uniquement par vidéo

Sur images vidéo, la répartition entre les différentes classes de taille pour les 21 individus vivants observés est la suivante :

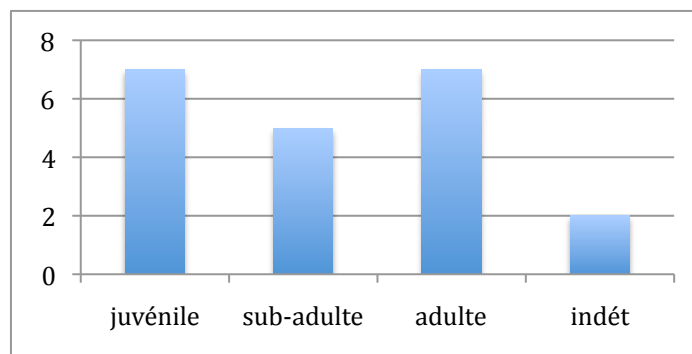


Figure 18 : répartition de *S. gigas* entre les différentes classes de taille (observations vidéo)

La distinction entre sub-adultes et adultes est délicate sur image et ces résultats sont à prendre avec réserve. Les juvéniles observés représentent un tiers de l'effectif ; cet effectif étant très faible il n'est pas possible d'aller plus loin dans l'interprétation des données.

Le type de milieu dans lequel chaque individu est observé est noté.

site	Prof	classe de taille	milieu
5	8	juv	herbier clairsemé
5	8	juv	herbier clairsemé
5	8	juv	herbier clairsemé
5	8	juv	herbier dense
5	8	adulte	herbier dense
6	13	adulte	herbier clairsemé
7	15	sub adulte	sable grossier
7	15	sub adulte	sable grossier
8	3	juv	herbier mixte
8	3	sub adulte	herbier dense
8	3	adulte	herbier mixte
9	15	adulte	sable grossier
9	15	adulte	sable grossier
10	18,5	indéterminé	sable grossier
12	12,5	adulte	herbier clairsemé
12	12,5	sub adulte	herbier dense
13	15	indéterminé	sablo-vaseux
15	8	juv	herbier mixte
15	8	juv	herbier mixte
16	10	adulte	sable
16	10	sub adulte	herbier dense

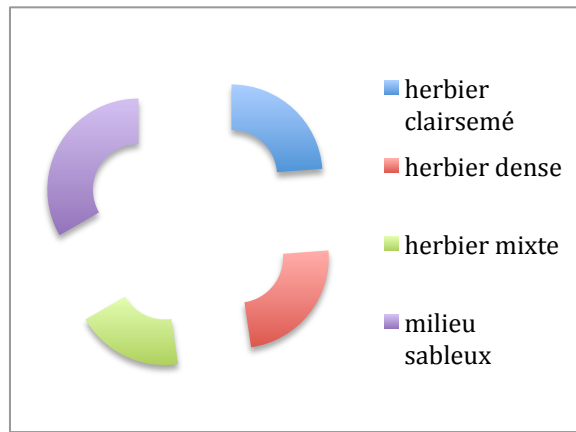


Figure 19 : répartition de *S. gigas* selon le milieu (observations vidéo)

La répartition des *S. gigas* vivants sur vidéo est similaire entre les différents milieux. Toutefois les *preferenda* de vie de l'espèce permettent de supposer que l'abondance de *S. gigas* dans l'herbier est supérieure mais que les feuilles des phanérogames dissimulent les individus à l'observation.

	herbier clairsemé	herbier dense	herbier mixte	sable	total
juvénile	3	1	3		7
sub adulte		3		2	5
adulte	2	1	1	3	7
indéterminé				2	2
Total	5	5	4	7	21

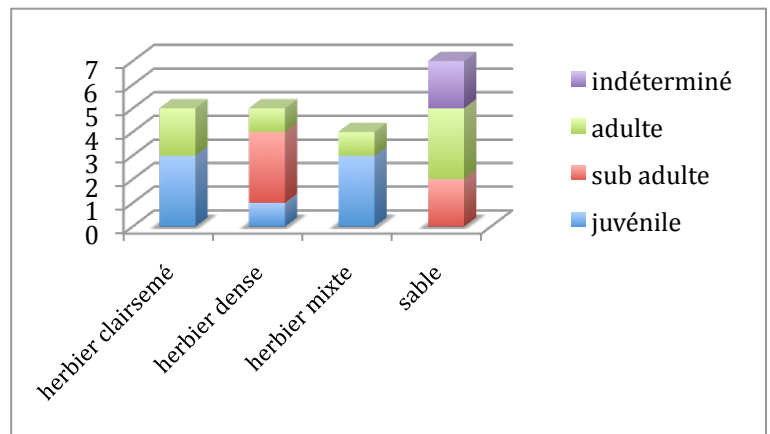


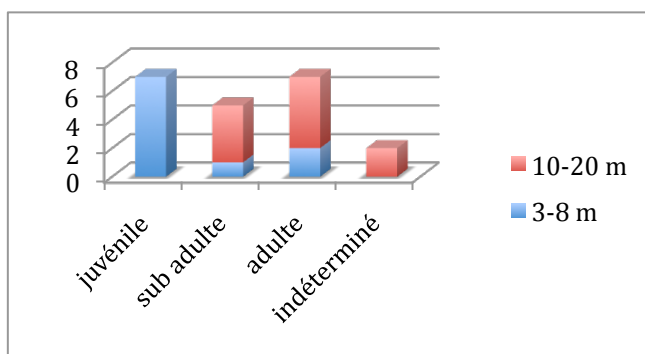
Figure 20 : relation classes de taille – milieu (observations vidéo)

Deux tiers des lambis observés sont dans l'herbier, un tiers en milieu sableux.

Toutes les observations de juvéniles sont réalisées dans l'herbier, malgré la petite taille des individus. Aucun juvénile n'a été observé sur milieu sableux, en adéquation avec l'éthologie de l'espèce.

Les sub-adultes sont observés dans l'herbier dense et sur le sable.

Des adultes sont observés dans tous les milieux.



La répartition selon la profondeur indique que toutes les classes de tailles sont observées entre 3 et 8 m de profondeur, mais aucune observation de juvénile n'est effectuée au delà de 10 m de profondeur.

Figure 21 : relation classes de taille - profondeur (observations vidéo)

3 Comparaison qualitative et quantitative des deux méthodologies

3.1 Résultats obtenus

Trois transects de comparaison de méthodologie ont été réalisés ; deux plongeurs suivent sous l'eau la caméra qui enregistre des images qui seront dépouillées au laboratoire par un observateur indépendant ; les résultats de comptages obtenus en observation directe par les plongeurs et sur enregistrements vidéo sont les suivants.

Numéro Site	Nom carte	situation	longueur (metres linéaire)	prof.	surface observée (m2)	S. gigas observés	
						plongée	caméra
5	C1	Pointe Teogene Pointe Faula	492	8	984	10	5
8	C2	Baie des Mulets	589	3	1178	10	3
15	C3	Massy-Massy	358	8	716	3	3

Figure 22 : résultats comparatifs des deux méthodologies employées

La **différence** du nombre de lambis observés avec les deux méthodes varie **du simple au triple**.

Les comptages réalisés par les deux plongeurs sont par contre identiques.

L'observation des lambis sur enregistrements vidéo est directement liée au type de milieu étudié. Sur **substrat nu**, sable fin à grossier ou vase, la présence d'individus sur le substrat est décelable, car **non masquée par de la végétation**. L'observation peut être facilitée par l'éclairage, et de bons opérateurs en surface qui maintiennent la caméra à une bonne distance du fond. Toutefois, bien que l'observation d'individus soit susceptible d'être plus aisée car non dissimulée par la flore, ou non confondable par le relief dû aux graviers, la **turbidité est souvent supérieure du fait même de la nature du fond**. La forme et la couleur des coquilles de lambis, la présence d'épibiontes sur leur coquille rendent l'observation difficile sur les images, contrairement aux astérides dont l'observation du fait de leur forme géométrique est aisée.

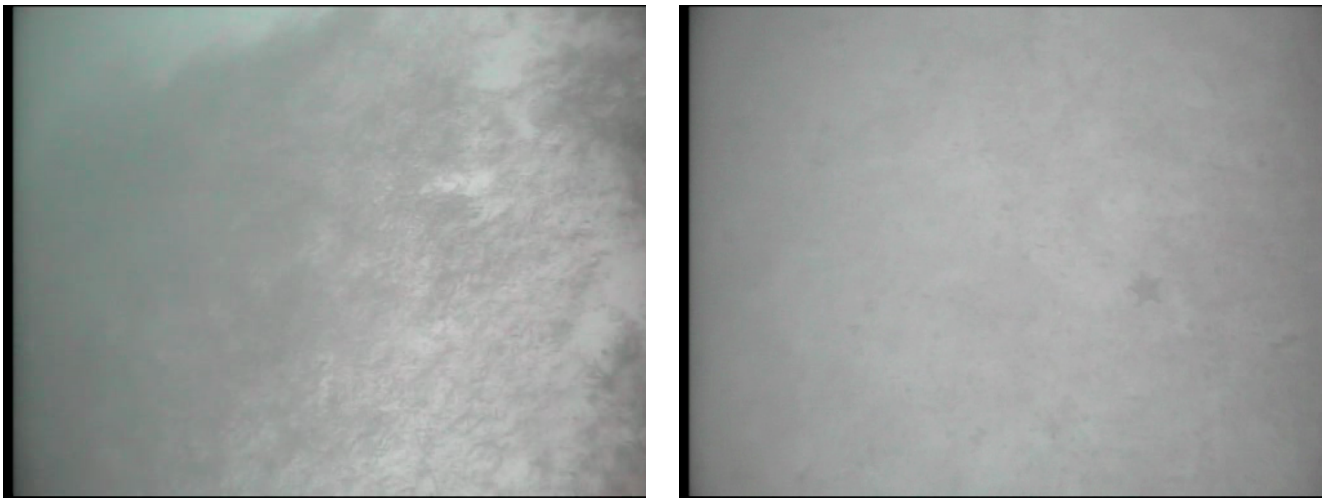


Figure 23 : images vidéo de S. gigas et astéride sur du sable, turbidité élevée

Sur des fonds présentant des cailloux et graviers, la présence est décelable mais peut être parfois confondue avec des cailloux présents.

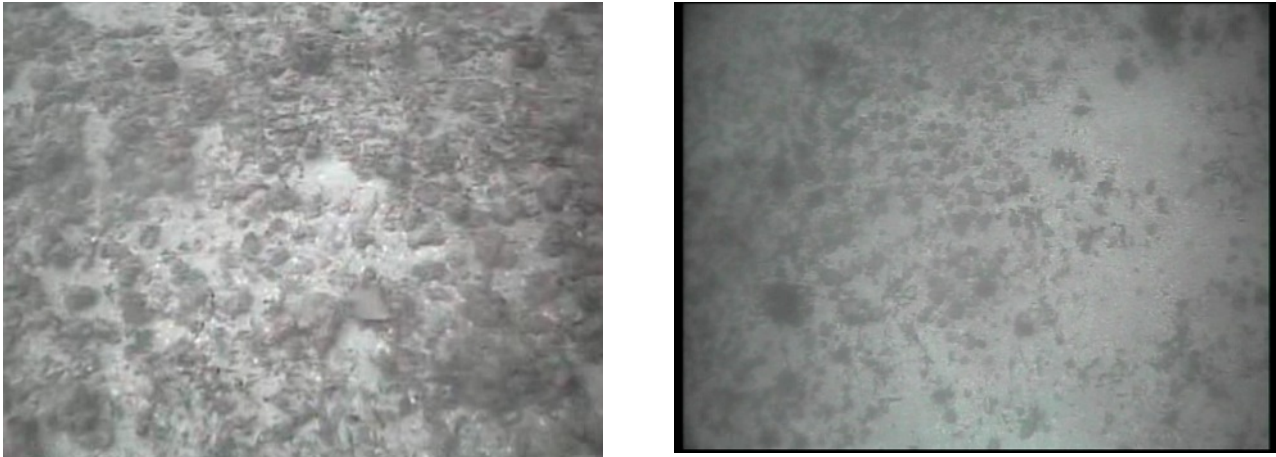


Figure 24 : images vidéo de *S. gigas* sur substrat sable - gravier

Dans des écosystèmes herbiers, l'observation est fonction de l'espèce présente, de la densité et de la longueur des feuilles ; *Syringodium filiforme* présente des feuilles très fines, qui même si elles sont denses ne peuvent gêner l'observation. Par contre *Thalassia testudinum* présente des feuilles larges, parfois assez longues, bougeant avec la houle.

L'observation de lambis sur enregistrements vidéo est possible dans des herbiers à *S. filiforme*, ou des herbiers à *T. testudinum* peu denses, de préférence à faible profondeur afin d'avoir un bon éclairage.

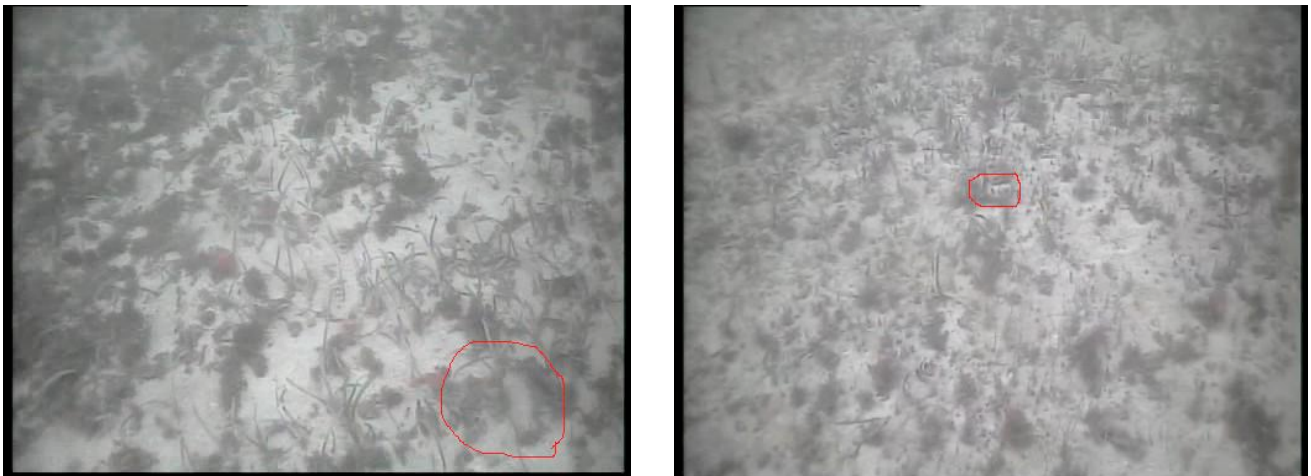


Figure 25 : images vidéo de *S. gigas* dans un herbier à *T. testudinum* peu dense

Le comptage de lambis sur enregistrement vidéo au sein d'herbier, particulièrement à *Thalassia testudinum* dont les feuilles sont larges et parfois denses s'avère extrêmement difficile voir impossible. Les résultats obtenus sont forcément biaisés car de nombreux individus sont masqués par l'herbier. Seuls des individus de grande taille peuvent être distingués, et de nombreux spécimens sont masqués, particulièrement les juvéniles.

En illustration, des captures d'écran réalisées à partir d'enregistrements vidéo indiquant la présence de lambis, dans les meilleures conditions possibles dans ce type de milieu.



Figure 26 : images vidéo de *S. gigas* dans un herbier à *T. testudinum* dense

Il est à noter que l'ensemble des captures d'images illustrant ces propos ont été choisies pour leur qualité mais qu'à de nombreuses reprises l'observation est incertaine et le nombre d'individus décelés ne peut être pris que comme une approximation du nombre d'individus réellement présents en fonction des limites de la méthode.

En dehors de la nature du substrat et du type de biocénoses rencontrées, la qualité des images est largement influencée par de nombreux paramètres :

- la qualité du matériel
- les conditions météo : les mouvements du navire, en particulier ceux résultant de la houle, modifient en permanence la largeur du champ d'observation et un éloignement trop important du fond gêne les comptages. La couverture nuageuse associée à des mouvements de la surface de l'eau diminue la luminosité au fond
- la profondeur d'observation : elle a une influence sur la luminosité, qui peut être compensée par la mise en place de phare à large champ sur la caméra.

3.2 Analyse, avantages et contraintes des deux méthodologies

Ces résultats nous indiquent qu'en secteur d'herbier les comptages d'individus réalisés sur enregistrements vidéo ne sont pas fiables, même avec un déplacement lent du navire. La vitesse maximale pour le bateau doit être de 1,5 nœuds. De nombreux individus demeurent dissimulés par les feuilles des phanérogames sur enregistrement, alors qu'ils sont repérés en observation directe par les plongeurs, du fait entre autres de la modification de l'angle d'observation.

Sur substrat nu ou présentant une très faible végétation, les comptages sont réalisables sur enregistrement vidéo. Néanmoins la taille précise des individus n'est pas mesurable, et leur état (vivant ou mort) ne peut être précisé.

L'angle d'observation de la caméra est fonction de la vitesse du navire ; si le déplacement est trop lent, le champ est trop éloigné et la caméra est inclinée vers l'horizon. Si le déplacement est trop rapide, le bout de traction prend un angle et la caméra s'éloigne du fond. Un compromis doit être trouvé entre vitesse du navire, lestage de la caméra et courant sur la zone.

L'utilisation de méthode vidéo et caméra tractée permet de s'affranchir de la présence d'une équipe de plongeurs professionnels. Elle nécessite tout de même la mobilisation d'un navire avec pilote expérimenté, et la présence de deux opérateurs sur le terrain : un à la caméra qui gère en permanence sa hauteur au dessus du fond, un en observation vidéo qui indique la hauteur à maintenir. Bien que la surface observée soit supérieure par caméra tractée en une journée de travail, le dépouillement des images nécessite un visionnage particulièrement lent en zone d'herbier ou d'algueraie, image par image, qui entraîne un temps d'observation sur écran extrêmement long et fastidieux (3 à 5 fois le temps d'enregistrement en fonction de la qualité des images, corrélée à la turbidité et à la houle) ; de plus aucune certitude n'existe quand au nombre réel de lambis présents relatif à ceux qui peuvent être décelés sur ces images.

La météo le jour du travail joue un rôle important si les observations se font par caméra tractée, rôle moindre pour un travail en plongée sous-marine.

L'utilisation d'images issues d'une caméra tractée peut être gênée à faible profondeur par l'ombre du bateau.

A plus grande profondeur l'utilisation d'un éclairage joint à la caméra est nécessaire. Toutefois, la présence d'un éclairage dans des eaux turbides éclaire les particules ce qui donne un effet de neige sur les images, gênant les observations.

La largeur du champ d'observation est variable en fonction de la hauteur de la caméra au-dessus du fond. Son évaluation sur image est fastidieuse ; l'utilisation de pointeurs lasers peut fournir sur les enregistrements des repères visuels permettant de s'affranchir de cette contrainte. Ils ne peuvent être utilisés qu'au delà de 10 m de profondeur, à des profondeurs inférieures la luminosité étant trop forte pour qu'ils soient distingués.

L'observation directe par plongeurs sous-marin permet de connaître avec précision la surface échantillonnée, elle fournit des résultats plus fiables et plus précis : taille des individus, épaisseur du pavillon (point essentiel nous l'avons vu pour caractériser les stocks) individus vivant ou mort. Elle permet le comptage d'individus même en zone d'herbier, du fait de la variation d'angle d'observation des plongeurs et d'une observation plus complète du substrat en fonction du mouvement des feuilles. Mais les plongeurs sous-marins sont soumis à des temps de saturation qui entravent la durée du travail à partir de certaines profondeurs.

Un bon compromis semble donc d'utiliser ces deux méthodes complémentaires :

- dans les secteurs de profondeurs inférieures à 10 m, où se développent principalement les zones d'herbier, et où les densités en juvéniles de lambi sont élevées, mais dissimulés à la caméra, les plongeurs sont peu limités par la saturation et peuvent travailler longtemps ; nous recommandons donc dans ces zones une observation directe et fiable par plongeurs sous-marins ; les observations entre 0 et 2 mètres peuvent être réalisées en apnée.
- à des profondeurs supérieures à 10 mètres, sur substrat nu, les comptages peuvent être réalisés sur des images de caméra, équipée de deux pointeurs lasers afin de délimiter la largeur du champ d'observation ; néanmoins afin d'éviter un temps trop important de dépouillement d'images à terre, il faudrait réaliser les comptages en direct sur un écran de qualité à bord de l'embarcation, sur des images couleurs transmises par une caméra haute définition ; lors de cette campagne, nous n'avons pas pu réaliser de comptage en direct sur l'écran, sa petite taille et sa qualité (faible définition et images en noir et blanc) ne le permettant pas ; l'utilisation d'un matériel de qualité supérieure, en taille et résolution d'écran, transmettant des images couleurs facilitant la distinction des *S. gigas* dans le milieu naturel, équipé de pointeurs lasers, permettrait d'effectuer les comptages en direct, et de n'utiliser les enregistrements qu'en cas de doute et de souhait de vérification.

Une autre méthode serait d'utiliser en plongée entre 10 et 20 m des scooters sous-marins : cela permettrait d'allier la qualité des dénombrements, leurs précision (taille, vivant ou mort) à une surface élevée d'échantillonnage sur le temps imparti. Cela permettrait également d'adapter la vitesse d'échantillonnage au type de biocénoses rencontrées et aux caractéristiques du milieu (turbidité, éclairage...).

D. Méthodologie pour estimer le stock à l'échelle de la Martinique

1 Contexte

La Caribbean Fishery Management Council (CFMC) a publié une méthodologie pour l'évaluation des stocks de *S. gigas* et de leur exploitation (Ehrhardt 2008). Sur la base de ce document et des spécificités de l'espèce et du territoire, nous pouvons proposer une méthodologie pour estimer le stock à l'échelle de la Martinique.

Une estimation annuelle des densités de population est essentielle pour une gestion des stocks de l'espèce. De plus, il serait nécessaire de définir des taux d'exploitation permettant un maintien du stock à un niveau approprié de densités permettant le succès reproductif de l'espèce.

S. gigas présente des particularités biologiques qui rendent problématique l'utilisation des méthodes traditionnelles d'évaluation des populations. Les lambis constituent des agrégats de populations limités en profondeur par la distribution des herbiers et des algueraies. Leur répartition est plus abondante à des profondeurs inférieures à 25 mètres, mais dans les zones très exploitées les densités de populations sont supérieures entre 25 et 35 mètres.

S. gigas est une espèce peu mobile, fortement pêchée, et les densités de populations ne sont pas reliées uniquement à leur abondance mais à **l'étendue de l'habitat préférentiel où l'espèce s'agrège** et à la pression de pêche qui s'exerce sur la zone.

D'autre part les conditions environnementales influencent la croissance, la reproduction et le recrutement de l'espèce. Les lambis forment donc **des sous stocks** en fonction de la configuration de l'habitat et les densités des populations localisées doivent être évaluées de façon indépendante. L'évaluation doit donc être une **estimation périodique des densités de populations dans chaque secteur favorable distinct**.

2 Définition des secteurs à échantillonner

Le protocole d'échantillonnage doit définir des sous-secteurs où la densité est plus homogène.

Afin de définir les secteurs favorables à l'espèce, deux méthodes complémentaires doivent être utilisées :

- une étude de la répartition des biocénoses favorables à l'espèce,
- une enquête auprès des pêcheurs qui disposent d'une expérience incontournable dans la distribution des concentrations de l'espèce

Une analyse précise de ces données préliminaires est essentielle afin de définir préalablement les secteurs à étudier.

La stratification contribue à un échantillonnage plus efficace, en portant l'effort sur les secteurs où le plus d'informations se situent.

3 Méthode d'échantillonnage

Les résultats de cette étude, dont la comparaison des méthodologies testées, nous permettent de proposer trois méthodes complémentaires pour la réalisation de l'échantillonnage :

- Au sein des herbiers de phanérogames à des profondeurs inférieures à 10 m, des prospections directes dans le milieu, en plongée sous-marine, selon le protocole utilisé au cours de cette étude ;
- Sur des fonds de sable ou de graviers à des profondeurs supérieures à 10 m, des comptages réalisés en observations continues sur images vidéo, issues de matériel HD, afin d'éviter le temps de dépouillement des images *a posteriori* ;
- En milieu mixte présentant des alternances de biocénoses, des comptages réalisés en plongée sous-marines avec scooter afin de pouvoir varier la vitesse de déplacement en fonction du type de milieu, ce qui permettra d'allier précision de l'observation en zone d'herbier ou d'algueraie, et forte surface échantillonnée sur substrat nu.

4 Variables et statistiques

L'**unité d'échantillonnage** doit être une surface, un quadrat ou un transect, au sein duquel la densité absolue (nombre d'individus compté) sera déterminée. L'estimation de la densité de population (nombre par unité de surface) doit se faire par l'échantillonnage d'unités sélectionnées par des procédés statistiques. Une sélection

au hasard des unités d'échantillonnage est essentielle : elle signifie que chaque unité d'échantillonnage dans la population étudiée a la même probabilité d'être échantillonnée.

La définition de la taille de l'unité d'échantillonnage doit être fonction de la profondeur, de l'habitat, du courant, de la visibilité. Sur la base de notre expérience nous recommandons la prospection de transects en plongée sous-marine de 100 m de long sur 2 m de large, soit une unité d'échantillonnage de 200 m².

Les observations doivent être réalisées par des plongeurs aguerris, habitués à observer l'espèce dans son milieu.

L'unité d'échantillonnage est faible par rapport à la large distribution spatiale de l'espèce, et les densités de population ne sont pas homogènes sur de grands secteurs. De plus des gradients de densité sont observés selon les habitats et la profondeur.

Il convient donc de réaliser un **échantillonnage aléatoire stratifié avec réplicas**. Il s'agit d'un protocole d'échantillonnage qui définit des sous-secteurs où la densité est plus homogène, une méthode de stratification qui permet de grouper les habitats spécifiques à l'espèce. Ainsi la variance des densités de population estimée est réduite car l'échantillonnage est conduit de façon indépendante au sein de chacune des strates.

Des unités doivent être échantillonnées au sein de chacune des strates, et des informations sur la densité des populations dans les habitats distincts sont ainsi obtenues.

De plus, l'**échantillonnage d'individus** au sein de l'unité d'échantillonnage permettra d'acquérir d'autres variables, telles que la classe de taille, la maturité...

5 Traitement des données

Afin d'évaluer les densités de population, chaque strate est traitée numériquement séparément, pour obtenir la densité moyenne et la variance.

L'estimation de la densité de population peut se faire selon la formule de Cochran, en utilisant un intervalle de confiance à 95%.

6 Budget

Il est délicat d'indiquer un budget pour la réalisation d'un tel travail ; le budget est en relation directe avec la superficie à échantillonner et cette superficie ne peut être connue préalablement à la réalisation de l'enquête initiale.

L'étude de la répartition des biocénoses favorables à l'espèce, et l'enquête auprès des pêcheurs permettront de définir les surfaces à étudier, et les moyens à utiliser au sein de ces différents secteurs.

Nous proposons donc dans un premier temps de réaliser des **tables rondes avec les pêcheurs concernés** afin de :

- leur présenter l'étude, ses objectifs et les méthodologies retenues,
- les informer sur la biologie de l'espèce et les sensibiliser à la taille de maturité sexuelle (taille de capture) ayant un impact direct sur les stocks de l'espèce,
- recueillir des informations sur la situation géographique des stocks et localiser les zones d'agrégats devant être échantillonnées,
- identifier les pêcheurs – plongeurs susceptibles de participer aux comptages directs dans le milieu naturel,
- établir ensuite le budget nécessaire à l'évaluation des stocks sur la base des informations recueillies auprès des pêcheurs et de l'analyse de la répartition des biocénoses.

Pour information, lors de nos journées de terrain nous avons reçu un accueil très chaleureux de la part des pêcheurs du Vauclin, qui se sont fortement intéressés à notre travail, qui nous ont posé de nombreuses questions et qui se sont dit intéressés pour avoir plus d'informations sur l'espèce et sur les résultats obtenus lors de cette étude préliminaire. La diminution des stocks est perçue et a été évoquée par certains. Un secteur d'agrégat nous a été spontanément indiqué au cours de la conversation. Les premiers contacts sont donc établis et l'intérêt des pêcheurs à cette problématique est réel.

Ce premier travail pourrait permettre également d'initier la caractérisation des pêcheries : nombre d'acteurs, fréquence des sorties, effort de pêche selon les engins, secteurs d'exploitation, captures.

Conclusion

Cette première étude a permis d'évaluer la densité de population de *S. gigas* dans le secteur du Vauclin à la Martinique, mais également de tester deux méthodes qui se sont révélées complémentaires en fonction du milieu et de la profondeur de travail. Pour une évaluation de plus grande envergure, un **échantillonnage aléatoire stratifié avec réplicas** constituerait la méthode la plus fiable pour estimer les stocks. Cela permettrait de définir les densités de population dans les différents habitats et d'estimer statistiquement la population totale avec fiabilité. Un travail préalable d'identification des zones à échantillonner en synergie avec les pêcheurs de lambi est indispensable.

A l'issue de cette étude, des recommandations fondées relatives à la gestion des stocks de *S. gigas* pourraient être émises pour la Martinique.

Bibliographie

- Aranoa DA, Frenkiel L. 2007. Lip Thickness of *Strombus gigas* (Mollusca: Gastropoda) Versus Maturity: A Management Measure. Pages 431-442. 58 th Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- Blakesley H. 1977. A contribution to the fisheries and biology of the queen conch *Strombus gigas* L.
- Brownell W. 1977. Reproduction, laboratory culture, and growth of *Strombus gigas*, *S. costatus* and *S. pugilis* in Los Roques, Venezuela. Bulletin of Marine Science 27: 668-680.
- Chalifour J. 2008. Development of an Evaluation Method of the Queen conch (*Strombus gigas*) Resources in Guadeloupe and Application to Eight Marine Sites in the Archipelago 61th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Gosier, Guadeloupe, French West Indies. 2010.
- First Implementation of Queen Conch Stocks Monitoring in Guadeloupe on Six Marine Sites in its Archipelago . 62nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Cumana, Venezuela, November 2-6, 2009.
- CITES. 2003. AC19 Doc. 8.3. Genève - Suisse. Report.
- Doray M. 2001. The conch fishery in Martinique. Unpublished report presented at the 2nd International Queen Conch Conference held from 18-21 July in Juan Dolio, Dominican Republic.
- Ehrhardt NMV, M. 2008. Conch stock assessment manual.
- FAO. 1977. FAO species identification - *Strombus gigas*. Rome- Italy.
- Frenkiel L. 2004. Education to Rescue *Strombus gigas* in Guadeloupe : Success or Failure? Pages 976.
- Frenkiel L, Aldana Aranda D, eds. 2003. *Strombus gigas*, la vie du Lambi, ma vida del Caracol, the queen conch life story. Uucatan, Mexico: Archipel des Sciences pour les pays francophones.
- Hensen R. 1994. Food availability and feeding preferences of the queen conch *Strombus gigas* (Linne) collected from natural habitats. Annu. Meet. National Shellfisheries Association, Hilton Head Island, SC (US), 6 June 1983. J. Shellfish Res 4: 91.
- Laborel J. 1984. Mission Corantilles II du 18 décembre 1983 au 6 janvier 1984 sur les côtes de la Martinique.
- OMMM. 2009. Base de données cartographique des fonds marins côtiers de la Martinique : Biocénoses benthiques, Rapport technique.
- Prada M, Castro E, Taylor E, Puentes V, Appeldoorn R, Daves N. 2008 Non detrimental findings for the queen conch (*Strombus gigas*) in Colombia
- Rathier I. 1993. Le stock de Lambi (*Strombus gigas*, L.) en Martinique : analyse de la situation 1986-1987, modélisation de l'exploitation, Thèse de Doctorat, options d'aménagement - Université de Bretagne occidentale, Brest.
- Rathier I, Battaglia A, 1994. Assessment of the Martinique Queen Conch Fishery and management perspectives Caracas, Venezuela: Fundacion Cientifica Los Roques eds.
- Sandt V, Stoner A. 1993. Ontogenetic shift in habitat by early juvenile queen conch, *Strombus gigas* patterns and potential mechanisms. FISHERY BULLETIN-NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION 91: 516-516.
- Schapira D, Montano IA, Antek A, Posada JM. 2009. Using shell middens to assess effects of fishing on queen conch (*Strombus gigas*) populations in Los Roques Archipelago National Park, Venezuela Marine Biology 156: 787-795.
- Scolan P. 2008. Mise au point d'une méthode d'évaluation des ressources en lambi (*Strombus gigas*) en Guadeloupe et application à certains gisements de l'archipel. Master Université Antilles-Guyane (UAG), Pointe-à-Pitre.
- Siddall S. 1984. Density-dependent levels of activity of juveniles of the queen conch, *Strombus gigas* Linné. J. Shellfish Res 4: 67-74.
- Stoner A. 1997. Shell middens as indicators of long-term distributional pattern in *Strombus gigas*, a heavily exploited marine gastropod. Bulletin of Marine Science 61: 559-570.
- Stoner A, Waite J. 1990. Distribution and behavior of queen conch *Strombus gigas* relative to seagrass standing crop. Fishery Bulletin 88: 573-585.
- Stoner A, Ray-Culp M. 2000. Evidence for Allee effects in an over-harvested marine gastropod: density-dependent mating and egg production. Marine Ecology Progress Series 202: 297-302.
- Stoner A, Davis M. 2010. Queen Conch Stock Assessment Historical Fishing Grounds, Andros Island, Bahamas Nassau, Bahamas The Nature Conservancy - Northern Caribbean Office
- Stoner A, Davis M, Booker C. 2009. Queen Conch Stock Assessment - Proposed MPA and Fishing Grounds - Berry Islands, Bahamas.

Annexes

Annexe 1 : Modèle de fiche de terrain

N° site	date	heure
Coordonnées géographiques		
observateurs		
Vent	mer	ciel
Profondeur	température de l'eau	Visibilité
Exposition aux agitations et courants		
Type de substrat (appréciation visuelle de la granulométrie)		
Remarques		
herbiers	Tt	Sf
densité	H	Mixte dominance
Macro algues		hauteur de la canopée
Eutrophisation		espèce dominante
état de santé		sédimentation
Autres habitats		
sédiment : sable, sablo-vaseux, vase		
communautés algales		
corail vivant		
corail mort		
débris coralliens		
roche		
Remarques		

Annexe 2 : fiche de dépouillement d'une séquence vidéo

Site 9		Date : 29-sept-10			Video 102				
Situation : Baie des Mulets à Caye sautée					Profondeur : 12 à 20 m				
Substrat	Obs strombus Gigas				Champ	Temps (secondes)	tps écoulé	tps sec	surf obs
	juvénile	sub-adulte	adulte	indéterminé					
sable					2	0:00:00			
					2	0:07:24	0:07:24	444	583,9
sable + macroalgue					2	0:13:24	0:06:00	360	473,4
sable					2	0:15:50	0:02:26	146	192,0
sable + cailloux					2	0:21:11	0:05:21	321	422,1
cailloux qq algues					2	0:22:37	0:01:26	86	113,1
					2	0:22:43	0:00:06	6	7,9
					1	0:22:50	0:00:07	7	9,2
					2	0:23:11	0:00:21	21	13,8
					2	0:23:30	0:00:19	19	25,0
					1	0:23:40	0:00:10	10	13,2
					2	0:23:50	0:00:10	10	6,6
					1	0:25:08	0:01:18	68	89,4
					2	0:25:14	0:00:06	6	3,9
					1	0:26:10	0:00:56	56	73,6
					2	0:26:30	0:00:20	20	13,2
					2	0:26:35	0:00:05	5	6,6
			2		2	0:26:37	0:00:02	2	2,6
inexploitable					0	0:27:24	0:00:47	47	61,8
					2	0:27:37	0:00:13	13	0,0
					1	0:28:49	0:01:12	72	94,7
SABLE et vase					2	0:29:06	0:00:17	17	11,2
					0	0:29:13	0:00:07	7	9,2
					2	0:29:24	0:00:11	11	0,0
oreaster					2	0:29:53	0:00:29	29	38,1
oreaster					2	0:31:17	0:01:24	84	110,5
sable et gravier					2	0:32:50	0:01:33	93	122,3
					1	0:32:54	0:00:04	4	5,3
					2	0:32:59	0:00:05	5	3,3
sable + vase oreaster					2	0:33:34	0:00:35	35	46,0
inexploitable					0	0:34:41	0:01:07	77	101,3
vase + turbidité					2	0:35:05	0:00:24	24	0,0
oreaster					2	0:35:54	0:00:49	49	64,4
oreaster					2	0:36:10	0:00:16	16	21,0
oreaster					2	0:36:42	0:00:32	32	42,1
					1	0:37:10	0:00:28	28	36,8
					2	0:37:30	0:00:20	20	13,2
					1	0:37:38	0:00:08	8	10,5
					2	0:37:58	0:00:20	20	13,2
					1	0:38:40	0:00:42	42	55,2
					2	0:38:59	0:00:19	19	12,5
					2	0:39:26	0:00:27	27	35,5
					1	0:40:00	0:00:34	34	44,7
					FIN	0:40:12	0:00:12	12	7,9
	0	0	2	0			TOTAL	2412	3010,2
longueur transect (en m linéaire)	1586								
temps d'observation (en sec)	2412								
vitesse moyenne (en m/sec)	0,66								
Surface totale observée (m2)	3010,2								

Annexe 3 : densités de lambis estimées dans la zone Caraïbe, issues de diverses études (extrait de (Solan 2008))

Localité	Densité (ind.ha ⁻¹)	Méthode	Statut de la pêche	Référence
Puerto Rico				
Côte ouest	8,49	Tansects de longueur variable	Surexploitée. Recrutement de juvéniles observé.	Mateo, 1997
Côte est	7,49			
Jamaïque (Pedro's Bank)				
Zone artisanale (0-10m)	89,09	Quadras sur transects	Niveaux de pêche non soutenables	Appledoorn, 1995
Zone commerciale (10-20m)	144,46			
Zone externe (20-30m)	276,97			
Belize	14,6	Tansects de longueur variable	Surexploitée	Appledoorn & Rolke, 1996
Honduras (Caycos Cochinos)	14,6	Tansects de longueur variable	Surexploitée	Tewfik et al., 1998
Bermudes	0,52	Plongeur remorqué	Surexploitée. Pêche fermée en 1978	Berg et al., 1992b
Floride, Keys				
Période de forte densité	4,08	Plongeur remorqué	Surexploitée. Pêche fermée en 1985	Glazer & Berg, 1994
Période de faible densité	0,44			
Général	1,54	Plongeur remorqué		Berg & Glazer, 1995
Iles Vierges, US				
St-Thomas/St-John	9,76	Plongeur remorqué	Surexploitée	Wood & Olsen, 1983
St-Thomas/St-John	12,25	Scooter	Surexploitée	Friedlander et al., 1994
Venezuela (Los Roques)				
Zone protégée	2 130	Quadras		Weil & Laughlin, 1984
Zone pêchée	900	Quadras	Surexploitée,	Weil & Laughlin, 1984
Général	1 210	Transects de longueur fixe (3m x 60m)	fermeture totale	Bastidas & Rada, 1998
Général	18,78	Tansects de longueur variable	Surexploitée, fermeture totale	Schweizer & Posada, 2006
Block nord-est	34,74			
Block sud-sud-ouest	52,34			
Bahamas (Exuma Cays)				
Protected Bank	53,60	Tansects de longueur variable	Surexploitée dans certaines zones	Stoner & Ray, 1996
Protected Shelf	96,00	Plongeur remorqué		
Iles Turks et Caïcos				
Zone pêchée	277	Transects en ceinture de longueur fixe (6 x 60m)	Surexploitée. Réserve créée en 1993	Béné & tewfik, 2003
Zone non pêchée	555			
St Eustatius Marine Parc, Antilles Hollandaises	430	Scooter	Captures limitées	Davis, 2003
Guadeloupe, Grand Cul-de-Sac Marin	100	Tansects de longueur fixes (2 x 2m x 150m)	Surexploitée	Mege & Delloue, 2007