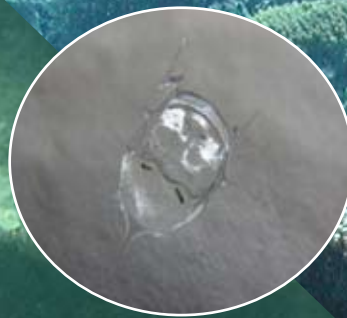




RAPPORT TECHNIQUE

EFFETS DE LA DÉGRADATION DES RÉCIFS CORALLIENS SUR LE SUCCÈS DU RECRUTEMENT DES LARVES DE CRUSTACÉS ET DE MOLLUSQUES (RANGIROA - POLYNÉSIE FRANÇAISE)



Laurent BURY
Stagiaire en licence 3



REMERCIEMENTS

Au terme de ces deux mois de recherche, je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, scientifiquement, financièrement ou moralement, ont contribué à l'aboutissement de ce rapport.

Je désire remercier David Lecchini, Chargé de recherche à l'Institut de Recherche pour le Développement (UR 128 Coreus) et Suzanne Mills, Chargé de recherche à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (UMR 5422 EPHE - CNRS - Université de Perpignan) qui m'ont permis de réaliser ce stage de Licence. Je leur sais gré de m'avoir fait confiance tout au long de ce travail de Licence.

Ce travail a été réalisé au sein du Service de la Perliculture de Rangiroa (Polynésie française). Je tiens à remercier très chaleureusement Anne-Sandrine Talfer, Cédrik Lo, Rosita Leduc et Mereani Bellais d'avoir entrepris de nombreuses démarches pour le bon déroulement du stage et m'avoir permis de loger au Service de la Perliculture de Rangiroa. Un immense merci aux employés du Service de la Perliculture (Rachel, Mama Ura, Jonas Tuahine, Tavita François, Joseph Ami, Isidore Tevaria). Merci pour votre aide si précieuse !

Je tiens à remercier très chaleureusement Christophe Brié (Tropical Fish Tahiti) qui a su me guider tout au long de ce stage de près et de loin, et m'a apporté son soutien et son aide dans les moments délicats de ce travail de recherche.

Merci à René Galzin pour avoir guidé dans le choix de ce stage. Votre soutien, autant par nos discussions que vos encouragements, m'a été droit au cœur. Merci de m'avoir écouté et m'avoir apporté vos précieux conseils.

J'aimerais également inclure dans ces remerciements Mr Jean Claude Salvado qui m'a donné la possibilité de suivre l'enseignement de Licence et qui m'a fait confiance pour la réalisation de ce travail et Mme Valérie Boliet qui m'a guidée dans la recherche de mon stage.

FINANCEMENT DE L'ETUDE

* **Financement par l'ANR (Agence Nationale de la Recherche) :**

L'étude a été financée à 75 % par un financement ANR Jeunes Chercheurs (ANR-06-JCJC-0012-01; D. Lecchini; Coral Reefs; novembre 2006 / octobre 2009).



* **Financement par le programme CRISP (Coral Reef Initiative in the South Pacific) :**

L'étude a été financée à 25 % par un financement CRISP (Composante C2A, R. Galzin & D. Lecchini; janvier 2007 / décembre 2009). L'initiative pour la protection et la gestion des récifs coralliens dans le Pacifique, engagée par la France et ouverte à toutes les contributions, a pour but de développer pour l'avenir une vision de ces milieux uniques et des peuples qui en dépendent ; elle se propose de mettre en place des stratégies et des projets visant à préserver leur biodiversité et à développer les services économiques et environnementaux qu'ils rendent, tant au niveau local que global. Elle est conçue en outre comme un vecteur d'intégration régionale entre états développés et pays en voie de développement du Pacifique. Le CRISP est un programme mis en oeuvre dans le cadre de la politique développée par le Programme Régional Océanien pour l'Environnement afin de contribuer à la protection et la gestion durable des récifs coralliens des pays du Pacifique. Le CRISP est structuré en trois composantes comprenant respectivement divers projets :

- **Composante 1 : Aires marines protégées et gestion côtière intégrée**

- * Projet 1A1 : Planification de la stratégie de conservation de la biodiversité marine
- * Projet 1A2 : Aires Marines Protégées
- * Projet 1A3 : Renforcement institutionnel
- * Projet 1A4 : Gestion intégrée des zones lagunaires et des bassins versants

- **Composante 2 : Connaissance, gestion, restauration et valorisation des écosystèmes coralliens**

- * 2A : Connaissance, gestion, suivi et valorisation des écosystèmes coralliens
- * 2B : Restauration récifale
- * 2C : Valorisation des substances Actives Marines
- * 2D : Mise en place d'une base de données régionale (Reef base Pacifique)

- **Composante 3 : Appui institutionnel et technique**

- * 3A : Capitalisation, valorisation et vulgarisation des acquis du programme CRISP
- * 3B : Coordination, promotion et développement du programme CRISP



SOMMAIRE

1) INTRODUCTION	p1 - 4
<i>a) Qu'est ce qu'un récif corallien ?.....</i>	p1
<i>b) Cycle biologique des organismes marins dans l'écosystème corallien.....</i>	p1
<i>c) Importance de l'étude du recrutement</i>	p2
<i>d) Problématique scientifique.....</i>	p3
<i>e) Insertion du stage dans un vaste programme de recherche.....</i>	p4
2) MATERIEL ET METHODES.....	p5 - 8
<i>a) Site d'étude.....</i>	p5
<i>b) Modèle d'étude.....</i>	p6
<i>c) Stratégie d'échantillonnage.....</i>	p7
<i>d) Traitement des données statistiques.....</i>	p7
3) RESULTATS.....	p9 - 13
<i>a) Colonisation larvaire (collecteurs immergés 7 jours)</i>	p9
<i>b) Recrutement des crustacés et des mollusques (collecteurs immergés 28 jours... </i>	p11
<i>c) Comparaison de colonisation à 7 jours, de l'installation à 14 jours et du recrutement à 28 jours.....</i>	p12
4) DISCUSSION	p14 - 18
<i>a) Patrons temporels de colonisation.....</i>	p14
<i>b) Patrons spatiaux de recrutement.....</i>	p16
<i>c) Comparaison du succès de colonisation, d'installation et de recrutement.....</i>	p17
5) CONCLUSION.....	p19
6) REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	p20 - 21

RESUME

Les récifs coralliens connaissent un déclin dans le monde entier soumis à de nombreuses perturbations naturelles et/ou anthropiques. La dégradation des biotopes coralliens, due à ces perturbations, se caractérise généralement par une forte mortalité des coraux ce qui permet alors la colonisation rapide des algues filamenteuses. Ainsi, les îles soumises aux perturbations subissent généralement une décroissance des populations adultes plus importantes que sur des îles non dégradées. L'objectif de l'étude est de tester le succès de recrutement des larves de crustacés et de mollusques selon l'état de dégradation des récifs coralliens (sites dégradés *vs.* sites non dégradés) à Rangiroa (atoll de Polynésie française). Sur cet atoll, les deux états de dégradation des récifs coralliens sont présents : sites dégradés dominés par la présence de coraux morts et d'algues; et sites non dégradés dominés par la présence de coraux vivants. Un total de 43 798 larves de crustacés et de mollusques ont été identifiées et comptées. Ces larves sont à 29 % des crustacés (25 % d'amphipodes, 3 % de cyprides et 1 % de décapodes) et à 71 % des mollusques (55 % de gastéropodes et 16 % de bivalves). L'analyse des résultats a permis de montrer que le succès de recrutement est différent entre les sites dégradés et non dégradés. Cependant, le recrutement est une phase complexe du cycle de vie des invertébrés marins. Il est difficile de l'étudier sans avoir des biais dans les expériences (compter des adultes, perdre des larves au moment de la récolte des collecteurs, ne pas connaître la taxonomie de toutes les larves, ...).

1) INTRODUCTION

a) *Qu'est ce qu'un récif corallien ?*

Un récif corallien est une bioconstruction marine de taille suffisamment grande pour exercer une influence déterminante sur les conditions physico-chimiques et de ce fait, écologiques du milieu (Adjeroud 1996). Les récifs coralliens sont l'œuvre d'organismes vivants, d'où le terme de bioconstruction. Cette bioconstruction correspond à une production de carbonate de calcium qui forme la charpente de l'édifice corallien. Les bioconstructeurs sont essentiellement les coraux : Coelentérés Cnidaires appartenant à la sous-classe des Hexacoralliaires et formant l'ordre des Madréporaires ou Scléactiniaires. Les coraux par leurs exigences écologiques, conditionnent la répartition spatiale des récifs coralliens dans le monde (Sorokin 1995). Ils se situent dans la bande intertropicale délimitée par l'isotherme 20 °C. Les récifs coralliens se distribuent essentiellement entre les latitudes 35 °N (îles des Ryukyus au Japon) et 32 °S (îles Lord Howe en Australie). Les récifs coralliens occupent une surface cumulée de 617 000 km², soit 0,17 % de la surface de l'océan mondial et 15 % de celle des zones peu profondes (moins de 30 m).

b) *Cycle biologique des organismes marins dans l'écosystème corallien*

La plupart des crustacés, mollusques et poissons de récifs coralliens possèdent un cycle de vie complexe, avec une phase larvaire océanique et pélagique, de quelques semaines à quelques mois, suivie d'une phase récifale relativement sédentaire pour les juvéniles et les adultes (Werner 1988). Au moment de la reproduction, des produits génitaux ou des œufs sont expulsés vers l'océan où ils se développent en larves pélagiques. Les larves s'éloignent alors plus ou moins loin de leur île natale grâce aux courants (Milicich 1994) et/ou à une dispersion active (Stobutzki et Bellwood 1997). Après cette phase océanique, les larves retournent vers le récif (d'origine ou non) pour continuer leur développement en juvénile, puis en adulte. Les larves colonisent le récif au niveau de la crête récifale (phase de colonisation, Dufour 1992). Les larves sont alors exposées à un environnement complexe dans lequel elles doivent choisir un habitat de vie en fonction des nombreux substrats potentiels, des compétiteurs et des prédateurs (phase d'installation, Lecchini *et al.* 2007). Dans les jours qui suivent cette installation, les larves se métamorphosent et deviennent des juvéniles adaptés au milieu récifal. Après quelques mois sur l'habitat d'installation, les juvéniles intègrent la population d'adultes et deviennent mature sexuellement (Vigliola et Harmelin-Vivien 2001).

c) Importance de l'étude du recrutement

Lors de la phase d'installation des larves marines, la recherche de l'habitat de vie est un challenge primordial pour les organismes marins (poissons, crustacés, mollusques) puisqu'il conditionne la survie et la croissance des larves jusqu'au stade adulte (stade exploitable par les pêcheurs). Pour chaque espèce, il existe un habitat essentiel (ou optimal) sur lequel la croissance des larves est maximale et leur mortalité est minimale (Doherty 2002). Généralement, les larves choisissent de façon sélective leur habitat d'installation selon les caractéristiques du refuge, les interactions intra- et inter-spécifiques avec les résidents et la disponibilité des ressources alimentaires. L'importance de ces facteurs sur les stratégies d'installation est due à leur impact sur la survie des larves (Lecchini *et al.* 2007). Généralement, le taux de mortalité, par prédation, des larves marines dans les récifs coralliens est estimé à 90 % dans le premier mois suivant l'installation (Doherty 2002). Ce taux varie, néanmoins, selon les caractéristiques de l'habitat choisi (Lecchini *et al.* 2007).

Comme l'installation des larves est un processus rapide dans le temps (les larves colonisent de nuit les récifs coralliens et choisissent dans les heures qui suivent un habitat), et étant donné que les larves subissent une très forte mortalité dès leur arrivée sur l'habitat, il est souvent difficile à dissocier le processus d'installation de celui de la prédation post-installation. Par exemple, lorsque 10 larves sont observées sur un habitat, il est difficile de savoir si toutes se sont installées ou si 15 larves se sont installées et 5 ont été prédatées. De même, lorsque des larves sont observées sur un habitat et non sur un autre habitat à proximité, il est difficile de savoir si l'absence de larves sur l'habitat est due à une absence d'installation ou à une installation des larves suivie par la prédation de toute la population larvaire. Ainsi, la communauté scientifique travaillant sur cette période d'installation a souvent utilisé le terme recrutement à la place. Le recrutement correspond au nombre de larves qui se sont installées et qui ont survécu au premier mois post-installation (période de forte mortalité des larves - Doherty 2002). Ainsi, le recrutement est souvent considéré comme un des processus majeurs qui régule le stock des populations et la structure des communautés des écosystèmes marins (Caley *et al.* 1996). Il est aujourd'hui largement accepté que la taille des populations adultes des organismes marins benthiques à phase larvaire planctonique est déterminée en majorité par le succès du recrutement (choix d'un habitat + survie des larves après le premier mois post-installation - Lecchini et Galzin 2003).

d) Problématique scientifique

Comme bien d'autres écosystèmes, les récifs coralliens connaissent un déclin dans le monde entier soumis à de nombreuses perturbations naturelles et/ou anthropiques (réchauffement climatique, destruction des biotopes, cyclones, pollution, blanchiment des coraux, surexploitation des produits de la mer, etc.) (Nystrom *et al.* 2000). La dégradation des biotopes coralliens, due à ces perturbations, se caractérise généralement par une forte mortalité des coraux. La diminution du recouvrement corallien permet alors la colonisation rapide des algues filamenteuses ce qui, en retour, limite le recrutement des larves de corail et ainsi modifie les communautés de poissons et d'invertébrés (perte de la biodiversité corallienne). L'écosystème passe alors d'un état corallien à un état algal (Adjeroud *et al.* 2005).

Ainsi, les îles soumises aux perturbations subissent généralement une décroissance des populations adultes plus importantes que sur des îles non dégradées. Malgré les nombreuses études menées sur les effets des perturbations naturelles ou anthropiques sur les communautés de coraux, crustacés, mollusques et poissons (Adjeroud *et al.* 2005), nous ne savons pas si le déclin des organismes marins est dû à une augmentation de la mortalité des adultes présents sur le récif ou à une diminution du potentiel de recrutement larvaire. La persistance des espèces dans des îles perturbées peut en effet dépendre de l'apport larvaire (Hanski et Gilpin 1997).

La problématique du stage est de savoir si les larves océaniques détectent un habitat approprié dans des îles coralliennes perturbées, s'y installent dessus et survivent durant le premier mois post-installation. L'étude a eu lieu à Rangiroa (atoll de Polynésie française) qui a subi de nombreuses perturbations naturelles et anthropiques (Adjeroud *et al.* 2005). Sur cet atoll, les deux états de dégradation des récifs coralliens sont présents : sites dégradés dominés par la présence de coraux morts et d'algues; et sites non dégradés dominés par la présence de coraux vivants. L'objectif de l'étude est de tester le succès de recrutement des larves de crustacés et de mollusques selon l'état de dégradation des récifs coralliens (sites dégradés *vs.* sites non dégradés) à Rangiroa entre mars et mai 2008.

e) Insertion du stage dans un vaste programme de recherche

Le stage de Licence fait partie d'un vaste programme de recherche : "Effets de la dégradation des récifs coralliens sur l'attraction, l'installation et la survie des larves de crustacés, de mollusques et de poissons (Polynésie française)". Ce programme (2006 - 2009) est financé par une ANR Jeunes Chercheurs et par le CRISP (Coral Reef Initiative in the South Pacific). Le projet se compose de quatre axes :

Axe 1 => Quel est le succès de recrutement des larves marines selon l'état de dégradation des récifs coralliens ?

Axe 2 => Quel est le potentiel attracteur des récifs coralliens selon leur état de dégradation (sites dégradés vs. non dégradés) sur les larves marines ?

Axe 3 => Quelles sont les capacités sensorielles (visuelles, chimiques et sonores) des larves marines dans la reconnaissance de leur habitat d'installation ?

Axe 4 => Quelles sont les conséquences de la sélection d'un habitat sur la mortalité et la croissance post-installation des larves marines ?

Mon stage de Licence s'insère dans l'axe 1.

2) MATERIEL ET METHODES

a) Site d'étude

La Polynésie française est constituée de 118 îles (îles hautes et atolls), regroupées en cinq archipels (Marquises, Tuamotu, Gambiers, Société, Australes). Ces îles s'étendent sur une surface de 5,5 millions de km² dans le Pacifique central sud. Les terres émergées ne représentent que 4 000 km². Les îles de Polynésie française sont nées dans l'océan lors d'activités volcaniques. Après leur naissance, les îles dites "hautes" sont colonisées par les organismes bioconstructeurs formant progressivement un récif corallien accolé à l'île. A mesure que la plaque océanique se déplace, l'île subit une subsidence due à l'érosion et à la masse de l'île (la base de l'île se refroidit et se rétracte, provoquant une diminution d'altitude du volcan). Le stade final de l'évolution d'une île haute est l'atoll où seules sont visibles les structures récifales (Battistini *et al.* 1975).

L'étude a été conduite sur l'atoll de Rangiroa (Fig. 1) situé dans les Tuamotu, à 355 km au nord-ouest de Tahiti. L'atoll possède un lagon intérieur de 80 km de long et 32 km dans sa plus grande largeur et 5 km dans sa plus petite largeur. Le périmètre de l'anneau récifal est de 202 km et le lagon occupe une surface de 1 592 km². Rangiroa, le plus grand atoll de Polynésie française, est l'un des plus grands du Pacifique. Deux passes s'ouvrent sur sa côte nord et permettent les échanges d'eaux entre l'océan et le lagon. C'est la passe Hutuaara à l'entrée du village d'Avatoru et la passe Hiria à l'entrée du village de Tiputa. Les 2 865 habitants se répartissent dans les deux principaux villages situés sur deux motus : Avatoru (12,5 km de long x 500 m de large) et Tiputa (4 km de long x 300 m de large).

L'échantillonnage a eu lieu sur deux zones de la côte nord de l'atoll de Rangiroa, l'une dégradée et l'autre non dégradée (Fig. 1). Quatre sites ont été définis : deux sites sur la zone dégradée (dominance de pinacles morts et algues - Avatoru et Repo-repo) et deux sites sur la zone non dégradée (dominance de pinacles coralliens vivants - Papiero et Tiputa). Un pinnacle est une construction corallienne isolée. Les quatre sites sont donc constitués soit majoritairement de pinacles de corail vivant, soit de pinacles algaux (les micro- et macro-algues se développant sur le corail mort). Les pinacles sont séparés les uns des autres par des grandes étendues de sable. Une étude préliminaire à mon stage, conduite par S. Mills et D. Lecchini, a montré que les sites Avatoru et Repo-repo étaient essentiellement constitués de pinacles algaux (62 % et 21 % avec 30 % et 70 % de sable respectivement) et que les sites

Papiero et Tiputa étaient essentiellement constitués de pinacles coralliens vivants (20 % et 30 % avec 45 % et 50 % de sable respectivement).

Sur chaque site, trois biotopes ont été choisis : un pinnacle corallien vivant, un pinnacle mort et algal et un banc de sable. Ces biotopes ont été décrits avec la méthode du "*Line Intercept Transect Method*" (Loya 1978). Trois transects de 10 m de long ont été positionnés sur chaque biotope et le substrat a été recensé tous les 50 cm afin de mesurer le recouvrement corallien et algal (Tableau 1).

b) Modèle d'étude

Parmi les organismes peuplant les écosystèmes coralliens, les mollusques et les crustacés constituent des phyla importants en abondance et en richesse spécifique. L'étude du recrutement des crustacés et des mollusques selon l'état de dégradation des récifs coralliens nécessite la capture de ces organismes à l'état larvaire. Or, aucune clef de détermination de ces phyla n'a été établie à l'état larvaire. Dans l'étude, il était donc impossible de déterminer toutes les larves jusqu'à l'espèce. L'identification des larves s'est faite en deux étapes : la première se basant sur les clefs de détermination des adultes des crustacés et des mollusques ; la seconde se basant sur les morphes des larves (individus présentant des caractères morphologiques identiques). Ainsi, l'identification a souvent été poussée jusqu'à l'infra-ordre avec les clefs de détermination des adultes, puis des morphes ont été définis et aussi jusqu'à l'espèce (Tableau 2).

Ce travail d'identification des larves jusqu'au plus bas niveau taxonomique possible a constitué une partie importante du stage. De plus, c'est une étape indispensable pour les futures études sur le recrutement larvaire des crustacés et des mollusques. Néanmoins, dans le cadre de mon stage et vu les connaissances actuelles sur la biologie et l'écologie des larves de crustacés et de mollusques, les résultats ont été analysés au niveau des classes : Bivalvia, Gastropoda, Malacostraca, Copepoda et Cirripeda. Pour les Malacostraca, l'analyse a été affinée à l'ordre (Amphipoda et Decapoda) puisque les Amphipoda représentaient 99 % des larves de Malacostraca capturées. De plus, les Decapoda présentent un intérêt économique important pour la Polynésie française.

c) Stratégie d'échantillonnage

Le recrutement des larves de mollusques et de crustacés a été étudié à l'aide de collecteurs fixés sur les biotopes de chaque site. Les collecteurs ressemblent à des guirlandes constituées de bande plastique striée de 16 m de long et repliée pour atteindre une longueur de 60 cm (Fig. 2). Les collecteurs ont été fixés au substrat et ont été maintenus dans la colonne d'eau par un flotteur. La stratégie d'échantillonnage (Tableau 3) consistait à :

- * Immerger des collecteurs pendant 7 jours et a répété l'expérience 4 fois (soit 28 jours - étude de la colonisation) ;
- * Immerger des collecteurs pendant 14 jours et a répété l'expérience 2 fois (soit 28 jours - étude de l'installation) ;
- * Immerger des collecteurs pendant 28 jours (étude du recrutement).

A chaque prélèvement, 3 collecteurs ont été retirés par biotope et par site.

Le retrait des collecteurs a été effectué de la manière suivante : sous l'eau, le collecteur a été introduit dans un sac plastique, la corde a été coupée et le sac a été fermé. Une fois au laboratoire, les collecteurs retirés sont conservés dans un congélateur avant d'être analysés. Le détachement des collecteurs a été effectué de la manière suivante : le sac a été mis dans une bassine de quatre litres d'eau douce jusqu'à décongélation. Une fois décongelé, le plastique a été séparé de la corde. Le plastique a ensuite été frotté et rincé dans la bassine afin de récupérer les larves. Enfin, l'eau a été filtrée sur deux tamis superposés (un de 400 microns et un de 224 microns) et les larves ont été collectées dans des boîtes à pétries. La détermination et le comptage des larves ont été effectués à l'aide d'une loupe binoculaire de grossissement 6,4 à 40 (marque : WILD HEERBRUGG, modèle : M3B switzerland) et d'un kit de dissection. Les larves ont été comptées et déterminées en fonction des différents morphes identifiées (Tableau 2).

d) Traitement des données statistiques

Pour l'étude de la colonisation à 7 jours, les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide d'un Modèle Linéaire Généralisé (GLM) avec les facteurs fixés et toutes leurs interactions (Passe : Passe Hutuaara vs. Passe Hiria - Etat de dégradation du récif : site dégradé vs. site non dégradé - Biotope : pinnacle algal, pinnacle corallien vs. banc de sable - Temps : 1^{ère} à 4^{ème} semaine). Les tests *a posteriori* utilisés sont les tests de Bonferroni. La même analyse a été faite pour l'installation à 14 jours. Le recrutement à 28 jours a été analysé avec le même

model, avec tous les même facteurs sauf l'effet du temps. L'analyse a été faite avec le logiciel SPSS 11.

3) RESULTATS

Un total de 43 798 larves de crustacés et de mollusques ont été identifiées et comptées. Ces larves sont à 29 % des crustacés (25 % d'amphipodes, 3 % de cirripèdes et 1 % de décapodes) et à 71 % des mollusques (55 % de gastéropodes et 16 % de bivalves). La répartition des larves (mollusques et crustacés) entre les différents sites est caractérisée par 18 % à Papiero, 35 % à Avatoru, 24 % à Repo-repo et 23 % à Tiputa. Entre les biotopes, les larves se répartissent à 42 % sur les pinacles algaux, 35 % sur les pinacles coralliens vivants et 23 % sur les bancs de sables.

a) Colonisation larvaire (collecteurs immergés 7 jours)

Mollusca : Bivalvia - La répartition temporelle des bivalves montre que les larves se distribuent de façon hétérogène au cours des quatre semaines. Un pic de colonisation est observé à 14-21 jours (3^{ème} semaine) sur les sites non-dégradés (Modèle Linéaire Généralisé (GLM), temps : $F_{3,144} = 15.83$, $p < 0.001$; temps*dégradation : $F_{3,144} = 9.70$, $p < 0.001$). Le test *a posteriori* (Bonferroni) montre que la recrutement dans la 2^{ème} semaine (premier croissant de lune) est significativement plus faible que les trois autres ($p < 0.001$) et que la 3^{ème} semaine (pleine lune) est significativement plus forte que les trois autres (Fig. 3a).

La répartition des larves à la passe d'Avatoru est significativement plus forte qu'à la passe de Tiputa (GML, passe : $F_{1,144} = 58.75$, $p < 0.001$), mais il y a aussi une interaction entre la passe, l'état de dégradation (site dégradé vs. site non dégradé) et le biotope (passe*dégradation*biotope : $F_{2,144} = 8.28$, $p < 0.001$ - Fig. 4a). La répartition des larves est donc différente en fonction de ces trois facteurs. Ainsi, la répartition des larves à la passe de Tiputa est significativement plus forte dans les sites non dégradés que dans les sites dégradés, mais il n'y a pas de différence entre les trois biotopes (algal, corail vivant et sable). La répartition des larves à la passe d'Avatoru est significativement plus forte pour le biotope sable dans les sites non dégradés, et plus forte pour le biotope pinacles algaux dans les sites dégradés.

Mollusca : Gastropoda - La répartition temporelle des gastéropodes montre que les larves se distribuent de façon hétérogène au cours des quatre semaines. Un pic de colonisation est observé à 14-21 jours (3^{ème} semaine) sur les sites non dégradés et dégradés, mais le pic est plus importants sur les sites non dégradés (temps: $F_{3,144} = 117.72$, $p < 0.001$; temps*dégradation: $F_{3,144} = 57.85$, $p < 0.001$; Fig. 3b). Le test *a posteriori* montre que la 3^{ème} semaine (pleine lune) est significativement plus forte que les trois autres (Bonferroni : $p < 0.001$ - Fig. 3b). La répartition des larves à la passe de Tiputa est significativement plus forte qu'à la passe d'Avatoru (passe : $F_{1,144} = 57.91$, $p < 0.001$), mais seulement pour certains biotopes (passe*dégradation*habitat: $F_{2,144} = 20.486$, $p < 0.001$ - Fig. 4b). La répartition des larves à la passe de Tiputa est significativement plus forte dans les biotopes pinacles algaux, quelque soit l'état de dégradation. La répartition des larves à la passe d'Avatoru est significativement plus forte dans les biotopes sable et pinacles algaux des sites non dégradés.

Crustacea : Cirripeda - La répartition temporelle des cirripèdes montre que les larves se distribuent de façon hétérogène au cours des quatre semaines. Un pic de colonisation est observé à 14-21 jours (3^{ème} semaine) (GML, temps: $F_{3,144} = 11.45$, $p < 0.001$). Le test *a posteriori* (Bonferroni) montre que la 3^{ème} semaine (pleine lune) est significativement plus forte que les trois autres ($p < 0.001$ - Fig. 3c). La répartition des larves aux deux passes, sur les différents états de dégradation et sur les différents biotopes est homogène ($p > 0.3$ - Fig. 4c).

Crustacea : Amphipoda - La répartition temporelle des amphipodes montre que les larves se distribuent de façon hétérogène au cours des quatre semaines. Un pic de colonisation est observé à 14-21 jours (3^{ème} semaine) sur les sites non dégradés et dégradés (GML, temps : $F_{3,144} = 10.42$, $p < 0.001$). Le test *a posteriori* (Bonferroni) montre que la 3^{ème} semaine (pleine lune) est significativement plus forte que les trois autres ($p < 0.001$ - Fig. 3d). La répartition des larves à la passe d'Avatoru est significativement plus forte qu'à la passe de Tiputa (passe : $F_{1,144} = 12.717$, $p = 0.001$), mais en interaction avec le biotope et l'état de dégradation (passe*biotope : $F_{2,144} = 7.84$, $p = 0.001$; passe*dégradation: $F_{1,144} = 4.75$, $p = 0.03$ - Fig. 4d). La répartition des larves à la passe d'Avatoru est significativement plus forte sur les biotopes pinacles algaux des sites non dégradés par rapport aux dégradés. Aussi à la passe d'Avatoru le recrutement est plus important sur les biotopes pinacles coralliens des sites dégradés par rapport aux non dégradés.

Crustacea : Decapoda - La répartition temporelle des décapodes montre que les larves se distribuent de façon hétérogène au cours des quatre semaines. Un pic de colonisation est observé à 7-14 jours (2^{ème} semaine) sur les sites non dégradés et à 14-21 jours (3^{ème} semaine) sur les sites dégradés (GML, temps : $F_{3,144} = 8.059$, $p < 0.001$; temps*dégradation: $F_{3,144} = 3.846$, $p = 0.012$ – Fig. 3e). La répartition des larves de décapodes montre une interaction entre la passe, l'état de dégradation, le biotope et le temps (passe*dégradation*biotope*temps : $F_{6,144} = 3.35$, $p = 0.005$; Fig. 4e). La répartition des larves à la passe de Tiputa est significativement plus forte qu'à la passe d'Avatoru sur les pinacles coralliens des sites non dégradés et sur les bancs de sable des sites dégradés.

b) Recrutement des crustacés et des mollusques (collecteurs immergés 28 jours)

Mollusca : Bivalvia - La répartition spatiale des bivalves sur des collecteurs immergés 28 jours est similaire entre les deux passes (GLM passe : $F_{1,36} = 0.72$, $p = 0.40$). En revanche, la répartition est différente en fonction de l'état de dégradation et des biotopes (état de dégradation*biotope : $F_{2,36} = 9.58$, $p = 0.001$ - Fig. 5a). Dans les sites dégradés, le recrutement est plus important dans les biotopes pinacles algaux et coralliens que dans le sable. Dans les sites non dégradés, le recrutement est plus important dans les biotopes sable que dans les biotopes pinacles algaux et coralliens.

Mollusca : Gastropoda - La répartition spatiale des gastéropodes est similaire entre les deux passes (GLM passe : $F_{1,36} = 1.41$, $p = 0.24$) et entre les états de dégradation (GLM état de dégradation: $F_{1,36} = 0.67$, $p = 0.41$). En revanche, le succès de recrutement est différent selon les biotopes (GLM biotope : $F_{4,36} = 4.004$, $p = 0.032$ - Fig. 5b). Le test *a posteriori* montre que le succès de recrutement est plus fort dans les biotopes pinacles algaux que sur le sable (Bonferroni : $p = 0.29$).

Crustacea : Cirripeda - La répartition spatiale des cirripèdes est similaire entre les deux passes (GLM passe : $F_{1,36} = 0.24$, $p = 0.62$). La répartition est différente en fonction de l'état de dégradation et des biotopes (état de dégradation*biotope : $F_{2,36} = 3.39$, $p = 0.05$ - Fig. 5c). Le recrutement dans les sites non dégradés est supérieur dans le biotope pinacles algaux que dans les biotopes pinacles coralliens et bancs de sables. Dans les sites dégradés, le recrutement est similaire entre les biotopes.

Crustacea : Amphipoda - La répartition spatiale des amphipodes montre que le succès de recrutement est plus important à la passe d'Avatoru qu'à la passe de Tiputa (GLM passe : $F_{1,36} = 4.97$, $p = 0.03$ - Fig. 6). En revanche, le recrutement est similaire entre l'état de dégradation et le biotope (GLM état de dégradation : $F_{1,36} = 0.79$, $p = 0.38$; biotope : $F_{2,36} = 0.20$, $p = 0.81$ - Fig. 5d).

Crustacea : Decapoda - La répartition spatiale des décapodes est similaire entre les deux passes, l'état de dégradation et le biotope (GLM passe : $F_{1,36} = 0.73$, $p = 0.40$; état de dégradation : $F_{1,36} = 1.90$, $p = 0.18$; biotope : $F_{2,36} = 0.10$, $p = 0.90$ - Fig. 5e).

c) Comparaison de colonisation à 7 jours, de l'installation à 14 jours et du recrutement à 28 jours

Mollusca : Bivalvia - La durée d'immersion des collecteurs ($4*7j = 28j$, $2*14j = 28j$ et $1*28j = 28j$) a un effet significatif sur le nombre de bivalves récoltés (GLM durée d'immersion : $F_{2,108} = 6.92$, $p = 0.002$). De plus, une interaction est observée entre la durée d'immersion, l'état de dégradation et le biotope (GLM durée*dégradation*biotope : $F_{4,108} = 3.73$, $p = 0.007$). Sur le biotope sable des sites non dégradés, le nombre de bivalves ayant survécu après 28 jours (recrutement) est supérieur à la somme des larves colonisant le lagon après quatre périodes de 7 jours (Fig. 7a). En revanche, sur les biotopes pinnacle corallien et pinnacle algal des sites non dégradés, le nombre de bivalves ayant survécu après deux périodes de 14 jours (installation) est supérieur à la somme des larves colonisant le lagon après quatre périodes de 7 jours et une période de 28 jours (Fig. 7a). Sur le biotope pinnacle corallien des sites dégradés, le nombre de bivalves ayant survécu après 28 jours (recrutement) est supérieur à la somme des larves colonisant le lagon après quatre périodes de 7 jours (Fig. 7b). En revanche, sur le biotope sable des sites dégradés, le nombre de bivalves est identique quelque soit la durée d'immersion des collecteurs (Fig. 7b).

Mollusca : Gastropoda - La durée d'immersion des collecteurs a un effet significatif sur le nombre de gastéropodes récoltés (GLM durée d'immersion : $F_{2,108} = 19.282$, $p < 0.001$) : plus les collecteurs sont immergés longtemps, plus le nombre de gastéropodes ayant survécu est important. Les tests *a posteriori* montrent que le nombre de gastéropodes après 28 jours est supérieur à celui après deux périodes de 14 jours (Bonferroni, $p = 0.001$) et à celui après quatre périodes de 7 jours (Bonferroni, $p < 0.001$). De plus, le nombre de gastéropodes ayant survécu est supérieur après deux périodes de 14 jours à celui après quatre périodes de 7 jours

(Bonferroni, $p = 0.038$). A l'échelle du site de dégradation, le nombre de gastéropodes dans les sites non dégradés est supérieur à celui des sites dégradés, quelque soit la durée d'immersion (GLM état de dégradation : $F_{1,108} = 6.94$, $p < 0.001$ - Fig. 8). A l'échelle du biotope, le nombre de gastéropodes est supérieur sur le sable que dans les pinacles algaux et coralliens, quelque soit la durée d'immersion (GLM biotope : $F_{2,108} = 8.35$, $p < 0.001$ - Fig. 9).

Crustacea : Cirripeda - La durée d'immersion des collecteurs a un effet significatif sur le nombre de cirripèdes récoltés (GLM durée d'immersion : $F_{2,108} = 8.26$, $p = 0.001$). Une interaction est observée entre la durée d'immersion, l'état de dégradation et le biotope (GLM durée*état de dégradation*biotope: $F_{4,108} = 2.69$, $p = 0.03$). Pour le biotope corallien vivant des sites non dégradés, le nombre de cirripèdes après 28 jours (recrutement) est supérieure à la somme des larves ayant colonisé le lagon après quatre périodes de 7 jours et deux périodes de 14 jours (Fig. 7c). Pour les biotopes coralliens et algaux des sites dégradés, le nombre de cirripèdes ayant survécu après 28 jours est supérieure à la somme des larves ayant colonisé le lagon après quatre périodes de 7 jours et deux périodes de 14 jours (Fig. 7d).

Crustacea : Amphipoda - La durée d'immersion des collecteurs a un effet significatif sur le nombre d'amphipodes récoltés (GLM durée d'immersion : $F_{2,108} = 11.54$, $p < 0.001$ - Fig. 10a). Les tests *a posteriori* montrent que le nombre d'amphipodes après 28 jours est supérieur à celui après deux périodes de 14 jours (Bonferroni, $p < 0.001$) et à celui après quatre périodes de 7 jours (Bonferroni, $p < 0.001$). Le nombre d'amphipodes est similaire entre les sites dégradés et non dégradés et entre les biotopes (GLM état de dégradation : $F_{1,108} = 1.26$, $p = 0.26$; biotope : $F_{2,108} = 0.48$, $p = 0.61$).

Crustacea : Decapoda - La durée d'immersion des collecteurs a un effet significatif sur le nombre de décapodes récoltés (GLM durée d'immersion : $F_{2,108} = 7.76$, $p = 0.001$ - Fig. 10b). Les tests *a posteriori* montrent que la somme des larves après quatre périodes de 7 jours est supérieur au nombre de décapodes après deux périodes de 14 jours (Bonferroni, $p = 0.001$) qui lui-même est supérieur au nombre de décapodes après une période de 28 jours (Bonferroni, $p = 0.025$). Une interaction est observée entre l'état de dégradation et le biotope (GLM état de dégradation*biotope : $F_{2,108} = 3.00$, $p = 0.05$). Le nombre de décapodes sur le sable des sites non dégradés est supérieur à celui des pinacles algaux et coralliens. Sur les sites dégradés, le nombre de décapodes sur le sable et les pinacles coralliens est supérieur à celui des pinacles algaux.

4) DISCUSSION

L'analyse des résultats a permis de montrer que la colonisation des crustacés et des mollusques est hétérogène au cours des 4 semaines. Un fort effet de la lune a été observé. Le succès de recrutement est différent entre les sites dégradés et non dégradés pour les mollusques et les cirripèdes. De plus, la répartition des mollusques est hétérogène selon les biotopes, alors qu'elle est homogène pour les crustacés. Enfin, la comparaison du succès de recrutement (collecteurs immergés pendant 28 jours) et du flux de colonisation (quatre séries de collecteurs immergés sept jours) met en évidence que le nombre d'organismes après 28 jours est supérieur à celui de la somme des quatre semaines pour les gastéropodes, les cirripèdes et les amphipodes. En revanche, le nombre de bivalves est identique et le nombre de décapodes après 28 jours est inférieur à celui de la somme des quatre semaines de 7 jours.

a) Patrons temporels de colonisation

L'analyse des patrons de colonisation (collecteurs immergés pendant 7 jours) montre que les Bivalvia, Gastropoda, Copepoda, Cirripeda, Amphipoda et Decapoda n'ont pas les mêmes pics au même moment.

Pour la colonisation des bivalves, la 2^{ème} semaine est significativement plus faible. Cette 2^{ème} semaine correspond au premier croissant de lune. La semaine précédente (nouvelle lune) correspond au pic d'entrée des larves de poissons dans le lagon (Doherty 2002). En émettant l'hypothèse que les larves de poissons se nourrissent de larves de bivalves, une relation entre la diminution de la colonisation des bivalves et l'augmentation du nombre de larve de poissons colonisant le lagon serait à tester. Un pic de colonisation sur les sites non dégradés est aussi observé lors de la 3^{ème} semaine. Cette semaine correspond à la pleine lune. La luminosité lors de la pleine lune pourrait être un stimuli pour la colonisation des bivalves (surtout pour les sites non-dégradés). Etant donné que les bivalves ont une capacité nataoire développée, ils peuvent s'orienter vers les sites non dégradés. Les résultats montrent aussi une différence significative au niveau des passes. La passe d'Avatoru a un succès colonisateur supérieur à celle de Tiputa. Ceci est dû au courant moins fort à la passe d'Avatoru. La passe étant plus petite, le flux d'eau est moins important (fixation favorisée). Les résultats montrent aussi que quelque soit le biotope, la passe a une influence sur la colonisation des milieux dégradés ou non dégradés. A la passe de Tiputa, le succès de colonisation est plus fort sur les

sites non dégradés. Mais, aucune différence n'est relevée au niveau des biotopes. Les larves de bivalves ont peut-être seulement le temps de s'orienter vers un site (à large échelle spatiale) et de se faire déposer par le courant aléatoirement sur un biotope. En revanche, à la passe d'Avatoru où le courant est moins fort, une différence a été relevée entre les biotopes. A cet endroit, le courant est peut-être suffisamment faible pour laisser aux larves le temps de s'installer sur le biotope adéquat.

Pour les gastéropodes, les résultats montrent un pic de colonisation à la 3^{ème} semaine. Les résultats montrent aussi que la colonisation est plus importante à Tiputa à cause peut être de l'importance de la passe (la passe de Tiputa est plus large que celle d'Avatoru). A Tiputa, la répartition des larves est significativement plus forte pour les biotopes pinacles algaux. Ceci est dû à la prédation (plus facile pour se cacher) et/ou à la sélection naturelle (les gastéropodes se nourrissent du film de bactéries présent sur les algues). Pour les cirripèdes et les amphipodes, les résultats montrent un pic à la 3^{ème} semaine, qui pourrait être expliqué de la même manière que précédemment. Enfin, pour les décapodes, les résultats montrent des pics significatifs à la 2^{ème} et 3^{ème} semaine. Une interaction de la passe avec la dégradation des sites, le biotope et le temps montre que les décapodes se répartissent de façon aléatoire.

En conclusion, ces différents patrons de colonisation sont généralement expliqués par deux théories. La première théorie considère que le patron de colonisation est le reflet des événements reproducteurs qui se sont produit en amont (Doherty *et al.* 1994). La seconde théorie postule que la variabilité de la colonisation résulte de l'influence de facteurs océaniques qui sont dispersifs et irréguliers dans le temps (McFarland *et al.* 1985). La liste des études démontrant la présence ou l'absence de ce couplage pourrait être longue (voir synthèse de Doherty 2002). L'analyse de ces différentes études montre que cette divergence d'opinion provient essentiellement, d'une part, de l'espèce étudiée et, d'autre part, du lieu d'échantillonnage. Ainsi, la majorité des études qui mettent en évidence un couplage temporel, sont réalisées sur des espèces à œufs démersaux. La présence ou l'absence de ce couplage s'explique alors par la durée de vie larvaire des espèces. Une durée courte (espèces à œufs démersaux) offre peu d'opportunité aux processus pélagiques dispersifs pour altérer le patron de reproduction puisque ces larves restent proche de l'île, alors qu'une durée de vie plus longue (espèces à œufs pélagiques) favorise cette altération grâce à une aire de dispersion plus étendue. Ainsi, pour expliquer d'avantage nos résultats, il faudrait connaître le mode de

reproduction et la durée de vie larvaire des Bivalvia, Gastropoda, Copepoda, Cirripeda, Amphipoda et Decapoda. Ceci pourrait constituer une opportunité pour un stage en Master.

b) Patrons spatiaux de recrutement

L'analyse des patrons de recrutement (collecteurs immergés pendant 28 jours) montre que la répartition spatiale est similaire entre les deux passes (sauf pour les amphipodes). Pour les bivalves, la répartition des larves est supérieure dans les sites dégradés (sauf pour le sable) ce qui laisserait à penser que la prédation est plus importante sur les sites non dégradés. La forte mortalité que subissent les larves entre la colonisation et le recrutement (90 % dans le premier mois suivant la colonisation) est attribuée à la prédation (Pechenik 1990). La prédation influence les populations de larves en altérant leur survie et le taux de recrutement, la taille et la croissance des individus, et la sélection de l'habitat lors du recrutement (voir synthèses de Pechenik 1990, Qian 1999). De plus, la répartition des bivalves est plus forte sur les biotopes coralliens et algaux dans les sites dégradés, ce qui laisserait à penser l'effet d'une attraction dû aux conspécifiques déjà présents sur ces biotopes. Les bivalves auraient donc la capacité à reconnaître le biotope plus favorable à leur recrutement, c'est-à-dire les biotopes contenant les aliments indispensables à leur régime alimentaire et des endroits où se fixer et se cacher des prédateurs.

Pour les gastéropodes, les résultats montrent que leur succès de recrutement est plus fort sur les biotopes algaux et ceci quelque soit le site. Les gastéropodes auraient donc : soit la capacité sensorielle à reconnaître les biotopes plus favorables à leur recrutement, soit ils subiraient une prédation plus importante sur les biotopes sable et coralliens. Les pinacles algaux sont recouverts d'un film bactérien, dont se nourrissent les gastéropodes, mais, la capacité natatoire des gastéropodes étant réduite, l'hypothèse de la prédation est favorisée. De plus, sur les biotopes algaux, les gastéropodes ont plus de facilité à se cacher des prédateurs grâce aux algues qui les entourent, d'où l'hypothèse de la prédation est plausible.

Pour les cirripèdes, la répartition spatiale est similaire entre les deux passes. Une différence significative au niveau du recrutement en fonction du biotope a été relevée. Le biotope algal des sites non dégradés a un succès de recrutement supérieur aux autres. Ceci peut être dû à une forte prédation au niveau de ce biotope. Pour les amphipodes, les résultats montrent que leur succès de recrutement est plus fort sur la passe d'Avatoru que sur celle de Tiputa (résultat stochastique). En revanche, le recrutement est similaire entre l'état de

dégradation et le biotope ce qui laisse penser que les amphipodes ont une taille suffisamment grande pour être prédatés, quelque soit le biotope. Enfin, pour les décapodes, aucun résultat n'est exploitable. Ils sont répartis, par l'intermédiaire du courant, dans les différents sites et les différents biotopes. Ainsi, ils subissent la sélection naturelle.

En conclusion, ces résultats sur le recrutement pourraient s'expliquer par la recherche d'un habitat de vie adéquat. La recherche de cet habitat adéquat est un challenge fondamental pour les invertébrés. Il conditionne la survie et la croissance des individus jusqu'au stade adulte (polychètes - Qian 1999, holothuries - Mercier *et al.* 2000). Lorsque l'habitat essentiel est absent de la zone prospectée par la larve, beaucoup d'espèces d'invertébrés ont la faculté de retarder le déclenchement de la métamorphose afin de continuer la prospection (voir synthèse de Pechenik 1990). Les larves d'holothuries (*Holothuria scabra*) recrutent sur les feuilles de *Thalassia hemprichii* dans les îles Salomon. En absence de cet habitat, les larves retardent le déclenchement de la métamorphose de 96 h (Mercier *et al.* 2000). Ainsi, l'analyse spatiale du succès de recrutement pourrait résulter de la probabilité de détecter l'habitat adéquat et des conséquences de ce choix de l'habitat sur la survie des individus pour chacun des taxa Bivalvia, Gastropoda, Copepoda, Cirripeda, Amphipoda et Decapoda.

c) Comparaison du succès de colonisation, d'installation et de recrutement

La comparaison du recrutement, de l'installation et de la colonisation a montré que la somme des individus (bivalves, gastéropodes, cirripèdes et amphipodes) est inférieure ou égale au nombre d'individus comptés pendant leur recrutement. Ceci est un résultat inattendu. Si les résultats avaient montré que le contraire, l'hypothèse d'une forte prédation aurait été validée. Dans nos résultats, cette hypothèse reste vraie, mais la prédation a dû être compensée par un autre processus, peut être l'effet attracteur des conspécifiques. Malgré les nombreuses études sur les patrons de recrutement des invertébrés marins, peu d'information sont disponibles sur les réponses des larves aux signaux sensoriels de l'environnement conditionnant la recherche de l'habitat essentiel (voir synthèses de Pawlik 1992, Qian 1999). Cette recherche correspond à la détection des conspécifiques (individus de la même espèce) et/ou d'un type d'habitat, par leurs émissions de signaux visuels (forme d'une colonie corallienne) ou chimiques (odeur d'une anémone ou d'un conspécifique). Les conspécifiques pourraient attirer des larves par des signaux visuels et/ou chimiques. Ainsi, dans le cadre du projet, D. Lecchini et S. Mills ont mis en place sur l'atoll de Takapoto (autre atoll de Polynésie française) une expérience afin de tester l'effet de la présence de chapelets de nacres (*Pinctada margaritifera*) sur le recrutement

des larves de ces nacres en fonction de l'état de dégradation du récif. Les résultats sont en cours d'analyse. Ainsi, la présence de conspécifiques pourrait compenser la forte mortalité des larves dans des sites dégradés. Si cette hypothèse est validée par l'étude à Takapoto, des moyens de repeuplement des récifs dégradés pourront être mis en place, tel que la mise en place de récifs artificiels sur lesquels des larves seraient fixées au préalable pour favoriser le recrutement.

Ces résultats pourraient s'expliquer par l'hypothèse de l'adaptabilité de la taille des proies à leurs prédateurs. Ainsi à 7 jours, la taille des larves des crustacés et mollusques permettait à des nombreux organismes opportunistes de les prédater. En revanche, la taille plus importante des crustacés et mollusques entre 7 et 28 jours réduit le nombre de prédateurs potentiels (Qian 1999). De plus, la compétition inter-spécifique sur les collecteurs est plus importante pour les larves entre 0 et 7 jours (le nombre de prédateurs peuvent être sur le collecteur) que sur les crustacés et mollusques de 7 à 28 jours. A l'opposé, les décapodes ont toujours une taille suffisamment petites entre 0 et 7 jours et 7 et 28 jours pour être prédatés par de nombreux organismes opportunistes (Fig. 9b).

5) CONCLUSION

Cette étude a permis d'améliorer les connaissances sur le recrutement larvaire des mollusques et des crustacés. L'analyse des patrons temporels de colonisation ont mis en évidence une relation avec la lune (exemple le pic à la 3^{ème} semaine dû à la pleine lune). L'analyse de la répartition spatiale du recrutement a permis d'émettre des hypothèses sur la prédation, la capacité des larves à choisir un site ou un biotope et de mettre en évidence les sites qui seront intéressant à reproduire artificiellement pour favoriser le recrutement d'une espèce ayant un intérêt commercial ou pour le maintien de la biodiversité corallienne. La comparaison des répartitions temporelles et spatiales a permis d'émettre une hypothèse sur l'effet de la présence de conspécifiques. Cependant, le recrutement est une phase complexe du cycle de vie des invertébrés marins. Il est difficile de l'étudier sans avoir des biais dans les expériences (compter des adultes, perdre des larves au moment de la récolte des collecteurs, ne pas connaître la taxonomie de toutes les larves...). Comme cette étude sur le recrutement des larves de mollusques et de crustacés est innovante pour la communauté scientifique, ces expériences ont permis de soulever de nouvelles questions, comme le repeuplement des récifs coralliens à l'aide de conspécifiques.

6) REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adjeroud M., 1996. Biodiversité dans un écosystème corallien insulaire (Moorea, Polynésie française) : analyse de la répartition spatiale de la biodiversité des peuplements mégabenthiques et relations avec les facteurs environnementaux. Thèse doctorale, Univ. Paris VI, 380 pp.
- Adjeroud M., Chancerelle Y., Schrimm M., Perez T., Lecchini D., Galzin R. & B. Salvat, 2005. Detecting the effects of natural disturbances on coral assemblages in French Polynesia: a decade survey at multiple scales. *Aqua. Liv. Res.*, 18 : 111-123.
- Battistini R., Bourrouilh F., Chevalier J.P., Coudray J., Denizot M., Faure G., Fisher J.C., Guilcher A., Harmelin-Vivien M., Jaubert J., Laborel J., Masse J.P., Maugé L.A., Montaggioni L., Peyrot-Clausade M., Pichon M., Plante R., Plaziat J.C., Plessis Y.B., Richard G., Salzat B., Thomassin B.A., Vasseur P., Weydert P., 1975. Eléments de terminologie récifale indopacifique. *Téthys*, 7 : 1-111.
- Caley M.J., Carr M.H., Hixon M.A., Hugues T.P., Jones G.P., Menge B.A., 1996. Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 27 : 477-500.
- Doherty P.J., Fowler A.J., Harris D.A., 1994. Monitoring the replenishment of coral trout (Pisces: Serranidae) populations. *Bull. Mar. Sci.*, 54: 343-355.
- Doherty P.J., 2002. Variable replenishment and the dynamics of reef fish populations. In : Sale P.F. (ed.), *Coral reef fishes : dynamics and diversity in a complex ecosystem*, Academic press, San Diego, pp. 327-358.
- Dufour V., 1992. Colonisation des récifs coralliens par les larves de poissons. Thèse doctorale, Univ. Paris VI, 188 pp.
- Hanski I, Gilpin ME, 1997. *Metapopulation biology: ecology, genetics and evolution*. Academic Press, London. 512 pp
- Lecchini D., Planes S. & R. Galzin, 2007. The influence of habitat characteristics and conspecifics on attraction and survival of coral reef fish juveniles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 341 : 85-90.
- Lecchini D. & R. Galzin, 2003. Influence of pelagic and benthic, biotic and abiotic, stochastic and deterministic processes on the dynamics of auto-recruitment of coral reef fish. *Cybium*, vol. 27 : 167-184.
- Loya Y., 1978. Plotless and transect methods. In : Stoddart D.R., Johannes R.E. (eds.), *Coral reef research methods*, UNESCO, Paris, pp. 97-217.
- McFarland W.H., Brothers E.B., Ogden J.C., 1985. Recruitment patrons in young French grunts, *Haemulon flavolineatum* (Family Haemulidae), at St. Croix, Virgin Islands. *Fish. Bull. U.S.*, 83: 413-426.
- Mercier A., Battaglene S.C., Hamel J.F., 2000. Settlement preferences and early migration of the tropical sea cucumber *Holothuria scabra*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 249 : 89-110.
- Milicich M.J., 1994. Dynamic coupling of coral reef fish replenishment and oceanographic processes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 110 : 135-144.

- Nystrom M., Folke C., Moberg F., 2000. Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment. *T.R.E.E.*, 15:413-417.
- Pawlik J.R., 1992. Chemical ecology of the settlement of benthic marine invertebrates. *Ocean. Mar. Biol.*, 30 : 273-335.
- Pechenik J.A., 1990. Delayed metamorphosis by larvae of benthic marine invertebrates : does it occur ? Is there a price to pay ? *Ophelia*, 32 : 63-94.
- Qian P.Y., 1999. Larval settlement of polychaetes. *Hydrobiologia*, 402 : 239-253.
- Sorokin Y.I., 1995. *Coral Reef Ecology*. Ecological Studies. Springer-Verlag, Berlin, 465 pp.
- Stobutzki I.C., Bellwood D.R., 1997. Sustained swimming abilities of the late pelagic stages of coral reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 149 : 35-41.
- Vigliola L., Harmelin-Vivien M., 2001. Postsettlement ontogeny in three mediterranean reef fish species of the genus *Diplodus*. *Bull. Mar. Sci.*, 68 : 271-286.
- Werner E.E., 1988. Size, scaling and the evolution of complex life cycles. In : Ebenman B., Perssons L. (eds.), *Size-structured populations*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 61-81.

Figure légendes

Figure 1

Figure 2 Moyenne (± 1 SE) du nombre de larves de a) bivalves, b) gastéropodes, c) cyprides, d) amphipodes et e) décapodes récoltes après quatre périodes de 7 jours immergés dans le lagon de Rangiroa dans les zones non dégradés (barres blanches) et dégradés (barres noir). Chaque barre représente $N = 36$.

Figure 3 Moyenne (± 1 SE) du nombre de larves de a) bivalves, b) gastéropodes, c) cyprides, d) amphipodes et e) décapodes récoltes après quatre périodes de 7 jours immergés dans le lagon au deux Passes et aux trois biotopes (pinacles algaux, pinacle coralliens et banc de sables) et dans les zones non dégradés (barres blanches) et dégradés (barres noir). Chaque barre représente $N = 12$.

Figure 4 Moyenne (± 1 SE) du nombre de larves de a) bivalves, b) gastéropodes, c) cyprides, d) amphipodes et e) décapodes récoltes après 28 jours immergés dans le lagon aux trois biotopes (pinacles algaux, pinacle coralliens et banc de sables) et dans les zones non dégradés (barres blanches) et dégradés (barres noir). Chaque barre représente $N = 6$.

Figure 5 Moyenne (± 1 SE) du nombre de larves de amphipodes récoltes après 28 jours immergés dans le lagon aux deux Passes. Chaque barre représente $N = 18$.

Figure 6 Comparaison de moyennes (± 1 SE) du nombre de larves récoltes après des différents durée de temps immergés dans le lagon (la somme de quatre périodes de 7 jours, la somme de deux périodes de 14 jours et une période de 28 jours) pour a) les bivalves dans les zones non dégradés, b) les bivalves dans les zones dégradés, c) les cyprids dans les zones non dégradés et d) les cyprids dans les zones dégradés cyprides. Les trois biotopes sont représentées : pinacles algaux (barres blanches), pinacle coralliens (barres noir) et banc de sables (barres gris). Chaque barre représente $N = 6$.

Figure 7 Comparaison de moyennes (± 1 SE) du nombre de larves de gastéropodes récoltes après des différents durée de temps immergés dans le lagon (la somme de quatre périodes de 7

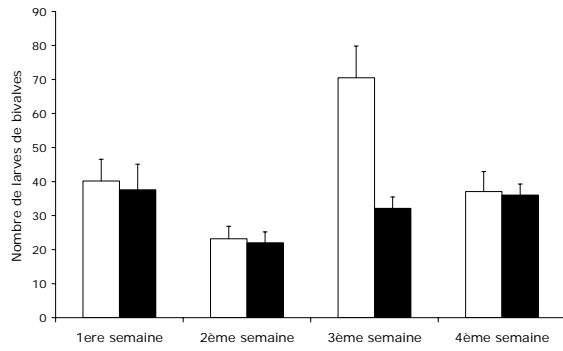
jours, la somme de deux périodes de 14 jours et une période de 28 jours) pour les zones non dégradés (barres blanches) et dégradés (barres noir). Chaque barre représente N = 18.

Figure 8 Comparaison de moyennes (± 1 SE) du nombre de larves récoltes après des différents durée de temps immergés dans le lagon (la somme de quatre périodes de 7 jours, la somme de deux périodes de 14 jours et une période de 28 jours) pour les gastéropodes aux trois biotopes: pinacles algaux (barres blanches), pinnacle coralliens (barres noir) et banc de sables (barres gris). Chaque barre représente N = 12.

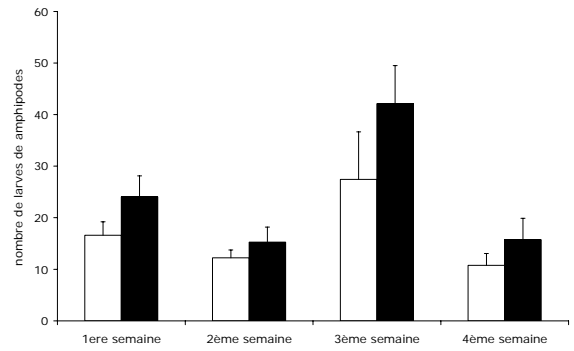
Figure 9 Comparaison de moyennes (± 1 SE) du nombre de larves de a) amphipodes et b) décapodes entre trois différents durée de temps immergés dans le lagon (la somme de quatre périodes de 7 jours, la somme de deux périodes de 14 jours et une période de 28 jours). Chaque barre représente N = 36.

Figure 2

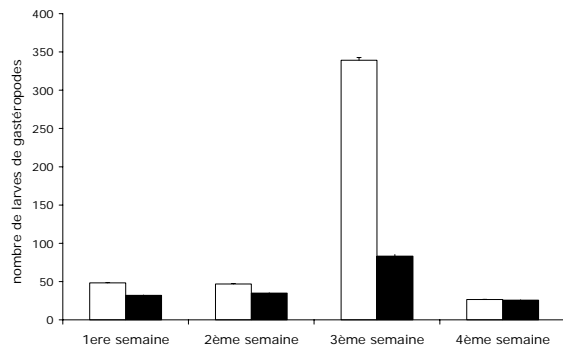
a)



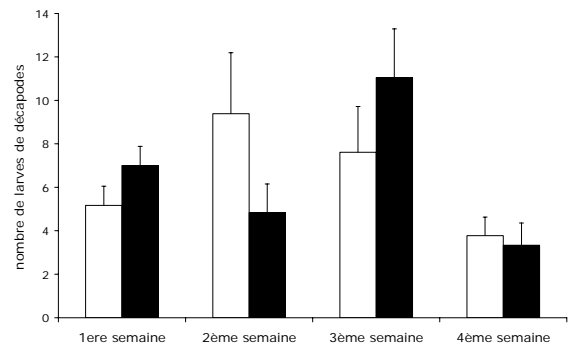
d)



b)



e)



c)

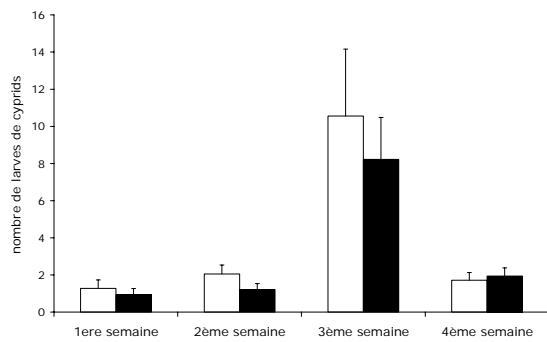
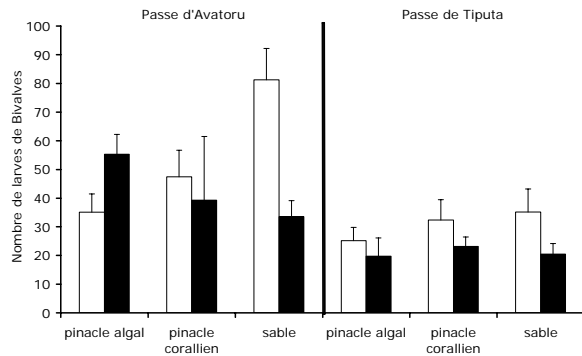
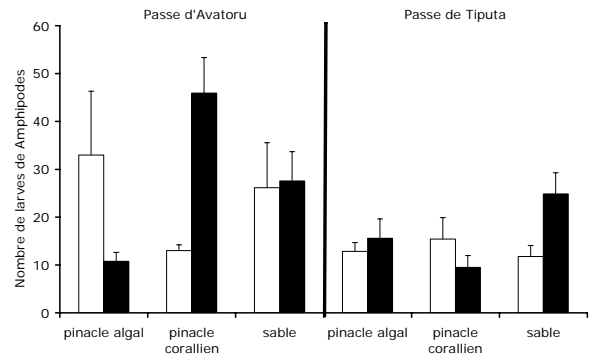


Figure 3

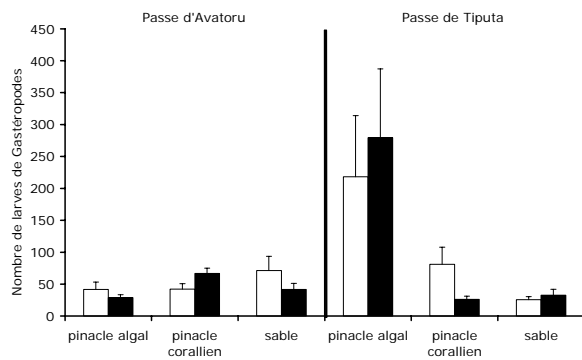
a)



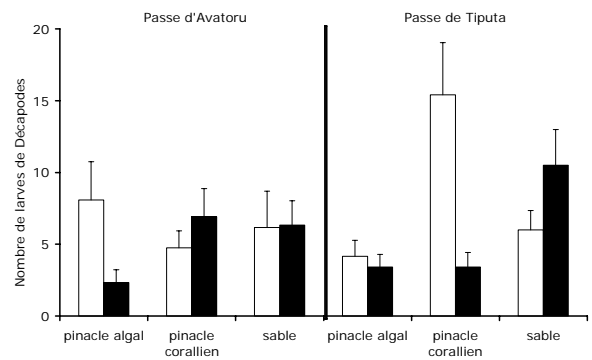
d)



b)



e)



c)

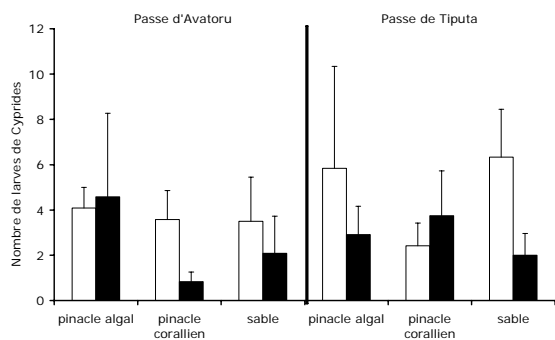
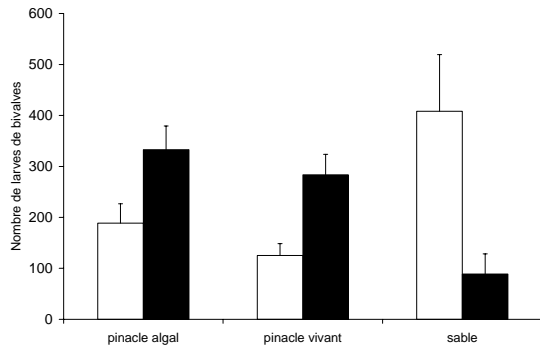
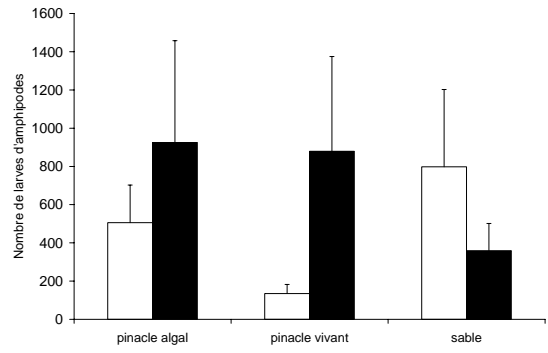


Figure 4

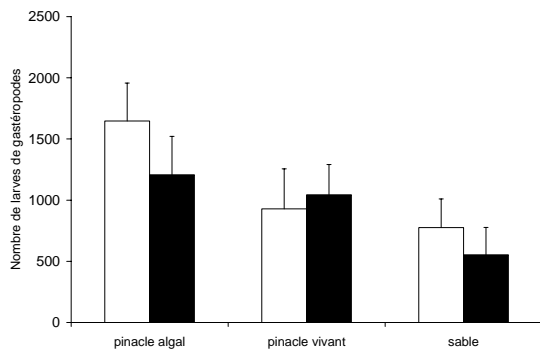
a)



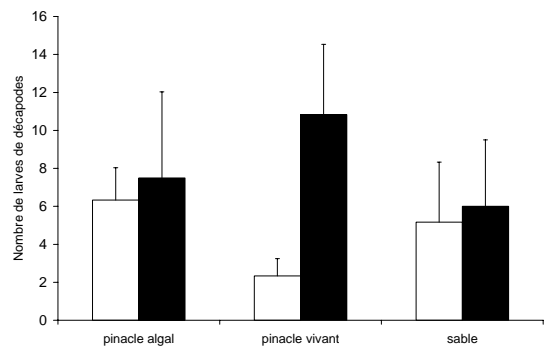
d)



b)



e)



c)

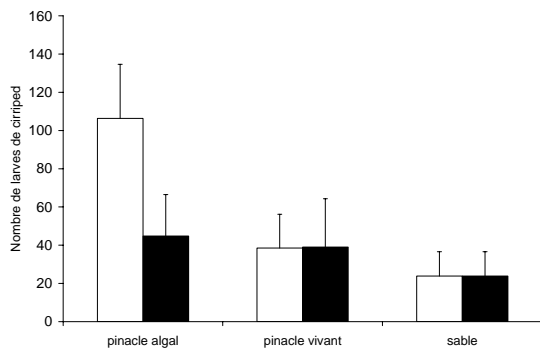


Figure 5

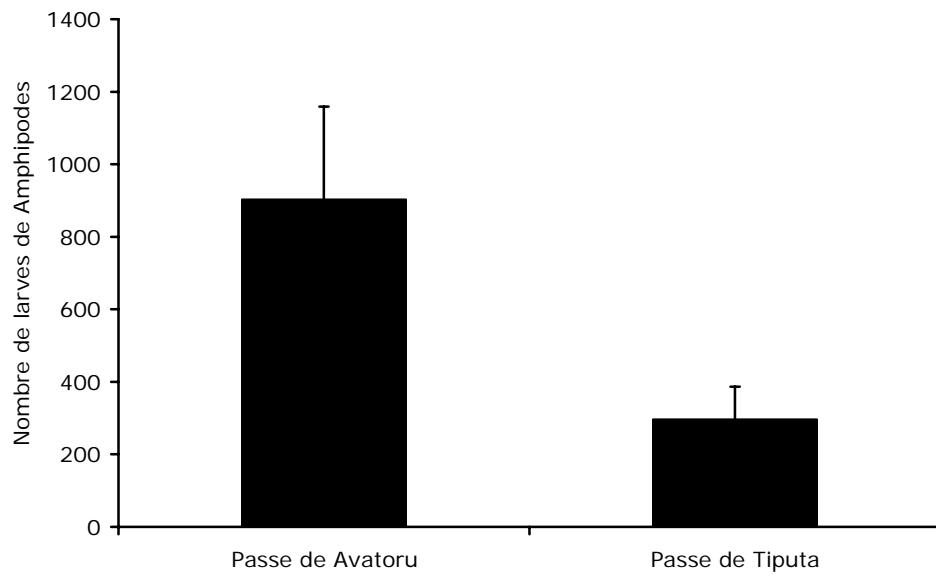
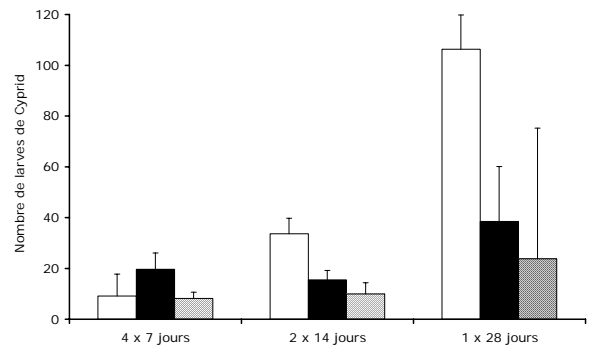
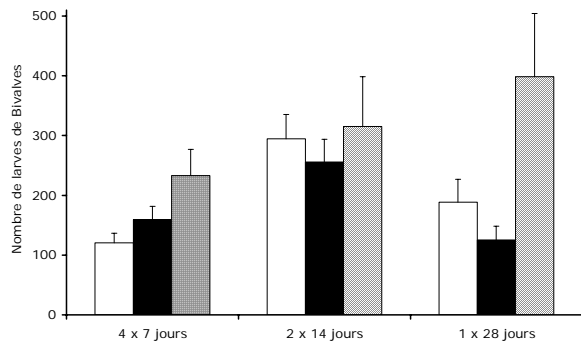
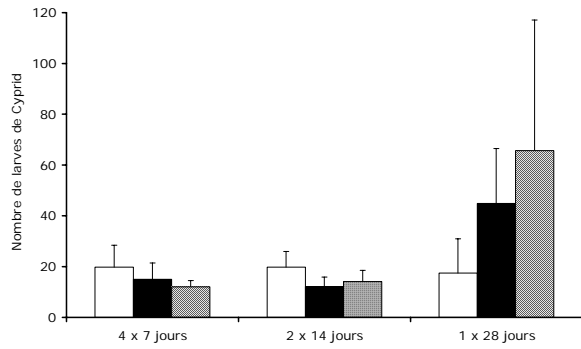


Figure 6

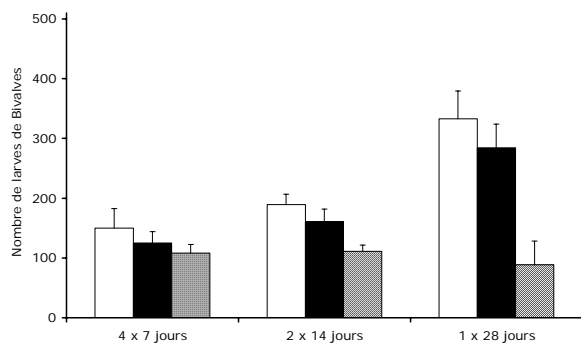
a)



c)



b)



d)

Figure 7

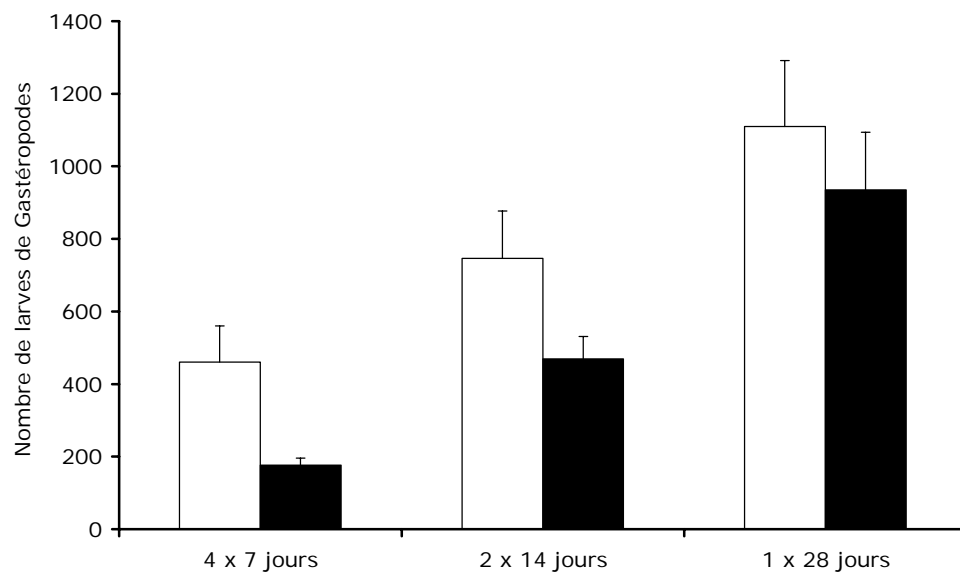


Figure 8

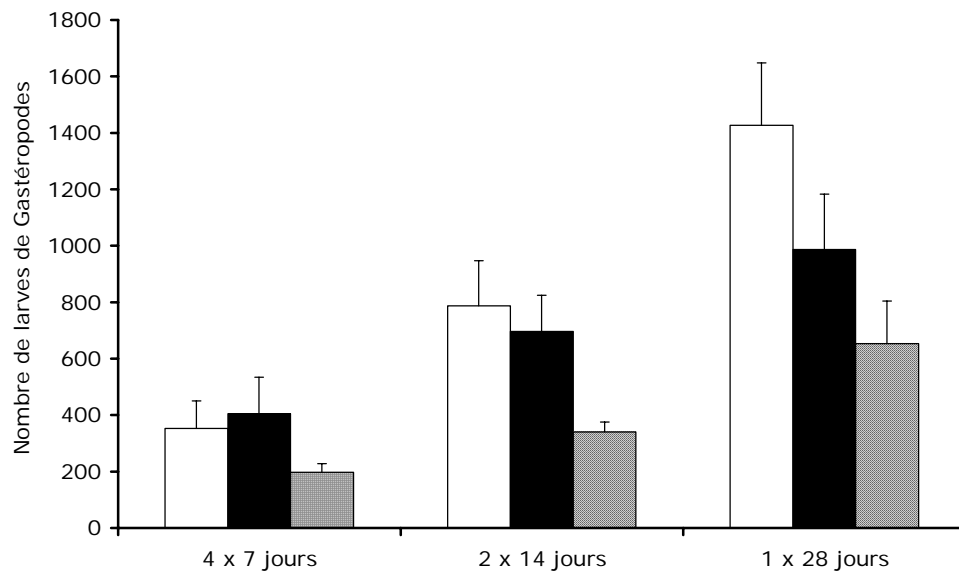
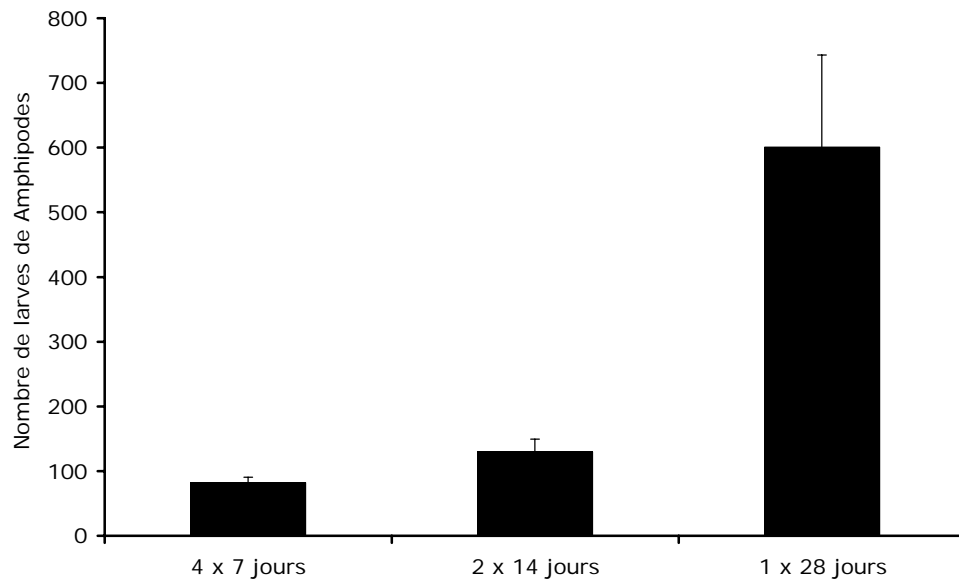


Figure 9

a)



b)

