

Université de Liège
Département de Biologie, Écologie et Évolution
Laboratoire d'Écologie Animale et Ecotoxicologie
Unité d'Écologie Marine

Étude pluridisciplinaire de l'implication bactérienne dans le phénomène de blanchissement des coraux Scléractiniaires (Indo-Pacifique)

Dissertation rédigée par Ophélie LADRIÈRE
en vue de l'obtention du grade de
Docteur en Sciences (PhD, Océanologie)

Promoteur :

Dr. Mathieu POULICEK

Jury :

Prof. Jean-Pierre THOMÉ (Président)

Prof. Paola FURLA (UNS, Nice, France)

Prof. Guillaume MITTA (UPVD, Perpignan, France)

Prof. Jean-Marie BOUQUEGNEAU

Dr. Annick WILMOTTE

Dr. Philippe COMPÈRE

Année académique 2011-2012

Photos de couverture (de la gauche vers la droite) : Corail blanchi (<http://jroy.abenaza.com/2008/04/23/global-warming/>); Récif de la Grande Barrière de Corail, Australie (<http://www.wayfaring.info/2010/07/21/the-great-barrier-reef-australia/>); Profil de bandes en DGGE (O. Ladrière); Prélèvement et fixation d'échantillons en plongée (D. Arnould); Tissus décalcifiés du corail *Pocillopora verrucosa* (O. Ladrière).

Résumé

Vu le nombre croissant de maladies coralliennes lié à l'impact grandissant du réchauffement climatique et des activités anthropiques, le présent travail de recherche s'est intéressé au phénomène de blanchissement corallien. Les Cnidaires Scléactiniaires sont les éléments de base et essentiels de l'écosystème récifal; écosystème dont les intérêts écologiques, économiques et sociétaux ne sont plus à démontrer. Ce symptôme de blanchissement a des causes multiples et complexes qui sont encore mal connues. Il correspond à la rupture de la symbiose mutualiste existant entre le corail et des microalgues, appelées zooxanthelles, et peut engendrer la mort de nombreux coraux.

Une hypothèse à la base de ce phénomène suggère que le corail blanchit suite à l'action de bactéries pathogènes, pénétrant à l'intérieur des tissus coralliens. Cependant, cette hypothèse semble assez controversée et le présent travail tente d'élucider un ensemble de questions liées à cette polémique. Pour ce faire, une approche pluridisciplinaire alliant l'écologie (générale et microbienne) et la biologie moléculaire a été mise en place lors d'études *in situ* et expérimentales.

A l'aide de la microscopie électronique, des critères morphologiques ont été établis afin de caractériser l'état de blanchissement du corail. Par ailleurs, cette technique a également permis d'identifier différents types de bactéries au sein des tissus coralliens. Leur présence et leurs rôles au sein de l'holobionte corallien sont discutés.

Plusieurs techniques de la biologie moléculaire (DGGE, séquençage) ont apporté des éléments sur la non-spécificité des communautés bactériennes associées à des coraux d'espèces différentes, provenant de sites de prélèvement différents et dans des états de blanchissement différents. Cette non-spécificité souligne le fait que les fonctions remplies par les bactéries au sein de l'holobionte corallien pourraient être le fait de bactéries opportunistes provenant de groupes taxonomiques variés.

La présence de Cyanobactéries chez certains coraux, détectées à l'aide de la microscopie et confirmée par les techniques moléculaires, soulève la question de

leur rôle au sein de l'holobionte et de l'alternative symbiotique qu'elles offrent à l'hôte par rapport aux zooxanthelles, microalgues symbiotiques "habituelles" des Scléactiniaires hermatypiques. Les questions de la compétition potentielle entre ces différents types de symbiotes ou de l'avantage de cette diversité symbiotique en cas de blanchissement restent ouvertes.

Une approche transcriptomique a permis d'étudier la réponse du corail face à un stress bactérien, dans différentes conditions expérimentales de température déterminant l'expression de la virulence des bactéries. L'étude du profil d'expression de différents gènes impliqués dans l'immunité du corail a permis de comprendre la séquence de réactions et les modifications de l'allocation des ressources en réponse aux différentes étapes de l'infection bactérienne. A cette occasion, le premier peptide antimicrobien de Scléactiniaires, la damicornine, a pu être mis en évidence et caractérisé.

L'ensemble de ces résultats mènent à penser que le contexte des modifications des paramètres environnementaux importe plus que la présence elle-même de pathogènes. Les bactéries agiraient alors comme facteur aggravant dans une situation où le corail, déjà stressé et affaibli, ne peut se défendre de manière adéquate.

Finalement, les observations d'une augmentation du nombre de cnidocytes chez une espèce de corail ayant subi un blanchissement suggèrent que certaines espèces de corail seraient capables de s'adapter au manque d'apports occasionné par la perte significative de zooxanthelles, en passant à un régime nutritionnel plus hétérotrophe. Ceci favoriserait alors la résilience du corail.

Abstract

Given the increasing number of coral diseases linked to the growing impact of global warming and human activities, the present research focused on the phenomenon of coral bleaching. The Scleractinian Cnidaria are the essential building blocks of the coral reef ecosystem, whose ecological, economic and societal interests are demonstrated. The symptom of bleaching has multiple and complex causes that are still unclear. It corresponds to the rupture of the mutualistic symbiosis between the coral and microalgae, called zooxanthellae, and can cause death of many corals.

An assumption underlying this phenomenon suggests that corals are bleaching by the action of pathogenic bacteria, penetrating inside the coral tissues. However, this hypothesis seems quite controversial and the present work attempts to elucidate a set of issues surrounding this controversy. To do this, a multidisciplinary approach combining ecology (general and microbial) and molecular biology has been established through field and experimental studies.

Using electron microscopy, morphological criteria were established to characterize the status of coral bleaching. Furthermore, this technique was also used to identify different types of bacteria within coral tissues. Their presence and their role within the coral holobiont were discussed.

Several molecular biology techniques (DGGE, sequencing) have provided evidences on the non-specificity of bacterial communities associated with corals species, sampling sites and different status of bleaching. This non-specificity shows that the functions performed by bacteria in the coral holobiont could be the result of opportunistic bacteria from various taxonomic groups.

The presence of Cyanobacteria in some corals, detected by microscopy and confirmed by molecular techniques, raises the question about their role within the holobiont and the alternative pathway that they offer for the symbiotic host compared with zooxanthellae. The issues of potential competition between these different symbionts or the benefit of this symbiotic diversity, in case of bleaching event, remain open.

Transcriptomic genetics was used to study the response of coral facing a bacterial stress in different experimental conditions of temperature determining the expression of bacterial virulence. Studying the expression profile of genes involved in immunity of the coral allowed to understand the sequence of reactions and changes in resource allocation in response to different stages of bacterial infection. On this experiment, the first antimicrobial peptide of Scleractinia, the damicornin, has been identified and characterized.

All these results suggest that the context of changes in environmental parameters is more important than the presence of pathogens itself. The bacteria would then act as an aggravating factor in a situation where the coral, already weakened and stressed, cannot defend itself adequately.

Finally, the observation of an increase in cnidocytes in a coral species that has undergone bleaching, suggests that some coral species are able to shift to a more heterotrophic nutritional regime adapting to the lack of inputs caused by the significant loss of zooxanthellae. This would favor the resilience of coral.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Docteur Mathieu Poulicek, mon promoteur, pour m'avoir ouvert la porte du monde des récifs coralliens. Merci pour ton soutien et ton humanité.

Ensuite, un tout grand merci au Professeur Jean-Pierre Thomé, tout d'abord pour son accueil au sein du laboratoire d'écologie animale et d'écotoxicologie (LEAE), mais également pour son soutien au quotidien, moral et matériel, pour avoir fait de son mieux pour s'intéresser à mes recherches et pour la cohésion qu'il arrive à entretenir au sein de son laboratoire. Chef, s'appeler Jean-Pierre et être né un 16 novembre, ça ne s'invente pas; vous êtes en quelque sorte mon papa scientifique. ;-)

Un merci tout particulier à Bob et Jérémie, les deux jeunes chercheurs les plus prometteurs que je connaisse. Ce fut un réel plaisir de travailler avec vous, de discuter avec vous et bien sûr, de blaguer avec vous! Et merci pour votre soutien et votre amitié! Je vous souhaite bonne continuation dans vos recherches!

Merci à mes collègues du LEAE: Stéphanie (Bobette), Stéphane (Bob), Marielle (Mary-L), Anne (- coquine), Fofie, Célia, Arnaud, Delphine, Valentine, Mumu, Virginie, Mathieu et Not' Chef national. Ce fut vraiment un plaisir énorme de travailler à vos côtés dans cette ambiance incroyable, si agréable au quotidien. Je sens que ça va me manquer... Et puis, au fil du temps, bon nombre d'entre vous sont devenus plus que de simples collègues. Donc merci pour votre amitié aussi. Et un merci spécial à Marielle, celle qui répond quand on l'appelle (c'est un peu nul j'avoue, mais j'assume). Merci de nous faciliter la vie comme tu le fais; ta gentillesse, ta réactivité, tes références musicales (heureusement que je t'avais)... Et un Pardon spécial à Bobette; ça ne devait pas être facile tous les jours avec Bob et moi en stéréo... ;-) et merci à vous deux pour votre complicité.

Bon courage à Bob et Bobette, mais aussi à Arnaud, Anne et Valentine pour la suite et fin de leur parcours doctoral. Je suis déjà fière de vous... :-) et oui, je fais ma "maman".

Un remerciement particulier à tous mes collègues "d'adoption" à Liège, à Perpignan et à Moorea. Vous m'avez toujours accueillie avec sympathie et simplicité. Mes différents passages au sein de vos équipes resteront de très bons souvenirs! Merci au Docteur Annick Wilmotte et à son équipe: Rafa, Cédric, Yaya, Magda, Patricia, Pedro, Marie-Jo... Au Docteur Philippe Compère, à Nicole, sans qui mes observations au microscope électronique n'auraient pas été possibles ou en tous cas pas aussi bien préparées; ta gentillesse et ta disponibilité sans limites m'épatent encore aujourd'hui; Laurette, merci pour tes conseils et ton soutien même à distance, et merci aussi à Julie.

Merci aux deux labos (du haut et du bas) de l'UMR 5244 de Perpignan et particulièrement au Professeur Guillaume Mitta et au Docteur Mehdi Adjeroud, à Jérémie (et oui encore), Sarah (un petit moonwalk ?), Jojo-Papy, Mohs'-reno Raines, Suzie euh... Suzie quoi!, Lucie-dive buddy (aux quatre coins du globe!), Céline, Pablo, Gégé d'en haut, Géraldine d'en bas, Julien, Matthias, Cécile, Elisabeth et tous les autres ... (et encore merci à Sarah et Elisa pour l'hébergement!). Mon passage (ou plutôt mes passages) et surtout cette collaboration fut une réelle "révélation" pour moi... merci pour tout. Et merci à Laurent Fouré de l'Aquarium du Cap d'Agde.

Et les criobiens! Je me souviens du déchirement ressenti lors de mon départ de la station à la fin de ma dernière mission en Polynésie... C'était fort, très fort... et j'espère vous y revoir un jour! Héloïse, mon pti bichon (y'en a trop à évoquer... une belle photo vaut mieux qu'un long discours, non? ;-)), avec Julie et Pauline; mes trois concierges préférées (ouaaakk, je fais bien la mouette là non?); Pascal, Benchachaman, Frank, merci pour tous vos coups de mains. Merci à Yannick, Serge Planes et René Galzin pour leur accueil au sein du CRIOBE (Centre de Recherches Insulaires et OBservatoire de l'Environnement, Moorea, Polynésie française).

Merci aux Docteurs Annick Wilmotte, Philippe Compère, Mehdi Adjeroud, Jérémie Vidal-Dupiol, Lucie Penin et au Professeur Guillaume Mitta pour leurs discussions et conseils lors de mes différentes manipulations au sein de leurs laboratoires.

Merci aux Professeurs Paola Furla (de l'Université de Nice), Guillaume Mitta (de l'Université de Perpignan), Jean-Marie Bouquegneau et Jean-Pierre Thomé, et aux Docteurs Annick Wilmotte et Philippe Compère d'avoir accepté d'évaluer ce travail de thèse.

Merci aux Professeurs Jean-Marie Bouquegneau (Doyen de la Faculté des Sciences à l'époque) et Jean-Pierre Thomé (Président du Département de Sciences et Gestion de l'Environnement) pour votre soutien financier lors de la collaboration avec Perpignan. Merci également au FNRS pour la bourse de doctorat, et au FNRS, au WBI et à l'ULg pour leurs divers soutiens financiers pour les missions et colloques à l'étranger.

Merci aux Kusto'z, bien que nous n'ayons pas toujours été très assidus, ces petits "breaks musico-jokes" m'ont fait beaucoup de bien! Commandant, Falco, Jean-mich' et Ginette: prochain tube: au Nord, c'était les coraux, d'acc?

Merci à David Gillan, Christopher Sheridan (Umons) et Elie Verleyen (Ugent), mais aussi à Bob, Bobette et Marielle (of course) pour vos aides ponctuelles en situations de détresse. Merci à Bruno, Gilles et Jérémie pour avoir accepté de corriger ce travail. Vos critiques pertinentes m'ont fait grand bien! Merci aussi à Damien, Marie et Fred ;-)

Merci à SB (SuperBob) pour la couverture de ce manuscrit!

J'ai peur d'oublier des gens...

Merci à ma famille et à mes amis (vous vous reconnaitrez bien, non?), pour votre soutien perpétuel et vital. Et ma soeurette d'adoption, Verchinie; nous y sommes arrivées pour finir!

Un Merci tout spécial et surtout un Pardon tout spécial à Damien et Clémence pour vous avoir fait subir tout ça. Merci de m'avoir soutenue et divertie (même sans le savoir, ma Moumoune) et d'avoir accepté mon choix.

... et pardon aux petites bêtes qui ont été sacrifiées pour la cause.

Table des matières

AVANT-PROPOS	I
CHAPITRE I INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
I.I LES RÉCIFS CORALLIENS	1
I.I.1 LA BIOLOGIE DES CORAUX SCLÉRACTINIAIRES	1
I.I.2 SYMBIOSE CORAIL-ZOOXANTHELLES	8
I.I.3 RÉPARTITION ET STRUCTURE DES RÉCIFS CORALLIENS HERMATYPIQUES	9
I.I.4 IMPORTANCE DES RÉCIFS	12
I.I.5 MENACES	13
I.II LES MALADIES CORALLIENNES	20
I.II.1 PATHOLOGIES EN RECRUESCENCE	20
I.II.2 WHITE SYNDROMES (WS)	26
I.II.3 BLACK BAND DISEASE (BBD) OU MALADIE DE LA BANDE NOIRE	27
I.II.4 YELLOW BLOTCH/BAND DISEASE (YBD) OU MALADIE DE LA TACHE/BANDE JAUNE	28
I.II.5 AUTRES	28
I.II.6 NOTIONS DE RÉSERVOIR ET DE VECTEUR DE MALADIE	28
I.III LE BLANCHISSEMENT CORALLIEN	30
I.III.1 DÉFINITION DU BLANCHISSEMENT CORALLIEN	30
I.III.2 CAUSES	32
I.III.3 MÉCANISMES	33
I.III.4 CONSÉQUENCES	35
I.IV HYPOTHÈSE BACTÉRIENNE DU BLANCHISSEMENT	37
I.IV.1 RÔLE DES BACTÉRIES AU SEIN DE L'HOLOBIONTE CORALLIEN	37
I.IV.2 IMPORTANCE DES VIBRIONS	40
I.IV.3 AGENTS ÉTIOLOGIQUES CONNUS POUR CAUSER LE BLANCHISSEMENT	44
I.IV.4 HYPOTHÈSE PROBIOTIQUE ET VENT DE POLÉMIQUE	51
I.V L'IMMUNITÉ DES CORAUX	52
I.VI NOTIONS DE RÉSISTANCE, DE RÉSILIENCE, D'ADAPTATION FACE AU BLANCHISSEMENT, ET AUX MALADIES EN GÉNÉRAL	54
I.VII OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	58

CHAPITRE II	MATÉRIELS ET MÉTHODES	61
II.I	SITE D'ÉTUDE – MOOREA (POLYNÉSIE FRANÇAISE)	62
II.II	ESPÈCES ÉTUDIÉES/UTILISÉES	63
II.II.1	CORAUX	63
II.II.2	BACTÉRIES	67
II.III	DENSITÉ EN ZOOXANTHELLES	67
II.IV	MICROSCOPIE	68
II.IV.1	PRÉLÈVEMENT ET FIXATION DES ÉCHANTILLONS	68
II.IV.2	MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE (MEB)	69
II.IV.3	MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À TRANSMISSION (MET)	70
II.IV.4	MICROSCOPE OPTIQUE (MO)	71
II.V	CARACTÉRISATION DES COMMUNAUTÉS BACTÉRIENNES	71
II.V.1	APPROCHE GÉNÉTIQUE (CORAUX)	71
II.V.2	APPROCHE BIOCHIMIQUE/PHYSIOLOGIQUE (EAU)	77
II.VI	APPROCHE EXPÉRIMENTALE	79
II.VI.1	MODÈLE POCILLOPORA DAMICORNIS/VIBRIO CORALLIILYTICUS	79
II.VI.2	DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL	80
II.VI.3	MISE EN ÉVIDENCE DE MARQUEURS DE STRESS	82
CHAPITRE III	ÉTAT DES LIEUX – APPROCHE ENVIRONNEMENTALE	87
III.I	MORPHOLOGIE ULTRASTRUCTURALE ET PARTICULARITÉS DES ESPÈCES DE CORAUX ÉTUDIÉES, EN CONDITION NORMALE	87
III.I.1	ACROPORA GLOBICEPS	88
III.I.2	POCILLOPORA VERRUCOSA	90
III.I.3	PORITES RUS	93
III.I.4	POCILLOPORA DAMICORNIS	95
III.II	VARIABILITY OF ALGAL ENDOSYMBIONT DENSITY IN THE REEF-BUILDING CORAL ACROPORA GLOBICEPS: A MULTI-SCALE APPROACH ALONG ENVIRONMENTAL GRADIENTS AROUND MOOREA (FRENCH POLYNESIA) (= ARTICLE 1)	99
III.II.1	INTRODUCTION	99
III.II.2	MATERIALS AND METHODS	101
III.II.3	RESULTS	104
III.II.4	DISCUSSION	110

CHAPITRE IV ALTÉRATIONS MORPHOLOGIQUES LIÉES AU BLANCHISSEMENT 113

IV.I	MORPHOLOGICAL ALTERATIONS OF ZOOXANTHELLAE IN BLEACHED CNIDARIAN HOSTS (= ARTICLE 2)	114
IV.I.1	INTRODUCTION	114
IV.I.2	MATERIALS AND METHODS	116
IV.I.3	RESULTS	119
IV.I.4	DISCUSSION	129
IV.II	SHIFT TO HETEROTROPHY DURING CORAL BLEACHING (= ARTICLE 3)	134
IV.II.1	INTRODUCTION	134
IV.II.2	MATERIAL AND METHODS	135
IV.II.3	RESULTS AND DISCUSSION	136
IV.III	AUTRES ALTÉRATIONS	142
IV.IV	CONCLUSION DES CHAPITRES 3 ET 4	147

CHAPITRE V IMPLICATIONS DES BACTÉRIES DANS LA SANTÉ DES CORAUX 149

V.I	PRÉSENCE « NATURELLE » DE BACTÉRIES – APPROCHE ENVIRONNEMENTALE	150
V.I.1	CARACTÉRISATION FONCTIONNELLE DES COMMUNAUTÉS BACTÉRIENNES ASSOCIÉES À L'EAU ENVIRONNANTE ET AU MUCUS	150
V.I.2	APERÇU MORPHOLOGIQUE DES BACTÉRIES PRÉSENTES DANS LES TISSUS ET RÔLES POTENTIELS	155
V.I.3	CARACTÉRISATION GÉNÉTIQUE DES COMMUNAUTÉS BACTÉRIENNES ASSOCIÉES AUX CORAUX (HOLOBIONTE DANS SON ENTIÈRETÉ, COMPARTIMENTS CONFONDUS) - BACTERIAL COMMUNITIES ASSOCIATED WITH CORALS OF MOOREA (FRENCH POLYNESIA) : SHIFT DUE TO BLEACHING? (= ARTICLE 4)	162
V.II	RÉPONSES DU CORAIL FACE À UN STRESS BACTÉRIEN - APPROCHE EXPÉRIMENTALE	183
V.II.1	PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF THE SCLERACTINIAN CORAL POCILLOPORA DAMICORNIS TO BACTERIAL STRESS FROM VIBRIO CORALLIOLYTICUS (= ARTICLE 5)	183
V.II.2	INNATE IMMUNE RESPONSES OF A SCLERACTINIAN CORAL TO VIBRIOSIS (= ARTICLE 6)	210

CHAPITRE VI DISCUSSION GÉNÉRALE 238

VI.I	QU'INDUIT LE PHÉNOMÈNE DE BLANCHISSEMENT CHEZ LES SCLÉRACTINIENS ?	239
VI.II	QUELS RÔLES PEUVENT JOUER LES BACTÉRIES ET QUE PEUVENT-ELLES INDUIRE CHEZ LE CORAIL?	242
VI.II.1	BACTÉRIES SYMBIOTIQUES	242
VI.II.2	BACTÉRIES PATHOGÈNES	243
VI.II.3	BACTÉRIES = SOURCE DE NOURRITURE	245

VI.II.4	SPÉCIFICITÉ DES COMMUNAUTÉS BACTÉRIENNES ET RÉPONSE FACE AU BLANCHISSEMENT	
	246	
VI.II.5	STRESS BACTÉRIEN	248
VI.III	VOIES DE RÉSISTANCE, ACCLIMATATION ET RÉSILIENCE...	251
CHAPITRE VII	CONCLUSIONS	281
CHAPITRE VIII	PERSPECTIVES	257
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	259
	ANNEXES	I
	GLOSSAIRE	I
	Liste des abréviations	V

AVANT-PROPOS

L'écosystème récifal abrite la plus grande biodiversité marine et remplit de nombreuses fonctions importantes à bien des égards (ex: ressources alimentaires, rôles socio-économiques, protection des côtes, stock de ressources médicales et pharmacologiques, ...). Dans le contexte actuel de changement climatique global, les récifs coralliens tropicaux apparaissent de plus en plus menacés. Le blanchissement est l'une des principales menaces auxquelles sont exposés les Scléactiniaires hermatypiques, principaux constructeurs de ces récifs coralliens. Ce phénomène est le symptôme "macroscopique" d'un dérèglement de la symbiose entre l'hôte corallien et ses zooxanthelles endosymbiotiques, qui fait suite à un stress ou une perturbation des conditions environnementales menant à l'expulsion ou à la dégradation des zooxanthelles et/ou de leur appareillage photosynthétique. Le blanchissement peut conduire à une mortalité importante de certaines espèces constitutives de l'assemblage corallien, ce qui a et aura des répercussions importantes sur les communautés (animales, végétales et humaines) associées: disparition d'habitats et de nourriture pour de nombreuses espèces, déstabilisation de la chaîne trophique, diminution de la résistance face à la houle et donc diminution de la protection des côtes, ...

Différentes hypothèses sont à la base de ce phénomène. Celles-ci mettent en cause des facteurs abiotiques tels que la température ou la lumière, et des facteurs biotiques tels que les bactéries. Dans les années 90, l'hypothèse bactérienne du blanchissement corallien a vu le jour suggérant que l'agent responsable de ce phénomène pouvait être une bactérie pathogène du genre *Vibrio* (*Vibrio shiloi*) chez le corail *Oculina patagonica* (Kushmaro et al. 1996, Kushmaro et al. 1997). Cette hypothèse a ensuite été renforcée par la découverte d'un autre agent bactérien (*Vibrio coralliilyticus*) responsable du blanchissement corallien de *Pocillopora damicornis* (Ben-Haim et al. 2003a, Ben-Haim Rozenblat and Rosenberg 2004b). Cependant, des résistances sont apparues au niveau du corail vis-à-vis de son pathogène présumé. Ce phénomène engendra l'hypothèse probiotique corallienne et la théorie hologénomique de l'Evolution (Reshef et al. 2006, Zilber-Rosenberg and Rosenberg 2008). Selon ces deux théories, le corail s'adapterait à son

environnement changeant en modifiant ses populations de symbiotes (bactériens et algaux) résidents.

L'hypothèse bactérienne du blanchissement corallien a cependant toujours été critiquée (Ainsworth *et al.* 2008). À l'heure actuelle, il n'a pas pu être démontré si des bactéries peuvent induire un blanchissement ou si elles sont des agents secondaires venant renforcer ce phénomène. En effet, rares sont les études (Banin *et al.* 2000a, Ben-Haim *et al.* 2003c, Lesser *et al.* 2004, Cervino *et al.* 2008, Kvennefors and Roff 2009) ayant présenté des images de bactéries dans les tissus coralliens et certaines d'entre-elles sont critiquables. De plus, les études ayant présenté des *Vibrio* comme responsables de blanchissement de certains coraux ont été faites sur base expérimentale (Kushmaro *et al.* 1997, Ben-Haim *et al.* 2003c) et contredites par des études environnementales (Reshef *et al.* 2006, Ainsworth *et al.* 2008). Par ailleurs, les réponses induites chez le corail lors d'un stress bactérien ne sont pas encore connues, si ce sont bien les bactéries (et pas un autre facteur) qui occasionnent ce stress chez le corail...

C'est dans ce contexte controversé et lacunaire que s'inscrit le présent travail de thèse. Celui-ci a pour principal objectif de comprendre le rôle joué par les bactéries dans le phénomène de blanchissement corallien. Afin de répondre à cette question, ce travail a été découpé en 3 parties. Premièrement, la variabilité naturelle de la densité en zooxanthelles dans les tissus coralliens et ses facteurs environnementaux associés (profondeur, luminosité,...) ont été recherchés. Ces résultats seront mis en relation avec l'hétérogénéité spatiale du phénomène de blanchissement et des communautés bactériennes. Deuxièmement, les altérations morphologiques provoquées au niveau tissulaire et cellulaire du corail lors d'un phénomène de blanchissement ont été décrites. Finalement, un volet expérimental a été mis sur pied afin d'identifier les réponses qu'un corail pouvait développer face à un stress bactérien, dans certaines conditions. Les outils de biologie moléculaire et de transcriptomique (techniques de pointe) vont nous permettre de valider l'hypothèse selon laquelle des bactéries - couplées ou non au facteur température - initient un blanchissement ou autre dérèglement chez le corail (modèle *Vibrio coralliilyticus*/*Pocillopora damicornis*). L'hybridation soustractive (SSH) servant à comparer deux conditions sur la base du niveau d'expression de certains gènes, va

nous permettre de déterminer quand et dans quelles conditions se produit ce dérèglement, mais surtout de quelle manière réagit le corail face à cela (en réprimant ou surexprimant certains gènes de fonction particulière).