

Régulation des populations de poissons récifaux

Rapport de recherche final pour 2003

Sally J. Holbrook
et
Russell J. Schmitt

Marine Science Institute and Department of Ecology, Evolution and Marine Biology
University of California, Santa Barbara
Santa Barbara, CA 93106 USA

23 janvier 2004

Introduction

Il est généralement reconnu que les populations de poissons récifaux sont limitées par la disponibilité des larves lors du recrutement, et non par les phénomènes densité-dépendants pendant et après l'installation des stades précoces dans le milieu récifal. Nos travaux explorent et remettent en valeur cette hypothèse. Nous utilisons des observations et des expériences sur le terrain pour déterminer quels facteurs affectent la distribution spatiale, l'abondance et la dynamique de population de quatre espèces de demoiselles (famille des Pomacentridae): *Dascyllus trimaculatus*, *D. flavicaudus*, *D. aruanus* et *Amphiprion chrysopterus*. Parallèlement, nous explorons la relation entre la structure de l'habitat récifal (type et taille des coraux et des autres substrats) et de l'abondance et diversité des assemblages locaux de poissons lagunaires.

La connaissance des facteurs qui régulent les populations de poissons marins est essentielle à la compréhension générale de l'écologie des écosystèmes récifaux. Cette connaissance est vitale pour la gestion et la protection des populations de poissons et peut aider ces mesures. Les Pomacentridae comprennent des espèces récifales très courantes et abondantes ; nous anticipons donc que nos résultats auront une application générale, y compris pour les espèces consommées par les humains. Nos recherches sur la relation entre les poissons et les coraux qui les hébergent révéleront des techniques qui contribueraient à la restauration de zones récifales dégradées. Ces travaux fournissent également des données importantes sur les facteurs qui affectent la distribution et l'abondance des poissons lagunaires, ainsi que des échelles temporelles et spatiales selon lesquelles ces assemblages varient. De telles informations sont importantes pour l'organisation des pratiques de pêche et pour les autres types de gestion des ressources naturelles (par exemple, définition de zones marines protégées).

Résultats des travaux menés en 2003

Modalités d'installation et de recrutement des populations de demoiselles. Des juvéniles de demoiselle *D. trimaculatus* montrent un pic d'installation tous les 14 jours (deux pics intervenant donc chaque mois). Durant l'été 2003, nous avons mené une étude de l'installation quotidienne de cette espèce sur les anémones situées près de la Gump Research Station. Ces informations nous permettent d'explorer les modalités temporelles d'installation et de mortalité précoce. Nous avons mis en évidence des pics d'installation qui diffèrent très sensiblement en amplitude, tandis que la mortalité précoce apparaît densité-dépendante (Schmitt et Holbrook 1996, 1999a, 1999c, Holbrook et Schmitt 2002). Lors de la mise à jour de notre base de données, nous serons en mesure d'effectuer une comparaison de l'intensité d'installation sur plusieurs années et à différents moments d'une même année. Nous avons également filmé et enregistré le comportement de juvéniles de *D. trimaculatus* sur des anémones en présence et en absence d'une espèce de poisson compétitrice, le poisson clown *Amphiprion chrysopterus*. L'étude des enregistrements nous permet de comprendre les mécanismes comportementaux spécifiques sous-jacents à l'interaction de compétition entre les deux espèces.

Expériences de colonisation récifale globale. Sur la base de résultats d'études spatiales, nous avons initié en 1993 une expérience de long-terme pour tester dans quelle limite l'abondance locale de la demoiselle *D. trimaculatus* est influencée par la disponibilité en habitat d'installation (anémones). Des anémones – sans poissons – ont été transportées sur 9 sites auparavant dépourvus d'anémones et de *D. trimaculatus* ; 4 zones témoin sans anémones et 3 zones naturelles avec anémones ont également été étudiées. Nous avons varié le nombre (aire) d'anémones ajoutées aux différentes zones récifales. Le nombre de *D. trimaculatus* sur les anémones et sur les transects rectilignes de 20x2 m a été relevé quotidiennement pendant les deux premières semaines, puis tous les 3, 6 et 12 mois. Toutes les zones à "anémones ajoutées" ont été colonisées par cette demoiselle. La densité a varié entre les périodes d'échantillonnage successives sur tous les sites manipulés, mais n'ont pas changé de façon appréciable sur les zones témoin. L'établissement de population, conformément à la colonisation larvaire commençant par de nouvelles recrues, les stades de vie sont apparus de façon consécutive. Après un an, la densité en sub-adultes et adultes (qui n'apparaît plus associée avec les anémones) a varié entre les sites expérimentaux en fonction de la densité ajoutée. Nous avons continué d'échantillonner tout au long de cette période de 10 ans. En 2003, nous avons continué d'étudier et d'échantillonner l'expérience de colonisation récifale globale. Bien que le nombre d'anémones ait graduellement diminué sur les sites, elles continuent à attirer les recrues et à produire les stades libres plus âgés (sub-adultes et adultes). De plus, nous avons continué d'échantillonner deux sites de colonisation supplémentaires dans la partie nord du lagon de Moorea. Nous utilisons des coraux comme substrat de colonisation et testons la relation entre la quantité de substrat vivant disponible et l'installation / recrutement de deux autres Pomacentridae, *Dascyllus aruanus* et *Dascyllus flavicaudus*. Nous avons publié dans la revue *Ecology* (Schmitt et Holbrook 2000) un long article qui reporte certains des résultats de ces expériences, et nous anticipons des publications

complémentaires dans le futur dans la mesure où ces expériences vont durer jusqu'à 15 ans.

Compétition entre les demoiselles. Nous avons établi deux expériences pour examiner l'interaction de compétition entre les paires de demoiselles cohabitant sur ces substrats récifaux. Dans une expérience, menée à son terme, nous avons examiné la compétition entre *D. flavicaudus* and *D. aruanus* sur des pâtés coralliens, et dans une seconde, l'interaction entre *D. trimaculatus* et *Amphiprion chrysopterus* sur une même espèce d'anémone. L'expérience dure maintenant depuis 4 ans. En 2003, nous avons continué d'échantillonner tous les trois mois environ. Nos résultats concernant l'interaction de compétition entre les demoiselles et les poissons clowns illustre la complexité des interactions entre les espèces et au sein des milieux récifaux. Les anémones occupées par des poissons clowns survivent et grossissent plus que celles occupées par les demoiselles. L'augmentation de croissance des anémones lors de l'occupation par les poissons clowns fournit en fait un habitat que les demoiselles peuvent partager avec les poissons clowns, ce qui résulte en une densité plus forte que celle initialement prédictible (en fonction des effets de la compétition avec les poissons clowns) (Schmitt et Holbrook 2003, Holbrook et Schmitt sous presse). L'étude de l'anémone géante *Heteractis magnifica* a également mené à l'acquisition de données détaillées sur les modalités de croissance, de reproduction asexuée et de mortalité de ces organismes méconnus. Cette base de données, actuellement en cours de cinquième année, représente les seules données démographiques relatives aux larges anémones qui accueillent des poissons clowns. Nous avons dans *Coral Reef* (Holbrook et Schmitt sous presse) un article sous presse qui décrit les modalités démographiques et discute du coût et du bénéfice pour les anémones de supporter les demoiselles. Nous continuerons de surveiller cette expérience durant les prochaines années, et ceci en partie afin de suivre la croissance et la survie de la population d'anémones.

Modalités d'installation de *Dascyllus* à Moorea. En 1996, nous avons établi 12 sites dans le lagon de Moorea pour surveiller l'installation et le développement de population de trois espèces de *Dascyllus*. Ces sites consistent en de petits groupes de coraux et d'anémones. Nous avons quotidiennement étudié l'installation de ces poissons sur les substrats pendant un pic d'installation majeur en août 1996, et de façon périodique à d'autres moments. Une étude complémentaire en 1997 a révélé que les modalités d'installation de ce poisson varient grandement entre les sites, mais que pour un site l'intensité d'installation fut temporairement consistante (reporté dans Schmitt et Holbrook 1999c). La mortalité précoce fut élevée et fortement densité-dépendante. Ces études nous ont permis d'explorer l'importance relative des phénomènes qui affectent l'abondance des poissons coralliens, et ceci a été reporté pour l'instant dans les revues *Ecology* (Schmitt et Holbrook 1999b) et *Ecology Letters* (Schmitt *et al.* 1999, Osenberg *et al.* 2002). En 2003, nous avons continué d'échantillonner ces sites afin de documenter les modalités de développement de population sur ceux-ci, et d'étudier l'interaction entre les deux espèces de *Dascyllus* qui cohabitent sur ces mêmes pâtés coralliens. Un autre article concernant les modalités d'installation et de compétition entre les espèces a été publié dans la revue *Oecologia* (Schmitt et Holbrook 1999a).

Nous utilisons maintenant les données temporelles d'installation des espèces de *Dascyllus* autour de Moorea pour analyser l'effet du courant sur les modalités d'installation des différentes espèces. Nous avons montré que l'installation de chacune des trois espèces de *Dascyllus* répond différemment à la vitesse du courant. Deux articles ont résulté de cette étude et ont été publiés en 2002 (dans *Oecologia* et *Marine and Freshwater Research*).

Modalités spatiales et temporelles des assemblages de poissons sur les pâtés coralliens. Les caractères des assemblages de poissons sur les récifs coralliens reflètent des phénomènes déterministes et stochastiques. Notre incapacité à prédire les caractères des assemblages pourrait résulter d'un manque de connaissance des mécanismes sous-jacents ou de la stochasticité inhérente à ces systèmes. En 2001, 2002 et 2003, nous avons surveillé des poissons associés à 60 colonies du corail massif *Porites rus* dans le lagon nord de Moorea afin d'examiner le degré selon lequel le corail détermine l'aspect de l'assemblage de poissons. Les caractéristiques physiques des colonies, telles que taille, morphologie et degré d'isolation varient grandement, ainsi que le font la richesse spécifique, l'abondance totale et la composition des assemblages de poissons. Une analyse de régression multiple a révélé que la variation en espace vivant potentiel (surface vivante, nombre de trous, volume d'espace intérieur) est responsable de plus de la moitié de la variation de richesse spécifique et d'abondance totale en poissons sur un corail. Par contraste, la composition spécifique apparaît être plus influencée par la position physique dans le lagon (profondeur, distance à l'eau profonde, degré d'isolation).

La relation dérivée des analyses initiales a prédit 65 à 78 % de la variation de richesse spécifique entre les différentes séries de coraux. De plus, notre analyse a révélé que plus d'un groupe taxinomique particulier de poissons utilise les microhabitats de *P. rus* (telles que les cavités intérieures et les branches), ce qui explique leur plus faible abondance sur des types de *Porites* dépourvus de ces microhabitats. Tous ces résultats indiquent que les caractéristiques physiques des coraux peuvent justifier une grande partie de la variation spatiale dans la structure d'un assemblage et que ceci fournit un point de départ pour une étude des mécanismes sous-jacents. Ces travaux ont mené à la publication en 2002 de deux articles dans *Marine and Freshwater Research*. Nous continuerons d'échantillonner les séries de *Porites* afin d'estimer la variation temporelle des assemblages qu'elles contiennent, et nous anticipons d'autres publications qui décrivent les modalités temporelles, saisonnières et interannuelles. En 2003, nous nous avons également élargi notre surveillance des poissons lagunaires en incluant 20 transects rectilignes (surface de 500 m²) sur lesquels les poissons sont comptés et les coraux et autres substrats mesurés et cartographiés. Cette base de données nous permet d'examiner les modalités de diversité et abondance des poissons en relation avec la distribution spatiale et l'abondance des coraux vivants et d'autres microhabitats benthiques. Ces données nous fourniront un aperçu crucial sur les problèmes liés au développement des stratégies de gestion des zones lagunaires, et en particulier sur l'augmentation de l'abondance et de la diversité des poissons lagunaires.

Pièges lumineux pour les larves. En 2003, nous avons employé une série de 9 pièges lumineux pour tester la réponse des larves de poissons récifaux à différents types de lumière, et en particulier à des sources avec et sans la partie violette du spectre lumineux. Cet effort a révélé une attraction des larves de poissons et invertébrés pour différentes ondes lumineuses. Nous avons également déployé de petites "colonnes lumineuses" dans le lagon et estimé l'installation quotidienne de poissons sur des zones avec et sans lumière. Les récifs avec lumière ont montré une installation plus élevée que les récifs sans lumière, tandis que les poissons s'installent plus sur des récifs avec des courtes ondes lumineuses (bleu, violet) que sur ceux avec des longues ondes lumineuses (jaune). Ces expériences préliminaires constituent une partie d'un projet de long terme dans lequel la lumière sera utilisée pour attirer les jeunes stades de poissons afin de stimuler leur installation sur des zones impactées. Nous espérons qu'un jour de petits pièges lumineux simples pourront être utilisés dans le cadre de stratégies de restauration des récifs. Nous programmons de tester la technologie des pièges lumineux en 2004, avec un plus grand effort sur l'utilisation de lumière pour augmenter l'installation des poissons sur les récifs naturels.

Publications. La liste de publications suivante résulte de nos travaux en Polynésie française. Une copie des articles publiés récemment est jointe à ce rapport.

Holbrook, S.J. et R.J. Schmitt. 2004. Population dynamics of a damselfish: effects of a competitor that also is an indirect mutualist. *Ecology*, sous presse.

Holbrook, S.J. et R.J. Schmitt. 2004. Growth, reproduction and survival of a tropical sea anemone (Actiniaria): benefits of hosting anemonefish. *Coral Reefs*, sous presse.

Bernardi, G., S.J. Holbrook, R.J. Schmitt et N.L. Crane. 2003. Long-distance dispersal in an edge population of the coral reef three-spot damselfish *Dascyllus trimaculatus*. *Marine Biology* 143:485-490.

Schmitt, R.J. et S.J. Holbrook. 2003. Mutualism can mediate competition and promote coexistence. *Ecology Letters* 6:898-902.

Holbrook, S.J. et R. J. Schmitt. 2003. Spatial and temporal variation in mortality of newly settled damselfish: patterns, causes and co-variation with settlement. *Oecologia* 135:532-541.

Holbrook, S.J., A.J. Brooks et R.J. Schmitt. 2002. Variation in structural attributes of patch-forming corals and patterns of abundance of associated fishes. *Marine and Freshwater Research* 53:1045-1053.

Holbrook, S.J. et R.J. Schmitt. 2002. Competition for shelter space causes density-dependent predation mortality in damselfishes. *Ecology* 83:2855-2868.

- Osenberg, C.W., St. Mary, C.M., Schmitt, R.J., Holbrook, S.J., Chesson, P. et Byrne, B. 2002. Rethinking ecological inference: density-dependence in reef fishes. *Ecology Letters* 5:715-721.
- Bernardi, G., S.J. Holbrook, R.J. Schmitt, N.L. Crane et E. DeMartini. 2002. Species boundaries, populations, and color morphs in the coral reef three-spot damselfish (*Dascyllus trimaculatus*) species-complex. *Proceedings of the Royal Society of London B* 269:599-605.
- Schmitt, R.J. et S.J. Holbrook. 2002. Spatial variation in concurrent settlement of three damselfishes: Relationships with Near-field current flow. *Oecologia* 131:391-401.
- Schmitt, R.J. et S.J. Holbrook. 2002. Correlates of spatial variation in settlement of two tropical damselfishes. *Marine and Freshwater Research* 53:329-337.
- Bolker, B., C. St. Mary, C.W. Osenberg, R.J. Schmitt et S.J. Holbrook. 2002. Management at a different scale: Marine ornamentals and local processes. *Bulletin of Marine Science* 70:733-748.
- Holbrook, S.J., A. J. Brooks et R.J. Schmitt. 2002. Predictability of fish assemblages on coral patch reefs. *Marine and Freshwater Research* 53:181-188.
- Bernardi, G., S.J. Holbrook et R.J. Schmitt. 2001. Gene flow in the coral reef three-spot dascyllus, *Dascyllus trimaculatus*, at three spatial scales. *Marine Biology* 138:457-465.
- Schmitt, R.J. et S.J. Holbrook. 2000. Habitat-limited recruitment of coral reef damselfish. *Ecology* 81:3479-3494.
- Holbrook, S.J., G.E. Forrester et R.J. Schmitt. 2000. Spatial patterns in abundance of a damselfish reflect availability of suitable habitat. *Oecologia* 122:109-120.
- Schmitt, R.J., S.J. Holbrook et C.W. Osenberg. 1999. Quantifying the effects of multiple processes on local abundance: A cohort approach for open populations. *Ecology Letters* 2:294-303.
- Schmitt, R.J. et S.J. Holbrook. 1999a. Settlement and recruitment of three damselfish species: larval delivery and competition for shelter space. *Oecologia* 118:76-86.
- Schmitt, R.J. et S.J. Holbrook. 1999b. Mortality of juvenile damselfish: implications for assessing processes that determine abundance. *Ecology* 80:35-50.
- Schmitt, R.J. et S.J. Holbrook. 1999c. Temporal patterns of settlement of three species of damselfish of the genus *Dascyllus* (Pomacentridae) in the coral reefs of French Polynesia. Pp. 537-551 in Proc. 5th Indo-Pacific Fish Conf., Noumea, 1997. B Seret and J-Y Sire, eds. Paris: Soc. Fr. Ichtyol.

Holbrook, S.J. et R.J. Schmitt. 1999. *In Situ* Nocturnal Observations of Reef Fishes Using Infrared Video. Pp. 805-812 in Proc. 5th Indo-Pacific Fish Conf., Noumea, 1997. B Seret and J-Y Sire, eds. Paris: Soc. Fr. Ichtyol.

Holbrook, S.J. et R.J. Schmitt. 1997. Settlement patterns and process in a coral reef damselfish: *In situ* nocturnal observations using infrared video. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium* 2:1143-1148.

Schmitt, R.J. et S.J. Holbrook. 1996. Local-scale patterns of larval settlement in a planktivorous damselfish - do they predict recruitment? *Marine and Freshwater Research* 47:449-463.