

**Régulation démographique des poissons du récif corallien**

Rapport final sur les permis recherche numéros 189/MIDCR et 190/MIDCR

Délivrés le 27 mars 2002

Sally J. HOLBROOK

Et

Russell J. SCHMITT

Institut des sciences marines et le département de l'écologie, ainsi que le service de l'évolution et l'océanographie biologique

University of California, Santa Barbara

Santa Barbara, Ca 93106 USA

31 Janvier 2003

## Introduction

On pense habituellement que la population des poissons du récif est limitée par la disponibilité des recrues larvaires et non par les processus tributaires de la densité qui agissent pendant et après la colonisation des jeunes dans l'environnement récifal. Nos recherches explorent et défient cette façon de penser. Nous utilisons nos observations sur le terrain et nos expériences pour déterminer quels facteurs ont une incidence sur la distribution spatiale, l'abondance et la dynamique de population de quatre poissons-ange de la famille des *Pomacentridae* vivant dans les coraux : le berlingot à 3 tâches (ou *Dascyllus trimaculatus*), le berlingot à queue jaune (ou *Dascyllus flavicaudus*), le berlingot rayé (ou *Dascyllus aruanus*) et le poisson-clown aux nageoires oranges (ou *Amphiprion Chrysopterus*). En parallèle, nous étudions la relation entre les habitats récifaux structurés (entre les types et tailles de coraux et les autres substrats récifaux), l'abondance et la diversité de l'assemblage local des poissons du lagon.

L'étude des facteurs qui régulent les populations de poissons est essentielle pour une compréhension globale de l'écologie des écosystèmes du récif corallien. Appréhender ces facteurs est un atout inestimable pour gérer et préserver les populations de poissons pour aider dans ces pratiques. Les poissons de l'espèce des *Pomacentridae* sont très répandus et très nombreux dans le récif de corail ; nous pensons à l'avenir que nos résultats auront une applicabilité générale dont les espèces de poissons consommés par les êtres humains. Nos recherches sur l'interaction entre les poissons et leur habitat corallien révéleront les techniques qui pourront aider à restaurer les régions dégradées du récif. Notre travail apporte aussi d'importantes données sur les facteurs humains qui affectent la distribution et l'abondance des poissons du lagon aussi bien que l'échelle spatio-temporelle autour de laquelle ces assemblages varient. De telles informations sont importantes pour planifier la pêche et autres types de gestion des ressources naturelles (comme par exemple la mise en place de zones de pêches protégées).

## Résultat de nos recherches effectuées en 2002

### Expériences sur la mortalité juvénile de post-peuplement

Nous savons très peu du schéma de mortalité juvénile des organismes lorsqu'ils peuplent le récif. Car il existe inévitablement un moment entre le peuplement d'un individu et celui où l'on commence à observer « le recrutement », il ne nous a pas été possible d'évaluer si la mortalité pendant ce moment est compensatoire (et si elle contribue ainsi à la régulation de la population). En 2002, nous avons effectué une expérience majeure afin de déterminer les variations spatio-temporelles dans la mortalité des poissons-ange nouvellement installés. Nous avons ex planté des cohortes de très jeunes *Dascyllus flavicaudus* et avons mesuré leur taux de mortalité pendant 48 heures dans 8 différents sites sur la rive Nord de Moorea. Toutes les périodes d'essai de 48 heures, nous avons ex planté différents nombres de jeunes poissons sur chaque corail pour stimuler la tendance de peuplement naturel dont la force varie dans le temps. Ceci a été répliqué dix fois. La mortalité fractionnelle varie (pour chaque site selon, à la fois, la densité de poissons ex plantés et la variation spatiale dans l'intensité globale de prédation).

### Schéma de peuplement et de recrutement de la population de poissons-ange.

Les jeunes *Dascyllus trimaculatus* ont une tendance de peuplement\_tous les 14 jours (soit 2 pulsations par mois). En 2002, nous avons continué d'étudier le peuplement journalier de cette espèce de poisson sur les anémones situées sur les récifs près de la Station de recherche Gump. Les informations recueillies nous ont permis d'explorer le schéma de peuplement et la mortalité juvénile. Nous avons observé que les tendances de peuplement diffèrent énormément en magnitude et que la mortalité juvénile est tributaire de la densité (cf Schmitt & Holbrook 1996, 1999a, 1999c). Comme nous l'avons précisé dans notre base de données nous serions capable de comparer la densité de peuplement à différents moments dans l'année ainsi que différentes années entre elles. Nous avons aussi enregistré le comportement des jeunes *Dascyllus trimaculatus* sur des anémones en présence ou en l'absence d'une seconde espèce rivale, le poisson-clown aux nageoires jaunes ou *Amphiprion Chrysopterus*. L'étude de ces enregistrements nous permet de comprendre les mécanismes de comportement spécifiques servant de base à l'interaction compétitive entre les deux espèces.

### Expérience de colonisation sur l'ensemble du récif

Basé sur les résultats d'études spatiales en 1993 nous avons commencé une expérience sur le terrain pour tester l'étendue vers laquelle l'abondance locale des berlingots à trois tâches était formée par disponibilité de peuplement juvénile des habitats (anémones). Des anémones dépourvues de poissons ont été transplantées vers 9 sections de récif (qui étaient) jusqu'alors dépourvus d'anémones et de berlingots ; nous avons aussi établi 4 récifs témoins sans anémones et 3 récifs qui possédaient naturellement des anémones. Nous avons varié le nombre d'anémones ajoutées dans les récifs expérimentaux. Nous avons dénombré les berlingots à trois tâches sur les anémones sur des bandes de transects de 20 x 2 mètres tous les jours pendant 2 semaines puis 3, 6 et 12 mois plus tard. Tous

les récifs à « anémones-ajoutés » ont été colonisés par des berlingots. Les densités ont augmenté entre les périodes d'échantillonnage successifs dans tous les sites de manipulation mais n'ont pas appréciablement changé sur les récifs témoins. L'établissement de la population a été telle qu'on avait imaginé par colonisation larvaire : commençant par des nouvelles recrues, les stades de vie successives apparaissent par séquence. Un an plus tard, la densité des sous-adultes et adultes (qui n'est plus associée aux anémones) varie selon les sites d'expérimentation tout comme une fonction de la densité des anémones ( $r^2=0,85$  ;  $P<0,001$ ).

En 2002, nous avons continué à étudier et à prendre des échantillons de l'expérience de colonisation du récif tout entier. Bien que le nombre d'anémones sur les sites ajoutés décline peu à peu, elles continuent d'attirer des poissons et de produire des stades mobiles plus âgés (sous-adultes et adultes). De plus, nous avons continué à échantillonner des expériences de colonisation dans le lagon au nord de Moorea. Nous utilisons le corail comme substrats de colonisation, et nous testons le lien entre la quantité de substrat mobile disponible, le peuplement et le recrutement de deux *Pomacentridae* de plus, le *Dascyllus aruanus* et le *Dascyllus flavicaudus*. Nous avons publié un grand article dans Ecology (Schmitt and Holbrook 2000) qui rapporte quelques uns des résultats de ces expériences, et nous anticipons les publications supplémentaires dans le futur car nous projetons de continuer ces expériences pour encore 10 à 15 ans.

### **La rivalité entre les poissons-anges**

Nous avons dressé, deux expériences similaires afin d'examiner les interactions compétitives entre deux espèces qui coexistent sur ces substrats récifaux particuliers. Ces expériences examinent la compétition entre les *Dascyllus flavicaudus* et les *Dascyllus aruanus* sur les pâtés de corail qu'ils partagent et entre les *Dascyllus trimaculatus* et les *Amphiprion chrysopterus* sur les anémones qu'ils partagent. Des substrats ex plantés ont été inoculés avec des densités débutant d'un ou des deux compétiteurs, et les trajectoires de populations seront suivies pendant encore quatre à six ans. En 2002, nous avons continué l'échantillonnage de ces expériences tous les trois mois.

### **Constante de peuplements des *Dascyllus* à Moorea**

En 1996 nous avons établis 12 sites dans le lagon autour de l'île de Moorea afin de contrôler le peuplement et le développement de population de ces trois espèces de *Dascyllus*. Ces sites sont composés de petits groupes de coraux et d'anémones. Nous avons étudié le peuplement de ces poissons sur les substrats de façon journalière. Des études supplémentaires en 1997 ont révélé que le schéma de peuplement des poissons varie grandement selon les sites, mais l'intensité de peuplement était temporellement consistante pour un site (reporté dans Schmitt and Holbrook 1999c). La mortalité juvénile était grande et très tributaire de la densité. Ces études nous ont permis d'explorer la relative importance des processus qui affecte l'abondance de poissons vivant dans les coraux, celles-ci ont été rapporté jusqu'ici dans nos articles dans les journaux Ecology (Schmitt and Holbrook 1999b) et Ecology Letters (Schmitt et al. 1999, Osenberg et al. 2002). En 2002, nous avons continué d'échantillonner ces sites pour y enregistrer le

schéma de peuplement de population et pour étudier l'interaction entre les deux espèces de *Dascyllus* qui coexiste sur les mêmes pâtés de corail. Nous avons aussi publié un article sur les schémas de peuplement et la compétition entre ces espèces dans le journal Oecologia (Schmitt and Holbrook 1999a). Nous avons utilisé les données temporelles sur le peuplement des espèces de *Dascyllus* autour de Moorea en analysant l'effet du courant sur les schémas de peuplements de ces différentes espèces. Nous avons découvert que le peuplement de chacune des trois espèces de *Dascyllus* répondent différemment à la vitesse du courant. Deux articles résultant de ces études ont été publiés en 2002 (Dans Oecologia et dans Marine and Freshwater Research).

### **Schémas spatio-temporels d'assemblages de poissons sur les points de récifs**

Les attributs d'assemblages de poissons sur les points de corail du récif reflètent à la fois les processus déterministiques et stochastiques. Notre incapacité à prédire les caractéristiques précises d'assemblage peut provenir par manque de connaissance des mécanismes sous-jacents ou d'une stochasticité inhérente à ces systèmes.

En 2001 ainsi qu'en 2002, nous avons étudié les poissons avec 60 colonies des coraux encroûtants très courants: le *Porites rus*, dans le lagon au nord de Moorea pour examiner jusqu'à quel point les attributs du corail prédisent les aspects de l'assemblage de poissons. Les caractéristiques physiques des colonies tel que : la taille, la morphologie, et le degré d'isolation des autres points du récif varient grandement, tout comme la richesse des espèces, l'abondance totale et la composition d'assemblage de poissons. Des analyses sur les régressions multiples ont révélé que la variation dans l'espace habitable potentiel (la surface habitable ; le nombre de trous ; la somme de l'espace vide interne) représentent plus de la moitié de la variation dans la richesse des espèces et dans l'abondance totale du poisson sur le corail. En contraste, la composition des espèces semblent être plus influencé par le cadre physique dans le lagon (profondeur de l'eau ; la distance jusqu'aux eaux profondes ; le degré d'isolation). La relation dérivée des analyses initiales prédit 65 à 78 pour cent de variation dans la richesse des espèces parmi différentes séries de corail. Nos analyses ont aussi révélé que plus un groupe taxonomique particulier de poissons utilise un micro-habitat spécifique de *Porites rus* (comme l'intérieur d'une cavité de branches), plus grand et le déclin de leur abondance dans d'autre type de *Porites* patch reef qui fuit le micro-habitat. Les résultats indiquent que les attributs physiques des coraux peuvent aider à justifier d'une grande mesure de variation spatiale dans la structure d'assemblage et fournit un point de départ pour des études sur les mécanismes sous-jacents. Ces travaux ont amenés à la publication d'un article en 2002 dans Marine and Freshwater Research ainsi qu'à un second article en cours d'impression dans le même journal. Nous continuerons à échantillonner la série de coin de récifs de type *Porites* pour évaluer la variation temporelle des assemblages qu'ils contiennent, et nous prévoyons des publications supplémentaires qui exploreront les constantes temporelles (en saisons et dans l'année).

## **Leurres lumineux larvaires**

En 2002, nous avons utilisé une série de neuf pièges lumineux pour tester la réaction des larves de poissons de récif à différentes qualités de lumières, plus particulièrement des sources (lumineuses) dotées et dépourvues de lumière dans la partie ultra violette du spectre (lumineux). Cette expérience préliminaire fait partie d'un effort à plus long terme dans lequel la lumière sera utilisée comme un moyen d'attirer les jeunes de poissons à peupler les régions épuisées sur le récif, et nous espérons qu'un jour les leurres lumineux pourront être utilisés comme stratégie de restauration de récif. Nous avons l'intention de continuer de tester la technologie des pièges lumineux en 2003.

## **Présentations**

Nous avons fait trois exposés basé sur ces recherches à l'atelier international (intitulés) « Restaurer et maintenir la diversité des communautés de poissons tropicaux du récif corallien du pacifique » tenue à la station de recherche Gump et le CRIOBE (du 1<sup>er</sup> au 7 Avril 2002).

## **Publications**

Vous trouverez ci-joint la liste des publications résultant de nos travaux en Polynésie Française ainsi que celle des réimpressions récemment publiées.

N'hésitez pas à nous contacter si vous souhaitez avoir des copies supplémentaires de ces réimpressions.

Bernardi, G., Holbrook, S.J., Schmitt, R.J. and Crane, N.L. Long-distance dispersal in an edge population of the coral reef three-spot damselfish *Dascyllus trimaculatus*. Completed manuscript.

Holbrook, S.J., A. J. Brooks and R.J. Schmitt. Variation in structural attributes of patch-forming corals and patterns of abundance of associated fishes. In press, *Marine and Freshwater Research*.

Holbrook, S.J. and R. J. Schmitt. Spatial and temporal variation in mortality of newly settled damselfish: patterns, causes and co-variation with settlement. In press, *Oecologia*.

Osenberg, C.W., St. Mary, C.M., Schmitt, R.J., Holbrook, S.J., Chesson, P. and Byrne, B. 2002. Rethinking ecological inference: density-dependence in reef fishes. *Ecology Letters* 5:715-721.

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

- Bernardi, G., S.J. Holbrook, R.J. Schmitt, N.L. Crane and 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. and 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. and 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 and 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 and R.J. Schmitt. 2002. Predictability of Fish assemblages on coral patch reefs. *Marine and Freshwater Research* 53:181-188.
- Bernardi, G., Holbrook, S.J. and 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. and S.J. Holbrook. 2000. Habitat-limited recruitment of coral reef damselfish. *Ecology* 81:3479-3494.
- Holbrook, S.J., Forrester, G.E. and 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 and 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. and 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. and S.J. Holbrook. 1999b. Mortality of juvenile damselfish: implications for assessing processes that determine abundance. *Ecology* 80:35-50.
- Schmitt, R.J. and 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. 5<sup>th</sup> Indo-Pacific Fish Conf., Noumea, 1997. B Seret and J-Y Sire, eds. Paris: Soc. Fr. Ichtyol.
- Holbrook, S.J. and R.J. Schmitt. 1999. *In Situ* Nocturnal Observations of Reef Fishes Using Infrared Video. Pp. 805-812 in Proc. 5<sup>th</sup> Indo-Pacific Fish Conf., Noumea, 1997. B Seret and J-Y Sire, eds. Paris: Soc. Fr. Ichtyol.

Holbrook, S.J. and 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. and 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.