

**Responses of two Mediterranean corals,
Cladocora caespitosa and *Oculina patagonica*
to environmental and climate change**

Riccardo RODOLFO-METALPA

**Thèse de l'Université de Aix-Marseille II
Pour l'obtention du grade de
Docteur en Sciences de l'Environnement Marin:
Biosciences de l'Environnement, Chimie et Santé**

**Soutenue le mardi 23 octobre 2007 dans la salle de conférences du
Musée océanographique de Monaco**



**Publiée par le
CENTRE SCIENTIFIQUE DE MONACO**

**ÉTABLISSEMENT PUBLIC FONDÉ LE 23 MAI 1960
PAR LE PRINCE RAINIER III**

ABSTRACT

This thesis explores the physiology of two symbiotic Mediterranean corals, *Cladocora caespitosa* and *Oculina patagonica* to changes in their environmental parameters. The effect of temperature was investigated both under the normal seasonal range as well as in the perspective of climate change on the two coral species. The effects of irradiance, food supply, and $p\text{CO}_2$ level were only investigated with *C. caespitosa* taken as a model. Temperature was one of the main environmental factors affecting corals' metabolism. Increased concentrations of zooxanthellae and chlorophyll were observed at low temperatures and high food supply, allowing an increase in the photosynthetic efficiency during unfavorable conditions. Conversely, photosynthetic and growth rates were maximal under summer conditions, at temperatures ranging from 18 to 23°C. Higher temperatures (from 24 to 28°C) negatively affected the photosynthesis, growth and symbiosis in both corals. While *C. caespitosa* resisted 5 weeks at temperatures equal or above 24°C before decreasing its metabolic functions and dying, *O. patagonica* reduced its symbiont density and growth rates as soon as temperature increased, but showed a low mortality rate. These results, together with the observations of mass mortalities of *C. caespitosa* during the last summers suggest that this coral is living near its upper thermal limits. We also demonstrated, using *C. caespitosa*, that food supply was the second most important parameter for these two temperate corals. Conversely, a 8-fold increase in the light level did not change zooxanthellae and chlorophyll concentrations, or growth rates, suggesting that this factor is not important for the coral metabolism. Finally, a doubling in the $p\text{CO}_2$ level, as expected by the end of the century, did not either affect *C. caespitosa* metabolism, leading temperature as the most important parameter.

Keywords: Mediterranean Sea – Temperate corals – Climate change – *Cladocora caespitosa* – *Oculina patagonica* – Coral mortality – Temperature – Light – Heterotrophy – Growth – Photosynthesis – Asexual reproduction - Zooxanthellae

RÉSUMÉ

Cette thèse présente la réponse de deux coraux symbiotiques Méditerranéens *Cladocora caespitosa* and *Oculina patagonica* aux variations des paramètres environnementaux. L'effet de variations saisonnières ainsi que d'une élévation anormale de la température a été testé sur les deux coraux. Par contre, les effets de l'éclairement, d'un apport en nourriture, ou d'une élévation de $p\text{CO}_2$ n'ont été testés que sur l'espèce modèle, *C. caespitosa*. J'ai montré que la température était le paramètre ayant le plus fort impact sur le métabolisme des coraux. En effet, des températures basses, couplées à un apport de nourriture (conditions hivernales), augmentent les concentrations en chlorophylle et zooxanthelles, permettant ainsi une meilleure efficacité photosynthétique au cours de conditions défavorables. Au contraire, les taux de photosynthèse et de calcification sont augmentés l'été, pour des températures comprises entre 18 et 23°C. Des températures plus élevées (entre 24 et 28°C) ont un effet négatif sur le métabolisme des coraux. Cependant, alors que *C. caespitosa* résiste pendant 5 semaines à des températures égales ou supérieures à 24°C, avant de s'effondrer et mourir, *O. patagonica* diminue immédiatement sa densité en zooxanthelles et son taux de croissance, mais conserve une vitalité élevée. Ces résultats, couplés aux observations *in situ* de mortalité massive de *C. caespitosa* pendant les récentes périodes estivales, montrent que ce corail vit à sa limite supérieure de température. Nous avons également montré, en utilisant *C. caespitosa*, que la nourriture constitue le deuxième facteur le plus important pour le métabolisme de ces coraux tempérés. Par contre, une augmentation d'un facteur 8 d'éclairement ne produit aucun changement dans les concentrations en chlorophylle et zooxanthelles ou dans les taux de croissance, suggérant que l'éclairement n'est pas un facteur important chez ces coraux. Finalement, un doublement de $p\text{CO}_2$, comme il est prévu suite aux changements climatiques, n'a aucun effet sur le métabolisme de *C. caespitosa*, suggérant que la température reste le paramètre le plus important.

Mots-cles: Mer méditerranée – Coraux tempérés – Changement climatique – *Cladocora caespitosa* – *Oculina patagonica* – Mortalité des coraux – Température – Lumière – Hétérotrophie – Croissance – Photosynthèse – Reproduction asexuée – Zooxanthelles