

Etude de la perception lumineuse médiée par les opsines chez les concombres de mer (Holothuroidea, Echinodermata)

Youri Nonclercq

Promoteurs : Dr. Jérôme Delroisse

Mémoire : Master en Biologie des organismes et écologie à finalité approfondie

Année académique : 2021-2022

Résumé :

Ce mémoire s'intéresse à la perception de la lumière chez les concombres de mer. Structurellement, ce travail comporte trois axes principaux :

(i) l'identification par approche *in silico* des gènes d'opsines [acteurs moléculaires prototypiques de la perception de la lumière chez les bilatériens] chez les holothuries à partir de données génomiques ou transcriptomiques disponibles ;

(ii) la localisation par une approche immunohistochimique des opsines ciliaire (opsine 1) et rhabdomérique (opsine 4) [deux types d'opsines homologues aux opsines visuelles de deutérostomiens et protostomiens, respectivement] dans les tissus de différentes espèces d'holothuries. Les structures photosensorielles plus spécialisées (cupules et ocelles) présentes chez le groupe des Apodida ont particulièrement été envisagées.

(iii) l'étude de l'effet de stimuli lumineux sur le comportement des concombres de mer. L'approche *in silico* nous a permis de mettre en évidence chez les holothuries la présence de six différents types d'opsines parmi les dix classes d'opsines ancestrales répertoriées chez les bilatériens. Parmi ces opsines figurent l'opsine 1 ciliaire et l'opsine 4 rhabdomérique que nous avons mises en évidence par immunohistochimie et immunofluorescence. Les opsines 1 et 4 ont été détectées dans le tégument, les papilles sensorielles cutanées, les extrémités latérales des podia et les boutons sensoriels tentaculaires chez les espèces *H. forskali* et *H. scabra*. Toutefois, le marquage cutané et papillaire chez *H. forskali* a rencontré des problèmes de spécificité et devra être confirmé par hybridation *in situ*. En outre, nous avons mis en évidence

la présence de ces deux types d'opsines dans les cupules sensorielles chez l'espèce *Oostergrenia digitata*. Ce qui suggère que ces structures, dont la fonction était jusqu'à présent inconnue, joueraient un rôle dans la perception de la lumière. Chez une autre espèce d'Apodida (*Euapta godeffroyi*) nous avons mis en évidence une forte immunoréactivité à l'opsine 1 dans les cellules neuroépithéliales ciliées qui forment l'ocelle. Ce qui confirme le rôle de ces ocelles dans la perception visuelle chez cette espèce. Les tests comportementaux menés chez l'espèce *Holothuria forskali* montrent un phototropisme négatif lorsque ces animaux sont exposés à des longueurs d'onde lumineuses courtes (bleu, vert) et ce malgré l'absence d'organe visuel spécialisé de type yeux chez cette espèce. La présence d'opsines que nous avons détectées dans des structures telles que les papilles, les podia ou les tentacules permettrait une perception extraoculaire des stimuli lumineux. L'espèce *E. godeffroyi* réagit très rapidement aux stimuli visuels de courte longueur d'onde par un comportement photophobe. La perception visuelle chez cette espèce semble être clairement associée à la présence d'opsines dans les ocelles et le phototropisme négatif que nous avons observé est en parfaite adéquation avec le mode de vie nocturne de cette espèce.

Abstract:

The perception of light as well as the presence and tissue localization of opsins in sea cucumbers is still a largely unexplored subject. The aim of our thesis includes 3 main axes: (i) identify by in silico approach the presence of different classes of opsins in holothurians from genomic sequences available in the NCBI database or from transcriptomes; (ii) using an immunohistochemical approach to locate opsins 1 and 4 in the tissues of different species of holothurians and in particular in more specialized sensory structures (cupules and ocelli) present in the Apodida group; (iii) Using ethological tests to study the effect of light stimuli on the behavior of these animals. The in silico approach allowed us to highlight in holothurians the presence of 6 different types of opsins among the 10 classes of ancestral opsins listed in bilaterians. Among these opsins are ciliary opsin 1 and rhabdomeric opsin 4, which we have demonstrated by immunohistochemistry and immunofluorescence. Opsins 1 and 4 were detected in the seed coat, cutaneous sensory papillae, lateral podia tips, and tentacular sensory buds in *H. forskali* and *H. scabra* species. However, skin and papillary labeling in *H. forskali* encountered specificity problems and will have to be confirmed by in situ hybridization. In addition, we have demonstrated the presence of these 2 types of opsins in the sensory cupules in the species *Oostergrenia digitata*. This suggests that these structures, whose function was

unknown until now, would play a role in the perception of light. In another species of Apodida (*Euapta godeffroyi*) we demonstrated a strong immunoreactivity to opsin 1 in the ciliated neuroepithelial cells that form the ocellus. This confirms the role of these ocelli in visual perception in this species. Behavioral tests carried out in the species *Holothuria forskali* show negative phototropism when these animals are exposed to short wavelengths of light (blue, green) despite the absence of a specialized eye-type visual organ in this species such as this is the case in the vast majority of sea cucumber species. The presence of opsins that we have detected in structures such as papillae, podia or tentacles would allow these species, which lack a specialized visual organ, an extraocular perception of light stimuli. The species *E. godeffroyi* responds very quickly to short-wavelength visual stimuli with photophobic behavior. Visual perception in this species seems to be clearly associated with the presence of opsins in the ocelli and the negative phototropism we observed is in perfect agreement with the nocturnal lifestyle of this species.