

Titre du sujet de thèse : « Rôle écologique et évolutif de l'adaptation locale des grandes algues brunes dans le cadre du changement global : conséquence sur l'aquaculture »

Acronyme : REEALG

Directeur de Thèse : Myriam Valero, e-mail : valero@sb-roscoff.fr, Téléphone : (+33) 298292328

Co-directeur de Thèse : Sylvain Faugeron, e-mail : <mailto:sfaugeron@bio.puc.cl>, Téléphone : (+56) 223542647

Equipe :

Unité Mixte Internationale (France-Chili) UMI 3614 Evolutionary Biology and Ecology of Algae

équipe Française:

UPMC, Sorbonne Université.
Station Biologique de Roscoff
Place Georges Tessier
29682 Roscoff, France

équipe Chilienne:

Departamento de Ecología & Instituto Milenio de Oceanografía
Pontificia Universidad Católica de Chile
Alameda #340, Código Postal 8331150
Santiago, Chile

Publications récentes des directeurs de thèse avec leurs anciens doctorants:

*nom des doctorants :

Casares* FA, **Faugeron S.** (2016). Higher reproductive success for chimeras than solitary individuals in the kelp *Lessonia spicata* but no benefit for individual genotypes. *Evolutionary Ecology*, 30(5), 953-972.

Montecinos* AE, Guillemain M-L, Couceiro L, Peters AF, Stoeckel S, **Valero M.** (in press) Hybridization between two cryptic filamentous brown seaweeds along the shore: Analysing pre- and post-zygotic barriers in populations of individuals with varying ploidy levels. *Molecular Ecology*, DOI: 10.1111/mec.14098

Montecinos* AE, Couceiro L, Peters AF, Desrut A, **Valero M,** Guillemain M-L. (2017) Species delimitation and phylogeographic analyses in the *Ectocarpus* subgroup *siliculosi* (Ectocarpales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology* **53**, 17-31.

Robuchon* M, **Valero M,** Thiébaud E, Le Gall L (in press) Multi-scale drivers of community diversity and composition across tidal heights: an example on temperate seaweed communities. *Journal of Ecology*. DOI: 10.1111/1365-2745.12781.

Krueger-Hadfield\$ S, Roze D, Correa J, Destombe C, **Valero M** (2015) O father where art thou? Paternity analyses in a natural population of the haploid-diploid seaweed *Chondrus crispus*. *Heredity* **114**, 185-194.

Descriptif du sujet de thèse et méthodes envisagées :

Les forêts des grandes algues brunes de Bretagne constituent l'un des écosystèmes marins les plus productifs au monde. Elles offrent sur nos côtes, des fonctions et services écosystémiques importants en tant qu'habitat pour la conservation de la biodiversité marine, la protection du littoral et l'éco-tourisme et en tant qu'espèces exploitées (pêche et aquaculture). Cependant, ces forêts marines subissent actuellement de profondes modifications de leur distribution géographique sous l'effet du changement global. L'objectif de ce projet de thèse, co-financé par le projet européen MARFOR et la région Bretagne, est de mieux comprendre la dynamique de la diversité génétique et le rôle écologique et évolutif de l'adaptation locale chez ces espèces afin de proposer des mesures relatives à leur mise en culture tout en visant à maintenir le fonctionnement de ces écosystèmes sur le long terme. En effet, la mise en œuvre de culture raisonnée chez ces espèces repose non seulement sur les connaissances techniques d'aquaculture, mais aussi sur la connaissance de la distribution de variabilité génétique dans les populations naturelles. Nous avons choisi de focaliser notre étude sur plusieurs espèces exploitées et/ou cultivées et d'importance écologique majeure: *Laminaria digitata* (traditionnellement récoltée en Bretagne), *Saccharina latissima* (modèle émergent pour l'aquaculture en Bretagne et en Europe) et *Macrocystis pyrifera* (modèle émergent au Chili et dans le Pacifique). L'importance de l'adaptation locale le long de l'aire de distribution sera mesurée en combinant des approches de génétiques et de génomique des populations avec des approches expérimentales de mesure de réponse à des stress abiotiques comme la température et la lumière et à des stress biotiques comme la pression en épiphytes et en parasites. Afin d'estimer l'évolution de ces populations et les premiers effets de la domestication, nous étudierons la variation spatiale et temporelle de la diversité génétique et des traits d'histoire de vie (système de reproduction, durée de vie et l'âge de la reproduction) en complément des approches menées au laboratoire dans le cadre des projets d'Investissement d'Avenir IDEALG (et du projet Européen GENIALG.

Ce projet est construit autour de trois hypothèses principales :

H1 Les particularités des populations d'algues brunes varient en fonction de leurs situations géographiques et écologiques. On testera l'importance de la différenciation génétique et écologique entre populations en fonction de leur distance géographique, de leurs principales caractéristiques environnementales et de la fragmentation de l'habitat.

H2 Sous l'effet du changement climatique, les populations situées dans les limites d'aire de distribution les plus chaudes (latitude les plus basses) pourraient montrer des signes de mal-adaptation locale.

H3 Les caractéristiques éco-physiologiques et écologiques des algues brunes diffèrent au cours de leur cycle de vie (en particulier entre gamétophytes et sporophytes). Ces spécificités du cycle de vie seront à prendre en compte dans la résilience face au changement climatique mais aussi pour la mise en place d'une aquaculture adaptée à l'hétérogénéité de l'environnement, notamment à travers des programmes de sélection.

Ce projet est construit autour d'approches complémentaires expérimentales et empiriques de génétique et écologie évolutives.

Différentes approches complémentaires seront mises en place afin d'identifier l'importance de l'adaptation locale le long de l'aire de distribution des espèces cibles (*Mp*: *M. pyrifera*, *Sl*: *S. latissima* et *Ld*: *L. digitata*).

L'importance de l'adaptation locale sera estimée non seulement par des mesures de divergences génétique et écologique mais aussi par des croisements visant à estimer l'importance des barrières reproductives. Ces approches permettront de proposer des stratégies d'amélioration génétique adaptées aux écorégions où se développeront les cultures (sélection de variétés locales). Elles permettront par ailleurs de déterminer l'échelle spatiale à laquelle des mesures de gestion durable de la biodiversité pourront être mises en place.

La divergence écologique entre populations occupant différents habitats sera évaluée expérimentalement en termes de réponses à des facteurs abiotiques (température et lumière), en termes de survie, fertilité et d'efficacité photosynthétique. Des collections de gamétophytes en culture à Roscoff et à Santiago, provenant de 10 à 20 populations pour chacune des trois espèces ont déjà été établies afin de tester l'adaptation locale le long de l'aire de répartition. Des protocoles communs sont en cours d'élaboration dans le cadre de MARFOR et FONDECYT-Macrocystis pour tester les réponses à la température sur la reproduction et la survie des gamétophytes et des sporophytes. Ils seront disponibles au début de la thèse. Le doctorant pourra ainsi explorer le rôle des phases haploïdes et diploïdes dans les réponses écologiques.

Les outils de la génétique des populations seront utilisés pour effectuer des analyses spatiales et temporelles. Douze à trente marqueurs microsatellites selon les espèces sont utilisés couramment par les deux équipes d'accueil pour le génotypage. Des données préliminaires sur la structure spatiale des populations le long de l'aire de répartition sont déjà disponibles pour les trois espèces et permettront des comparaisons temporelles. De plus, les données microsatellites obtenues par le doctorant compléteront les analyses de structuration des populations, en particulier dans la comparaison des populations centrales et marginales ou occupant des habitats contrastés. Des données RADseq en cours d'obtention pour au moins deux des espèces (*Sl* et *Mp*) par les partenaires de GENIALG et FONDECYT-Macrocystis, permettront au doctorant d'être associé aux analyses de détection des marqueurs sous l'influence de la sélection et de les utiliser dans les études de divergences adaptatives.

Afin de tester l'importance de la divergence adaptative sur l'isolement reproducteur, des croisements seront effectués entre populations différenciées génétiquement et écologiquement. Les deux équipes d'accueil ont déjà acquis une solide expérience dans la réalisation de croisements chez les grandes algues brunes, et notamment pour l'estimation de barrières pré- ou post-zygotiques mesurées dans les tout premiers stades de développement des sporophytes. Une des difficultés dans la réalisation des croisements est la perte de fertilité des gamétophytes après une longue période de culture en laboratoire. Des tests sont en cours dans le cadre du projet IDEALG afin d'optimiser les protocoles de retour à la fertilité des gamétophytes. Le cas échéant, un nouvel échantillonnage de gamétophytes sera effectué durant la thèse.

Moyens mis à disposition du doctorant et sources de financement & co-financement :

Salles de culture ou armoires thermostatées, Laboratoire de biologie moléculaire pour génotypage, Personnels techniques en appui disponibles sur les 2 sites. Le coût de fonctionnement, des missions pour le terrain et les congrès seront couverts par les projets MARFOR et FONDECYT-Macrocystis. Les voyages et séjours du doctorant entre les 2 sites seront couverts par la subvention d'Etat de l'UMI.

Le financement de la thèse est déjà obtenu (50% MARFOR, 50% Région Bretagne)

Contexte de la cotutelle, partenariat international

Le partenariat international (Chilien et Européen) dans lequel est proposé ce projet de thèse devrait permettre de résoudre les différents points de blocage. Tout d'abord, dans le cadre du projet Européen MARFOR, le partenariat réparti sur les côtes européennes, couvre l'ensemble de l'aire de répartition des espèces étudiées et permettra donc de résoudre les questions liées à l'échantillonnage (envoi des échantillons permettant la culture des gamétophytes microscopiques au laboratoire en accord avec le protocole de Nagoya). L'ensemble de l'échantillonnage le long des côtes chiliennes a déjà été réalisé dans le cadre du projet FONDECYT-Macrocytis. De plus, dans le cadre de ces deux projets, il est prévu d'utiliser les mêmes dispositifs expérimentaux pour tester les réponses aux stress abiotiques dans chaque laboratoire ce qui permettra de tester l'importance de la variabilité environnementale dans la réponse écologique testée. Enfin, tous les outils ou toutes les méthodes envisagées lors de cette thèse ont déjà été mis au point dans au moins un des laboratoires partenaires. Des cartographies génétiques, des approches RADseq, QTLs et GWAS sont en cours (via les projets IDEALG, GENIALG et FONDECYT-Macrocytis) chez deux des espèces étudiées (*S. latissima* et *M. pyrifera*). L'étudiant en thèse pourra donc appliquer certains de ces outils pour une approche de génomique des populations pour rechercher des signatures d'adaptation locale.

Echéancier incluant la stratégie de publication:

	2017			2018					2019					2020																				
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S									
	France				Chili					France					Chili					France														
Bibliographie et récolte données environnementales																																		
Génotypage																																		
Tests isolement reproducteur																																		
Réponses aux stress biotiques																																		
Analyses données structure spatiale																																		
Rédaction article Structure génétique spatiotemporelle																																		
Analyse données isolement reproducteur																																		
Rédaction article Isolement reproducteur																																		
Analyses données réponses au stress																																		
Rédaction article Réponses aux stress																																		
Rédaction article synthèse sur Adpatation locale																																		
Rédaction manuscrit de thèse																																		

Profil du candidat recherché :

Candidat de Master 2 avec une formation en génétique et écologie évolutive et un fort intérêt pour la génétique de la conservation. Des connaissances dans le domaine de l'amélioration des plantes sont souhaitées. Une bonne maîtrise de l'anglais à l'oral et à l'écrit est indispensable. De plus, une bonne connaissance de l'espagnol à l'oral est recommandée.