

**« Étude des composés phénoliques impliqués dans la protection chimique et la photoprotection chez les végétaux marins : Conditionnement métabolique, extraction éco-responsable, relations structure-fonction » (Acronyme Pheno-veg)**

**Equipe et structure d'accueil :**

\* Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR)  
UMR6539 UBO/CNRS/IRD/IFREMER, IUEM Plouzané (29).  
\* Société Science & Mer (SIMER SAS)  
Venelle du Caros, Le Relecq-Kerhuon (29)

**Partenariat :**

PTF Biodimar UBO, CHIMEX, C-WEED Aquaculture (PME), MMS-Univ. Nantes

**Directeurs de thèse :**

Valérie Stiger-Pouvreau (MC UBO/HDR)

**Contact :**

[stiger@univ-brest.fr](mailto:stiger@univ-brest.fr)  
LEMAR-IUEM-UBO  
Tél : 02 98 49 88 06

**Encadrants :**

Valérie Stiger-Pouvreau (MC UBO, LEMAR équipes 2 & 3)  
Maud Larnicol (Dir. R&D, Société Science & Mer)  
Nathalie Poupart (MC UBO, LEMAR équipes 2 & 3)  
Fabienne Guérard (PR UBO, LEMAR équipes 1 & 2)

**Résumé du projet :**

Les études menées au cours du projet de thèse concernent à la fois l'écophysiologie des végétaux marins, les biotechnologies, mais aussi le développement de procédés d'extraction/purification respectueux de l'environnement et la standardisation de biotests anti-oxydants. La mission du Doctorant est d'étudier les composés phénoliques produits par les végétaux marins, de les isoler et de connaître leur rôle dans la protection chimique des végétaux marins, ainsi que de les proposer en tant qu'actifs marins. Le projet de thèse intègre toute la chaîne de valeur de production d'un produit cosmétique : de la biomasse sélectionnée pour sa composition particulière en composés phénoliques, à l'extraction de nouveaux actifs via des procédés éco-efficients innovants, jusqu'au développement de formulations cosmétiques performantes et naturelles répondant à des problématiques non comblées actuellement sur le marché. Les travaux réalisés dans le cadre de la thèse se concentreront sur les propriétés photo-protectrices et anti-microbiennes, apportées naturellement par les composés phénoliques synthétisés par les végétaux marins.

**Contexte, objectifs et intérêts scientifiques :**

Les végétaux marins, i.e. macroalgues et plantes halophiles, vivant en zone côtière subissent de nombreux stress de l'environnement. Face à ces contraintes, certaines espèces développent une défense chimique, en sécrétant des molécules de protection souvent originales et qui sont connues pour présenter des activités biologiques élevées, agissant à de très faibles concentrations. Un grand nombre de lignées évolutives végétales synthétisent des composés phénoliques, ayant pour but de les protéger face à différentes contraintes de l'environnement (Stengel et al. 2011). La famille des composés phénoliques regroupe un grand nombre de composés qui ont tous en commun un groupement aromatique hydroxylé (phénol). Ainsi, les acides phénoliques, MAAs, Phlorotannins sont synthétisés et sont connus pour leur rôle dans la protection chimique des végétaux marins : contre les brouteurs, les microorganismes comme les pathogènes ou le biofouling par exemple, mais également dans la protection contre les radiations UV pour les algues situées dans la zone de balancement des marées (Connan et al. 2004, Stiger et al. 2004, Hupel et al. 2011, Le Lann et al. 2012, Stiger-Pouvreau et al. 2014, Tanniou et al. 2014, Surget et al. 2015). Ces molécules à propriétés multiples chez les végétaux marins, peuvent ainsi être utilisées comme conservateurs naturels (propriété antimicrobienne), comme filtre solaire (propriété photoprotectrice), ou alors comme actif anti-âge (propriétés anti-oxydantes) et être ainsi utilisées en cosmétique en tant qu'ingrédients naturels et remplacer les actifs synthétiques dont l'utilisation est lourdement contestée. Actuellement, plusieurs

gammes cosmétiques utilisent des composés phénoliques d'origine terrestre (comme la gamme Caudalie avec l'utilisation de polyphénols C15, extraits de pépins de raisin par exemple), mais à l'heure actuelle, **aucun produit cosmétique ne présente d'actifs de nature polyphénoliques et d'origine marine.**

Le projet de thèse ambitionne d'isoler de tels composés à propriétés multiples, en mettant en avant les fonctions photo-protectrices, anti-microbiennes et anti-ROS des composés phénoliques extraits de végétaux marins. Pour ce faire, plusieurs étapes seront être mis en œuvre au cours de ce projet de thèse, à l'échelle :

- (1) de la ressource : la **biomasse/ressource naturelle bretonne** : les travaux de thèse porteront sur des espèces largement présentes dans le milieu naturel dont la récolte ne représente pas une menace (suivi écologique), et également issus d'espèces cultivées par la société C-WEED AQUACULTURE qui utilisent des thalles entières cultivés en filière en mer et en bassin, mais qui développe également une culture de stades précoces. Pour ce dernier type de ressource, une étude des conditions de culture favorisant la production de composés phénoliques sera nécessaire (forçage métabolique)
- (2) des **procédés d'extraction respectueux de l'environnement** appliqués aux composés phénoliques et activités biologiques recherchés : des extraits élaborés à partir de procédés durables lors de l'extraction (extraction accélérée par solvants, utilisation de fluides à l'état supercritique et/ou subcritique, hydrolyse enzymatique, etc) et de la purification (chromatographie de partage centrifuge, flash chromatographie, SPE, etc) des composés ciblés.
- (3) de l'obtention de **composés phénoliques végétaux et marins** stabilisés. Ce projet de thèse ambitionne de développer de nouvelles gammes de produits marins diversifiées, mettant en avant les fonctions photo-protectrices, anti-microbiennes et anti-ROS. A l'heure actuelle, il n'a pas encore été réalisé d'isolement de composés phénoliques uniques. C'est un ensemble de composés qui sont extraits de Fucales et des plantes halophiles régionales, et qui sont ensuite analysés. De plus, ces composés sont souvent instables (perte d'activité). Ainsi l'enjeu sera d'isoler des composés uniques et stables.

Le LEMAR-IUEM-UBO possède une expertise dans l'extraction et la purification non complète de telles molécules de protection, extraites et synthétisées par les végétaux marins en réponse aux contraintes de l'environnement et pouvant intéresser divers secteurs industriels dont la cosmétique. Le/la Doctorant(e) aura ainsi pour mission d'isoler de telles molécules, par des procédés d'extraction et de purification éco-responsables, en vue de les formuler ensuite à Science & Mer, société de Cosmétique et Thalasso-thérapie, pilote du projet RIV-AGE 2.0. Il/elle aura accès à la plate-forme Biodimar pour réaliser certaines extractions utilisant des procédés innovants et devra réaliser ses expérimentations entre les deux structures, LEMAR et Science & Mer, et également en collaboration avec les partenaires du projet (MMS/Univ. Nantes, CHIMEX, C-WEED Aquaculture). L'objectif de cette thèse est donc **d'isoler et de caractériser des actifs marins** (de nature polyphénolique) à partir de différents types de **biomasses végétales**. Pour cela, il sera nécessaire de prendra en compte (1) **la variabilité temporelle et spatiale des populations de végétaux marins** ciblés et exploités/cultivés, (2) une **dimension éco-responsable** (selon les normes de réglementation en vigueur) : non-utilisation de solvants toxiques et polluants pour l'obtention d'actifs marins naturels et obtenus par des procédés dits de « chimie verte », et enfin (3) **bien comprendre les conditions environnementales** (sur les populations naturelles et en conditions contrôlées) **favorisant la production** de tels composés phénoliques chez les végétaux marins.

**Les végétaux marins auront plusieurs origines.** Ils seront récoltés **sur deux habitats marins** (un habitat rocheux en milieu océanique ouvert et un habitat vaseux en milieu estuarien semi-ouvert) et **proviendront également de culture** par la société C-WEED AQUACULTURE.

**Les espèces ciblées** appartiennent à différentes lignées évolutives. Ainsi le sujet de thèse portera dans un premier temps sur des espèces d'algues brunes, vertes et rouges ainsi que sur des plantes halophiles, en vue de sélectionner **à la fin du projet** une à deux espèces sur laquelle/lesquelles seront

isolés les actifs polyphénoliques marins à formuler. L'aquaculteur impliqué dans le projet mettra à la disposition du/de la doctorant(e) la biomasse cultivée (thalle entier, stades précoces) et mettra en œuvre en partenariat et selon les besoins du/de la doctorant(e), des expérimentations de **forçage métabolique** (afin d'augmenter la production des polyphénols marins).

**Les résultats attendus de la thèse sont à la fois fondamentaux** (compréhension des processus d'adaptation chimique des espèces face à leur environnement (molécule(s) de défense produite(s) face à une variation des conditions de lumière, consécutives au changement climatique) **mais également appliqués par la recherche d'actifs marins à formuler dans une ou plusieurs gamme(s) cosmétique(s).**

#### **Financement :**

Une demi-allocation de recherche UBO est demandée pour financer le salaire du/de la doctorant(e). La demi-allocation complémentaire du salaire de l'étudiant(e) **sera financée par le projet FUI 20 RIV-AGE 2.0** (Déc 2015-nov 2019) piloté par la société de cosmétique et thalasso-thérapie Science & Mer. Ce projet de recherche regroupe **des partenaires industriels** (Science & Mer, C-WEED AQUACULTURE, CHIMEX) **et deux partenaires académiques** (LEMAR-IUEM-UBO et MMS-Univ. Nantes). Ce projet **financera également le fonctionnement des travaux de thèse** (missions de suivi et d'échantillonnage, extraction/purification/identification structurale des actifs marins, diffusion sur le projet, etc...).

#### **Pré-requis :**

Une expérience en isolement et identification d'actifs polyphénoliques est fortement conseillée. En parallèle du travail de recherche au laboratoire et en R&D, le/la candidat(e) recruté(e) sera chargé(e) de faire le lien entre le LEMAR et l'entreprise Science & Mer. Il est ainsi fortement souhaité que le/la candidat(e) ait eu une première expérience (stage ou emploi) en entreprise de cosmétique, et soit capable de faire ce lien entre structure académique et structure privée, pour pouvoir postuler à ce sujet de thèse.

#### **Références bibliographiques citées dans le texte**

- .Connan S, Goulard F, Stiger V, Deslandes E, Ar Gall E (2004) Phlorotannins in belt forming brown algae of a sheltered shore. *Bot Mar* 47:410–416
- .Hupel M, Lecointre C, Meudec A, Poupart N, Ar Gall E (2011) Comparison of photoprotective responses to UV radiation in the brown seaweed *Pelvetia canaliculata* and the marine angiosperm *Salicornia ramosissima*. *JEMBE* 401 : 36-47
- .Le Lann K, Connan S, Stiger-Pouvreau V (2012) Phenology, TPC and size-fractioning phenolics variability in temperate Sargassaceae (Phaeophyceae, Fucales) from Western Brittany: Native versus introduced species. *Marine Environmental Research* 80: 1-11
- .Stengel DB, Connan S, Popper ZA (2011) Algal chemodiversity and bioactivity: Sources of natural variability and implications for commercial application. *Biotechnology Advances* 29: 483–501
- .Stiger V, Deslandes E, CE Payri (2004) Phenolic contents of two brown algae, *Turbinaria ornata* and *Sargassum mangarevense* on Tahiti (French Polynesia): interspecific, ontogenic and spatio-temporal variations. *Bot. Mar.* 47(5): 402-409
- .Stiger-Pouvreau V, Jégou C, Cérantola S, Guérard F, Le Lann K (2014) Phlorotannins in Sargassaceae species from Brittany (France): interesting molecules for ecophysiological and valorisation purposes. *Advances in Botanical Research*, 71: 379-412
- .Surget G, Stiger-Pouvreau V, Le Lann K, Couteau C, Coiffard L, Guérard F, Poupart N (2015) Sunscreen and antioxidant photoprotective capacities of polyphenolic compounds originated from a salt-marsh plant extract from Brittany (France). *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 143, 52–60
- .Tanniou A, Vandanjon L, Incera M, Serrano Léon E, Husa V, Le Grand J, Nicolas JL, Poupart N, Kervarec N, Engelen A, Walsh R, Guérard F, Bourgougnon N, Stiger-Pouvreau V (2014) Assessment of the spatial variability of phenolic contents and associated bioactivities in the invasive alga *Sargassum muticum* sampled along its European range from Norway to Portugal. *J. Appl. Phycol.* 26: 1215-1230