

PROGRAMME INTITUTS ET INITIATIVES
Appel à projet – campagne 2021
Proposition de projet de recherche doctoral (PRD)
IMer - Institut de la Mer

**Intitulé du projet de recherche doctoral (PRD): Physiologie adaptative des microalgues marines
CRYPTOphyceae aux Niches Thermiques polaires (CRYPTONIT)**

Directeur.rice de thèse porteur.euse du projet (titulaire d'une HDR) :

NOM : **Six** Prénom : **Christophe**

Titre : Maître de Conférences des Universités ou

e-mail : six@sb-roscoff.fr

Adresse professionnelle : Station Biologique de Roscoff, Place Georges Teissier, 29680 Roscoff
(site, adresse, bât., bureau)

Unité de Recherche :

Intitulé : Adaptation & Diversité en Milieu Marin (AD2M)

Code (ex. UMR xxxx) : UMR Sorbonne Université - CNRS 7144, équipe "ECologie of MARine Plankton"
(ECOMAP)

École Doctorale de rattachement de l'équipe (future école doctorale du.de la doctorant.e) : ED227-Sciences vie homme : évolution écolog

Doctorant.e.s actuellement encadré.e.s par la.e directeur.rice de thèse (préciser le nombre de doctorant.e.s, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) : 0

Co-encadrant.e :

NOM : **Probert** Prénom : **Ian**

Titre : Choisissez un élément : ou HDR

e-mail : probert@sb-roscoff.fr

Unité de Recherche :

Intitulé : Centre de recherche et d'enseignement en biologie et écologie marines

Code (ex. UMR xxxx) : FR2424

École Doctorale de rattachement : Choisissez un élément :
Ou si ED non Alliance SU : ED227

Doctorant.e.s actuellement encadré.e.s par la.e co-directeur.rice de thèse (préciser le nombre de



doctorant.e.s, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) : 0

Co-encadrant.e :

NOM :

Prénom :

Titre : Choisissez un élément : ou

HDR

e-mail :

Unité de Recherche :

Intitulé :

Code (ex. UMR xxxx) :

Choisissez un élément :

École Doctorale de rattachement :

Ou si ED non Alliance SU :

Doctorant.e.s actuellement encadré.e.s par la.e co-directeur.rice de thèse (préciser le nombre de doctorant.e.s, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) :

Cotutelle internationale : Non Oui, précisez Pays et Université :

Selon vous, ce projet est-il susceptible d'intéresser une autre Initiative ou un autre Institut ?

Non Oui, précisez Choisissez l'institut ou l'initiative :

Description du projet de recherche doctoral (*en français ou en anglais*) :

Ce texte sera diffusé en ligne : il ne doit pas excéder 3 pages et est écrit en interligne simple.

Détailler le contexte, l'objectif scientifique, la justification de l'approche scientifique ainsi que l'adéquation à l'initiative/l'Institut.

Le cas échéant, préciser le rôle de chaque encadrant ainsi que les compétences scientifiques apportées. Indiquer les publications/productions des encadrants en lien avec le projet.

Préciser le profil d'étudiant(e) recherché.

Contexte et objectifs scientifiques

Le phytoplancton marin, qui regroupe les organismes microscopiques pratiquant la photosynthèse oxygénique, assure des fonctions écologiques essentielles dans la régulation du climat à l'échelle planétaire, et constitue le compartiment basal de toutes les chaînes trophiques marines. Parmi ces organismes, les nanoeucaryotes (2-20 μm) biflagellés de la classe des Cryptophyceae constituent un groupe monophylétique qui comprend une vingtaine de genres dont les espèces sont encore mal délimitées. Les expéditions circumplanétaires TARA ont clairement montré que les Cryptophyceae représentent un compartiment proéminent des communautés phytoplanctoniques à l'échelle planétaire mais, paradoxalement, on connaît très peu de choses sur l'écologie et la physiologie de ces organismes. On détecte des Cryptophyceae dans n'importe quelle goutte de surface de l'océan mondial, y compris dans les océans polaires. Ceci montre que ces microalgues ont réussi durant leur évolution à mettre en place les mécanismes physiologiques adaptatifs indispensables à la colonisation des environnements marins les plus froids de la planète.

Beaucoup de voies métaboliques cellulaires sont affectées par la température et les capacités d'acclimatation à ce paramètre abiotique très variable sur Terre sont critiques pour la fitness d'un organisme dans une niche écologique donnée. Les bases physiologiques de l'adaptation aux eaux froides chez le phytoplancton marin sont encore mal connues. A l'heure actuelle, il n'existe aucune donnée sur la thermophysiologie adaptative de groupes aussi importants que les Cryptophyceae. Le projet de thèse CRYPTONIT est un projet doctoral collaboratif entre la Collection de Culture de Roscoff (FR2424 CNRS) et l'équipe ECOMAP (UMR SU-CNRS 7144) visant à dévoiler les verrous physiologiques permettant la colonisation de différentes niches thermiques par les microalgues Cryptophyceae. Le projet est basé sur la mise en place d'une approche de physiologie comparée sur des souches de laboratoire isolées dans des niches thermiques contrastées avec une emphase sur les milieux arctiques. Le projet CRYPTONIT s'appuie sur trois questions scientifiques bien identifiées :

1) La radiation évolutive des Cryptophyceae a été peu étudiée et beaucoup de choses sont encore floues, en particulier la définition des taxons. La disponibilité de centaines de souches à la RCC et de leurs séquences génétiques permettra de clarifier la biodiversité des Cryptophyceae en étudiant la position des lignées phylogénétiques, ce qui conduira à la description de nouvelles espèces/groupes. La mesure de la croissance de certaines de ces souches à différentes températures permettra de définir leur préférence thermique et de comprendre si certaines lignées sont inféodées à des niches thermiques précises.



2) L'utilisation efficace de la lumière à basse température est-elle un verrou physiologique de l'adaptation aux milieux polaires ? Pour le phytoplancton, il est primordial d'ajuster la quantité de lumière utilisée pour la croissance à une température donnée, afin d'éviter l'induction de stress oxydatif pouvant conduire à la mort cellulaire. Le fonctionnement et les quantités de complexes photosynthétiques sont ainsi finement régulés en fonction de la température, tout comme les mécanismes de photoprotection.

3) Les Cryptophyceae polaires utilisent-elles des systèmes membranaires particuliers ? Les membranes sont extrêmement sensibles aux variations de température, qui modifient leur fluidité et ainsi l'activité des nombreuses protéines qui y sont insérées. En particulier, les mécanismes de régulation de la longueur et du niveau de désaturation des acides gras, considérés comme des mécanismes universels pour l'acclimatation à des niches thermiques différentes, sont inconnus chez les Cryptophyceae. Ceci sera particulièrement intéressant pour les souches arctiques.

Adéquation aux thématiques de l'Institut de l'Océan :

Le projet CRYPTONIT vise à étudier une catégorie d'organismes photosynthétiques marins ubiquistes et très abondants, ayant colonisé la quasi-totalité des biomes aquatiques illuminés. Le projet doctoral permettra de comprendre comment la diversification de la radiation des Cryptophyceae a été influencée par les contraintes thermiques des biomes marins et posera les premières hypothèses concernant leur réponse au réchauffement climatique. Le projet CRYPTONIT est ainsi parfaitement en ligne avec l'axe "Changements globaux, risques et adaptations" de l'Institut de l'Océan.

Le projet CRYPTONIT est par essence un projet collaboratif, basé sur l'utilisation de la Collection de Culture de Roscoff (RCC), un des trois plus grands centres de bioressources marines algales au monde. Il permettra la valorisation de ressources vivantes et génétiques de la RCC tout en développant une caractérisation écophysiologique des souches de Cryptophyceae, jusqu'alors très peu étudiées.

Par ailleurs, les approches du projet CRYPTONIT sont clairement transversales puisqu'il se situe à l'interface de domaines rarement rapprochés : l'océanologie écologique, la biophysique de la photosynthèse et la lipidomique fondamentale. Il est tout à fait en ligne avec les approches modernes et innovantes de biologie des systèmes, qui consistent à étudier différents niveaux d'informations pour comprendre le fonctionnement global d'un système biologique. Ces approches holistiques permettent, dans notre cas, une compréhension intégrative des processus d'adaptation des organismes aux niches thermiques de l'océan mondial, en reliant la molécule et le processus à l'organisme et l'environnement.

Méthodologie :

Les méthodes de culture de microorganismes marins occupent une place importante dans le projet de thèse. Ces techniques, qui comprennent le maintien des souches mais aussi l'acclimatation et la mesure de la croissance par cytométrie en flux dans des conditions de culture variées, sont bien maîtrisées par les équipes d'accueil. En particulier, la Collection de Cultures de Roscoff maintient plusieurs centaines de souches de Cryptophyceae isolées dans tous les océans, y compris Arctique, ce qui permettra une sélection adéquate des souches d'étude. La grande quantité de séquences génétiques disponibles (et encore non exploitées) permettra de construire des phylogénies moléculaires qui permettront une caractérisation fine des lignées de Cryptophyceae.

L'équipe ECOMAP possède une expertise de longue date dans l'étude de la photosynthèse



chez les organismes phytoplanctoniques marins. Le projet de thèse inclura des purifications et caractérisations de complexes photosynthétiques, des analyses pigmentaires en HPLC, des mesures en fluorimétrie PAM et en spectrofluorimétrie, sur des souches provenant d'environnements thermiques contrastés.

L'étude de la thermorégulation des membranes chez les différentes souches se fera dans le cadre d'une collaboration entre l'équipe ECOMAP de Roscoff et l'équipe « Biogenèse, dynamique et homéostasie des lipides membranaires » laboratoire de « Physiologie Cellulaire & Végétale » (UMR 5168) basée à Grenoble. Les extractions de lipides membranaires et les premières séparations se feront à Roscoff. L'équipe Grenobloise, maîtrisant les technologies de pointe en spectrométrie de masse (GC-FID, LC-MS², pipelines de traitement de données), effectuera les analyses lipidomiques. L'étudiant(e) se déplacera sur Grenoble pour apprendre ces techniques.

Le projet de thèse CRYPTONIT a un degré de risque faible et est tout à fait réalisable en trois ans. Les méthodologies reposent sur des équipes expertes qui sauront aider l'étudiant à contourner les potentiels problèmes techniques. Le projet doctoral sera supporté par les projets de recherche EC2CO Microbiome PHYSIOPOL et ANR PHENOMAP, auxquels participent plusieurs ingénieurs qui pourront aider le/la doctorant(e) sur le domaine de compétence.

Coordinateurs du projet doctoral :

L'étudiant sera basé dans les locaux de l'équipe ECOMAP, un des leaders mondiaux de l'étude du phytoplancton marin. Le projet de thèse s'appuie sur une collaboration forte avec la Collection de Cultures de Roscoff dont le directeur est le co-coordonateur du projet doctoral CRYPTONIT. La collection de Cultures de Roscoff, qui maintient plus de 5000 souches de phytoplancton marin dont 500 souches de microalgues Cryptophyceae, constitue une ressource biologique inestimable pour l'étude des microorganismes marins. Très souvent utilisée dans le cadre d'études de diversité, la majorité des souches de Cryptophyceae n'ont jamais fait l'objet de caractérisation physiologique. En s'attaquant à la caractérisation de la diversité fonctionnelle de des Cryptophyceae, le projet doctoral CRYPTONIT, coordonné par un physiologiste végétal et un biologiste spécialiste de la diversité phytoplanctonique, permettra de définir de nouvelles souches d'organismes modèles (notamment polaires) pour de futures études, en particulier sur les changements globaux.

Publications :

J. Pittera, F. Humily, M. Thorel, D. Grulois, L. Garczarek, C. Six (2014). Connecting thermal physiology and latitudinal niche partitioning in marine Synechococcus. *The ISME Journal* 8 pp. 1–14.

S. Breton, J. Jouhet, U. Guyet, V. Gros, J. Pittera, D. Demory, F. Partensky, H. Doré, M. Ratin, E. Maréchal, N. A. Nguyen, L. Garczarek, C. Six (2019). Unveiling membrane thermoregulation strategies in marine picocyanobacteria. *New Phytologist* 225:6 pp. 2396-2410.

C. Gériques Ribeiro, A. Lopes dos Santos, P. Gourvil, F. Le Gall, D. Marie, M. Tragin, I. Probert & D. Vaultot (2020). Culturable diversity of Arctic phytoplankton during pack ice melting. *Elementa: Science of the Anthropocene* 8:6.

Profil du candidat recherché :

Le/la candidat(e) devra montrer un intérêt certain et des connaissances concernant le phytoplancton marin et sa physiologie, en relation avec les concepts d'adaptation à la niche écologique. Au niveau des compétences techniques, une expérience générale du travail en laboratoire est vivement souhaitée, en particulier concernant les techniques de culture de



**SORBONNE
UNIVERSITÉ**

microorganismes et/ou la maîtrise de méthodes de biochimie/physiologie. Éventuellement, le/la candidat(e) aura un peu d'expérience/connaissances en bioinformatique appliquée à la manipulation de séquences ADN et aux études de phylogénie moléculaire.

**Merci d'enregistrer votre fichier au format PDF et de le nommer :
«ACRONYME de l'initiative/institut – AAP 2021 – NOM Porteur.euse Projet »**

***Fichier envoyer simultanément par e-mail à l'ED de rattachement et au programme :
cd_instituts_et_initiatives@listes.upmc.fr avant le 20 février.***