

Proposition de stage

Parcours Master 2 « Microbiologie, Environnement, Santé »

1. Laboratoire / Entreprise d'accueil :

Intitulé : Equipe Procaryotes Phototrophes Marins (MaPP), UMR UPMC-CNRS 7144, Station Biologique de Roscoff,
Adresse : Place Georges Teissier, CS 90074, 29 688 Roscoff Cedex
Responsable du Laboratoire / Entreprise : François Lallier
Responsable de l'encadrement : Laurence Garczarek
Téléphone : 02 98 29 25 38
Fax : 02 98 29 23 24
E-mail : laurence.garczarek@sb-roscoff.fr
Co-encadrant éventuel :

Perspectives de poursuite de thèse :

oui
 non

avec une bourse spécifique

oui
 non

2. Titre, description du sujet, approches utilisées, références (2 pages maximum) :

Rôle de la température dans la diversification écotypique des cyanobactéries marines du genre *Synechococcus*

Les océans sont particulièrement affectés par le changement global, un phénomène qui a notamment pour conséquences une augmentation de la température des eaux de surface, qui pourrait atteindre 1 à 3°C d'ici 2100 (Salinger et al. 2005), et un accroissement de la surface occupée par les eaux pauvres en sels nutritifs (Polovina et al, 2008). Cela pose la question de la capacité du phytoplancton marin à s'adapter à ces changements environnementaux en cours, aussi bien à court terme (plasticité physiologique) qu'à long terme (plasticité génétique).

Les cyanobactéries marines du genre *Synechococcus*, dont il existe environ 400 souches dans la collection de culture de Roscoff (dont 54 séquencées), sont à ce titre l'un des modèles d'étude les plus pertinents actuellement disponible en écologie microbienne marine pour répondre à ce type de questions. Ce genre est le deuxième organisme photosynthétique le plus abondant dans les océans (après *Prochlorococcus*) et joue un rôle majeur à la base des réseaux trophiques et dans les cycles biogéochimiques associés (Scanlan et al. 2009), contribuant notamment à près de 20% de la production primaire océanique (Flombaum et al. 2013). En effet, le large répertoire génétique des populations de *Synechococcus* leur a permis de coloniser la quasi-totalité des bassins océaniques, à l'exception des régions polaires, et les niches environnementales occupées par les différentes populations *in situ* ont récemment été caractérisées (Farrant et al., 2016). Ce sujet de Master II concerne plus particulièrement l'étude du clade CRD1 de *Synechococcus* dont l'importance écologique a été mise en évidence au cours de cette étude métagénomique. Ce groupe, qui a la particularité de dominer dans les zones

pauvres en fer, comprend potentiellement trois groupes génétiques distincts (CRD1A-C) qui semblent, d'après l'analyse de leur distribution géographique, correspondre à trois thermotypes (large gamme, froid et chaud) qui seraient tous adaptés à des conditions limitantes en fer.

L'objectif principal de ce stage sera de déterminer les optima et limites de croissance vis-à-vis de la température de 3 souches représentatives de chaque groupe de CRD1, et d'une souche contrôle, colonisant des zones chaudes non carencées en fer (Tableau 1), afin de valider l'existence de ces écotypes, de déterminer leur niche physiologique et de la comparer aux niches réalisées, déterminées à partir des données environnementales (Farrant et al., 2016).

Tableau 1 : Caractéristiques des souches étudiées

Nom des souches	MITS 9220	BIOS-U3-1	BIOS-E4-1	A15-62
Numéro RCC ^a	2571	2533	2534	2374
Clade	CRD1			II
ESTU ^b	CRD1A	CRD1B	CRD1C	IIA
Site d'isolement	Pacifique Equatorial	Upwelling du Chili, Pacifique Sud-Est	Gyre du Pacifique Sud-Est	Océan Atlantique
Coord du site (°N, °E)	-0° 0', -140° 0'	-33° 60', -73° 22'	-31° 52', -91° 25'	17° 37', -20° 57'

^a Roscoff Culture Collection ; ^b Farrant, Doré et al. 2016

Les 4 souches seront progressivement acclimatées à 6 conditions différentes de température dans des incubateurs thermostatés, équipés de rampe de LEDs, et en s'approchant au plus près possible des limites hautes et basses de croissance. Après une acclimatation complète, le taux de croissance de cellules sera déterminé par cytométrie en flux et/ou spectrofluorimétrie en réalisant un suivi de la croissance des cultures sur plusieurs jours dans des conditions de lumière et température contrôlées. De plus, plusieurs caractéristiques physiologiques seront évaluées dans chaque condition expérimentale : taille des cellules et contenu en pigment (à partir des paramètres cytométriques), rapport pigmentaire (spectrofluorimétrie), activité photosynthétique (fluorimétrie PAM) et contenu pigmentaire (HPLC).

Un deuxième pan complémentaire de cette étude pourra consister à participer aux comparaisons des génomes disponibles pour ces groupes génétiques à partir de notre base de données de génomes de picocyanobactéries, cyanorak (<http://application.sb-roscoff.fr/cyanorak>), qui comprend actuellement 54 génomes de *Synechococcus*, dont 3 génomes de CRD1 (avec un représentant de chaque groupe génétique). Cette approche devrait permettre de mettre en évidence les gènes responsables de cette adaptation différentielle à la température et aux limitations en Fer et de formuler des hypothèses quant aux mécanismes responsables de cette adaptation et de leur évolution. Enfin, l'analyse des données meta-génomique/transcriptomique des campagnes *Tara Oceans*, *Tara Polar Circle* et *Malaspina* par recrutement des reads sur les génomes de CRD1 constituera une approche complémentaire afin de mettre en évidence les gènes plus importants dans l'adaptation des populations naturelles à ces différentes conditions.

Ce sujet s'inscrit dans le cadre du projet EC2CO FITNESS, actuellement soumis en collaboration entre le Laboratoire d'Océanographie Microbienne (LOMIC) de l'Observatoire Océanologique de Banyuls sur mer et l'équipe Procaryotes Phototrophes Marins (MaPP) de la Station Biologique de Roscoff. Il est complémentaire d'un autre sujet proposé au même master concernant l'adaptation à la carence en fer.

Nous recherchons un candidat autonome, ayant des capacités de synthèse et de rédaction, y compris en langue anglaise. A l'issue du master, une thèse est envisageable.

Références citées

- Botebol H, Lesuisse E, Sutak R, Six C, Lozano JC, Schatt P, Vergé V, Kirilovsky A, Morrissey J, Léger T, Camadro JC, Guénequès A, Bowler C, Blain S, Bouget FY (2015). A central role for ferritin in the day/night regulation of iron homeostasis in marine phytoplankton, *Proc Natl Acad Sci U S A*. 112 14652-14657.
- Blain S, Quéguiner B, Armand L, Belviso S, [...], and Wagener T (2007). Effect of natural iron fertilisation on carbon sequestration in the Southern Ocean. *Nature*, 1070-1074.

- Farrant GK, Doré H, Cornejo-Castillo FM, Partensky F, Ratin M, [...] and Garczarek L (2016) Delineating ecologically significant taxonomic units from global patterns of marine picocyanobacteria. *Proc Natl Acad Sci USA* 113(24):E3365-74.
- Flombaum P, Gallegos JL, Gordillo RA, Rincon J, Zabala LL, Jiao N, Karl DM, Li WK, Lomas MW, Veneziano D, Vera CS, Vrugt JA, Martiny AC (2013) Present and future global distributions of the marine Cyanobacteria *Prochlorococcus* and *Synechococcus*. *Proc Natl Acad Sci U S A* 110: 9824-9829
- Polovina JJ, Howell EA, Abecassis M (2008) Ocean's least productive waters are expanding. *Geophysical Research Letters* 35
- Salinger, M.J., 2005. Climate variability and change: past, present and future—an overview. *Climatic Change* 70, 9–29.
- Scanlan DJ, Ostrowski M, Mazard S, Dufresne A, Garczarek L, Hess WR, Post AF, Hagemann M, Paulsen I, Partensky F (2009) Ecological genomics of marine picocyanobacteria. *Microbiol Mol Biol Rev* 73: 249-299