

Triana RAMIREZ

Stage de Master2 – « Etude de la réponse d'une bactérie marine psychrophile à différentes températures de croissance par une approche multi-omique » financé par l'Institut de l'Océan (2024)

La vaste majorité des océans (90% en volume) est caractérisée par des températures froides inférieures à 5°C, correspondant à des eaux en dessous de 1000 m de profondeur. Dans les zones polaires, ces eaux froides sont également présentes en surface obligeant la vie marine à s'adapter pour survivre et se développer. Les bactéries psychrophiles sont définies comme des bactéries ayant un optimum de croissance $\leq 15^{\circ}\text{C}$ et une température maximale de croissance d'environ 20°C. Du fait de leur rôle clef dans les cycles biogéochimiques, il est important d'étudier leur physiologie et leur réponse aux modifications environnementales.

L'Arctique se réchauffe à un rythme accéléré avec une augmentation de la température de l'air deux fois plus rapide que la moyenne mondiale au cours des deux dernières décennies. Cette région connaît des anomalies de température de +6°C, une diminution de l'étendue de la glace de mer de 10-15% par décennie et une réduction de 70% de la glace pluriannuelle, ce qui met en péril l'écosystème dépendant de la glace de mer. Des vagues de chaleur marines, amplifiées par la fonte des glaciers, ont également été observées, affectant les espèces sténothermes et celles dépendant de la glace.

Dans ce contexte, le laboratoire d'Océanographie Microbienne (LOMIC) et le laboratoire de Biodiversité et de Biotechnologie Microbienne (LBBM) de Banyuls/mer ont lancé un projet afin d'étudier au laboratoire l'impact d'une augmentation de température sur des bactéries psychrophiles hétérotrophes isolées de l'océan Arctique. Les objectifs de mon stage étaient i) d'étudier la croissance et l'utilisation du carbone organique de *Polaribacter filamentus* à différentes températures de croissance (4°C, 8°C et 12°C), ii) d'identifier les métabolites spécifiques produits par cette bactérie aux différentes températures, et d'étudier les modifications transcriptomiques induites par l'augmentation de température.

J'ai montré que l'augmentation de température induisait un allongement de la phase de latence de *P. filamentus* avant le démarrage de la croissance. En phase stationnaire, les cellules cultivées à 4°C contenait près de deux fois plus de carbone qu'à 12°C en raison d'une plus grande taille. En revanche, le rendement de croissance bactérien (efficacité de transformer le carbone organique consommé en biomasse) restait inchangé entre 4°C et 12°C. L'analyse métabolomique a permis de mettre en évidence 16 composés dont la concentration relative augmentait significativement entre les cultures à 4°C et 12°C. Il s'agissait de métabolites faisant partie de la famille des aminolipides. Ces molécules étaient composés d'un acide aminé, notamment la glycine ou l'ornithine, et deux chaînes d'acides gras de longueurs variables. Nous devons maintenant comprendre la signification biologique de ces composés et également identifier les composés qui étaient significativement plus présents à 4°C qu'à 12°C. Enfin, l'analyse transcriptomique a montré que les modifications de la température de croissance induisaient une variation significative dans l'expression de plus de 800 gènes, avec un nombre aussi important de gènes sous régulés que de gènes sur régulés liés à l'augmentation de température.

Ce stage a permis de mettre en évidence différentes modifications métaboliques, métabolomiques et transcriptomiques de *P. filamentus* en réponse à une augmentation de la température de croissance. Ces résultats permettront de mieux comprendre la physiologie des bactéries marines psychrophiles exposées à une variation de la température de leur environnement et peut être identifier des biomarqueurs de stress thermique sous la forme de métabolites ou d'expression de gènes spécifiques qui pourraient être recherchés dans l'environnement naturel.

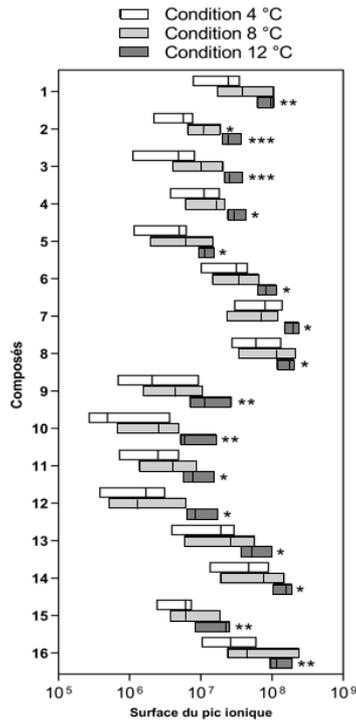


Figure 1. Valeurs des surfaces des pics ioniques des 16 composés dont la concentration relative augmente significativement entre les cultures à 4°C et 12°C. L'axe des abscisses est en échelle logarithmique. La boîte représente les plages des valeurs d'intégration, de la valeur minimale à gauche à la valeur maximale à droite. La ligne noire représente la médiane de la distribution. Les étoiles indiquent le degré de significativité par rapport à la condition à 4°C (* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$). Les différences n'étaient pas significatives, sauf indication contraire.

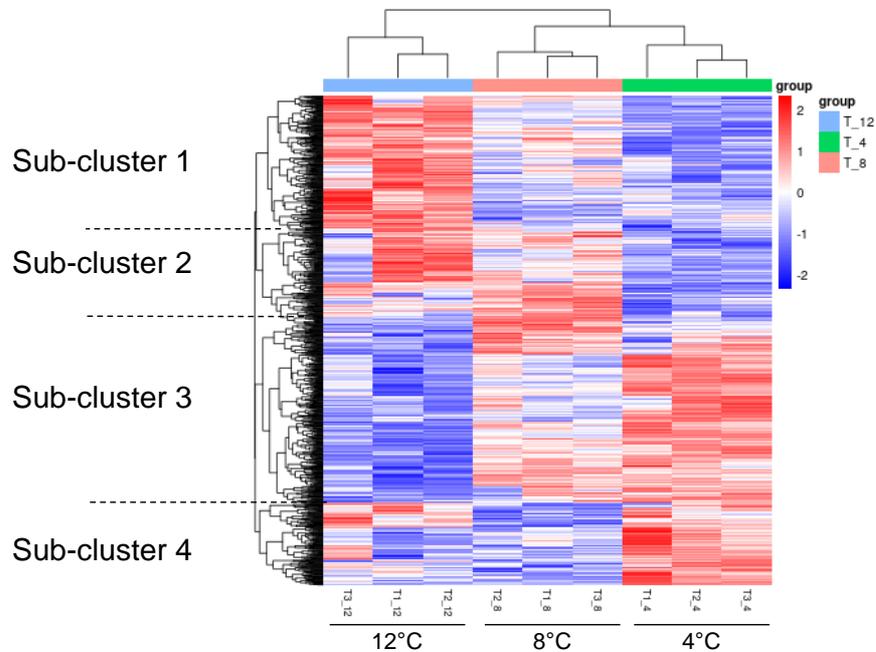


Figure 2. Représentation en heatmap des profils d'expression des gènes de *P. filamentus* qui sont significativement modifiés par les différentes températures de croissance. L'échelle de couleur indique le niveau d'expression de chaque gène (couleur rouge : gènes sur exprimés, couleur bleue : gènes sous exprimés).