

# THESE DE DOCTORAT

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 602

*Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes*

Spécialité : « *Génie des Procédés* »

Par

**Touria BOUNNIT**

**« Culture et bioraffinerie d'isolats de cyanobactéries du Qatar pour la production de pigments et de bio-bitume en environnement désertique. »**

Thèse présentée et soutenue en visio-conférence, le « 02 Décembre 2024 »

Unité de recherche : Laboratoire GEPEA, UMR-CNRS 6144

## Rapporteurs avant soutenance :

Filipa LOPES  
Pascal FONGARLAND

Professeur, Centrale Supélec  
Professeur, Université Claude Bernard Lyon 1

## Composition du Jury :

Président : Prénom Nom  
Examineurs : Fabienne FARCAS  
Dir. de thèse : Eric LEROY  
Co-dir. de thèse : Jack LEGRAND  
Co-enc. de thèse : Hareb AL JABRI

Fonction et établissement d'exercice (8)(à préciser après la soutenance)  
Directrice de Recherche, Université Gustave Eiffel  
Directeur de Recherche CNRS, Université de Nantes  
Professeur émérite, Université de Nantes  
Docteur, Université du Qatar

## Invité(s)

Emmanuel CHAILLEUX

Directeur de recherche, Université Gustave Eiffel

**Titre : Culture et bioraffinerie d'isolats de cyanobactéries du Qatar pour la production de pigments et de bio-bitume en environnement désertique.**

**Mots clés :** Cyanobactérie, Phycobiliprotéines, Température, Salinité, bioraffinerie, Bio-bitume.

**Résumé :** Les cyanobactéries marines extrémophiles sont des candidates potentielles pour être cultivées en conditions solaires dans des environnements désertiques chauds. Elles offrent une solution viable au manque de terres arables et d'eau douce pour la production de pigments naturels à forte valeur ajoutée, comme la phycocyanine, dans la péninsule arabique. Cette thèse évalue le potentiel de quatre isolats de cyanobactéries du Qatar. Leur croissance et leur productivité en phycobiliprotéines sont d'abord étudiées à différentes températures et salinités en laboratoire en utilisant des photobioréacteurs, conduisant à la sélection d'une souche thermotolérante et halotolérante capable de produire des extraits riches en phycocyanine aux propriétés antioxydantes remarquables.

Après cette étape de criblage, la culture solaire de la cyanobactérie sélectionnée est étudiée en extérieur au Qatar en utilisant l'urée comme source d'azote à faible coût, confirmant son potentiel pour une culture à grande échelle dans le climat désertique de la péninsule arabique. Finalement, la faisabilité de la co-production de bio-bitume par conversion hydrothermale des résidus de biomasse après récupération des pigments est évaluée. Les résultats mettent en évidence l'importance du procédé d'extraction des pigments afin de réduire le taux de cendres avant le traitement hydrothermal, ce qui permet d'augmenter le rendement en phase huileuse possédant des propriétés rhéologiques similaires à celles d'un bitume conventionnel.

**Title: Cultivation and biorefinery of cyanobacteria isolates from Qatar for the production of pigments and bio-bitumen in desertic environment**

**Keywords:** Cyanobacteria, Phycobiliproteins, Temperature, Salinity, Biorefinery, Bio-bitumen

**Abstract:** Extremophilic marine cyanobacteria are potential candidates for their solar cultivation in hot desertic environment, providing a sustainable solution to the lack of arable land and fresh water, for the production of valuable natural pigments such as phycocyanin in the Arabic Peninsula.

In this context, this thesis evaluates the potential of four cyanobacteria isolates from Qatar. Their growth and phycobiliprotein productivities are first studied indoor using photobioreactors at different temperatures and salinities, allowing the selection of a thermotolerant and halotolerant strain, able to produce phycocyanin rich extracts with remarkable antioxidative properties.

After this screening step, the outdoor solar cultivation of the selected cyanobacteria is studied in Qatar using urea as a low-cost nitrogen source, confirming its potential for large scale cultivation in the desert climate prevalent in the Arabic peninsula.

Finally, the feasibility of coproducing bio-bitumen by hydrothermal conversion of biomass residues after pigment recovery is assessed. The results point out the crucial role of the pigment extraction process in order to reduce the ash content, prior to the hydrothermal treatment, resulting in an increase of the yield in oil phase with rheological behavior similar to that of conventional bitumen.

