

Rapport circonstancié

Nom et prénom du doctorant / de la doctorante : SAMIRE Poutoum Palakiyém

Nom et prénom du directeur / de la directrice de thèse : BEISSON Frédéric

Titre de la thèse : Biodiversity, mechanism, and substrate specificity of fatty acid photodecarboxylase

1. Présentation synthétique du manuscrit

Poutoum Palakiyém SAMIRE présente un manuscrit rédigé en anglais intitulé « Biodiversity, mechanism, and substrate specificity of fatty acid photodecarboxylase ». Ce travail de thèse a duré 4 ans. Il s'est réalisé sous la direction de Frédéric Beisson dans l'équipe EBMP (Environnement, Bioénergies, Microalgues et Plantes) au sein de l'Institut de Biosciences et Biotechnologies Aix-Marseille (BIAM, UMR7265) de la Cité des Energies du CEA Cadarache.

Le sujet fait suite à la grande avancée de la découverte publiée en 2017 par l'équipe d'accueil de photodécarboxylases (FAP), photoenzymes présentes que chez les algues qui convertissent des acides gras en hydrocarbures. Le but des travaux de thèse de Poutoum Samire étaient triples : explorer la diversité de ces enzymes FAP au sein des données de séquences, mieux comprendre le fonctionnement, en particulier mécanistique, de ces enzymes et enfin compléter la caractérisation de leur spectre de substrat et améliorer les rendements de production à l'échelle du laboratoire.

Il s'agit d'un sujet de thèse au cœur des préoccupations actuelles de recherche sur les énergies alternatives, pour laquelle l'équipe d'accueil est leader sur la solution biologique de la FAP.

Les 60 premières pages de la thèse servent d'introduction et d'explication sur le contexte et les termes du sujet de recherche. Un aperçu très clair et utile sur les acides gras, les produits hydrocarbonés dérivés de ces derniers puis les enzymes décrites pour réaliser cette transformation est présenté de manière très structuré et didactique dans ce chapitre 1. En complément de ces différents points introduits, on peut néanmoins regretter l'absence de présentation succincte de la classification algues/microalgue/macroalgues. L'analyse phylogénétique développée dans la thèse étant un des points clés, cela aurait été bénéfique à la compréhension, même si des explications sont données au sein même des chapitres de résultats. A la fin de ce chapitre, les objectifs de la thèse sont décrits avec clarté, dans une sous partie à part qui est très appréciable. Viennent ensuite quatre chapitres sur les résultats obtenus relatifs à chacun des objectifs sur l'exploration de la biodiversité (chapitre 2), l'étude mécanistique de la FAP (chapitre 3), l'analyse du spectre de substrat (chapitre 4) et l'amélioration des rendements de conversion (chapitre 5). Les chapitres 2-4 (environ 200 pages) consistent en l'article publié associé avec l'ensemble des figures, précédé d'une explication en 1 page de l'implication de Poutoum Samire sur les résultats obtenus. P. Samire décrit et définit clairement les collaborations et contributions dans les résultats. Le manuscrit se termine par 1 page et demi de conclusion générale qui récapitule les principaux résultats.

En conclusion, le manuscrit est donc très complet et illustré, et suffisamment didactique pour un lecteur qui n'est pas spécialiste du sujet.

2. Expertise scientifique du travail

Les promesses des capacités des enzymes FAP pour la production d'hydrocarbures à partir de ressources non fossiles sont énormes, l'enjeu des travaux réalisés par P. Samire l'est donc tout autant. La diversité des approches utilisées est remarquable, P. Samire a montré via ce manuscrit qu'elles sont nécessaires pour l'avancée rapide des connaissances sur ces enzymes.

Du fait des objectifs variés du sujet de recherche, P. Samire a utilisé un grand nombre de techniques et méthodes qui sont principalement expérimentales en bioconversions (et techniques analytiques associées type GCMS Headspace), biologie moléculaire, biologie cellulaire, biophysiques mais aussi des analyses in silico bioinformatiques. Certaines de ces expertises, notamment en biophysique avec XFEL, ont été acquises pendant la thèse et enrichissent significativement à la fois le sujet de

recherche et les compétences de l'étudiant pour son futur en recherche. Il convient de mentionner que ce large éventail de méthodes utilisées par P. Samire est impressionnant.

Les résultats obtenus sont d'une grande qualité et participent très notablement à l'avancement des connaissances sur ce type d'enzymes récentes dont l'avenir applicatif en ressort d'autant plus grand. Notamment, les résultats obtenus par P. Samire sur le spectre de substrat bien plus élargi qu'initialement décrit, ouvre le champ applicatif à la synthèse biocatalysée d'hydrocarbures C4-C10. L'effet autocatalytique mis en évidence est passionnant. Les caractérisations effectuées sur enzyme purifiée sont une grande avancée pour optimiser au mieux les conditions de réactions de ces enzymes. Notamment, la rigueur d'étude de l'effet pH et concentration met en évidence des particularités de ces enzymes non observées précédemment. L'analyse de la diversité des FAPs au sein des séquences publiques et les confirmations expérimentales associées de leurs activités et spectre de substrats variés appuient la nécessité de poursuivre cette exploration pour exploiter au maximum les enseignements à tirer de ce que produit déjà notre biodiversité. La large partie présente dans le manuscrit sur la compréhension mécanistique de la FAP qui a donné lieu à une publication dans le journal Science en 2021, apporte des avancées considérables pour lesquelles P. Samire a pu contribué significativement via des techniques très variées, avec un ensemble de personnes d'expertises variées ce qui a du lui permettre de bien voir les bénéfices d'un travail collaboratif pluridisciplinaire. La présentation du manuscrit sur articles semble par contre avoir minimisé la description de certains travaux de P. Samire, notamment ceux en biologie moléculaire, peu mis en avant dans les articles malgré le temps expérimental surement conséquent consacré.

Comme cela a été utilisé pour structurer ce manuscrit, la majorité des résultats ont déjà été valorisés par des publications dans d'excellent ou très bons journaux, dont un en premier auteur (Science Advances 2023, 1/9) et 2 en auteur contributeur (Plant Physiology 2021 ; Science 2021). Un article en préparation en tant que premier auteur ainsi que la participation à l'écriture d'une revue sont également indiqués. Cela démontre des aptitudes à une production scientifique régulière et de qualité.

3. Expertise formelle du manuscrit de thèse

La structuration du manuscrit et la rédaction sont agréables, même si la place accordée à l'ensemble des figures des articles aurait pu être minimisée. Les questions scientifiques préalables à chaque travaux décrits sont précisément énoncées dans leur contexte, et les résultats et conséquences de ces derniers bien explicités, ce qui donne une impression de clarté au manuscrit. Très peu d'erreurs d'orthographe sont présentes. Les références sont données en fin de chaque chapitre ce qui aide à la lecture. Il est cependant à noter que la structuration sur articles avec peu de texte supplémentaire met moins en avant les difficultés rencontrées et les résultats intermédiaires associés à chaque expérience, moins décrites dans les articles. Malgré les contributions clairement indiquées, cela minimise les phrases de discussions critiques sur les propres expériences de l'étudiant.

4. Conclusion

En résumé, ma conclusion est que la thèse de doctorat de Poutoum Palakiyém SAMIRE présente des résultats de recherche originaux de très grande importance et grande qualité scientifique. J'exprime donc un avis très favorable pour la soutenance orale de la thèse de P.P. Samire en vue d'obtenir le grade de docteur de l'Université Aix-Marseille, école doctorale Sciences de la Vie et de la Santé, discipline Biologie-Santé, spécialité Microbiologie et Biotechnologie.

Nom et prénom du rapporteur / de la rapporteure : VERGNE-VAXELAIRE Carine

Date : 28 avril 2023

Signature du rapporteur / de la rapporteure :



Cadre réservé à l'Administration

Avis du directeur / de la directrice de l'École Doctorale

- ☐ Accepté
- ☐ Accepté avec corrections ponctuelles (corrections remises le jour de la soutenance)
- ☐ Je demande le report de la soutenance pour révision complète du manuscrit.