



Paris, le 28 août 2017 – Sous embargo jusqu'au 31 août 2017 20h00 GMT+1

Une photoenzyme permet aux microalgues de produire des hydrocarbures

Une équipe française¹ a découvert une enzyme qui permet aux microalgues de transformer certains de leurs acides gras en hydrocarbures à l'aide de l'énergie lumineuse. Cette enzyme, qui a été baptisée FAP (pour Fatty Acid Photodecarboxylase), est d'un type très rare car seules quatre enzymes utilisant la lumière ont été identifiées jusqu'à présent dans le monde vivant. Publiée le 01/09/2017 dans *Science*, cette découverte est d'autant plus importante que, dans un contexte de transition énergétique, la production bio-sourcée d'hydrocarbures, utilisant le CO₂ atmosphérique et limitant donc le rejet dans l'atmosphère de carbone stocké dans le sous-sol, est devenue un enjeu biotechnologique majeur.

La chlorelle est une algue verte unicellulaire d'eau douce faisant partie des quelques microalgues cultivées industriellement et candidates pour la production de molécules carbonées riches en énergie. Des chercheurs du CEA, du CNRS, de l'ESRF, de l'Inserm, et des Universités Aix-Marseille, Grenoble Alpes et Paris-Sud ont découvert chez cette microalgue une enzyme qui lui permet de transformer certains de ses acides gras en hydrocarbures à l'aide de la seule énergie lumineuse. « *C'est une avancée majeure dans l'identification de mécanismes du vivant permettant la conversion des acides gras des cellules en hydrocarbures et cela ouvre une nouvelle voie en vue de la synthèse d'hydrocarbures par des micro-organismes à une échelle industrielle* », précisent les auteurs.

Dans cette étude publiée par *Science*, les chercheurs de l'Institut de biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille (CEA/CNRS/Aix-Marseille Université), ont pu identifier cette enzyme clef pour la synthèse d'hydrocarbures² en la traçant grâce à son activité puis en déterminant une liste de candidats possibles grâce à une analyse protéomique³ réalisée au laboratoire Biologie à grande échelle (CEA/Inserm/Université

¹ De l'Institut de Biosciences et Biotechnologies d'Aix-Marseille (BIAM à Cadarache ; CEA/CNRS/Aix-Marseille Université), en collaboration avec l'Institut de Biologie Intégrative de la Cellule (I2BC à Saclay ; CEA/CNRS/Université Paris-Sud), le laboratoire Biologie à Grande Echelle (BGE à Grenoble ; CEA/INSERM/Université Grenoble Alpes) et le Synchrotron Européen de Grenoble (CEA/ESRF/Grenoble Alpes).

² <https://doi.org/10.1126/science.1253111>

³ <https://doi.org/10.1038/nature21531>

Grenoble Alpes). L'expression dans la bactérie *E. coli* du gène codant pour la principale de ces enzymes candidates a mis en évidence la production d'hydrocarbures, démontrant que cette enzyme était nécessaire et suffisante pour synthétiser des hydrocarbures. La caractérisation de l'enzyme pure a révélé qu'elle était capable de couper un acide gras en une molécule d'hydrocarbure et une molécule de CO₂ et que cette activité nécessitait de la lumière (*Figure 1*).

Figure 1. Schéma de la réaction catalysée par la FAP. Elle convertit en une seule étape un acide gras en hydrocarbure en enlevant le groupement carboxyle de la chaîne carbonée (réaction de décarboxylation). Sans lumière, l'enzyme est inactive.

Les chercheurs ont aussi montré qu'un cofacteur⁴ présent dans l'enzyme permettait de capter la lumière bleue. La structure tridimensionnelle de l'enzyme (*Figure 2*), déterminée par une étude de diffraction aux rayons X menée sur la ligne de lumière entièrement automatisée « MASSIF-1 » au synchrotron européen (ESRF, Grenoble), et des études de spectroscopie d'absorption cinétique, réalisées à l'Institut de biologie intégrative de la cellule (CEA/CNRS/Université Paris-Sud), ont permis de proposer un modèle du mécanisme de l'enzyme. L'acide gras est positionné dans un tunnel hydrophobe au bout duquel se trouve le cofacteur. C