

Quelles pistes pour tirer parti de la photosynthèse naturelle ?

Paul COLONNA

Directeur de Recherches émérite - INRAE

L'usage du CO₂ comme ressource de carbone se heurte à deux problèmes, d'une part sa capture et sa concentration et d'autre part son activation et sa transformation de manière sélective en produits d'intérêt. Les plantes, lors de la photosynthèse, ont résolu ce problème par endosymbiose de certaines archées et bactéries. Les réactions de la photosynthèse se réalisent essentiellement dans les chloroplastes. Les chloroplastes végétaux des cellules foliaires, petits organites subcellulaires verts contenant de la chlorophylle, assurent deux processus photosynthétiques majeurs : (1) les réactions lumineuses, qui, après capture de la lumière, génèrent des vecteurs énergétiques (adénosine triphosphate ATP et nicotinamide dinucléotide phosphate réduit NADPH), et (2) les réactions métaboliques, qui utilisent ces molécules pour métaboliser le carbone du dioxyde de carbone, le CO₂, après sa fixation par une enzyme spécifique, la ribulose biphosphate carboxylase/oxygénase (rubisco). C'est cette carboxylase qui fait entrer le carbone dans la production de la majorité des molécules organiques de la Planète.

Ce mécanisme continue à faire l'objet de nombreuses recherches pour améliorer son efficacité niveau de la fixation du CO₂, de l'augmentation de l'activité catalytique, de la réduction de la photorespiration et le recours à des microalgues.

Schwander T. et al. (2016) ont substitué la rubisco par une enzyme bactérienne qui fonctionne 10 fois plus vite. Ils ont ainsi créé une voie de carboxylation nouvelle (cycle CETCH), du nom de la chaîne d'enzymes qui la compose : crotonyle-CoA/éthylmalonyle-CoA/hydroxybutyryle-CoA.

Au-delà du chloroplaste, les consortia microbiens et la biologie de synthèse apportent deux dynamiques originales, élargissant l'usage du CO₂ par des voies biologiques.

Tobias Erb, Tarryn Miller et JC Baret ont su associer des membranes photosynthétiques d'épinards et les enzymes du cycle CETCH par microfluidique.

Ce développement de projets biomimétiques permet déjà une analyse fine du fonctionnement de ces microgoutelettes. À terme il conduira à combiner la simplicité des réactions par utilisation des électrons pour réduire du CO₂ et ouvrir sur de nouvelles molécules, le système global gagnant en complexité.