

# PRODUIRE DES MOLÉCULES C1 À PARTIR DE RESSOURCES RENOUVELABLES

THIBAUT CANTAT (D2007), ingénieur chercheur, CEA  
EMMANUEL NICOLAS (2006), ingénieur chercheur, CEA  
et ARNAUD IMBERDIS, doctorant CEA

Notre société s'est considérablement développée grâce à l'utilisation des ressources fossiles, en particulier dans le domaine de l'énergie et de l'industrie chimique. Cet usage massif provoque un dérèglement du cycle naturel du carbone par l'accumulation dans l'atmosphère de 37 Gt de CO<sub>2</sub> anthropogénique annuelles. Pour enrayer le réchauffement du climat qui en résulte, une des solutions envisagées consiste à abandonner progressivement les hydrocarbures fossiles au profit de ressources énergétiques renouvelables (EnR).

**D**es produits carbonés de synthèse permettraient de rendre des services critiques à l'économie, tels que le stockage intersaisonnier des EnR, la production de carburants pour le transport de longue distance et les produits chimiques manufacturés. Des molécules réactives, facilement synthétisables, et qui peuvent être utilisées comme intrants dans les procédés industriels existants tels que les composés C1 devront donc être utilisées pour couvrir ces usages. Ils peuvent servir comme carburants (le méthanol comme additif à l'essence ou le méthane comme gaz combustible) ou comme matière première pour l'industrie chimique.

## Comment produit-on les composés C1 ?

Pour produire ces composés C1, il est nécessaire d'utiliser des techniques à faibles émissions comme la photo-

catolyse ou l'électrocatalyse, qui utilisent directement des énergies renouvelables issues de l'énergie solaire, ou des réactions d'hydrogénation utilisant l'hydrogène provenant de l'électrolyse de l'eau. Le développement à grande échelle de ces technologies nécessite un investissement sur le long terme, conjoint aux efforts actuellement planifiés par les politiques publiques sur la base des accords internationaux (accord de Paris, Cop 24, etc.).

Pour que l'utilisation de ces molécules C1 dans la chimie industrielle devienne courante, deux étapes nécessiteront d'être développées : d'une part la capture du CO<sub>2</sub> provenant de sources ponctuelles (aciéries, cimenteries), voire de l'air, et d'autre part sa transformation en d'autres molécules C1 en vue de leur utilisation. Cette stratégie nécessite de synchroniser, lors de la transformation du CO<sub>2</sub>, la rupture de liaisons stables C=O et C-O avec la formation de liaisons C-H et O-H et elle fait ainsi appel à la catalyse, l'ensemble des sciences et technologies permettant d'accélérer les réactions chimiques tout en abaissant les températures et pressions de travail et assurant la formation sélective de produits utiles.

Cette dernière étape pourrait s'accomplir selon différentes voies : la conversion photochimique du CO<sub>2</sub> en molécules carbonées, mimant la photosynthèse, est une première piste qui a connu des avancées récentes telles que la feuille artificielle.

De plus, l'électrolyse du CO<sub>2</sub> en CO ou en acide formique permet d'obtenir avec de bonnes efficacités énergétiques ces molécules particulièrement versatiles pour la chimie. Enfin, l'électrolyse de l'eau peut offrir un accès à de l'hydrogène renouvelable, utile pour produire du méthanol ou du méthane vert à partir de CO<sub>2</sub>. Cette dernière méthode est développée, par exemple, dans le cadre du pilote Jupiter1000 de GRTGaz, en partenariat avec, entre autres, McPhy (production d'hydrogène) et le CEA (hydrogénation du CO<sub>2</sub> en méthane). X

## REPÈRES

Les composés C1, comme le méthane (CH<sub>4</sub>), le monoxyde de carbone (CO), le méthanol (CH<sub>3</sub>OH) ou l'acide formique (HCO<sub>2</sub>H), comportent un seul atome de carbone, d'où leur nom, et peuvent être produits à partir du CO<sub>2</sub>.