



La startup qui veut disrupter la méthanation

É Ma pour Electrons Materials. Tout est dit dans le nom de cette entreprise montpelliéraine dont l'expertise est celle de la chimie des électrons (électrochimie) et qui, en dépit de ses dix ans d'existence, fonctionne en mode startup. Car si son activité s'est appuyée pendant des années sur des prestations de R&D pour des tiers dans le domaine de l'électrochimie, elle a porté en parallèle le développement d'une technologie de rupture pour apporter au marché de l'énergie mais aussi à terme de la chimie décarbonée une solution de valorisation et conversion compétitive du CO, technologie qu'elle porte 2 aujourd'hui vers l'industrialisation.

Baptisée Solarvi, cette technologie cible dans un premier temps les activités de méthanation, à savoir la conversion du CO et de l'hydrogène 2 en méthane. Sur ce marché très prometteur, on constate une vraie effervescence depuis quelques années, mais beaucoup des solutions développées ou en développement butent sur des réalités économiques qui compliquent leur déploiement massif. Selon Béatrice Sala, fondatrice d'éMa, toutes ces solutions innovantes butent sur le coût de la production d'hydrogène (le plus souvent par électrolyse de l'eau) nécessaire à la réaction de méthanation qui peut représenter jus-

qu'à 80 % de l'opération de méthanation. C'est là que éMa se distingue avec une nouvelle génération de réacteur de méthanation qui permet de coupler in situ la production d'hydrogène et la réaction de méthanation. Ainsi chaque électron dépensé sert à la fois à l'étape d'électrolyse et à la réaction de méthanation électrocatalytique, d'où un coût énergétique réduit et une efficacité globale du procédé.

Une même énergie pour l'électrolyse et la méthanation

C'est une observation d'un problème de corrosion et de fissuration des tubes de générateurs de vapeur dans le secteur nucléaire qui a initié la réflexion de Béatrice Sala. Comprendant que les fissurations observées sous les dépôts de silicate étaient forcément liées à une présence d'hydrogène, elle en a déduit qu'un phénomène d'électrolyse prenait place et que le silicate était un conducteur protonique jouant le rôle d'électrolyte. Le procédé et le réacteur associé qu'elle porte aujourd'hui en pré-industrialisation est ainsi directement inspiré de ce phénomène tant sur le fond que sur la forme. Le nouveau réacteur de production d'hydrogène et de méthanation se présente en effet sous la forme d'un tube au sein duquel s'opère l'électrolyse de

l'eau dans une configuration cylindrique comprenant en son centre l'eau, puis l'anode, l'électrolyte solide (une argile, le conducteur solide protonique) et la cathode à l'extérieur. Lors de l'électrolyse, sont produit des adsorbats Hydrogène (H°) qui se fixent sur la cathode, mais au lieu d'attendre que les atomes s'apparient, on envoie directement le CO sur la cathode pour initier 2 la réaction de méthanation. L'approche exploite ainsi le caractère très réactif des adsorbats H° et le fait que la cathode (un métal nu) devient catalytique par le potentiel qui est imposé (sans avoir besoin de catalyseurs coûteux et rares). Le résultat est un très haut taux de conversion du CO en méthane (aux alentours de 90%) bien 2 supérieur à celui de l'état de l'art de la méthanation catalytique classique mettant en œuvre des catalyseurs nickel/alumine, et une réaction très rapide à une température modérée (d'environ 250°C).

Un procédé efficient et compétitif qui entre en pré-industrialisation

Fort de ces atouts résultant de l'hybridation de l'électrolyse et de la méthanation, éMa affiche des projections économiques très prometteuses pour les ex-

exploitants de méthaniseurs, sa première cible d'application. Dans l'hypothèse d'un biogaz brut contenant globalement 55 % de méthane et 45% de CO, sur lequel seule une opération de désulfuration sera nécessaire (et en aucun cas une séparation du CO), on pourrait augmenter la production en méthane d'une installation de plus de 70 % (voir plus si le biogaz est moins riche en méthane au départ), pour un investissement supplémentaire de seulement 40 %. Ce qui revient à dire que chaque tonne de méthane produite en plus reviendrait à 1 300 €, là où la méthanation classique nécessitant une séparation et une purification du CO et une production séparée d'hydrogène approche les 2 000 €/t. Mieux, avec un biogaz contenant à la fin plus de 95 % de méthane (et débarrassé des impuretés par la préfiltration servant à la désulfuration), les voies de valorisation et notamment celle de l'injection directe sont largement ouvertes. Il y a donc également un gain important sur cette étape, sans compter le fait que les rejets finaux en CO sont quasiment réduits à néant (point qui pourrait à terme être valorisé financièrement). Si le marché de l'injection paraît être particulièrement gagnant grâce à cet enrichissement in situ du biogaz, toutes les installations de méthanisation, y compris celles qui font de la valorisation par cogénération auraient intérêt à entrer dans ce cercle vertueux. Car au-delà de l'augmentation notable de production de méthane (donc de pouvoir calorifique) à taille identique d'installation, le CO émis par la cogénération pourrait être à

nouveau envoyé en boucle fermée dans le réacteur de méthanation, garantissant l'absence de rejets.

Après dix ans de travaux, le procédé approche de l'étape de pré-industrialisation. éMa dispose d'un premier pilote de méthanation de laboratoire de 1 kW (avec un tube), réalisé avec le soutien financier de Téréga (TRL5) et de la Région Occitanie. L'objectif est aujourd'hui de lever des fonds en capital (800 k€) pour disposer de l'assise financière suffisante pour travailler sur un premier changement d'échelle (5 kW / 5 tubes), par exemple dans le cadre d'un projet iDemo BPI et avec d'autres potentielles contributions (projet global d'environ 3,9 M€). Ce démonstrateur sera installé chez Solidia (Terega) pour une utilisation en conditions réelles sur plusieurs années sur un site de méthanisation raccordé au réseau. Après quoi, Terega en partenariat avec GRDF porteront en exclusivité le déploiement des réacteurs SolarVi pour les unités raccordées aux réseaux de distribution de gaz, éMa pouvant par ailleurs trouver d'autres partenaires pour le déploiement sur les méthaniseurs hors-réseau.

Des jalons technologiques sécurisés

Dans ce contexte, et avec la perspective également d'attaquer à terme d'autres marchés de valorisation du CO (notamment le CO industriel, qu'il faudra cependant épurer) et d'autres débouchés (on pourra faire d'autres hy-

drocarbures que le méthane avec le même procédé, notamment liquides, en faisant varier le potentiel appliqué), éMa affiche un potentiel de développement industriel très important. D'autant plus que la startup détient par ses brevets et son expertise en électrochimie une avance notable. Si le principe mis en œuvre est volontiers expliqué par sa conceptrice Béatrice Sala (réacteur d'électrolyse cylindrique avec électrolyte en géopolymère conducteur protonique et application d'un potentiel spécifique pour activer les deux réactions), il repose sur de nombreuses briques technologiques essentielles à son fonctionnement. éMa a d'abord validé la structure et la composition des feuillets d'argile qui constituent l'électrolyte solide et surtout développé les moyens de faire croître cette structure sur un substrat. Elle dispose aujourd'hui d'un réacteur lui permettant de réaliser cette opération en 24 h et donc de produire les futurs tubes du réacteur électro-catalytique de méthanation. éMa a donc vocation à produire industriellement à minima les pièces critiques des réacteurs (ce qui impliquera d'autres investissements après 2029), tandis que des discussions avec des équipementiers sont déjà engagées pour accompagner la future montée en puissance.

Autre point clé, éMa a sécurisé avec le CNRS dans le cadre d'un premier programme de recherche la conception d'un potentiostat capable de délivrer plusieurs centaines d'ampères, là où seul un potentiostat (américain) de 100 ampères était disponible sur le

marché. « Comme nous pilotons le potentiel et pas le courant, et que nous avons besoin de plusieurs centaines d'ampères par tube, cette brique est essentielle.

Elle va nous permettre aussi de piloter chaque tube individuellement », explique Béatrice Sala. Enfin, notons qu'un média de filtration et désulfuration du biogaz a été développé,

de type MOF (metal organic framework) qui est un charbon actif dans la structure duquel sont insérées des nanoparticules d'oxydes métalliques pour piéger efficacement l'hydrogène sulfuré et garantir la qualité de biogaz entrant nécessaire au bon fonctionnement de la méthanation. Les essais sont actuellement en cours. Tous ces jalons technologiques uniques, l'expertise

associée en électrochimie et les perspectives très larges de développement et de diversification, font ainsi d'éMa une vraie deeptech de la décarbonation aux perspectives plus que prometteuses. ■

éMa, Béatrice Sala >
sala@electronmaterials.fr

