

Eaux

La voie des hydrates de gaz pour traiter les effluents ou dessaler l'eau

Pour un certain nombre d'effluents aqueux complexes et concentrés, là où les solutions membranaires ne sont plus une solution, les voies d'évaporation pour extraire l'eau et concentrer la pollution sont très souvent le recours. Un choix très énergivore en dépit des multiples améliorations des échangeurs thermiques. Il existe cependant une autre possibilité, celle de la cristallisation de l'eau (donc par le froid), car ce changement de phase se fait naturellement en excluant les polluants et surtout avec dix fois moins d'énergie. Il n'y a pour s'en convaincre qu'à observer les icebergs, réserves naturelles d'eau douce dans l'eau salée. C'est cette logique qui a guidé dans leurs développements technologiques les fondateurs de la société BGH, start-up créée en mai 2013.

Les ingénieurs à l'origine de l'entreprise se sont plus précisément intéressés à une forme cristalline spécifique, les gaz hydrates. Il s'agit d'une structure cristalline d'eau très régulière formée autour d'une molécule gazeuse. On maîtrise par exemple la synthèse d'hydrates de méthane, un type de stockage du méthane sous forme de glace (une poudre de neige en quelques sortes) dont les deux composants (méthane et eau) sont très purs. On peut cependant synthétiser d'autres gaz hydrates, à partir d'autres molécules gazeuses, notamment à partir de conditions de température et de pression très douces : à environ 5-6°C et à pression atmosphérique. L'idée est donc d'utiliser cette voie de synthèse des hydrates de gaz pour purifier l'eau en injectant dans l'effluent le gaz « précurseur » (sur lequel BGH ne souhaite pas communiquer) autour duquel se fera la cristallisation de l'eau quand les conditions de température et de pression seront atteintes. Ces cristaux formés sont ensuite séparés du concentrat résiduel par un procédé simple de type aéro-flottation (leur densité est plus faible que celle du concentrat). Une fois les cristaux extraits, il suffit de remonter un peu la température pour impulser un nouveau changement de phase : liquéfaction de l'eau qui est récupérée purifiée et récupération du gaz piégé pour le recycler dans le procédé de dépollution.

Lixiviats, eaux pétrolières, dessalement : un panel large d'applications

Cet enchaînement est potentiellement efficace autant sur les sels (inorganiques) que sur les matières organiques dissoutes. Mais BGH s'est penché dans un premier temps sur les problématiques d'effluents fortement concentrés en divers sels (métalliques et autres, y compris des éléments radioactifs qui peuvent être présents dans certains effluents, notamment pétroliers) et a validé totalement au plan scientifique l'absence de sels dans l'eau récupérée en fin de cycle. Mais bien évidemment, quand des lixiviats de décharge sont traités (effluents sur lesquels BGH s'est notamment penché), l'eau est totalement clarifiée, mettant en exergue l'abattement à minima très substantiel de la DCO. De nombreux marchés potentiels pourraient bénéficier de cette technologie de la dépollution par synthèse de gaz hydrates : non seulement les lixiviats, mais aussi le traitement de surface, l'industrie chimique et en particulier les filières générant des saumures importantes, la filière d'extraction pétrolière (eaux pétrolières offshore qui sont de plus en plus contraintes mais aussi les filières des gaz de schistes et schistes bitumineux), le secteur minier et bien sûr la filière du dessalement. Sur ce dernier marché, la technologie BGH a deux entrées possibles. Elle pourrait soit venir compléter les filières traditionnelles existantes (par osmose inverse) en permettant le traitement des saumures et augmenter le rendement global de production d'eau pure. Elle pourrait aussi constituer en elle-même la technologie de dessalement direct, en permettant notamment le déploiement de petites unités de production décentralisées. La taille unité d'un module industriel de BGH devrait en effet être de 25 m³/jour.

Actuellement l'entreprise qui a été lauréate de la première phase du concours mondial de l'innovation (CMI) cette année (projet Halos cf. GNT n°127) finalise son pilote qui est en cours d'assemblage à l'École des Mines de Saint-Etienne. Celui-ci devrait être ensuite accueilli sur le site de l'hôtel d'entreprises Chemstart'up à Lacq où l'entreprise est hébergée depuis près d'un an. Objectif de cette unité d'une capacité de 1 m³/jour, valider le pilotage du process en continu (contrairement à l'échelle laboratoire), avec la boucle de recyclage des gaz précurseurs et des flux de chaleur (récupération de la cha-

leur émise par le groupe froid et réutilisation en fin de cycle pour liquéfier le gaz hydrate récupéré). Cette expérimentation, sur effluents réels de futurs clients, doit amener BGH au changement d'échelle (donc à 25 m³/j) d'ici 18 mois à deux ans. Une période de validation pré-industrielle qui nécessite un soutien financier d'environ 1,5 M€ (d'où la présence de BGH au dernier Clean Green Event), venant compléter les soutiens déjà acquis précédemment auprès de Total, BPI France et du CMI. A noter que le changement d'échelle du procédé n'est confronté à aucune difficulté technique majeure, ne faisant appel qu'à des techniques parfaitement maîtrisées (notamment le groupe froid, un « simple » gros réfrigérateur) et fonctionnant dans des conditions douces (température et pression).

A terme, BGH a vocation à développer l'ingénierie pour des projets industriels et accorder les licences pour la construction des unités, mais sans vocation à devenir exploitant. BGH conservera l'unité pilote sur son site pour tester les nouveaux types d'effluents industriels à traiter jusqu'à pré-définir les unités industrielles et aussi pour poursuivre la R&D. Une des perspectives des gaz hydrates serait notamment la purification des biogaz conjointement avec la purification d'effluents (donc notamment les lixiviats) et la valorisation des différents composés les composant (non seulement CH₄, mais aussi CO₂ et H₂S). On pourrait ainsi imaginer injecter du biogaz dans un lixiviat pour produire dans diverses conditions opératoires trois gaz hydrates, un à base de méthane, l'autre de CO₂ et un troisième à base d'hydrogène sulfuré. On pourrait ainsi à la fois concentrer les lixiviats par cette extraction d'eau via les gaz hydrates et récupérer *in fine* des ressources gazeuses de grande pureté pour d'autres usages industriels. A noter que les conditions opératoires, notamment pour faire des gaz hydrates (30 bars de pression), sont plus complexes que les voies actuellement proposées par BGH, mais à ne pas exclure. Ce qui apparaît clairement, c'est que les gaz hydrates sont potentiellement une voie de travail extrêmement prometteuse dans un contexte de recherche d'efficacité énergétique et d'économie des ressources, conférant naturellement une position très avantageuse à BGH pour les années à venir.

BGH, Pascal Le Melinaire

✉ > plm@b-g.com

☎ > 04 97 63 18 67