

## Déchets & chimie verte

### Nouvelle voie de conversion commune à tous les déchets fermentescibles

Les options de conversion de la biomasse en molécules d'intérêt, pour l'énergie (biocarburant) ou la chimie, ont en général une approche qui repose dans un premier temps sur l'hydrolyse (enzymatique ou non) de cette biomasse (notamment lignocellulosique) afin d'en libérer les sucres qui seront aptes à une fermentation (avec l'exemple classique de la fermentation alcoolique). C'est la voie suivie par la plupart des projets pré-industriels en cours, avec plus ou moins d'intégration des deux étapes, qui oblige notamment à cibler la réalisation de bioraffineries de grandes dimensions et affiche des rendements massifs de conversion pas totalement satisfaisants. Une autre voie est cependant possible et c'est ce que démontre le projet de la start-up Afyren créée en avril 2012.

L'objectif des fondateurs d'Afyren pourrait se résumer en deux points : valoriser en molécules d'intérêt une part maximale de la biomasse disponible et pas seulement les sucres (mais aussi les lipides et les protéines) et ce dans un même process, et réduire les déchets résiduels au maximum. Pour cela, l'idée a été de s'appuyer sur la cascade métabolique du processus de méthanisation mais de l'exploiter de manière séquentielle. Pour être plus clair, l'approche d'Afyren est de réaliser et contrôler les deux étapes initiales de la méthanisation, à savoir l'hydrolyse et l'acidogénèse, en favorisant par des conditions opérationnelles le maintien d'un mix microbien spécifique dans une situation peu favorable au déroulement des deux étapes suivantes (acétogénèse et méthanogénèse). Typiquement, il s'agit de bloquer le processus à l'acidogénèse, et même favoriser l'acidose, ce qu'en général cherche à éviter un exploitant de méthaniseur. En effet, Afyren dispose d'une technologie brevetée d'extraction en continu des acides gras volatils (l'aide du Concours mondial de l'innovation a d'ailleurs permis de finaliser cette étape et la propriété industrielle associée), étape essentielle (et différenciante sur le marché) qui permet d'envisager la valorisation des AGV en diverses molécules (par exemple en biopolymères). D'une tonne d'intrants divers (co-produits lignocellulosiques de type fumier, mais aussi lisiers, déchets d'abattoirs, déchets agro-alimentaires, fraction fermentescible des déchets etc.), on peut ainsi tirer 400 kg d'AGV (40 % en matière sèche). Et point intéressant, l'effluent résiduel peut aller finir le processus de méthanisation car le procédé d'extraction, physico-chimique, est biocompatible et

ne tue donc pas les microorganismes de la solution : replacés dans les conditions opérationnelles adéquates, les microorganismes méthanogènes qui étaient « *neutralisés* » jusqu'alors se réactivent. Il reste toujours un peu d'acides gras à convertir en biogaz et le digestat n'a rien perdu de son intérêt pour la fertilisation (conservation des minéraux NPK). Globalement par ce travail séquentiel sur l'ensemble de la biomasse, la conversion de la biomasse est optimisée et maximale. En valeur marchande, les fondateurs d'Afyren estiment que par rapport à une tonne d'intrants méthanisés, la valeur obtenue par le double traitement sera multipliée par 2,5 à 3. Il y aura certes moins de biogaz obtenu mais la valeur tirée de l'extraction des AGV sera bien plus grande, avec moins d'énergie consommée qu'une filière de bioconversion plus « *classique* » et surtout quasiment pas de déchets finaux.

#### Double perspective industrielle : la chimie verte et la méthanisation

La valorisation des acides gras volatils pourra s'effectuer avec ou sans séparation des différents acides. Le travail actuellement mené par les chercheurs d'Afyren est de remettre au goût du jour ou plus précisément de définir les conditions des process permettant l'utilisation de cette source peu conventionnelle d'AGV, au niveau de pureté différent par rapport aux filières déjà existantes utilisant ce type de synthon mais aussi pour imaginer d'autres conversions à valeur ajoutée. A ce jour, le procédé de contrôle du processus d'acidogénèse et l'étape d'extraction des AGV ont été validés à l'échelle du laboratoire sur un réacteur de 10 litres. L'entreprise était donc sur Clean Green Event pour une recherche des fonds (2 M€) destinés à porter le projet à une capacité pilote de 1 000 litres. Cette étape doit être menée dans l'année ou les 18 mois qui viennent, suite à quoi, un deuxième investissement sera nécessaire (environ 20 M€) pour accompagner le changement d'échelle jusqu'à 1 000 m<sup>3</sup>. L'idée serait pour cette unité de démonstration pré-industrielle de créer une joint-venture associant des détenteurs d'intrants, un acteur de la filière molécules ou matériaux autour d'Afyren.

La vision industrielle d'Afyren, dont la vocation est l'ingénierie de cette technologie, est de concevoir des sites mutualisés et territoriaux associant cette production d'AGV à

une méthanisation territoriale, à des échelles moyennes (méthaniseur d'environ 500 kW), plusieurs de ces sites de conversion biologiques pouvant ensuite alimenter un chimiste utilisant les AGV. Dans un département comme le Cantal, une telle unité représenterait 150 000 à 200 000 tonnes d'intrants, soit environ 10 à 20 % des effluents d'élevage du département.

Les changements d'échelle programmés doivent permettre de valider non seulement la technologie (et son exploitation en continu) mais aussi le modèle économique. Régis Nouaille, président de l'entreprise, note en effet qu'il est impératif que les AGV soient commercialisables à des prix situés entre 0,55 €/kg et 0,93 €/kg pour être compétitifs. Pour un coût d'investissement industriel de 10 à 12 M€ par unité (de 5 000 m<sup>3</sup>), le retour sur investissement devrait se faire sur 4,5 à 5 ans en tenant compte d'une commercialisation des AGV aux prix du marché. Le modèle économique semble donc parfaitement tenir la route. Le bilan environnemental global sera en outre très favorable à cette voie de la conversion décentralisée : outre les atouts déjà affichés en terme de rendement et d'efficacité énergétique du procédé, seuls 10 % des intrants (c'est-à-dire les AGV) seront à transporter jusqu'au transformateur final.

Pour Afyren, ce projet de conversion à valeur ajoutée des co-produits organiques est certes central, mais a drainé un potentiel d'activité également directement dans la méthanisation plus traditionnelle. La start-up, par sa connaissance fine des cascades métaboliques de la méthanisation et des conditions de blocage des étapes de fermentation, a développé une technologie (également brevetée) de préservation du potentiel fermentescible d'intrants organiques dans la durée. Objectif : permettre du stockage d'intrants et répartir leur utilisation dans le temps en méthanisation. Un projet d'unité de méthanisation mutualisée (à 90 % pour le milieu agricole) est à l'étude, conjuguant à la fois cette nouvelle technologie et le savoir-faire en pilotage fin d'un réacteur de méthanisation (avec le mix microbien optimisé), en partenariat avec le constructeur Methajoule.

- 📞 Afyren > 04 73 40 77 51
- ✉ > regis.nouaille@afyren.com
- ✉ > jeremy.pessiot@afyren.com