

SYNTHESE DES JOURNEES RECHERCHE INNOVATION 2022

Lyon, 15-17 mars 2022

Organisation et partenaires : ATEE, INSA Lyon, Bio-Valo, RECORD

Prochaine édition : lieu à déterminer, automne 2023 ou printemps 2024

1 Quelques chiffres

Cette 9^e édition des JRI a rassemblé en tout 197 personnes sur place et 25 à distance. Parmi eux, un tiers issus d'organismes de recherche, collectivités et associations, quelques exploitants d'unité et 60% de bureaux d'études, développeurs, constructeurs et fournisseurs divers.

2 J1 : « Comment concilier les attentes de la société et des pouvoirs publics ? »

Le contexte géopolitique de début 2022 bouscule le marché européen de l'énergie et notamment du gaz : il y a une opportunité de faire valoir la valeur assurantielle car locale de la production du gaz renouvelable. Le contraste est criant entre ce discours d'urgence, allant jusqu'à « l'économie de guerre » (Geoffron) et la sobriété, et les évolutions réglementaires des deux dernières années qui font baisser les tarifs d'achat et ne laissent pas de marge pour réduire les coûts des unités. Parmi les pistes, réduire la consommation électrique ou valoriser le CO2 restent marginales en terme de coûts de fonctionnement (Ademe, Keon).

Dans ce contexte de rentabilité délicate, assureurs et avocats participent à réduire les risques liés à la phase de projet comme durant l'exploitation. Le dialogue territorial bien mené permet d'aller sereinement au bout des projets. Il s'appuie sur la réponse aux interrogations des différentes parties prenantes (Dubromel, Aublet). En parallèle, la mise en place du tri à la source des biodéchets des ménages d'ici 2023 fournit l'occasion d'une gestion davantage « circulaire » des nutriments, selon des modalités variées et complémentaires de collecte et de traitement (Bayard et Marcoux, Miellet).

3 Economie, Société et Politiques Publiques (2 sessions)

La transition énergétique se fait projet par projet dans les territoires, mais la société manque cruellement d'espaces de débat politique pour former les avis des citoyens et des élus (Aublet). On assiste donc au développement d'oppositions plus ou moins radicales s'appuyant sur des motifs allant du NIMBY (Not in My Backyard) à une contestation de principe de l'industrialisation du monde agricole. La dualité urbain/rural, corrélée à des âges moyens différents, entraîne une moindre adhésion aux EnR (méthanisation, PV, éolien) là où elles sont déjà présentes (Faulques).

Le modèle PerfAgroP3 suit les performances d'une exploitation agricole sur 3 plans : économique, environnemental et nourricier (Carton). Son application à 3 exploitations de polyculture-élevage-méthanisation de différentes tailles indique que la méthanisation des co-produits permet de mieux résister à une baisse du prix du lait, produit principal. L'application à deux fermes, avec et sans production de biométhane, montre que la méthanisation ajoute un peu de travail et réduit légèrement

la performance nourricière. De façon générale, les réactions aux perturbations sont meilleures en présence de méthanisation et parfois non significatives (Guilbaud). Les statistiques et cas de sinistres présentés par un assureur invitent les exploitants à choisir des fournisseurs pérennes en termes de maintenance, former leur personnel (eux compris) et être attentifs aux conditions contractuelles (Delage).

4 Environnement et Agronomie (3 sessions)

Les impacts de la méthanisation sont évalués avant tout à l'échelle de l'exploitation agricole. La substitution du biométhane au gaz naturel fossile entraîne une baisse des émissions de GES de 90% (Esnouf), tandis que les unités de cogénération enquêtées en 2017-2018 par Prodiges 1 sont en moyenne plus émettrices que le mix électrique français, surtout lorsque le stockage de digestat n'est pas couvert (Malet). Le retour au sol du digestat est moins émissif que des résidus agricoles (Lissy) et permet de boucler les cycles du carbone et de l'azote, surtout quand la méthanisation traite des déchets organiques extérieurs (Houot).

L'étude des cultures intermédiaires se poursuit, les CIVE étant les seules récoltées (à la différence des CIPAN par exemple) et donc souvent fertilisées par du digestat. Une expérimentation dans le bassin toulousain montre que la récolte des CIVE est compensée par l'apport de digestat pour ce qui concerne la récolte suivante en termes de bilan carbone (Launay). La simulation dans 4 grandes régions avec différents couverts indique que tous augmentent le stockage de carbone dans les sols (Levasseur). Enfin, le réseau national Recital montre que la date de récolte est un des principaux facteurs de réussite d'une CIVE, avec un gradient nord-est/sud-ouest pour la somme des degrés-jours et donc la possibilité d'une récolte précoce (Dagorn).

L'effet des digestats sur les micro-organismes du sol a été peu étudié dans la littérature, mais la majorité des mesures donne un impact positif ou neutre par rapport à pas d'apport ou une fertilisation minérale uniquement (Karimi). D'après des manipulations en laboratoire, les digestats peuvent induire différents comportements sur la stabilité structurale des sols, les matières les moins stables étant celles qui y contribuent le plus (Cooke). L'analyse de l'indice de stabilité et bio-accessibilité des matières organiques (iSBaMo) montre des digestats aux caractéristiques assez proches de leur mélange d'intrants plutôt qu'homogènes entre eux (Jimenez). Sur prairie temporaire ou permanente, les essais d'épandage de digestat montrent que le rendement dépend plus de l'effet année que du mode de fertilisation (Piutti).

Les conditions anaérobies d'un digesteur peuvent dégrader des pathogènes. Ainsi, l'ergot du seigle étudié en pilote de 20 L est inactivé de façon significative (Marsac) tandis que le chlordécone, un polluant organique absorbé par le bétail, est décomposé notablement en conditions thermophiles et légèrement en conditions mésophiles, à petite échelle (Alnajjar).

5 Procédés et valorisation (6 sessions)

De nombreux types d'intrants peuvent être valorisés en méthanisation. La spectroscopie infra-rouge permet de caractériser rapidement les teneurs en matière sèche (MS), matière volatile (MV), glucides, lipides, azote et maintenant soufre et phosphore (Awhangbo), la recherche continue pour préciser les mesures de BMP et le potentiel en AGV (Lallement). La valorisation des CIVE peut être optimisée par le coensilage avec une matière plus sèche comme de la paille ou du fumier, afin de ne pas perdre de potentiel méthanogène dans les jus (Van Vlierberghe). Les biodéchets peuvent voir leur digestion améliorée par du biochar et des éléments métalliques en faible concentration (Sanglier), tandis que les sacs « biodégradables » employés pour leur collecte le sont plus ou moins en conditions de méthanisation (Cazaudehore). Le projet Abile 2 a permis d'étoffer la [base de données](#) sur les déjections d'animaux d'élevage et de constater que le premier facteur de prédiction du BMP est le taux de matière sèche (Levasseur).

La modélisation du fonctionnement des digesteurs s'appuie notamment sur l'étude des dysfonctionnements. Ainsi l'hydrodynamique au sein des digesteurs, représentée numériquement, peut être bien loin du modèle idéal du réacteur parfaitement mélangé (Megue Kamkeng). Des manipulations appliquées à la voie solide permettent aussi d'identifier les zones mortes grâce à des traceurs solides (Hernandez-Shek). Le programme FlexiMétha indique que les périodes de réduction d'activité passées à basse température (20°C) ont un redémarrage plus fiable qu'en cas de maintien en conditions mésophiles (Pommier). Par ailleurs, les causes exactes du moussage, associé souvent à une alimentation trop riche du digesteur, restent à préciser (Peu).

L'épuration du biogaz continue à faire l'objet de recherches (Fong, Scala). Pour le stockage de biogaz en profondeur, le passage de biométhane porteur de dioxygène dans les aquifères profonds pourrait entraîner une baisse de la population microbienne mais n'a pas d'effet sur une roche riche en quartz (Haddad).

La valorisation du CO₂ par méthanation biologique (biométhanation) fait l'objet de nombreuses études à différents niveaux de maturité. La méthanation in-situ peut être obtenue en utilisant des membranes pour injecter l'hydrogène dans un bioréacteur (Deschamps). A l'échelle pilote, un dispositif ex-situ permet de favoriser un régime thermophile consommant 98,5% de l'hydrogène injecté (Teixeira). Pour enrichir le biogaz, le pilote BiMoTep produit un gaz contenant quelques pourcents d'H₂ avec des communautés microbiennes résistant aux impuretés et à l'intermittence (Simmoneau). Les inhibiteurs identifiés des micro-organismes hydrogénéophiles incluent l'ammoniac qui réduit la part de méthane dans le gaz produit (Lefebvre). La biométhanation peut également s'appliquer à du syngaz de pyrogazéification malgré la présence de monoxyde de carbone inhibiteur (Figueras). Enfin, une valorisation alternative du biogaz en composés d'intérêt a également été testée et semble favorisée à plus basse température (Laguillaumie).

Plusieurs modèles décrivent des unités de méthanisation sous différents plans. Ainsi, une optimisation multi-objectifs permet de combiner des modèles de digestion et des modèles du sol pour décrire l'évolution du digestat après épandage (Péréomé). Une modélisation thermique montre l'intérêt d'une double voire triple membrane pour conserver la chaleur du digesteur (Avila). Enfin, plusieurs constructeurs emploient la modélisation pour améliorer le dimensionnement de leurs unités (Teixeira) et réduire leur consommation d'électricité (Fougerit).

6 Conclusions

Les travaux soulignent l'importance de la fonction nourricière des exploitations agricoles impliquées dans les unités de méthanisation : l'énergie est une production supplémentaire qui ne supplante pas les autres. Parmi les nouveaux outils, plusieurs simulations à l'échelle d'une exploitation intègrent le modèle SYS-Métha, développé par l'INRAE.

Il reste des questions de premier plan, insuffisamment adressées, à considérer plus largement dans le cadre de la transition et des systèmes agricoles : CIVE vs cultures principales, ITK, rotations et autres changements de pratiques. Les sciences humaines et sociales sont par ailleurs invitées à étudier plus largement les enjeux associés à la méthanisation, notamment à des échelles plus larges qu'une seule unité.