

Compte-rendu de la journée SFGP-Ouest « Bioprocédés », 29 avril 2016, Saint-Nazaire, GEPEA-CRTT.

Présents

Estelle COUALLIER, Eric LEROY (GEPEA-CNRS), Florent CHAZARENC, Guy FENDOONG, Hernan RUIZ (GEPEA-IMTA), Michel HAVET (GEPEA-ONIRIS), Abdellah ARHALIASS, Rafik BALTI, Patrick BOURSEAU, Caroline GENTRIC, Jack LEGRAND, Luc MARCHAL, Maxime PONTIÉ, Mariana TITICA (GEPEA-UN), Gérald THOUAND (GEPEA-IUT La Roche), Virginie BOY, Adeline CAYLÉ, Kristen DONNART, Jean-Louis LANOISELLÉ (IRDL-UBS), Florian HUCHET (IFSTTAR Nantes), Patrick DABERT (IRSTEA Rennes), Paola ALEMAN, Abdulaye KANE (ISCR-EME), Abdeltif AMRANE, Audrey CABROL, Annabelle COUVERT, Pierre TERRAZ, Dominique WOLBERT (ISCR-ENSCR), Murielle RABILLER-BAUDRY, Anthony SZYMCZYK (ISCR-UR1)

Excusés : Régis BARON (Ifremer Nantes), Alain LE BAIL (GEPEA-ONIRIS), François MARIETTE (IRSTEA Rennes), Lingai LUO (LTN-CNRS) ? Geneviève GESAN-GIZIOU (STLO-INRA de Rennes).

Programme de la journée

9h45 – Accueil (CRTT, P. Bourseau)

10h00 - Présentation du GEPEA et de ses activités en bioprocédés (J. Legrand)

10h15 - Présentations scientifiques « les Bioprocédés au GEPEA » (5 x 15 min)

- ✓ Traitement biologique de l'air (Mouna Ben Jaber, GEPEA et ISCR-CIP)
- ✓ Epuration des eaux par lagunage et filtres plantés de roseaux (*Florent Chazarenc, GEPEA*)
- ✓ Capteurs optiques et biocapteurs appliqués aux bioprocédés (*Gérald Thouand, GEPEA*)
- ✓ Bioproduction de microalgues (*Jérémy Pruvost, GEPEA*)
- ✓ Bioraffinage de microalgues (*Luc Marchal, GEPEA*)

12h45 - Départ pour le déjeuner (à Gavy)

13h45 - Visite de la plate-forme Algosolis

14h45 - Visite du laboratoire

15h30 - Réunion ordinaire

- Assises nationales (et régionales) du génie des procédés
- Questions diverses

16h15 : fin de la journée

Exposés scientifiques de la matinée

Après une introduction et la présentation du programme par Patrick Bourseau, la journée a Jack Legrand présente le laboratoire GEPEA et ses différentes activités, et en particulier celles liées aux bioprocédés.

Traitement biologique de l'air (Mouna Ben Jaber, GEPEA et ISCR-CIP)

Ce travail de thèse sur la biofiltration de H₂S vise des applications dans le traitement de l'air (en conditions aérobies) et la production de biogaz (en conditions anoxiques). Les microorganismes sont utilisés sur des supports minéraux (schiste expansé et béton cellulaire potentiellement issu de déchets), ce qui génère 2 types de pH (neutre et basique) et des pertes de charges différentes lors de la filtration. L'ensemble est implémenté sur des pilotes avec un temps de séjour de l'ordre de la minute dans le cas du traitement de l'air, avec comme paramètre déterminant le pH. Dans le cas du biogaz, l'augmentation du temps de séjour permet d'optimiser le rendement. Les perspectives concernent l'élimination conjointe des nitrates.

Epuration des eaux par lagunage et filtres plantés de roseaux (Florent Charazenc, GEPEA-IMTA)

Il existe 6 systèmes de traitement extensif de l'eau, dont 3 sont développés en France (environ 40 % des installations de traitement d'eau : lagunage et filtres plantés de roseaux). Les enjeux actuels concernent l'augmentation de la dénitrification et le traitement du phosphore, ainsi que la réduction des coûts et de l'utilisation des sols. Une première approche consiste à développer des systèmes combinant des traitements horizontaux et verticaux et, éventuellement, des systèmes de lagunage existants. Dans les deux cas, cela permet d'optimiser les performances. Une autre approche privilégiée à l'EMN consiste à intensifier le procédé extensif en modifiant les matériaux utilisés pour les filtres plantés ou par des systèmes de recirculation.

Capteurs optiques et biocapteurs appliqués aux bioprocédés (Gérald Thouand, GEPEA-La Roche-sur-Yon)

L'objectif général est de disposer de capteurs représentatifs pour les problématiques de pollution chimique et biologique. Un des enjeux est d'intégrer des effets cocktails (combinaisons de polluants ...). La démarche de conception s'appuie fortement sur la biologie des bactéries ou des virus et sur leurs interactions avec les cibles. Celles-ci vont se traduire par des signaux optiques (visible ou raman) exploités par des capteurs associés à un traitement adapté des signaux et des données. En utilisant simultanément plusieurs microorganismes et en sondant différentes facettes de leur réponse (à travers un spectre raman par exemple), on obtient une mesure de la pollution dans toute sa complexité, avec des gains en termes de vitesse de réponse par rapport aux tests existants.

Une autre application concerne le suivi de cultures de microalgues dans les photobioréacteurs, le spectre Raman permettant de mesurer la production des métabolites d'intérêt (lipides ...)

Bioproduction de microalgues, physiologie et métabolisme, ingénierie des photobioréacteurs, production intégrée (Jérémy Pruvost, GEPEA, Saint Nazaire)

Le GEPEA se positionne sur une approche intégrative, du photobioréacteur (PBR) à la molécule d'intérêt. La première approche concerne l'intensification des PRB avec la recherche des facteurs limitants et leur utilisation pour le contrôle des procédés. Deux facteurs essentiels sont la nature des microorganismes et la maîtrise de l'accès à la lumière. Le développement des PBR se base sur une

approche de modélisation des différents procédés utilisés pour la montée en échelle des réacteurs de laboratoire aux pilotes de la plate-forme Algosolis. Un travail sur la réduction des épaisseurs des PBR (jusqu'à des systèmes en couche mince de 2 mm) a permis d'augmenter considérablement les concentrations en microalgues et donc de réduire les teneurs en eau, ce qui facilite aussi en aval les opérations de fractionnement et de séparation de l'algoraffinerie.

Avec la plateforme Algosolis, les efforts sont actuellement portés sur la production en lumière solaire. Le problème de l'optimisation de l'accès à la lumière (et donc des performances) se heurte ici à celui de la maîtrise de la robustesse du procédé rendue difficile par les variations prévisibles (jour/nuit) et imprévisibles (météo) de la lumière solaire.

Bioraffinage de microalgues, interactions physico-chimiques, récolte, fractionnement en voie humide, intégration (Luc Marchal, GEPEA, Saint Nazaire)

En aval des PBR, il s'agit de valoriser la biomasse microalgale récupérée en concentration plus ou moins faible dans l'eau. Le défi est donc de récupérer « la » bonne molécule, dans un mélange complexe et dilué.

Les principales molécules d'intérêt issues des microalgues sont des lipides (pour le biodiesel ou l'alimentation) aux pigments (caroténoïdes), pour les plus connues. Les protéines et polysaccharides sont aussi très prometteurs (pharmacie, cosmétique), mais ces molécules nécessitent un travail plus poussé de séparation et caractérisation.

Un cas particulièrement complexe est la récupération de molécules hydrophobes, sans séchage (trop énergivore) pour éliminer l'eau. Des actions sont possibles en amont, en jouant sur la croissance des microalgues, et en aval en combinant de manière adéquatée les différentes opérations unitaires de traitement (récolte, congélation, broyage, centrifugation, séparation sur membrane, extraction liquide-liquide ...). En pratique, ces deux leviers interagissent fortement entre eux pour aboutir au rendement global. Une problématique en émergence concerne les « structures néoformées », c'est-à-dire l'impact des opérations unitaires sur la structuration/déstructuration de la biomasse (notamment des corps gras), qui peut limiter *in fine* l'accès aux molécules d'intérêt.

Visite des installations du GEPEA

Après déjeuner, la journée s'est poursuivie par la visite du laboratoire GEPEA et de la plateforme ALGOSOLIS, une Unité Mixte de Service CNRS conçue comme un prolongement du laboratoire pour le développement de pilotes de production et de bioraffinage des microalgues.

Réunion ordinaire

La discussion a porté principalement sur la préparation des Assises nationales du Génie des Procédés. Jack Legrand en rappelle les objectifs et la démarche. Vingt-cinq ans après le rapport Gaillard en 1991, il s'agit principalement de faire le bilan des forces en Génie des Procédés, et de communiquer sur sa capacité à être présent pour l'industrie, à la fois au niveau de la formation et de la recherche (*cf* le diaporama de JL). Les principaux « livrables » prévus sont un livre blanc de la

discipline destinés aux « décideurs » et des opérations de communication vers les étudiants afin de mieux faire connaître la discipline (cf le site anglais <http://www.whynotchemeng.com/>).

Une première phase régionale débouchera à l'automne sur la tenue d'Assises régionales (5 régions ; 09 novembre 2016 à Nantes pour la région Ouest). Les réflexions menées alimenteront les assises nationales prévues au printemps 2017. Le travail en régions consistera à (i) établir un bilan des forces disponibles au sein des structures d'enseignement, de recherche (universitaires et industrielles) et de l'innovation (centres techniques ...); (ii) collecter les « Success Stories » de la discipline (développements marquants dans l'industrie et dans le secteur scientifique, nouveaux paradigmes générés par le GP, innovations émergeant de développements « aux interfaces » ...)

La discussion porte ensuite sur la préparation de la collecte des données pour le bilan des forces en région Ouest, et sur la préparation des assises Ouest (programme de la journée, élaboration de la mailing list, diffusion ...), puis des ateliers de réflexion prospectives (mots clefs, animateurs ...). Trois ateliers sont prévus autour de l'**Usine de procédé du futur** (capteurs, modélisation, simulation ...), de l'**Economie circulaire** (intégration de procédés et d'usines, optimisation énergétique et environnementale, recyclage des déchets, système alimentaire durable) et des **Nouvelles ressources** (bioéconomie, produits de la mer, matériaux biosourcés, chimie verte, bioénergie, nouvelles sources alimentaires).

La journée se termine à 16h30.

Rédacteurs : E. Leroy et P. Bourseau.