HAL
archives-ouvertes.fr

DEVELOPPEMENT D'UN PROCEDE INTEGRE DE FERMENTATION ANAEROBIE COUPLEE A LA PERVAPORATION POUR LA PRODUCTION DE N-BUTANOL

Marwen Moussa, Charles Auguste-Dormeuil, Lizeth Galindo Alvarez, Mailys Pinault, Violaine Athès-Dutour, Isabelle Meynial-Salles

▶ **To cite this version:**

Marwen Moussa, Charles Auguste-Dormeuil, Lizeth Galindo Alvarez, Mailys Pinault, Violaine Athès-Dutour, et al.. DEVELOPPEMENT D'UN PROCEDE INTEGRE DE FERMENTATION ANAEROBIE COUPLEE A LA PERVAPORATION POUR LA PRODUCTION DE N-BUTANOL. 16ème Congrès de la Société Française de Génie des Procédés, Jul 2017, Nancy, France. 2017. <hal-01627514>

HAL Id: hal-01627514

https://hal-agroparistech.archives-ouvertes.fr/hal-01627514

Submitted on 1 Nov 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DEVELOPPEMENT D'UN PROCEDE INTEGRE DE FERMENTATION ANAEROBIE COUPLEE A LA PERVAPORATION POUR LA PRODUCTION DE N-BUTANOL

Marwen Moussa[1], Charles Auguste-Dormeuil[1], Lizeth Galindo Alvarez[2], Mailys Pinault[2], Violaine Athès-Dutour[1], Isabelle Meynial-Salles[2]

1- UMR GMPA, AgroParisTech-INRA, Université Paris-Saclay, Thiverval-Grignon (78), France
2- UMR LISBP, INRA-INSA, CNRS-INSA, Toulouse (31), France

[*] *Adresse courriel pour correspondance :*
marwen.moussa@agroparistech.fr

Mots clés (maximum 5) :

Evolution *in vivo*, bioréacteur à membrane, pervaporation, procédé intégré, *n*-butanol

Dans le contexte actuel de diminution des ressources fossiles et de forte préoccupation environnementale, un intérêt majeur est porté à la substitution des produits d'origine pétrochimique par des bioproduits à base de carbone renouvelable. Parmi ces bioproduits, le biobutanol présente un intérêt majeur de par son caractère multi-fonctionnel et son usage possible dans de nombreux secteurs d'applications : biocarburant, formulation cosmétique et pharmaceutique, chimie de spécialité.

Le n-butanol est naturellement produit par des microorganismes appartenant au genre Clostridium, en un mélange avec de l'éthanol et de l'acétone. Même si le procédé de production d'acétone-butanol-éthanol (ABE) par *C. acetobutylicum* a déjà été développé à l'échelle industrielle au cours de la première guerre mondiale (Weizmann Process), la production de butanol à l'aide de ce procédé reste limitée en raison : i) de la co-production d'acétone, ii) du faible taux de croissance et risque de dégénération des microorganismes au cours d'un procédé continu, iii) de la complexité du procédé d'extraction basé sur une cascade de distillations avec une consommation énergétique conséquente et une importante quantité d'effluents aqueux.

Le développement d'outils génétiques a conduit à la construction d'une souche ingénieuriée d'*Escherichia coli* productrice de *n*-butanol comme produit principal de la fermentation du glucose, à un rendement élevé (0.28 g/g correspondant à 73 % du rendement théorique maximal), souche brevetée par le LISBP [1]. Afin de développer un procédé performant de production de *n*-butanol en utilisant cette nouvelle souche, le présent travail porte sur l'étude du couplage de la fermentation à l'extraction en continu par pervaporation (Fig. 1). L'intérêt et l'originalité de cette stratégie de couplage, connue sous le nom de « *In Situ* Product Recovery » (ISPR), ont d'ailleurs été avancés pour de nombreuses biomolécules d'intérêt [2]. Le choix de la pervaporation est justifié par ses atouts d'économie d'énergie, flexibilité et facilité d'intégration à petite échelle, en couplage avec la fermentation [3]. Ces considérations sont importantes à l'heure où l'éco-conception des procédés constitue un enjeu majeur.

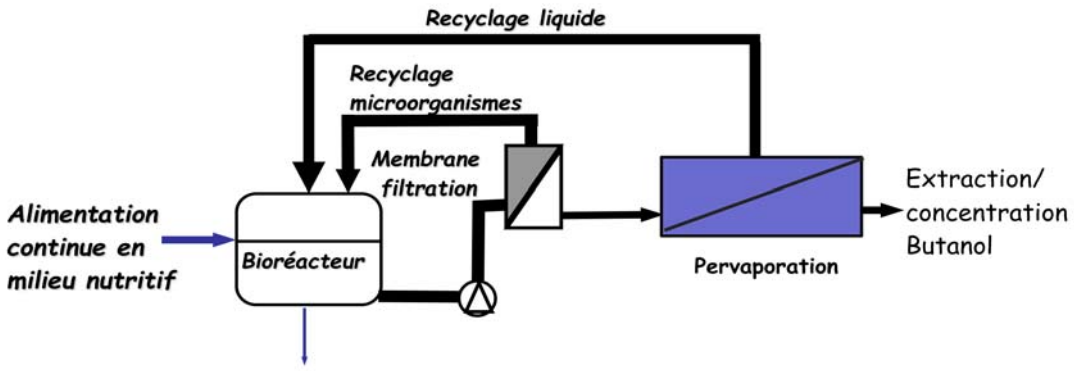

Figure 1 : schéma du procédé intégré comprenant une fermentation anaérobie en bioréacteur à membrane couplée à l'extraction en continu du *n*-butanol par pervaporation organo-sélective

La stratégie du présent travail comporte les étapes suivantes :

- Evolution *in vivo* de la nouvelle souche d'*E. coli* : cette étape a permis de sélectionner des mutants ayant une meilleure tolérance à l'égard du *n*-butanol (jusqu'à 10 g/L). Les travaux sont poursuivis afin de stabiliser les performances de la population cellulaire sélectionnée et optimiser la composition du milieu de fermentation.
- Mise en place d'un bioréacteur à membrane pour la mise en œuvre de la nouvelle souche d'*E. coli* : le bioréacteur a été couplé à une membrane d'ultrafiltration (50 kDa). Ce couplage a permis d'augmenter la vitesse de production de butanol (+50%) et la vitesse de consommation de glucose (+50%), avec une vitesse spécifique équivalente à celle du chemostat non couplé à la membrane de filtration.
- Etude d'une sélection de membranes de pervaporation organo-sélectives pour l'extraction en continu du *n*-butanol produit au sein du bioréacteur à membrane : 7 membranes ont été étudiées (3 matériaux différents : PDMS, POMS, Silicalite; membranes tubulaires et planes). Leurs performances ont été comparées en utilisant des milieux modèles (solvants purs ou mélanges binaires et ternaires) et réels (issus de fermentation).
- Mise en place et optimisation du procédé intégré.

Ce travail vise *in fine* à développer un procédé intégré continu de fermentation extractive pour la production anaérobie de *n*-butanol à hauts titre, rendement et productivité. Il représente une avancée scientifique vers la maitrise de ce procédé et un intérêt méthodologique pour l'intensification des bioprocédés intégrés similaires.

Références *:*

[1] Soucaille P, Meynial-Salles I, Foulquier C, Rivière A. (2015) New polypeptide having ferredoxin NADP+ reductase activity polynucleotide encoding the sale and uses thereof, PCT INSA/INRA/CNRS EP15306225 27 juillet.
[2] Van Hecke W, Kaur G,, De Wever H. (2014) Advances in in-situ product recovery (ISPR) in whole cell biotechnology during the last decade. Biotechnol Adv. 32:1245-55.
[3] Vane L. (2008) Separation technologies for the recovery and dehydration of alcohols from fermentation broths. Biofuels, Bioprod. Bioref. 2:553–588