

Cultivons l'avenir, une initiative fédérale-provinciale-territoriale

LES BIO-PILES, UNE TECHNOLOGIE INNOVATRICE ET PROMETTEUSE POUR TRAITER ET VALORISER ÉNERGÉTIQUEMENT LE LISIER DE PORC.

**Daniel Yves Martin¹, Richard Hogue¹, Patrick Dubé¹,
Roger Thériault², Alain Garnier³ et Serge Kaliaguine³**

No de projet : 806049

Durée : 05/2007-10/2010

FAITS SAILLANTS

Ce projet de recherche a démontré qu'il est possible de produire de l'électricité et d'obtenir des sorties de puissance significatives en utilisant des bio-piles alimentées au lisier de porc. Les bio-piles sont des unités permettant de produire en une seule étape de l'électricité à partir d'un rejet liquide organique, comme le lisier, grâce à l'action de microorganismes bactériens. Comme toute pile, la bio-pile dépend de réactions électrochimiques d'oxydation et de réduction. Non seulement les bio-piles produisent de l'énergie, mais elles traitent aussi le lisier pour en réduire les nuisances environnementales.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Les objectifs du projet étaient de valider le concept de production d'électricité en alimentant des bio-piles avec du lisier de porc et de concevoir des bio-piles fonctionnelles. Le projet s'est déroulé en 4 phases qui ont permis d'identifier les genres bactériens impliqués dans la production d'électricité, de comprendre et de favoriser les mécanismes de transfert des électrons au niveau des électrodes et, à partir de ces connaissances, de concevoir et de construire des bio-piles performantes. Le lisier traité a été analysé pour déterminer l'effet des bio-piles sur les caractéristiques de ce rejet de ferme. Des analyses portant notamment sur la demande chimique en oxygène, sur l'émission d'odeur et sur les populations microbiennes potentiellement pathogènes ont été réalisées.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE OU LA DISCIPLINE

Ces travaux de recherche ont révélé que les bactéries impliquées dans les mécanismes de production d'électricité sont indigènes au lisier de porc. Présentes en trace dans le lisier, ces bactéries trouvent dans les bio-piles des conditions favorables à leur développement en grand nombre. Elles appartiennent au genre *Desulfuromonas* et utilisent du soufre élémentaire comme accepteur d'électrons. Cette molécule joue le rôle d'intermédiaire redox entre la bactérie et l'anode. Le mécanisme de transfert des électrons le plus probable dans une bio-pile alimentée au lisier est le suivant : à la fin de sa chaîne respiratoire la bactérie utilise le soufre comme accepteur d'électrons. Celui-ci, à l'état réduit, fixe 2 atomes d'hydrogène pour former du sulfure d'hydrogène (H₂S). Une fois à l'anode, le H₂S cède ses électrons et ses protons d'hydrogène alors que le soufre sous sa forme élémentaire est relâché pour recommencer le cycle. Les électrons et les protons se fusionnent avec de l'oxygène à la cathode pour former de l'eau. À cause de ce mécanisme, les bactéries n'ont pas à être en contact direct avec l'anode pour effectuer le transfert des électrons vers le monde extérieur. L'utilisation d'un support bactérien en périphérie de l'anode favorise leur développement en grand nombre et produit une sortie de puissance électrique importante. Le charbon activé s'est révélé le meilleur matériau pour jouer ce rôle en raison probablement de ses

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

² Université Laval, Département des sols et de génie agroalimentaire

³ Université Laval, Département de génie chimique

nombreuses cavités et interstices offrant un gîte aux bactéries ainsi que pour sa propension à fixer le soufre. L'anode joue essentiellement un rôle d'accepteur d'électrons et influence peu les résultats comme support bactérien. En autant qu'elle soit conductrice et inoxydable, elle jouera son rôle adéquatement. Il existe une quantité critique de charbon activé à inclure dans la chambre anodique afin de maintenir le plein potentiel électrique de l'anode lorsque la bio-pile fonctionne en circuit fermé (branchée à une résistance externe). Ce projet de recherche a permis de créer, grâce aux connaissances acquises au fil du temps, des bio-piles fonctionnelles et stables en utilisant des matériaux communs. Ces bio-piles ont été conçues pour reproduire à petite échelle la configuration de futures piles à grande échelle. Quatre bio-piles (voir ci-contre) ont fonctionné en simultanément pendant près de 2 mois et ont démontré la constance et la reproductibilité des résultats. Ce projet a démontré que non seulement les bio-piles produisent de l'énergie, mais elles traitent aussi le lisier pour en réduire les nuisances environnementales. Les essais réalisés au cours de cette recherche ont permis d'observer un abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) de 60 % et de la demande biologique en oxygène (DBO5) de 66 %. De plus, les odeurs émises par un lisier traité par une bio-pile sont, en moyenne, 8 fois moins fortes que celles émises par un lisier brut. Finalement on note qu'un lisier traité dans une bio-pile présente une réduction d'environ 1 logarithme en populations bactériennes pathogènes par rapport à un lisier brut. Les bio-piles offrent ainsi de nombreux avantages tant économiques qu'environnementaux. Il s'agit d'une technologie prometteuse et innovatrice dont le présent projet n'a effleuré que le réel potentiel.



APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER

Ce projet de recherche pave la voie à la réalisation d'unités de production d'énergie à l'échelle de la ferme. La dernière génération de bio-piles réalisée en laboratoire (illustrée ci-haut), a traité 250 mL de lisier et produit en service continu environ 40 mW. Ceci permet d'estimer que le traitement de 1 m³ de lisier permettrait une production électrique de 160 watts. Pour une ferme porcine de 2000 porc-places qui produirait environ 10 m³ de lisier par jour et en estimant que le temps de séjour du lisier dans une batterie de bio-piles sera de 8 jours, une sortie de puissance de 12,8 kW sera disponible, soit l'équivalent d'une source électrique fournissant 50 ampères à 240 volts c.a. Avec ce potentiel, les bio-piles pourraient éventuellement faire partie des options offertes aux éleveurs pour traiter le lisier (assainir, réduire la DCO et les odeurs). Cette technologie fonctionnerait en autarcie (indépendante en énergie) et, potentiellement, fournirait une partie des besoins énergétiques de la ferme.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

M. Daniel Yves Martin, ing. M.Sc.
IRDA
Téléphone : 418 644-6842
Télécopieur : 418 644-6855
Courriel : daniel-y.martin@irda.qc.ca

PARTENAIRES FINANCIERS

L'équipe de recherche tient à remercier le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation pour son soutien financier, sans lequel le projet n'aurait pu être concrétisé.