

Valorisation des sous produits de l'agriculture par leur traitement avec les white-rot fungi

Bangala M., Malakasa M.

Résumé

Dans cette étude, les sous-produits de l'agriculture, notamment les digestats de maïs, ont été valorisés. Dans une première étape, cette mise en valeur a consisté en leur traitement avec les white-rot fungi dotés d'enzymes lignolytiques et, dans une seconde, en leur digestion anaérobie, par des bactéries responsables de la biométhanisation, pour la production de biogaz. Les objectifs ont été d'accroître la récupération de l'énergie contenue dans ces substrats et de supprimer la production des résidus solides en couplant la digestion anaérobie des résidus lignocellulosiques à une digestion fongique. L'étude a montré que le lavage et surtout l'autoclavage ont permis le développement des white-rot fungi dans les digestats de maïs et leur délignification. Suite à ce développement, il y a eu gain de biodigestibilité anaérobie des digestats lavés, non acidifiés et autoclavés par rapport à leurs contrôles inoculés des white-rot fungi autoclavés.

Mots-clés

Fungi, digestion anaérobie, biomasse, biogaz, White-rot, enzyme, fongique.

Valorization of the by-products of agriculture by their treatment with white-rot fungi

Abstract

In this study, the by-products of agriculture, in particular the corn digestats, were developed. In a first stage, this development consisted of their treatment with the white-rot fungi equipped with lignolytic enzymes. In one second, it consisted in their anaerobic digestion, by bacteria responsible of the biomethanisation, for the production of biogas. The objectives were to increase the recuperation of the energy contained in these substrates and to remove the production of the solid residues by coupling the anaerobic digestion of the lignocellulosic residues with a fungal digestion. The study showed that washing and especially the pressure-sealing allowed the development of the white-rot fungi in the corn digestats and their delignification. Following this development, there was a profit of anaerobic biodigestibility of the washed digestats, not acidified and pressure-sealed compared to their controls inoculated with the pressure-sealed white-rot fungi.

Key words

Fungi, anaerobic digestion, biomass, biogas, white-rot, enzyme, fungal

I. Introduction

Dans l'Union Européenne et dans plusieurs parties du monde, les résidus générés par l'activité agricole de production primaire et de transformation sont considérables et constituent, depuis un certain nombre d'année, un sérieux problème environnemental. Les pailles de céréales, par exemple, représentaient dans l'Union Européenne, il y a quelques années, un surplus annuel de 24 millions de tonnes en matière sèche (Zadrazil et Reignier 1988). En Malaisie, dans une seule plantation d'huile de palme, environ 11 tonnes de tourteaux sont produites par hectare chaque année, l'abattage ou la chute de vieux palmiers produit environ 115,4 kg de résidu sec par pied (Vikineswary et al., 2006).

En dépit de l'utilisation de ces résidus générés par l'agriculture et par l'agro-industrie comme fertilisants, aliments pour bétails et combustibles, il subsiste toujours le problème de leur quantité à traiter. Ceci a conduit au développement des méthodes de conversion énergétique de ces résidus à travers, notamment, le processus de biométhanisation ou digestion anaérobie réalisée par les bactéries anaérobies. C'est ainsi que les déchets ménagers, agricoles, industriels, municipaux et presque 100 sortes de déchets solides de fruits et de légumes, de feuilles, d'herbes, en bois, de mauvaises herbes, marines et des eaux douces ont été explorés pour leur potentiel anaérobie de digestion en méthane (Gunaseelan, 1997).

Dans la nature, les fibres lignocellulosiques représentent la majeure partie de la biomasse avec une production mondiale annuelle estimée à 50 milliards de tonnes. La biométhanisation, bien que permettant l'hydrolyse des principales macromolécules organiques ou des macropolluants présents dans les matrices environnementales et dans les déchets organiques, ne parvient que très faiblement à réaliser l'hydrolyse des fibres lignocellulosiques enveloppant les cellules végétales. Ceci a pour conséquence un rendement énergétique faible du processus et la persistance du problème de résidus solides à éliminer à l'issue du processus. Dans ces conditions, toute utilisation, en digestion anaérobie, de résidus agricoles ayant une teneur élevée en lignine nécessiterait un prétraitement préalable capable de les en débarrasser.

Par ailleurs, de nombreuses études ont démontré que deux types de micro-organismes interviennent activement, dans la nature, dans la dégradation des fibres lignocellulosiques. Il s'agit des bactéries filamenteuses ou Actinomycètes, notamment au cours du compostage, et des champignons dit de pourriture blanche, appartenant au groupe des white-rot fungi (Agrios, 2005).

La présente étude a pour objectif d'augmenter la biodigestibilité anaérobie de résidus agricoles en mettant à profit l'activité lignolytique des white-rot fungi. Il s'agit de développer un procédé couplant la digestion anaérobie et la digestion fongique. En pratique, les digestats de maïs, c'est-à-dire les résidus de maïs ayant subi une digestion anaérobie préalable, sont inoculés par du white-rot fungus *Pycnoporus sanguineus* (Ps7).

L'hypothèse du travail est que les digestats anaérobies lignocellulosiques renferment encore une bonne portion des substances fermentescibles sous forme de fibres lignocellulosiques. Celles-ci sont cependant inaccessibles aux bactéries anaérobies responsables de la bio méthanisation. C'est ainsi que le traitement de ces digestats par les white-rot fungi dotés d'enzymes lignolytiques devrait fragmenter la lignine, désagréger les fibres et rendre les polysaccharides pariétaux plus facilement disponibles aux bactéries de la digestion anaérobie.

La méthodologie du travail consiste en deux principales étapes:

- Traitement de digestats de maïs par digestion fongique : étude des conditions permettant le développement du white-rot fungus dans les digestats de maïs ;
- Mesure de l'amélioration de biodigestibilité anaérobie de digestats traités.

II. Matériel et méthodes

II.1 Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans ce travail était le white-rot fungus *Pycnoporus sanguineus* Ps7 produit par la firme Whetland Engineering, les digestats de maïs récoltés à la ferme de Hosté à Wavre et la boue aérobie fraîche récoltée à la station d'épuration de Basse Wavre.

II.2 Méthode

II.2.1 Démarche expérimentale

Pour favoriser la croissance et l'exercice de l'activité lignolytique du white-rot fungus *Ps7*, les digestats de maïs utilisés dans l'expérimentation ont subi quelques prétraitements physico-chimiques en vue d'en connaître les caractéristiques et dans la mesure du possible de les modifier afin d'approcher les conditions qui seraient favorables au *Ps7*. Ces prétraitements ont été l'autoclavage, le lavage, le séchage de digestats à différents taux d'humidité, l'acidification de digestats.

Les échantillons de digestats de maïs provenant d'une biométhanisation préalable ont été inoculés avec le white-rot fungus *Pycnoporus sanguineus* (*Ps7*) afin d'obtenir une hydrolyse des fibres lignocellulosiques. L'inoculation a été suivie d'une période d'incubation d'un mois au terme de laquelle les digestats traités par le *Ps7* ont été soumis à un test de biodigestibilité anaérobie dans les réacteurs batch anaérobies.

II.2.2 Méthodes analytiques

II.2.2.1 Rendement du lavage de digestats

Le Rendement du lavage de digestats a été calculé sur base de la matière sèche de digestats, avant et à la fin de leur lavage, déterminée par étuvage à 105°C jusqu'à poids constant. Le rendement du lavage (Rdt_1) de digestats a été déterminé par la relation :

$$Rdt_1 = \frac{\text{Matière sèche après lavage}}{\text{Matière sèche avant lavage}} \times 100$$

II.2.2.2 Observations visuelles

Les observations visuelles de cette expérience ont été faites de manière journalière séparément pour les 3 types de traitement.

II.2.2.3 Rendement de la digestion fongique de digestats

Le rendement de la digestion fongique (Rdt₂) de digestats a été calculé sur base de la matière sèche des substrats avant et à la fin de la digestion fongique sur base de la relation ci-dessous :

$$\text{Rdt}_2 = \frac{\text{Matière sèche après digestion}}{\text{Matière sèche avant digestion}} \times 100$$

II.2.2.4 Test de biodigestibilité anaérobie

Pour déterminer la production de biogaz (volume), la méthode de mesure d'amélioration de la biodigestibilité de digestats a été basée sur la comparaison des évolutions de vitesse de production de biogaz due à la digestion anaérobie de digestats traités avec le *Ps7* avec celle relative à des digestats non traités. Les digestats de maïs traités ou non (substrat) ont été incubés dans un réacteur batch à 35°C, sous une agitation orbitale de 120 révolutions par minute, avec un inoculum méthanogène. Le mélange substrat et inoculum méthanogène est appelé « liqueur mixte » la liqueur mixte, la vitesse de dégradation du substrat a été évaluée par la vitesse de production de biogaz dans le réacteur pendant la période d'incubation. Les mesures de pression ont été recueillies, grâce au détecteur infrarouge, puis transformés mathématiquement en volume de gaz produit en condition normale, grâce à leur traitement par « MS Excel ».

II.2.2.5 Gain de biodigestibilité

Le gain de biodigestibilité dû à la croissance de *Ps7* dans les digestats, au cours du test de biodigestibilité anaérobie, peut être déterminé pour tous les types de conditions testées (lavage, acidification, autoclavage de digestats avant inoculation du *Ps7*). La seule condition pour la réalisation du calcul de ce gain est la prévision des contrôles correspondants à chacune de ces conditions testées. La formule générale de calcul de gain de biodigestibilité dû à la croissance du white-rot fungus *Ps7* dans les digestats tests par rapport aux contrôles est la suivante:

$$GB = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100$$

Avec :

- V1 : la production de biogaz par les digestats lavés, acidifiés ou non et autoclavés et incubés avec du white-rot fungus vivant ;
- V2 : la production de biogaz par les digestats témoins qui ont subi le même traitement (lavés, acidifiés ou non et autoclavés) et ont été inoculés avec le White-rot fungus autoclavé ;

III. Résultats et discussion

III.1 Rendements

III.1.1 Rendement du lavage de digestats

$$Rdt_1 = \frac{9,33}{13,19} \times 100 = 70,74 \%$$

III.1.2 Rendement de la digestion fongique de digestats

Dans le tableau 1 sont consignées les masses fraîches résiduelles, les masses sèches résiduelles et les teneurs en matières sèches des substrats dans lesquels la croissance fongique s'est effectuée pendant 28 jours, c'est-à-dire les digestats qui ont été lavés et autoclavés avant d'être inoculés avec le *Ps7*. Le bilan matière de la digestion fongique est donné dans le tableau 2.

Tableau 1. Masse fraîche, masse sèche et teneur en matière sèche des substrats après digestion fongique de 28 jours

Condition testée	Masse fraîche résiduelle après digestion fongique (g _{MF})	Teneur en matière sèche résiduelle après digestion fongique (%)	Masse sèche résiduelle après digestion fongique (g)
Digestat lavé autoclavé pH7	15,86	14,75	2,34
Digestat lavé autoclavé pH6	16,52	11,50	1,90
Digestat lavé autoclavé pH5	18,08	13,00	2,35
Digestat lavé autoclavé pH4	17,74	13,25	2,35
Contrôle Digestat lavé autoclavé pH7	19,72	15,11	2,98

Tableau 2. Rendement de la digestion fongique de digestats de maïs après 28 jours d'incubation

Condition testée	Matière sèche résiduelle après digestion fongique (% de la matière sèche avant digestion)
Digestat lavé autoclavé pH7	75,93
Digestat lavé autoclavé pH6	58,40
Digestat lavé autoclavé pH5	76,13
Digestat lavé autoclavé pH4	76,13
Contrôle Digestat lavé autoclavé pH7	97,06

III.2 Résultats des observations visuelles

Les observations visuelles de cette expérience ont été faites de manière journalière. Elles ont été faites séparément pour les 3 types de traitement.

III.1.2.1 Appréciation visuelle sur les digestats lavés, acidifiés et autoclavés

Le tableau 3 donne l'appréciation visuelle sur les digestats lavés, acidifiés et autoclavés

Tableau3. Digestats lavés, acidifiés et autoclavés

Code du Substrat	Appréciation visuelle du substrat par semaine			
	1 ^o semaine	2 ^o semaine	3 ^o semaine	4 ^o semaine
Digestat lavé autoclavé pH7	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ++ Mycélium orange ± Décoloration en brun clair +++	Tapis blanchâtre +++ Mycélium orange +++ Décoloration en brun clair +++	Tapis blanchâtre ++++ Mycélium orange +++ Décoloration en brun clair +++
Digestat lavé autoclavé pH6	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ++ Mycélium orange + Décoloration en brun clair +++	Tapis blanchâtre ++ Mycélium orange +++ Décoloration en brun clair +++	Tapis blanchâtre +++ Mycélium orange +++ Décoloration en brun clair +++
Digestat lavé autoclavé pH5	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre +++ Mycélium orange ++ Décoloration en brun clair ++	Tapis blanchâtre +++ Mycélium orange +++ Décoloration en brun clair +++	Tapis blanchâtre +++ Mycélium orange +++ Décoloration en brun clair +++
Digestat lavé autoclavé pH4	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ++ Mycélium orange ± Décoloration en brun clair ++	Tapis blanchâtre ++ Mycélium orange +++ Décoloration en brun clair ++	Tapis blanchâtre +++ Mycélium orange +++ Décoloration en brun clair +++
Contrôle Digestat lavé autoclavé pH7	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun

Légende : ±= Développement relativement faible

+ = Développement relativement moyen

++ = Développement relativement important

+++ = Développement relativement très important

++++ = Développement relativement très très important

Des résultats consignés dans le tableau 3, les constats suivants ont été faits:

Il y a un faible développement d'un tapis blanchâtre, probablement un mycélium fongique, dès la première semaine dans tous les échantillons testés quel que soit le pH. Aucun développement n'a été observé dans les échantillons contrôles.

A la deuxième semaine, le tapis blanchâtre a continué sa croissance, de manière presque similaire, dans tous les échantillons de digestats lavés, autoclavés et inoculés. Il s'est développé aussi un mycélium orange dans tous ces échantillons sauf dans les contrôles. Le développement de ce mycélium orange a été plus important dans les échantillons de digestats ayant été acidifiés aux pH 5 et 6. Un début de décoloration des digestats a été observé. Leur coloration est passée du brun foncé au brun clair. A ce niveau, la décoloration la plus importante a été observée au niveau des substrats à pH 7 et 6.

A la troisième semaine, le mycélium blanchâtre s'est étendu dans la quasi-totalité des surfaces de tous les échantillons de digestats lavés, autoclavés et inoculés de Ps7. Le mycélium orange est devenu important ainsi que la décoloration de digestats. La décoloration a été plus importante dans les digestats à pH 7.

A la quatrième semaine, toutes les surfaces de digestats lavés, autoclavés et inoculés avec le Ps7, tous les pH compris, ont été recouvertes d'un mycélium bicolore blanc orange. A l'exception des contrôles qui sont restés brun foncé, tous les digestats ont présenté une décoloration; ils sont tous devenus brun clair. Le développement du white-rot fungus Ps7 a été plus important dans les digestats inoculés à pH 7, c'est-à-dire, non acidifiés. Jusqu'à la quatrième semaine aucun signe de développement n'a été observé dans les contrôles inoculés de Ps7 autoclavés.

III.1.2.2 Appréciation visuelle sur les digestats non lavés, acidifiés et non autoclavés

Dès la première semaine, des organismes filamenteux blanchâtres se sont développés dans les digestats non lavés, non autoclavés et inoculés avec du Ps7 aux pH 5 et 7. Ceci laisse supposer qu'il s'agit d'une moisissure de "contamination". Ce développement a été plus important dans les digestats acidifiés à pH 5. Aucun développement ne s'est manifesté dans les digestats non lavés, non autoclavés et inoculés à pH 6, ni dans le contrôle ayant été inoculé à pH 7 avec du Ps7 autoclavé.

A la deuxième semaine, il n'y a pas eu de changement par rapport à la première semaine, sauf que la moisissure s'est étendue dans le substrat contrôle inoculé avec le Ps7 autoclavé.

A la troisième semaine, la moisissure s'est développée dans les digestats non lavés, non autoclavés et inoculés de Ps7 à pH 6.

A la quatrième semaine, il n'y a pas eu de changement notable par rapport à la troisième semaine.

Aucun signe de croissance et de développement du white-rot fungus Ps7 tels que décrit dans la littérature (Noble et al., 1962), n'a été observé pendant toute la période d'incubation.

III.1.2.3 Digestats lavés, acidifiés et non autoclavés

L'appréciation visuelle sur les digestats lavés, acidifiés et non autoclavés est donnée dans le tableau 4.

Tableau 4. Digestats lavés, acidifiés et non autoclavés

Code du Substrat	Appréciation visuelle du substrat par semaine			
	1 ^o semaine	2 ^o semaine	3 ^o semaine	4 ^o semaine
Digestat lavé non autoclavé Ph7	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ±
Digestat lavé non autoclavé pH6	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ±	Tapis blanchâtre ±
Digestat lavé non autoclavé pH5	Tapis blanchâtre ±	Filament blanchâtre ±	Filament blanchâtre ±	Filament blanchâtre ±
Digestat lavé non autoclavé pH4	Tapis blanchâtre ±	Filament blanchâtre ±	Filament blanchâtre ±	Filament blanchâtre ±
Digestat lavé non autoclavé pH7	Aucun développement	Filament blanchâtre ±	Filament blanchâtre ±	Filament blanchâtre ±

Voir légende du tableau 3

Des résultats repris dans le tableau 4, il ressort ce qui suit :

A la première semaine, des mycéliums blanchâtres se sont développés dans tous les digestats, sauf dans le contrôle ; cependant, ce développement a été très faible. Les mycéliums blanchâtres ont été similaires à ceux qui se sont développés dans les digestats lavés, acidifiés et autoclavés.

A la deuxième semaine, le mycélium blanchâtre s'est maintenu sans s'étendre d'avantage dans les échantillons lavés, non autoclavés et inoculés à pH 6 et 7. Dans les échantillons à pH 4 et 5, s'est plutôt développée la moisissure blanchâtre identique à celle décrite au point III.1.2.2.

A la troisième et à la quatrième semaine d'incubation, il ne s'est pas manifesté beaucoup de modification par rapport à celles observées à la deuxième semaine.

III.3 Discussion sur les résultats des observations visuelles

Le développement de tapis mycélien orange et la décoloration qui sont intervenus dans tous les digestats autoclavés inoculés, à l'exception des contrôles, confirment le développement du Ps7 inoculé. En effet, la littérature stipule que les white-rot fungi peuvent se développer dans une large gamme de pH (Tuomela et al., 2000), et que le *Pycnoporus sanguineus* développe un mycélium orange (Nobles et al., 1962) et le développement des white-rot fungi sur un substrat lignocellulosique s'accompagne d'une décoloration de ce substrat (Blanchette et al., 1988; Pointing, 2001). La croissance macroscopique la plus importante a été observée dans l'échantillon non acidifié, c'est-à-dire à pH 7.

L'acidification de digestats, n'ayant pas subi l'opération de lavage, n'a pas permis au Ps7 de se développer en conditions non stériles. Ceci se déduit du fait que le Ps7 ne s'est pas développé dans les digestats non lavés, non autoclavés et inoculés aux différents pH. Une hypothèse à avancer serait que les digestats contiendraient trop de matières facilement digestibles permettant à d'autres microorganismes de se développer et de rentrer en concurrence avec le white-rot fungus. Habituellement, dans la nature, l'activité lignolytique

des white-rot fungi sur un substrat s'exerce lorsque celui-ci accuse une pauvreté relative en éléments nutritifs facilement assimilables (Pointing, 2001). La croissance de *Ps7* n'a pas été observée mais plutôt celle des organismes filamenteux blanchâtres assimilés à la moisissure de contamination.

Dans les digestats qui ont été lavés pour être appauvris de matières facilement digestibles et qui ont été inoculés avec le *Ps7* en conditions non stériles, le développement de *Ps7* n'a pas non plus été observé quelque soit le pH testé. La croissance de *Ps7* n'a pas non plus été observée mais plutôt celle de la moisissure.

III.4 Résultats du test de biodigestibilité et discussion

Les figures 1 et 2 donnent les courbes des productions cumulées de biogaz dans les réacteurs batch anaérobies au cours des tests de biodigestibilité des liqueurs mixtes issues de digestats lavés, autoclavés et inoculés aux pH 4, 5, 6 et 7, c'est à dire les digestats dans lesquels le white-rot fungus *Ps7* s'est développé.

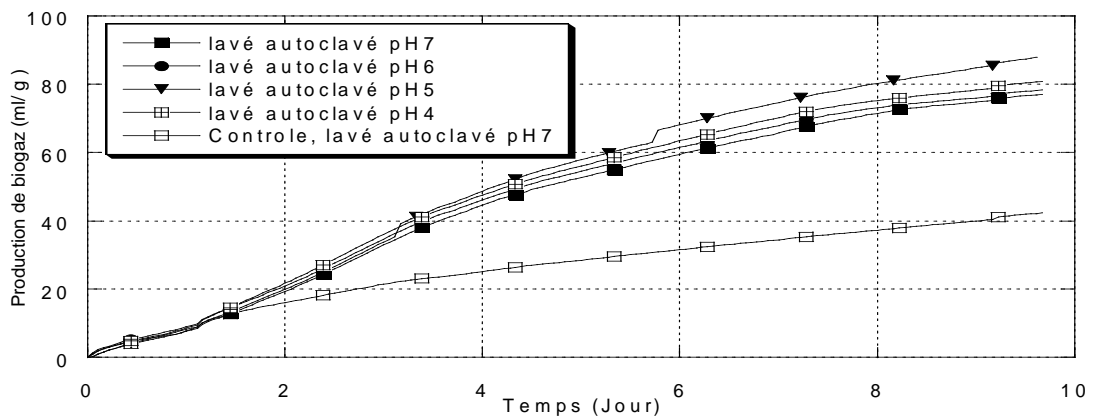


Figure 1. Production de biogaz par le substrat par masse sèche de digestats lavés avant digestion fongique

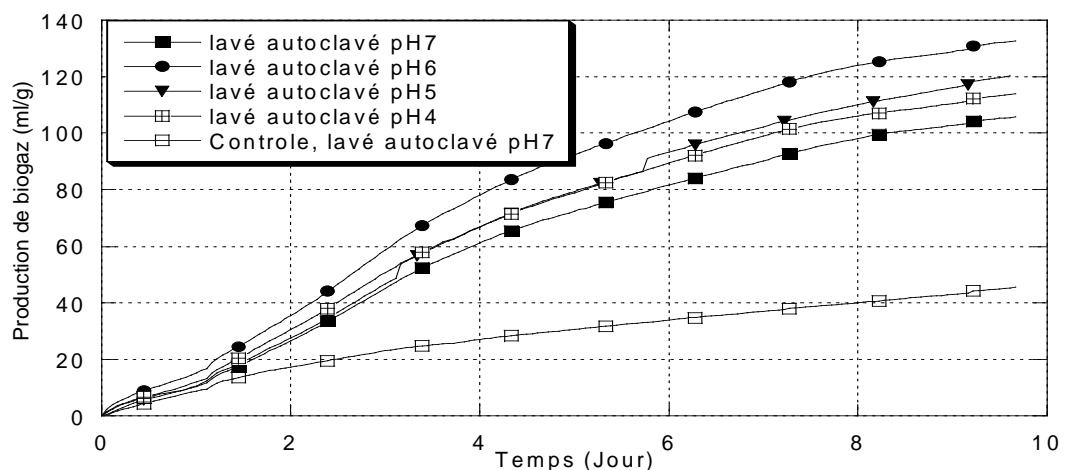


Figure 2. Production de biogaz par le substrat par masse sèche de digestats lavés, autoclavés et digérés par le *Ps7* aux différents pH

La production de biogaz a été exprimée par rapport à la masse sèche des substrats avant la digestion fongique (figure 1) et après la digestion fongique (figure 2). Dans le premier cas, les résultats ont été exprimés, pour les échantillons qui ont été inoculés de *Ps7* vivant, en volume de biogaz produit divisé par la masse sèche mesurée avant la digestion fongique. Celle-ci est obtenue par la masse sèche de digestats additionnée de celle du white rot fungus avec lequel il a été inoculé. Pour les contrôles, c'est-à-dire les échantillons inoculés avec le *Ps7* autoclavé, le volume de biogaz produit a été divisé par la masse sèche de digestats et de *Ps7* autoclavé placés dans le réacteur avant l'incubation. Dans le second cas, les substrats ont été pesés à la fin de la digestion fongique, leurs masses sèches ont été déterminées, ensuite la production de biogaz a été divisée par la masse sèche du substrat correspondant.

Les digestats qui ont été lavés, autoclavés et inoculés à différents pH ont produit, après 10 jours d'incubation, des quantités de biogaz nettement plus élevées que celle du contrôle. Ces quantités de biogaz ont été très proches. Toutefois, la plus grande quantité de biogaz a été produite par la liqueur mixte de l'échantillon inoculé à pH 5 (83 ml biogaz/g au 10^e jour). Elle a été suivie par celle de l'échantillon à pH 6 (78 ml biogaz/g au 10^e jour), à pH 7 (77 ml biogaz/g au 10^e jour). Le contrôle lavé, autoclavé et inoculé de *Ps7* autoclavé à pH 7 a produit la plus petite quantité de biogaz (42 ml biogaz/g au 10^e jour).

Lorsque la production de biogaz par les digestats est exprimée par rapport à la masse sèche des substrats après la digestion fongique, le volume de biogaz produit par unité de masse de substrat est plus élevé en comparaison à celui qui est exprimé par rapport à la masse avant digestion fongique. Ainsi la plus grande quantité de biogaz a été produite à partir de la liqueur mixte de l'échantillon inoculé à pH 6 (148 ml biogaz/g au 10^e jour). Elle a été suivie par celle de l'échantillon à pH 5 (127 ml biogaz/g au 10^e jour), à pH 7 (118 ml biogaz/g au 10^e jour). Le contrôle lavé, autoclavé et inoculé de *Ps7* autoclavé, à pH 7, a produit la plus petite quantité de biogaz (45 ml biogaz/g au 10^e jour). Néanmoins les 4 types de digestats qui ont été autoclavés, lavés et inoculés à différents pH ont produit après 10 jours d'incubation des quantités de biogaz nettement plus élevées que celle du contrôle.

Au cours du test de biodigestibilité de différents substrats lavés et non lavés, autoclavés ou non et inoculés à différents pH, la plus grande quantité de biogaz a été produite par les digestats lavés, autoclavés et inoculés à différents pH, respectivement à pH 6, pH 5 et pH 7. Ceci peut être expliqué d'abord par le fait que l'autoclavage des substrats améliore leur biodigestibilité (Kim et al. 2003) et, ensuite, par le fait que des éléments facilement assimilables seraient rendus disponibles par fragmentation de la lignine, désagrégation des fibres et disponibilisation des polysaccharides pariétaux du fait de l'activité lignolytique de *Ps7*.

III.4 Gain de biodigestibilité anaérobie des digestats lavés, autoclavés, acidifiés

La formule générale de détermination de gain de biodigestibilité a été appliquée au cas particulier de digestats lavés, autoclavés, non acidifiés, après 28 jours de digestion fongique aérobie et 10 jours de digestion anaérobie (les contrôles n'ont été prévus que pour cette seule catégorie). Elle a permis d'obtenir le gain de biodigestibilité dû à la croissance du *Ps7* dans les digestats lavés, autoclavés et non acidifiés.

Avec :

- V1 : 77,0 ml biogaz/g au 10^e jour ;
- V2 : 42,3 ml biogaz/g au 10^e jour.

Le gain de biodigestibilité des digestats lavés, non acidifiés et autoclavés dû à la croissance du white-rot fungus *Ps7* a été de 82%.

IV. Conclusions et suggestions

Le lavage et surtout l'autoclavage ont permis le développement du white-rot fungus Ps7 dans les digestats de maïs et leur délignification. C'est ainsi que le gain de biodigestibilité obtenu sur les échantillons des digestats lavés, acidifiés et autoclavés a été de 82% plus élevé par rapport à leur contrôle qui n'a pas subi de digestion fongique après 28 jours de digestion fongique et 10 jours de digestion anaérobie.

L'inoculation du Ps7 sur les digestats de maïs non stérilisés n'a pas permis le développement du white-rot fungus sur ces digestats et ce, dans toutes les conditions testées : acidification ou lavage. Le développement d'une moisissure blanchâtre a été observé dans toutes les expériences réalisées en conditions non stériles. Une hypothèse a été que les digestats contiendraient encore trop de matières facilement digestibles permettant le développement des microorganismes entrant en compétition avec le white-rot fungus.

A l'issue de cette étude, nous formulons les suggestions suivantes :

- Poursuivre la digestion anaérobie de digestats de maïs pendant un ou deux mois avant de les inoculer avec le Ps7 pour une nouvelle expérience ;
- Augmenter le lavage de digestats en élevant le facteur de dilution jusqu'à 1/100 voire 1/1000 avant de les inoculer avec du Ps7, sans autoclavage. Ceci permettra de vérifier si les digestats sont suffisamment pauvre pour la survie d'un quelconque organisme et ainsi induire le métabolisme secondaire de Ps7 ;
- Vérifier la faisabilité d'une croissance du champignon dans un tambour soumis à une rotation (homogénéisation de l'aération et de l'humidité).

V. Références

- Agrios, G.N. (2005). *Plant Pathology*. Elsevier Academic Press, Amsterdam, pp. 922.
- Blanchette, R.A., Obst, J.R., Hedges, J.I. and Weliky, K. (1988). Resistances of hardwood vessels to degradation by White rot Basidiomycetes. *Canadian Journal of Botany*, 66:1841-1847.
- Gunaseelan, V.N. (1997). Anaerobic digestion of biomass for methane production: A review. *Biomass and Bioenergy*, 13, 83-114.
- Kim, J., Park, C., Kim, T.-H., Lee, M., Kim, S., Kim, S.-W. and Lee, J. (2003). Effects of various pretreatments for enhanced anaerobic digestion with waste activated sludge. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 95, 271-275.
- Nobles, M. K., Frew, B. and Frew, P. (1962). Studies in wood-inhabiting Hymenomycetes. *Canadian Journal of Botany*, 40, 987-1016.
- Pointing, S. B. (2001). Feasibility of bioremediation by White-rot fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 57, 20-33.
- Tuomela, M., Vikman, M., Hatakka, A., Itavaara, M. (2000). Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technology*, 72, 169-183.
- Vikineswary, S., Abdullah, N., Renuvathani, M., Sekaran, M., Pandey, A., Jones, E.B.G. (2006). Productivity of laccase in solid substrate fermentation of selected agro-residues by *Pycnoporus sanguineus*. *Bioresource Technology*, 97, 171-177.
- Zadrazil, F., Reigner, P. (1988). *Treatments of Lignocellulosics with White Rot Fungi*. Elsevier Applied Science Publishers Ltd, London.