



HAL
open science

Prétraitement fongique pour la méthanisation de la biomasse lignocellulosique : premiers résultats du projet stockactif

Elsa Rouches, Simeng Zhou, Isabelle Gimbert, Jean-Claude J.-C. Sigoillot, Jean-Philippe Steyer, Hélène Carrère

► To cite this version:

Elsa Rouches, Simeng Zhou, Isabelle Gimbert, Jean-Claude J.-C. Sigoillot, Jean-Philippe Steyer, et al.. Prétraitement fongique pour la méthanisation de la biomasse lignocellulosique : premiers résultats du projet stockactif. 4. Journées Industrielles Méthanisation, Moletta Méthanisation. Novalaise, FRA., Nov 2014, Chambéry, France. hal-02743349

HAL Id: hal-02743349

<https://hal.inrae.fr/hal-02743349>

Submitted on 3 Jun 2020

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.



ROUCHES Elsa*,
Zhou Simeng**,
Gimbert Isabelle**,
Sigoillot Jean Claude**,
Steyer Jean Philippe*,
Carrère Hélène*

*INRA, UR0050, LBE,
Narbonne

**ESIL-GBMA / INRA-
UMR BCF, Marseille

Elsa.rouches@supagro.inra.fr



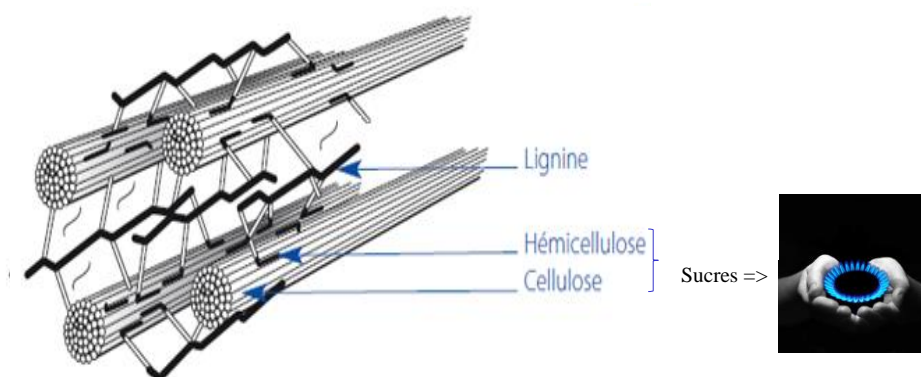
Prétraitements fongiques de la lignocellulose en méthanisation : criblage





Pourquoi ce sujet ?

► En bref



Structure et composition d'une paroi végétale

- **Hydrolyse de la lignine difficile**
⇒ prétraitements



Projet Stockactif ANR Biome 2012-2015

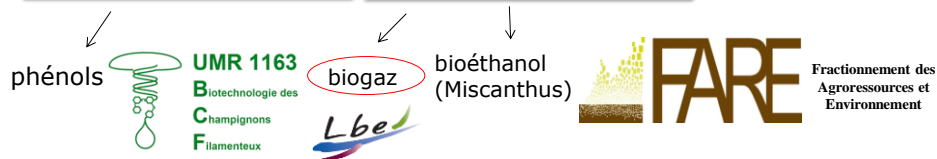
- ▶ **Prétraitements fongiques VS physiques et/ou chimiques**
 - Gains économiques et environnementaux potentiels



- ▶ **Actuellement**



- ▶ **Avec Stockactif**



3



Projet Stockactif ANR Biome 2012-2015

- ▶ **Enjeux**

- Caractériser et comprendre les modifications mises en jeu
- Maximiser les produits de la biomasse
- Identifier des conditions de stockage reproductibles
- Favoriser la faisabilité industrielle, minimiser les coûts

⇒ Test en industrie en fin de projet (2 t de paille prétraitée)



- ▶ **Obstacles principaux lors du prétraitement**

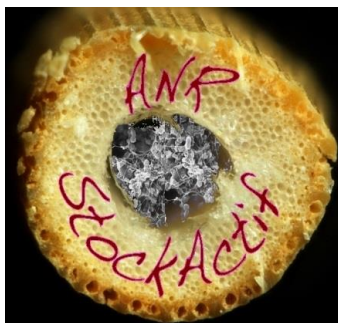
- Co-habitation de la souche fongique avec la flore endogène
- Limitation de l'hydrolyse des autres polymères
 => pertes de matière sous forme de CO₂



4



Choix d'une souche d'intérêt



I. Prétraitement des pailles

Souches criblées
Procédé de culture

II. Tests BMP pour le choix de la souche

Démarche suivie

Résultats issus du BMP en NmL/g MV prétraitée

Résultats issus du BMP en NmL/g MS initiale

III. Validation sur pailles prétraitées en colonnes

Conditions de culture

Résultats BMP



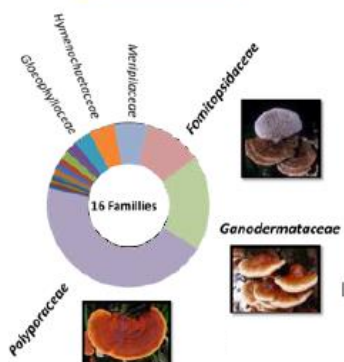
UMR 1163

B

C

F

ilamenteux



Souches criblées

- Basidiomycètes (pourritures blanches et brunes)
- Représentativité des genres et espèces disponibles
- Plusieurs souches d'une même espèce et de provenance géographique variée



30 Souches du genre *Ganoderma* (17 espèces)

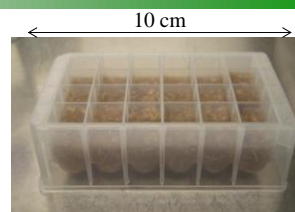
21 Souches du genre *Trametes* (21 espèces)



Procédés de culture

► Fermentation en milieu solide (FMS) (Tian et al., 2012)

- VS liquide
- VS solutions enzymatiques
- Mais difficile à maîtriser

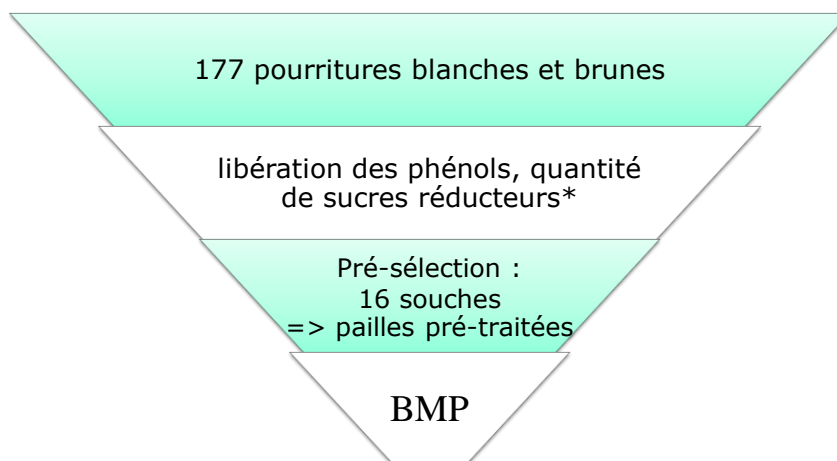


► Conditions de culture

- Paille : stérilisée et broyée à 4 mm, *non lavée sauf le témoin*
- Inoculum fongique standardisé : quantité identique/puits (100 mg * 3)
- Humidité constante, 12 jours à 25°C
- Starter : glucose-> 200 mg/g MS et ditartrate d'ammonium-> 18,4 mg/g MS



Démarche globale du criblage



BMP: Quantité maximale de méthane produite par dégradation d'un substrat (mL CH₄/g MV)



I. Prétraitement des pailles

Souches criblées
Procédé de culture

II. Tests BMP pour le choix de la souche

Démarche suivie

Résultats issus du BMP en NmL/ g MV prétraitée

Résultats issus du BMP en NmL/g MS initiale



III. Validation sur pailles prétraitées en colonnes

Conditions de culture
Résultats BMP



Démarche suivie pour le choix final de la souche

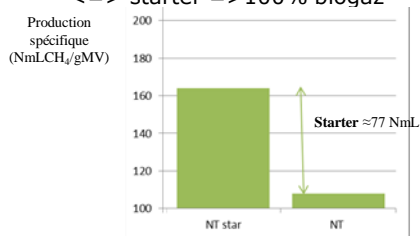
► Conditions de prétraitement

- Idem crible sauf starter divisé par 4 pour les dernières pailles prétraitées

► Comparaison délicate

- Deux quantités de starter (**BMP_y - starter**)

<=> starter => 100% biogaz



⇒ Normalisation des résultats par $(\text{BMP}_y - \text{starter}) / \text{BMP}_{\text{NT}}$

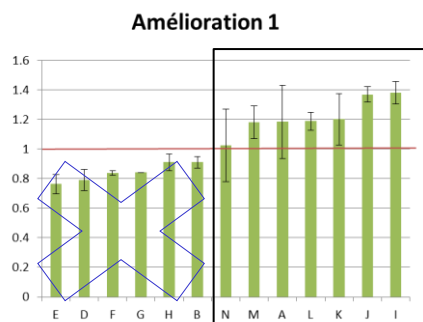




Résultats issus du BMP en NmL/g MV prétraitée

► **Amélioration 1** = (BMP_V- starter)/BMP NT avec BMP en NmL/g MV prétraitée

Nom de souche	
L	<i>Dichostereum effuscatum</i>
E	<i>Gloeophyllum trabeum</i>
B	<i>Trametes suaveoleus</i>
N	<i>Trametes ljubarskii</i>
F	<i>Polyporus brumalis</i>
J	<i>Leiotrametes sp.</i>
H	<i>Phlebia sp.</i>
D	<i>Ganoderma adspersum</i>
G	<i>Trametes cingulata</i>
I	<i>Trametes menziesii</i>
M	<i>Trametes membranacea</i>
A	<i>Trametes pavonia</i>
K	<i>Ganoderma flaviporum</i>



• Jusqu'à 40 % d'amélioration

- Consommation importante de sucres ?
- Souches non performantes = lot 1 (plus de starter)
 - Glucose comme co-substrat limiterait la dé lignification (Reid et Deschamps, 1991)
 - => Vérification expérimentale en cours



Reid, I. D., & Deschamps, A. M. (1991). *Canadian Journal of Botany*, 69 (1).

11



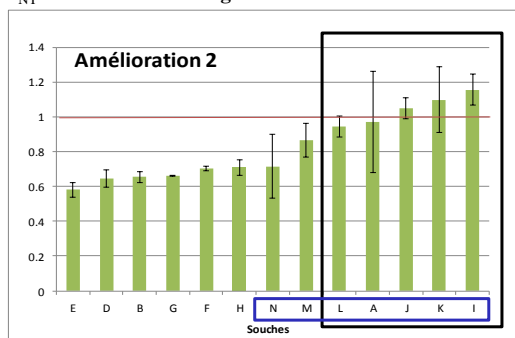
Résultats issus du BMP en NmL/g MS initiale

► **Perte de matière lors de la FMS**

- Possibilité de prise en compte grâce au rendement massique (rdt)
- ⇒ **Qté de MS prétraitée pour 100 mg de paille initiale**
- ⇒ MS initiale = MS prétraitée / rdt

► **Amélioration 2** = (BMP_V- starter)/BMP_{NT} avec BMP en NmL/g MS initiale

Nom de souche	
L	<i>Dichostereum effuscatum</i>
E	<i>Gloeophyllum trabeum</i>
B	<i>Trametes suaveoleus</i>
N	<i>Trametes ljubarskii</i>
F	<i>Polyporus brumalis</i>
J	<i>Leiotrametes sp.</i>
H	<i>Phlebia sp.</i>
D	<i>Ganoderma adspersum</i>
G	<i>Trametes cingulata</i>
I	<i>Trametes menziesii</i>
M	<i>Trametes membranacea</i>
A	<i>Trametes pavonia</i>
K	<i>Ganoderma flaviporum</i>



• Jusqu'à 20 % d'amélioration en tenant compte des pertes de MS



12



I. Prétraitement des pailles

Souches criblées

Procédé de culture

II. Tests BMP pour le choix de la souche

Démarche suivie

Résultats issus du BMP en NmL/g MV prétraitée

Résultats issus du BMP en NmL/g MS initiale

III. Validation sur pailles prétraitées en colonnes

Conditions de culture

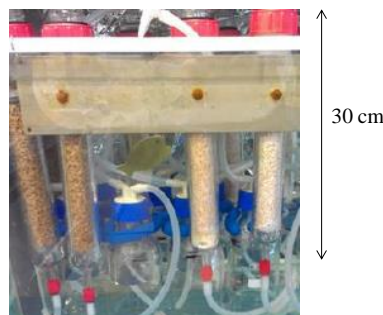
Résultats BMP



FMS en colonnes

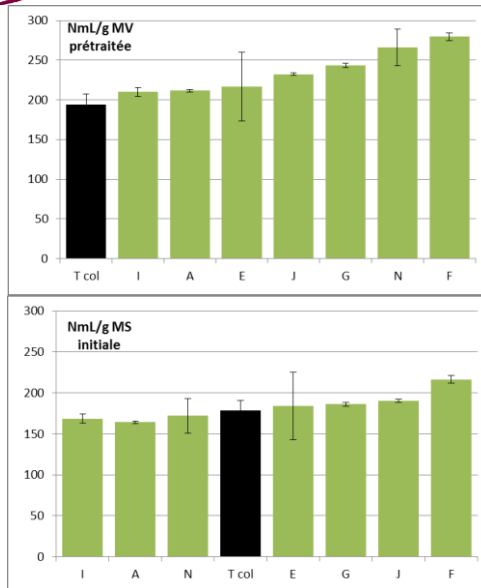
► Conditions de culture

- Paille : 20 g MS, *stérilisée et broyée à 4 mm*
- Quantité d'inoculum fongique standardisé
- **21 jours à 28°C**
- Rétention d'eau initiale 90%
- Flux d'air ascendant saturé en humidité (120 mL/min)
- Starter : **qté crible/8** soit 25 mg glucose/g MS et 2,5 mg de tartrate diammonium/g MS, considéré comme négligeable





BMP des pailles prétraitées en colonnes



- BMP de la matière organique finale
 - ⇒ Amélioration de la digestibilité par le prétraitement
 - ⇒ Jusqu'à **43% de plus** par rapport au témoin traité non inoculé (T col)

- BMP de la matière sèche initiale
 - ⇒ Moindre efficacité
 - ⇒ Jusqu'à **21% de plus** que T col
 - ⇒ Conditions de culture différente mais ordre de grandeur préservé

Nom de souche
E <i>Gloeophyllum trabeum</i>
N <i>Trametes lubaraskii</i>
F <i>Polyporus brumalis</i>
J <i>Leiotrametes sp.</i>
G <i>Trametes cingulata</i>
I <i>Trametes menziesii</i>
A <i>Trametes pavonia</i>



Conclusion

- Choix de la souche F (*P. brumalis*), peu performante en deep-well (lot 1=+ de starter), la plus performante en colonne
 - ⇒ Brevet déposé
- Etape 2 : optimisation des conditions de culture pour la souche F
 - ⇒ Réalisation d'un plan d'expérience en colonne: T°, durée, qté d'eau ajoutée initialement, métaux (avec ou sans)
 - ⇒ Culture en réacteur non stérile (400 g MS)
- Bonne amélioration du BMP par rapport à la MV prétraitée mais nécessité de prendre en compte les pertes de matière
- Amélioration de la cinétique de production du CH₄ ?
 - ⇒ A valider sur réacteurs voie sèche (1,5 kg brut)
 - ⇒ Ratio inoculum/substrat pour essai de méthanisation industrielle



Merci de votre attention



Projet soutenu par les pôles de compétitivité :

