



HAL
open science

Exploration de la biodiversité fongique pour la déconstruction de la biomasse lignocellulosique et la mise en oeuvre de nouvelles voies de biosynthèses pour la chimie verte

Anne Favel, Emmanuel Bertrand, David Navarro, Mariane Daou, Sacha Grisel, Mireille M. Haon, Christophe Boyer, Sabine Taussac, Sabine Genet, Chantal Parodi-Negri, et al.

► To cite this version:

Anne Favel, Emmanuel Bertrand, David Navarro, Mariane Daou, Sacha Grisel, et al.. Exploration de la biodiversité fongique pour la déconstruction de la biomasse lignocellulosique et la mise en oeuvre de nouvelles voies de biosynthèses pour la chimie verte. European Union and Sustainable Development: Challenges and Prospects, Oct 2016, Clermont-Ferrand, France. hal-02743316

HAL Id: hal-02743316

<https://hal.inrae.fr/hal-02743316v1>

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.

Exploration de la biodiversité fongique pour la déconstruction de la biomasse lignocellulosique et la mise en oeuvre de nouvelles voies de biosynthèses pour la chimie verte

Anne Favel¹, Emmanuel Bertrand^{*†1}, David Navarro¹, Marianne Daou¹, Sacha Grisel¹, Mireille Haon¹, Christophe Boyer¹, Sabine Taussac¹, Sabine Genet¹, Chantal Parodi¹, Annick Doan¹, Michel Delattre¹, Jean-Claude Sigoillot¹, Laurence Lesage-Meesen¹, Anne Lomascolo¹, Sana Raouche¹, Isabelle Gimbert¹, Marie-Noëlle Rosso¹, Jean-Guy Berrin¹, Eric Record¹, and Craig B. Faulds^{‡1}

¹UMR 1163 - INRA - Aix-Marseille-Université - Biodiversité et Biotechnologies Fongiques (UMR 1163 - BBF) – Institut National de la Recherche Agronomique - INRA (FRANCE), Aix-Marseille Université - AMU – Aix-Marseille Université - Luminy - 163 Avenue de Luminy Bat Polytech entrée B- case 901 - 13009 Marseille, France

Abstract

Les champignons filamenteux des Phylum Ascomycètes et Basidiomycètes offrent un vaste répertoire de gènes codant pour une grande combinaison de mécanismes enzymatiques impliqués dans la dégradation de la biomasse lignocellulosique. La collection du CIRM-CF (Centre International de Ressources Microbiennes – Champignons Filamenteux, plateforme AMU-INRA) hébergée au sein de l'UMR BBF (Biodiversité et Biotechnologies Fongiques) a été constituée au cours de campagnes de collecte en France métropolitaine et en outre-mer. Plus de 2000 souches présentant des activités de dégradation sélectives ou simultanées de la lignine et des polysaccharides y sont conservées [1].

Cette collection est le point de départ d'études comparatives de la diversité génomique fonctionnelle vis-à-vis de l'évolution adaptative des mécanismes de dégradation des lignocelluloses par les champignons filamenteux. Les différents modes de vie des champignons : pathogéniques, saprotrophes ou symbiotiques sont associés à des degrés de déconstruction des biomasses lignocellulosiques très contrastés. Les systèmes enzymatiques acquis pour décomposer ces polymères en molécules assimilables comme source de carbone par les différents types de champignons sont comparés par des approches génomiques et transcriptomiques. La réponse du champignon aux différents substrats représentatifs de biomasses modèles (Graminées, Bois tendre de Gymnospermes et bois dur d'Angiospermes est également évaluée par analyses transcriptomiques et sécrétomiques comparatives [2].

La récalcitrance de la biomasse aux attaques enzymatiques limite les performances industrielles. Elle est assimilable à une compréhension lacunaire de la relation entre la structure de la biomasse et les mécanismes catalytiques constitutifs des performances des cocktails

*Speaker

†Corresponding author: emmanuel.bertrand@univ-amu.fr

‡Corresponding author: craig.faulds@univ-amu.fr

enzymatiques actuels. Le criblage de la biodiversité fongique a permis l'identification de champignons capables de compléter efficacement le cocktail produit par *Trichoderma reesei* traditionnellement utilisé pour la déconstruction à l'échelle industrielle. Les corrélations entre données omiques et marqueurs de la récalcitrance permettent la sélection des hydrolases et oxydases les plus prometteuses. Une attention particulière est apportée aux nouvelles familles de CAZymes (Carbohydrate Active Enzymes) [3], aux protéines de fonction inconnues et aux LPMOs (Lytic Polysaccharide Monooxygenases). Ces LPMOs sont considérées comme une avancée majeure dans la compréhension des mécanismes de dégradation de la biomasse car leurs clivages oxydatifs des liaisons glycosidiques permettent une hydrolyse facilitée des régions récalcitrantes par les cellulases. L'usage d'approches complémentaires (biochimie, biophysique, cristallographie et biochimie inorganique) permet de démêler (ou décrypter) leurs fonctions et mécanismes d'action [4]. Les travaux entrepris trouvent leurs applications pour les biocarburants, la production de synthons précurseurs des bioplastiques, ainsi que la fonctionnalisation d'oligo- et de polysaccharides.

Les lignines contribuent également fortement à la récalcitrance de la biomasse lignocellulosique. L'identification et la caractérisation d'enzymes clés des champignons saprophytes capables de dégrader cette matrice, comme les laccases, peroxydases, les enzymes produisant du peroxyde d'hydrogène et de nouvelles enzymes de type déshydrogénase [5] provenant du décryptage de génomes nouvellement séquencés. D'autres enzymes, impliquées dans les voies de biotransformation spécifiques des composés aromatiques, ouvrent un large éventail de monomères et polymères pour la construction et la chimie verte. En particulier, la fonctionnalisation des lignines et fibres ligneuses permet la conception de bioadhésifs dans la conception de panneaux de bois agglomérés. De plus, la bioconversion de monomères aromatiques comme l'acide férulique ou l'acide sinapique et permet des applications dans le secteur des arômes, des antioxydants et de la bioremédiation.

Les enseignants chercheurs de l'UMR-BBF impliqués dans le master-2 international BIODEV (Chaire Unesco, partenariat avec 11 Universités internationales dont le Brésil) et la formation d'Ingénieurs de l'Ecole Polytech' Marseille forment les étudiants à ces recherches. L'expansion continue de notre connaissance des champignons filamenteux, de la biologie des systèmes, des enzymes et des voies métaboliques associées contribue à relever les défis sociétaux par le développement d'une bio-économie circulaire, à travers l'identification de nouvelles chaînes de valeur pour l'industrie, par la valorisation des matériaux récalcitrants ou des sous-produits et déchets issus des agro-industries et par la recherche d'alternatives aux processus les moins respectueux de l'environnement par des procédés biologiques ou bio-inspirés.

Références :

<https://www6.inra.fr/cirm/Champignons-Filamenteux>

Couturier M, Navarro D, Chevret D, Henrissat B, Piumi F, Ruiz-Dueñas FJ, Martinez AT, Grigoriev IV, Riley R, Lipzen A, Berrin JG, Master ER, Rosso MN. (2015) Enhanced degradation of softwood versus hardwood by the white-rot fungus *Pycnoporus coccineus*. *Biotechnol Biofuels* 8:216.

[3] Lombard V, Golaconda Ramulu H, Drula E, Coutinho PM, Henrissat B (2014) The Carbohydrate-active enzymes database (CAZy) in 2013. **Nucleic Acids Res** 42:D490–D495

Bennati-Granier, C., Garajova, S., Champion, C., Grisel, S., Haon, M., Zhou, S., Fanuel, M., Ropartz, D., Rogniaux, H., Gimbert, I., Record, E., Berrin, J.-G. (2015.) Substrate specificity and regioselectivity of fungal AA9 lytic polysaccharide monooxygenases secreted by *Podospora anserina*. *Biotechnology for Biofuels* 8:90

Mathieu Y, Piumi F, Valli R, Aramburu JC, Ferreira P, Faulds CB, Record E. (2016) Activities of Secreted Aryl Alcohol Quinone Oxidoreductases from *Pycnoporus cinnabari*

nus Provide Insights into Fungal Degradation of Plant Biomass. Appl Environ Microbiol. 82:2411-23.