



@Couleur-Pixabay

La récalcitrance de la lignine comme vous ne l'avez jamais vue



En savoir plus

Lambert E, Aguié-Béghin V, Dessaint D, Foulon L, Chabbert B, Paës G, Molinari M

Real time and quantitative imaging of lignocellulosic films hydrolysis by Atomic Force Microscopy reveals lignin recalcitrance at nanoscale.

Biomacromolecules . 2019

Valorisation

- Thèse d'Éléonore Lambert (soutenue en décembre 2018)

- Deux projets ANR (Lignoprogram et Funlock)

Contact

Gabriel Paës

UMR FARE

gabriel.paes@inrae.fr



Contexte

Afin d'optimiser la transformation de la biomasse lignocellulosique, les approches d'imagerie sont essentielles, et se déclinent à différentes échelles du mm au nm à travers les microscopies photonique, électronique et de force atomique. Ces outils sont utilisés en particulier pour comprendre la récalcitrance de la biomasse et le rôle joué par la lignine qui est reconnue comme un facteur limitant l'efficacité des bioprocédés. Jusqu'à présent, les images obtenues par la microscopie à force atomique (AFM) étaient caractérisées de façon essentiellement qualitative mais cela n'est pas suffisant pour mettre en exergue des différences fines au niveau de la nanostructure.

Résultats

Afin de mettre en place un protocole de suivi dynamique par AFM au cours de la déconstruction enzymatique de la lignocellulose, des films de polymères contenant de la cellulose et des teneurs variables en lignine ont été préparés. La présence de lignine se traduit par une efficacité moindre de l'hydrolyse enzymatique. Afin d'étudier l'impact de la lignine à l'échelle nanométrique, nous avons développé un système d'observation de ces films par AFM au cours de l'hydrolyse sur plusieurs heures. Nous avons observé des différences

d'arrangement de la lignine, sous forme de nodules et de plaques, en fonction de sa concentration et comment ces structures évoluaient au cours de l'hydrolyse. Nous sommes surtout parvenus à quantifier l'évolution structurale de la surface des films grâce au développement d'un nouveau marqueur : l'indice relatif de déconstruction, qui s'avère plus pertinent que les mesures de topographie réalisées classiquement. Grâce à cet indice, nous avons mis en évidence que c'est la distribution de la lignine à l'échelle des polymères et non pas seulement sa teneur globale qui explique la récalcitrance à l'hydrolyse. Ce résultat permet d'établir pour la première fois de façon quantitative et à l'échelle nanométrique par AFM l'effet limitant de structures riches en lignine sur l'action des enzymes.

Perspectives

Nous étudierons de façon dynamique et quantitative la déconstruction sur des échantillons de lignocellulose de complexité structurale nettement plus élevée issus du bois. Comme cette approche est déjà maîtrisée à l'échelle cellulaire, nous disposerons à terme de moyens d'observations multi-échelle (de l'échelle cellulaire à l'échelle polymérique) de la dynamique de l'action enzymatique.