

Communiqué de presse – 03 décembre 2024

Bioéthanol : optimiser le prétraitement du bois pour une production rentable

Différents procédés complexes permettent de libérer les sucres contenus dans le bois, qui servent notamment à la production de bioéthanol de seconde génération. Des scientifiques d'INRAE, de l'université Reims-Champagne-Ardenne et de la société Européenne de Biomasse ont déterminé des zones de compromis technologiques (température et durée de prétraitement) permettant de valoriser les résidus de chêne et de peuplier tout en minimisant l'investissement économique. Des résultats publiés le 30 novembre dans la revue *Applied Energy*.

Les résidus de bois représentent une ressource renouvelable pour l'obtention de biomatériaux ou biomolécules d'intérêt qui peuvent servir à la fabrication de nombreux produits comme des carburants, des solvants, des tensioactifs, etc. Cette biomasse résiduelle a pour avantage de ne pas entrer en compétition avec l'alimentation humaine ou animale. Mais la structure complexe du bois, riche en cellulose, en hémicellulose¹, et en lignine rend difficile sa déconstruction par des catalyseurs enzymatiques pour accéder aux molécules d'intérêt et requiert donc une étape de prétraitement.

Le prétraitement par explosion à la vapeur

L'explosion à la vapeur consiste à chauffer l'échantillon de bois après une imprégnation préalable à l'eau, suivie d'une détente rapide de la pression qui déstructure la matière. Cette méthode de prétraitement transforme le bois en une forme fibreuse aérée. Le bois prétraité peut ensuite être mis en forme pour fabriquer des granulés destinés au chauffage (marché actuel de la société Européenne de Biomasse) ou être fractionné pour libérer du sucre (molécules de glucose), qui peut servir à la production d'éthanol par exemple.

Le prétraitement par explosion à la vapeur a déjà prouvé son efficacité dans différents secteurs industriels mais reste très coûteuse pour la production de bioéthanol de seconde génération : elle représente 30 à 50 % des coûts en équipements sur l'ensemble du procédé de fabrication de bioéthanol et 20 à 25 % des coûts opérationnels.

En partant de cette problématique, des scientifiques d'INRAE, de l'université de Reims-Champagne-Ardenne et de l'entreprise Européenne de Biomasse ont eu pour objectif de maximiser la production d'éthanol tout en limitant le coût du prétraitement.

Pour effectuer des tests avec 3 essences de bois (chêne, peuplier et épicéa), les scientifiques se sont approvisionnés directement auprès de l'usine d'Européenne de Biomasse, située dans le Grand Est, qui récupère les résidus de bois dans des forêts de la région pour la fabrication de granulés pour le chauffage. Les copeaux de bois collectés ont été

¹ Substance glucidique contenue dans les parois cellulaires végétales et du bois.

prétraités par explosion à la vapeur en explorant différentes conditions de température et de durée (10 conditions contrastées).

Les résultats obtenus ont permis de déterminer les conditions optimales de prétraitement pour les 3 espèces de bois et mettent en avant que la production d'éthanol augmente avec la sévérité du prétraitement jusqu'à des conditions de sévérité moyenne puis devient stable, démontrant que les conditions les plus drastiques ne sont pas les plus pertinentes à appliquer. À partir de ces données et en prenant en compte les gammes de rendement propres du procédé d'explosion à la vapeur exploité par Européenne de Biomasse, les scientifiques ont réussi à établir des scénarios uniquement pour le chêne et le peuplier afin d'optimiser l'étape de prétraitement et maximiser ainsi la production de bioéthanol, tout en étant viable économiquement.

Optimiser le rendement en bioéthanol pour le chêne et le peuplier

Les paramètres de sélection des essences ont été fixés par une limite inférieure pour le rendement en bioéthanol à 85 % de la valeur optimale et une limite supérieure pour l'investissement économique à +25 % par rapport au prétraitement le moins intense.

Le meilleur compromis pour le chêne correspond à environ 15 min de prétraitement à 198 °C, avec un rendement en bioéthanol de 129 mg/g de matière sèche pour une augmentation de 22% de l'investissement économique. Pour le peuplier, il correspond à environ 10 min de prétraitement à 205 °C avec un rendement de 111 mg/g de matière sèche et une augmentation de 16 % de l'investissement. Par rapport aux rendements optimaux calculés sans aucun critère économique, cela représente une diminution très modérée de respectivement 9 % et 4 % pour le chêne et le peuplier tandis que les coûts de prétraitement sont réduits de 25 à 50 %.

Cette étude montre la possibilité d'une optimisation du prétraitement et de la conversion de la biomasse végétale adaptée aux conditions industrielles d'une entreprise au niveau des critères d'investissement matériel et opérationnel, à travers l'exemple du bioéthanol. Cette méthode pourrait donc être facilement transférée à la production d'autres produits d'intérêts dérivés du glucose comme des bioplastiques ou des biosolvants.

Les États membres de l'Union européenne ont fixé la part d'énergies renouvelables qui devra être utilisée d'ici 2030 à 42,5 %, avec dans le secteur des transports une part de 5,5 % pour les biocarburants avancés, le biogaz et les carburants renouvelables d'origine non biologique.

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/70/renewable-energy>

Référence

Audibert E., Floret J., Quintero. et al. (2024). Determination of trade-offs between 2G bioethanol production yields and pretreatment costs for industrially steam exploded woody biomass. *Applied Energy*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.125028>

Contacts scientifiques :

Gabriel Paës - gabriel.paes@inrae.fr

Caroline Rémond - caroline.remond@univ-reims.fr

Unité mixte de recherche Fractionnement des agroressources et environnement

Département scientifique Sciences pour l'ingénierie des aliments, des produits biosourcés et des résidus de l'activité humaine (TRANSFORM)

Centre INRAE Grand Est-Nancy

Contact presse :

Service Médias et opinion INRAE : 01 42 75 91 86 – presse@inrae.fr

INRAE, l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, est un acteur majeur de la recherche et de l'innovation. L'institut rassemble une communauté de 12 000 personnes, avec 272 unités de recherche, de service et d'expérimentation implantées dans 18 centres sur toute la France.

Institut de recherche finalisée, il se positionne parmi les tout premiers organismes de recherche au monde en sciences agricoles et alimentaires, en sciences du végétal et de l'animal, et en écologie-environnement. Il est le premier organisme de recherche mondial spécialisé sur l'ensemble « agriculture-alimentation-environnement ». INRAE a pour ambition d'être un acteur clé des transitions nécessaires pour répondre aux grands enjeux mondiaux.

Face à l'augmentation de la population et au défi de la sécurité alimentaire, au dérèglement climatique, à la raréfaction des ressources et au déclin de la biodiversité, l'institut a un rôle majeur pour construire des solutions et accompagner la nécessaire accélération des transitions agricoles, alimentaires et environnementales.

la science pour la vie, l'humain, la terre

Rejoignez-nous sur :



www.inrae/presse