



Evaluation de la réactivité enzymatique de la biomasse par imagerie proche-infrarouge

La transformation de la biomasse en bioéthanol par hydrolyse offre une solution prometteuse face à la croissante demande d'énergie renouvelable. Néanmoins, la présence d'inhibiteurs peut diminuer la réactivité des enzymes responsables de l'hydrolyse, compromettant ainsi le rendement. Par conséquent, afin d'optimiser ce procédé, une évaluation de la réactivité enzymatique au sein de la biomasse est nécessaire. Cette démarche permet de sélectionner des biomasses présentant une activité enzymatique optimale, renforçant ainsi la qualité et l'efficacité du processus de production de bioéthanol.

Objectif : Classification de pastilles de biomasse en fonction de leur réactivité enzymatique

Cette étude rentre dans le cadre d'une collaboration entre Indatech et IFP Energies nouvelles (IFPEN, France).

Son objectif consiste à classer des pastilles de biomasse issues de diverses sources telles que des pailles, du peuplier, etc., en fonction de leur réactivité à l'hydrolyse, qu'elle soit standard ou faible.

En effet, la structure de certaines biomasses et la présence d'inhibiteurs peuvent entraver le processus d'hydrolyse, limitant ainsi la production de bioéthanol.

L'utilisation de l'imagerie hyperspectrale dans le proche infrarouge (NIR-CI) présente l'avantage de réaliser des mesures simultanées sur plusieurs échantillons tout en permettant la création d'une cartographie détaillée de chaque échantillon.

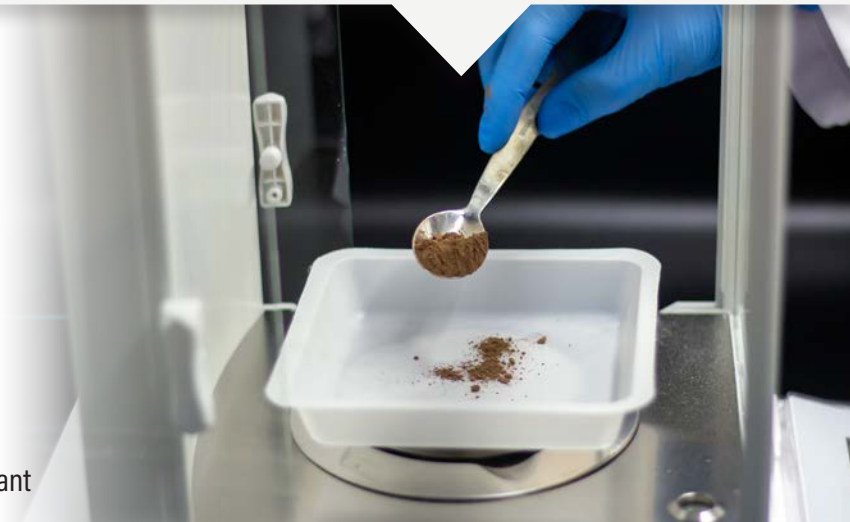
HypeReal : la solution d'analyse at-line des paramètres critiques

INDATECH propose une solution d'inspection unique capable d'analyser une grande variété d'échantillons solides, grâce à des mesures répétables sans contact effectuées par le dessous de l'échantillon.

La technologie HypeReal est l'outil idéal pour des analyses rapides et non destructives des poudres en laboratoire.

Cet équipement spectroscopique peut être utilisé pour :

- Caractériser les mélanges de poudres
- Quantifier la composition chimique d'échantillons solides
- Qualifier des aspects physiques tels que l'homogénéité et la dispersion de contaminants dans l'échantillon



Mesure de la biomasse : comment ?

Les analyses ont été effectuées au moyen de notre spectromètre HypeReal, doté d'une gamme spectrale s'étendant de 935 à 1720 nm, d'une résolution spectrale de 8 nm, et d'une résolution spatiale de 300 µm/pixel. Chaque ligne de mesure comprend au total 640 pixels.

Pour ces analyses, les pastilles de biomasse ont été mesurées par-dessous à l'aide d'une caméra hyperspectrale mobile, en utilisant une plaque en quartz comme support pour les échantillons.

Cette approche permet une mesure reproductible à une distance fixe et une surface d'échantillon plane. Les paramètres d'acquisition ont été ajustés à un temps d'intégration de 9 s et une fréquence de 25 images par seconde. Un standard de réflectance à 99%, intégré dans la plaque de quartz, a été utilisé comme référence IO pour le calcul de l'absorbance.

Résultat et discussion

L'analyse des données a été réalisée au moyen du logiciel intégré «Breeze» de l'HypeReal, ainsi que de PLS_Toolbox 9.1 fourni par Eigenvector Research, Inc.

Un ensemble de 31 échantillons a été mesuré à l'aide de l'HypeReal dans le but de classifier la réactivité enzymatique de la biomasse (Standard/Faible). 22 échantillons ont été employés pour créer un modèle de classification PLS-DA (*Partial Least Squares-Discriminant Analysis*), tandis que les 9 échantillons restants ont été réservés pour valider la robustesse du modèle construit.

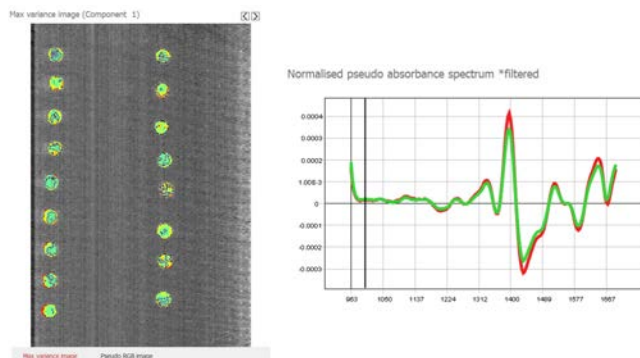


Figure 1 :

Image des échantillons de calibration sur le logiciel Breeze, avec les spectres moyens prétraités (dérivation SG + normalisation SNV) de quelques pixels sélectionnés (en rouge pour les échantillons à réactivité enzymatique faible, en vert pour ceux à réactivité standard)

La moyenne des pixels par image d'échantillon a été calculée et utilisée dans le développement du modèle PLS-DA.

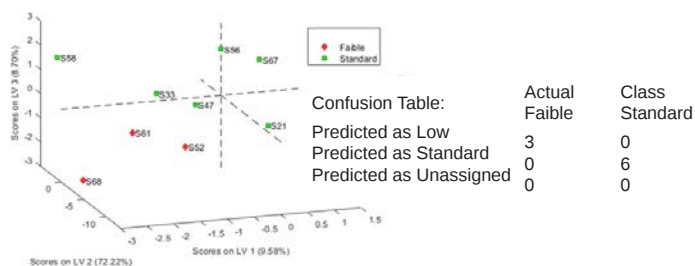


Figure 2 :

Résultats de la prédiction du set de validation par le modèle PLS-DA en utilisant PLS_Toolbox sur Matlab



Nos équipes INDATECH
seront ravis de répondre à vos questions
par téléphone +33 4 80 78 01 40

L'ensemble du set de validation a bien été prédit par le modèle de classification PLS-DA. Ce modèle a ensuite été utilisé pour prédire chaque pixel des images d'échantillons.

	Standard
	Faible
	Standard
	Faible
	Standard
	Standard

Figure 3 :

Prédiction des images de quelques échantillons du set de validation sur le logiciel Breeze

La prédiction de l'ensemble de l'image offre des informations détaillées sur la composition des pastilles de biomasse. L'imagerie hyperspectrale fournit des données supplémentaires en identifiant les emplacements contenant des inhibiteurs dans l'échantillon, représentés par des pixels rouges. Ainsi, l'utilisation de grandes quantités de biomasse en poudre devient envisageable, ce qui permet d'accélérer le procédé. Cette approche permet également un tri plus rapide des matières premières contenant des inhibiteurs avant leur transformation en bioéthanol.

Avantages du spectromètre HypeReal

- Inspections rapides et précises des mélanges solides accessibles même pour un personnel non spécialisé
- Mise à disposition de plateaux dédiés aux échantillons avec intégration d'une référence
- Utilisation du logiciel ergonomique Breeze permettant l'acquisition, l'analyse et la génération de rapports
- Caractérisation physico-chimique des produits solides grâce à l'imagerie hyperspectrale

