



## MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

### SEMAINE 3 : Extrusion bi-vis : quelques exemples d'application

**Auteur : Virginie VANDENBOSSCHE**

Je vais maintenant vous présenter la mise en œuvre de la technologie d'extrusion bi-vis telle que nous la pratiquons au Laboratoire de Chimie industrielle sur les agroressources. L'extrudeur bis-vis exerce sur la matière des actions thermomécaniques ainsi que des actions chimiques. Une action thermomécanique croissante signifie une augmentation de l'énergie mécanique spécifique et/ou une augmentation de la température. Quant à l'action chimique, elle croît en fonction du taux de réactifs ou d'enzymes s'il s'agit d'une action biochimique. En fonction des actions thermomécaniques et chimiques appliquées, nous pouvons distinguer quatre types d'application : l'expression, l'extraction, la plastification et la déstructuration.

L'expression va concerner une action essentiellement mécanique voire thermique. Il s'agit principalement de récupérer un filtrat par **simple pressage**. Un des exemples d'application est l'expression de fraction lipidique, notamment pour la production d'huile à partir de graines de tournesol, colza, lin, ou neem.

Une action thermomécanique modérée accompagnée par l'utilisation de réactifs chimiques permet d'envisager des applications de type **extraction**, et ainsi réaliser le fractionnement des agroressources. On pourra, en fonction des réactifs utilisés, effectuer l'extraction des **polysaccharides pariétaux non celluloses** (tel que : Pectines et hémicelluloses) un exemple est notamment l'extraction des xylanes et arabinoxylanes de blé. L'extraction de **protéines** est également aisée avec ce type de procédé comme par exemple pour le tourteau de tournesol ou la luzerne. Des minoritaires tels que les **métabolites secondaires** comme les polyphénols ou les **extraits aromatiques** pourront également être récupérés par ce type de procédé. Une augmentation de l'énergie mécanique et de la température permet d'agir sur l'organisation des biopolymères présents et conduire à la plastification de certains biopolymères. Ce type de transformation permet ainsi pour des matières végétales riches en biopolymères thermoplastiques la production de granulats qui serviront de matière première pour la production de produits bioplastiques.

Dans le cas d'action chimique et thermomécanique relativement intenses, la technologie d'extrusion bi-vis peut être utilisée pour déstructurer les matières végétales. Elle permet de défibrer la matière, c'est-à-dire d'ouvrir les fibres en agissant sur l'organisation des biopolymères présents. Cette application met en jeu des actions de contraintes mécaniques, thermiques, chimiques et voire même biocatalytique. Selon l'intensité de chaque action et le



## MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

type de matière végétale, il permettra la production de fibres d'intérêt pour la fabrication de panneaux de fibre. La production de pâte papetière ou dans le cas d'une déstructuration plus poussée, l'hydrolyse les parois cellulosiques. Dans ce dernier cas, la déstructuration peut être menée successivement par prétraitement chimique et catalyses enzymatiques initié directement dans l'extrudeur.

En résumé, dans le cas d'une même matière comme ici avec la paille, différents types d'application pourront être obtenus. Si l'on force l'action thermomécanique, on va tendre vers un défibrage des fibres qui pourront trouver des valorisations dans le domaine des panneaux de fibres thermopressés. Inversement une intensification de l'action chimique conduira à une déstructuration de l'édifice lignocellulosique permettant d'envisager la production d'éthanol à partir de lignocellulose. Cette application pourra être renforcée comme nous l'avons vu par une action biocatalytiques initiée directement dans l'extrudeur.

La combinaison d'action thermomécanique et chimique intense pourra également conduire à la production d'extrait de type xylanique par exemple.

Maintenant que nous avons vu les principaux types d'applications de la technologie bi-vis dans le cas des agroressources, je vais vous parler des étapes clés à mettre en place lorsque l'on souhaite l'utiliser.

Tout d'abord il est nécessaire de définir la configuration de l'extrudeur incluant la position des entrées liquides et solides, et l'utilisation de module filtrant si besoin. Ensuite on définit le profil de vis en fonction des opérations unitaires souhaitées. Une première série d'essais pourra permettre de définir les limites du domaine de fonctionnement stable de l'appareil. Un mauvais choix de paramètres pourra notamment entraîner l'engorgement de l'appareil avec une remontée liquide au niveau des modules ouverts ou l'absence de formation de bouchon dynamique induisant l'absence de filtration ou encore le blocage de l'extrudeur dans le cas de taux de remplissage de l'appareil trop élevé ou de bouchon dynamique trop dur au niveau des zones de contraintes conduisant alors à l'arrêt du moteur.

Une fois les limites du domaine trouvé, l'élaboration d'un plan d'expérience est souvent utile pour définir l'influence des différents paramètres ainsi que les conditions opératoires optimales. Les paramètres variables sont nombreux, dont voici quelques exemples : le profil de vis, la température, la vitesse de vis, les débits d'alimentation solide et liquide, les concentrations en réactif... Les paramètres de réponse sont également nombreux et seront fonction de l'objectif de la manipulation. Ils pourront par exemple concerner le taux d'extraction, la composition de l'extrudat ou du filtrat, ou le temps de séjour dans l'extrudeur...



## MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

Une fois le plan défini et les essais réalisés, l'analyse des réponses permettra de comprendre l'influence des différents facteurs et permettra d'orienter les essais vers un optimum.

La technologie bi-vis étant disponible à plusieurs échelles. Au sein du LCA nous disposons notamment de 4 extrudeurs bi-vis permettant d'atteindre des débits d'alimentation allant de quelques kilos à quelques centaines de kilos.

Le procédé mis au point à petite échelle pourra être transféré à des installations pilotes pour envisager ensuite une industrialisation.