



MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

Semaine 2 : De la ressource aux usages : méthodologie de fractionnement

Auteur : Laure CANDY

Bonjour. Je suis **Laure CANDY**, Ingénieure de Recherche au **CRT CATAR** qui est le Centre de transfert et de traitement des Agroressources adossé au Laboratoire de Chimie Agro-industrielle.

Dans le cadre de cette semaine 2, je vais vous présenter **notre méthodologie du fractionnement de la biomasse**.

Comme vous l'avez déjà vu dans les grains précédents, la biomasse est une matrice complexe. Son **fractionnement** consiste en la **séparation de ses principaux constituants** dans le but de proposer des fractions moléculaires, plus fréquemment dénommées **bioproduits**. Plus précisément, ce fractionnement correspond à l'ensemble des **procédés de transformation** permettant d'obtenir des **coupes moléculaires** ou des **assemblages macromoléculaires, homogènes** du point de vue de leurs propriétés chimiques ou physicochimiques. Ces bioproduits peuvent alors être utilisés dans de nombreux **champs applicatifs** en fonction de leurs propriétés.

Cette **transition** de la biomasse vers les bioproduits est assurée par une réflexion préalable permettant de choisir une succession pertinente **d'opérations unitaires** parmi les nombreux procédés envisageables.

Ce choix passe par la **connaissance de la biomasse** c'est-à-dire par son analyse et sa caractérisation physico-chimique.


Il passe aussi par la mise **au point des techniques de fractionnement et de transformation que ce soit de la préparation de la matière, de l'extraction de cette dernière ou du post-traitement des fractions obtenues**.

L'ensemble de ces techniques sera choisi sans oublier que la matière végétale est un **assemblage de molécules chimiques** qui conserve donc une **réactivité potentielle** dans les conditions de travail fixées.

Les différents choix devront aussi dépendre **d'indices environnementaux** en s'attachant à minimiser les impacts sur l'homme et l'environnement.

Revenons maintenant sur le **tryptique Biomasse / Procédés / Bioproduits**. Lorsqu'on parle de biomasse, il s'agit tout autant de la **multiplicité naturelle** de végétaux directement issus de l'agriculture et de la forêt que des **co-produits** qui sont générés lors de leurs transformations industrielles. Par exemple, l'exploitation de la forêt pour la production de bois génère des co-produits tels que les écorces, les souches ou les feuilles.

Ces biomasses sont considérées comme des **assemblages complexes de molécules**. La **caractérisation de la ressource** est donc la première étape à envisager dans tout schéma de fractionnement. Cette acquisition de connaissances concerne :

 la morphologie



MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

- la composition chimique
- la localisation cellulaire
- la structure chimique
- les associations moléculaires
- et les propriétés physicochimiques.

La **morphologie** de la biomasse correspond à l'**état macroscopique** sous lequel elle se présente. Ce qui peut renfermer bon nombre d'organes végétaux. Par exemple, la biomasse peut être un épi, une graine, un tubercule mais aussi une tige, une écorce ou une fleur.

La **composition chimique** est bien évidemment primordiale. Je vous rappelle ici les grandes familles de molécules présentes dans la biomasse. Nous retiendrons les notions de fractions structurales, fractions de réserve et métabolites secondaires.

Leur **quantification** préliminaire nécessite la mise en œuvre de plusieurs **méthodes analytiques**.

Ces méthodes peuvent être **normées** comme par exemple pour la détermination de la teneur en minéraux.

Il existe aussi des méthodes d'analyses **séquencées** pour l'évaluation des teneurs en familles principales de molécules telles que les protéines, lipides ou composés structuraux.

Enfin, il est aussi fréquemment nécessaire de **développer de nouvelles méthodes analytiques** pour le dosage quantitatif d'une molécule spécifique, présente dans une matrice complexe. Ces **molécules bioactives**, présentes la plupart du temps, en faibles quantités, possèdent un potentiel applicatif important. Par exemple, le dosage de molécules bien connues telle que la vanilline et ses dérivés fait encore l'objet de développements analytiques.

Il est intéressant de noter ici, que l'évaluation de la composition chimique de la biomasse utilise déjà, en soi, une **méthodologie de fractionnement** à une échelle analytique et qu'elle a souvent inspiré un transfert et une adaptation de ces méthodes à des échelles supérieures.

A une **échelle microscopique**, la **localisation** des molécules dans la cellule végétale est aussi un paramètre à considérer. La **cellule** est une structure complexe organisée en compartiments qui contiennent les différents organites. On distinguera principalement la vacuole et les autres organites constituant le cytoplasme. Ils sont entourés par une membrane plasmique et par des parois primaires et éventuellement secondaires.

Les molécules constitutives de la biomasse ont un **squelette hydrocarboné commun** formé d'atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote (CHON). Par exemple, le motif chimique constitutif d'un hydrate de carbone est $C_n (H_2O)_n$.

Par contre, cette identité moléculaire varie d'un point de vue des fonctionnalités chimiques rencontrées et des masses molaires.

Ainsi, il est possible de distinguer les **monomères**, des **oligomères** et des **polymères**.



MOOC AGRORESSOURCES ET AGRO-INDUSTRIES DURABLES

Pour les monomères, il est possible de citer à titre d'exemples, les monosaccharides, les triglycérides ou quelques métabolites secondaires tels que les acides phénoliques.

Parmi les principaux polymères, nous trouvons la **cellulose** et les **protéines**. Par exemple, la cellulose est un homopolymère linéaire composé de monomères D-anhydroglucopyranoses reliés entre eux par des liaisons glycosidiques β -(1 \rightarrow 4).

Du point de vue de la diversité de **fonctions chimiques** présentes dans la biomasse, cette dernière comprend tous les types de fonctions découlant de la structure moléculaire CHON. Nous pouvons citer principalement les fonctions ester, alcool, amine, acide carboxylique ou phénol.

Ces fonctions chimiques sont source d'une **réactivité intermoléculaire** qui conduit à des édifices supramoléculaires complexes via la formation de **liaisons chimiques covalentes** mais aussi via la présence de **liaisons faibles** telles que les liaisons hydrogène.

De l'ensemble de ces caractéristiques découlent les **propriétés physicochimiques** dont :

- la solubilité
- le caractère acido-basique
- le comportement rhéologique c'est à dire les propriétés d'écoulement sous l'effet d'une contrainte
- ou les propriétés thermiques et mécaniques.

Ces propriétés sont directement exploitables dans la mise au point du schéma de fractionnement pour conduire aux bioproduits visés. Par exemple, une matière thermosensible devra être traitée avec précaution par rapport au paramètre température.

La réflexion pour la construction du schéma de fractionnement peut être liée uniquement à la valorisation de la biomasse choisie mais elle est le plus souvent corrélée à un **développement de nouveaux bioproduits**. Et qui dit produits dit applications potentielles.

Il est donc courant que les cibles de fractionnement soient caractérisées par un **cahier des charges** précis avec des notions de « pureté et de qualité produits » ainsi que l'obtention de propriétés applicatives prédéfinies.

Rentrent aussi en jeu des **notions économiques** pour la minimisation des coûts ou l'intensification de la production. Enfin, les schémas sont développés dans un souci de respect maximal des **critères environnementaux**.