

**Préparation de nanocristaux d'amidon par voie enzymatique et l'action du CO<sub>2</sub> liquéfié à partir des coproduits de transformation de pomme de terre pour la synthèse de matériaux verts et biosourcés.**

**Feu Khaled Belkacemi, Safia Hamoudi et équipe de recherche**

Département de Sols et Génie Agroalimentaire

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Université Laval

Le secteur de la pomme de terre génère des coproduits provenant du marché frais (tubercules hors calibre, verts, déformés, déclassés) ainsi que des coproduits provenant de l'industrie de transformation alimentaire. Au Québec, la gestion de telles matières organiques est obligatoire et passe par leur valorisation puisque l'enfouissement des matières organiques sera banni dès 2025. Ces résidus de pommes de terre sont caractérisés par leur richesse en amidon qu'il faut exploiter. De nos jours, avec l'accroissement et la généralisation des concepts de développement durable, le marché des biopolymères issus de ressources renouvelables est une réalité. Cependant, les performances des biopolymères sont souvent inférieures à celles des polymères issus de produits pétroliers. Afin de pallier cet inconvénient, le renforcement des biopolymères par l'incorporation de nanorenforts tels que les nanocristaux d'amidon (NCA) est une option judicieuse et écoresponsable. En effet, de tels nanorenforts biosourcés permettraient de préserver le caractère biodégradable de la matrice des biopolymères tout en la renforçant et lui octroyant des propriétés mécaniques et rhéologiques comparables à celles des pétro-polymères.

C'est autour de cette problématique que le regretté professeur Khaled Belkacemi a présenté un projet innovateur pour lequel un financement lui a été accordé dans le cadre du programme Innov'Action du MAPAQ. Grâce à ce projet qui a été par la suite conduit par la professeure Safia Hamoudi et son équipe de recherche, un procédé innovant et respectueux de l'environnement pour la valorisation des coproduits de pommes de terre en nanocristaux d'amidon (NCA) a été développé.

Ce procédé se décline en trois étapes, à savoir un prétraitement avec du CO<sub>2</sub> liquéfié, une hydrolyse enzymatique et une recristallisation dirigée (voir le schéma). Le prétraitement au CO<sub>2</sub> liquide est une technique verte permettant « l'explosion » ou la déstructuration de l'amidon brut le rendant propice à l'hydrolyse enzymatique. Le CO<sub>2</sub> maintenu à l'état liquide ou supercritique sous des conditions spécifiques de pression et de température présente plusieurs avantages liés à sa non-toxicité et surtout à sa capacité de pénétrer facilement dans les micropores de l'amidon mis en contact avec ce fluide dans un réacteur de CO<sub>2</sub> supercritique. Une détente rapide opérée

dans ce réacteur provoque la déstructuration de l'amidon préalablement imprégnée. L'amidon ainsi déstructuré est par la suite soumis à l'action hydrolytique d'enzymes spécifiques sous des conditions opératoires douces optimisées. Des rendements d'hydrolyse appréciables ont été obtenus en un temps de réaction court. La recristallisation de l'amidon hydrolysé a permis d'obtenir des NCA sphériques stables de taille homogène de l'ordre de 80 nanomètres (milliardièmes de mètre) de diamètre, alors que les particules d'amidon brut ont une taille de 10 à 100 micromètres (millionièmes de mètre). En raison de leur taille, généralement, les nanoparticules tels que les NCA développent des surfaces très importantes. De ce fait, leur incorporation dans les matrices polymères peut se faire à travers une grande surface de contact conduisant ainsi à des nanocomposites aux propriétés exceptionnelles uniques par rapport aux composites conventionnels. Par ailleurs, les NCA sont traditionnellement obtenus par un procédé basé sur un traitement chimique d'hydrolyse acide qui présente plusieurs inconvénients tels que l'utilisation d'acides forts toxiques, la lenteur et l'hétérogénéité dans la taille des NCA obtenus.

Les différents résultats obtenus dans le cadre de ce projet démontrent qu'il est possible de produire des nanocristaux d'amidon à partir de coproduits de pomme de terre. Ceci représente une voie de valorisation écocompatible viable pour les producteurs et les transformateurs de pommes de terre surtout dans un contexte où l'enfouissement de tels produits sera prohibé au Québec dans les prochaines années. Les résultats du projet offrent aussi une opportunité pour les industriels œuvrant dans le domaine des matériaux biosourcés de développer des composites polymères intégrant des nanocristaux d'amidon leur conférant des propriétés mécaniques intéressantes sans nuire à leur biodégradabilité.

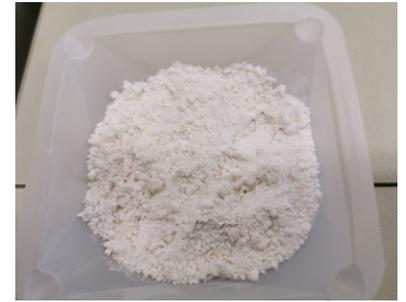
*Voir schéma plus bas.*

# Schéma global du procédé développé dans le cadre du projet

1<sup>ère</sup> étape



**Coproduits de pommes de terre**



**Amidon brut**

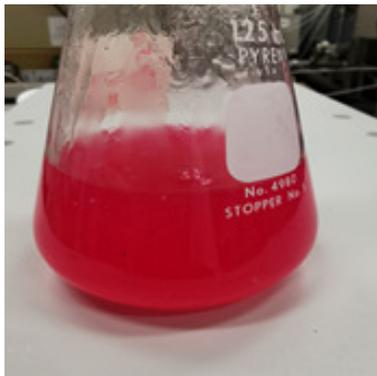
Extrait par une série d'opérations : lavage, épluchage, broyage humide, filtration (ou centrifugation) et séchage;

2<sup>e</sup> étape



**Traitement au CO<sub>2</sub> liquide**

3<sup>e</sup> étape



**Hydrolyse enzymatique**

4<sup>e</sup> étape



**Nanocristaux d'amidon après recristallisation**