

I.1. Introduction :

De nos jours le plastique est présent dans la vie de chaque individu. Regardez autour de vous et faites une liste de toutes les choses qui sont faites ou contiennent du plastique. Les bouteilles d'eau, emballages, vaisselle, et même les ordinateurs contiennent du plastique.

L'utilisation des ressources renouvelables (ressources provenant de la biomasse) dans les matériaux composites devient de plus en plus fréquente de nos jours.

On assiste à une forte demande des marchés pour des produits plus respectueux de l'environnement. C'est ainsi que des recherches sont menées dans plusieurs parties du monde.

Des fonds colossaux sont débloqués dans ce sens pour satisfaire la demande. Des matériaux aux appellations diverses (bio composite, biodégradable, biocompatible etc.) ont ainsi vu le jour.

L'importance économique des matériaux composites est maintenant notoire et les Prévisions laissent à penser que celle-ci sera en augmentation constante dans les années qui Viennent.

Une grande diversité de fabrication est concernée, depuis les produits composites dits « à grande diffusion » jusqu'aux composants aérospatiaux à hautes performances mécaniques et thermomécaniques. [2]

I.2.a Les Polymères

Les polymères issus des ressources renouvelables peuvent être classés en trois catégories :

- les polymères naturels ;
- les polymères d'origine bactérienne ;
- les polymères d'origines chimiques ou synthétiques.

I.2.b. Les polymères naturels :

Cette famille de polymères est composée de trois sous familles : les polysaccharides (Amidon, chitosane, etc.), les protéines (soja, caféine, etc.) et les élastomères hydrocarbonés (Caoutchouc naturel).

Polysaccharides : C'est la famille la plus répandue et la plus utilisée dans les matériaux de type renouvelable. On peut citer la cellulose, l'amidon, etc.

I.2.c. Les polymères synthétiques

Ces polymères peuvent être considérés pour certains comme des biopolymères. Ils sont tous obtenus par voie fermentaire. Ils sont caractérisés par la présence du groupe carboxylate d'ester dans le monomère. Leur synthèse est réalisée par des réactions de polycondensation entre les diacides et les diols ou par polymérisation avec ouverture du cycle de la lactone ou de l'anhydrocarboxylate. On y retrouve des polymères de la classe des poly α -hydroxy acide des poly ω -hydroxyalkanoates et des poly (alkylène dicarboxylate). [3]

I.3. Les biopolymères

Les polymères qui intéressent l'industrie des matériaux composites sont ceux qui se dégradent en quelques années et présentent des performances mécaniques suffisantes pour des pièces techniques, puisqu'ils jouent le rôle de matrice dans la plupart des cas.

Les biopolymères sont obtenus à partir de polymères naturels (biodégradables), de polymères synthétiques susceptibles d'être attaqués par des micro-organismes, ou d'un mélange des deux familles.

L'origine des biopolymère peut différer et appartient à l'une des classes suivantes :

- végétale : amidon, cellulose, lignine, protéines végétales (zéine, gluten, et.)
- animale : chitine, chitosane, protéines animales (par exemple : gélatine, caséine, et.)
- microbienne : issus de la sécrétion de matières premières naturelles (tel le glucose, le sucrose d'acides gras) par des micro-organismes (bactéries) ;
- chimique (polymérisation ou synthétique) : polymérisation d'entités biologiques provenant de la fermentation de sucres (de betterave, de pomme de terre) tels que l'acide lactique pour donner le poly (acide lactique) PLLA, selon **Lorsk (1998) [4]**

Cycle de vie d'un biopolymère est exprimé dans la (figure I.1).

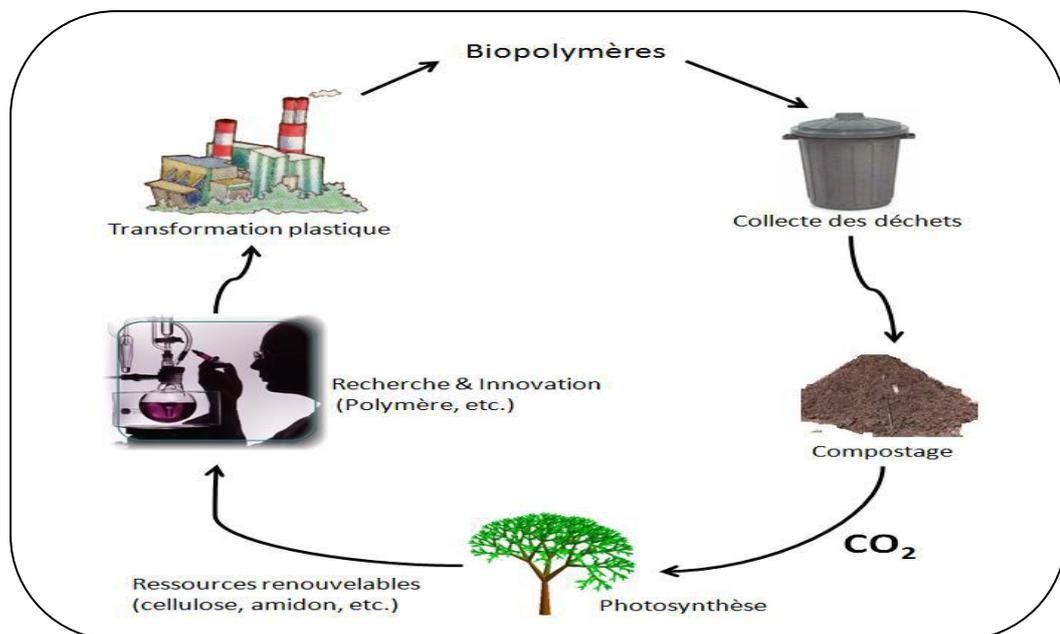


Figure I.1 : Cycle de vie d'un biopolymère

I.4.a La biodégradation

La biodégradation correspond à la destruction d'un produit par des agents biologiques. Etant donné que la biodégradabilité peut s'effectuer n'importe où (sol, eau, milieu de compostage ou de décharge), un consensus s'est dégagé autour de la notion d'impact sur l'environnement. C'est ainsi que la définition suivante a été adoptée : La biodégradation

correspond à la défragmentation, par l'action de micro-organismes, avec perte des propriétés mécaniques ou avec modification chimique.

I.4.b Biodégradabilité

La biodégradabilité peut être définie comme un processus naturel de décomposition de la matière organique. C'est la capacité d'une molécule à être dégradé biologiquement, c'est-à-dire par l'action d'organismes biologiques.

I.4.c Mécanisme de Biodégradation

La biodégradation d'un polymère, décomposition de matières organiques par l'action des micro-organismes (bactéries, enzymes, champignons) se déroule en deux étapes :

I.4.c.1 Phase 1 : Fragmentation

La fragmentation de la matière par détérioration physico-chimique (broyage, irradiation, pasteurisation) ou par fragmentation biologique conduite par des êtres vivants.

Chacune de ces attaques, ou la combinaison des deux, permet d'augmenter la surface réactive de l'étape suivante.

I.4.c.2 Phase 2 : Bioassimilation

Ou digestion du matériau par les micro-organismes ou les enzymes qui peuvent ensuite assimiler les métabolites obtenues ; il y a alors **minéralisation**, formation de gaz et ainsi une nouvelle biomasse.

Polymère + (O₂) → (CO₂ / CH₄) + H₂O + résidus + sels + biomasse. [5]

I.5. Les amidons

Les amidons sont l'un des agents épaississants les plus couramment utilisés dans les produits alimentaires (sauces, crèmes dessert,)

Nous allons consacrer ce premier aux différents types d'amidon (source, modification...) dont dispose le formulateur, ainsi qu'à leur principale fonctionnalité (pouvoir épaississant).

I.5.a. Amidons natifs :

L'amidon constitue la substance de réserve de nombreux végétaux dans lesquels on le retrouve sous forme de **granules**.

Ces grains d'amidon sont constitués par l'association de deux macro-molécules :

❖ **L'amylose** : Caractérisé par une structure linéaire ; du fait de sa structure linéaire l'amylose va être capable de former une hélice et ainsi de complexer des molécules hydrophobes comme les acides gras par exemple. Cette propriété est ainsi utilisée pour distinguer l'amylose de l'amylopectine comme l'indique (Figure I.2)

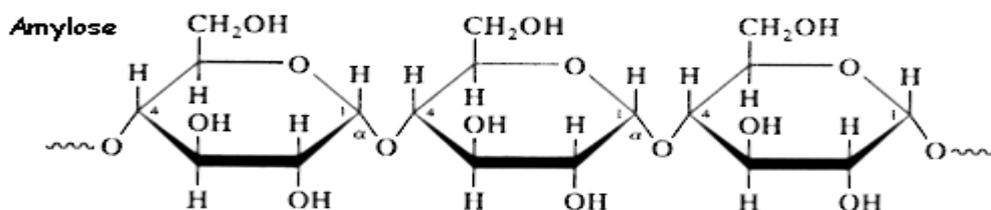


Figure I.2 :L'amylose

❖ **L'amylopectine** : caractérisée par une structure ramifiée ; ces deux molécules étant elles mêmes constituées par la polymérisation de molécules de glucose (Figure I.3) [6]

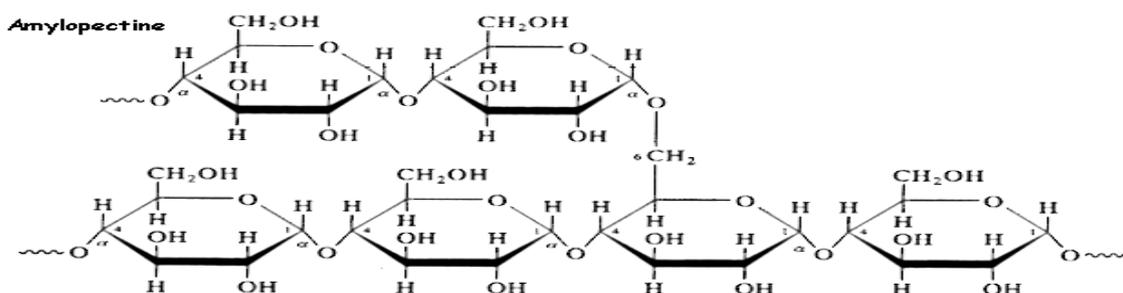


Figure I.3 :L'amylopectine

I.5.b. Structure physique et chimique

Il se présente sous la forme de grains formés de zones concentriques alternativement claires et sombres, entourant un centre plus foncé appelé « hile ». La grosseur, la forme et la structure de ces graines sont variables avec la plante dont provient l'amidon. Il n'existe donc pas un seul mais plusieurs amidons ayant des propriétés voisines, mais légèrement différentes selon leur origine [7] (Figure I .4)

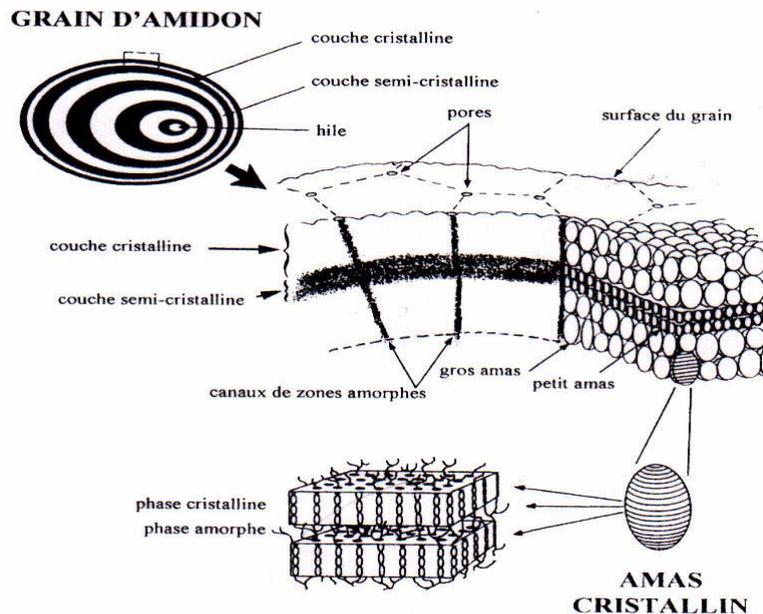


Figure I .4: Structure et ultra structure d'un grain d'amidon

I .5.c .Propriétés physiques

L'amidon a, comme tout produit, des propriétés physiques qui lui sont propres. Plusieurs facteurs entrent en jeu :

❖ **Influence de la température :** l'amidon est insoluble dans l'eau. Il forme, en revanche à chaud (70°C) une solution colloïdale qui épaissit en donnant un gel communément appelé empois.

❖ **Température de gélification :** la gélification commence graduellement à partir de 50°C mais est effective ensuite à une température dépendante de l'agitation moléculaire, de la grosseur des grains, de la nature de l'amidon, de l'eau employée et de la concentration en amidon. [8]

I .5.d. Propriétés chimiques

Les amidons sont influencés par trois types d'action : thermique, chimique, enzymatique.

- ❖ **Action thermique** : elle change la couleur et le goût de l'amidon par dextrinisation.
- ❖ **Action chimique et enzymatique** : les acides entraînent une hydrolyse partielle de l'amidon qui conduit à la formation de dextrans.

L'amidon peut subir aussi l'action d'enzymes comme des enzymes végétales, ou animales (Amylase) ou microbiennes. [9]

I .5.e. Les amidons modifiés :

On distingue les amidons natifs, c'est à dire les amidons extraits d'une source botanique, les amidons modifiés, c'est à dire transformés (par voie chimique ou physique) après leur extraction, afin de leur conférer de nouvelles propriétés ou de limiter les problèmes qu'ils occasionnent.

I .5.f. Les amidons réticulés :

Les amidons réticulés sont des amidons pour lesquels on a rajouté des liaisons entre les chaînes de macromolécules (liaisons covalentes) plus résistantes que celles que l'on trouve à l'état naturel (liaisons hydrogène).

Il existe 2 types d'amidons réticulés : **phosphate ou adipate d'amidon**.

Les amidons ainsi réticulés sont plus résistants à l'acidité, au cisaillement et à la température, mais sont également plus difficiles à cuire.

❖ **Remarque :**

Les amidons réticulés sont susceptibles de se rétrograder tout comme les amidons natifs. [10]

I .5.i. Les applications d'amidons :

Les diverses caractéristiques de l'amidon lui confèrent de nombreuses applications dans divers secteurs dont :

- Adhésifs et colles : fabrication des cartons ondulés ;
- textile: préparation des chaînes de tissage et d'impression des tissus ;
- bâtiment: régulateur de séchage, liants, antigel, retardateur de prise de béton ;
- lubrifiant;
- Agrochimie,
- papeterie; etc. [11]

I .5.j.L'amidon de pomme de terre

L'amidon de la pomme de terre, constitué de 20 % d'amylose et 80 % d'amylopectine, est celui qui permet les applications technologiques les plus larges. [12]

L'extraction du biopolymère amidon nécessite le bon choix de la matrice végétale, ainsi que la technique adéquate. [13].

Références bibliographiques

[1] El Hadji Babacar Ly. Thèse de Doctorat de l'institut national polytechnique de Grenoble, le 30 Janvier 2008

[2] Gay, D., "Matériaux composites". Hermes ed. 1997.

[3] Belgacem, M.N. and Gandini, A., "*Surface modification of cellulose fibers: a review*". Proceedings of the Annual Meeting of the Adhesion Society, 2004. **27th**: p. 483-486.

[4] Mohanty, A.K., Misra, M., and Hinrichsen, G., "Biofibers, biodegradable polymers and biocomposites: An overview." *Macromolecular Materials and Engineering*, 2000. 276/277: p. 1-24.

[5]. Baley, C., Grohens, Y., and Pillin, I., "*State of the art regarding biodegradable composites*". *Revue des Composites et des Matériaux Avances*, 2004. **14**(2): p. 135-166.

[6] Shogren, R.L., "Starch: properties and materials applications", in *Biopolymers from Renewable Resources*, D.L. Kaplan, Editor. 1998. p. 30-46.

[7] E.LEVEQUE, B. HAYE, A. BELARBI. L'amidon et ses dérivés, applications industrielles, Collection Bio Campus, Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, 2000.P 14.

[8]J.L. MULTON. Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires, à l'exclusion des produits utilisés au niveau de l'agriculture et de l'élevage : pesticides, hormones, etc. 3ième édition, Collection Sciences et techniques agroalimentaires, Edition Tec&doc. 2002. p 44

[9] J.L.MULTON. Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans les IAA, Collection sciences et techniques agro-alimentaires, Edition Tec&doc. Lavoisier, 1992. p 286-287.

[10] Journal de l'ADRIANOR Agro-Jonction n°34 – Février / Mars 2004

[11] Shogren, R.L., "Starch: properties and materials applications", in Biopolymers from Renewable Resources, D.L. Kaplan, Editor. 1998. p. 30-46.

[12] F. Dupart et D. Gallant, 'L'Amidon dans les Polymères Végétaux: Polymères Pariétaux et Alimentaire non Azotés', Ed. B. Monties, Gauthiers Willars, Paris, 1980.

[13] J.F. Steffe, 'Rheological Methods in Food Process Engineering', 2nd Editions, Freeman Press, 1996.