



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie
Department de chimie industrielle

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie des procédés de l'environnement

Réf. : En vue de l'obtention du diplôme MASTER

Présenté et soutenu par :

Houli Amina

Le : dimanche 7 juillet 2019

**« ELABORATION ET CARACTERISATION D'UN BIOCOMPOSITE
A BASE DE : AMIDON/CHARGE NATURELLE »**

Jury :

Mme	Sakri Adel	MCA	Université de Biskra	Président
Mr	Cherifa.bouremel	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Mme	Ghabghoub fatima	MCB	Université de Biskra	Examineur

Remerciement

Je tiens d'abord à remercier dieu, le toute puissant, qui m'a aidé à réaliser ce travail.

J'exprime mes profonds remerciements à l'encadreur de ce mémoire le docteur Mme Cherifa Bouremel, pour son aide précieuse, sa confiance et ses encouragements.

Je tiens à remercier les membres de jury d'avoir accepté de lire et d'évaluer mon modeste travail de recherche.

Sans oublié de remercier vivement tous les enseignants de département de Chimie industrielle.

Merci à tous mes collègues de promotion 2018/2019.

Enfin, je remercie toutes personnes qui ont de près ou de loin contribué à réalisé ce travail

Merci à vous tous... !

Dédicace

Au nom du Dieu se clément et Miséricordieux.

Et En termes d'amour et de fidélité.

Je dédie de présent mémoire :

Aux deux êtres les plus précieux au monde

Ma MÈRE et mon PÈRE

Mes sœurs et mes frères

Et à mon cher frère

À mes chères amies

Liste des figures

Liste des figures :

Figure I.1. Polymérisation d'éthylène.....	2
Figure I.2. Exemple sur les copolymères.	4
Figure I.3. Polymères linéaires.....	8
Figure I.4. Homopolymère ramifié (a) et copolymère ramifié (b).	8
Figure I.5. Polymère réticulé avec ponts di-sulfure reliant deux chaînes.	8
Figure I-6: Représentation schématique d'un polymère semi-cristallisé.	9
Figure II-1: Grandes familles des biopolymères.	12
Figure II-2: Matériaux composites.	14
Figure II-3: Classification des polymères biodégradables.	16
Figure II-4: Structure chimique du PHBV.	17
Figure II-5: Biosynthèse du PHB et du PHBV.....	19
Figure II-5: Biosynthèse du PHB et du PHBV.	19
Figure II-7: Différentes sources d'amidon.	20
Figure II-8: Structure de l'amylose.	21
Figure II-9: Structure moléculaire de l'amylopectine.	22
Figure III-1: première étape pour l'extraction de l'amidon	25
Figure III-2: récupération de l'amidon.....	26
Figure III-3: Filtration de l'amidon	26
Figure III-4: Séchage de l'échantillon.....	26
Figure III-5: Amidon poudre.	27

Liste des figures

Figure III.6: Poids de l'amidon de 1Kg de pommes de terre.	27
Figure III-7: Préparation d'un polymère à base d'amidon.....	28
Figure III-8: Appareil utiliser pour infrarouge.....	29
Figure III-9: Préparation des échantillons.....	29
Figure III-10: Presse hydraulique pour former l'échantillon en forme de pastille.....	30
Figure III-11: Test de gonflement.....	28
Figure III-12: poids des échantillons et observation de la modification.....	28
Figure IV. 1 : Spectre FT-IR de l'amidon pur.....	32
Figure IV.2 : Spectre FT-IR pour plastique sans charge.....	33
Figure IV.3: Spectre FT-IR pour plastique 1% de l'avoine.....	34
Figure IV.4: Spectre FT-IR pour plastique 5% de l'avoine.....	34
Figure IV.5: Echantillons avec différents pourcentages d'avoine.....	35
Figure IV.6: Echantillons avec différents pourcentages d'avoine après deux semaines...	35
Figure IV.7: Echantillons avec différents pourcentages d'avoine après trois semaines....	36
Figure IV.8: Echantillons avec différents pourcentages d'avoine après un mois.....	36
Figure IV.9: Echantillons avec différents pourcentages d'avoine après deux mois.....	36
Figure IV.10: Echantillons avec différents pourcentages d'avoine après trois mois.....	37
Figure IV.11: Dégradation de l'échantillon est sans avoine.....	37
Figure IV.12: courbe de la dégradation de l'échantillon sans avoine.....	37
Figure IV.13: dégradation de l'échantillon 1% d'avoine.....	38
Figure IV.14: dégradation de l'échantillon 2% d'avoine.....	39
Figure IV. 15 : Dégradation de l'échantillon 3% d'avoine.....	39

Liste des figures

Figure IV.16 : Dégradation de l'échantillon 4% d'avoine.....	39
Figure IV.17 : Dégradation de l'échantillon 5% d'avoine.....	40
Figure IV.18 : Variation de la masse des échantillons en fonction de la durée de vieillissement naturel.....	40
Figure IV.19 : Histogramme de gonflement des composites à base d'amidon sans et avec charge organique.....	41

Liste des tableaux

Liste des tableaux :

Tableau I-1 : Type et Structure Moléculaire des polymères	5
Tableau I-2 : Quel que polymère et application de cette polymère.....	10
Tableau I-3 : Utilisation différent type des polymères	11
Tableau II-1: Propriétés spécifiques de quelques biopolymères et les applications attendues.....	13
Tableau II-2: Source international biodégradable.....	15
Tableau II-3: Teneur en amylose et amylopectine des amidons de différentes sources botaniques.....	20
Tableau II-4: Degré de polymérisation de l'amylose et de l'amylopectine dans différents amidons.....	23
Tableau IV.1: Attribution des principales bandes observées sur le spectre IR pour les composites amidon/charge.....	33
Tableau IV.2: valeurs test de gonflement.....	42
Tableau IV.3: valeurs analyse test dégradation.....	42

SOMMAIRE

Sommaire :

Remerciements.....	i
Dédicace.....	ii
Résumé.....	iii
Sommaire.....	iv
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux.....	xi
Introduction générale.....	1

CHAPITRE I : Généralités sur les polymères

I.1 Notions sur les polymères	2
I.2.Définition.....	2
I.3 Nomenclature des polymères.....	2
I.4.Type et Structure Moléculaire des polymères	3
I.4.1. Différents types de polymères	3
I.4.2.Différent type et structure moléculaire des polymères	5
I.5 Classification des polymères	5
I.5.1 Selon leur nature chimique.....	5
I.5.2 Selon l'origine.....	6
I.5.3 Selon leur domaine d'application.....	6
I.5.4. Selon leur comportement thermique.....	6
I.5.5 Selon les usages technologiques.....	7

SOMMAIRE

I.5.6. Selon leur structure.....	7
I.5.7.Selon l'importance économique.....	7
I.6. Structure des polymères	8
I.6.1. Polymères linéaires	8
I.6.2. Polymères ramifiés.....	8
I.6.3.Polymères réticulés	8
I.6.4 Polymères amorphes et polymères cristallisés	9
I.7. Propriétés des polymères	9
I.7.1 Propriétés physiques des polymères.....	9
I.7.2 Propriétés thermiques.....	9
I.8.Quelques applications des polymères.....	10
I.9.Utilisation de quel que type des polymères.....	11

CHAPITRE II : Biopolymères

II-1-Etude bibliographique sur les biopolymères	12
II.1.1. Définition	12
II.1.2. Différentes familles des biopolymères.....	12
II.1.3. Propriétés des biopolymères et leurs applications.....	13
II.2. Généralité sur les matériaux composites et les biocomposites	13
II.2.1.Définition les matériaux biocomposites.....	13
II.2.2.Types de la matrice.....	14
II.2.3. Matrice biopolymère	15
II.2.3.1. Matériaux polymères biodégradables	15
II.2.3.2. Exemple Les Polyhydroxyalcanoates (PHA)	17
II.2.3.4. Le Renfort	19
II.3. Généralités sur les Amidon	19
II.3.1. définition de la Amidon	19

SOMMAIRE

II.3.2 Structure des l'amidon.....	20
II.3.2.1 Composition et structure moléculaire.....	20
II.3.2.2 Amylose	21
II.3.2.3. Amylopectine	22
II.3.3. Propriétés de l'amidon	23
II.3.3.1 Propriétés hydrothermiques	23
II.3.3.2. Hydrolyse	24
II.3.4.Applications	24

CHAPITRE III : Elaboration et Caracterisation D'un Biocomposite

III.1. Synthèse et Caractérisation.....	25
III.1.1.production utilisés.....	25
III.1.2.Extraction de l'amidon.....	25
III.1.3.Préparation des composites amidon/charge organique.....	27
III.2. Technique de caractérisation.....	29
III.2.1 Etude structura.....	29
III.2.1.1 Infrarouge FTIR :.....	29
III.2.2.Test de gonflement :.....	30

CHAPITRE IV : Résultats et Discussions

IV.1 Etude structurale	32
IV.1.1 Infrarouge FTIR	32
IV.1.1.1.Etude d'infrarouge FTIR pour amidon	32
V.1.1.2.Etude d'infrarouge FTIR pour bioplastiques	32
IV.2.Etude de vieillissement naturel	35

SOMMAIRE

IV.3. Test de gonflement	41
Concussion générale.....	42

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale :

Le terme de polymère est très ancien puisque, dès 1866, Berthelot mentionnait que le « styrolène (le styrène actuel), chauffé à 200°C pendant quelques heures, se transforme en un polymère résineux ». Il n'en demeure pas moins que la notion de polymère, dans le sens que nous lui donnons aujourd'hui, a dû attendre les années 1920, avec les travaux de Staudinger (Prix de Nobel 1953), pour être acceptée et ce n'est qu'au cours de la décennie suivante que la théorie « macromoléculaire » a définitivement triomphé de la théorie « micellaire » à laquelle elle était opposée [1].

L'idée d'associer deux composants différents pour l'élaboration de nouveaux matériaux à propriétés améliorées n'est pas nouvelle. En effet, les besoins de plus en plus pressants et grandissants en matériaux plus performants ont contraint l'homme à la recherche continue de combinaisons intéressantes renfermant des constituants aux propriétés complémentaires, qui associés, engendrent des caractéristiques attrayantes et indispensables. Ces matériaux, désignés par le vocable composites, constituent actuellement une classe des plus privilégiées aussi bien du point de vue applications industrielles que de celui des recherches académiques et scientifiques [2].

Dans le domaine des polymères, les recherches se sont accentuées sur le développement de composites par l'adjonction de nombreux types de renfort, à aspect fibrillaire ou particulaire, synthétique ou naturel, organique ou minéral, incorporés avec différents taux[2].

Ce travail a pour but de synthétiser un biopolymère (composite) à base de l'amidon avec l'incorporation de l'avoine comme charge. Différentes analyses ont été faites tels que : spectroscopie infrarouge FTIR, étude de vieillissement naturel et le test de gonflement.

Le présent travail comporte 4 chapitres :

Chapitre I : Généralités sur les polymères.

Chapitre II : biopolymère.

Chapitre III: Synthèse et Caractérisation.

Chapitre IV : Résultats et Discussions.

En fin on termine par une conclusion générale.

I. Généralités sur les polymères :

I.1 Notions sur les polymères :

Ce n'est que dans les années 1920 que la notion de macromolécule a commencé à être largement acceptée par la communauté scientifique. Herman Staudinger, professeur de chimie à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich entre 1912 et 1926, ensuite professeur à Fribourg-en-Brigau et notamment Prix Nobel de chimie en 1953, en a été l'un des principaux artisans.

Il a démontré que les matières polymères comme la cellulose, la soie et le caoutchouc étaient formées de longues chaînes moléculaires, qualifiées de macromolécules. Cette idée a ouvert la voie à une recherche plus systématique, tant chimique que physique, sur la synthèse, la structure et le comportement des polymères solides [03].

I.2. Définition :

Le terme polymère (du grec polus qui signifie « nombreux, plusieurs » et mēros qui signifie « unité, partie ») ; qui sont typiquement regroupés tout matériau formés par la répétition d'un très grand nombre n de petites molécules de faible masse moléculaire appelées monomères qui liés entre eux par des liaisons primaires (liaisons covalentes) sachant que le monomère est une molécule de base (pouvant être par exemple non saturée ou cyclique ou encore comportant des fonctions réactives à ses extrémités).

L'assemblage des monomères pour l'obtention de polymères (ou macromolécules) s'appelle la polymérisation. La réaction de polymérisation est également utilisée par les organismes vivants [03].

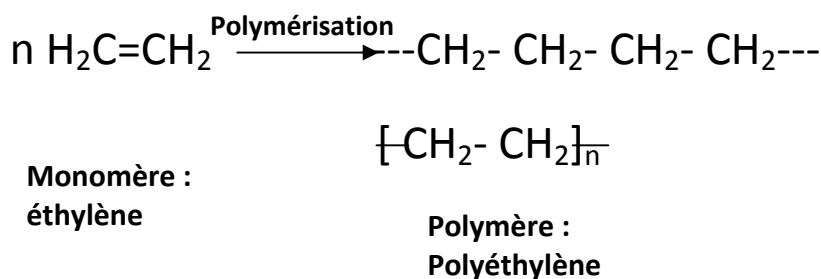


Figure I-1 : Polymérisation d'éthylène [04].

I.3. Nomenclature des polymères :

Le nom des polymères est généralement dérivé de celui du monomère en ajoutant le préfixe "poly". Pour le nom du monomère : il est formé de plusieurs mots, il est mis entre parenthèses et précédé de poly (préfixe) :

Exemple :

- poly (chlorure de vinyle).

Pour le copolymère, on utilise un unifix pour décrire ce que l'on connaît de l'agencement des unités constitutives. Ils sont désignés par : le polymère alterné. [03].

I.4.Type et Structure Moléculaire des polymères :

I.4.1. Différents types de polymères : Il existe deux types de polymères :

- Les homopolymères
- Les copolymères

A) Homopolymères :

Les homopolymères sont des polymères qui ne possèdent qu'une seule unité. Parmi les homopolymères, on peut citer le polyéthylène.

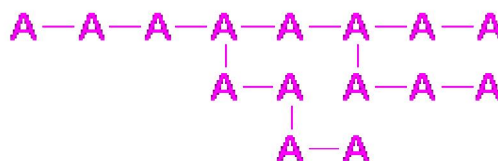
Il existe, au sein des homopolymères, différentes familles. Pour la suite du paragraphe, A sera l'unité de l'homopolymère [05].

Parmi les différents types d'homopolymères, nous trouvons :

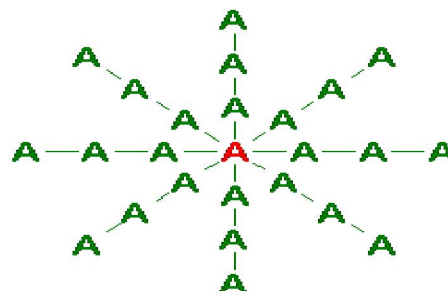
❖ Homopolymères linéaires:



❖ Homopolymères branches:



❖ Homopolymères étoilés:



b) Copolymères :

Les copolymères sont des polymères qui possèdent plusieurs unités. Comme pour les homopolymères, les copolymères peuvent se classer dans différentes familles. On parle alors de modes de copolymères [05].

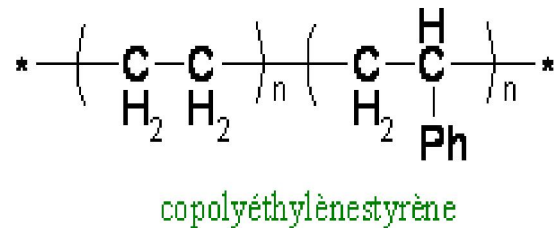
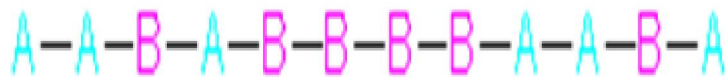


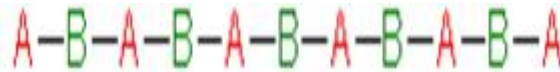
Figure I-2:Exemple sur les copolymères [05].

Pour la suite du paragraphe, A et B seront deux unités différentes du copolymère. Parmi les différents modes de copolymères, nous trouvons :

❖ Mode statistique :



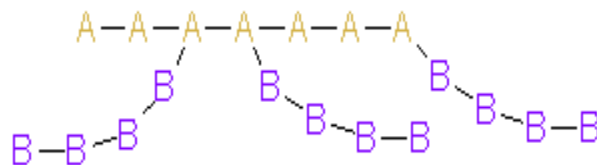
❖ Mode alterné:



❖ Mode sequence:

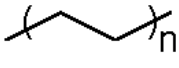
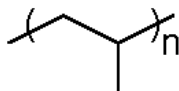
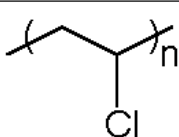
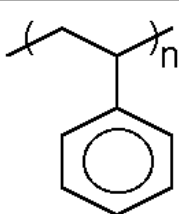
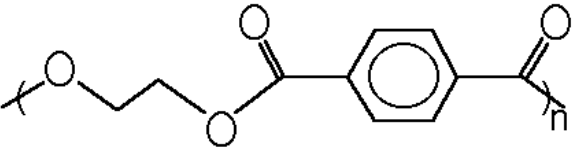
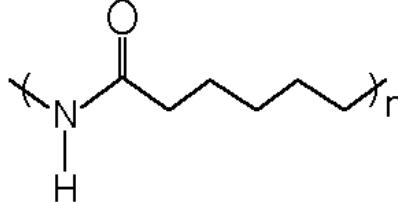


❖ Mode greffé:



I.4.2. Différent type et structure moléculaire des polymères :

Tableau I-1 : Type et Structure Moléculaire des polymères [06].

Sigle	Structure moléculaire	Désignation courante
PE		polyéthylène
PP		polypropène
PVC		poly(chlorure de vinyle)
PS		polystyrène
PET		poly(téréphtalate d'éthylène)
PA-6		polycaprolactame

I.5 .Classification des polymères :

Il existe plusieurs modes de classification des polymères que peuvent être classés selon divers critères :

I .5.1.Selon leur nature chimique : On distingue :

➤ Polymères minéraux :

Ils sont constitués soit de chaînes renfermant un seul corps simple : diamant, graphite, phosphore, soufre...Ou de chaînes renfermant plusieurs hétéroatomes : (silicates acides polyphosphoriques, chlorure de polyphosphonitrile).

➤ **Polymères organiques :**

C'est la classe la plus riche comme : les polydiène, les polyacryliques, les polyamides, les polyvinyliques.

➤ **Polymères mixtes :**

Doués de propriétés intéressantes dont une bonne résistance thermique (~300°C - 350°C) comme les silicones. [03].

I.5.2.Selon l'origine :

On peut classer les polymères en trois groupes :

➤ **Polymères naturels :** sont issus des règnes végétal ou animal ex : cellulose, amidon, la soie naturel...etc.

➤ **Polymères artificiels (dérivés des polymères naturels):** sont obtenus par modification chimique de polymère naturel ex : nitrocellulose.

➤ **Polymères synthétiques :** totalement issus du génie de l'Homme [01].

I.5.3.Selon leur domaine d'application :

➤ **Les polymères de grande diffusion :** dont la production annuelle s'évalue par millions de tonnes (polyéthylène, le polystyrène).

➤ **Les polymères techniques :** ont des caractéristiques mécaniques qui leur permettent de se substituer aux matériaux traditionnels ex : polyamides.

➤ **Les polymères spéciaux :** c'est dans cette catégorie que se trouvent les polymères conducteurs, thermostables... [01].

I.5.4. Selon leur comportement thermique :

Les propriétés des polymères permettent des usages très variés. On peut ainsi les regrouper dans quatre familles :

•Les thermoplastiques.

•Les thermodurcissables,

•Les élastomères,

•Les élastomères thermoplastiques. [03].

I.5.5 .Selon les usages technologiques : On peut distinguer :

- Les fibres synthétiques (nylon, tergal) ou naturelles (coton, soie).
- Les plastiques : ce sont les plastiques au sens large, regroupant les thermodurcissables et les thermoplastiques.
- Elastomères : Doués de propriétés élastiques et / ou caoutchoutiques.
- Caoutchoucs synthétiques : polymères du butadiène de l'isoprène chloroprène.
- Caoutchoucs naturels. [03].

I.5.6. Selon leur structure :**➤ Polymères linéaires (ou monodimensionnels) :**

Pour lesquels chaque chaîne macromoléculaire est constituée d'un nombre élevé mais fini d'unités monomères.

➤ Polymères bidimensionnels :

Ils se présentent sous la forme de feuillets bidimensionnels d'épaisseur comparable à celle des molécules simples.

➤ Polymères tridimensionnels :

Qui résultent de la polymérisation de monomère dont la valence moyenne est supérieure à deux ou de la réticulation de chaînes de polymères. Leur dimension peut être considérée comme infinie [03].

I.5.7.Selon l'importance économique :

Pour les polymères, comme pour tous produits industriels, il existe une corrélation entre le tonnage et le prix, ceci permet de distinguer trois grandes catégories de polymères commerciaux :

- **Polymères de grande diffusion :** dont le volume des ventes et de production est élevé et dont le prix est faible. Comme : PE, PP, PS, PVC.
- **Polymères à hautes performances :** dont le volume des ventes est le plus faible et les prix les plus élevés.
- **Polymères techniques :** dont le volume et le prix sont intermédiaires entre les deux catégories précédentes, comme : polyamides, Polyéthylène. [03].

I.6. Structure des polymères :

Les polymères peuvent présenter des architectures extrêmement variables. Ils peuvent être linéaires, ramifiés ou réticulés. Le plus souvent, ils sont amorphes, parfois ils peuvent être, au moins partiellement, cristallisés. [07].

I.6.1. Polymères linéaires :

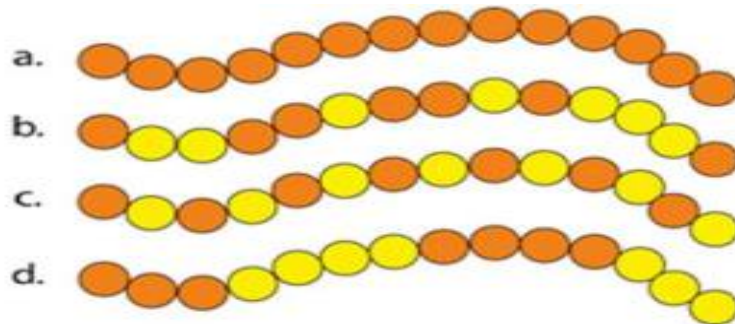


Figure I-3 : Polymères linéaires [07].

I.6.2. Polymères ramifiés :

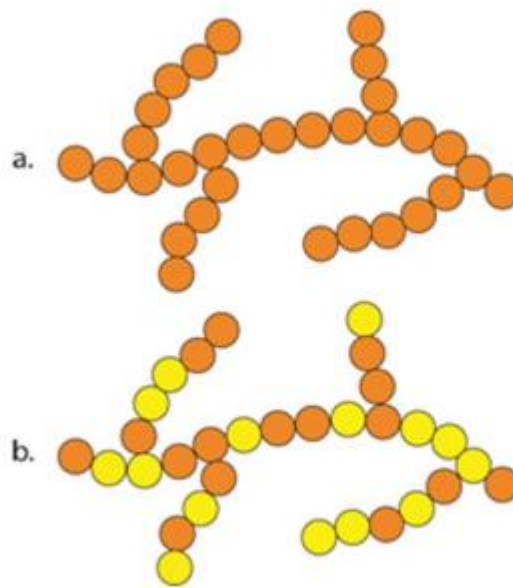


Figure I-4 : Homopolymère ramifié (a) et copolymère ramifié (b) [07].

I.6.3. Polymères réticulés :

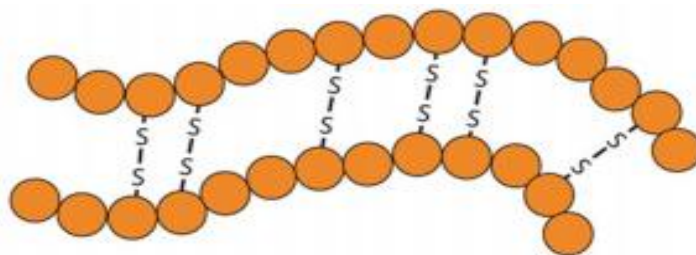


Figure I-5: Polymère réticulé avec ponts di-sulfure reliant deux chaînes [07].

I.6.4 Polymères amorphes et polymères cristallisés :

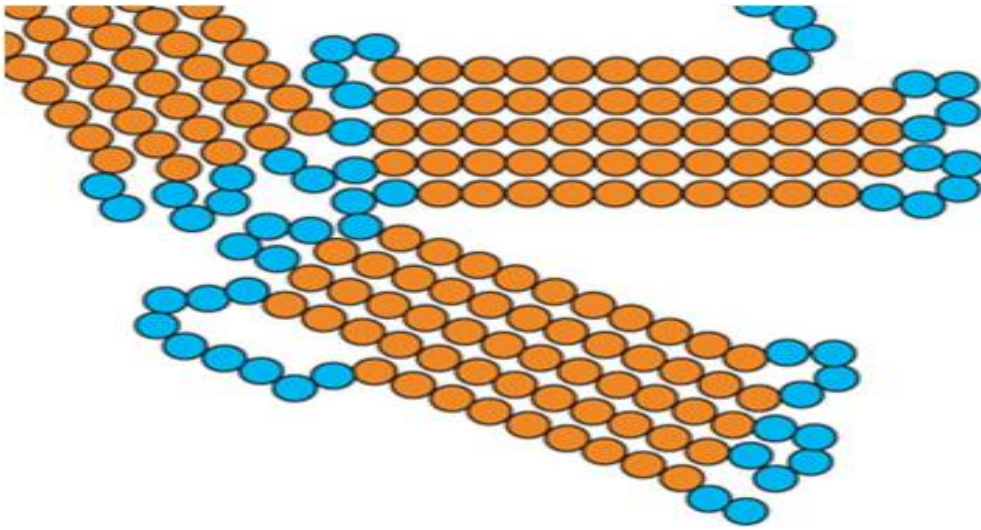


Figure I-6: Représentation schématique d'un polymère semi-cristallisé [07].

I.7. Propriétés des polymères :

I.7.1 Propriétés physiques des polymères :

Avant tout, rappelons qu'il existe une grande variété de matières plastiques, tout comme il existe un grand nombre d'alliages métalliques, une des caractéristiques physiques générales des polymères est :

Masse volumique : La masse volumique des matières plastiques est peu élevée. La légèreté des polymères est sans aucun doute une des qualités qui a le plus largement contribué à leur diffusion.

En ce qui concerne le rapport (résistance à la traction / masse volumique), certains polymères sont en fait supérieurs bien à des matériaux métalliques.

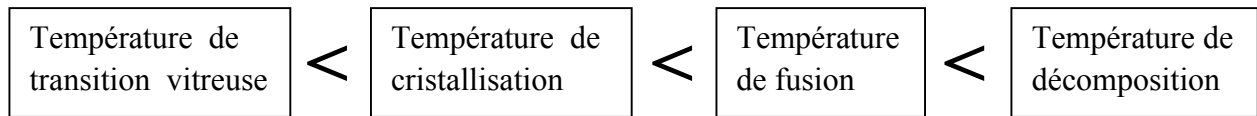
La faible masse volumique des plastiques est due au faible poids atomique des principaux atomes de leurs chaînes (principalement l'hydrogène et le carbone)[03].

I.7.2. Propriétés thermiques :

La température de transition vitreuse " T_g " et la température de fusion " T_f " sont les deux températures fondamentales nécessaires dans l'étude des matériaux polymères.



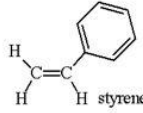

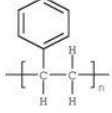






La température de transition vitreuse est partiellement importante pour les polymères amorphes, notamment les thermoplastiques amorphes, pour lesquels, il n'existe aucune force de cohésion importante autre que l'enchevêtrement [03].

Les températures caractéristiques d'un seul et même matériau peuvent alors être classées de la façon suivante :



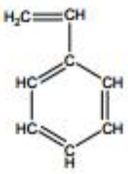
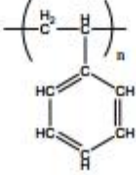
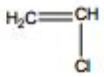
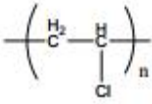
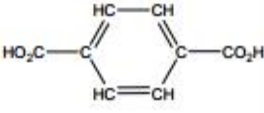
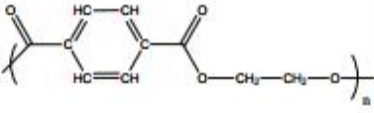
I.8. Quelques applications des polymères :

Tableau I-2 : Quel que polymère et application de cette polymère [08].

Monomère	Code	Polymère	Exemples d'application
Éthène $H_2C=CH_2$		polyéthylène $\left(\begin{array}{cc} H & H \\ & \\ -C & -C- \\ & \\ H & H \end{array} \right)_n$	Film d'emballage 
Styène 		Polystyrène 	
Chlorure de vinyle 		Polychlorure de vinyle	
Propène $H_2C=C(CH_3)$		Polypropylène	

I.9. Utilisation de quel que type des polymères :

Tableau I-3 : Utilisation différent type des polymères [09].

	Monomère	Représentation	Utilisation
PE (Polyéthylène)	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ éthène ou éthylène	$-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-$	Sac plastique Sac poubelle Bouteille de produit d'entretien
PS (Polystyrène)	 styrène		Isolant thermique Emballage
PVC (Polychlorure de vinyle)	 chloroéthène ou chlorure de vinyle		Revêtement de sol
Polyester Exemple : PET (Polyéthylène téréphtalate)	2 monomères : un diacide et un dialcool Diacide :  Diol ou dialcool : $\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$		Fibres textile : Tergal®, vêtement de sport, maillot de bain Bouteille d'eau minérale

II. Biopolymères :

II-1- Etude bibliographique sur les biopolymères :

II.1.1. Définition :

Depuis quelques années, les termes biopolymère, polymère biosourcé ou encore polymère biodégradable sont au cœur de notre société mais il convient de ne pas les confondre. A ce sujet, une publication récente de l'IUPAC permet de clarifier cette terminologie. Ainsi, un biopolymère est défini comme étant constitué par un genre de biomacromolécules, elles-mêmes formées par des organismes vivants. C'est le cas des protéines, des acides nucléiques ou encore des polysaccharides. Lorsque l'on parle de polymère biosourcé, le terme biosourcé signifie que le polymère est composé ou issu en partie ou complètement de la biomasse. Cette caractéristique présente un avantage certain puisqu'elle limite l'utilisation des ressources fossiles [10].

II.1.2. Différentes familles des biopolymères :

A. **Biopolymères d'origine biologique** : peuvent être classés en trois familles :

- les polymères issus directement des ressources végétales et animales comme les polysaccharides, les protéines et les polynucléotides.
- les polymères issus d'origine bactérienne comme les Polyhydroxyalcanoates (PHA).
- les polymères obtenus indirectement par polymérisation de monomères eux-mêmes issus de ressources végétales comme l'acide lactique, résultant de la fermentation de sucres ou encore des composés monomères réactifs dérivés d'huiles végétales [10].

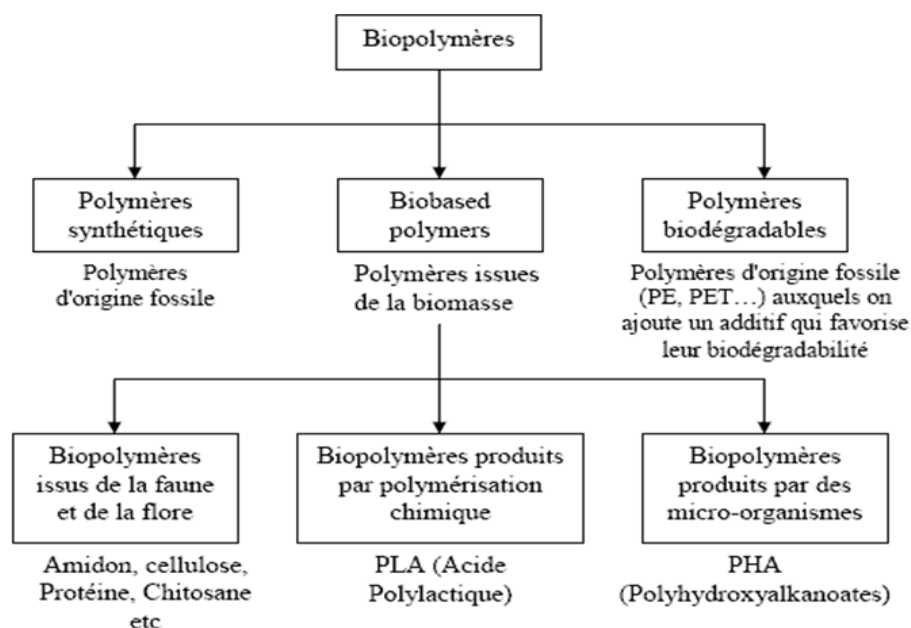


Figure II-1: Grandes familles des biopolymères [11].

B. Biopolymères synthétiques :

Ils sont Obtenus par voie fermentaire, on les appelle biopolymères synthétiques ou chimiosynthétiques en raison de leur mode de fabrication. En effet, celui-ci consiste en une polycondensation (chauffage) de monomères naturels ou identiques aux naturels. Le plus connu est le PLA (Poly Acide Lactique) [10].

II.1.3. Propriétés des biopolymères et leurs applications :

De par leur structure chimique, les biopolymères présentent des propriétés particulières et intéressantes utilisés dans des domaines très variés tels que l'emballage, l'agriculture, la construction, l'automobile, l'électronique et le textile. Ils sont également employés pour des applications à forte valeur ajoutée dans le domaine médical (implants vasculaires, fils de suture, vis et broches, ligaments artificiels...) [10].

Tableau II-1: Propriétés spécifiques de quelques biopolymères et les applications attendues [10].

Biopolymères	Propriétés particulières	Applications ciblées
Polymères à base d'amidon	Antistatiques, anticondensations, toucher naturel	Emballages, sacs, films de paillage
Polymères à base de cellulose	Transparences, antistatiques	Fibres, épaississant
Polymères à base de protéine	Comestibles, perméabilité sélective aux gaz	Galénique, emballages alimentaires
Polymères à base d'huile	Siccativités	Peinture, vernis
Polymères de synthèse (PLA)	Anticondensations, brillances, antibactériens	Emballages, fibres textiles
Polyesters bactériens (PHA)	piézoélectriques, antioxydants, insolubilité dans l'eau	Médical, matériau ostéosynthétique

II.2. Généralité sur les matériaux composites et les biocomposites :

II.2.1. Définition des matériaux biocomposites:

Un matériau composite est un assemblage d'au moins deux matériaux non miscibles possédant une forte capacité d'adhésion. L'usage des fibres naturelles est très intéressant dans ce domaine, compte tenu de leurs bonnes propriétés mécaniques, de leur faible coût et de l'aspect écologique qu'elles représentent. Le composite naturel comprend un renfort à base de non tissé en fibre naturelle (lin, chanvre, kenaf, sisal, jute, ramie, bambou ou ortie) en monocomposant ou en mélange. Le non tissé est consolidé par voie mécanique, notamment par aiguilletage ou liage par fil de couture ou tricotage. La matrice naturelle est sélectionnée parmi les mélanges de tanins (de mimosa, acacia, pin, pécan, quebracho, épicéa ou gambier) et de lignine pré-réagie avec un aldéhyde. Les matériaux non-naturels, notamment ceux issus de la pétrochimie, représentent au maximum 5% du poids total du composite final [12].



Figure II-2: Matériaux composites [13].

II.2.2. Types de la matrice:

Il existe deux types de matrice : organique et métallique, dans un grand nombre de cas, la matrice constituant le matériau composite est une résine polymère. Les résines polymères existent en grand nombre et chacune a un domaine particulier d'utilisation. La matrice a pour rôle de lier les fibres renforts, répartir les contraintes subies, apporter la tenue chimique à la structure et donner la forme désirée au produit. On utilise actuellement surtout des résines thermodurcissables (TD) que l'on associe à des fibres longues, mais l'emploi de polymères thermoplastiques (TP) renforcés de fibres courtes se développe fortement. Dans les applications où une tenue de la structure aux très hautes températures est requise, des

matériaux composites à matrice métallique, céramique ou carbone sont utilisés. Dans le cas des matériaux en carbone des températures de 2 200°C peuvent être atteintes

- ❖ **Résines thermodurcissables**
- ❖ **Résines thermoplastiques**
- ❖ **Additifs [13].**

II.2.3. Matrice biopolymère :

II.2.3.1. Matériaux polymères biodégradables :

Les matériaux biodégradables sont des matériaux qui sont aptes à subir un processus de décomposition sous forme de dioxyde de carbone, de méthane, d'eau, de composés non organiques ou de biomasse, le tout sous l'action enzymatique des micro-organismes. La biodégradabilité d'un matériau se définit, alors, comme la capacité intrinsèque du matériau à être dégradé par une attaque microbienne, pour simplifier progressivement sa structure et finalement se convertir en CO₂, H₂O et/ou CH₄ et une nouvelle biomasse. Différentes sources de polymères peuvent être utilisées pour produire de tels matériaux. Ainsi, selon l'origine des matières premières et des voies de synthèse, on distingue deux possibilités de production des matériaux biodégradables : la voie des polymères biodégradables issus de l'industrie pétrochimique et celle des polymères biodégradables issus de ressources renouvelables [14].

Tableau II-2: Source international biodégradable [15].

Année	1990	1995	2000	2002	2005-2007
Nature					
Polymères d'origine pétrochimique	100	5 000	23 000	33 000	75 000
Polymères issus des ressources renouvelables	350	13 200	26 000	221 000	420 000
TOTAL	450	18 200	44 000	254 000	495 000

➤ **Matériaux biodégradables issus de la pétrochimie :**

On classe dans cette catégorie, les matériaux « dégradables » obtenus à partir de l'association de polymères traditionnels d'origine pétrochimique telle que le polyéthylène avec un composé naturel biodégradable qui peut être de l'amidon ou de la cellulose.

➤ **Matériaux biodégradables issus des ressources renouvelables**

Ils sont formés à partir d'un polymère naturel ou biopolymère qui peuvent être d'origine agricole ou microbienne. On distingue généralement trois grandes familles de composés :

- Les polymères naturels ou biopolymères
- Les polymères d'origine bactérienne
- Les polymères synthétiques

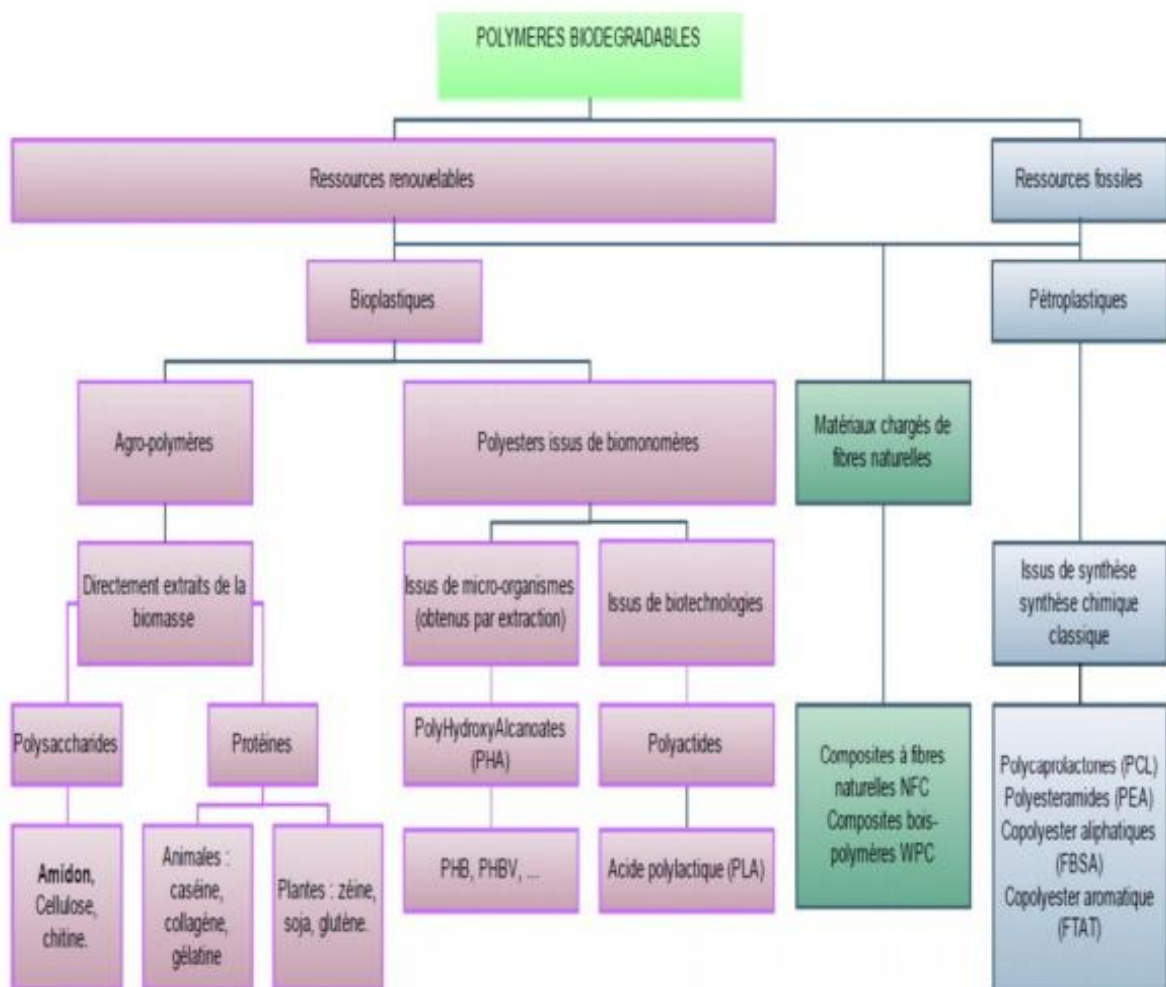


Figure II-3: Classification des polymères biodégradables [14].

II.2.3.2. Exemple Les Polyhydroxyalcanoates (PHA) :

A) Définition de la PHA :

PHAs des polymères très prometteurs pour de futures applications dans le domaine environnemental ou biomédical. La famille des PHAs est composée de nombreux matériaux à la structure chimique proche, les plus utilisés étant les PHB et PHBV [13].

B) Présentation de PHBV :

Le poly (3-hydroxybutyrate-Co-3-hydroxyvalérate), communément connu sous le PHBV, est un polymère de type Polyhydroxyalcanoates. Il est biodégradable, non toxique, biocompatible, plastique produit naturellement par les bactéries et une bonne alternative pour de nombreux polymères synthétiques non biodégradables. En général c'est un polyester aliphatique linéaire thermoplastique. Il est fragile, a un faible allongement à la rupture et la résistance faible à l'impact [12].

C) Structure de PHBV :

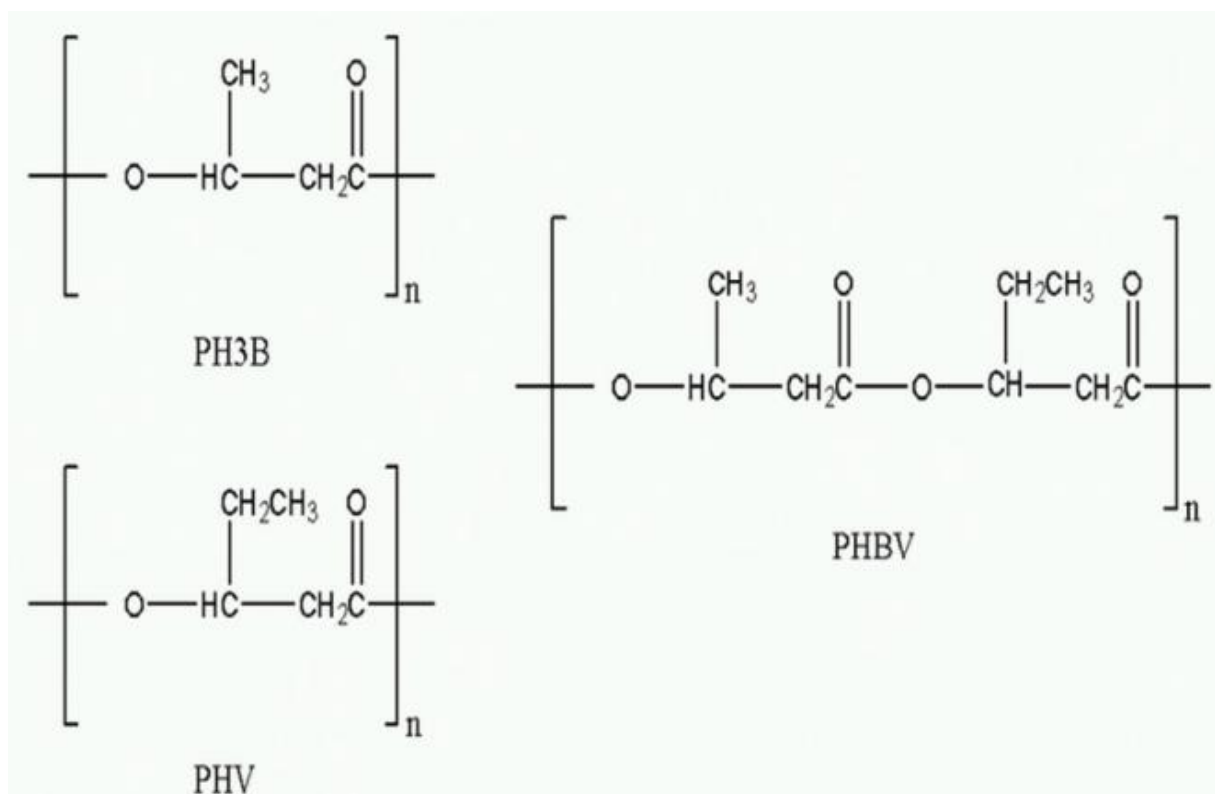


Figure II-4: Structure chimique du PHBV [14].

D) Biosynthèse du PHBV :

La biosynthèse du poly 3-hydroxybutyrate (PHB) et poly (3-hydroxybutyrate-3 hydroxyvalérate) (PHBV), illustrée dans Figure 15, débute avec la condensation de deux molécules de l'acétylcoenzyme A (acétyl-CoA à R(-)-3-hydroxybutyrate-CoA). La PHAsynthèse polymérise alors R (-)-3-hydroxybutyryl-CoA pour former le PHB et/ou le R (-)-3-hydroxyvaleryl-CoA pour obtenir le copolymère, noté PHBV ou P (3HB-Co-3HV) [13].

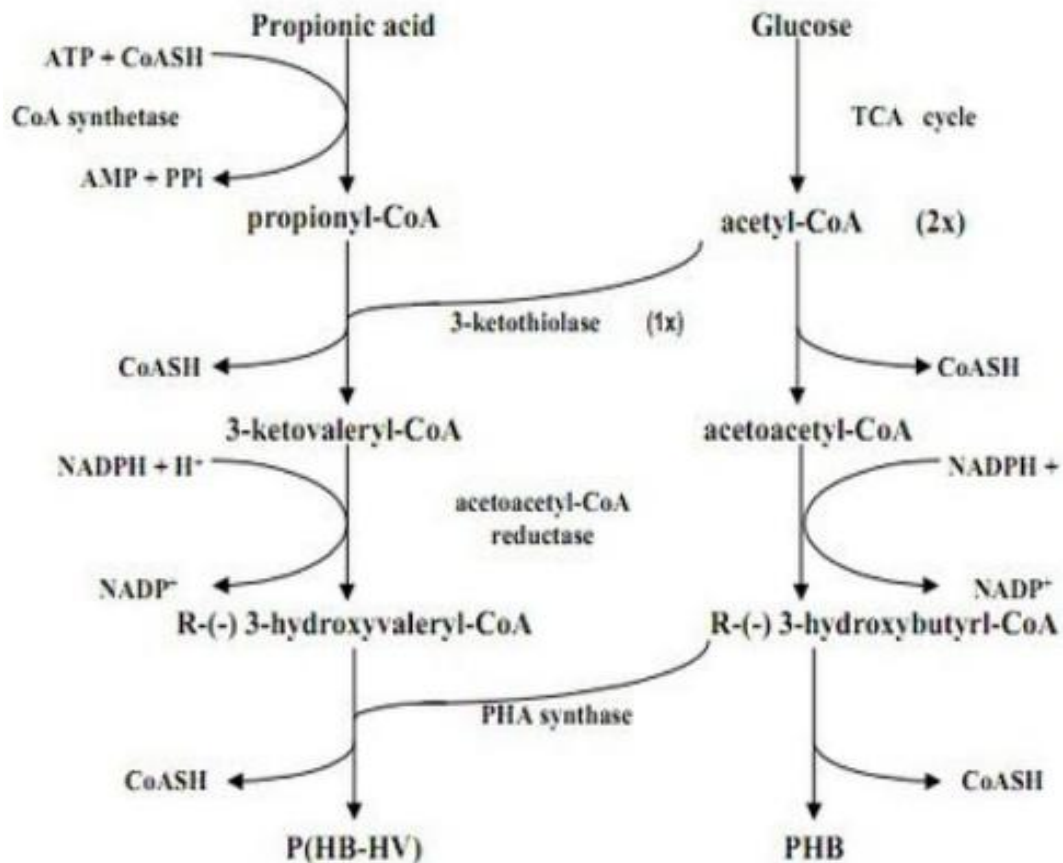


Figure II-5: Biosynthèse du PHB et du PHBV [14].

II.23.4. Renfort :

Les renforts assurent les propriétés mécaniques du matériau composite et un grand nombre de fibres sont disponibles sur le marché en fonction des coûts de revient recherchés pour la structure réalisée. La classification des types de renforts couramment rencontrés est indiquée sur la Figure [14].

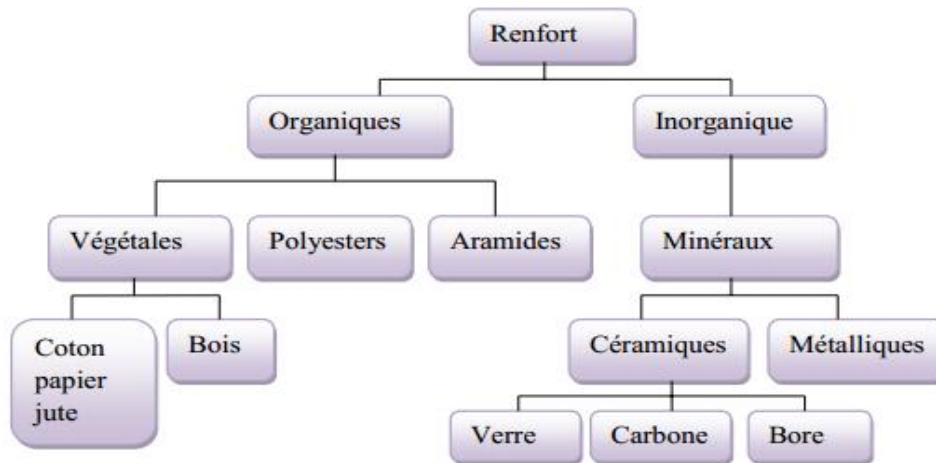


Figure II-6: Types de renforts [14].

II.3. Généralités sur les Amidon :

II.3.1. Définition de la Amidon :

L'amidon est un polysaccharide d'origine végétale composé d'unités glucose $C_6H_{12}O_6$. Il est la principale substance glucidique de réserve des plantes supérieures. L'amidon représente une fraction pondérale importante des matières premières agricoles. On le trouve stocké dans les organes de réserve des végétaux tels que les céréales (30-70% de la matière sèche), les tubercules (60-90 %) et les légumineuses (25 à 50 %). L'amidon constitue la principale source d'énergie pour la vie animale et la moitié de l'amidon produit industriellement est destinée à l'alimentation humaine. C'est un composé nutritionnel abondant, renouvelable, peu coûteux, qui trouve dans les aliments de multiples fonctions (1) comme épaississant, gélifiant, liant sous sa forme d'empois d'amidon granulaire et (2) comme matières sucrantes, liantes, support lorsqu'il est utilisé sous forme hydrolysé. L'amidon est également utilisé dans de nombreux secteurs industriels non-alimentaires : la production papetière, l'industrie pharmaceutique, cosmétique, textile etc.

Il est devenu également ces dernières années une matière première intéressante pour la production de matières plastiques biobasées et biodégradables ainsi que pour la production de bioéthanol, qui est un carburant utilisé dans les moteurs à essence [16].



Figure II-7: Différentes sources d'amidon [17].

II.3.2. Structure des l'amidon:

II.3.2.1. Composition et structure moléculaire

L'amidon consiste en deux glucanes structurellement différents : l'amylose, polymère linéaire (c.-à-d. non branché) et l'amylopectine, polymère fortement branché. L'amylopectine est le constituant principal de la plupart des amidons. La teneur en chacun des constituants est différente suivant l'origine de l'amidon (Tableau II-3).

Tableau II-3: Teneur en amylose et amylopectine des amidons de différentes sources botaniques [16].

Source botanique	Amylose (%)	Amylopectine (%)
Maïs	28	72
Pomme de terre	21	79
Blé	28	72
Maïs cireux (1)	0	100
Amylomaïs	50-80	50-20
Riz	17	83
Pois	35	65
Manioc	17	83

La teneur en amylose varie entre 0 % (amidon de maïs cireux) et 70-80 % (amidon de pois ridé et maïs riche en amylose). Ces valeurs extrêmes sont obtenues pour des génotypes mutés, alors que la teneur en amylose des espèces sauvages telles que la pomme de terre, le blé et le pois lisse varie entre 18 et 35 %. L'amylose est constitué d'entités granulaires semi-cristallines qui résultent d'une organisation de ses deux constituants [16].

II.3.2.2. Amylose :

L'amylose est un polymère linéaire constitué de résidus D-glucopyranose liés par des liaisons α -1,4 (liaison avec l'oxygène glucosidique en position axiale) (Figure 1). Il est l'analogue α de la cellulose, qui, lui, est un polymère linéaire de résidus D-glucopyranose liés par des liaisons β -1,4 (liaison avec l'oxygène glucosidique en position équatoriale) [16].

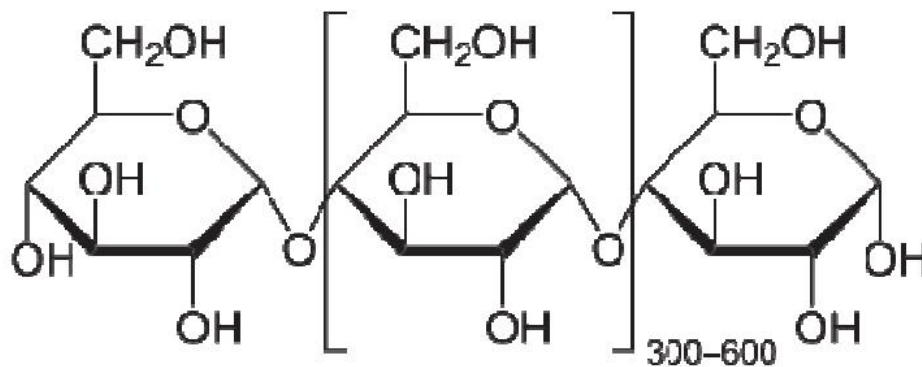


Figure II-8: Structure de l'amylose [16].

Cette seule différence dans la configuration de la liaison entre monomères est à l'origine de structures tridimensionnelles très différentes. La cellulose cristallise généralement sous la forme d'une simple (c.-à-d. à un brin) hélice avec deux résidus par tour (correspondant à un ordre n de la plus grande symétrie de rotation = 2) tandis que l'amylose native cristallise sous la forme de double hélice. Ici aussi, différentes formes sont connues, qui diffèrent principalement par le contenu en eau des mailles unitaires. Classiquement, les molécules d'amylose forment des hélices gauches de 2,1 nm de pas avec 6 résidus par tour ($n = 6$). Dans la double hélice, les deux brins ont une orientation parallèle (c.-à-d. avec leurs extrémités réductrices orientées dans la même direction). L'amylose native présente des degrés de polymérisation entre 500 et 6000 qui varient selon l'origine botanique de la molécule.

Certaines chaînes d'amylose peuvent être faiblement ramifiées par des liaisons $\alpha 1,6$. L'existence des chaînes linéaires de l'amylose ainsi que la flexibilité induite par les liaisons $\alpha 1,4$ lui donne la capacité de complexer de nombreuses molécules hydrophobes telles que le butanol, des acides gras, l'iode moléculaire ou des tensioactifs. Lorsque ce type de molécule et de l'amylose sont mis en solution, il y a instantanément un arrangement en hélice de la chaîne macromoléculaire créant une cavité hébergeant la molécule hydrophobe. En effet tous les hydroxyles équatoriaux des résidus glucose se trouvent à l'extérieur de l'hélice, créant ainsi, au sein de celle-ci, une cavité hydrophobe de 4,5 Å de diamètre. [16].

II.3.2.3. Amylopectine :

L'amylopectine est un polymère fortement branché constitué de résidus Dglucopyranose liés par des liaisons α . Les liaisons glucosidiques sont 1,4 sauf aux points de branchement où elles sont 1,6 (Figure 2). 5 à 6 % des liaisons glucosidiques sont $\alpha 1,6$. [16].

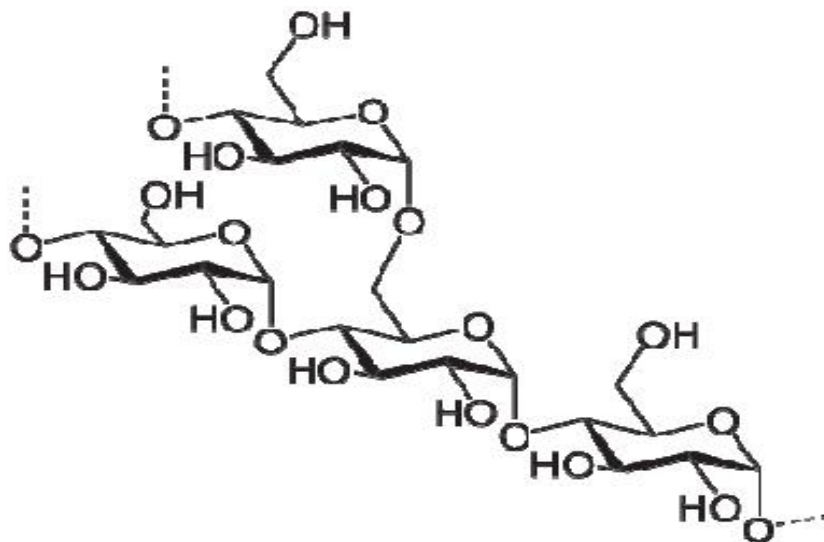


Figure II-9: Structure moléculaire de l'amylopectine. [16].

Les masses moléculaires se situent entre 10^7 et 10^8 g/mol. Les degrés de polymérisation (DP) de l'amylose et de l'amylopectine pour certains amidons sont repris au Tableau.

Tableau II-4: Degré de polymérisation de l'amylose et de l'amylopectine dans différents amidons [16].

Céréale ou tubercule	Amylose	Amylopectine
Riz	1100	13000
Maïs	990	7200
Pomme de terre	4920	9800
Blé	1180	-
Amylomaïs	690	-

Dans l'amylopectine, on distingue trois types de chaînes :

- des chaînes courtes (S, short ou A) de DP 12 à 20
- des chaînes longues (L, long ou B) de DP 30 à 45
- des chaînes de DP > 60 (chaînes C) [12].

II.3.3. Propriétés de l'amidon :

II.3.3.1. Propriétés hydrothermiques :

L'amidon natif ne trouverait que peu d'applications dans l'industrie si on n'utilisait pas des traitements hydrothermiques ou thermo-mécaniques permettant de détruire sa structure granulaire. L'amidon est insoluble dans l'eau à température ambiante. A des températures plus élevées, le grain d'amidon passe par différents états caractéristiques. A température ambiante, l'humidité relative de l'air influence la cristallinité, indiquant par là la perméabilité du grain vis-à-vis de l'eau (phénomène de sorption). A une température supérieure à ~ 60 °C, le phénomène d'empesage intervient. Enfin, en revenant à température ambiante, il y a gélification par rétrogradation de l'amidon.

- ❖ La gélatinisation – L'empesage
- ❖ La rétrogradation
- ❖ L'amidon matériau [15].

II.3.3.2. Hydrolyse :

Les enzymes qui cassent ou hydrolysent l'amidon en sucres simples sont connues sous le nom d'amylases. 12, 13 L' α -amylase, qui agit au hasard sur la chaîne macromoléculaire, est présente dans les plantes et dans les animaux. La salive humaine est riche en amylase, et le pancréas aussi sécrète l'enzyme. 14 La β -amylase, qui agit à partir de l'extrémité non réductrice de la chaîne, coupe l'amidon en unités maltose, un disaccharide. Ce procédé est aussi employé pour le brassage. La γ -amylase (ou amyloglucosidase ou encore glucoamylase 15) coupe la chaîne à la dernière liaison glucosidique α à l'extrémité non réductrice, et conduit au monosaccharide glucose. La γ -amylase scinde aussi les liaisons α 1,6 [16].

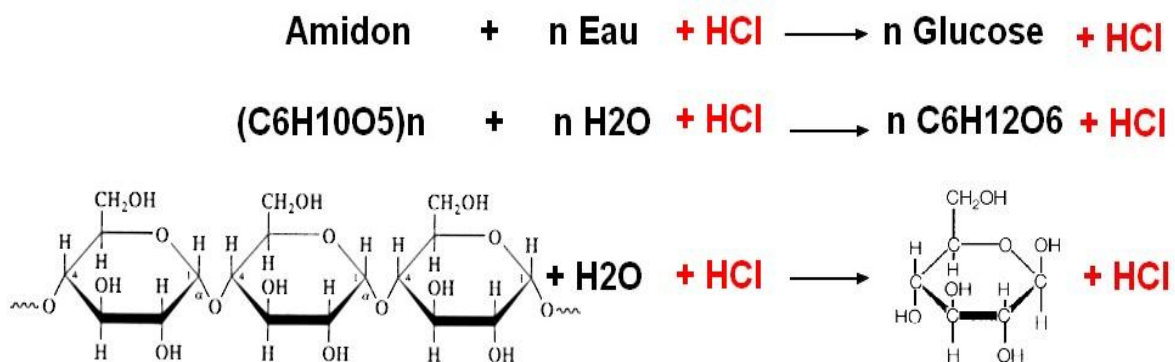


Figure II-10: Hydrolyse l'amidon [18].

II.3.4.Applications :

Les débouchés industriels de l'amidon sont essentiellement :

- l'agroalimentaire à travers l'industrie des boissons, confiseries et boulangeries ;
- l'industrie chimique qui l'utilise dans les procédés de fermentation pour la production de bioéthanol, les traitements de surface, la formulation de colles, l'encapsulation de produits pharmaceutiques, les cosmétiques, la papeterie et les matières plastiques biodégradables. L'amidon, principalement extrait de la pomme de terre, peut subir différentes modifications afin de lui conférer de nouvelles propriétés ou de limiter les problèmes qu'il occasionne :

- modifications physiques: pré-cuisson sur cylindre, en extrusion ou en tour d'atomisation ;
- modifications physico-chimiques: dextrination (hydrolyse de l'amidon en carbohydrates plus simples) à haute température et à pH extrêmes ;
- modifications chimiques : réticulation et substitution ;
- modifications biologiques : hydrolyse contrôlée par des systèmes enzymatiques [16].

III. Synthèse et Caractérisation :

III.1. Produits utilisés:

- 2.5g amidon
- 1ml glycérol « 1ml du glycérol entre 1ml d'eau ».
- 1ml NaOH (0.1M).
- 3ml HCl (0.1M).
- 20ml eau.

III.2. Extraction de l'amidon

Le procédé d'extraction de l'amidon du pomme de terre est un ensemble d'opérations unitaires, à savoir : le lavage, broyage par voie humide, le tamisage, la décantation et le séchage.

- L'amidon qu'on a utilisé pour ce travail est préparé au niveau de notre laboratoire. Pour préparer l'amidon, on a apporté une quantité de pommes de terre (**d'eloued**) bien lavé épluché et râpé à l'aide d'une râpe

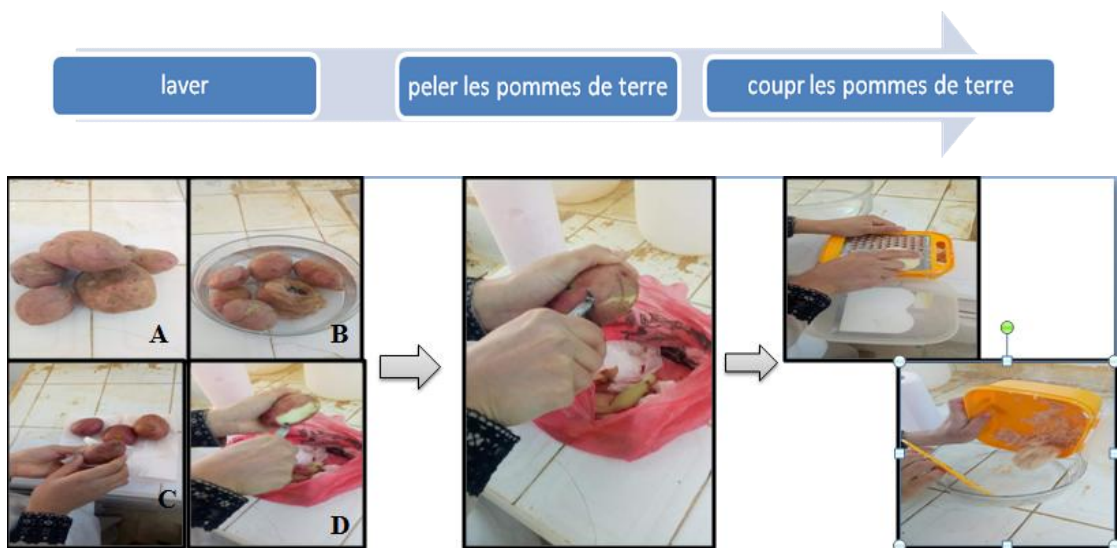


Figure III-1: première étape pour l'extraction de l'amidon.

On a met la pomme de terre râpée dans une casserole avec une quantité importante d'eau, et on a laissé le pendant 6 heures pour la décantation de l'amidon

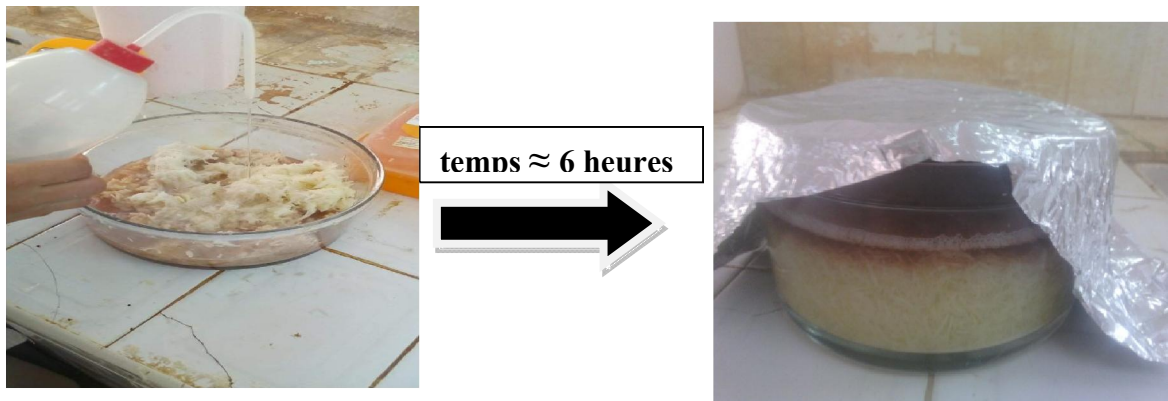


Figure III-2: récupération de l'amidon.

Ensuite on a filtré l'amidon de l'eau et des autres résidus.

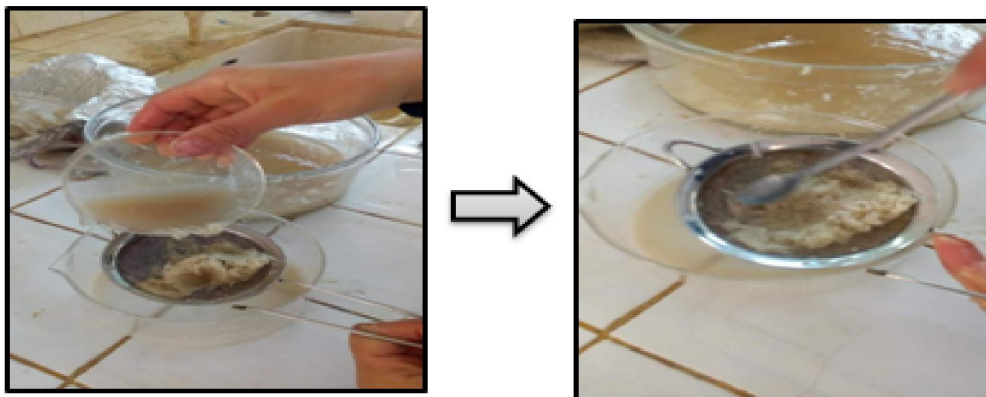


Figure III-3: Filtration de l'amidon

L'amidon obtenu a été séché dans une étuve pendant 8 heures à une température de 80°C.

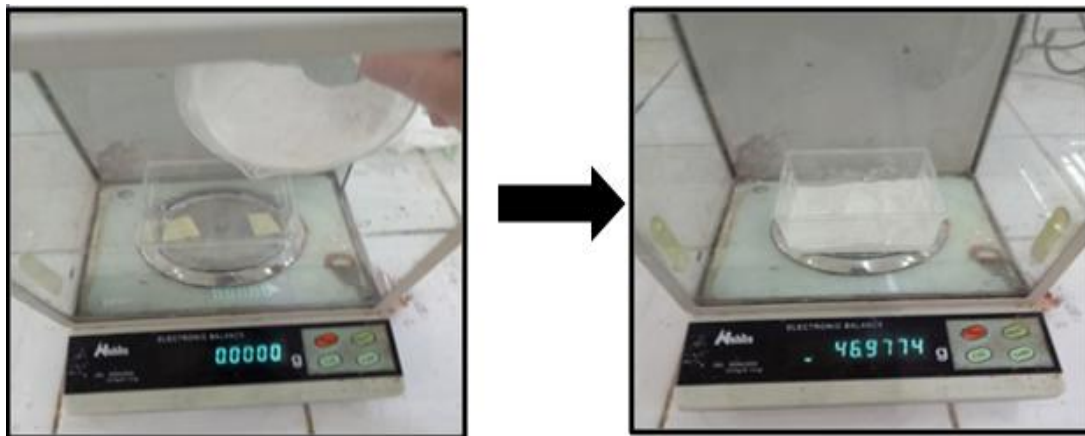


Figure III-4: Séchage de l'échantillon.

Lorsque l'amidon est séché, on a le broyé jusqu'à l'obtention d'une poudre.



Figure III.5: Amidon poudre.



On a observé que 1Kg de pomme de terre donne 46.9774g de l'amidon poudre.

Figure III.6: Poids de l'amidon de 1Kg de pommes de terre.

III.1.3. Préparation des composites amidon/charge organique :

Une masse donnée de granules d'amidon (2.5g) é été versé dans un erlenmeyer , ensuite on a ajouté, Un volume donné d'une solution de HCL de concentration 0.1 M et 1ml de glycérolé dilué dans 1ml d'eau puis 20ml d'eau. Le mélange à été placé dans un bain-marie à 80°C. Après stabilisation de la température de la solution, La solution est homogénéisée par agitation mécanique à 100 tr/mn tout au long de la durée d'hydrolyse.

Le rôle de l'acide dans cette étape est de détruire la phase amorphe pour obtenir de nanocristaux d'amidon. Juste la formation d'un gel on a ajouté quelque goutte de NaOH (0.1M) (pour réduire la viscosité du polymère préparé)



Figure III-7: Préparation d'un polymère à base d'amidon

Le gel (polymère) obtenu a été séché à l'aide d'une étuve à la température de 90 °C pendant 10heures.

Pour les composites (amidon / charge organique) on a suivi les mêmes étapes qu'on a utilisé pour préparer un polymère à base d'amidon seul, sauf qu'on a avant de chauffer le mélange (amidon/HCl/Glycérol) on a incorporé une quantité de L'avoine comme une charge organique avec un taux d'adition différent dans chaque mélange (1, 2, 3, 4 et 5% de l'avoine).

III.2. Technique de caractérisation

III.2.1 Étude structural

III.2.1.1 Infrarouge FTIR :

L'analyse chimique des plastique et la connaissance des formules chimique est un composant .nous indiquons plastique produite avant le séchage nous analysons toutes les données pour savoir si les formule chimique sont composées



Figure III-8:Appareil utiliser pour infrarouge.

❖ Préparation des pastilles

Nous avons mis 0.002d'amidon avec 0.1de KPR et broyé les deux composites pour obtenir un mélange homogène

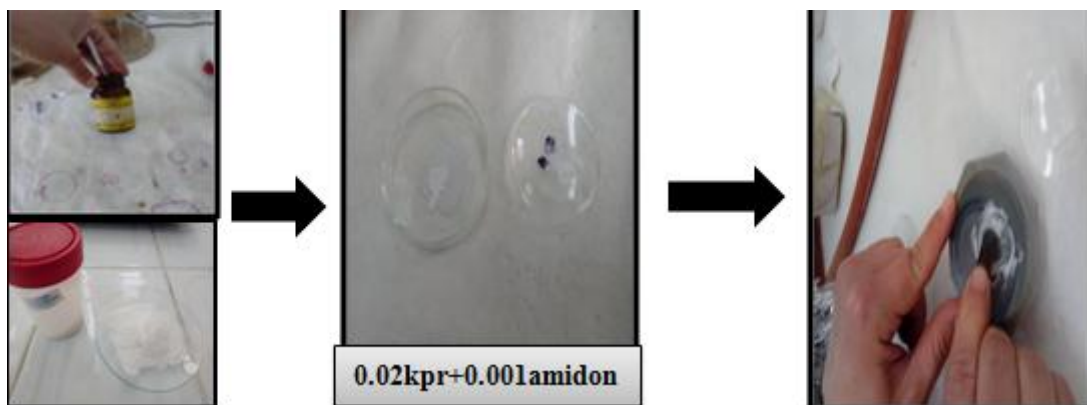


Figure III-9:Préparation des échantillons.

Nous formons cette poudre forme de compresse en appuyant sur échantillons.



Figure III-10: Presse hydraulique pour former l'échantillon en forme de pastille.

III.2.2. Test de gonflement :

Dans cette partie, nous nous intéressons à l'étude de gonflement des films préparés dans l'eau distillée. Pour cette raison, Premièrement, des échantillons de composite (films à base de l'amidon sans et avec charge organique) d'environ 30 mm de longueur et de section carrée de 1.5 mm de côté ont été découpées. Ces lamelles ont ensuite été placées dans des tubes à assai qui ont été remplis par l'eau distillée. Les tubes contenant les films et l'eau ont été laissé à la température ambiante est contrôlée précisément chaque jour. Ensuite on a pesé les échantillons chaque 24 heures et noté le taux de gonflement.

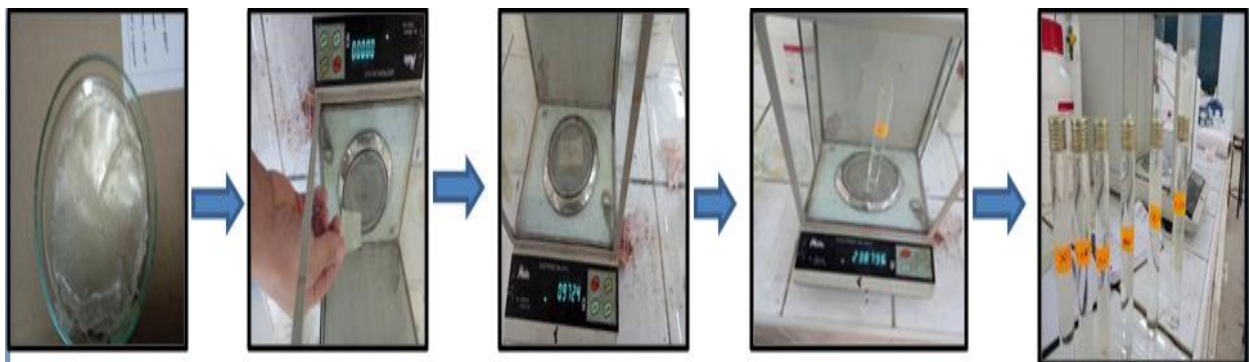


Figure III-11 : Test de gonflement.



Figure III-12: poids des échantillons et observation de la modification.

III.2.3 Test de vieillissement naturel

Le vieillissement naturel des polymères est un processus très complexe et influencé par plusieurs éléments : la température, l'humidité, l'énergie de solaire, les pluies et les polluants atmosphériques... Parmi ces paramètres, l'humidité et l'énergie de solaire (principalement le rayonnement ultraviolet) sont les deux éléments importants au cours du vieillissement naturel

Le test de vieillissement naturel a été fait comme suit :

Les films de l'amidon renforcé et non renforcé par l'avoine ont été laissée à l'aire libre pendant un mois et demi et chaque une semaine on a pesé les films et prendre des photos pour chaque échantillon.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale :

L'objectif majeur de ce travail étant d'étudier l'influence du taux de l'avoine sur le vieillissement naturel des films biodégradables synthétisé à base de l'amidon de pomme de terre et renforcé par une charge organique (l'avoine)

D'après ce qu'on a obtenu comme résultats on peut conclure :

- ❖ Analyse structural de l'infrarouge FTIR montre la différence entre le spectre d'infrarouge de l'amidon poudre et le spectre d'infrarouge de bioplastique synthétisé, ce qui confirme la réaction de polymérisation et la formation d'un polymère à partir de l'amidon de pomme de terre
- ❖ Etude de vieillissement naturel montre clairement que la vitesse de la dégradation de bioplastique élaboré et augmente avec l'augmentation de taux de la charge. Donc on peut dire que l'addition d'une charge organique favorise la dégradation des bioplastique et la durée de vie de ce polymère est diminuée
- ❖ Les résultats du test de gonflement permettent de dire que l'absorption de l'eau augmente avec l'addition de l'avoine.

Références bibliographiques

- [01] :N. Zerdoumi ; «Elaboration de composites à base de PEBD: Etude des effets du taux de charges et des interactions à l'interface», mémoire de master, UNIVERSITE FERHAT ABBAS, SETIF Algérie(2015).
- [02] : w. Ghorzi, « Etude de la diffusion des molécules de baspoids moléculaire dans des réseaux de polymères acryliques », mémoire de master, université de abou bekrelkaid Tlemcen, Algérie (2012)
- [03] : [En ligne]; disponible sur le site :<http://dspace.univ-biskra.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/4326/3/chapitre%20%2001.pdf> (10/6/2019).
- [04] : [En ligne]; disponible sur le site: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Polym%C3%A9risation> (16/06/2019).
- [05] : [En ;ligne]; disponible sur le site: <http://chimie.sup.pagesperso-orange.fr/polymeres/GENERALITESPOLYMERES.html>.(16/6/2019).
- [06] : [En ligne]; disponible sur le site: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Polym%C3%A8re> (16/06/2019).
- [07] : [En ligne]; disponible sur le site: <http://campus/enseignement/chap3/site/html/cours.pdf>. (18/03/2019).
- [08] : [En ligne]; disponible sur le site: <https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBD>(18/03/2019).
- [09] : [En ligne]; disponible sur le site : http://www.cndp.fr/portails-disciplinaires/fileadmin/user_upload/Physique-chimie/Ressources_RNSTL/Polymeres.pdf (18/03/2019).
- [10] : L.BOUZIDI ; S.CHANOUNE, « Elaboration et Caractérisation d'un Composite Totalement Biodégradable », Université A. MIRA – BEJAIA, 2017.

Références bibliographiques

- [11] : [En ligne]; disponible sur le site : <https://www.google.com/search?q=biopolymeres-organigramme> (18/03/2019).
- [12] : [En ligne]; disponible sur le site : https://www.univ-lorraine.fr/sites/www.univ-lorraine.fr/files/node_files/publics/users/martin38/2012/11/materiau_biocomposite.pdf(16/06/2019).
- [13] : I.Benakli, , F.hamani, « Etude des Biocomposites à Base de Polymère Biosourcé PHBV et Fibres Alfa», mémoire de mastre ,université de Abou Benrelkaid TLEmcen ,2012.
- [14] : [En ligne]; disponible sur le site : <https://www.compositec.com/compositec-promotion/les-materiaux-composites>(10/04/2019).
- [16] : [En ligne]; disponible sur le site : <https://docplayer.fr/10261980-Materiaux-polymeres-biodegradables-et-applications-note-de-synthese-ii.html>(15/04/2019).
- [17] : [En ligne]; disponible sur le site : <http://www.valbiom.be/files/librar y/Docs/Biopolymeres/amidonpla20111297333283.pdf>.(16/06/2019).
- [18] : [En ligne]; disponible sur le site : <http://www.mediachimie.org/ressource/zoom-sur-lamidon-de-l%E2%80%99amidon-aux-polym%C3%A8res-biosourc%C3%A9s> (28/03/2019).
- [19] : T. H. Nguyen. « Vieillissement artificiel et vieillissement naturel en ambiance tropicale de composites modèles époxy/verre : approche nanoscopique de l'étude des interphases. Autre ». Université de Toulon; Université de Danang (Vietnam), Français (2013).).
- [20] : [En ligne]; disponible sur le site : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/1058/10/CHAPITRE4.pdf>(23/06/2019).

Résumé:

Ce travail a pour but de synthétiser un biopolymère (composite) à base de l'amidon avec l'incorporation de l'avoine comme charge organique. Différentes analyses ont été faites tels que : spectroscopie infrarouge FTIR, étude de vieillissement naturel et le test de gonflement. Les résultats obtenus montrent que le composite élaboré à base de l'amidon /l'avoine est un polymère biodégradable.

Mots clé : biopolymères, amidon, charge organique, vieillissement naturel, l'avoine.

Abstract:

This work aims to manufacture biopolymer compound depends on the combination of starch with oatmeal as an organic enhancement. Various analyzes were conducted infrared spectroscopy; study of the deterioration of nature and text inflation .The result obtained showed that the compound made of starch / oats is a biodegradable polymer.

Key words: biopolymers, starch, organic filler, natural aging, oats.

ملخص:

يهدف هذا العمل إلى تصنيع (مركب) بوليمير الحيوي يعتمد على النشاء مع إدراجه مع الشوفان كتعزيز عضوي أجريت تحاليل مختلفة: التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء FT-IR, دراسة تدهور الطبيعي و اختبار مدى تضخم في الماء, أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المركب المصنوع من النشاء /الشوفان هو بوليمر قابل انحلال.

الكلمات المفتاحية: البوليمر الحيوي, النشاء, تعزيز عضوي, تدهور الطبيعي, الشوفان.