

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
20 أوت 1955 - سكيكدة  
UNIVERSITE 20 AOUT 1955-  
SKIKDA



**Faculté des sciences**

**Département des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Filière: Sciences Biologique**

**Option: Biochimie appliqué**

**Intitulé**

# **Production du bioplastique a base d'amidon**

**Présenter par:** - Bouznad Djehina

- Bouzekri Ahlem
- Boulaktout Asma
- Younes Youcef

**Membre de jury:**

<b>Dr. Boudjellab Z.E (MCB)</b>	<b>Président</b>	<b>Université 20 Aout 1955 Skikda</b>
<b>Dr. Ghannam M (MCB)</b>	<b>Promoteur</b>	<b>Université 20 Aout 1955 Skikda</b>
<b>Dr. Bouhadouda N (MCB)</b>	<b>Examinatrice</b>	<b>Université 20 Aout 1955 Skikda</b>

**Année universitaire**

**2021/2022**









# ***Remerciement***

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements  
et notre profonde gratitude, avant tous Allah  
le tout puissant Qui nous a toujours soutenu et  
fortifié dans notre parcours scolaire  
Qui nous a donné le courage et la force pour mener ce modeste  
travail jusqu'au  
bout.*

*Nous tenons à remercier chaleureusement  
DrGhannam Maya, qui nous a permis de bénéficier de son  
encadrement, pour sa disponibilité et sa patience durant notre  
préparation de ce mémoire.  
Nous la remercions de tout cœur pour la confiance qu'elle nous a  
toujours accordé durant ces mois de travail*

*Nous exprimons toute notre gratitude aux membres de jury :  
Dr Boudjeleb Z E. pour nous avoir fait l'honneur de présider le  
jury*

*Dr Bouhadouda N. pour avoir bien voulu examiner notre travail.  
Nos remerciements vont également à tous les professeurs et les  
enseignants qui ont veillé sur notre bonne formation durant le  
cursus*

*Universitaire depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à à la fin  
de l'année universitaire*

*Enfin, nous adressons nos remerciements à notre promotion, à  
tous nos proches et amies qui nous ont toujours soutenus et  
encouragés au cours de la réalisation de ce travail.*

*Merci à toutes et à tous*



# ***Dédicace***



***Je dédie ce travail***

***A ma très chère défunte mère Halilou Djemila que dieu la reçois dans son vaste paradis qui était une lumière, mon guide pour toutes mes démarches et ma vie ; quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point la remercier comme il se doit.***

***هللا يرحمها و يدخلها فسيح جنات***

***A mon très cher père Bouznad Abdelhafid : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Ton soutien, ton affection et ta confiance qu'il m'a accordé. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection .Puisse dieu, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.***

***A mon cher grand-père papa-hadje  
grand-mère mama chahmouna  
qui je souhaite une bonne santé.***

***A mes très cher frères Amar, Yasser et Zaki puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite.***

***A tous mes tentes et oncles.***

***A tous les membres de ma famille Bouznad et Halilou.  
que dieu les protèges.***

***Djehina***



# *Dédicace*



*Tout d'abord je tiens à remercier le tout «  
puissant Allah » qui m'adonné le courage, la  
volonté et la force pour réaliser ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*-A mes chers parents, en témoignage de ma  
profonde affection et mareconnaissance  
pour leur amour, soutient, confiance et qui  
m'ont donné une éducation sans laquelle je  
n'avais pas pu évoluer dans lavie.*

*-A mes frères Chamsse Eddine, Mounir,  
Oussama, Ayman .*

*-A mes sœurs Amira ,Maroua.*

*-A toute la famille Bouzekri,Mettatla.*

*-A mes amies : Djehina,Asma,Khaoula.*

*-A ceux qui m'ont soutenus de près ou de loin  
et me souhaités toujoursla réussite et le  
bonheur.*

*Ahlem*

# *Dédicace*



*Tout d'abord je tiens à remercier le tout «puissant Allah » qui m'a donné le*

*Courage, la volonté et la force pour réaliser ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail ;*

*A mes chers parents, en témoignage de ma profonde affection et ma reconnaissance pour leur amour, soutien, confiance et qui m'ont donné une éducation sans laquelle je n'avais pas pu évoluer dans la vie.*

*A mes frères MEHDI et MOUSSA*

*Et mes sœur Wafa et YASMINA*

*A mes amis AMANI CHAMIA*

*A mon petit prince Anas*

*A toute la famille BOULAKTOUT*

*A mon trénome DJEHINA et AHLEM et YOUSSEF*

*A ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin et mes souhaite toujours la réussite et le bonheur.*

*Asma*



# ***Dédicace***



*Je dédie ce travail:*

*À mes chers parents source de vie,  
d'amour et d'affection.*

*À mes chers frères et leurs enfants, source  
de joie et de bonheur.*

*À ma tante et ma cuisine Célia.*

*À tous mes amis, particulièrement  
Nasreddine et Mohamed.*

*À l'enseignante de la première année  
du cycle primaire, Zeggari. S*

*À vous chers lecteurs.*

*Youcef*

# **Le titre:** Production de bioplastique a base De l'amidon

## Résumé

---

L'objectif de ce travail est d'essayer de mettre un Protocole pour réduire l'utilisation de **plastique** traditionnel d'origine pétrolière, ce dernier il avait été à plusieurs critiques liées à l'aspect environnement, ainsi que leurs lente **biodegradabilité** et leurs produits toxique quicausent plusieurs maladies.

C'est pour cela les chercheurs ont proposé une solution, ils ont offert un modèle de plastique **biodegradable** et **biossource** appelé **Bioplastique**.

Le but de ce protocole est de produire de bioplastique a base de l'amidon de deux famille de pomme de terre (**pomme de terre Atlas** et la **patate douce**) on a travaille le même protocole avec 3 extraits d'amidon dans chaque famille de pomme de terre (complète, épluchée, l'épluchure).

Grace à nos expatience, nous avons constate, que le rendement de bioplastique dans les patates douces est eleve mais que leur propriété de resistance a l'eau est faible par contre les Caractéristiques de la pomme de terre Atlas dans sa résistance a l'eau et a l'humidité sont les meilleures

Notre utilisation de patate douce dans la fabrication de bioplastiques est une nouvelle experience qui n'a jamais été tentée auparavant, bien que ses resultats soient couronnés de success.

---

**Les mots clés:** Plastique, bioplastique, biodegradable, biosourcé, pomme de terre *Atla*, patate douce

# **Title:** production of bioplastic based on starch

## **Abstract**

---

The objective of this work is to try to put a Protocol to reduce the use of traditional **plastic** of petroleum origin, this last one it had been to several criticisms related to the environmental aspect, as well as their slow biodegradability and their toxic products that cause several diseases

For this reason the researchers have proposed a solution, they have offered a model of **biodegradable** and **biosourced** plastic called **Bioplastic**.

The aim of this protocol is to produce bioplastic based on the starch of two potato families (*Atlas potato* and *sweet potato*). We worked the same protocol with 3 extracts of starch in each potato family (complete, peeled, peel).

Thanks to our experience, we found out that the yield of bioplastic in sweet potatoes is high but their water resistance property is low. On the other hand, the characteristics of *Atlas* potato in its resistance to water and humidity are the best

Our use of sweet potato in the manufacture of bioplastics is a new experiment that has never been tried before, although its results are successful.

---

**Key words:** plastic, bioplastic, biodegradable, biobased, *Atlas* potato, sweet potato

## الملخص

الهدف من هذا العمل هو محاولة وضع بروتوكول للحد من استخدا م البالسننك التوليدى ذي الأصل البرولى ، وقد تعرض الأختبر للعديد من الالتهادات المتعلقة بالجانب البيئي ، فصر عن قابليتها للتحلل البيولوجى البطيء ومنجانبها السامة التى تسبب العديد من الأمراض. لهذا السبب اقترح الباحثون حال، فقد قدموا نموذجا للبالسننك ذو أساس حيوي قابل للتحلل الحيوي يسمى البالسننك الحيوي.

الغرض من هذا البروتوكول هو إنتاج بالسننك حيوي على أساس نشا عائلتين من البطاطا (بطاطا أطلس والبطاطا الحلوة) علما أنها استخدما نفس البروتوكول مع 3 مستخلصات نشا من كل عائلة بطاطا (كاملة ، موشرة ، وشور).

بفضل تجربتنا ، وجدنا أن محصول البالسننك الحيوي في البطاطا الحلوة مرتفع ولكن خاصية مقاومة الماء منخفضة ، من ناحية أخرى ، فإن خصائص بطاطس أطلس في مقاومته للماء والرطوبة هي الأفضل.

يعد استخدما للبطاطا الحلوة في صناعة البالسننك الحيوي تجربة جديدة لم يتم تجربتها من قبل ، على الرغم من أن نتائجها تتوج بال نجاح.

## Liste des abréviations

<b>Abreviation</b>	<b>signification</b>
CEN	Comite européen de normalisation
ADEME	Agence de l'environnement et de la maitrise de l'énergie
CO2	Dioxyde de Carbone
CH4	Methane
H2O	L'eau
PHA	Polyhydroxycanoates
PLA	Acide poly lactique
BIO-PBS	Bio poly butylène succincte
BIO-PE	Bio polyethylene
BIO-PET	Bio téréphtalate d'éthylène
BIO-PTT	Bio polytéréphtalate de trim ethylene
PA	Polyamide
PUR	Polyurethanes
PS	Polystyrène
PP	Polypropylene
PVC	Polychlorure de vinyle
PHB	Poly-hydroxy-butyrates
PHBH	Poly3-hydroxybutyrates-co-3-hydroxyhexanoates
PHPT	Polyhydroxybutyratesvalerates
PCL	Polycaprolactone
PBAT	Polybutylene adipate –co-polyglycolique
PGA	Acide Polyglycolique
PVOH	Acide Polyvinilyque
PHV	Polyhydroxy-Alkanoates
PC	Polycaprola
PE	Polesteren
NaOH	Hydroxyde de sodium
HCL	Acide chlolorohydrique
°C	Degré Celsius

### Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	voie de dégradation du polymère dans l'environnement ( <b>Kaplan D.L. &amp; al, 1993.</b> )	7
2	capacité mondiale de production de bioplastique ( <b>Nova Institute 2014.</b> )	12
3	matrice des plastiques et bioplastiques ( <b>Lapointe, R. 2012.</b> )	14
4	différentes classes de plastiques biodégradables. ( <b>Lapointe, R. 2012.</b> )	15
5	Structure de tubercule de pomme de terre ( <b>Jean-Claude Laberche 2001</b> )	18
6	Pomme de terre spunta et désiré	ANNEXE 1
7	Pomme de terre brentina et kondor	ANNEXE 1
8	Pomme de terre atlas et diamant	ANNEXE 1
9	Structure de l'amylose ( <b>Jean-Luc, W &amp; al 2016</b> )	22
10	Structure de l'amylopectine ( <b>Jean-Luc, W &amp; al 2016</b> )	20
11	laboratoire de hall technologie.	24
12	Photo de pomme de terre Atlas	25
13	Photo de la patate douce	26
14	Matériel d'extraction d'amidon	ANNEXE 2
15	Photo de pelage pomme de terre	ANNEXE 2
16	Photo de râpage de pomme de terre	ANNEXE 2
17	Photo d'ajout d'eau	ANNEXE 2
18	Photo de la filtration de la pomme de terre	ANNEXE 2

19	photo d'enlèvement de l'eau à l'aide d'une pipette.	ANNEXE 2
20	Photo d'amidon avant séchage	ANNEXE 2
21	Photo d'amidon après séchage	ANNEXE 2
22	Photo d'extrait d'amidon de la pomme de terre Atlas	27
23	Photo d'extrait d'amidon de la patate douce	27
24	Photo du matériel de plastification	ANNEXE 2
25	Photo de pesage d'amidon	ANNEXE 2
26	Photo d'ajout du glycérol	ANNEXE 2
27	Photo d'ajout d'eau distillé	ANNEXE 2
28	Photo d'ajout de l'HCL	ANNEXE 2
29	Photo d'agitation et surveillance de la température	ANNEXE 2
30	Photo d'ajout du NaOH	ANNEXE 2
31	Photo de la coloration	ANNEXE 2
32	Photo d'étalement du bioplastique	ANNEXE 2
33	Photo du bioplastique dans l'étuve	ANNEXE 2
34	Photo du film du bioplastique de pomme de terre Atlas	29
35	Photo du film du bioplastique de la patate douce	29
36	Rendement d'extraction d'amidon	34
37	Rendement d'extraction de pomme de terre	35
38	Humidité des différents films	36

39	Solubilité des différents films	37
40	Photo de cerise après 2 jours de conservation à l'air libre	38
41	Photo de cerise après 6 jours de conservation avec du papier cellophane et bioplastique	38

## Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Propriétés spécifiques des bioplastique et les applications attendues. <b>(Ashter, S. A. 2016).</b>	10
2	Différent types de plastique et bioplastiques classés en fonction de leur origine et leur fin de vie. <b>(Luc Avérous, 2008)</b>	13
3	type de bioplastique extrait de la biomasse <b>(Yu, 2009).</b>	14
4	Comparaison de diverses propriétés de plastique et bioplastique <b>(Carbohydrate polymers, may 2003)</b>	16
5	Principaux variétés cultivés en Algérie. <b>(ITCMI, 2010)</b>	18
6	Principaux producteurs de pomme de terre dans le monde. <b>(FAO, 2014)</b>	19
7	Donnée statistique de la production des pommes de terre en Algérie. <b>(BOUFARES, K. 2014).</b>	20
8	Principales wilaya productrices de pomme de terre en Algérie <b>(ITCMI, 2010)</b>	20
9	Teneur en amylose et amylopectine des amidons de différentes sources <b>(WERTZ, J. L. 2011).</b>	21
10	La fiche d'identité de pomme de terre <i>Atlas</i> <b>(La pomme de terre, 2008)</b>	25
11	Caractérisation d'amidon extrait	27
12	Rôle des réactifs intervenants dans la plastification de l'amidon. <b>(BOUFARES, K. 2014).</b>	28
13	Calcul du rendement de l'amidon extrait	34
14	Calcul du rendement de bioplastique	35
15	Calcul du taux de solubilité	37

## Table des matières

Résumé	
Abstract	
المخلص	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	01

### Partie 1 : bibliographie

#### Chapitre I : généralité sur plastique et bioplastique

##### I.1. Plastique

I.1.1.	
Définition .....	05
I.1.2.	
Production.....	05
I.1.3.	
Dégradation.....	06

##### I.2. Bioplastique

I.2.1. Définition.....	07
I.2.2. Historique du bioplastique .....	07
I.2.3. Production.....	08
I.2.4. Biodégradation .....	09
I.2.5. Application.....	10
I.2.6. Avantages et inconvénients.....	11
I.2.7. Capacités mondiale de production de bioplastique .....	12

##### I.3. Spécificité de bioplastique et de plastique .....

I.3.1. Différents types des plastiques biodégradable .....	14
I.3.2. Comparaison entre plastique et bioplastique.....	16

## **Chapitre II : Présentation de la biomasse étudié**

### **II.1. Pomme de terre**

II.1.1. Généralité.....	17
II.1.2. Tubercules .....	17
II.1.3. Principal variété cultivé en Algérie.....	18
II.1.4. Capacité mondiale de production de pomme de terre.....	18
II.1.5. Donnés statistiques sur la production de pomme de terre en Algérie .....	19
<b>II.2. Présentation de l'amidon.....</b>	<b>20</b>
II.2.1. Composition de l'amidon et structure de base.....	21

## **Partie 2 : Matériel et méthodes**

I. Présentation du site d'accueil.....	24
II. Extraction de l'amidon.....	24
II.1. Matériel .....	24
II.1.1. Biomasse étudié .....	24
II.1.2. Matériel de laboratoire .....	26
II.2. Méthode.....	26
III. Plastification de l'amidon extrait.....	27
III.1. Matériel .....	27
III.1.1. Amidon.....	27
III.1.2. Matériel de laboratoire et réactif.....	27
III.2. Méthode .....	28
IV. Rendement d'extraction d'amidon .....	30
V. Rendement du bioplastique .....	30
VI. Taux d'humidité .....	30
VII. Taux de solubilité.....	30
VIII. Test d'emballage.....	31

## **Partie 3 : Résultat et discussion**

I. Observation visuel.....	33
II. Rendement d'extraction d'amidon.....	33
III. Rendement du bioplastique .....	35
IV. Taux d'humidité .....	36
V. Taux de solubilité .....	36
VI. Test d'emballage .....	37
Conclusion et perspectives.....	40
Références bibliographiques	
ANNEXE 1	
ANNEXE 2	

# Introduction

L'épuisement des combustibles fossiles (le pétrole, par exemple) et la recherche des solutions énergétiques alternatives suite à l'épuisement de ces derniers, la lutte contre l'augmentation des gaz à effet de serre, et la préservation de l'environnement incitent à la recherche d'alternatives aux produits de la pétrochimie, branche de l'industrie chimique qui utilise comme matières premières les produits dérivés du pétrole. Dans le secteur des plastiques notamment, se développe, depuis les années 2000, une offre de plastiques issus de sources renouvelables (végétale, animale...), également appelés plastiques végétaux, plastiques biosourcés ou « bioplastiques ». (**Aristote Matondo 2018**) .S'ils représentent encore une part marginale dans la production de plastiques (moins de 0,3% en 2010 dans le monde), ces matériaux sont appelés à se développer rapidement notamment dans le secteur de l'emballage. Par ailleurs, l'utilisation massive de matières plastiques pour la fabrication d'objets à usage unique ou à courte durée de vie a des impacts négatifs sur l'environnement. En particulier, le recours massif aux plastiques pour les emballages et le manque de collecte systématique se traduisent par une accumulation de plastiques dans l'environnement, source de nuisance visuelle et de pollution des sols et des milieux maritimes, contaminant ainsi la chaîne trophique. (**Mukae. k, 1987**)

La prise de conscience de cette pollution à long terme (la durée de vie d'un sac plastique abandonné au sol étant estimée à 200 ans) et des coûts du retraitement de tous les déchets plastiques, ont conduit à la mise en place de cadres législatifs contraignants et d'initiatives de réduction de l'utilisation de plastiques. (**Aristote Matondo ,2018**)

Il est donc crucial de se tourner vers les bioplastiques qui offrent plusieurs avantages, entre autres l'opportunité de valorisation organique des déchets plastiques pouvant conduire à la méthanisation; l'utilisation des biocarburants qui sont des carburants produits à partir de matières végétales et utilisés dans les moteurs; les opportunités économiques par la réduction du recours aux ressources fossiles. (**Soccalingame. L, 2014**).

Leur grande partie avantageuse se trouve donc dans la production des énergies renouvelables qui, dans un contexte marqué par la volonté de diversifier les sources d'énergie, de réduire la consommation de pétrole et les rejets de gaz à effet de serre, devraient jouer un rôle majeur dans le bouquet énergétique de demain. D'où la nécessité de tourner vers d'autres matières premières pour la fabrication des plastiques, étant donné la grande importance de ceux-ci dans notre vie quotidienne. (**Tsuji. H ; Suzuyoshi. K, 2002**).

L'objectif de ce travail est de produire des films bioplastiques à partir d'amidon extrait de pomme de terre.

Ce travail se présente en deux parties principales :

La première partie ; est une synthèse bibliographique dans laquelle le premier chapitre exposera et décrira des généralités sur les plastiques et les bioplastiques. Le second chapitre sera consacré à la biomasse utilisée, pomme de terre et l'amidon de la pomme de terre.

La seconde partie est une étude expérimentale consacrée à :

- L'extraction d'amidon de pommes de terre.
- La caractérisation d'amidon extrait.
- Plastification d'amidon extrait.

A partir de l'interprétation et discussion des résultats expérimentaux obtenus, nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

Partie 1 :

Bibliographie

# Chapitre I : Généralité sur plastique et bioplastique

## I.1. Plastique :

### I.1.1. Définition :

Le mot « plastique » dérive du latin « plasticus » « relatif au modelage », lui-même issu du grec ancien « plastikós », qui signifie « malléable, qui sert à modeler » (**Rey. A, 1992**). Et c'est bien cette formidable « plasticité », cette absence de restriction dans la forme qu'on peut lui donner, alliée à un prix peu élevé, qui explique que ce matériau est devenu incontournable dans notre économie moderne (**Ellen MacArthur, 2016**). Il est à noter que le terme « plastique », utilisé comme nom commun, constitue une ellipse de « matière plastique », définit de la manière suivante : « n'importe quelle matière qui peut être chauffée ou moulée et qui conserve sa forme une fois refroidie est un plastique » (**CCSP, 2009**) ou « matière intrinsèquement sans forme pouvant être moulée ou modelée sous la chaleur et/ou la pression » (**Koch, P 2013**).

Certains auteurs renvoient directement la définition de « matière plastique » à le concept « polymère » (**Helmenstine, 2012**). donc, Les matières plastiques sont faites de polymères ; sont un assemblage de plusieurs monomères, des molécules de base chimiquement liées en une macromolécule (**Reyne, 1998**). La longue chaîne du polymère rassemble les monomères de manière structurée (**ChemistryEncyclopedia, 2007**). Précisant que le monomère est répété un fois dans la chaîne (**Olivier, 2013**).

### I.1.2. Production :

Un plastique est produit à partir de la matière première « pétrole » par différents processus de fabrication.

Le pétrole est chauffé dans un four de la distillation à 370°C, on procède au « craquage » du pétrole ; un phénomène physique. C'est-à-dire qu'on le divise en plusieurs parties: en fiouls lourds, en mazout et diesel (gazole), en kérosène, en essence, en naphtha et enfin, en gaz. Pour produire du plastique, on utilise uniquement la fraction naphtha. Il est ensuite envoyé dans une autre usine spéciale, une usine de plasturgie. La plasturgie est l'industrie du plastique. Dans cette usine le naphtha est transformé en différents plastiques grâce à des procédés différents : vapocraquage, polymérisation et adjuvants/additifs. A la fin, on a la matière plastique, on donne la forme au plastique par le processus de façonnage : moulage, extrusion, injection et thermoformage selon les besoins des plastiques. (**Ellen MacArthur, 2016**)

### *1.1.3. Dégradation :*

Le terme dégradation désigne de manière générale toutes les altérations d'origine chimique et/ou physique qu'un matériau est susceptible de subir. Cependant, il est important de différencier les altérations que subit ce matériau au cours de son utilisation que l'on pourra assimiler à un phénomène de vieillissement non désiré, de celles qu'il subit lorsqu'il est traité en fin d'utilisation par stockage dans un milieu particulier (le compost par exemple) afin de le faire disparaître de manière définitive ou partielle. C'est pour ce dernier cas que nous emploierons le terme dégradation.

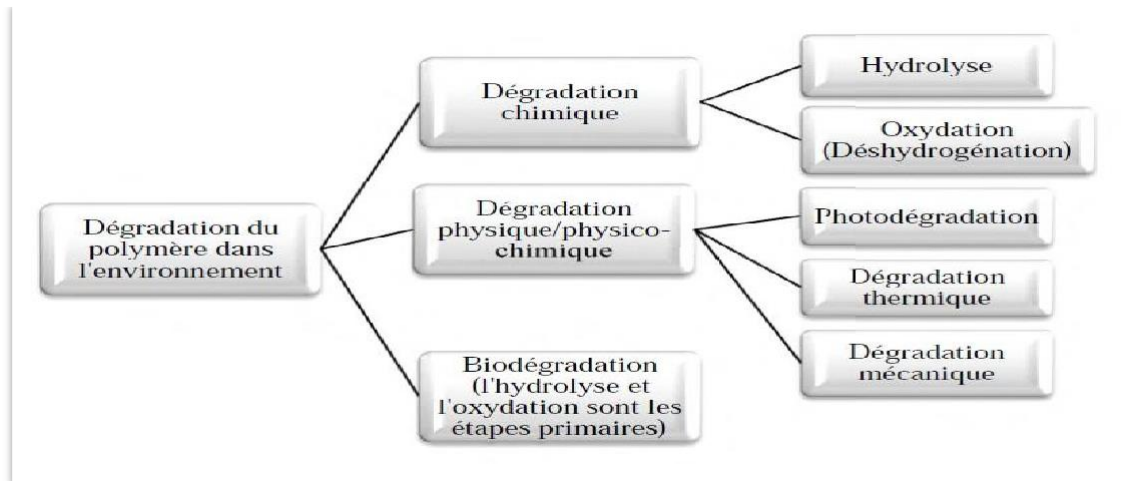
D'après le Comité Européen de Normalisation (CEN), la notion de dégradation est décrite comme suit : «La dégradation est un processus irréversible entraînant un changement significatif dans la structure du matériau, ce changement est classiquement caractérisé par une perte des propriétés initiales (poids moléculaire, structure moléculaire, résistance à la traction) et/ou une fragmentation. La dégradation est affectée par les paramètres environnementaux et se déroule en une ou plusieurs étapes». (Mukae. K, 1987)

Le terme dégradation rassemble donc l'ensemble des phénomènes biotiques et abiotiques que le matériau subit lorsqu'il est placé dans un milieu particulier pour être traité en fin de vie, sans distinction d'origine. Un « plastique dégradable » peut donc être défini comme suit : «Un matériau est considéré comme dégradable dans certaines conditions s'il subit une dégradation quelconque déterminée dans un temps donné et selon une méthode de mesure standardisée adaptée». (Mukae. K, 1987)

### *Mécanisme de la dégradation :*

La photolyse, l'hydrolyse, la thermolyse, l'oxydation et l'attaque biologique sont les principaux mécanismes conduisant à la disparition de ses matériaux de l'environnement. La dégradation environnementale des polymères peut donc être divisée en processus biocatalytiques (biodégradation) qui introduisent des enzymes. (Mukae. K, 1987)

**La figure 1** représente les voies dégradation du polymère dans l'environnement :



**Figure1** : voie de dégradation du polymère dans l'environnement

## I.2. Bioplastique :

### I.2.1. Définition :

Les bioplastiques peuvent être définis comme les matériaux qui sont biosourcés et/ou biodégradables capables d'être décomposés par des micro-organismes. (Tonuk, D &all, 2016).

Les bioplastiques sont des nouveaux matériaux, d'un grand intérêt du 21<sup>ème</sup> siècle, leurs productions et leurs consommations sont en développement à travers le monde.

Généralement les bioplastiques sont fabriqués à partir des ressources renouvelables tel que le maïs, les sucres, les pommes de terre...Etc. (Ashter, S. A. 2016).

En fonction des conditions de dégradation (aérobie et anaérobie) et du milieu, les matériaux se décomposent en H<sub>2</sub>O, en composés inorganiques, en CO<sub>2</sub> et/ou CH<sub>4</sub> et en une nouvelle biomasse.

Il convient de rappeler que le préfixe « bio » peut en effet faire référence soit à l'origine biologique du plastique (biosourcé) soit à sa fin de vie (biodégradable). (I. soccalingame )

### I.2.2. Historique du bioplastique :

L'histoire de bioplastique a été décrite comme suite (Rajendran, N. et al, 2012) :

- **En 1941** : Henry Ford, a fabriqué les plastiques à partir de fèves de soja durant la seconde guerre mondiale qui a joué un rôle important dans le développement des bioplastiques.
- **En 1992** : Une société Metabolix, biosciences a fourni des solutions aux besoins des mondes pour les matières plastiques, les produits chimiques et de

l'énergie.

- **En 2000** : La société Metabolix a lancé les programmes de recherche pour le développement des cultures industrielles d'ingénierie pour la production de bioplastiques.
- **En 2005** : Toyota a commencé à réaliser une usine pilote dans la ville de Toyota Hirose (Japon) pour tester la facilité de production de bioplastiques.
- **En 2006** : LONDON-NEC Corporation a mis au point un matériau bioplastique renforcé par les fibres, pour réduire l'impact environnemental des téléphones mobiles.
- **En 2010** : Cardia bioplastics CBMM fabrication (Malaisie) a développé la fabrication de produits bioplastiques.

### ***1.2.3. Production :***

On fabrique le plastique grâce à des polymères (longues chaînes de molécules). Et justement, les végétaux contiennent des polymères carbonés présents dans l'amidon.

Voici comment on fabrique du bioplastique à partir de maïs en usine. On extrait d'abord l'amidon:

On met des grains de maïs dans une cuve chaude puis on les broie. Cela donne un jus que l'on place dans une centrifugeuse à plus de 3000 tours par minutes. L'amidon, plus lourd, reste en bas de la centrifugeuse (les protéines, plus légères, sont récupérées en haut pour les animaux). On obtient alors un lait très concentré en amidon. L'amidon étant un glucide, les molécules de glucides s'assemblent pour former de longues chaînes de molécules que l'on appelle amidon. Il est donc un polymère dans le maïs. On applique, comme pour le plastique, le découpage du polymère en monomère et l'assemblage des monomères en fonction des besoins et du type de plastique que l'on veut obtenir. Pour obtenir les polymères, on le place dans un four à 60°C et ce sont les levures ou les bactéries qui assemblent les monomères, on parle de polymérisation. Ainsi, avec de l'amidon, on peut créer des polymères comme :

-l'acide polylactique qui peut remplacer le polyéthylène

-Le PBS (Poly Butylène Succinate) peut remplacer le polypropylène.

Une fois que l'on a obtenu le bioplastique, on en fait des petites billes et on utilise 4 techniques selon ce que l'on veut en faire :

- Le thermoformage et l'injection pour du plastique rigides ( couverts, boîtes ..)
- L'extrusion pour du plastique souple (sacs plastiques, films d'emballage)
- Le soufflage pour les mousses ou les barquettes.( **Aristote M, 2018**).

### ***1.2.4. Biodégradation :***

Comme le rappelle l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), un matériau est dit « biodégradable » s'il peut être décomposé sous l'action des micro-organismes (bactéries, champignons, algues, vers de terre, etc.). Le résultat est la formation d'eau (H<sub>2</sub>O), de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et/ou de méthane (CH<sub>4</sub>), et de sous-produits (résidus, nouvelle biomasse) non toxiques pour l'environnement. Il découle de cette définition que « la biodégradabilité est la capacité intrinsèque d'un matériau à être dégradé par une attaque microbienne, pour simplifier progressivement sa structure et finalement se convertir facilement en eau, CO<sub>2</sub> et/ou CH<sub>4</sub> et une nouvelle biomasse. » (**ADEME, 2005**).

### ***La biodégradation dépend des conditions de l'environnement :***

La biodégradation est influencée par les paramètres physico-chimiques (température, humidité, pH) et microbiologiques (quantité et nature des micro-organismes) du milieu dans lequel elle se produit.

« Pour avoir vraiment un sens, le terme “ biodégradable “ doit être précisé et relié non seulement à une durée, compatible avec notre échelle humaine, mais aussi à des conditions de biodégradation » souligne **Stéphane Bruzaud**. C'est ce qui fait toute l'ambiguïté de ce terme et la complexité de cette notion... Car à l'extrême, un plastique d'origine pétrochimique non biodégradable, sera sûrement biodégradé au bout de quatre siècles. De même, un polymère biodégradable placé au pôle Nord, à – 20°C et en l'absence de bactéries, va être biodégradé beaucoup plus lentement que si on le met dans un compost industriel, avec de nombreux micro-organismes, à 50 ou 60°C et en présence d'humidité. (**Stéphane Bruzaud, 2019**)

### ***Mécanisme de la biodégradation :***

La biodégradation est en fait une succession de plusieurs phénomènes, qui se superposent partiellement. Ils vont être d'abord plutôt d'origine physique : le matériau va se fragmenter, se fissurer, notamment sous l'effet des chocs et du rayonnement du soleil. Lorsque la taille des particules devient plus petite, interviennent plutôt des phénomènes d'origine chimique : par exemple dans le cas des polyesters, l'eau va hydrolyser la fonction ester et couper la chaîne polymère à différents endroits. Enfin, lorsque les tailles des chaînes deviennent encore plus

## Chapitre I : Généralité sur plastique et bioplastique

petites (poids moléculaire réduit et degré d'oxydation élevé), c'est la dégradation biologique qui va entrer en jeu : les micro-organismes (essentiellement les bactéries et les champignons) vont métaboliser ces chaînes grâce à leurs enzymes, le résultat final étant une production de biomasse microbienne et une minéralisation qui correspond à la production d'un mélange d'eau (H<sub>2</sub>O) et de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et/ou de méthane (CH<sub>4</sub>). (**Jean-François Ghiglione, 2018**).

« La chaleur, l'humidité, la présence d'éléments nutritifs et de nombreux micro-organismes favorisent ce processus de biodégradation. Un plastique biodégradable se dégradera toujours beaucoup plus vite qu'un plastique qui ne l'est pas, mais le processus de biodégradation sera ralenti dans l'environnement si les conditions de biodégradation ne sont pas réunies », précise **Jean-François Ghiglione**.

### *1.2.5. Application des bioplastiques*

Les bioplastiques montrent une grande demande sur le marché dues à une tendance dans l'industrie à substituer les polymères dérivés du pétrole par des composés biodégradables. (**Ashter, S. A. 2016**)

Trois grands domaines d'application des bioplastique émergent :

- Le domaine agricole.
- Le domaine d'emballage
- Le domaine médical.

Le tableau1 représente l'application ciblée de chaque bioplastique :

**Tableau1** : Propriétés spécifiques des bioplastique et les applications attendues

<b>Bioplastique</b>	<b>Propriétés particulières</b>	<b>Applications ciblées</b>
<b>Plastique à base d'amidon</b>	Antistatique, anticondensation, toucher naturel	Emballages et sacs
<b>Plastiques à base de cellulose</b>	Transparences, antistatiques	Emballages Emballages
<b>Plastiques à base de protéine</b>	Comestibles, perméabilité sélective aux gaz	alimentaires Emballages,

## Chapitre I : Généralité sur plastique et bioplastique

<b>Plastiques de synthèse à base d'acide lactique</b>	Anti-condensations, brillances, anti- bactériens	Textiles
---	--	----------

## Chapitre I : Généralité sur plastique et bioplastique

<b>Polyesters bactériens (PHA)</b>	Propriétés piézoélectriques, anti- oxydants, insolubilité dans l'eau	Médical, matériau ostéosynthétique, emballage rigide
--	--	--

### *1.2.6. Avantages et inconvénients :*

#### *Les avantages :*

Les bioplastiques présentent plusieurs avantages, parmi eux on cite les suivants : (Ashter, S.A, 2016; Chen, Y. J, 2014).

- Les bioplastiques sont renouvelables, compostables et contribuent à réduire la pollution de l'environnement.
- Réduire de l'empreinte carbone.
- Les bioplastiques ne contiennent pas de toxines.
- Les bioplastiques biosourcés à la fin de leur vie, lorsque le recyclage n'est plus une option, ces matériaux peuvent être brûlés pour produire des énergies renouvelables et/ou être utilisés pour fabriquer des biocarburants.
- Les bioplastiques contribuent à l'augmentation de la fertilité des sols, la faible accumulation de matières plastiques dans l'environnement et la réduction du coût des déchets générés.

#### *Les inconvénients :*

Cependant, certains problèmes persistent : (Arikan, E. B., & Ozsoy, H. D, 2015)

- **Problèmes de recyclage** : le matériau bioplastique pourrait contaminer le processus de recyclage. Par exemple, en travaillant avec les rayons infrarouges en système de séparation des déchets, les bioplastiques ne pouvant être séparés, d'où ils seront contaminés des matières plastiques conventionnelles.
- **Réduction des matières premières** : les bioplastiques produits à partir de sources renouvelables pourraient réduire les réserves de matières premières. En outre, afin de réduire la consommation d'énergie lors de la production de bioplastiques et la concurrence potentielle avec les ressources agricoles pour les aliments et aussi pour fournir des sources supplémentaires de matières premières, l'exploitation des sous-produits alimentaires est également la tendance actuelle.

### I.2.7. Capacité mondiale de production des bioplastiques :

La figure 2 montre les capacités de production mondiale des bioplastiques par type de matériau. Il existe des matériaux qui ont été ou sont commercialisés, y compris le nylon, le polypropylène, le polystyrène, le polycarbonate, le polychlorure de vinyle (PVC) et de nombreux autres plastiques traditionnels. L'Europe possède le plus grand marché mondial de bioplastiques; cependant, les capacités de production de l'Asie et de l'Amérique du Sud se développent rapidement. (Nova Institute, 2014).

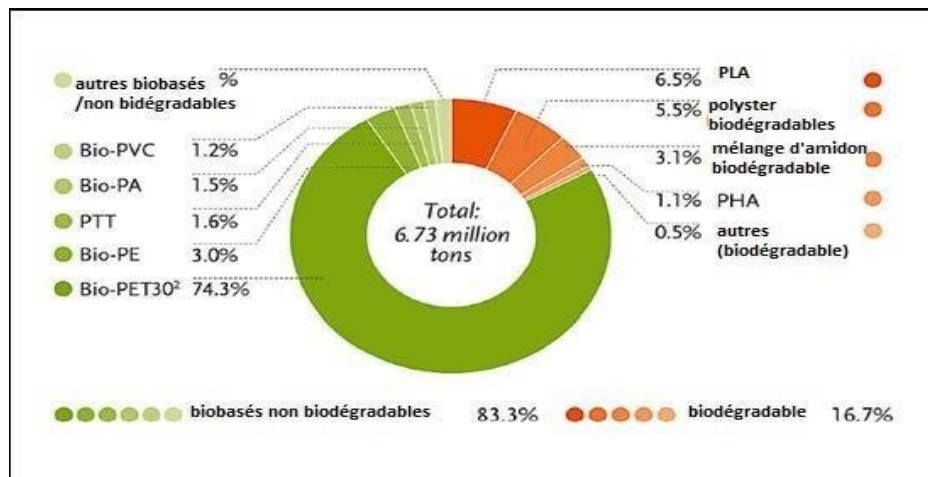


Figure 2 : capacité mondiale de production de bioplastique par type des matériaux

### I.3. Spécificité de plastique et bioplastique :

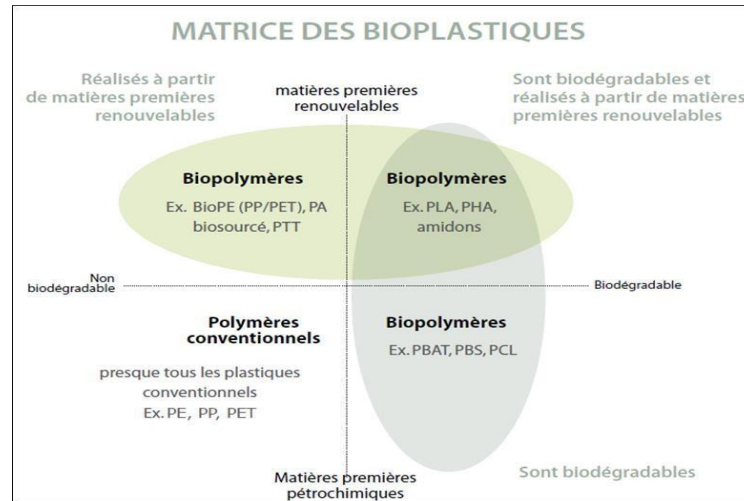
Très utilisé, le terme de « bioplastique » peut prêter à confusion car il désigne des matériaux de nature et de propriétés différentes. Le préfixe « bio » peut en effet faire référence soit à l'origine biologique du plastique (biosourcé) soit à sa fin de vie (biodégradable).

Certains plastiques biosourcés ne sont pas biodégradables, et inversement, certains plastiques issus de la pétrochimie (donc non biosourcés) sont biodégradables. C'est pour cette raison que le terme de « bioplastique » ne peut se suffire à lui-même et qu'il convient de préciser, à chaque fois que l'on utilise ce mot, le tableau 2 et la figure 3 présentent l'origine (biosourcé ou non) et la fin de vie (biodégradable ou non) du plastique (Luc Avérous, 2008 ; Lapointe, R. 2012).

## Chapitre I : Généralité sur plastique et bioplastique

**Tableau 2** : différent types de plastique et bioplastiques classés en fonction de leur origine et leur fin de vie.

Origine / fin de vie	Issus de la biomasse (biosourcé)	Issus de la pétrochimie (non biosourcé)
<b>Biodégradable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polymères à base d'amidon ou de cellulose</li> <li>- PHA (polyhydroxyalcanoates)</li> <li>- PLA (acide polylactique)</li> <li>- Bio-PBS (polybutylène succinate)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PCL (polycarprolactone)</li> <li>- PBAT (polybutylène adipate-co-téréphtale)</li> <li>- PBS (polybutylène succinate)</li> <li>- Copolyesters</li> </ul>
<b>Non biodégradable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bio-PE (bio-polyéthylène)</li> <li>- bio-PET (bio-téréphtalate d'éthylène)</li> <li>- bio-PTT (bio-polytéréphtalate de triméthylène)</li> <li>- polyamides (PA) et polyuréthanes (PUR) biosucrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PE (polyéthylène)</li> <li>- PET (téréphtalate d'éthylène)</li> <li>- PS (polystyrène)</li> <li>- PP (polypropylène)</li> <li>- PVC (polychlorure de vinyle)</li> <li>- PA (polyamides) et PUR (polyuréthanes)</li> </ul>



**Figure 3 :** matrice des plastiques et bioplastique

### 1.3.1. Différents types de plastique biodégradable :

- **Des polymères naturels d'origine végétale ou animale :** Les bioplastiques de cette catégorie sont directement extraits de la matière organique d'origine végétale ou animale. La nature procure une très grande gamme de polymères qui peuvent être utilisés pour plusieurs applications. Le tableau liste quelques-uns des bioplastiques extraits directement de la biomasse (voir tableau 3). (Yu, 2009).

**Tableau 3 :** type de bioplastique extrait de la biomasse

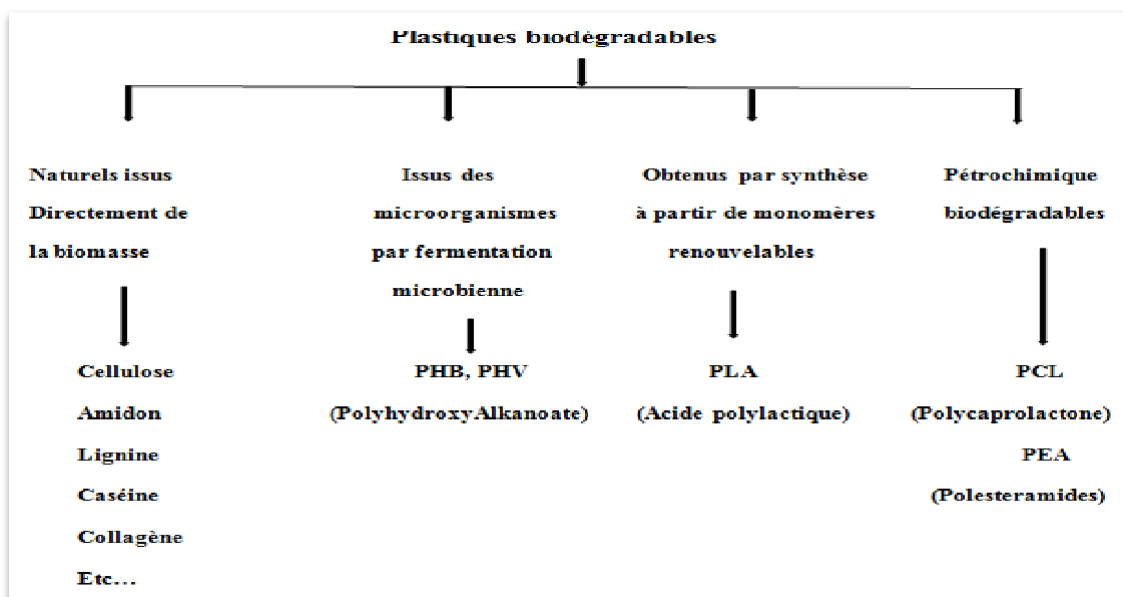
Polysaccharides	Extraits des plantes/algues : amidon, cellulose, pectine, konjac, alginate, carraghénane, gomme Extraits des animaux : acide hyaluronique D'origine fongique : pullulane, scléroglycane D'origine bactérienne : chitine, chitosan, levane, xanthane, polygalactosamine, curdlan, gellane, dextrane
Protéines	Soya, zéine (protéine du maïs), gluten de blé, sérum, albumine, collagène/gélatine
Lipides	Acétoglycérides, cires, surfactants, émulsifiants
Polymères de spécialités	Lignine, shellac, caoutchouc naturel

- **Des polymères naturels d'origine bactérienne :** Ce groupe de bioplastiques est constitué de la famille des polyhydroxyalcanoates (PHA), dont le polyhydroxybutyrate (PHB) et le polyhydroxybutyrate-valérate (PHBV) qui sont les plus communs (Yeza, 2012a). Sont produit par des micro-organismes par fermentation. Il s'accumule dans le cytoplasme de certaines bactéries dans des conditions de fermentation. Les matières premières utilisent ses groupes primaires de sucre et d'amidon ainsi que plusieurs

polymères, notamment le PHB (poly-hydroxy-butyrate), le PHBH (poly3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate), le PHBT (polyhydroxybutyratvalérate).

« Ces polymères, synthétisés par des végétaux ou par des micro-organismes, qui existent déjà à l'état naturel, sont biodégradables dans des conditions naturelles », (**Nathalie Gontard, 2019**)

- **Des polymères synthétiques biosourcés** : Ces polymères synthétiques sont fabriqués par une polycondensation (chauffage) de monomères naturels. Le plus connu est le PLA (acide polylactique), provenant de la polymérisation de molécules d'acide lactique. Ce monomère, nécessaire à la synthèse du PLA, est obtenu par fermentation bactérienne (biotechnologies) à partir des ressources renouvelables. (**Nathalie Gontard, 2019**)
- **Des polymères issus de la pétrochimie** : Il existe également des matériaux obtenus à partir de polymères biodégradables de synthèse, notamment de polymères aliphatiques tels que le PCL (polycaprolactone). (**Lapointe, R. 2012**).
- Les plastiques biodégradables commercialisés peuvent également être composites. Il est ainsi possible par exemple de mélanger de l'amidon à des PCL (non biosourcés) pour obtenir des substances aux performances mécaniques comparables aux plastiques traditionnels. (**Lapointe, R. 2012**).



**Figure 4** : Différents classes de plastiques biodégradables

## Chapitre I : Généralité sur plastique et bioplastique

---

### *I.3.2. Comparaison entre le bioplastique et le plastique :*

**Tableau 4 :** Comparaison de diverses propriétés de plastique et bioplastique

Caractéristique	Bioplastique	Plastique
Source	Biomasse	Pétrochimique
Durable	Oui	Non
Renouvelable	Oui ou partiel	Non
Dégradation	Biodégradable	Certains dégradable par l'oxydation des polymères
Emission de CO <sub>2</sub>	Réduire l'émission (30%-80%)	1Kg de plastique génère environ 3-6 Kg de CO <sub>2</sub>
Energie	Consomme très moins d'énergie en production	Consomme 60% plus d'énergie que le bioplastique

# Chapitre II :

## présentation de la biomasse étudiée

### II.1 Pomme de terre:

#### II.1.1 Généralité :

La pomme de terre se situe au 4<sup>em</sup> rang de l'ensemble des cultures vivrières dans le monde derrière le maïs, le blé et le riz (**Jean-Claude, 2001**). Elle est la première culture non céréalière au monde d'origine de l'Amérique du sud. C'est une plante vivace de la famille *solanacées* de genre *solanum tuberosum* pouvant atteindre un mètre de hauteur. La pomme de terre est riche en amidon et en oligo-éléments comme : le potassium, le phosphore, le fer et le magnésium. Beaucoup de variétés sont cultivées en Algérie à titre exemple *la Spunta, Fabula, Nicola, Diamont* ..... dans les régions littorales, sublittoral : *Atlas* (**ITCMI, 2010**). Il existe deux familles de pomme de terre : pomme de terre et pomme de terre douce.

Bien que la pomme de terre est destinée à la consommation alimentaire mais ses déchets sont utilisés dans l'industrie pharmaceutique, le textile, par l'industrie papetière. (**La pomme de terre, 2008**).

**Position systématique** : Selon Arthur Cronquist, la classification botanique de la pomme de terre est la suivante :

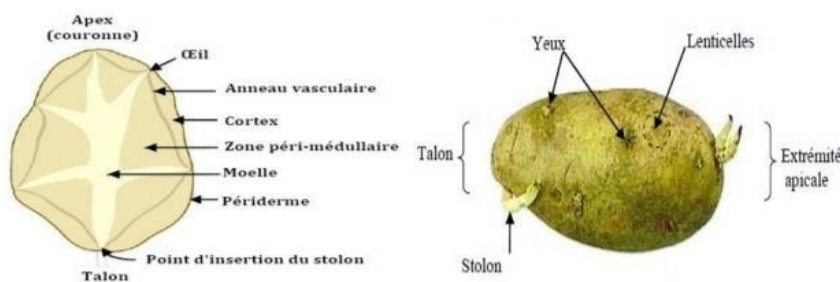
<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous règne</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous classe</b>	<i>Astridae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Solanales</i>

#### II.1.2 Tubercules :

##### **La description :**

Une pomme de terre est donc un tubercule issu d'un renflement d'une tige souterraine qui va grossir, alimenté par la végétation en surface et les racines. C'est un organe de stockage de substance de réserve par la photosynthèse. (**BOUFARES, K, 2014**)

La figure 5 montre la structure de la pomme de terre



**Figure 5 :** Structure de tubercule de pomme de terre

### *Composition chimique des tubercules :*

Le tubercule est constitué majoritairement d'une teneur de 75 % D'eau, le reste est formé par la matière sèche : 20% d'amidon, 2.5% des protéines, 1.8 % des fibres, 0.15 % d'acides gras et 0.55 % des Sucres ,acides aminés, vitamines et sels minéraux.(BOUFARES, K, 2014).

### *II.1.3. Principale variétés cultivées en Algérie :*

**Tableau 5 :** principaux variétés cultivés en Algérie

Variété rouge	Variété blanche
Brentina	Spunta
Désirée	Fabula
Kondor	Nicola
	Diamant
	Atlas

**Tableau 5 :** principaux variétés cultivés en Algérie

Quelle que figures des variétés au niveau de l'ANNEXE 1.

### *II.1.4. Capacité mondiale de production de pomme de terre :*

La production mondiale de pommes de terre en 2011 a été de 374 millions de tonnes, Selon la FAO. La Chine en a produit 88 millions de tonnes soit 24% du total mondial, suivie par l'Inde (11%), la Russie (9%), l'Ukraine (6%) et les USA (5%). (FAO, 2014)

La production mondiale de la pomme de terre est destiné a plusieurs utilisation, 10 million tonnes pour la production féculière 237 million tonne pour la consommation humaine, 50 million tonnes pour l'alimentation animale et 45 million perte et d'autre utilisation. (FAO, 2014).

Le tableau 6 représente principaux producteurs de pomme de terre dans le monde :

## Chapitre II : Présentation de la biomasse étudiée

**Tableau 6** : principaux producteurs de pomme de terre dans le monde

Classement	Pays	Données
1	Chine	96.136.320
2	Inde	46.395.000
3	Russie	31.501.354
4	Ukraine	23.693.350
5	Etats-Unis	20.056.500
6	Allemagne	11.607.300
7	Bengladesh	9.435.150
8	France	8.054.500
9	Pologne	7.689.180
10	Pays-Bas	7.100.258
11	Biélorussie	6.279.715
12	Egypte	4.800.000
13	Iran	4.742.240
14	Pérou	4.693.209
15	Algérie	4.673.516

### *II.1.5. Donnée Statistique sur la production de pomme de terre en Algérie :*

Selon les historiens, l'entrée de la pomme de terre en Algérie remonte au milieu de la première décennie du dix-neuvième siècle, elle a été cultivée principalement pour l'exporter vers le marché Français. Après l'indépendance, elle est devenue un produit important pour la consommation locale, et elle est devenue de plus en plus importante dans le régime alimentaire. (BOUFARES ; 2012).

Elle représente la première culture maraîchère du point de vue superficie et production, avec 1506 859 quintaux en 2007 ce chiffre a presque doublé en l'espace de trois ans avec une production de 3 290 000 quintaux en 2010, selon le Ministère de l'Agriculture et le développement Rural.

L'évolution de la production entre 2005 et 2014 est consignée dans le tableau 7.

## Chapitre II : Présentation de la biomasse étudiée

**Tableau 7** : donnée statistique de la production des pommes de terre en Algérie

Année	Production
2005	21.585.499
2006	21.809.610
2007	15.068.590
2008	21.710.580
2009	26.360.570
2010	33.003.115

**Principales wilayas productrices de pomme de terre en Algérie :**

Les principales wilayas productrices de pomme de terre en Algérie sont représentées dans le **tableau 8** selon leur temps de plantation : **(ITCMI, 2010)**

**Tableau 8** : principales wilaya productrices la pomme de terre en Algérie.

La plantation primeur	La plantation de la saison	La plantation de l'arrière-saison
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Boumerdas</li> <li>- Tipaza</li> <li>- <b><u>Skikda</u></b></li> <li>- Alger</li> <li>- Mostaganem</li> <li>- Tlemcen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ain-defla</li> <li>- Mouaskar</li> <li>- Mila</li> <li>- Souk-ahras</li> <li>- Boumerdas</li> <li>- Mostaganem</li> <li>- Stif</li> <li>- El-oued</li> <li>- Batna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El-oued</li> <li>- Ain-defla</li> <li>- Mouaskar</li> <li>- Chelef</li> <li>- Tlemcen</li> </ul>

### II.2 Présentation de l'amidon :

L'amidon est un polysaccharide d'origine végétale composé du glucose comme monomère **(DAVIDOVIE .A, 2006)**. Issu de la photosynthèse, l'amidon, qui constitue le réserve en sucre des végétaux, se présente sous forme de grains semi-cristallines de taille variable (1 a 200µm) et donne dans l'eau une solution colloïdale **(DAVIDOVIE, 2006 et BEN AMARA et THAMER, 2015)**

Il est stocké dans les organes de réserve des végétaux tels que les céréales (30 -70% de la matière sèche), les tubercules de la pomme de terre (60 - 90%) et les légumineuses (25 -

## Chapitre II : Présentation de la biomasse étudiée

---

50%). (WERTZ, 2011et LAURENT, 2013).

## Chapitre II : Présentation de la biomasse étudiée

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 matière plastique bio et biodégradable ainsi que pour la production de Bioéthanol, qui est un carburant utilisé dans les moteurs à essence (WERTZ, 2011).

### II.2.1 composition de l'amidon et structure de base :

L'hydrolyse acide complète de l'amidon libère 98 à 99% de D-glucose, qui est le monomère de l'amidon. Les unités monomères sont liées majoritairement par des liaisons de type  $\alpha$  (1-4) et par des liaisons de type  $\alpha$  (1-6); L'amidon consiste en deux glucanes structurellement différents : l'amylose polymère linéaire (20-25%) et l'amylopectine polymère ramifiée (75-80%). La teneur en chacun des constituants est différente suivant l'origine de l'amidon (tableau 9). (CHARLES & al 2010; Mohamed Ragoui, 2010).

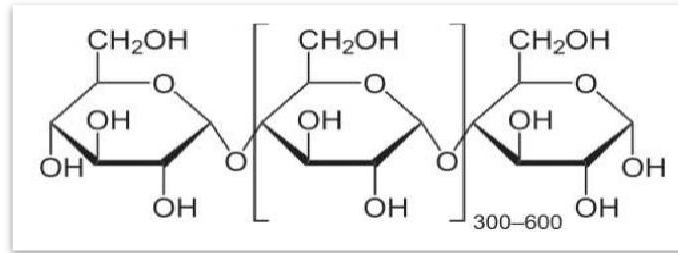
**Tableau 9 :** Teneur en amylose et amylopectine des amidons de différentes sources botaniques

Source botanique	Amylose(%)	Amylopectine(%)
Maïs	28	72
Pommes de Terre	21	79
Blé	28	72
Maiscireux	0	100
Amylomais	50-80	50-20
Riz	17	83
Pois	35	65
Manioc	17	83

### L'amylose :

L'amylase représente 20 à 30 % de l'amidon. Il s'agit d'une macromolécule, de structure principalement linéaire, constitué de résidus D-glucopyranose liés par des liaisons  $\alpha$  (1-4).

(Jean-Luc, W & al 2016)

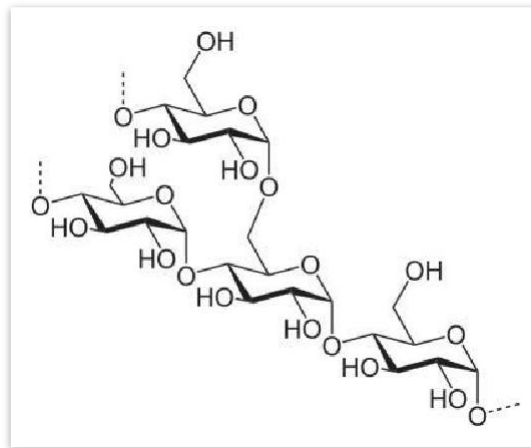


**Figure 9 :** Structure de l'amylose

### *L'amylopectine :*

L'amylopectine constitue 70 à 80 % de l'amidon. Il s'agit d'une macromolécule fortement branchée. (Lakhdari Fatiha, 2008).

Elle est formée par l'association de résidus glucopyranoses, principalement reliés entre eux par des liaisons  $\alpha(1-4)$  et par 5 à 6 % de liaisons  $\alpha(1-6)$ , qui lui donnent sa structure ramifiée. (Avérous, 2007 ; Terzopoulou & al, 2015).



**Figure 10 :** structure de l'amylopectine

Partie 2 :

Matériel et méthodes

### I. Présentation du site d'accueil :

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau dans le laboratoire de biochimie au niveau de l'université du 20 aout 1955 Skikda dans lequel nous avons fait la plastification de l'amidon de pomme de terre et effectuer quelques analyses.



**Figure 11** : laboratoire de hall de technologie

### II. Extraction de l'amidon

#### II.1. Matériel :

##### *II.1.1. Biomasse étudiée :*

Dans notre travail nous avons choisi deux familles de pomme de terre : la famille des solanacées (pomme de terre blanche « *Atlas* ») et la famille des convolvulacées (la patate douce). On a travaillé avec trois méthodes dans chaque famille : pomme de terre complète, pomme de terre épluchée et les épluchures seulement.

##### *Pomme de terre Atlas :*

*Atlas* est une variété de pomme de terre blanche de la famille des solanacées, genre *solanum*, son non scientifique est *solanumtuberosum*. La figure 12 montre la photo de la pomme de terre *Atlas*.

Pourquoi avons-nous choisi la variété blanche *Atlas* ? :

- *Atlas* est une variété de pomme de terre à très bon rendement dans notre région (El harrouch, Skikda).

- Très bonne conservation. (**La pomme de terre, 2008**)
- Résultats réguliers, même en conditions difficiles. (**La pomme de terre, 2008**)



**Figure 12** : photo de pomme de terre *Atlas*

Le tableau ci-dessous présente la fiche d'identité de la pomme de terre *Atlas*.

**Tableau 10** : la fiche d'identité de la pomme de terre *Atlas*

Maturité	Tardive
Forme	Oblong
Peau	Jaune
Chair	Jaune pale
Utilisation	Toute utilisation
Rendement	Très bon
Résistance	Moyennement sensible
Emergence	Assez rapide

### ***Pomme de terre douce :***

La pomme de terre douce ou patate douce, appelé aussi batate ou artichaut des Indes. Elle a une saveur plus sucré. C'est *Ipomoeabatatas* de la famille des convolvulacées. La figure 13 monte la photo de la pomme de terre douce.



Figure 13 : photo de patate douce

### **II.1.2. Matériel de laboratoire :**

Le matériel d'extraction de l'amidon est mentionné au niveau de l'annexe 2.

### **II.2. Méthode :**

Les étapes de l'extraction de l'amidon sont les suivants (**KORICHE, Y & al, 2009 ; Vasanthan, T & al, 1999**) :

1. Nettoyer puis peler les pommes de terre.
2. Râper les pommes de terre et mixer leur épilateurs, récupérer la pulpe dans un récipient.
3. Ajouter de l'eau à la pulpe et mélanger.
4. Filtrer le mélange dans la passoire.
5. Laisser décanter (l'amidon se dépose au fond du récipient).
6. Enlever l'eau à l'aide d'une pipette.
7. Rincer l'amidon avec de l'eau et relaisser décanter
8. Enlever l'eau à l'aide d'une pipette.
9. Laisser sécher à l'air libre pendant jours et récupérer la poudre dans un flacon.

Toutes les photos des étapes d'extraction de l'amidon sont au niveau de l'annexe 2.

Les figures 22 et 23 montres les photos des résultats d'extraction de l'amidon :



**Figure 22** : photo d'extrait d'amidon de pomme de terre *Atlas*



**Figure 23** : photo d'extrait d'amidon de patate douce

### III. Plastification de l'amidon

Les étapes de la plastification de l'amidon pour la pomme de terre *Atlas* et la patate douce utilisées sont les mêmes.

#### III .1. Matériel :

##### *III.1.1. Amidon :*

L'amidon utilisé ici est de l'amidon extrait de la pomme de terre des deux familles.

**Tableau 11** : caractérisation d'amidon extrait

Etat physique	Forme	Couleur	Odeur
Solide	Poudre	Blanche	Inodore

##### *III.1.2. Matériel de laboratoire et réactifs :*

- Eau distillé (H<sub>2</sub>O)
- Bécher de 100ml

- Baguette magnétique

- Etuve
- Pipette graduée
- Plaque chauffante/agitateur magnétique
- Thermomètre
- Hydroxyde de sodium (NaOH)
- Acide chlorhydrique (HCl)
- Glycérol

### ***Rôle des réactifs :***

Le rôle de chaque produit chimique intervenant dans la synthèse de bioplastique est présenté dans le tableau suivant:

**Tableau 12 : Rôle des réactifs intervenants dans la plastification de l'amidon**

<b>Produit</b>	<b>Rôle</b>
Amidon	Polymère de glucose qui constitue notre matière.
Hydroxyde de sodium	Diminuer la viscosité de la solution
Acide chlorhydrique	Favoriser la déstructuration du grain d'amidon par un phénomène d'hydrolyse ménagée. On favorise alors la séparation amylose/amylopectine et le passage de l'amylose en solution.
Glycérol	Plastifiant, Il permet simplement d'augmenter le volume libre entre deux chaînes de polymères pour en diminuer les interactions et ainsi favoriser le mouvement de l'une par rapport à l'autre, permet de diminuer le chauffage, il rend le film plastique transparent, ce qui est bien pratique au niveau d'applications. Un film constitué est totalement biodégradable et non toxique.

### **III.2. Méthodes :**

Les étapes de la plastification de l'amidon pour les deux familles de pomme de terre sont les suivants (Djetouiet, Z, & al, 2012 ; Vikas Mishra & al, 2015) :

1. Peser 2.5g d'amidon et placer dans le bécher.
2. Ajouter 2ml de glycérol.
3. Ajouter 20ml de l'eau distillé.
4. Ajouter 3 ml HCl.
5. Mélanger à l'aide de la baguette en verre.

6. Maitre l'agitateur magnétique dan le mélange et le faire chauffer en agitant.
7. Surveiller la température avec le thermomètre.
8. Quand la température est de 70°C, continuer le chauffage et l'agitation pendant 15min.
9. Ajouter 3ml de NaOH.
10. Ajouter quelque gouttes de colorant alimentaire.
11. Verser et étaler le mélange sur un cristallisoir ou une boîte de pétries.
12. Laisser sécher à l'étuve 90°C pendant un heur.
13. Retirer le de l'étuve lorsque les bords sont sec mais que le centre est encore gélatineux.
14. Laisser séchait à l'air libre pendant une semaine.
15. Séparer le film bioplastique avec les doigts.

Toutes les photos des étapes de la plastification de l'amidon sont au niveau de l'annexe 2.

Les figures 34 et 35 montres les photos des films de bioplastique produit.



**Figure 34** : photo du film de bioplastique de pomme de terre *Atlas*



**Figure 35** : photo du film de bioplastique de patate douce

### IV. Rendement d'extraction de l'amidon :

Le rendement de l'extraction de l'amidon des deux familles (trois méthodes) a été exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante (**Kundu et al. 2011**) :

$$R = \frac{M1}{M0} \times 100$$

**R** : rendement de l'extraction en %.

**M1** : masse en gramme de l'extrait final.

**M0** : masse en gramme de la matière végétale initiale.

### V. Rendement du bioplastique :

Le rendement du bioplastique produit a été exprimé en pourcentage et calculé selon la formule du rendement d'extraction de l'amidon.

### VI. Taux d'humidité :

L'humidité d'une manière générale englobe toutes les substances qui s'évaporent par chauffage en entraînant une perte de masse de l'échantillon. Le taux d'humidité des films, qu'on confond à la teneur en eau de ceux-ci, a été déterminé en séchant de petits morceaux des films préparés préalablement pesés dans une étuve à 110 °C pendant 6 h. La perte de poids est mesurée par une balance et interprétée comme un taux d'humidité. (**Belibi et al., 2014**).

### VII. Taux de solubilité:

La solubilité des films préparés dans l'eau a été déterminée selon la méthode décrite par (**Rhim et al. 2007**). Les échantillons sélectionnés de manière aléatoire à partir de chaque film ont d'abord été séchés dans une étuve à 110 °C pendant 6 h pour déterminer la masse initiale de film sec (**MS**). Ensuite, chaque échantillon est individuellement placé dans des béchers contenant 40 ml d'eau distillée.

Les béchers sont ensuite recouverts du parafilm et conservés à température ambiante pendant 24 h. La masse de film non dissous a été déterminée en retirant les morceaux de films des béchers, en les rinçant avec de l'eau distillée et en les séchant dans une étuve (110 °C, 6 h).

La masse de film hydrosoluble (**Mh**) a été calculée en soustrayant la masse de matière sèche

non dissoute de la masse initiale de film sec. Le taux de solubilité (**TS**) du film dans l'eau a été déterminé à partir de l'équation suivante (**Rhim et al. 2007**) :

$$(\mathbf{TS}) = \frac{Mh}{Ms} \times 100$$

**TS** : taux de solubilité.

**Mh**: masse matière humide.

**Ms** : masse en gramme de la matière sèche.

### **VIII. Test d'emballage :**

Afin de tester l'efficacité de l'emballage développé, un test de conservation a été appliqué sur les cerises. Les fruits sont lavés et désinfectés avec l'eau contenant de la javel. Par la suite, les cerises ont été séchées et séparées en 3 groupes (**Khatem R. Z. EL B, 2019**) :

- 1-Le premier groupe laissé à l'air libre.
- 2-Le deuxième groupe emballé avec du film cellophane.
- 3-Le troisième groupe emballé avec du bioplastique fabriqué.

Partie 3 :

Résultats et discussion

Les matériaux synthétiques sont présents dans tous les domaines d'application (automobiles, emballages, construction, cosmétique ...). Leur polyvalence et leur pléthore de qualité, ainsi que des matières premières limitées, ont été les premiers à se heurter à l'extraordinaire développement de ces plastiques biodégradables au fil des années.

### I. Observation visuelle :

L'amidon est soluble dans des solvants qui sont bons accepteurs de liaisons hydrogène tels que le glycérol qui entre dans l'opération de la plastification. A température ordinaire et mis en suspension dans l'eau, ou la viscosité de la solution commence (**WERTZ, 2011**).

A la fin de la méthode de fabrication, on a obtenu un gel opaque, souple d'abord, puis rigide (après séchage) c'est le bioplastique.

Selon les résultats obtenus dans les figures 34 et 35 ; il y'a aucune différences entre les bioplastiques formés, sauf pour le film produit d'amidon extrait de l'épluchure de pomme de terre *Atlas* (figure34) qui nous donne un bioplastique non réussie, cela est du au fait que l'amidon extrait de l'épluchure de pomme de terre *Atlas* n'est pas pur.

Selon l'**Oucif Alouane en 2016**, la température de séchage, on obtient deux types de bioplastique :

- Bioplastique souple ; à une température de séchage à 90°C pendant une heure.
- Bioplastique rigide ; à une température de séchage à 130°C pendant une heure.

### II. Rendement d'extraction de l'amidon :

Après l'extraction de l'amidon à partir des deux familles de la pomme de terre, le rendement de l'extraction a été calculé selon le rapport entre la masse de l'extrait final par rapport à la matière initiale. En ce qui concerne l'amidon, selon le **tableau 13** et la **figure 36** : le rendement de l'extraction d'amidon de la patate douce des 3 méthodes : complète 13.26%, épluchée 14.54%, l'épluchure 13.33% était plus important que celui de la pomme de terre *Atlas* : complète 11.60%, épluchée 12.73%, l'épluchure 11.11% (amidon non pure).

Selon **Kundu et al. en 2011**, les valeurs du rendement d'extraction de l'amidon de pomme de terre *Atlas* sont entre 14.49% et 45.85%. D'après les résultats obtenus dans le **tableau 13**, **figure 36**, nous remarquons que les valeurs du rendement varient entre 11.60% et 14.54%.

Pour l'amidon extrait de la pomme de terre *Atlas* dans les 3 méthodes, nos résultats sont également inférieur à ceux de **Kundu et al. (2011)** 11.60%, 12.73% et 11.11% (amidon non pure) du a la richesse des sols en éléments nutritifs. (**BOUFARES, K. 2014**).

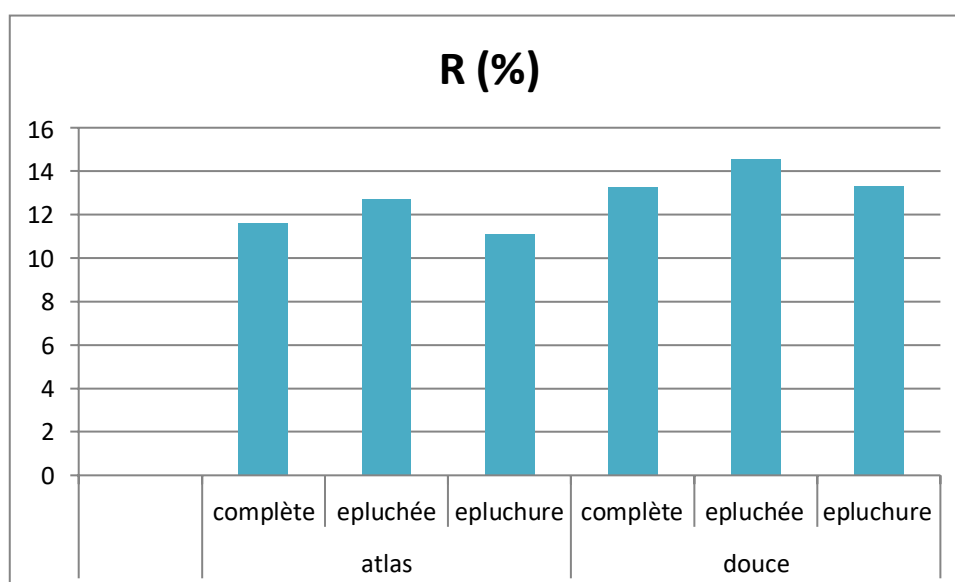
**Tableau 13** : calcul de rendement de l'amidon extrait

famille	Méthode	M0 (g)	M1 (g)	R (%)
atlas	Complète	362	42	11.6022099
	Epluchée	275	35	12.7272727
	Epluchure	90	10	11.1111111
douce	Complète	362	48	13.2596685
	Epluchée	275	40	14.5454545
	Epluchure	90	12	13.3333333

**R (%)** : rendement d'amidon extrait (%)

**M0 (g)** : masse en gramme de pomme de terre utilisé

**M1 (g)** : masse en gramme d'amidon extrait



**Figure 36** : Rendement d'extraction de l'amidon

### III. Rendement du bioplastique :

Pour calculer le rendement du bioplastique produit on utilise la même formule que celle de l'amidon pour les 6 méthodes.

D'après les résultats montrés dans le **tableau 14** et la **figure 37** : on observe une différence entre le rendement pour les 2 familles. Le rendement du film formé d'amidon extrait de pomme de terre douce est plus élevé que celui de la pomme de terre *Atlas*

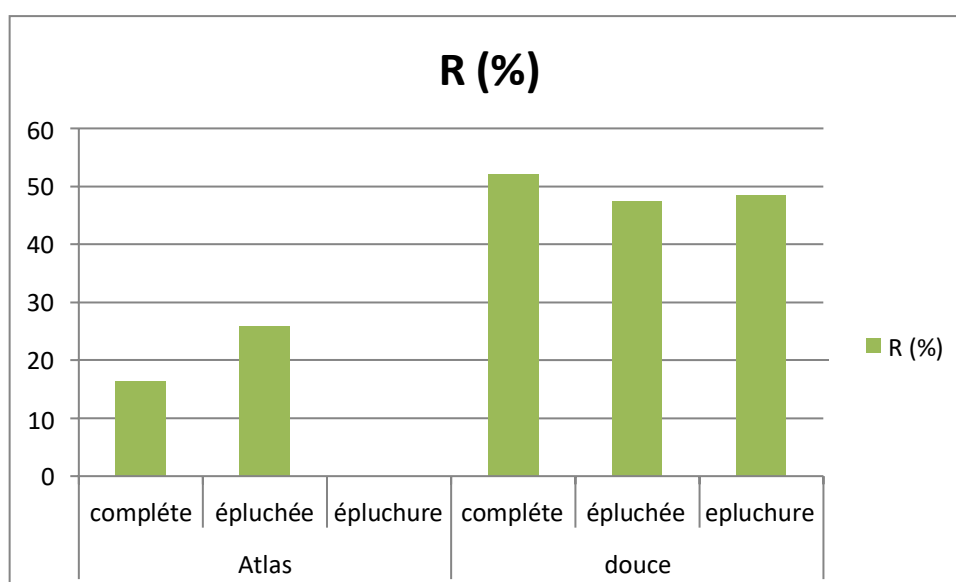
. **Tableau 14** : calcul du rendement du film bioplastique

famille	Méthode	M0 (g)	M1 (g)	R (%)
Atlas	complète	2.5	0.409	16.36
	épluchée	2.5	0.646	25.84
	épluchure	2.5	0	0
douce	complète	2.5	1.3	52
	épluchée	2.5	1.185	47.4
	épluchure	2.5	1.211	48.44

**R (%)** : rendement de bioplastique

**M0 (g)** : masse d'amidon utilisé

**M1 (g)** : masse de bioplastique



**Figure 37** : rendement de bioplastique

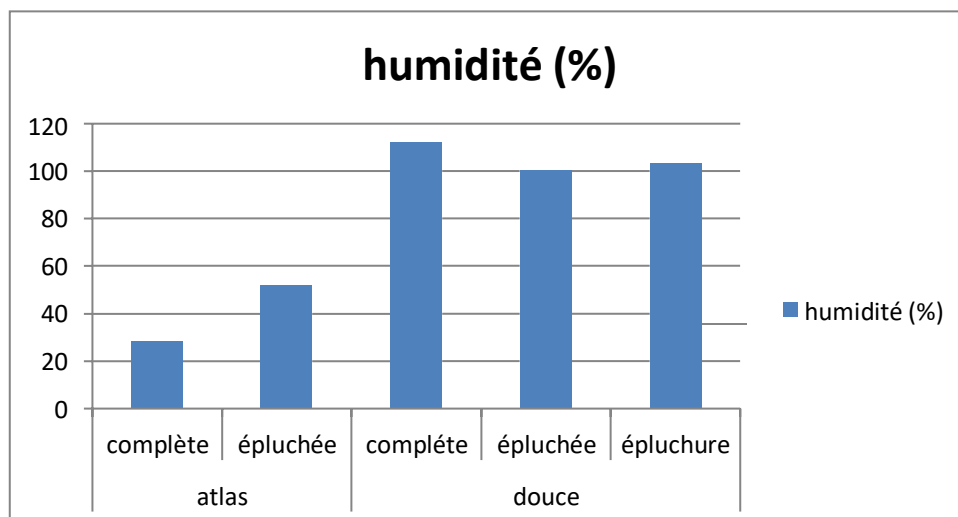
#### IV. Taux d'humidité :

Le taux d'humidité des films développés a été déterminé en séchant de petits morceaux des films préparés préalablement pesés dans une étuve à 110 °C pendant 6 h. selon **la figure 38** les films formés avec l'amidon de pomme de terre *Atlas* contient moins d'eau que les films formés avec l'amidon de patate douce.

Les films formés d'amidon de patate douce complète ont forte teneur en eau que les autres films.

Il est à mentionner que la teneur en eau des films est un facteur important pour l'évaluation des propriétés mécaniques car l'eau joue aussi le rôle de plastifiant ; D'après **Chiou et al. (2009)** pour assurer la plastification, le taux de l'humidité soit  $\geq 10$ .

Selon **la figure 38** tous nos films développés renferment un taux d'humidité suffisant pour la plastification selon **Chiou et al. (2009)** puisqu'ils sont compris entre 28% et 113%.



**Figure 38** : Humidité des différents films

#### V. Taux de solubilité:

La solubilité dans l'eau est une propriété importante des films comestibles parce que certaines applications alimentaires peuvent exiger une bonne insolubilité dans l'eau afin d'améliorer l'intégrité du produit et la résistance à l'eau. (**Perez-Gago et Krochta, 1999**). En règle générale, une solubilité plus élevée indiquerait une résistance à l'eau plus faible (**Bourtoom et Chinnan, 2008**).

Selon la **figure 39**, les films formés avec l'amidon de patate douce ont une solubilité élevée que les films formés avec l'amidon de pomme de terre *Atlas*. Donc les films formés avec l'amidon de pomme de terre *Atlas* ont une forte résistance en eau.

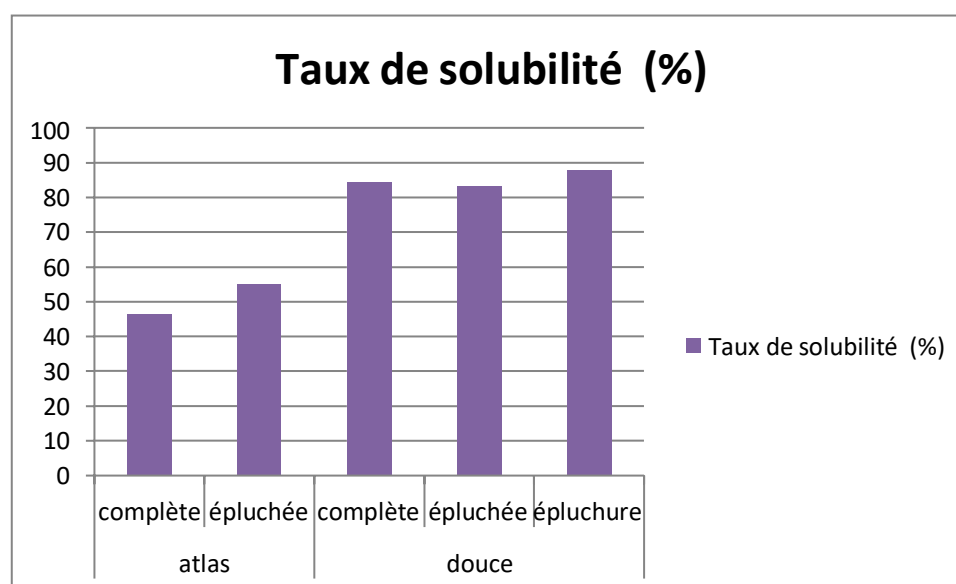
**Tableau 15** : calcul de taux de solubilité

Famille	Méthode	Ms (g)	Mh (g)	Ts (%)
atlas	Complète	0.284	0.132	46.4788732
	Epluchée	0.521	0.286	54.8944338
douce	Complète	1.121	0.947	84.4781445
	Epluchée	1.006	0.836	83.1013917
	Epluchure	1.032	0.907	87.8875969

**Ts (%)** : taux de solubilité

**Mh (g)** : masse du film humide

**Ms (g)** : masse du film sec

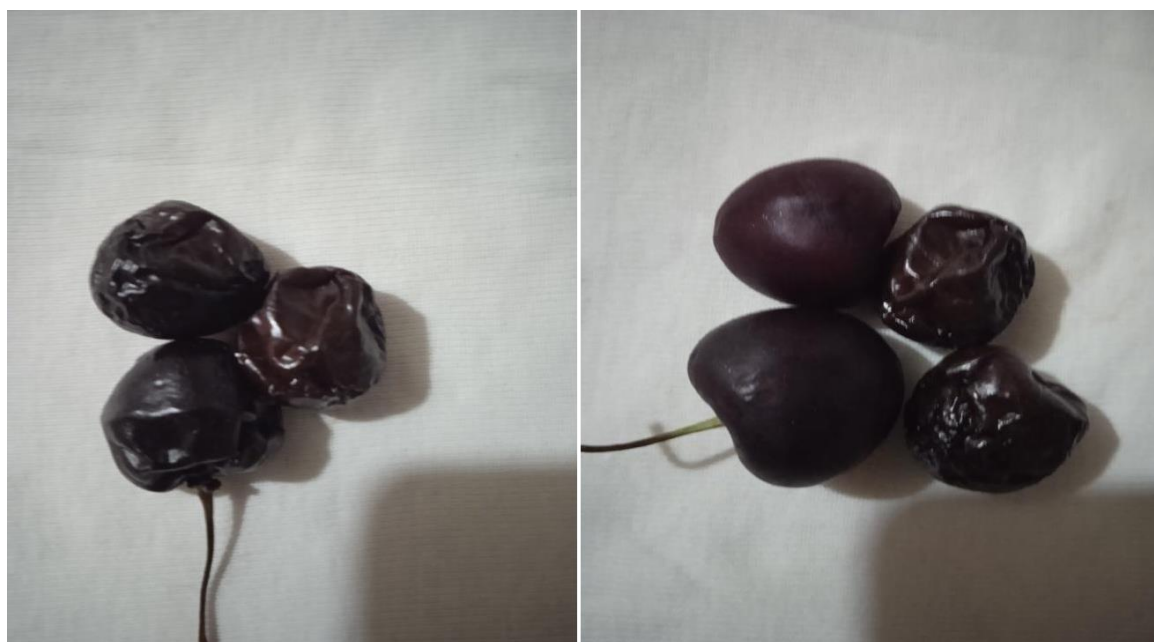


**Figure 39** : solubilité des différents films

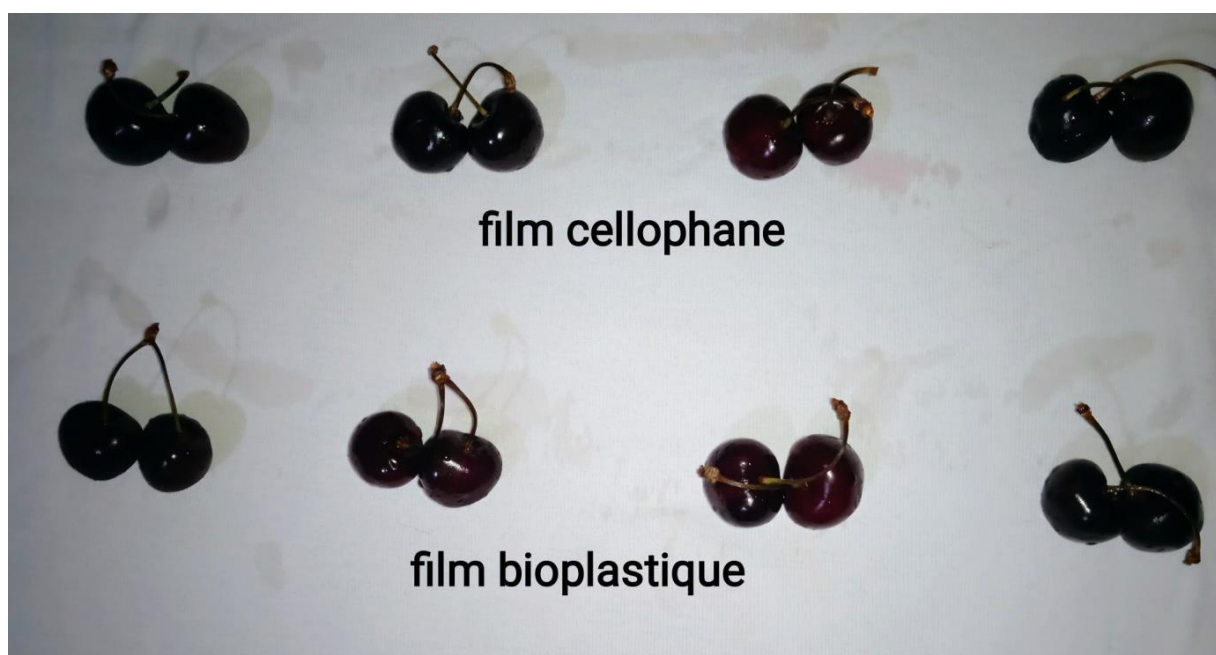
### VI. Test d'emballage :

L'emballage des cerises a été effectué avec les films développés (bioplastique) et le film plastique industriel (film cellophane). Après 6 jours de conservation à l'air libre à une température de  $37 \pm 4^\circ\text{C}$ , selon la figure 40 et la figure 41 on a remarqué que les cerises emballées avec le film alimentaire et nos films développés ont gardé un bon aspect structural et aucune détériorations visuelle n'a été remarquée. Alors que les cerises laissées à l'air libre

sont devenues inconsommable après seulement 2 jours. (**Khatem R. Z. EL B, 2019**)



**Figure 40** : photo de cerises après 2 jours de conservation à l'air libre



**Figure 41** : Cerises après 6 jours de conservation avec plastique industriel et bioplastique  
Aucune différence visuelle n'a été remarqué entre les emballages développés (film en bioplastique) et les films industriels mais lors de dégustation des cerises, on a constaté que :  
-Les cerises emballées avec du bioplastique étaient plus acides que les cerises emballées avec du film cellophane, en déduit que le film bioplastique augmente le taux d'acidité.  
C'est pour cela, certains antioxydants tels que la quercétine doivent être ajoutés afin de réduire l'acidité. (Khatem R. Z. EL B, 2019)

# Conclusion et perspectives

Les bioplastiques offrent un large spectre de propriétés et d'applications et constituent aujourd'hui un matériau important pour de nombreuses branches industrielles.

La demande mondiale ne cesse d'augmenter, ce qui s'applique également aux exigences posées au potentiel de rendement de ce groupe de matières.

L'objectif de ce travail est de connaître l'importance de la pomme de terre pour la production d'un film biodégradable à base d'amidon de deux familles de pomme de terre (patate douce et pomme de terre *Atlas*).

Par la suite ont été réalisés des différents tests sur ces films : rendement d'extraction d'amidon, rendement de bioplastique, taux d'humidité, taux de la solubilité et test d'emballage ; les films qui sont produits à base d'amidon de pomme de terre *Atlas* sont des films ayant de bonnes caractéristiques (résiste à l'eau et l'humidité) contrairement aux films qui sont produits à base d'amidon de patate douce qui possèdent une forte solubilité dans l'eau.

D'après les résultats obtenus, le bioplastique constitue une amélioration de l'environnement en raison de sa faible durée de dégradation, un avenir en or pour l'environnement des générations futures.

En perspective, afin de compléter ce travail et avoir un aspect global d'un bioplastique de bonne caractérisation, des tests supplémentaires sont recommandés à savoir : test d'épaisseur des films, calcul de l'opacité, test de la perméabilité des films à la vapeur d'eau, taux de cendre, test d'observation au microscope électronique à balayage et test de biodégradabilité .

**ADEME (2005)**, Biodégradabilité et matériaux polymères biodégradables, Note de synthèse I.

**Arikan, E. B., & Ozsoy, H. D. (2015)**. A Review: Investigation of Bioplastics. J. Civil Eng

**Aristote Matondo February 2018** Fabrication d'un Bioplastique University of Kinshasa |

**Ashter, S. A. (2016)**. Introduction to bioplastics Engineering. William Andrew.

‘‘ **La pomme de terre ‘ ‘ (2008)**, Année Internationale pour la pomme de terre AIP vol

**Belibi, P. C., Daou, T. J., Ndjaka, J. M. B., Nsom, B., Michelin, L., & Durand, B. (2014)**. A comparative study of some properties of cassava and tree cassava starch films. Physics Procedia, 55, 220–226.

**BOUFARES, K. (2014)**. Comportement de trois variétés de pomme de terre (Spanta, Désirée et Chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique.

**Carbohydrate polymers, may 2003** ; vol 52, issue 3, page 207-346 ; science direct.

**CHARLES .A et al 2010** Biochimie alimentaire 6 eme edit Paris France

**Chen, Y. J. (2014)**. Bioplastics and their role in achieving global sustainability. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 6(1), 226-231. page 228.

**Djetouiet, Z. (2012)**. PREPARATION D'UN POLYMERE THERMOPLASTIQUE BIODEGRADABLE A BASE D'AMIDON DE MAÏS. (2012). Laboratoire des Matériaux Polymériques Multiphasiques (LMPMP), Faculté de Technologie, Département de Génie des procédés. Université Ferhat Abbas, Sétif.

**El Hadji Babacar Ly. 2008**. Nouveaux matériaux composites thermoformables à base de fibres de cellulose. Matériaux. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2008.

**European Bioplastics, (2014)**. Institute for Bioplastics and Biocomposites, Nova Institute

**FAO 2014**

Fondation **Ellen MacArthur, 2016**, Pour une nouvelle économie des plastiques, rapport présenté au Forum économique mondial.

**ITCMI (2010)** ‘‘Fiche technique valorisée des cultures maraichères et industriels’’, vol 10.

### Jarroux 2011

**Jean-Claude Laberche 2001** "Biologie végétale", Dunod 3<sup>ème</sup> édition vol 3 305 page 15-16.

**Jean-François Ghiglione, 5 décembre 2018**, Pollution plastique des océans : comment inverser la donne ?, Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer, (vidéoconférence).

**Jean-Luc, W. Cécile H, du Pr. Aurore R et du Pr. Patrick G.** Polymères biobasés : amidon, PLA, PHA, PE et PET. (2016). ValBiom. Page 13.

**Khatem R ZEL B 2019** Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Mémoire de fin d'études Master en Sciences ALIMENTAIREs Elaboration et caractérisation des biofilms biodégradables bioactifs à base d'amidon et de gélatine page 36- 37

**KORICHE, Y., HADJ SADOK, A., et SEMSARI, S. 2009** , Modélisation de la méthode d'extraction du biopolymère amidon: Application à l'adsorption des ions métalliques. Revue des énergies renouvelables, p. 158.

**I. soccalingame** ; « Etude des scénarios de fin de vie des biocomposites : vieillissement et retransformation de biocomposites ». Matériaux. Université Montpellier II – Sciences et Techniques du Languedoc.

**Lakhdari Fatiha**, « synthèse de polymères photorésistants », Mémoire de magister, Université des sciences et de la technologie d'Oran, **2008**

**Luc Avérous, 2008; Terzopoulou et al., 2015**

**mémoire fin d'étude ; master 2 ; 2016** OUCIF ALOUANE Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED page 58 )

**Mohamed Ragoubi**, Contribution à l'amélioration de la compatibilité interfaciale fibres naturelles / matrice thermoplastique via un traitement sous décharge couronne, thèse de doctorat, Université Henri Poincaré Nancy **1, 2010**

**Mukae. K, (1987)** ; « zinc oxide varistors with praseodymium oxide ». am. Ceram. Soc. Bull. 66(9), p 1329-1331.

**Nathalie Gontard**, interview réalisée pour la rédaction de ce rapport d'information, 1<sup>er</sup> mars 2019.

**Olivier, M. (2013)**. Notions de base sur les matières plastiques

**Rajendran, N. et al.** / Journal of Pharmacy Research 2012,5(3),1476 1479.  
(Seaweeds can be a new source for bioplastics).

*Ressources*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 487p.

**Rey, A. (1992).** *Dictionnaire historique de la langue française – Tome 2*. Paris, Dictionnaires Le Robert. 2383 p.

**Reyne, M. (1998).** *Les plastiques*. Paris, PUF. 125 p.

**Rhim, J.W. et Perry, K.W. (2007).** Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films for Packaging Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(4), 411 — 433.

**Richard Lapointe** Sherbrooke, Québec, Canada, 6 septembre 2012 Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en Environnement (M. Env.) CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE.

**Stéphane Bruzard, 27 février 2019.** interview réalisée pour la rédaction de ce rapport d'information.

**Tonuk, D., Shove, E., & Suchman, L. (2016).** Making bioplastics : an investigation of material-product relationships (Doctoral dissertation, Lencaster University). Page 8.

**Vasanthan, T, Bergthaller, W, Driedger, D, Yeung, J, & Sporns June 1999,** "Starch from Alberta potatoes: wet-isolation and some physicochemical properties". *Food Research International*, , P 356.

**Vikas Mishra<sup>1</sup> Akash Patel<sup>2</sup> Darshan Rana<sup>3</sup> Sanjay Nakum<sup>4</sup> Bhupendra Singh<sup>5</sup>, 2015.** Preparation of Bio-Bag using Banana Peel as an Alternative of Plastic Bag, *IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development* | Vol. 3, Issue 04, | ISSN (online) : 2321-0613, page 453.

**Wertz J.L (2011) :** L'amidon et le PLA : deux biopolymères sur le marché : 4-5

**Yeza, I. (2012a).** Biodegradable Plastics – Paper Board Applications, Innovations and Trends. *Présentation à Cascades Sonoco*, Kingsey Falls, 10 octobre 2010.

**Yu, L. (2009).** *Biodegradable Polymers Blends and Composites from Renewable*

### Web graphiques

**Chemistry Encyclopedia. (2007).** Plastic. *In* Chemistry Daily. *Chemistry – Plastic*.  
[http://www.chemistrydaily.com/chemistry/Plastic#Price\\_and\\_the\\_future](http://www.chemistrydaily.com/chemistry/Plastic#Price_and_the_future)

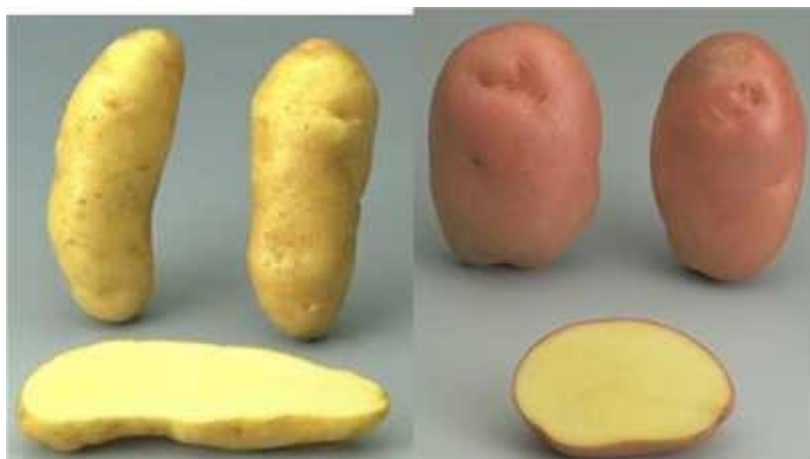
**Helmenstine, A.-M. (2012).** Plastic Definition. *In* Chemistry About.com. *Chemistry*.  
<http://chemistry.about.com/od/chemistryglossary/g/Plastic-Definition.htm>

[https://www.bioplastiquegmat.weebly.com/uploads/1/4/2/0/14200175/feasibility\\_of\\_production\\_of\\_bio-based\\_polymers\\_in\\_europe.pdf](https://www.bioplastiquegmat.weebly.com/uploads/1/4/2/0/14200175/feasibility_of_production_of_bio-based_polymers_in_europe.pdf)

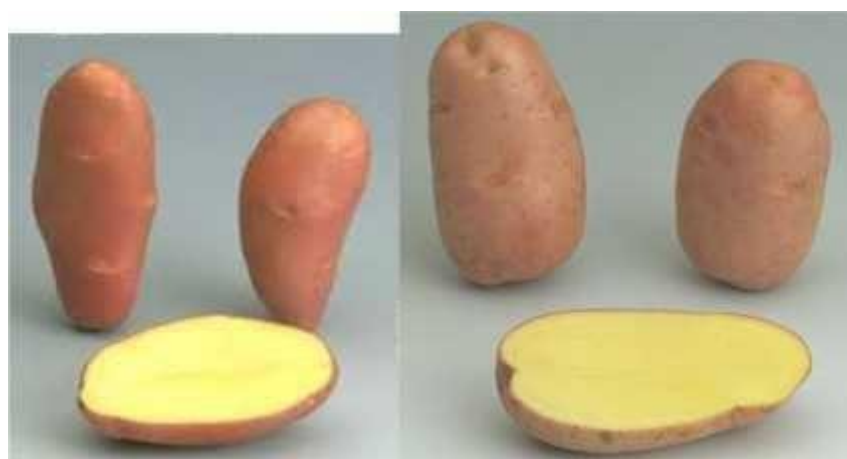
**Koch, P. (2013).** Plastics. *In* Advameg. *Chemistry Explained : Foundations and Applications*. <http://www.chemistryexplained.com/Pl-Pr/Plastics.html>

Preventpack (2012). Dossier Biopackaging. *In* Preventpack. *Site de Preventpack*, [Enligne]. <http://www.preventpack.be/tpl/publications/pdf/fr/201206-14-Dossier.pdf>

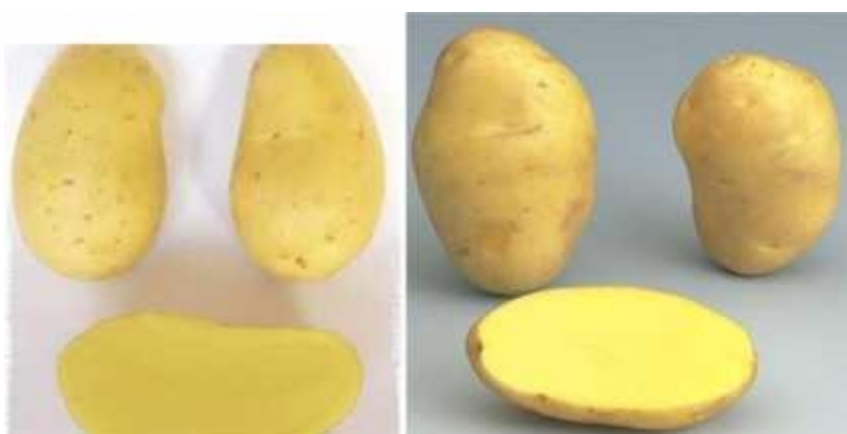
ANNEXE 1 : Présentation de la biomasse étudiée :



**Figure 6** : Spunta et Désirée



**Figure 7** : brentina et kondor



**Figure 8** : atlas et diamant

ANNEXE 2 : Matériel et méthodes

I. Extraction de l'amidon :

Matériel :

- Deux récipients
- Un robot manuel ou une râpe
- Une passoire
- Une cuillère
- Une pipette
- Économe
- L'eau de robinet

Méthodes :



**Figure 14** : matériel d'extraction de l'amidon



**Figure 15** : photo de pelage de pomme de terre



**Figure 16** : photo de râpage de la pomme de terre



**Figure 17** : photo d'ajout d'eau et mélange



**Figure 18** : photo de filtration de pomme de terre



**Figure 19** : photo d'enlèvement de l'eau à l'aide d'une pipette.

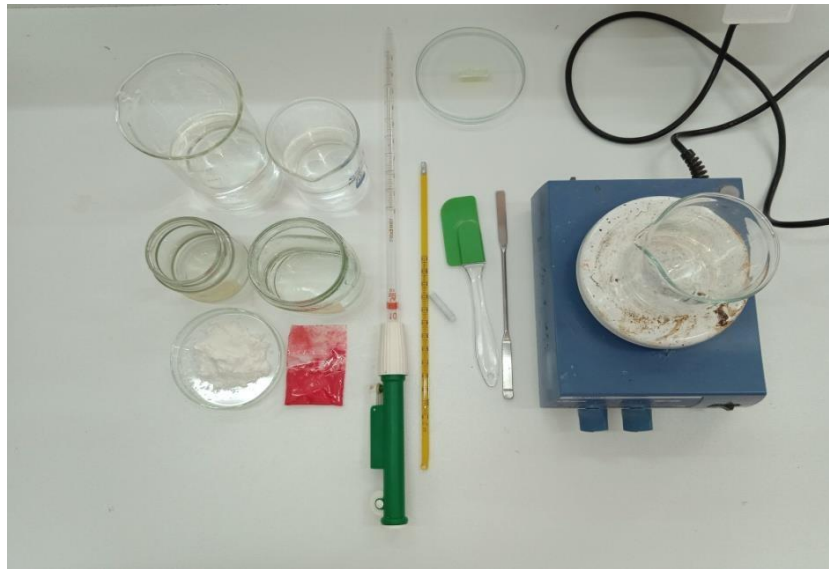


**Figure 20** : photo d'amidon avant séchage



**Figure 21** : photo de l'amidon après séchage

**II. Plastification de l'amidon :**



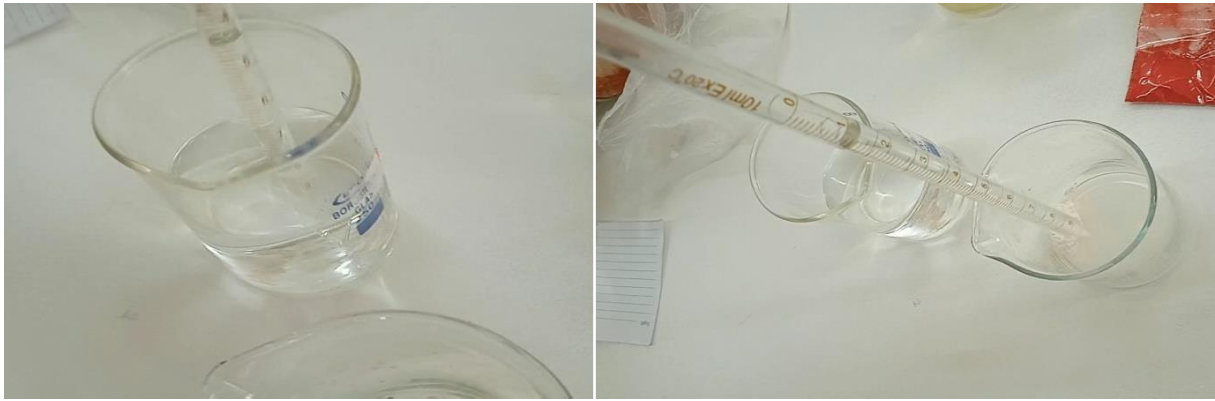
**Figure 24 :** photo du matériel de la plastification



**Figure 25 :** photo de pesage d'amidon



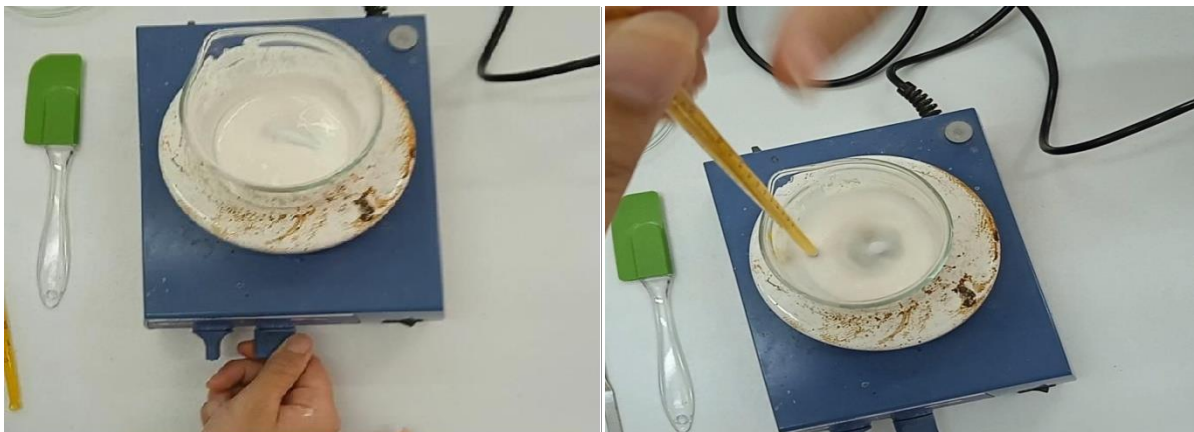
**Figure 26 :** photo de l'ajout du glycérol



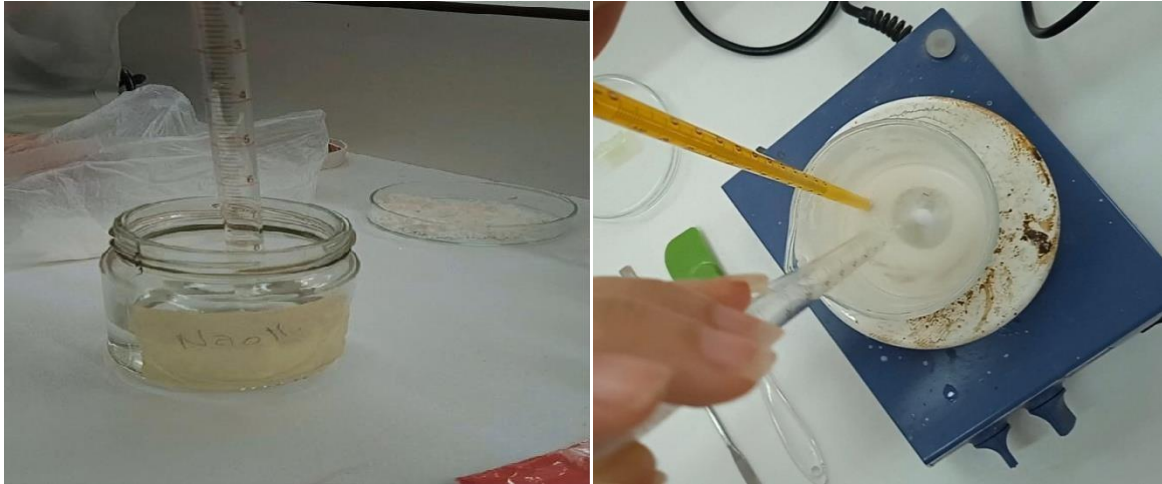
**Figure 27** : photo de l'ajout de l'eau distillé



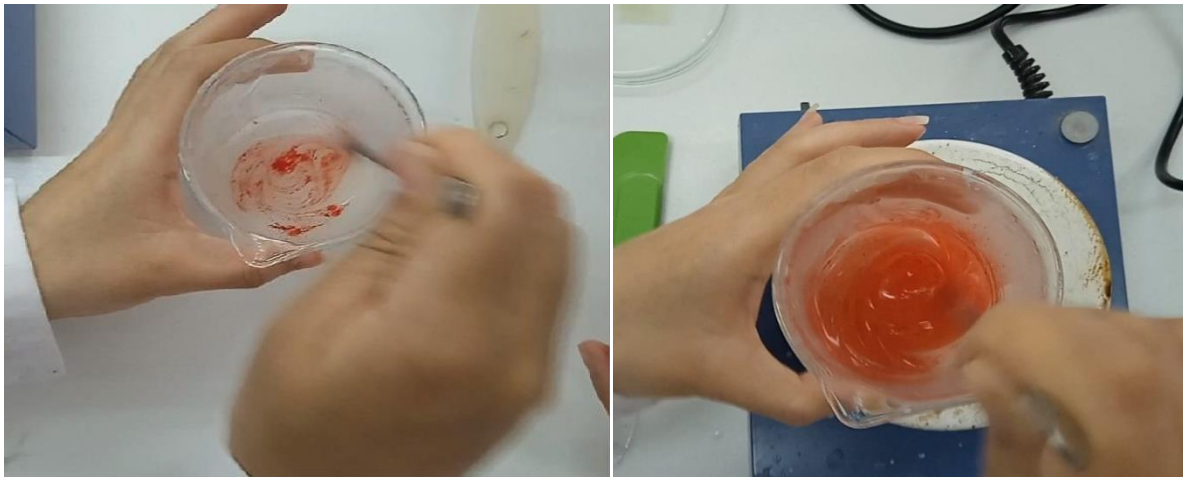
**Figure 28** : photo de l'ajout du HCL



**Figure 29** : photo de l'agitation et surveillance de la température



**Figure 30** : photo de l'ajout du NaOH



**Figure 31** : photo de l'ajout du colorant



**Figure 32** : photo d'étalement du bioplastique



**Figure 33** : photo du bioplastique dans l'étuve

