



N série :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère d'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة الشهيد حمدة لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des sciences de la nature et de la vie
قسم البيولوجيا
Département de biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité: Biologie et valorisation des végétaux

Thème

**Valorisation des déchets de la pomme de terre
(*Solanum tuberosum* L.) par la fabrication de bioplastique dans
la région d'EL OUED**

Présente Par:

Fethiza Ali Smail, Hebieb Tahar

Ahmouda Cherif, Senigra Ali

Devant le jury composé de:

Président:	Dr. KHECHKHOUCHE Elamine	M.C.A, Université D'El-Oued
Examinât:	Dr. GEHTAR Abdelouahab	M.C.A, Université D'El-Oued
Promoteur:	Dr. ALIA Zeid	M.A.A, Université D'El-Oued

Année Universitaire 2021-2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**“ Le savoir que l’on ne complète pas chaque
jour diminue tous les jours “**

Dédicace

Nous consacrons CE MODESTE TRAVAIL A :

Nos chers parents

Nos soeurs et nos frères

Toute nos familles

Tous nos amis

*Tous les enseignants qui m'ont aidé de proche ou de loin pour
être un jour ingénieur en Biologie.*



Remerciement

Avant tout, nous remercions le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donnés le courage, la volonté et la patience pour terminer ce modeste travail.

Nous remercions tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Nos remerciements sont adressés à notre promoteur Mr **ALIA Zeid** du département de biologie, pour l'honneur qu'il nous a fait en nous encourageant, nous orientant et nous soutenant, ainsi pour sa patience avec nous tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à

Mr **KHECHKHOUCHE Elamine** d'avoir accepté de présider ce jury. Nous remercions Mr **GEHTAR Abdelouahab** qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail et de le juger.

A tous les enseignants qui ont participé dans notre formation, ainsi qu'à tous les collègues de la promotion 2022.

Résumé

Résumé

Résumé

La matière plastique est la plus utilisée dans notre vie quotidienne (t il est avec Véritable substance chimique à base de substance pétrolière). Cependant, il avait été à plusieurs critiques liées à l'aspect environnement et la santé d'autre côté où elle connut un biodégradabilité très lente et il contient des produits chimique très nocifs pour la sante et même causent plusieurs maladies, telle que le cancer qui est le plus répandu. Devant cette situation, il est devenu nécessaire de rechercher d'autres matières d'origine végétale pour compenser le plastique d'origine chimique.

Qui est le bioplastique. Dont notre objectif :

1. Réduire l'utilisation de plastique d'origine chimique.
2. Valorisation de déchets de pommes de terre qui sont souvent produits jetés
3. préservation de l'environnement et de la santé

La pomme de terre est considérée parmi les plantes les plus riche en amidon, Le bioplastique est fabriqué à partir d'amidon qui est extrait à partir du tubercule de pomme de terre

On mélange l'amidon avec l'eau avec le glycérolé en présence de NaOH et CH₃COOH et ensuit en le placer à une température élève jusqu'à l'obtention de l'empois, après séchage dans l'étuve, nous obtenons un matériau souple, et un solide qui est une matière plastique provient de l'amidon.

Les mots clés: pomme de terre – amidon – Bioplastique - valorisation – déche.

يعتبر البلاستيك المادة الأكثر استعمال في حياتنا اليومية وهو مادة ذات أصل كيميائي يصنع من مادة البترول، غير أنها تعرض إلى عدة انتقادات تتعلق بالجانب البيئي والجانب الصحي حيث إنه بطيء التحلل ويحتوي على مواد كيميائية تسبب عدة أمراض أهمها و أخطرها مرض السرطان، هذا أصبح من الضروري البحث عن مادة أخرى ذات أصل نباتي تعوض البلاستيك الكيميائي وهو البلاستيك النباتي، ولهذا يهدف عملنا إلى :

1. التقليل من استعمال البلاستيك ذو الأصل الكيميائي
2. تثمين المنتج ذو النوعية الرديئة من البطاطس التي غالبا ما ترمى
3. المحافظة على البيئة والصحة

تعتبر البطاطس من بين النباتات الأكثر غنى بمادة النشاء ولهذا يدخل بحثنا هذا في كيفية تحويل النشاء المستخلص من مادة البطاطس ذات النوعية الرديئة إلى صناعة البلاستيك ، يصنع البلاستيك النباتي من مادة النشاء التي يتم استخلاصها من درنة البطاطس بعد إضافة الماء وبعض المواد ثم نقوم وضع المزيج في درجة حرارة عالية إلى غاية الحصول على مادة ذات قوام ثقيل وبعد التجفيف في الفرن.

الكلمات المفتاحية: البطاطس - النشاء - البلاستيك الكيميائي - البلاستيك النباتي- تثمين- بقايا.

Listes des abréviations

Listes des abréviations

Listes des abréviations

ANDI: Agence Nationale de développement de l'investissement.

ASTM: American society for testing of materials

DSA: Direction des services agricoles

EPGCET: Entreprise publique de gestion collecte et l'enfouissement technique

INPV: Institut national de protection des végétaux

ITCMI: Institut technique des cultures maraichères et industrielles

ITDAS: Institut technique de développement de l'agriculture saharienne

MADR: Ministère de l'agriculture et le développement rural

ONM: Office national de météorologie

ONS: Office national des statistiques

PNUE: programme des notions unis pour l'environnement

PE: Polyéthylène

PP: Polypropylène

PS: Polystyrène

PET: Polyesters et le polyéthylène téréphtalate

POM: Polyacétals ou polyoxyméthylène

PCV: Polychlorure de vinyle

PA: Polyamides

Sommaire

Sommaire

Sommaire

Dédicace	
Remerciement.....	
Résumé	
Listes des abréviations.....	
Sommaire.....	
Listes de figures.....	
Listes de tableaux	
Introduction générale.....	2

PARTIE THÉORIE

Chapitre 1

Généralités sur la pomme de terre

1. Généralités sur la pomme de terre	6
1.1. Définition de pomme de terre	6
1.2. Origine de la pomme de terre	6
1.3. La pomme de terre en Algérie	7
1.4. Caractéristique	7
1.4.1. Taxonomie.....	7
1.4.2. Valeur alimentaire et importance économique.....	7
1.4.3. Description Botanique	8
1.5. Caractéristiques du tubercule.....	11
1.6. Composition biochimique du tubercule.....	11
1.7. Cycle de reproduction et physiologie	12
1.7.1. Cycle sexué.....	12
1.7.2. Cycle végétatif.....	13
1.8. Exigences écologiques de la pomme de terre:	15
1.8.1. Exigences climatiques	15
1.8.2. Exigences édaphique	16
1.8.3. Exigences hydriques	16
1.9. Exigences en éléments fertilisants	17

Sommaire

1.10. Techniques culturales	17
1.10.1. Préparation du sol	18
1.10.2. Fertilisation.....	18
1.11. Variétés.....	19
1.11.1. Pomme de terre primeur	19
1.11.2. Pomme de terre plant.....	19
1.11.3. Pomme de terre de consommation (marché du frais).....	19
1.11.4. Pomme de terre de consommation (transformation industrielle)	20
2. Données statistiques sur la production	20
2.1. Evolution de la production	20
2.2. Principales wilayas productrices de pomme de terre en Algérie.....	21
2.2.1. Pour la plantation primeur	21
2.2.2. Pour la plantation de la saison	21
2.2.3. Pour la plantation de l'arrière-saison	21
2.3. Production de la pomme de terre dans la région du Souf.....	21
2.3.1. Place de la culture dans la région	22
2.3.2. Evolution de la superficie et la production.....	22
2.3.3. Principales variétés cultivées dans la région du Souf.....	23
2.3.4. Origine de la semence	24

PARTIE THÉORIE

Chapitre 2

Généralité sur le plastique et bioplastique

1. Plastique ordinaire ou conventionnel	26
1.1. Origine	26
1.2. Composition de la plastique	26
1.3. Fabrication de plastique.....	26
1.4. Différentes matières en plastique	27
1.4.1. Polyéthylène (PE).....	27
1.4.2. Polypropylène (PP).....	27
1.4.3. Polystyrène (PS)	28
1.4.4. Polyesters et le polyéthylène téréphtalate (PET).....	29
1.4.5. Polyacétals ou polyoxyméthylène (POM).....	30

Sommaire

1.4.6. Polychlorure de vinyle PCV	30
1.4.7. Polyamides (PA)	31
2. Bioplastique	32
2.1. Origine	32
2.2. Composition de bioplastique	32
2.3. Polymérisation	33
2.4. Utilisation des bioplastiques	33
2.4.1. Plastiques souples	33
2.4.2. Plastiques rigides	34
2.5. Biodégradabilité du bioplastique	34
2.6. Facteurs favorisant la croissance du marché occupé par les bioplastiques	34
2.7. Avantages et inconvénients des bioplastique	35
2.7.1. Avantages	35
2.7.2. Inconvénients	36

PARTIE PRATIQUE

Chapitre 1

Présentation de la région d'étude

1. Présentation de la région d'étude	39
1.1. Situation géographique de la région du Oued Souf	39
1.2. Facteurs écologiques de la région d'étude	40
1.2.1. Facteurs abiotiques	40
1.2.2. Facteurs physico-chimiques	41
2. Facteurs climatiques	41
2.1. Eléments naturels	41
2.1.1. Température	41
2.1.2. Précipitation	42
2.1.3. Humidité relative	43
2.1.4. Vent	43
2.1.5. Insolation	44
3. Synthèse climatique	45
3.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN	45

Sommaire

3.2. Climagramme pluviométrique d'EMBERGER.....	45
3.3. Facteurs biotiques.....	46
4. Données bibliographiques sur la flore de Souf.....	46
4.1. Choix de site	47

PARTIE PRATIQUE

Chapitre 2

Fabrication de bioplastique

1. Extraction de l'amidon de pomme de terre	49
1.1. Matériel et méthode	49
1.1.1. Matériel.....	49
1.1.2. Méthode	49
2. Fabrication de bioplastique.....	51
2.1. Matériel et méthode	51
2.1.1. Matériel.....	51
2.1.2. Méthode	52
2.2. Analyse statistique	52

PARTIE PRATIQUE

Chapitre 3

Résultats et discussion

1. Résultats	54
1.1. Production de bioplastique	54
1.2. Observation visuelle de Bioplastique	55
1.3. Calcul de rendement	55
1.3.1. Rendement en amidon	55
1.3.2. Rendement en bioplastique	56
1.4. Discussion.....	57
Conclusion.....	60
Références bibliographiques.....	63
Annexe.....	69

Listes de figures

Listes de figures

Listes de figures

N	Figure	P
01	Pomme de terre (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	06
02	La composition nutritionnelle de la pomme de terre	08
03	Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre	09
04	Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre	10
05	Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre	11
06	les différentes formes des tubercules de pomme de terre	11
07	La composition biochimique moyenne d'un Tubercule de pomme de terre	12
08	Evolution physiologique du tubercule de pomme de terre	13
09	Cycle de production de <i>Solanum tuberosum</i> L. Tuberosum	15
10	Carte de distribution des zones de production de la pomme de terre de la région du Souf	21
11	Evolution de la superficie	23
12	Evolution de la production	23
13	Les variétés cultivées dans la wilaya d'El-Oued	24
14	Polyéthylène	27
15	Polypropylène	28
16	Polystyrène	29
17	Polyesters et le polyéthylène téréphtalate	29
18	Polyacétals ou polyoxyméthylène	30
19	Polychlorure de vinyle	30
20	Polyamides	31
21	Emballages d'origine bioplastique biodégradable	35
22	Situation géographique de la région de d'El Oued	40
23	Diagrammes ombrothermique de GAUSSEN de la région du Souf durant l'année 2013.	45
24	Le climagramme pluviométrique d'Emberger en (2003 à 2013)	46
25	Production du pomme de terre déclassée	47
26	Matériel pour l'extraction de l'amidon	50

Listes de figures

27	Extraction de l'amidon	50
28	Matériel pour fabrication des bioplastique	52
29	Fabrication des bioplastique	52
30	Bioplastique	54
31	Rendement en amidon par variétés	55
32	Rendement en bioplastique par variétés	54

Listes de tableaux

Listes de tableaux

Listes de tableaux

N	Tableau	P
01	Taxonomie de la pomme de terre	07
02	Prélèvements en éléments majeurs (en Kg/t)	17
03	Prélèvements moyens en éléments secondaires (Kg/ha)	17
04	Besoins moyens en oligo-éléments (en g/ha)	17
05	les caractéristiques de sol fertile pour la pomme de terre	18
06	Evolution de la production de la pomme de terre en Algérie	20
07	Températures mensuelles maximales et minimales et leurs moyennes durant l'année 2021	42
08	Précipitations mensuelles exprimées en (mm) durant l'année 2021	43
09	Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant l'année 2021	43
10	Vitesses (m/s) moyennes mensuelles pour l'année 2021	44
11	Insolation (heur) moyenne mensuelle de la région d'étude pour l'année 2013	44

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

Le dernier demi-siècle a été témoin du développement de matières plastiques synthétiques à partir de ressources pétrolières. et plus de 300 millions de tonnes de plastique synthétiques sont produits annuellement à l'heure actuelle. la récente augmentation de la consommation de ressources pétrolières a conduit à des problèmes environnementaux tels que l'épuisement des ressources ainsi qu'un réchauffement climatique dû à une augmentation marquée du niveau de CO₂ atmosphérique. en plus de ces problèmes, les plastiques gaspillés utilisés dans des applications à court terme peuvent causer des dommages environnementaux à une grande variété d'animaux. Pour cela, les chercheurs ont proposé une solution alternative et ils ont offert un modèle de plastiques bio-sources, voire biodégradables appelés "bioplastiques" (Boudjella et al., 2017).

Les plastiques biodégradables sont fabriqués à partir d'une biomasse, ressource entièrement renouvelable. les plastiques bio-dégradables sont beaucoup mieux pour l'environnement, car les plastiques émettent moins de gaz à effet de serre et se dégradent beaucoup plus rapidement et leur recyclage nécessite moins d'énergie. Les plastiques biodégradables peuvent être réutilisés de manière plus efficace, ce qui leur donne un avantage évident (Gounden, 2017).

Actuellement la production mondiale est de 311 millions de tonnes en 2014 dont la Chine classée le premier producteur dans le monde par 26 pour cent de la production mondiale (Pnue, 2014).

L'Algérie et selon l'agence nationale de développement de l'investissement, la consommation en plastique est de un million de tonnes par an dont 2/3 des matières premières sont importées (Andi, 2013). Et selon l'office national des statistiques le secteur de fabrication des plastiques connaît une augmentation de 1,5 pour cent durant l'année 2012 par rapport des années passées (ONS, 2013).

Selon la Direction de commerce de la wilaya d'EL-Oued, le nombre des unités de recyclage de plastique sont de 07 unités dont la quantité de plastique récupérée pour l'année 2015 est estimée de 102 tonnes seulement au niveau du centre de l'enfouissement technique au niveau de la commune de Oued EL-Alanda, 10 Km de chef-lieu de la wilaya elle considérée comme une quantité minime.

Malgré la large utilisation des matières plastiques dans notre vie quotidienne, ils sont exposés à une large critique vu leur impact nocif soit sur l'environnement soit sur la santé humaine (Dorbane et Kara Selmane, 2012; Laurent, 2013).

Introduction générale

Les déchets plastiques provoquent des dommages financiers à hauteur de 13 milliards de dollars au niveau des écosystèmes marins (Pnue, 2014), Des études récentes sur le bisphénol A et les phtalates, produits chimiques présents dans les plastique, montrent que ces derniers peuvent causer des maladies comme le cancer (Laurent, 2013; Pnue, 2014).

Les bioplastiques ou les plastiques d'origines ressources renouvelables sont des polymères naturelles issus a partir de plantes, algues ou d'animaux (Laurent, 2013). Ces polymères connaissent depuis quelques années un réel essor du fait de leur origine biologique et surtout de leur caractère biodégradable (Selmane, 2012).

Actuellement un retour a la fabrication de plastique biodégradable est très remarquable sur le marché mondiale et par les marques tel que Coca-cola et Danone par la fabrication des emballages biodégradable d'origine biomasse (Laurent, 2013).

Le bioplastique est fabriquer a partir de l'amidon de plusieurs plantes comme les céréales mais et la pomme de terre ...etc (Selmane, 2012).

Notre étude est basé sur la production de bioplastique à partir de l'amidon de la pomme de terre. La direction des services agricole estime une pourcentage de 10 pour cent de la production qui de production déclassé soit des tubercules de petite taille ou des tubercules blessés soit des tubercules ont d'aspect commercial médiocre et vue l'absence des unîtes de transformation cette masse de production est destinée soit l'alimentation des animaux soit le rejeté.

Pour cela on a diviser notre travail en deux parties un théorique et l'autre pratique.

Pour la partie théorique on a divisé en deux chapitres le premier chapitre est réservé pour l'aspect générale sur la culture de pomme de terre. et dans la deuxième chapitre on va débattre le plastique d'origine pétrochimie et le bioplastique, origine et composition et leur utilisation.

Pour la deuxième partie est divisé en trois chapitres le premier est consacrer pour la présentation de la région, le deuxième et pour les méthodes de fabrication de plastique et le troisième réserver pour les résultats et discussion et en fin une conclusion générale et recommandation.

Partie théorie

Chapitre 1

Généralités sur la pomme de terre

1. Généralités sur la pomme de terre

1.1. Définition de pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, cultivée pour ses tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives, originaire d'Amérique du Sud. Elle appartient à la famille des Solanacées, qui sont des plantes à fleurs, et partage le genre *Solanum* avec au moins 2000 autres espèces, entre autres la tomate, l'aubergine, le tabac, le piment, et le pétunia (**Figure 01**) (Boufares, 2012).



Figure 01: Pomme de terre 1805 (*Solanum tuberosum* L.) (Boufares, 2012)

1.2. Origine de la pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* (Quezel et Santa, 1962), comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Dore et *al.*, 2006; Hawkes, 1990). On pensait autrefois que la pomme de terre était issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*, dès 1929, les botanistes avaient montré que cette origine était plus complexe et que l'on retrouvait parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivées, des plantes sauvages différentes (Rousselle et *al.*, 1992; Dore et *al.*, 2006).

Selon Grison (1993), La pomme de terre, semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine. Sa consommation par la population indienne date des temps immémoriaux. L'introduction en Europe, vers les deuxièmes moitiés de l'16ème siècle par les navigateurs ou les pirates. Et c'est l'entrée de la pomme de terre dans l'alimentation humaine a éloigné pour toujours la famine qui sévissait périodiquement.

1.3. La pomme de terre en Algérie

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite une première fois au XVI^{ème} siècle par les Maures andalous qui ont propagé les autres cultures dans la région: tomate, poivron, maïs, tabac, puis elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt. Dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, les colons vont la cultiver pour leur usage, car les algériens y sont réticent malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années 30/40 qui viendra à bout de cette opposition (Meziane, 1991).

Au niveau du Oued Souf, les premières essais de la culture ont été lancés durant les années 1995, 96, 97 par l'assistance technique de DSA en étroite collaboration avec les instituts spécialisées (Inra, 2004).

1.4. Caractéristique

1.4.1. Taxonomie

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* (Quezel et Santa, 1963), comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Doré et *al.*, 2006; Hawkes, 1990), selon (Boumlik, 1995), la position systématique de la pomme de terre est:

Tableau 01: Taxonomie de la pomme de terre (Hawkes, 1990)

Règne	Végétale.
Embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Gamopétales
Ordre	Polémoniales
Famille	Solanacées
Genre	<i>Solanum</i>
Espèce	<i>Solanum tuberosum</i> L.

1.4.2. Valeur alimentaire et importance économique

La valeur alimentaire de cette culture vient de sa richesse en amidon, qui à la double qualité être énergétique et très digeste. Elle est pauvre en calcium et riche en potassium, vitamine PP et en vitamine C. En principe, la pomme de terre ne contient pas, dans sa chaire la solanine, les alcaloïdes toxiques qui sont présents dans sa peau.

Le **Figure 02** nous indique la composition nutritionnelle de la pomme de terre. Sur le plan alimentaire, la pomme de terre est une source d'énergie, parmi les cultures consommée en frais. Elle occupe la première place en production végétale.

Dans les pays développés, la transformation de la pomme de terre destinée à l'alimentation humaine. Concernant la déshydratation se diversifie à partir de 1969, et a augmentée en volume tant pour les flocons que pour les chips. Entre la production et la consommation, différents circuits de commercialisation sont possible, partant du producteur ou du collecteur, la pomme de terre peut être vendue directement à un détaillant voir même à un utilisateur ou bien transiter par un grossiste et semi-grossiste (Crosnier, 1987).



Figure 02: La composition nutritionnelle de la pomme de terre (Oswaldo, 2010)

1.4.3. Description Botanique

La plante est une espèce herbacée vivace par ces tubercules mais cultivée en culture annuelle selon (Rousselle et *al.*, 1996). Les différentes espèces et variétés de pomme de terre ont des caractéristiques botaniques différentes. C'est pour cela qu'il est nécessaire de connaître les différentes parties de la plante (Bamouh, 1999).

a. Description de l'Appareil aérien

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées s de port plus ou moins dressé et portant des feuilles composées (Rousselle et *al.*, 1992). Comme les tiges et les feuilles, le fruit contient une quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique caractéristique du genre. Les inflorescences sont des cymes axillaires, les fleurs sont autogames: ne contiennent pas de nectar, elles sont donc peu visitées par les insectes et la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature (Rousselle et *al.*, 1992). Certaines

fleurs sont souvent stériles. La production de fruits est généralement rare parfois nulle. On connaît des variétés de pommes de terre qui fleurissent abondamment mais qui ne fructifient pas (Soltner, 1988).

La **figure 03** représente les caractéristiques morphologiques de la pomme de terre:

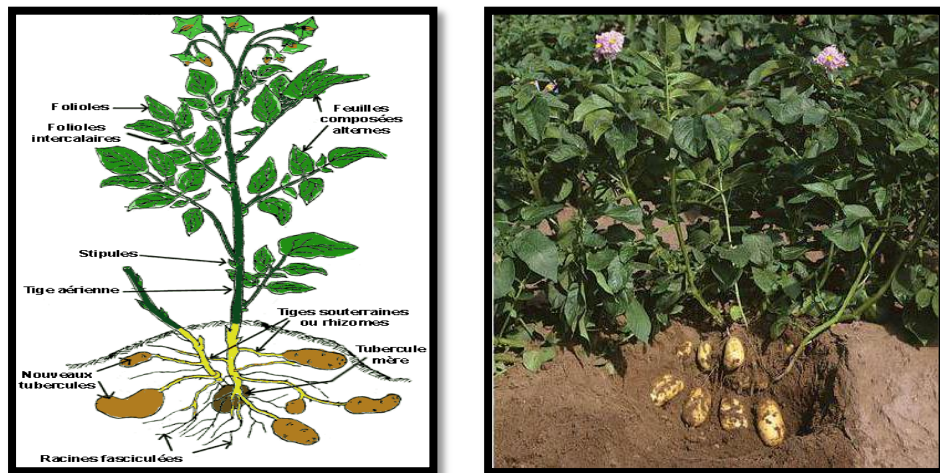


Figure 03: Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre (Huamàn, 1986)

b. l'Appareil souterrain

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire. L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tiges souterraines ou stolons (Bernhards, 1998; Mazoyer, 2002).

Le tubercule de pomme de terre n'est pas une portion de racine, c'est une tige souterraine. Comme toutes les tiges, il est constitué d'entre nœuds, courts et tapissés dans le cas présent, et porte des bourgeons que l'on appelle les «yeux» situés dans de petites dépressions. En se développant, les bourgeons donnent les germes et les futures tiges aériennes. Les racines prennent naissance sur différentes parties: au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons ou encore au niveau des yeux du tubercule (Boufares, 2012).

- **Structure externe du tubercule**

Le tubercule de pomme de terre est une tige souterraine avec des entre-nœuds courts et épais. Il a deux extrémités:

- le talon (ou hile) rattaché à la plante-mère par le stolon.

- La couronne (extrémité apicale opposée au talon) où, la plupart des yeux ont concentrés. Les yeux sont disposés en spirale et leur nombre est fonction de la surface(ou calibre) du tubercule. Chaque œil présente plusieurs bourgeons qui donnent des germes. Ces derniers produisent, après plantation, des tiges (principales et latérales), des stolons et des racines (Bernhards, 1998; Kechid, 2005).

La **figure 04** représente les Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre:

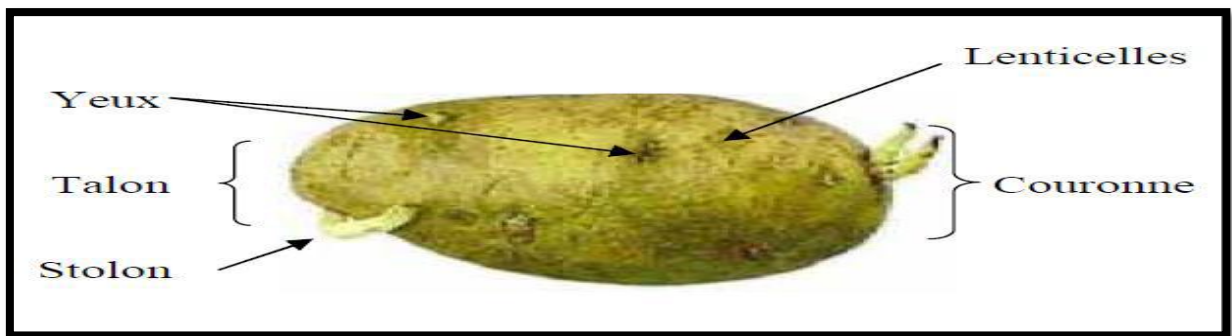


Figure 04: Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre (Chabah, 2016)

- **Structure interne du tubercule**

Sur la coupe longitudinale d'un tubercule arrivé à maturité, on observe de l'extérieur vers l'intérieur tout d'abord le péri derme, connu plus communément sous le nom de la peau. La peau du tubercule mûr devient ferme et à peu près imperméable aux produits chimiques, gazeux et liquides. Elle est aussi une bonne protection contre les micro-organismes et la perte d'eau (Boufare, 2012; Kechid, 2005).

Lenticelles assurent la communication entre l'extérieur et l'intérieur du tubercule et jouent un rôle essentiel dans la respiration de cet organe. L'examen au microscope Les optique montre que les cellules des parenchymes péri vasculaires sont petites et contiennent de très petits grains d'amidon (Bernhards, 1998).

Les cellules du parenchyme cortical sont plus grandes et renferment beaucoup plus de grains d'amidon, de moindre taille que dans la moelle. Le tissu de revêtement péri-derme est la région du tubercule la plus pauvre en grains d'amidon. La zone péri médullaire présente les plus gros grains d'amidon (Bernhards, 1998).

La **figure 05** représente une coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre:

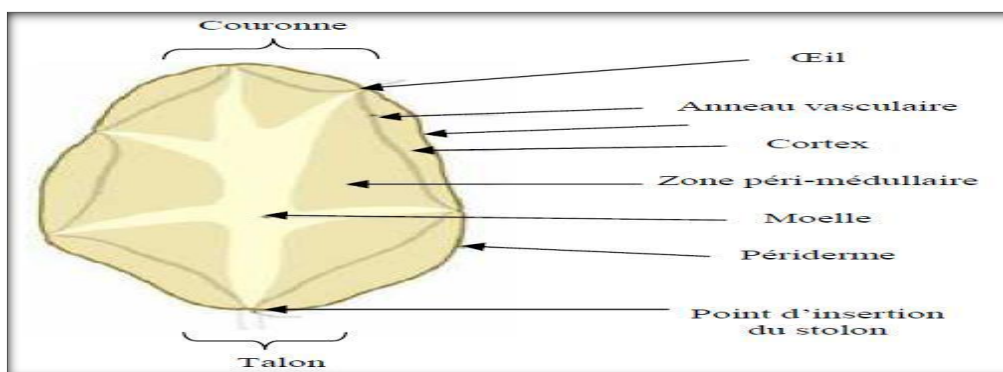


Figure 05: Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre (Chabbah, 2016)

1.5. Caractéristiques du tubercule

- ❖ **La forme:** les tubercules sont classés en trois classes selon la forme:
- ❖ **Les arrondis:** qui sont bosselés, destinés à la production de la fécule.
- ❖ **Les claviformes:** sont plus ou moins de forme de rein.
- ❖ **Les oblongs:** de forme allongée (comme un kiwi).

La **figure 06** représente les différentes formes des tubercules de pomme de terre:



Figure 06: Les différentes formes des tubercules de pomme de terre (Chabbah, 2016)

1.6. Composition biochimique du tubercule

La pomme de terre crue est riche en micronutriments, à savoir les vitamines et les minéraux indispensables pour être en bonne santé. La teneur en potassium d'une pomme de terre moyenne est élevée et elle couvre presque la moitié des besoins quotidiens d'un adulte en vitamine C. Elle est en outre riche en vitamine B et en minéraux comme le phosphore et le magnésium (Diouf, 2009).

La **figure 07** représente la composition biochimique moyenne d'un Tubercule de pomme de terre:

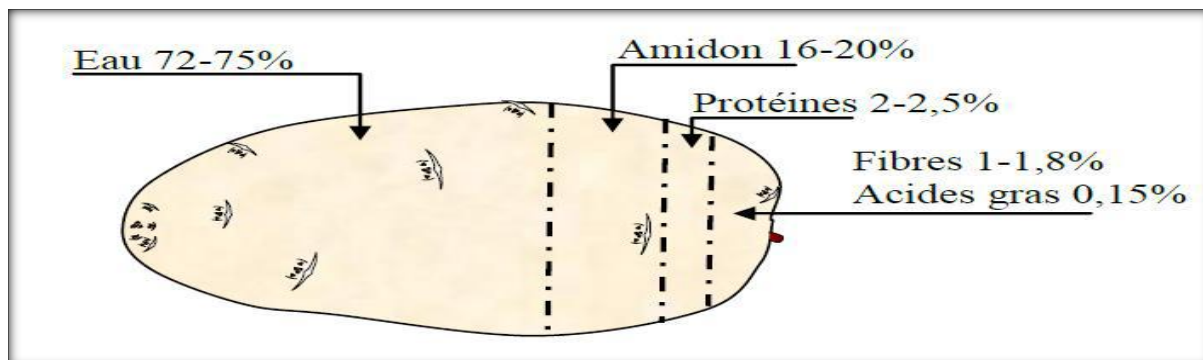


Figure 07: La composition biochimique moyenne d'un Tubercule de pomme de terre (FAO, 2008).

1.7. Cycle de reproduction et physiologie

1.7.1. Cycle sexué

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètres de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (Bernhards, 1998) et peut contenir jusqu'à 200 graines (Rousselle et *al.*, 1992).

La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est l'outil de création variétale (Soltner, 2005).

La germination est épigée et les cotylédons sont portés au-dessus du sol par le développement de l'hypocotyle. En conditions favorables, quand la jeune plante a généralement de la pomme de terre 9 seulement quelques centimètres de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau des cotylédons puis aux aisselles situées au-dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules (Bernhards, 1998). La **figure 08** représente l'évolution physiologique du tubercule de pomme de terre:

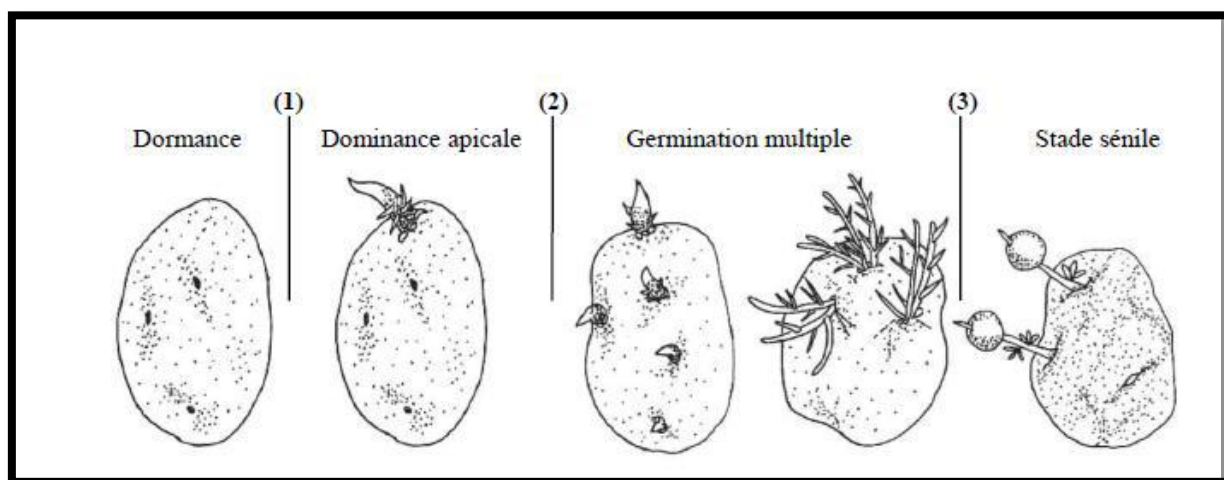


Figure 08: Evolution physiologique du tubercule de pomme de terre (Bernhards, 1998).

(1- formation du tubercule sur la plante-mère, 2- déclenchement de la germination du tubercule, 3- initiation des tubercules-fils).

1.7.2. Cycle végétatif

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative. Cette dernière se déroule en quatre étapes:

a. Dormance

Après la récolte, la plupart des variétés de pommes de terre traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions de température, et d'humidité. Il s'agit de la période de dormance, et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température (Peron, 2006). Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (Belguendouz, 2011; Lahouel, 2015).

b. Germination

D'après Ellisseche (2008), lorsqu'un tubercule est placé dans des conditions d'environnement favorables (16-20°C, 60-80% d'humidité relative) aussitôt après la fin de son repos végétatif, il commence à germer. Après une évolution physiologique interne les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons, une évolution interne du tubercule conduit d'abord à un seul germe qui se développe lentement et dans ce cas c'est toujours le germe issu du bourgeon terminal qui inhibe les autres bourgeons: ce phénomène est la dominance apicale (Soltner, 2005).

Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent. Ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes démarrent, traduisant une perte progressive de la dominance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisent (Bernhards, 1998; Kechid, 2005).

c. Croissance

Une fois le tubercule mis en terre au stade physiologique adéquat, les germes se transforment en dessous du sol en tiges herbacées pourvues de feuilles ce qui rend la plante autotrophe dès que la surface foliaire atteint 300 à 400 cm² (Rousselle et *al.*, 1996). Les bourgeons axillaires donnent, au-dessus du sol des rameaux, et en dessous, des stolons (Soltner, 2005).

d. Tubérisation

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le plus fréquent. Ce phénomène de tubérisation commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance (Chabbah, 2016).

La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage (Bernhards, 1998). Le modèle de développement suivi par les tubercules varie considérablement entre les tubercules d'une même plante. Une hiérarchie s'établit entre ces organes de stockage qui entrent en compétition pour les nutriments: les tubercules croissant le plus vite limitent le développement des autres tubercules (Verhees, 2002).

• Quelques facteurs influençant la tubérisation

L'âge physiologique du tubercule mère: le tubercule qui est planté au stade de dominance apicale donne un plant qui a très peu de tiges principales, comme le nombre de tubercules est en grande partie déterminé par le nombre de tiges, on peut prévoir un faible taux de tubercules. L'exposition des tubercules à une température élevée avant la germination du bourgeon apical favorise la germination multiple de tous les yeux (Monne, 2008). Les jours courts, ou plus précisément l'obscurité de longue durée, favorisent une

induction La température influence la tubérisation et ce sont les températures fraîche qui lui sont le plus favorable. La température optimale pour la photosynthèse est de 20°C chez la pomme de terre. Les besoins en eau varient au cours du cycle végétatif: ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules (Bernhards, 1998). La durée du cycle végétatif de la pomme de terre est très variable **Figure 09**, il dépend de l'état physiologique des tubercules qui sont plantés, de l'ensemble des facteurs agro climatiques et des variétés s utilisé.

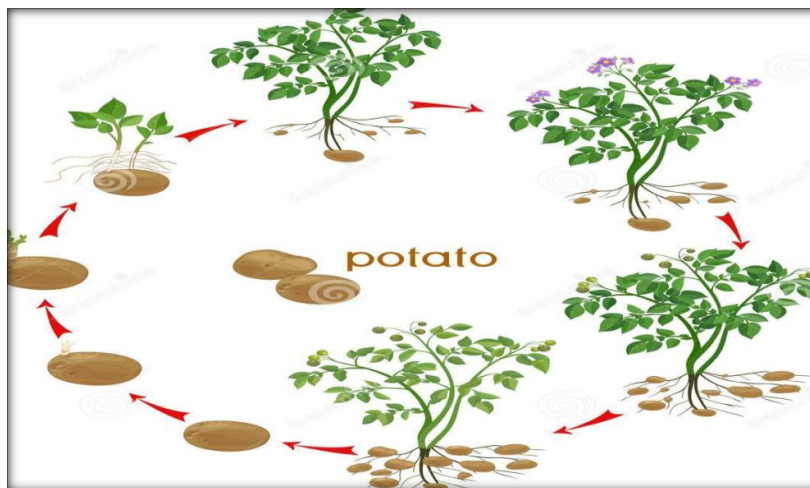


Figure 09: Cycle de production de *Solanum tuberosum* L. Tuberosum (Yahia,1992)

1.8. Exigences écologiques de la pomme de terre:

1.8.1. Exigences climatiques

a. Température

Elle influence beaucoup le type de croissance. Les haute s températures stimulent la croissance des tiges; par contre, les basses températures favorisent davantage la croissance d u tubercule (Rousselle et *al.*, 1996). La pomme de terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8 C°. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18°C le jour et 12°C la nuit. Une température du sol supérieure à 25 C° est défavorable à la tubérisation (Bamouh, 1999; Toumi, 2014).

b. Lumière

La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur élevée du jour (14 à 18h). Une photopériode inférieure à 12 h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures (Chabbah, 2016).

La photopériode: Driver et Hawkes 1943 remarquent qu'il y a chez la pomme de terre des variétés de jours longs, des variétés de jours courts et des variétés indifférentes (Toumi, 2014).

1.8.2. Exigences édaphique

a. Structure et texture du sol

La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles. En général, la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière (texture sablonneuse ou sablo-limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante (texture argileuse ou argilo-limoneuse) qui empêchent tout grossissement de tubercule (Toumi, 2014).

b. pH

Dans les sols légèrement acides (pH: 5,5 à 6), la pomme de terre peut donner de bons rendements. Une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule (Bamouh, 1999; Chaumeton et *al.*, 2006).

c. Salinité

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire (Bamouh, 1999; Ahmid, 2009). Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement. On peut réduire la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce (Bamouh, 1999).

1.8.3. Exigences hydriques

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif. Ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules (Crosnier, 1987).

Un stress hydrique se manifestant à ce stade peut entraîner une réduction du nombre d'ébauches formées par plante, consécutive à une réduction du nombre de stolons formés par tige (Rousselle et *al.*, 1996).

1.9. Exigences en éléments fertilisants

La pomme de terre se classe parmi les plantes très exigeantes en azote, phosphore et potassium.

Tableau 02: Prélèvements en éléments majeurs (en Kg/t) (Rousselle et *al.*, 1996)

Eléments	Tubercules	Plante entière
Azote	3.2	3 à 4.5
Acide phosphorique	1.6	0.8 à 1.7
Potassium	6	4.1 à 8.5

L'azote est le facteur déterminant du rendement de la culture. Il favorise dans un premier temps le développement du feuillage, puis la formation et le grossissement des tubercules. L'acide phosphorique est un facteur de précocité et favorise le développement racinaire. Les besoins en calcium, magnésium et soufre sont généralement notables (**Tableau 02**). Elle est sensible à une carence en magnésie qui se manifeste par un jaunissement entre les nervures des feuilles (Rousselle et *al.*, 1996).

Tableau 03: Prélèvements moyens en éléments secondaires (Kg/ha) (Rousselle et *al.*, 1996)

Magnesium	15 à 30
Calcium	40 à 50
Soufre	10 à 25

Tableau 04: Besoins moyens en oligo-éléments (en g/ha) (Rousselle et *al.*, '1996)

Fer	100	Manganèse	50
Cuivre	60	Bor	80 à 120
Zinc	80 à 150	Molybdène	0.8

1.10. Techniques culturales

La culture du plant de pomme de terre présente une très grande souplesse lorsqu'il s'agit de l'introduire dans la rotation (Reguieg, 2008; ITCMI, 2001).

1.10.1. Préparation du sol

La préparation du sol consiste à assurer un bon contact entre le plant (ou tubercule) et le sol. La levée ainsi que le développement du système racinaire vont généralement tarder si le sol est mal préparé (Bamouh, 1999).

Le sol doit être préparé sur une profondeur d'au 10 cm. Une telle couche meuble favorise l'aération du sol, assure un bon développement racinaire et facilite le buttage. La réalisation d'un bon lit de semis peut se faire de la façon suivante:

- ❖ Labour moyen: 25 à 30 cm avec charrue.
- ❖ Epandage de la fumure organique et des engrais phospho-potassiques que l'on enfouie à l'aide d'un cover-crop croisé, Confection des lignes ou billonnage: Ces travaux sont beaucoup plus faciles à réaliser dans un sol léger que dans un sol lourd. Dans un sol lourd les travaux du sol doivent se limiter à la couche supérieure suffisamment ressuyée. Une bonne préparation des dix premiers cm permet une bonne couverture du plant (Belaid, 1988).

1.10.2. Fertilisation

La maîtrise de la fertilisation est importante pour ne pas pénaliser le rendement mais également pour assurer une bonne qualité des tubercules. La pomme de terre est une culture exigeante en azote mais également en phosphore et en potassium. On estime ainsi l'exportation d'éléments minéraux à 1,5 kg de P₂O₅ et 6 kg de K₂O par tonne de tubercule (Arvali, 2004). Elle est également sensible aux carences en manganèse et en bore. Une grande diversité d'amendements ou d'engrais organiques peuvent être utilisés: fientes de volailles, fumier de bovins, compost de déchets verts, farine de plumes, vinasses de betteraves,... Ils peuvent être apportés soit en fumure d'automne (voir avec la directive nitrates et les interdictions d'épandage) avec de préférence implantation d'une inter culture, soit en fumure de printemps (I.N.R.A, 2011). Un sol fertile pour la pomme de terre devrait avoir les caractéristiques suivantes:

Tableau 05: les caractéristiques de sol fertile pour la pomme de terre (Nicole, 1998).

Elements	Quantité
pH	5.5 à 6.0
Phosphore (P)	200 à 300 Kg/ha
Potassium (K)	300 à 375 Kg/ha
Magnésium (Mg)	1000 Kg/ha et plus
Bore	1.15 à 1.70 ppm
matière organique	4 à 6

- **Mode d'application**

Les éléments P et K sont généralement appliqués lors de la préparation du lit de semences, vu leur migration très lente. Cet apport peut être réalisé par épandage mécanique ou manuel. L'azote doit être localisé au niveau des billons, tout en évitant le contact direct entre les plants et l'engrais (Bamouh, 1999).

1.11. Variétés

Bien que les pommes de terre cultivées dans le monde entier appartiennent à la même espèce botanique *Solanum tuberosum*, il existe des milliers de variétés, qui sont très différentes de par leur taille, leur forme, leur couleur, leur usage culinaire et leur goût (Diouf., 2009).

1.11.1. Pomme de terre primeur

Limiter le nombre de tubercules au profit de leur grosseur et d'une extrême précocité, les principales variétés utilisées sont Nicola, Diamant, Roseval, Yesmina, Timate et Charlotte...etc.

1.11.2. Pomme de terre plant

Nombre élevé de tubercules de calibre moyen et d'une bonne Précocité.

1.11.3. Pomme de terre de consommation (marché du frais)

Un nombre élevé de Tubercules d'un calibre moyen à grand, sans toutefois dépasser le calibre supérieur. Les variétés les plus utilisées sont Desirée, Spunta, Diamant, Lisetta et Kondor...

1.11.4. Pomme de terre de consommation (transformation industrielle)

Un rendement Élevé en tubercules et amidon (Belguendouz, 2012). En Algérie les variétés inscrites aux catalogues sont: spunta (B), Fabula(B), Nicola (B), Diamant(B), Timate (B), Atlas (B). Bartina (R), Désirée (R), kondor (R).

B: Blanche, R: rouge (ITCMI., 2010).

2. Données statistiques sur la production

2.1. Evolution de la production

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 1 506 859 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 06**:

Tableau 06: Evolution de la production de la pomme de terre en Algérie (2005-2014)

Année	Production (quintaux)
2005	21.585.499
2006	21.809.610
2007	15.068.590
2008	21.710.580
2009	26.360.570
2010	33.003.115
2011	38.621.936
2012	42.194.758
2013	48.865.380
2014	46.735.155

D'après le tableau nous pouvons dire que la production de la pomme de terre en Algérie a connu une augmentation très remarquable, cette augmentation est due essentiellement à l'évolution de la production de la pomme de terre a la wilaya d'El-oued d'une part et l'entrée de nouvelles zones productrices tel que Ghardaïa et Djelfa en production de la pomme de terre.

2.2. Principales wilayas productrices de pomme de terre en Algérie

2.2.1. Pour la plantation primeur

Boumerdes, Tipaza , Skikda , Alger, Mostaganem, Tlemcen.

2.2.2. Pour la plantation de la saison

Ain-Defla, Mascara, Mila, Souk-Ahras , Boumerdes, Mastaganeme, Setif, El-oued et Batna.

2.2.3. Pour la plantation de l'arrière-saison

El-oued, Ain-Defla, Mascara, Guelma, Chelef , Tlemcen (ITCMI, 2010).

2.3. Production de la pomme de terre dans la région du Souf

La wilaya d'El-Oued est rapidement en train d'émerger comme zone productrice de pomme de terre, la surface plantée pendant la saison principale passant de 6 600 ha en 2009 à 12 000 ha en 2012. Avec 504 000 tonnes produites en tout en 2012, El-Oued a même surpassé la wilaya d'Ain-Defla, la zone de production traditionnelle. La région de Souf, se trouve au Sud- Est du pays, à la frontière de la Tunisie (**figure 10**) (MADRP, 2015).



Figure 10: Carte de distribution des zones de production de la pomme de terre de la région du Souf

La pomme de terre jadis, peu connue des populations sahariennes, se trouve attribuée depuis les années 1990, un rôle important dans le développement et l'économie des exploitations agricoles et ambitionne à se singulariser comme activité à part entière à côté du palmier dattier (DSA, 2015).

La mise en œuvre du programme de développement agricole au titre de la mise en valeur des terres agricoles notamment l'APFA et la concession, la disponibilité des ressources naturelles, les actions significatives des instituts techniques, des services agricoles, l'engagement des agriculteurs, ainsi que le programme de soutien de l'Etat, sont les facteurs majeurs ayant lancé et rendu performante la culture de la pomme de terre dans la wilaya d'El Oued (DSA, 2015).

2.3.1. Place de la culture dans la région

Actuellement, la culture de pomme de terre occupe une place de choix parmi les cultures accompagnant le palmier dattier et permet aux agriculteurs de diversifier leur production et d'assurer un revenu conséquent.

Elle occupe le 2ème rang après la phoenici culture du point de vue superficie.

La superficie plantée au titre de la campagne écoulée 2014/2015 est 33.000 Ha qui représente près de 37% de la superficie agricole utile et près de 77% de la superficie des cultures maraichères (DSA, 2015).

2.3.2. Evolution de la superficie et la production

Au fil des années, la culture de pomme de terre de consommation a connu une extension spectaculaire, si on se réfère à son introduction durant la campagne 1990/1991 où on a enregistré la réalisation uniquement de 15 Ha. En effet des nouvelles surfaces sont devenues des aires productives chaque année, consacrées à cette spéculation plaçant ainsi la wilaya parmi les wilayas potentielles du pays.

Actuellement la wilaya d'El Oued occupe la 1ère place au niveau nationale et contribue avec 24% de la production nationale (**Figure 11 et 12**) (MADRP, 2015).

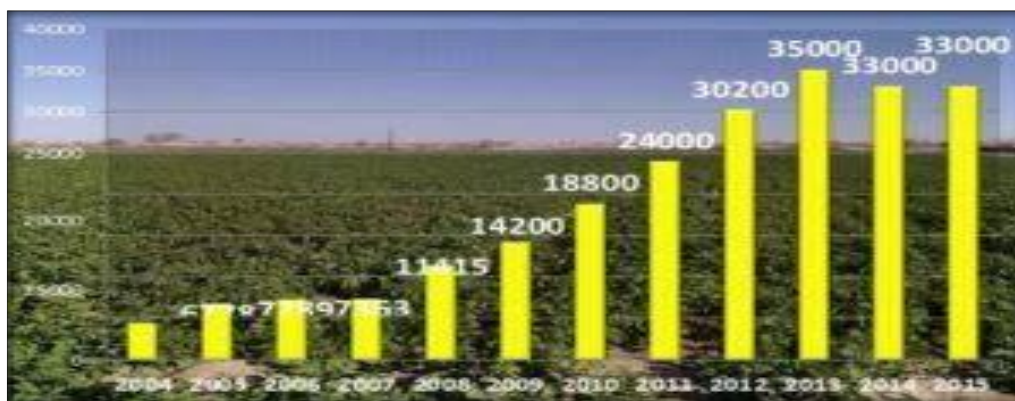


Figure 11: Evolution de la superficie (2004 – 2015) (DSA, 2015)



Figure 12: Evolution de la production (2004 – 2015) (DSA, 2015)

2.3.3. Principales variétés cultivées dans la région du Souf

Dans la wilaya, la culture de la pomme de terre est pratiquée durant les tranches saison et arrière-saison. Les principales variétés cultivées dans les deux saisons sont principalement les suivantes:

- **Pomme de terre à peau blanche:** Spunta et Fabula.
- **Pomme de terre à peau rouge:** Bartina, Kondor, Kuroda et Amorosa.

Il est à noter que la superficie plantée en variétés à peau blanche est beaucoup plus importante que celle des variétés à peau rouge; elle représente environ 60% de la superficie totale plantée (**Figure 13**) (DSA, 2015; CAW, 2018).

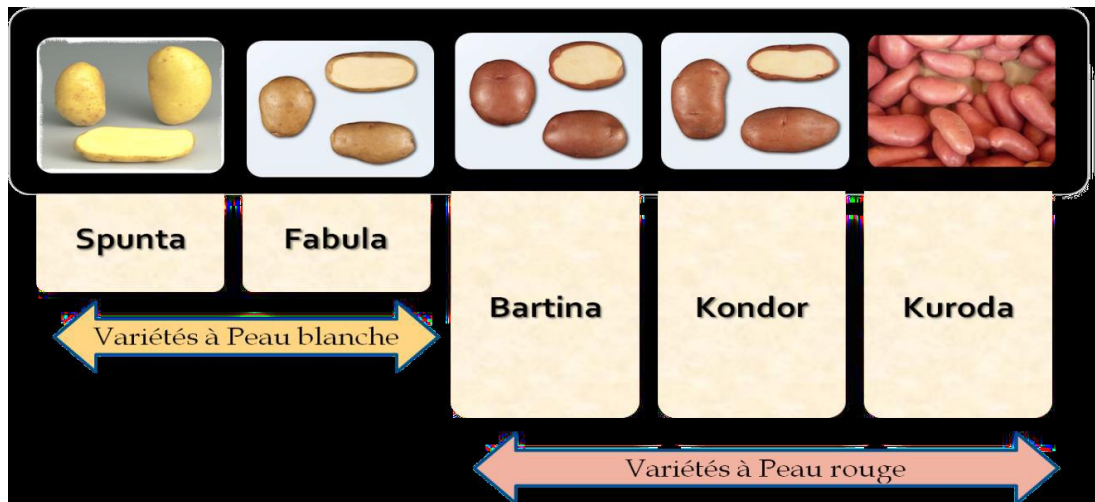


Figure 13: Les variétés cultivées dans la wilaya d'El-Oued (CAW, 2018)

2.3.4. Origine de la semence

La semence utilisée au cours de la tranche arrière-saison provient pratiquement des wilayets du nord (semence locale) quant à la tranche saison les producteurs utilisent la semence d'origine de l'importation.

Chapitre 2

**Généralité sur le plastique
et bioplastique**

1. Plastique ordinaire ou conventionnel

1.1. Origine

Le premier plastique défini comme tel a été le Celluloïd, préparé en 1869 et encore employé de nos jours; il s'agissait d'une modification d'un polymère naturel: la cellulose. Le deuxième plastique, la galalithe, résultat d'une modification d'un autre polymère naturel, la caséine, une protéine du lait (Dorbane et Laurent, 2013).

Le premier plastique entièrement artificiel a été la bakélite, obtenue à partir du formaldéhyde et du phénol. C'est à l'occasion de l'Exposition Internationale de Londres en 1862 que les premiers échantillons de Parkésine, un type de Celluloïd, ont été présentés. Ces échantillons constituent la toute première forme de la matière plastique (Laurent, 2013; Benslimane, 2014).

Les plastiques inventés aux 19èmes siècles ont remplacé les matériaux traditionnels comme le bois ou le métal. Les recherches menées pour améliorer et diversifier leurs propriétés les destinent à de nombreuses utilisations. Les matières plastiques sont légères, hygiéniques, durables et faites sur mesure. C'est grâce à toutes leurs qualités qu'elles sont devenues irremplaçables et omniprésentes dans les objets notre vie quotidienne (Slimane, 2010).

1.2. Composition de la plastique

Les matières plastiques sont composées principalement de petites molécules chimiques, qui ont la propriété de se mettre facilement en forme, c'est un matériau récent tiré du pétrole. Il existe des centaines de variétés différentes de plastique.

1.3. Fabrication de plastique

Le plastique est un mélange qui a pour matière de base un polymère qui est susceptible d'être moule façonné en générale à chaud et sous pression a fin de la conduire à un semi-produit ou a un objet. La fabrication des matières plastiques se font à partir du pétrole, qui est subit deux étapes:

- **Le raffinage:** le pétrole est chauffé dans une colonne de distillation, on obtient le NAPHTA dérive du pétrole pour le plastique.
- **Le craquage:** la matière est chauffée a 800 C pendant une fraction de seconde puis refroidissement immédiate, qui a pour objet de casser les molécules, le craquage du

NAPHTA produit l'éthylène on gaz, plusieurs molécules se forment puis on obtient le polyéthylène (Dorbane et Benslimane, 2014).

L'opération de fabrication de plastique est très consommatrice d'énergie elle consomme 4 pour cent de la consommation mondiale en pétrole (Laurent, 2013).

1.4. Différentes matières en plastique

1.4.1. Polyéthylène (PE)

Cette matière plastique représente à elle seule environ un tiers de la production totale des matières synthétiques et constitue la moitié des emballages plastiques. Plusieurs millions de tonnes de polyéthylène sont produites chaque année car c'est un matériau extrêmement polyvalent et important sur le plan économique et écologique. Grâce à sa structure chimique simple, le polyéthylène prime sur la plupart des autres matériaux car il peut être réutilisé. Au cours de ces dernières années, le recyclage des produits usés en PE a pris de plus en plus d'importance: 50% du PE constituant les sacs poubelle est recyclé. Le polyéthylène est translucide, inerte, facile à manier et résistant au froid. Il existe différents polyéthylènes classés en fonction de leur densité. Celle-ci dépend du nombre et de la longueur des ramifications présentes dans le matériau. On distingue deux familles: le PEBD ou polyéthylène basse densité et le PEHD polyéthylène haute densité (**Figure 14**) (Davidovie, 2006).



Figure 14: Polyéthylène

1.4.2. Polypropylène (PP)

C'est aussi un polymère très polyvalent qui sert à la fois comme thermoplastique et comme fibre. Il est très facile à colorer et n'absorbe pas l'eau. On en trouve beaucoup sous forme de pièces moulées dans les équipements automobiles (pare-chocs, tableaux de bord, habillage de l'habitacle) et dans le mobilier de jardin. Ce matériau sert à fabriquer des boîtes à

aliments qui résistent au lave-vaisselle parce qu'il ne fond pas en dessous de 160°C. Le polypropylène est aussi utilisé dans la fabrication de fibres synthétiques (tapis, moquettes, cordes, ficelles) mais aussi pour les emballages alimentaires en raison de son aspect brillant et de sa résistance (flacons, films, pots) (**Figure 15**). Cependant, le PP film est un des plastiques usuels les plus difficiles à recycler surtout s'il est imprimé. Le contrôle de la polymérisation par catalyse permet de jouer sur la structure enfin de produire du polypropylène élastomère (Davidovie, et Laurent, 2013).

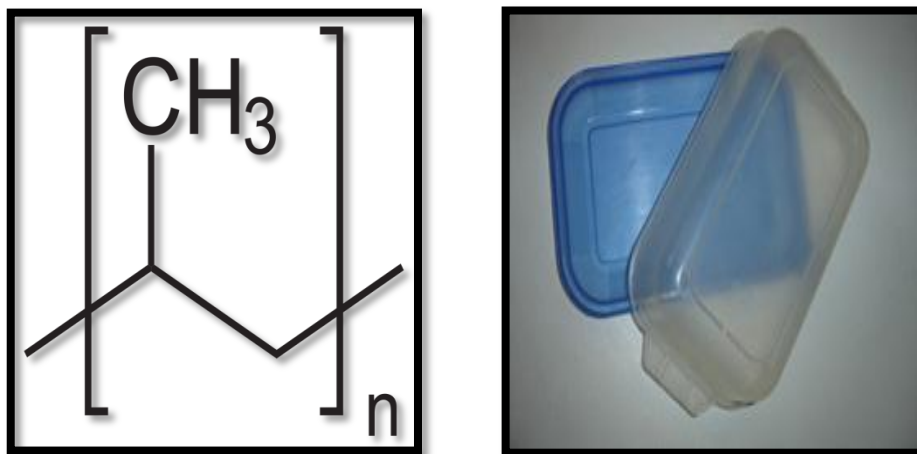


Figure 15: Polypropylène

1.4.3. Polystyrène (PS)

Le polystyrène est un plastique dur, cassant et transparent. C'est un produit industriel courant largement diffusé, offrant de très nombreux usages. On le reconnaît facilement à un blanchissement sur les zones de contraintes avant la rupture ou à sa fumée noire et à son odeur caractéristique lors de sa combustion. On l'utilise pour fabriquer du mobilier, des emballages, des grilles de ventilation, des jouets, des verres plastique. On distingue trois types de polystyrènes:

Le polystyrène "cristal" n'a pas une structure cristalline mais porte ce nom en raison de son aspect transparent. Il polymérise sous forme de perles à haute température en présence d'un adjuvant plastifiant. C'est un plastique dur et cassant utilisé pour de nombreux types de boîtes, les boîtiers CD notamment (**Figure 16**) (Laurent, 2013).

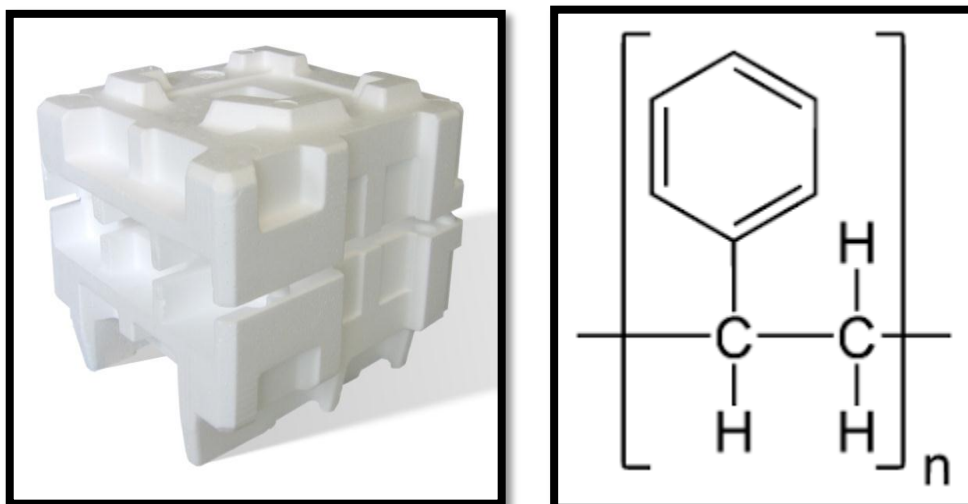


Figure 16: Polystyrène

1.4.4. Polyesters et le polyéthylène téréphtalate (PET)

C'est un polymère obtenu par la polycondensation de deux composants: le diméthyltéréphtalate et l'éthylène glycol. Les chaînes vont s'arranger et former des fibres résistantes. Le PET est surtout employé pour la fabrication de fils textiles, de films et de bouteilles. L'inventeur des bouteilles en PET, Nathaniel Wyeth voulait faire une bouteille incassable. Cependant, ce plastique devient mou à moyenne température. Cette propriété empêche de consigner les bouteilles en PET car il faut les laver à une température trop haute. Pour cette même raison, on ne peut pas l'utiliser pour les confitures qui sont coulées chaudes dans les pots. Il existe aujourd'hui un nouveau type de polyester plus résistant à la chaleur qui correspond à ce que l'on recherche pour les pots de confiture et les bouteilles consignées. C'est le polyéthylène naphtalate ou PEN (**Figure 17**) (Davidovie et Laurent, 2013)



1.4.5. Polyacétals ou polyoxyméthylène (POM)

Les poly acétals ont des propriétés qui les rendent irremplaçables pour des pièces à fortes exigences mécaniques comme les engrenages et les poulies. Ils sont solides, présentent les qualités de métaux tels que l'acier, l'aluminium ou le zinc. Ils résistent à la plupart des agents chimiques et ont un faible coefficient de frottement. Par contre, ils ont une densité élevée et une assez faible résistance à la température. La recherche vise à augmenter leur résistance au choc pour permettre la réalisation de plus grosses pièces (**Figure 18**) (Dorbane et Benslimane, 2014).



Figure 18: Polyacétals ou polyoxyméthylène

1.4.6. Polychlorure de vinyle PCV

Il est obtenu par la polymérisation des monomères de chlorure de vinyle $\text{CH}=\text{CH}-\text{Cl}$. Ce polymère de formule $-(\text{CH}-\text{CH}-\text{Cl})-n$ est issu d'une réaction chimique entre de l'éthylène et de l'acide chlorhydrique, en présence d'oxygène. Il peut être soit rigide soit souple selon les ingrédients qu'on lui incorpore. Le PVC rigide qui a un aspect lisse et dur est utilisé pour les tuyaux de canalisation. Le PVC souple qui recouvre certaines pièces comme les manches de pinces a un aspect brillant. C'est après le PE, le plastique PVC est le plus utilisé au monde. Il est largement employé dans l'industrie de l'ameublement et dans le bâtiment ou le génie civil (**Figure 19**) (Benslimane, 2014)



Figure 19: Polychlorure de vinyle

1.4.7. Polyamides (PA)

C'est la première matière plastique à avoir été découverte en 1938, Selon la longueur des chaînes, on obtient différents types de PA que l'on distingue par des chiffres: par exemple le PA 6.6 est le nylon. Ce sont des polymères qui offrent un bon compromis entre des qualités mécaniques, thermiques et chimiques (**Figure 20**). Les polyamides sont utilisés pour réaliser des pièces moulées dans l'appareillage ménager et automobile, des tapis et des moquettes, de la robinetterie, de la serrurerie, des engrenages, des textiles (lingerie et voilages).

L'inconvénient principal de tous les polyamides est qu'ils sont hydrophiles ce qui limite leur usage pour certaines pièces mécaniques (Davidovie et Laurent, 2013).



Figure 20: Polyamides

Malgré ses applications positives dans divers domaines, les matières plastiques peuvent poser des sérieux problèmes vis-à-vis de l'environnement et de la santé. En effet, la contenance des adjuvants et des monomères, en quantité plus au moins grandes, dans les polymères présente le risque de réactions chimiques nocives pendant la fabrication et l'usage de ces matières. Pendant la décomposition à haute température, ces matières génèrent des émissions de gaz, des solvants, des poussières et des rejets atmosphériques considérables. (Laurent, 2013).

L'étude de l'impact de l'usage de plastiques sur les trois dimensions du développement durable ne se limite pas uniquement au stade de la fabrication et de l'utilisation dans le sens où à la fin de leur cycle de vie des produits plastiques (surtout les emballages) peut être aussi source de préjudices environnementaux et sanitaires (Dorbane et Benslimane, 2014).

2. Bioplastique

2.1. Origine

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 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 bio basées et biodégradables (Davidovic, 2006; WERTZ, 2011).

L'examen de l'utilisation du terme bioplastique au cours des dernières années permet de constater que son emploi n'est pas uniforme. Le même constat a été fait par la revue Sciences et Avenir qui définit les bioplastiques comme étant: « un néologisme formé de toutes pièces par les industriels et qui recouvre des plastiques à la composition et à l'intérêt écologique très variables ».

Les bioplastiques connaissent un engouement depuis quelques années et ils sont présentés comme des solutions de rechange plus respectueuses de l'environnement. Ils sont souvent biodégradables et issus de ressources renouvelables (Davidovic, 2006 et Laurent, 2013).

2.2. Composition de bioplastique

Le bioplastique est composé à partir de la polymérisation par condensation qui entraîne des réactions chimiques qui conduisant à la formation de sous-produits.

Les deux monomères en présence donnent naissance à une molécule intermédiaire, laquelle continuellement fondamentale qui se répète dans la macromolécule, dans ce cas on obtient le polyéthylène (bioplastique) (Benslimane, 2014).

2.3. Polymérisation

Les polymères, appelés communément "matières plastiques", sont indissociables de notre environnement et de notre vie pratique. Ils se sont imposés dans tous les domaines de nos activités: des objets les plus banals jusqu'aux applications techniques sophistiquées, en passant par leur utilisation dans les produits d'hygiène, d'alimentation et de biomécanique (Chabane, 2009; Laurent, 2013).

Les polymères sont constitués de macromolécules qui sont obtenues par adjonction de petites molécules appelées monomères. Lors d'une réaction de polymérisation, les monomères forment en général de longues chaînes qui peuvent se replier sur elles-mêmes et/ou s'enchevêtrer avec les macromolécules voisines. Les longues chaînes de polymères peuvent présenter des domaines cristallins et/ou amorphes selon les cas (Haddar, 2012 et Laurent, 2013).

Dans la macromolécule suivanteA-A-A-A-A-A-A..... = $[-A-]$ l'unité constitutive est A; elle est formée d'un groupe d'atomes qui se répètent. A l'échelle moléculaire, quelques centaines de nm, la plupart des macromolécules se présentent sous forme de « fils longs et souples ». Les réactions chimiques permettant de passer d'un monomère A à la macromolécule $[-A-]$ n s'appellent polymérisation. Ainsi, l'éthylène $CH_2=CH_2$ (monomère) conduit par polymérisation par ouverture de la double liaison au polyéthylène (polymère) $[-CH_2 - CH_2-]$ (Haddar, 2012).

2.4. Utilisation des bioplastiques

L'utilisation des bioplastiques est restée encore très marginale et il ne présente que 1 à 2 pour cent du matériau total du plastique (Laurent, 2013). Les bioplastiques sont utilisés pour fabriquer des plastiques souples ou rigides.

2.4.1. Plastiques souples

Ils sont utilisés principalement comme matériaux d'emballage. Les bioplastiques se sont largement imposés dans ce domaine. Ils sont employés notamment pour fabriquer des sachets en plastique biodégradable et des emballages de produits frais rapidement périssables. Autre utilisation possible: les barquettes à viande, qui sont fabriquées d'une part, (en partie) avec des matériaux biodégradables et, d'autre part, avec des plastiques non biodégradables à base de canne à sucre (Ashter, 2016).

2.4.2. Plastiques rigides

- Contenants (pots de yogourt, bacs à glace, articles pour la restauration, pots de fleurs...).
- Barquettes (barquettes de viande fraîche, boîtes de pralinés).
- Bouteilles en PET fabriquées en partie avec des matières premières renouvelables.
- Dosettes de café (Dorbane et Benslimane, 2014).

Les processus de certification et les logos sont bénéfiques en donnant de la crédibilité aux diverses allégations des fabricants. Ils servent également à renseigner les clients rapidement et clairement sur par exemple, une des caractéristiques environnementales des produits qu'ils se procurent.

2.5. Biodégradabilité du bioplastique

La biodégradabilité des plastiques est définie par des standards et l'utilisation du terme est donc bien encadrée. Selon la norme ASTM D6400, un plastique biodégradable: «Se dit d'un plastique dégradable dont la dégradation résulte de l'action de microorganismes naturellement présents dans le milieu tels que les bactéries, les mycètes ou les algues»

Il y a plusieurs mécanismes de dégradation, mais les bioplastiques biodégradables se dégradent généralement en deux phases:

- La dégradation primaire où les chaînes moléculaires se scindent en plus petits fragments par hydrolyse ou oxydation;
- La biodégradation ultime ou l'assimilation par les microorganismes (Laurent, 2013).

2.6. Facteurs favorisant la croissance du marché occupé par les bioplastiques

Malgré les freins liés à l'essor des bioplastiques, les prévisions de croissance sont excellentes au cours des prochaines années. La demande globale pour les bioplastiques devrait doubler entre 2013 et 2018 pour atteindre près de 2 millions de tonnes métriques (Lachance, 2011).

Une réglementation plus restrictive à l'égard de l'utilisation des plastiques d'origine fossile non biodégradables a assurément une influence positive sur la demande des bioplastiques composables. Plusieurs pays ont mis en place des réglementations interdisant, limitant ou taxant les sacs jetables qui dans certains cas favorisent les bioplastiques.

Par exemple, depuis janvier 2011, l'Italie interdit les sacs d'emplettes à usage unique non composables et la France dans l'article n 75 du loi de transition de l'énergie interdit l'utilisation des sachets a usage unique a partir de 1ere janvier 2016 (JORF n: 0189 du 18 aout 2015).

La fluctuation des prix fluctuent des hydrocarbures qui sont considérablement un facteur qui favorise grandement demande pour les bioplastiques.

Plusieurs entreprises importantes dans l'industrie de l'alimentation utilisent ou prévoient utiliser ce type de bioplastiques, c'est le cas notamment des entreprises Coca-Cola et Pepsi pour leurs bouteilles, ainsi que Danone pour certains de ses pots fabriqués en bioplastique (Richard, 2012).



Figure 21: Emballages d'origine bioplastique biodégradable

2.7. Avantages et inconvénients des bioplastique

2.7.1. Avantages

Les bioplastique présentent plusieurs avantages .parmi eux on site les suivant (Reddy, 2013):

- Les bioplastique sont renouvelables. Compostables et contribuent à réduire la pollution de l'environnement.
- Réduction de l'empreinte carbone.
- Les bioplastique génèrent moins d'émissions de gaz à effet de serre et ne contiennent pas de toxines.
- Les bioplastiques tels que le polyéthylène téréphtalate biosourcé (bio-PET) sont similaires aux plastiques à base de fossiles et peuvent être recyclés de la même manière que les plastiques classiques.

- Les bioplastiques biosourcé à la fin de leur vie .lorsque le recyclage n'est plus une option ces matériaux peuvent être brulés pour produire des énergies renouvelables et / ou être utiliser pour fabriquer des biocarburants.
- Les bioplastique contribuent à l'augmentation de la fertilité des sols. La faible accumulation de matière plastiques dans l'environnement et la réduction de coût des déchets génères (Ashter, 2016; Chen, 2014).

2.7.2. Inconvénients

- **Problèmes de recyclage**

Le matériau bioplastiques pourrait contaminer le processus de recyclag. Par exemples, en travaillant avec les rayons infrarouges en système de séparation des déchets, Les bioplastique ne peuvent être séparés d'où ils seront contaminé en présence des matières plastiques conventionnelles.

- **Réduction des matières premières**

Les bioplastique 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 bioplastique et la concurrence potentielle avec les ressource agricoles pour les aliments et aussi pour fournir des sources supplémentaire de matières premières. L'exploitation des sous-produits alimentaires est également la tendance actuelle (Arikan, 2015).

Partie pratique

Chapitre 1

Présentation de la région d'étude

1. Présentation de la région d'étude

Dans ce chapitre la présentation de la région d'étude est importante dans la mesure où elle inclue géographiquement les différents facteurs écologiques. Vue l'influence des facteurs agro-pédologiques sur la qualité de production agricoles à travers les différentes zones de production.

1.1. Situation géographique de la région du Oued Souf

La zone d'étude est située dans la wilaya d'El Oued, l'une de principales oasis du Sahara septentrional algérien. Elle est située au sud-est de l'Algérie, à une distance de 650 km de la capitale, au nord-est du Sahara septentrional et 350 km à l'ouest de Gabes (Tunisie). Elle occupe une superficie de 44586 km², représentant 1,87 % de la superficie du territoire nationale (ANDI, 2014).

Elle est limitée par les wilayas:

- ✓ A l'Est par la république Tunisienne.
- ✓ Au Nord –Est par la wilaya de Tébessa.
- ✓ Au Nord par la wilaya de Khenchla et Biskra.
- ✓ Au Nord-Ouest par la wilaya de Biskra.
- ✓ A l'Ouest par la wilaya de Djelfa.
- ✓ Au Sud-Ouest et Sud par la wilaya d'Ouargla.

Elle est limitée par les coordonnées géographiques suivantes:

- Longitudes X1 = 05°30' et X2 = 07°00' Est.
- Latitudes Y1 = 35°30' et Y2 = 37°00' Nord (ANIFER, 2013).

Traditionnellement, les limites des oasis du Souf sont l'erg oriental jusqu'aux abords du chott Melghir, où s'étire une masse de palmeraies limitée à l'est par la frontière tunisienne et à l'ouest par l'immense oasis de l'Oued-Righ (**Figure 22**). Les limites de cette oasis atteignent la frontière libyenne au sud (VOISIN, 2004).

Cette région se trouve à une altitude moyenne de 80 m, accusant ainsi une diminution notable du sud au nord pour être à 25 m au-dessous du niveau de la mer dans le chott Melghir qui occupe le fond de l'immense bassin du Bas Sahara. Elle possède des dunes qui dépassent parfois les 100 m de hauteur (ANRH, 2009). La région d'El Oued comporte actuellement 18 communes regroupées en sept daïras.

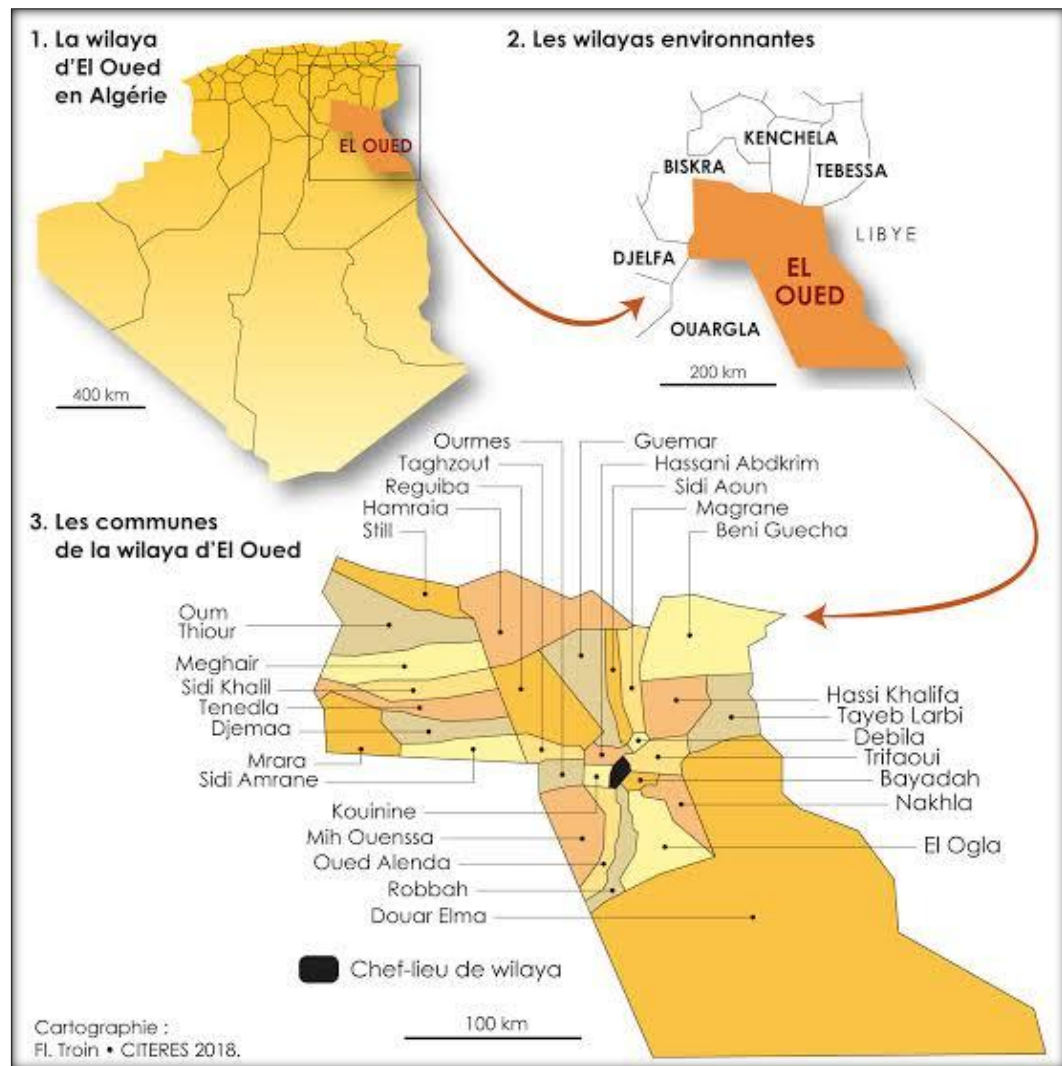


Figure 22: Situation géographique de la région de d'El Oued (Cartographie, 2018).

1.2. Facteurs écologiques de la région d'étude

Nous appellerons facteur écologique tout élément du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement. Il est classique de distinguer en écologie des facteurs abiotiques et des facteurs biotiques (DAJOZ, 1970).

1.2.1. Facteurs abiotiques

Sous le terme facteurs abiotiques nous allons étudier les facteurs physiques de la région (le sol, le relief et l'hydrogéologie) et les facteurs climatiques (la température, les précipitations, l'humidité relative, le vent et l'insolation).

1.2.2. Facteurs physico-chimiques

Dans la région de cette partie on expose et on définit le type de sol, relief, hydrogéologie (la position du courant d'eau sous terrain).

Sol: Le sol de la région de Souf est un sol typique des régions sahariennes. C'est un sol pauvre en matière organique, à texture sablonneuse et à structure caractérisée par une perméabilité à l'eau très importante.

Relief: La région de Souf est une région sablonneuse avec des dunes peut atteindre 100 mètres d'hauteur. Ce relief est assez accentué et se présente sous un double aspect. L'un est un Erg c'est-à-dire région où le sable s'accumule en dunes et c'est la partie la plus importante, elle occupe $\frac{3}{4}$ de la surface totale. L'autre est le Sahara ou région plate et déprimée, formant les dépressions fermées, entourées par les dunes, qui forme des dépressions entourées des dunes (Nadjeh, 1971).

Hydrogéologie: Dans le Souf, nous trouvons l'eau en surface, c'est la nappe phréatique, et l'eau en profondeur, c'est la nappe dite du Pontien inférieur (VOISIN, 2004). Le même auteur apporte que le Pontien supérieur forme un écran imperméable séparant la nappe artésienne profonde de la nappe phréatique superficielle. Les eaux de la nappe du Souf sont caractérisées par une forte salinité, une faible sodalité et un pH acceptable (ENAGEO, 1993; Kachou, 2006).

2. Facteurs climatiques

D'après Faurie et *al.*, (1980), Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Cela implique avant tout chose d'exposer et étudier les principaux facteurs climatiques tels que la température, précipitation, humidité relative, vent et l'insolation.

2.1. Eléments naturels

2.1.1. Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique (Ramade, 2003). Les températures élevées peuvent conduire à une inactivation enzymatique. (Mackenzi et Ball, 2000). Le Souf présente de fortes maxima de température (**Tableau 07**), et de grands écarts thermiques (VOISIN, 2004). Une variation importante de température entre le jour et la nuit car le sable se refroidit beaucoup plus vite que la pierre ou l'argile (Nadjeh, 1971). Le Souf a des étés brûlants qui

sont aussi durs que ceux qui s'observent dans le Sahara central (VOISIN, 2004). Ça nous conduit à étudier la température caractérisant la région d'étude. Les données relatives aux différents chiffres qui caractérisent la température ont été recueillies auprès de l'Office Nationale de Météorologie (O.N.M., 2014), qui est enregistrées à la station météorologique.

Tableau 07: Températures mensuelles maximales et minimales et leurs moyennes durant l'année 2021 (Tutiempo, 2021).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
M (°C)	19.1	21.1	22.3	28.2	33.6	41.1	42.2	43.2	38.4	28.9	21.2	17.2
m (°C)	6.2	9.8	10.1	15.6	20.4	27	27.6	28.4	25.6	17	10.5	5.9
T. moy	12.65	15.45	16.2	21.9	27	34.05	34.9	35.8	32	22.95	15.85	11.55

M: Moyenne mensuelle de températures maxima en C°.

m: Moyenne mensuelle de températures minima en C°.

M .moy: Moyenne mensuelle de températures en C°.

Durant l'année 2021, notre région d'étude est caractérisée par:

- Le mois le plus chaud est Aout avec 36.2°C.
- Le mois le plus froid est Décembre avec 5.9°C.

2.1.2. Précipitation

D'après Clement (1981), les précipitations c'est l'ensemble des particules d'eau liquide ou solide qui tombent en chute libre dans l'atmosphère (sous forme de pluie, neige, grêle) reçue par unité de temps (Ramade, 2003). Elle est aussi variée d'une région à une autre constituant un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Faurier et al., 1980).

Les Précipitations de Souf saisonnière est extrêmement variable, arrivent à leur maximum principale en automne autre période pluviale en hiver (VOISIN, 2004).

Le **tableau 08** regroupe les données concernant les précipitations mensuelles exprimées en (mm) pour l'année 2013.

Tableau 08: Précipitations mensuelles exprimées en (mm) durant l'année 2021 (Tutiempo,2021)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
P(mm)	0.76	0	2.03	0	3.56	0	0	0	3.05	0	18.3	0

P(mm): Précipitations mensuelles .

A Souf, le mois le plus pluvieux est décembre avec 18.3 mm. Par contre il existe des mois quasiment secs (février,avril, juin, juillet et aout, octobre ,décembre). Le cumul des précipitations annuelles est de 27.7 mm/an.

2.1.3. Humidité relative

L'humidité dépend de plusieurs facteurs, de la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluie, de la température, des vents et de la morphologie de la station considérée. (Faurier et *al.*, 1980). Elle désigne la teneur en vapeur d'eau de l'air, exprimée par mètre cube (Ramade, 2003). Les taux d'humidité relative sont donnés dans le **(tableau 09)**.

Tableau 09: Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant l'année 2021 (Tutiempo, 2021).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Hr %	41.5	38.2	40.5	31.9	29.9	22.8	21.8	21.2	30.5	40.3	51.7	55.8

Hr %: Humidité relative en pourcentage

Il est à remarquer que dans la région d'étude l'humidité diminue notablement jusqu' à 21.2% en Aout c'est le mois qui reçoit le plus faible taux d'humidité apparaître à la fin du printemps, par contre en Decembre elle s'élève jusqu' au 55.8% c'est le mois le plus humide durant l'année 2021.

2.1.4. Vent

Est un élément caractéristique de climat, il est déterminer par sa direction sa vitesse et sa fréquence (Dubief, 1964; Kachou, 2006). L'activité des insectes est très gênée par le vent (Dajoz, 1970). Le vent de Souf souffle de façon continue et son importance est considérable cependant les statistiques indiquent que la moyenne annuelle de sons vitesse arrive à 3.7m / s.

Dans la région d'étude il y a 3 saisons de vent, la plus importante est celle qui va de mars à juin **(Tableau 10)** où le vent souffle durant 29 jours par mois en moyenne une saison

intermédiaire de juillet à octobre durant laquelle il se manifeste pendant 26 jours par mois).

Le printemps (saison de vent) les tourmentes restent continues durant toute la journée portant les grains sableux jusqu'à la hauteur de 1500 m (VOISIN, 2004)

Tableau 10: Vitesses (m/s) moyennes mensuelles pour l'année 2021 (Tutiempo. 2021).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Vitesses des vents (m/s)	10.7	13.8	12.5	15.2	14.2	15.2	13.1	11.3	12.4	9.0	10.2	9.2

A Souf en 2021, la vitesse de vent la plus forte est enregistrée durant le mois de avril et juin, avec de 15.2 m/s. Il est à souligner qu'au cours du mois de Octobre la vitesse de vent a été extrêmement faible avec de 9.0 m/s.

2.1.5. Insolation

La lumière joue un rôle primordial dans la plupart des phénomènes écologiques, par sa durée photopériode contrôle l'ensemble du cycle vital des espèces animales (hibernation, diapause, maturation sexuelle...) (Ramade, 2003). Elle dépend de l'altitude de la saison, de la nébulosité de la nature de substrat et du couvert végétal (Faurie et *al.*, 1980). Il s'agit par son intensité, sa longueur d'onde, son degré de polarisation, sa direction et sa durée (Dajoz, 1970).

La région du Souf reçoit une grande quantité de rayons solaires et la luminosité, ça résulte à la grande pureté présentée presque toute l'année de la couche d'ozone et la rareté de nuages et la nébulosité (Hlisse, 2007).

Les données sur l'insolation de la région d'étude sont mises dans le (**tableau 11**). Il est à noter que les radiations du soleil sont très importantes dans la région d'étude et cependant toute l'année lorsqu'elle arrive à son maximum en juillet avec de 346 heures et un minimum de 215 heures en janvier.

Tableau 11: Insolation (heures) moyenne mensuelle de la région d'étude pour l'année 2013 (O.N.M. El Oued, 2014)

Mois paramètres	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Insol.	243.2	245.1	270.3	278.9	301	345	348.2	329.2	273.7	253.6	238.8	221.6

3. Synthèse climatique

Les périodes humide et sèche sont mises en évidence grâce au diagramme ombrothermique de Gaussen alors que l'étage bioclimatique est déterminé par le climagramme pluviométrique d'Emberger.

3.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Selon Faurie et *al.*, (1980) le diagramme ombro-thermique (Ombro = pluie, thermo = température). Il est construit en portant en abscisses les mois et en ordonnées les précipitations sur un axe et les températures sur le seconde en prenant soin de doubler l'échelle par rapport à celle des précipitations ($P=2T$), on obtient en fait deux diagrammes superposées. Les périodes d'aridité sont celles où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique. Sur la **figure 23**, il est à remarquer que la courbe de précipitation est toujours inférieure à celle de température ceci laisse apparaître une période sèche qui s'étale durant toute l'année. La sécheresse est un phénomène très remarquée dans la région d'étude sur tout l'année ça résulte au déficit des précipitations et l'augmentation de température.

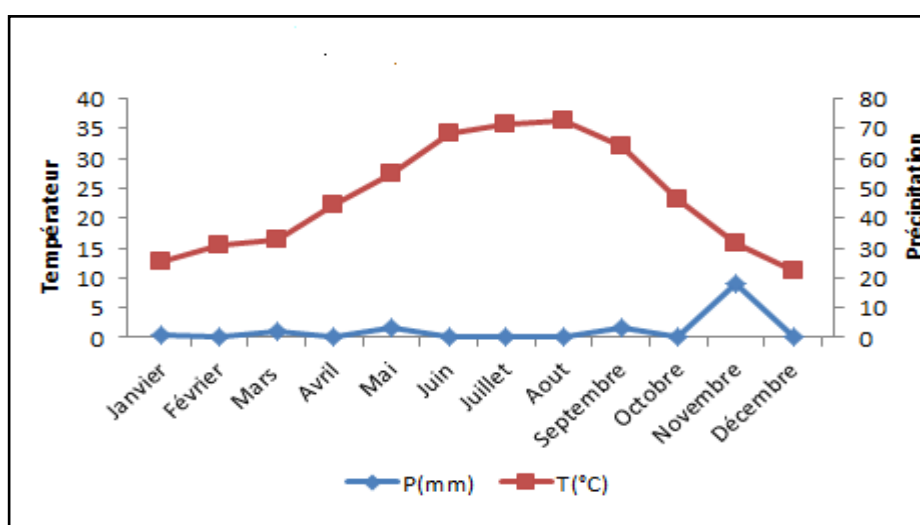


Figure 23: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région du Souf durant l'année 2021

3.2. Climagramme pluviométrique d'EMBERGER

Il existe cinq étages bioclimatiques en l'Algérie (sahariens, arides, semi-arides, subhumides et humides) (**Figure 24**). La valeur du quotient pluviométrique de STEWART (1969) dans la région d'étude est calculé a par la formule la formule suivante:

$$Q = 3.43 \times P / (M - m)$$

Q: Quotient pluviométrique d'Emberger.

M: Moyenne des maxima des températures du mois le plus chaud de l'année exprimée en degré Celsius (°C).

m: Moyenne des minima des températures du mois le plus froid de l'année exprimée en degré Celsius (°C).

P: Représente la moyenne des précipitations annuelles mesurées en (mm).

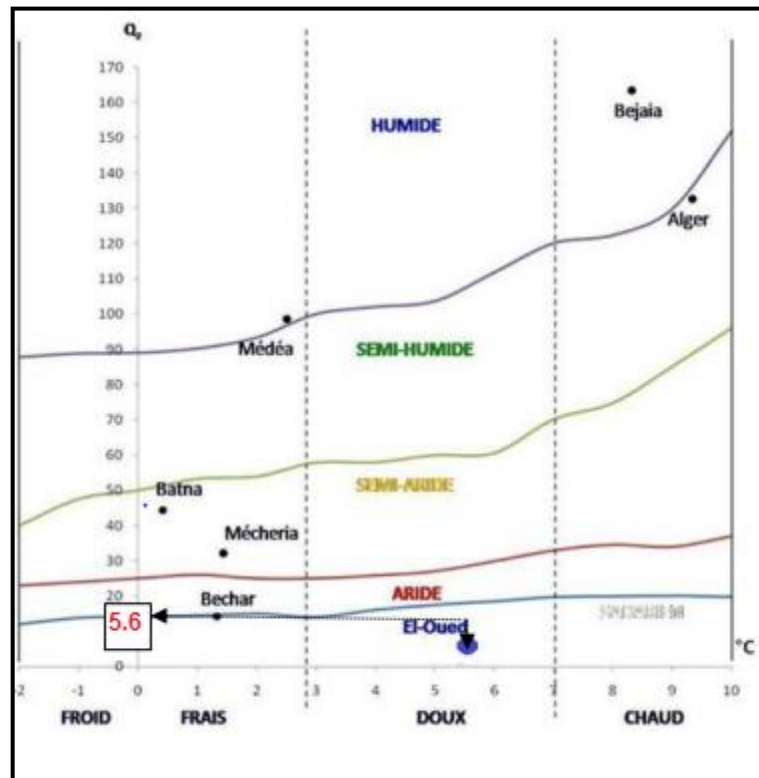


Figure 24: Climagramme pluviothermique d'Emberger appliqué de la région du Souf (2011 à 2021)

3.3. Facteurs biotiques

Ils représentent l'ensemble des êtres vivants, aussi bien végétaux qu'animaux, pouvant par leur prestance ou leur action modifier ou entretenir les conditions du milieu (Faurie et *al.*, 1980), dans cette partie on s'intéresse aux données bibliographiques de la faune et la flore de la région d'étude.

4. Données bibliographiques sur la flore de Souf

La végétation joue un rôle important dans la répartition des espèces, elle constitue une

sorte d'encrant entre l'insecte et les conditions physico-chimiques de son environnement (VIAL, 1974 cité par OULD EL HADJ, 2004). Dans la région d'étude La densité de couvert végétal est importante où se présente en deux strates La strate arborescente est composée de *Phoenix dactylifera*, *Olea europaea*, *Malus domestica*. La strate herbacée est composée surtout par *Solanum tuberosum*, *Allium cepa*, *Capsicum annuum*, *Lycopersicon esculentum*. L'inventaire de la flore de la région d'étude est fait par (Khechou, 2006; Mosbahi et Naam, 1995).

4.1. Choix de site

Notre site de travail est localiser a l commune de Robbah, situé à 10 km dans la partie Sud de la wilaya, la commune de Robbah a une vocation agricole, En plus de la culture palmiers dattiers sous forme des gottes qui sont considérées comme patrimoine mondial selon la FAO, se trouve la culture de pomme de terre comme deuxième spéculation dans la commune avec une superficie pour la campagne 2014/2015 est de 2800 ha pour une production de 79658 tonnes (Subdivision de l'agriculture) (Robbah, 2015).

La direction des services agricole de la wilaya déclare que chaque année une quantité de production estimée de 10 pour cent de la production est une production déclassée (**Figure 25**) soit des tubercules des petites taille ou tubercules blessées, ou ont d'aspect commercial médiocre, qu'ils sont soit utilisent comme aliment des bataille soit les rejetées au décharge publique.



Figure 25: Production du pomme de terre déclassée (Fethiza, 2022)

Chapitre 2

Fabrication de bioplastique

1. Extraction de l'amidon de pomme de terre

1.1. Matériel et méthode

1.1.1. Matériel

- Deux récipients
- Une râpe
- Une passoire
- Un couteau
- Un économe
- Une cuillère
- Pomme de terre utilisée dans cette expérimentation sont: «Rodolph», «finition» (**Figure 26**)



Figure 26 : Matériel pour l'extraction de l'amidon (Fethiza, 2022)

1.1.2. Méthode

Pour l'extraction de l'amidon de la pomme de terre on nettoie les tubercules, puis peler la pomme de terre à l'aide d'un économe et après on les râpe et récupérer la pulpe dans le récipient, on ajoute de l'eau à la pulpe de pomme de terre et bien mélanger avec une cuillère et puis on filtre le mélange à l'aide d'une passoire et laisser le solution se décanter; l'amidon se dépose au fond du récipient après quelques minutes on lève l'eau à l'aide d'une pipette et on le laisser sécher à l'air libre, pendant quelque jours puis récupérer la poudre dans un flacon (**Figure 27**) (Vasanthan et *al.*, 1999; Koriche et *al.*, 2009).



Figure 27: Extraction de l'amidon (Fethiza, 2022)

2. Fabrication de bioplastique

2.1. Matériel et méthode

2.1.1. Matériel

a. Amidon

L'amidon est composé de deux polymères de structure primaire différente: l'amylose, molécule linéaire, et l'amylopectine, molécule ramifiée. L'amylose représente 15 à 30 % de la plupart des amidons. C'est une molécule essentiellement linéaire composée d'unités D-glucose liées par des liaisons de type (**Figure 28**).

b. Glycérine

Le glycérol ou la glycérine ($C_3H_8O_3$) est un polyol. Son nom officiel est le 1,2,3-propan- triol (ou 1,2,3-propanetriol), C'est un triol, il possède 3 fonctions alcool.

Le glycérol va servir de plastifiant , il permet d'augmenter le volume libre entre deux chaines de polymères pour en diminuer les interactions et ainsi favoriser le mouvement de l'une par rapport a l'autre.

La présence de ce plastifiant permet de diminuer le chauffage car le plastifiant a déjà introduit du volume libre entre les chaines. l'utilisation de glycérol rend le plastique plus résistant a tension et a la flexion et prend un couleur transparent.

c. NaOH

L'hydroxyde de sodium est un solide ionique de formule NaOH, La solution issue de la dissolution de ce cristal est appelée soude, L'hydroxyde de sodium est très soluble dans l'eau et soluble dans l'éthanol. La soude est une solution chimique transparente et corrosive. L'ion hydroxyde est une base forte. L'utilisation de NaOH sert a diminuer la viscosité et permet aussi d'obtenir une solution neutre.

d. CH_3COOH

L'acide acétique ou acide acétique, également appelé acide éthanoïque, a pour formule CH_3COOH , un composé chimique organique, et un acide carboxylique organique, un liquide incolore qui absorbe l'eau de l'atmosphère environnante. L'acide acétique est utilisé pour favoriser la destruction des grains d'amidon, et l'amidon structuré est tout simplement, l'amidon n'est plus sous la forme de grain d'origine; polymères les constituants (amylose et amylopectine) sont dispersés.



Figure 28: Matériel pour fabrication des bioplastique (Fethiza, 2022)

2.1.2. Méthode

Pour fabriquer le bioplastique on mélange 5g d'amidon de pomme de terre qui déjà préparer avec 50 ml d'eau distille et on ajoute 4 ml de glycérol et d'acide chlorhydrique on agitions le mélange a l'aide d'une baguette en verre (**Figure 29**), faire chauffer la solution sur la plaque chauffante a une température de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant de 15 a 20 minutes, pendant la formation d'un mélange homogène très visqueux qui va peu a peu se reliquéfier légèrement, on ajoute le NaOH a fin de neutralisé le mélange et on ajout quelques goutte de colorant selon notre choix, une fois le mélange est totalement reliquéfier on verser le mélange sur un papier d'amomum et laisser sécher à l'étuve a une température de $90\text{ à }100\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant une heure, puis on laisse sécher a l'air libre pour 3 à 4 jours.



Figure 29: Fabrication des bioplastique (Fethiza, 2022)

2.2. Analyse statistique

L'analyse statistique se fait a travers l'logiciel Exelstate en prend en considération l'analyse des variance (teste de Levene), comparaison de variance (Anova) et test de kruskol Wallis (Kh2).

Chapitre 3

Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Production de bioplastique

A la sortie de l'étuve et après séchage à l'air libre pendant 3 à 4 jours on obtient de bioplastique (**Figure 30**).



Figure 30: Bioplastique (Fethiza, 2022)

1.2. Observation visuelle de Bioplastique

Selon la température et la dure de séchage on obtient deux type de bioplastique:

- Bioplastique souple pour une température de 90 C° pendant une heure
- Bioplastique obtenu est transparent

1.3. Calcule de rendement

Pour calculer le rendement en amidon on répète l'expérience Cinq fois pour deux variétés Finition et Rodolph pour savoir s'il y a des différences significatives de point de vue rendement en amidon dont les résultats sont les suivantes:

1.3.1. Rendement en amidon

Pour avoir les rendements en amidon pour les deux variétés pour 1000g de pomme de terre on extraire l'amidon et après séchage on les peser les résultats obtenus sont indiquer dans le **Figure 31** ci-dessous:

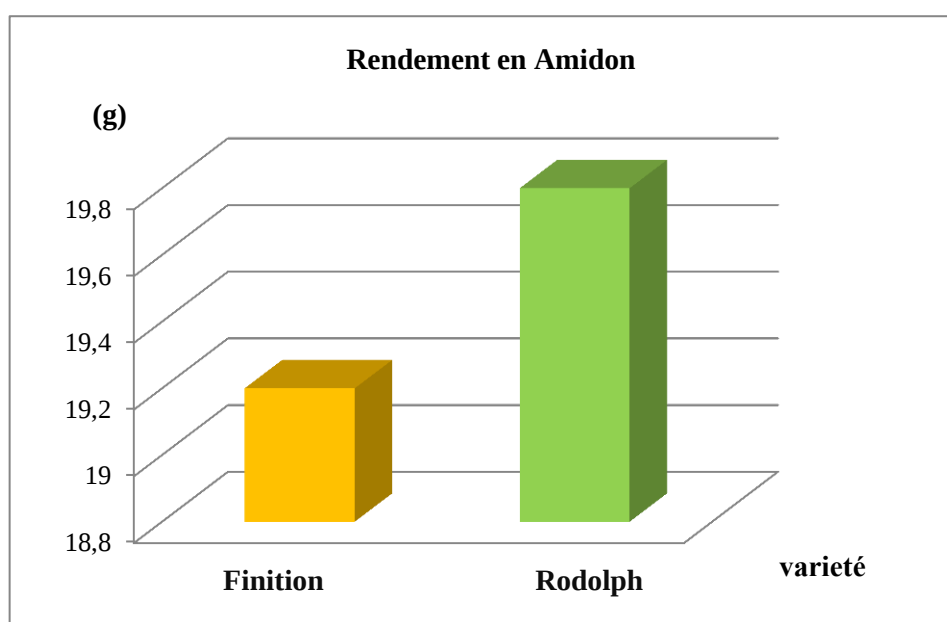


Figure 31: Rendement en amidon par variétés

Pour calculer de rendement de bioplastique produite on répète l'expérience Cinq fois pour deux variétés Finition et Rodolph pour savoir s'il y a des différences significatives de point de vue rendement en bioplastique (**Figure 31**), dont les résultats sont les suivantes:

I.3.2. Rendement en bioplastique

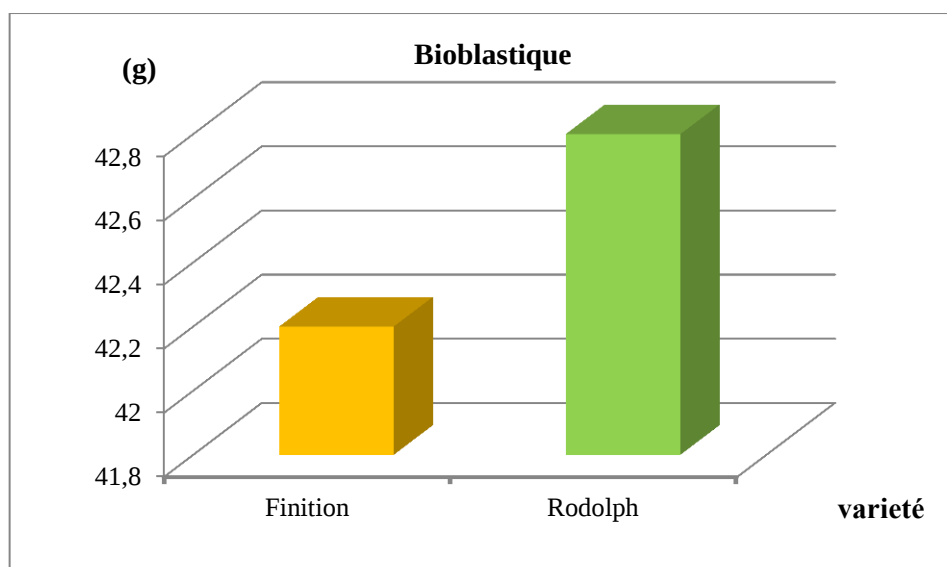


Figure 32: Rendement en bioplastique par variétés

1.4. Discussion

L'analyse d'extraction l'amidon pour fabriquer un bioplastique, à partir de 5 types du pomme de terre Spunta, Condor, Bartina, Rudolph et Finition, les utilisées dans cette étude où Rudolph une pomme de terre précoce de conservation à la belle beau rouge, caractérisée par une bonne tolérance à la chaleur et un très bon rendement, chair blanche, gros tubercules et bonne aptitude au stockage (Agrico, 2022) Finition possède une dormance longue (7), un stockage longue durée à 7 C° est possible. L'utilisation d'anti germinatif par thermonébulisation est conseillé (Agria, 2022).

Les résultats (**Figure 31**) d'utilisation 1 Kg de Rudolph et de Finition, après une série d'étapes simples de séparation physique des constituants: broyage, tamisage jusqu'à le séchage, nous montrent que le rendement d'amidon du Rudolph et Finition environ de 20 g est plus significatif par rapport le rendement d'amidon d'autre trois types Spunta, Condor et Bartina, entre 16 et 18 g, on peut dire que la différence significative due à la raison de les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18 C° le jour et 12 C° la nuit. (Bamouh, 1999) (Toumi, 2014). Et aussi La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur élevée du jour (14 à 18h). Une photopériode inférieure à 12 h favorise la tubérisation (Chabbah, 2016).

Nos résultats de deuxième expérience concernant le rendement bioplastique (**Figure 32**) fabriquer avec 5g d'amidon du pomme de terre qui déjà préparer de chaque type avec 50 ml d'eau distillé, 4 ml de glycérol et d'acide chlorhydrique, on résulte les deux échantillons Rudolph et Finition est un rendement de 42.8 et 42.2 g significative par contre le rendement bioplastique d'autre trois types pomme de terre Spunta, Condor environ 41g et en prenant en considération le rendement bioplastique de **Bartina** est 42.1g presque le rendement de Rudolph et Finition, on peut dire la différence significative entre les deux premier types et les deuxième trois variétés due à l'amidon du Rudolph et Finition est plus significatif par rapport le rendement d'amidon d'autre trois types Spunta, Condor et Bartina l'est également utilisé dans de nombreux secteurs industriels non-alimentaires. Il est devenu également ces dernières années une matière première intéressante pour la production de matières plastiques bio basées et biodégradables (DAVIDOVIC, 2006 et WERTZ, 2011).

Alors selon c'est résultats et à cause de l'amidon est un sucre polyside de formule brute $(C_6H_{10}O_5)_n$. Issu de la photosynthèse, l'amidon, qui constitue la réserve en sucre des végétaux, se présente sous forme de grains de taille variable (1 à 200 μm) et donne dans l'eau une solution colloïdale. C'est un des constituants les plus importants des aliments en raison de

son pouvoir gélifiant, viscosifiant et fixateur d'eau. L'extraction de l'amidon commence par la séparation des constituants de la plante: l'amidon, cette première phase et un deuxième temps, l'amidon ainsi extrait sous sa forme poudre blanc pure sera valorisé après séchage (Oucif Alouane, 2016) d'une part et d'autre part Rudolph et Finition caractérisée par une bonne tolérance à la chaleur et un très bon rendement (Chieftain et Stirling, 2022) aussi les caractères climatique (O.N.M. El-Oued, 2014) et du sol de la wilaya (Nadjeh, 1971) en peut dire la pomme de terre Rudolph et Finition ce sont les deux types qui conviennent à cette expérience, étude et conviennent également à la production d'une quantité importante de bioplastique écologique.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

La culture de pomme de terre occupe la quatrième rang parmi les cultures les plus cultivées dans le monde après le blé, Maïs, le riz la production mondial en pomme de terre est plus de 374 million de tonne pour l'année 2011, L'Algérie est parmi les payes productrices dans l'Afrique, dont la production de pomme de terre en Algérie a connu une augmentation très remarquable durant ces dernières années, cette augmentation est due essentiellement a l'extension culture de la culture de pomme de terre a des nouvelles zones de production telle que la wilaya d'El-Oued.

Malgré la production de la pomme de terre dans la région d'El-Oued, ou elle occupe la première place parmi les wilayets productrice, et vue l'absence quasi-totale des infrastructure des stockage et des transformation, une grande partie de la production est annuellement rejeté.

Les objectifs de ce travail sont la valorisation de cette quantité de la production pomme de terre (Variétés : Rodolph, finition) par la fabrication des bioplastique qui va résoudre les problèmes posées par les petro plastiques (problèmes environnementales et problèmes sanitaires).

L'amidon récupère a partir de l'extraction broyage ,tamisage et puis séchage est un poudre blanc des grains fines.

Selon nos résultats, la quantité d'amidon dans les tubercules est de l'ordre de 17 à 19 pourcent de la matière sèche , on remarque aussi que les tubercules ont de peau blanche sont plus riche que celle de la peau rouge.

Nos résultats montrent que l'amidon et en présence de plastifiant (glycérolé) a une température de 80 à 90 C° va donner une matière transparent opaque souple ou rigide selon la température de séchage a l'étuve les rendement en bioplastique pour les trois variétés sont le même pour les trois.

En fin on peut conclure que, malgré ses applications positives dans divers domaines, les matières plastiques peuvent poser des sérieux problèmes vis-à-vis de l'environnement et de la santé. En effet, la contenance des adjuvants et des monomères¹, en quantité plus au moins grandes, dans les polymères présente le risque de réactions chimiques nocives pendant la fabrication et l'usage de ces matières. Pendant la décomposition à haute température, ces

Conclusion

matières génèrent des émissions de gaz, des solvants, des poussières et des rejets atmosphériques considérables.

La toxicité de ces matières sur la santé du personnel de l'industrie de plasturgie lors de l'introduction des différents additifs, est très importante en provoquant de graves maladies: les vertiges somnolentes, pertes de connaissance, des atteintes du foie, des cancers (poumon, cerveau), etc.

Face à ses risques irréversibles, il devient nécessaire voire même indispensable de remplacer cette matière d'origine chimique par d'autre matière d'origine végétale, afin de protéger l'environnement et la santé humaine d'une part et la valorisation de déchets issu des plantes comme notre la pomme de terre d'autre part.

Enfin on peut tirer les recommandations :

- Vue l'importance de ce travail soit sur plan environnementale soit sur plan sanitaire et même sur plan industriel, et vue l'absence des structures spécialisées dans le contrôle, l'analyse et l'agrégé de ces produits obtenus dans notre travail, il est indispensable de poursuivre ce travail par des autres études plus approfondies.
- Vue l'importance de l'amidon qui entre dans plusieurs secteurs industriels: cosmétique, médicinale, textile et la fabrication des bioplastiques, il est nécessaire de poursuivre des études plus approfondies sur l'extraction de l'amidon à partir des produits déclassés telle que la pomme de terre.
- L'encouragement des études dans la fabrication de bioplastiques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. AHMID A, 2009.Essai comparatif de l'impact de fertilisation organique et minérale sur la culture de pomme de terre dans la région d'El-Oued .Mémoire d'ingénieur. Université d'Ouargla. 85P.
2. ANDI., (2014). Agence Nationale de Développement de L'investissement wilaya d'El oued 11P.
3. ANIFER., (2013) - Rubrique monographie wilaya d'EL OUED. Agence National
4. Anonyme, (2011) la pomme de terre ,Bilan de la campagne 2009 .France Agri Mer: www.franceagrimer.fr / [http:// agricultre.gouv .fr](http://agricultre.gouv.fr).
5. ANRH., (2009). Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Direction Régionale Sud Ouargla. Rapports et com
6. Arvalis, (2004) Principaux Ravageurs De La Pomme De Terre, Ed. ISBN N° 268649-264 Paris, 15p.
7. ASHTER., A.S ., (2016) - Introduction to bioblastics Engineering William Andrew.
8. Bamouh A., (1999). Technique de production de la pomme de terre au maroc, fiche technique, N° 52. PNTTA. 4P
9. Bamouh H., (1999). Technique De Production De La Culture De Pomme De Terre, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 58, p .p.1- 5.
10. BELAID .D., (1988) Eléments de phytotechnie général
11. Belguendouz A., (2011)- essai de substitution des milieux de culture en micro propagation et la physiologie de la micro tubérisation de la pomme de terre (*solanum tuberosum*. l), mém. mag. agro, telemcen.124 p. Belhavenpress 259.
12. Belguendouz A., (2012)- Essai de substitution des milieux de culture en micropropagationet et la physiologie de la micro tubérisation de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*. L). Thèse de magister: Université Abou BekrBelkaid, Tlemcen. 184p
13. BENSLIMANE. N., (2014), Contribution à l'élaboration d'un plan de contrôle des emballage plastique en contact avec les denrées alimentaire , thèse de master depertement biologie Université de BOUBAKR Bekaid Tlemcen .
14. BERNHARDS U,1998. La pomme de terre *Solanumtuberosum*L. Monographie. Institut
15. Bernhards U., (1998) - la pomme de terre (*solanum tuberosum* l.) monographie institut national agronomique paris – grignon.
16. Boudjella souad et lahrech nour elhouda .,2017 valorisation du déchets de pomme de terre pour la preparation de films plastique biodégradables à base d amidon .mémor de master

Références bibliographiques

- spécialité eaux environnement et développement durable université de blida 1Boufares., (2012). Comportement de trois variétés de pommes de terre (Spunta, Désirée et Chubak) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique p3- 4-6-7.
17. Boumlik, (1995). Systématique Des Spermaphytes, Ed Office Des Publications Universitaire Ben Aknoun De Alger, 80 P.
18. Bouznad Z., KEDADA A., MOKABLIA A., et SIAFA A., (2008). Principaux ravageurs et maladies de pomme de terre: Agents responsables. dégâts. conditions de développements et méthodes de lutte. Journée d'étude sur la filière pomme de terre. saturation actuelle et perspectives. I.N.A el Harrach.
19. CAW., (2018). Chambre d'agriculture de la Wilaya de El-oued. Données statistiques.
20. CHABAH A., 2016. Contribution à l'étude de la production de quelques variétés de pomme
21. CHABANE Fouad. (2009), Contribution a la modélisation de transfert de chaleur lors du remplissage d'un moule. Thèse de magister Département de mécanique université de Batna
22. Chaumeton H., Jutier S., Fragnaud C., (2006) - La culture des pommes de terre. P 93.
23. Chen.Y.J., (2014). Bioplastics and their role in achieving global sustainability. journal of chemical and pharmaceutical research. 6(1), 226-231. page 228.
24. Christine J., (2000)- Maladies, insectes nuisibles et utilité de la pomme de terre. IRDA, Québec. 32P.
25. CLEMENT J.M., (1981) -Larousse agricole. Ed. Montparnasse, Paris, 1207P.
26. CROSNIER J.C., (1987). Pomme de terre. Techniques culturales. Revue technique agricole, 2081(6-1987), France, p18.
27. DAJOZ R., (1970)- Précis d'écologie. Ed. Bordas. Paris, 434 p
28. DAVIDOVIC A. (2006) Matériaux biodégradable à base d'amidon expansé renforcé de fibres naturelles application à l'emballage alimentaire Thèse Doctorat spécialité physicochimie des polymères, université du Sud Toulon var France 201p.
29. de terre dans la région de Tlemcen. Mémoire master. université de Tlemcen. 63p
30. Delaplace P., (2007) -Caractérisation physiologique et biochimique du processus de deux stations d'étude dans la région du Souf, Mém. Ing. Agro. Univ. Ouargla, 105p.
31. Diouf J., (2009) - Année internationale de pomme de terre. Eclairage sur un trésor enfoui. Compte rendu de fin d'année, Rome. 134P
32. DORBANE., N (sans année). Quel avenir pour les matières plastiques dans le cadre de développement durable? Enseignante chercheuse Université de Tizi-Ouzou Algérie E.mail dorbane@mailummto.dz.

Références bibliographiques

33. Doré C., Varoquaux F., Coordinateur.,(2006) .Histoire Et Amélioration De Cinquante Plantes Cultivées RINRA.Ellisseche D. ,(2008). Production de pomme de terre; quels défis pour aujourd'hui et pour demain .
34. DPAT., (2016): Direction de Planification et d'Aménagement de Territoire de wilaya EL oued. Monographie de la wilaya EL oued.
35. DSA., (2015)- La Direction des services Agricole
36. DUCHARME.A (2013)- Augmentation de la résistance de la galle commune de cultivars de pomme de terre par l'habitation et sélection de culture somatiques , thèse du grade de maitre des sciences , Université de Sherbrooke Canada.
37. ENAGEO., (1993). Entreprise nationale de géophysique. Rapports techniques.
38. ENAGEO.,(1993). Entreprise nationale de géophysique. Rapports techniques.
39. FAURIE C et al(1980)- Ecologie approche scientifique et pratique. Ed. Lavoisier, Paris, P «43 à 46.»
40. Grison C., (1993). La Pomme De Terre. Caractéristiques Et Qualités Alimentaires .APRIA (Association Pour La Promotion Industrie Agriculture). 9 p.
41. Hawkes J G., (1990). The Potato. Evolution, Biodiversity And Genetic Resources. Londres:BelhavenPress. 259p.
42. HEDDAR D. ;(2012). Etude et conception a l'aide de l'outil CAO d'un moule a injection plastique , Thèse magister en génie mécanique université Mohammed Khider Biskra 32.
43. HENRY WEIL . J. 2013 Biochimie général 193 p.
44. I .N. R. A.,(2011). Culture La Pomme De Terre De Plein Champ En Agriculture Biologique. Prépare Techno- Economique Du L.P.C, Juin 2011, N°575 p.p.1-6.
45. Institut National de protection des végétaux ., (2013) El-Harrach Alger
46. Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles(2010) Fiche techniques valorisée des cultures maraichères et industrielles; la culture la pomme de terreStaoueli Alger. 10 p
47. ITCMI, 2001. La culture de la pomme de terre, Guide pratique.
48. ITDAS,(2011). L'agriculture en zone sahariennes: Bilan de vingt années d'acquis 1986-2006. 116p.
49. Jean -Claude Laberche "Biologie Végétale " Dunod 3 ème édition 2001Vol 305 pages 15-16
50. JORF n 0189 du 18 aout 2015 France p 14263.
51. KACHOU T., ('2006)- Contribution à l'étude de la situation de l'arboriculture fruitières dans la région du Souf, Mémoire Ingenieur.. Agro. ITAS. Ouargla, 95p.

Références bibliographiques

51. Slimane (2010) Préparation. des copolymères hydrosoluble a base d'amidon, modification et contrôles des propriétés, Thèse magister en chimie, université Abou Baker BELKAID , Tlemcen.
52. Kechid M., 2005 . Physiologie et Biotechnologie de la Micro tubérisation de la Pomme de Terre *Solanum tuberosum*. L. Thèse Magister en Biotechnologie végétale, Université Mentouri, Constantine.
53. Koriche .Y..HADJ SADOK ..A et SEMSARI ..S (2009). Modelisation de la méthode des énergie renouvelables- p158 .
54. Lahouel Z, 2015. Etude diagnostique de la filière pomme de terre dans la région de Tlemcen. Cas de deux fermes pilotes: Hamadouche et Belaidouni. Mémoire master. Université AboubekrBelkaid. Tlemcen. 95p
55. Laurent .G., (2013). Etude sur la performance Environnementale comparativement aux plastique pétrochimiques , Université de Sherbrooke Canada
56. Madr., (2015)- Ministère d'Agriculture et Développement Rural.
57. Mazoyer M., 2002. Larousse agricoles. Edit. I.N.A.P.G. pp 374-375.
58. Meziane D., (1991)- Histoire de la pomme de terre. Detitique n°25. 29P.
59. Moënné M, 2008. Structuration d'une filière pomme de terre en Afrique sahélienne.
60. Mosbahi M. et NAAM A.,(1995)-Contribution à l'étude de la faune de la palmeraie du Souf .Mémoire Ing. Agro. ITAS. Ouargla,153p.
61. NAJAH A., (1971). Le Souf des oasis. Edit la maison du livre. Alger. 1971. 174p.
62. National Agronomique Paris – Grignon.
63. Nicole F.,(1998). lutter contre les insectes nuisibles en agriculture biologique, bio.agric.hortic.87 (83-90) .
64. Office National de Météo 2014 données statistique
65. OSWALDO T.,(2010). Hommage a la pomme de terre .Haute école de sante de Genève .11p
66. Peron J Y.,(2006)- Références Productions Légumières, 2ème Edition.Synthèse Agricole p 538-547.
67. Projet de recherche ENSAIA (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires). Nancy, 30p.
68. Quezel P., Santa .S., (1963). Nouvelle Flore De L'Algérie Et Des Régions Désertiques. Désertiques.Ed.Centrenati.Rech.sci. (C.N.R.S) ,Paris, T. I,565.
69. Reddy, -R. L., (2013). Study of bio-plastics as green and sustainable alternative to plastics . .International Journal of EmergingTechnology and Advanced Engineering .

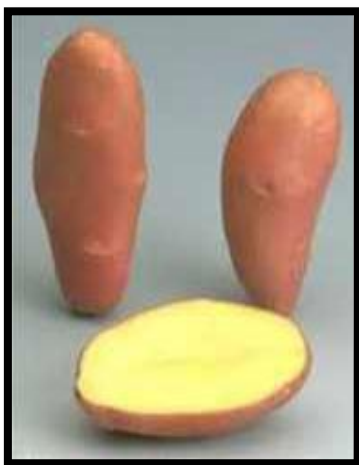
Références bibliographiques

70. Reguig (2008) –Itinéraire de la culture de la pomme de terre en algerie
71. Richard Lapointe (2012). Bioplastique biodégradable, composable et bio sources pour l'emballage alimentaire , université de SHERBROOKE Canada 2012.
72. Rousselle P., Robert Y., Crosnier J C., (1996). La Pomme De Terre – Production, Amélioration, Ennemis Et Maladies, Utilisations. 1 Ed. Paris: INRA Editions. P278.
73. Rousselle P., Rousselle B., Ellisseche D., (1992)- la pomme de terre in amélioration des rymondchabaud- lechvaller.
74. Soltner ., (1988) - les grandes productions végétales. les collections sciences et techniques agricoles, ed. 16ème éditions p 464.
75. Soltner D., (2005A). Les Grandes Productions Végétales, Phytotechnie Spéciale-Céréales Plantes Sarclées-Prairies .Collection Sciences Et Techniques Agricoles 20eme Edition 472 p.
76. Soltner D., (2005B). Les Bases De La Production Végétale, Phytotechnie Générale-Tome III: La Plante Et Son Amélioration .Collection Sciences Et Techniques Agricoles 4eme Edition 304p.
77. Toumi I ., (2014): Identification et Biodeversité de L'entamofaune de La Pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la Région d'El oued p 2.
78. Vasanthan T ..Bergthaller.W.. Yeung .j (1999). Sporns "starch form "Alberta potatoses: wet –isolation and some physicochemical propertirt"food Research international (June 1999) P356
79. Verhees J., (2002). Cell Cycle And Storage Related Gene Expression In Potato Tubers (Thèse De Doctorat). Wagening en: Wagening en Agricultural University, 133 P.
80. VOISIN R., (2004). Le Souf monographie, Edit El Walid. 319p.
81. WERTZ Jean-Luc (2011) , l'amidon et le PLA: deux bio polymères sur le marché .
82. YAHIA-M, 1992: Aptitude à la micro tubérisation et à la collophenese "inVitro" de la variété de pomme de terre " DIAMANT". Thèse d'Ingénieur agronome, I.N.A. Alger. 83 p.
83. YATTARA .A (2013) Etude des relations puceron-virus en pomme de terre et perspective de stratégies alternatives de lutte. Thèse doctorat en science agronomique, Université de liege -Germbloux agro-bio tech .Belgique

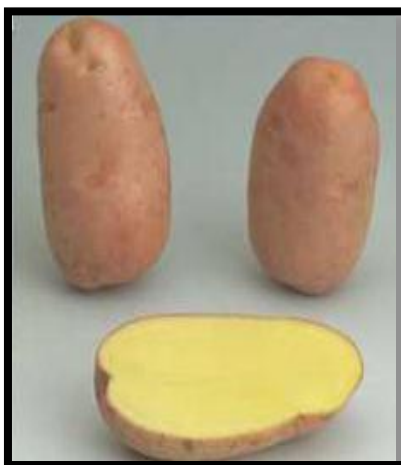
Annexe

Annexe :

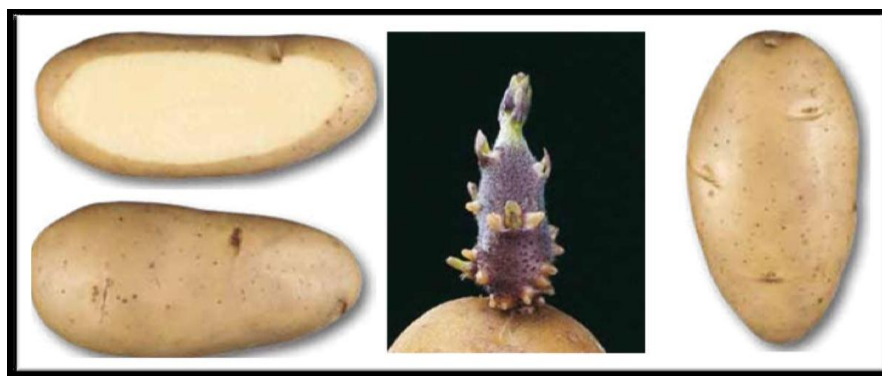
les principales variétés cultivées



Bartina



Condor



Spunta



Rudolph

Tubercules de pomme de terre