

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Zaine Achour- DJELFA-

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de sciences biologique



## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité/Option : Biotechnologie végétale

### Thème :

*La mise au point d'un schéma de production de plants de  
pomme de terre (*Solanum tuberosum L*)*

Présenté par :

- RAMDANI Sanae
- FAID Kheira

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme. Naas Oum Saad .....M.C.B Université de Djelfa

Examinatrice 1 : Mme. Djaballah Fatima.....M.A.A Université de Djelfa

Examinatrice 2 : Mme. Dehbi Fouzia.....M.A.A Université de Djelfa

Encadreur : Mme. Oualla Dalila.....M.A.A Université de Djelfa

Année universitaire : 2020-2021

## *Remerciements*

*Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir  
accorder la force, le courage et les moyens afin de pouvoir  
accomplir ce modeste travail.*

*Au terme de ce travail nous tenant à remercier tout d'abord notre  
promotrice Mme. Oualha Dalila, qui a bien voulu, par son aimable  
bienveillance, diriger cette étude, qui a fait preuve d'une grande  
patience. Ses conseils, ses orientations.*

*Comme nous remercions également :*

*Mme. Naas Oum Saad, Maître de conférences à l'université de  
Djelfa d'avoir accepté de présider le jury.*

*Mme. Djaballah, Maître assistante à l'université de Djelfa et*

*Mme. Dehbi Fouzia, Maître assistante à l'université de Djelfa,  
d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenant également à exprimer nos remerciements :*

*A tous le corps enseignants de l'université de Djelfa,  
particulièrement aux  
enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie*

*En fin, nous remercions les amis et les étudiants de département  
pour leur  
soutient en particulier les amis les plus proches de notre promotion  
biotechnologie végétal 2021*

*Ainsi à tous  
ce qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de  
ce modeste travail.*

***Sanaet khaira***



## *Dédicace*

*Avec l'aide de Dieu, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je le dédie à :*

***Ma mère :** Ma première source de tendresse, d'assistance, d'inspiration et de sacrifices. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra jamais exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte».*

***A mon père :** « L'épaule solide, l'œil attentif, compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. C'est le seul qui a le pouvoir de me guider et m'encourager durant toute ma vie.*

*Que dieu te préserve et te parcourue santé et longue vie »*

*Et bien sur mes chères sœurs **zineb, khadidja, houria et meriem.***

*Et mes frère **snasro et salah** pour leurs encouragements.*

*A mes merveilleux collègues et  
amies : **chaima, afaf, nabila, hadjer, hadjira, houda, hanan, iman.***

*A toute la promotion de la biotechnologie végétale 2021.*

*Et enfin à tous ceux qui me sont chers, je leur dédie ce modeste travail et qu'ils trouvent de ma part tous mes respects ma fidélité et mes sentiments les plus sincères.*

*Dédicace de sana*



## *Dédicace*

*Je remercie avant tout Dieu de m'avoir donné la volonté et la santé pour réaliser ce modeste travail que je dédie à :*

*Ma chère mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.*

*À mon cher mari **yassine**, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitudes.*

*A mon cher fils, que Dieu le garde **Mohamed nouffel***

*A ma belle sœur **Foulla***

*Et bien sur à mes chères frères **Mohamed, Azzdine, Amir** pour leurs encouragements*

*À toute la famille **FAID***

*A tous mes amies et particulièrement **Oum non, Wahiba, Bochra, Khaoula, Razika, Zahra, Chahrazad***

*À toute la promotion de la biotechnologie végétale de 2021.*

*À toutes les personnes qui m'ont aidé et participé dans ce travail .*

***Dédicace de kheira***

# Sommaire

## Liste des abréviations

## Liste des tableaux

## Liste des figures

Introduction .....	1
--------------------	---

## Partie bibliographique

### Chapitre I: Généralités sur la pomme de terre

I.1.historique.....	3
I.2.Caractéristiques de la plante.....	4
I.2.1.Taxonomie.....	4
I.2.2. La morphologie .....	4
I.2.2.1. Le système aérien.....	6
I.2.2.1.1. Les tiges .....	6
I.2.2.1.2. Les feuilles .....	6
I.2.2.1.3. Les fleurs.....	6
I.2.2.1.4. La fruit .....	7
I.2.2.2. Le système souterrain.....	8
I.2.2.2.1. Les racines.....	8
I.2.2.2.2. Les stolons.....	8
I.2.2.2.3.Les tubercules.....	8
I.2.2.2.3.1. Caractéristiques du tubercule .....	9
I.2.2. Cycle de développement de la pomme de terre .....	11
I.2.2.1. Cycle sexué .....	11
I.2.2.2. Cycle végétatif .....	11
I.2.2.2.1. Phase de dormance .....	11
I.2.2.2.2. Phase de germination .....	11
I.2.2.2.3. Phase de croissance .....	12

I.2.2.2.4. Phase de tubérisation.....	12
I.3. Exigences écologiques de la plante de pomme de terre.....	13
I.3.1. Exigences climatiques.....	13
I.3.1.1. La température.....	13
I.3.1.2. La lumière.....	13
I.3.1.3. L'humidité.....	13
I.3.2. Exigences édaphiques.....	13
I.3.2.1. Le sol.....	13
I.3.2.2. Le pH.....	14
I.3.2.3. la salinité.....	14
I.3.3. Exigence en éléments minéraux.....	14
I.3.3.1. Les macronutriments.....	15
I.3.3.2. Les micronutriments.....	15
I.3.4. Les besoins en eau.....	16
I.4. Principales maladies et ravageurs de pomme de terre.....	17
I.4.1. les maladies bactériennes.....	17
I.4.2. les maladies cryptogamiques.....	19
I.4.2. les maladies virales.....	22
I.4.4. Nématodes et insectes.....	23
I.5. importance économique de pomme de terre.....	26
I.5.1. dans le monde.....	26
I.5.2. en Algérie.....	28

## Chapitre II: itinéraire technique de la culture de pomme de terre

II.1. Préparation du sol.....	32
II.2. Fumure.....	33
II.2.1. La fumure organique.....	33
II.2.2. La fumure chimique.....	33

II.3. Préparation du plant .....	33
II.4. La plantation .....	34
II.4.1. Epoque de plantation .....	34
II.4.2. Densité de plantation .....	34
II.4.3. Profondeur de plantation.....	34
II.4.4. Méthodes de plantation.....	35
II.1.4. Opérations d'entretien .....	35
II.1.4.1. Défanage .....	35
II.1.4.1.1. défanage thermique.....	35
II.1.4.1.2. défanage chimique .....	35
II.1.4.2. buttage.....	35
II.1.4.3. binage.....	36
II.1.5. Irrigation .....	36
II.1.5.1. Qualité de l'eau d'irrigation.....	36
II.1.5.2. Dose d'irrigation.....	36
II.1.5.3. Fréquence d'irrigation.....	37
II.1.6. Lutte contre les maladies et ravageurs.....	37
II.1.7. Récolte .....	37
II.1.7.1. Date de récolte .....	37
II.1.7.2. Les méthodes de récoltes .....	37
II.1.7.2.1. La méthode manuelle.....	38
II.1.7.2.2. La méthode Semi-manuelle .....	38
II.1.7.2.La méthode Mécanique.....	38
II.1.7. Séchage .....	38
II.1.8. Conservation .....	38
II.1.8.1. Conditions idéales de conservation.....	38
II.1.8.1.1. Température .....	38

II.1.8.1.2. Humidité relative .....	39
II.1.8.2. méthodes de conservation.....	39

### Chapitre III: Les techniques Biotechnologiques

#### de production de pomme de terre

III.1. Multiplication conforme.....	41
III.1.1. La micropropagation .....	41
III.1.2. Culture méristématique .....	42
III.1.3. embryogénèse somatique.....	43
III.1.4. L'organogénèse .....	43
III.1.4.1. La caulogénèse .....	43
III.1.4.2. La rhizogénèse.....	43
III.2. Multiplication non conforme.....	45
III.2.1. Culture haploïde .....	45
III.2.2. Variation somaclonale.....	45
III.3. Transformation génétique.....	46
III.3.1. Transfert des gènes.....	46
III.3.2. Culture et Fusion de protoplastes .....	46
III.3.2.1. Culture de protoplastes.....	46
III.3.2.2. Fusion de protoplaste.....	47
III.3.2. Hybridation interspécifique .....	48

### Chapitre IV: production des plants de pomme de terre

IV.1. la sélection.....	49
IV.1.1. Objectives de sélection de pomme de terre.....	49
IV.1.1.1. Sélection pour les caractères agronomiques, le rendement et la morphologie des tubercules.....	49
IV.1.1.2. Sélection pour la qualité de tubercules de pomme de terre.....	50
IV.1.1.3. Sélection pour les résistances.....	50

IV.1.1.3.1. maladies et ravageurs .....	50
IV.1.1.3.2. Dommages mécaniques .....	50
IV.1.1.4. Combiner des caractères pour produire des variétés commerciales.....	50
IV.1.2. Les méthodes classiques de sélection de la plante de pomme de terre .....	51
IV.1.2.1. la Méthode généalogique .....	51
IV.1.2.2. Rétrocroisements.....	51
IV.1.2.3. Test de progéniture.....	52
IV.1.2.4. Sélection récurrente.....	52
IV.2. Organisation de la production et certification des plants .....	54
IV.2.1. organisation de la production .....	54
IV.2.1.1. système de production.....	54
IV.2.1.2. catégories de plants et conditions de production.....	55
IV.2.1.2.1. conditions. ....	55
IV.2.1.2.2. catégories.....	55
IV.2.2. règles et normes de culture.....	55
IV.2.2.1. Etat sanitaire.....	55
IV.2.2.2. Superficie minimale .....	55
IV.2.2.3. Nombre de variétés à multiplier.....	56
IV.2.2.4. Isolement .....	56
IV.2.2.5. Rotation .....	56
IV.2.2.6. Pancartage .....	56
IV.2.2.7. Epuration variétale et sanitaire.....	56
IV.2.2.8. Etat cultural .....	57
IV.2.2.9. Défanage.....	57
IV.2.3. Conservation des plants.....	57
IV.2.3.1. Conditions générales .....	57
IV.2.3.2. Conditions applicables aux différents types de locaux .....	58

IV.2.3.2.1. Locaux ordinaires .....	58
IV.2.3.2.2. Magasins à réfrigération artificielle .....	58
IV.2.3.2.3. Traitement .....	58
IV.2.4. Contrôle des cultures et des lots .....	58
IV.2.4.1. Contrôles de cultures .....	58
IV.2.4.1.1. Déclaration des cultures .....	58
IV.2.4.1.2. Notations au champ .....	59
IV.2.4.1.3. Normes d'acceptation au champ .....	59
IV.2.4.2. Tests de contrôle et pré culture .....	59
IV.2.4.3. Estimation de la récolte .....	60
IV.2.4.4. Identification des récoltes et Contrôle des lots .....	60
IV.2.5. Certification .....	60
IV.2.5.1. Normes pyrotechnique et phytosanitaire .....	61
IV.2.5.1.1. Maturité physiologique .....	61
IV.2.5.1.2. Pureté variétale .....	61
IV.2.5.1.3. Calibre .....	61
IV.2.5.1.4. Germes .....	61
IV.2.5.1.5. Lésions de gelée .....	61
IV.2.5.1.6. Etat sanitaire .....	61
Conclusion .....	62
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	
Abstract	
ملخص	

## *Liste des abréviations*

**al:** Collaborateurs

**CNCC :** Centre National de Control et de Certification des Semences et plant.

**DA:** Dinar Algérien.

**DSA:** Direction des Services Agricoles.

**FAO :** Food and Agriculture Organization.

**Ha :** Hectare.

**INRA :** Instituts national des recherches agronomiques.

**ITCMI:** Institut technique des cultures maraichères et industrielles.

**K<sub>2</sub>O :** Sulfate de potassium

**Kg:** Kilogramme.

**Km<sup>2</sup> :** Kilomètre au carré

**MADR :** Ministère de l'agriculture et de développement rural.

**MADRP:** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la Pêche.

**mm :** millimètre.

**P :** Phosphore,

**K :** Potassium,

**N :** Azote,

**< :** Inférieur.

**> :** Supérieur.

**°C :** Degré Celsius

**% :** Pour cent

**PH:** Potentiel hydrogène

**PLRV:** Potato Leaf Roll Virus

**PVX :** Virus X de la pomme de terre

**PVY :** Potato Virus Y

**Qx:** Quintaux.

**SAGRODEV :** Société Agro Développement.

**UE:** Union Européen.



*Liste des tableaux*

<b>Tableau 1:</b> Besoins minéraux et organiques de la pomme de terre.....	14
<b>Tableau 2:</b> lesprincipales maladies bactériennes de pomme de terre.....	17
<b>Tableau 3:</b> les principales maladies cryptogamique de pomme de terre.....	19
<b>Tableau 4:</b> les principales maladies virales de pomme de terre.....	22
<b>Tableau 5:</b> les principales insectes et ravageurs de pomme de terre.....	23
<b>Tableau 6:</b> principaux pays producteurs de la pomme de terre.....	26
<b>Tableau 7:</b> Evolution de la production nationale de pomme de terre entre 2009 et 2019...	28
<b>Tableau 8:</b> Principales wilayas productrices de la pomme de terre en Algérie (2015).....	29
<b>Tableau 9:</b> Evolution de la production de semences de pommes de terre (2004-2014) ....	30
<b>Tableau 10:</b> des caractères généralement pris en compte dans les programmes de sélection .....	49

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre .....	5
<b>Figure 2:</b> les feuilles de pomme de terre .....	6
<b>Figure 3:</b> les fleurs de la pomme de terre .....	7
<b>Figure 4:</b> Le fruit de pomme de terre .....	7
<b>Figure 5:</b> Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre .....	8
<b>Figure 6:</b> Les différentes formes des tubercules de pomme de terre .....	9
<b>Figure 7:</b> Composition chimique du tubercule de pomme de terre .....	10
<b>Figure 8:</b> Le cycle végétatif moyen de la plante de pomme de terre.....	12
<b>Figure 9:</b> courbe de besoin en eau d'une culture de pomme de terre .....	17
<b>Figure 10:</b> Bactériose vasculaire ( <i>Pseudomonas solanacearum</i> ).....	19
<b>Figure 11:</b> Jambe noire et pourriture molle ( <i>Erwinia ssp</i> ) .....	19
<b>Figure 12:</b> Gale commune( <i>Streptomyces scabies</i> ) .....	19
<b>Figure 13:</b> Mildiou( <i>Phytophthora infestans</i> ).....	21
<b>Figure 14:</b> Pourriture rose( <i>Phytophthora erytroseptica</i> ).....	21
<b>Figure 15:</b> Gale poudreuse ( <i>Spongospora subterranea</i> ) .....	22
<b>Figure 16:</b> Alternariose ( <i>Alternaria solani</i> ).....	22
<b>Figure 17:</b> Mosaïque des feuilles.....	24
<b>Figure 18:</b> Enroulement des feuilles.....	24
<b>Figure 19:</b> Pucerons .....	25
<b>Figure 20:</b> La teigne ( <i>Phthorimaea operculella</i> ).....	25
<b>Figure 21:</b> Nématodes, à galle, et à kyste .....	26
<b>Figure 22:</b> production de pomme de terre par région. ....	28
<b>Figure 23:</b> conduite de la culture de pomme de terre .....	32
<b>Figure 24 :</b> Régénération des plantes à partir la culture de méristème.....	42
<b>Figure 25:</b> voies de la culture in vitro.....	44
<b>Figure 26:</b> Schéma de l'isolement, de la fusion et de la culture de protoplastes. ....	47
<b>Figure 27:</b> Etapes de production de semence de pomme de terre .....	53
<b>Figure 28:</b> Schéma comparatif de production de plant de pomme de terre : classique et in vitro-culture. ....	54



# *Introduction*

## **Introduction**

C'est la culture de tubercules la plus importante au monde. Il est cultivé dans plus de 125 pays du monde (FAO, 2009). Une des premières ressources alimentaires, (YATTARA, 2013). C'est la quatrième culture vivrière la plus consommée au monde après le blé, le maïs et le riz (FAO, 1996).

En Algérie la filière de pomme de terre occupe une place extrêmement importante par rapport aux autres cultures maraîchères, mais ne satisfait pas les besoins du consommateur, ce qui fait de nous un pays dépendant de l'étranger surtout en matière de semence ; les statistiques de l'union européenne (2002) nous indiquent que l'Algérie dépense 64 millions d'euros à l'UE pour la semence de pomme de terre. Ces semences importées ne présentent pas souvent les qualités requises et leur génotype n'est pas toujours conforme à nos conditions édaphoclimatiques. De même la semence peut présenter quelques contaminations vu que celle-ci est très connue par sa sensibilité à de nombreuses infections qui lui sont transmises à chaque génération par le tubercule et pour lequel aucune lutte chimique n'est possible (KECHID, 2005).

Alors, La production de semences de pomme de terre au niveau national devient un défi pour éviter tous les inconvénients d'une semence importée. Surtout que, notre pays dispose des facteurs nécessaires pour produire la semence de pomme de terre pour satisfaire une bonne partie du besoin national (OULD-KIAR, 2010).

Pour augmenter la production, l'Algérie à commencé ces dernières années, à développer la technologie de production des semences de pré-base à partir de vitro-plants produits au laboratoire, par L'utilisation de la technique de multiplication *in vitro* (micro-propagation) pour la production de plants de pomme de terre sains. Ces vitro-plants sont acclimatés en serre insect-proof puis en plein air sous contrôle stricte pour obtenir des semences certifiées (OUALHA, 2005).

C'est pour quoi, il est nécessaire de suivre des règles très strictes, dans la production de plant de pomme de terre. Pour garantir l'obtention d'une production quantitativement et qualitativement acceptable (KEBAILI, 2017).

La production algérienne en semences est jusqu'à présent essentiellement basée sur le recyclage des semences importées, la SE pour produire la E, et la E pour produire la A, ce qui est loin de satisfaire la demande locale (**OUALHA, 2005**).

Notre mémoire est un recherche bibliographique composée de quatre chapitres, dont les 2 premiers portent sur les données bibliographiques de la plante hôte *Solanum tuberosum* L. et ses techniques de culture. Le troisième chapitre présentera Les techniques biotechnologiques de production de pomme de terre, et Le dernier chapitre exposera les méthodes de sélection et les règles de production des semences de pomme de terre Et nous clôturons par une conclusion.

# **Chapitre I**

---

## **Généralités sur la pomme de terre**

### **I.1.historique :**

Autrefois, les anciens botanistes pensaient que l'origine de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. était une plante sauvage unique. Dès 1929 de nouvelles recherches ont montré que les espèces de la pomme de terre cultivées actuellement sont issues de différentes plantes sauvages (**ROUSSELLE et al., 1996**).

L'histoire de la pomme de terre a commencé depuis plus de 8 000 ans. D'après les recherches réalisées, l'Amérique du Sud serait la terre natale de ce légume. (**HILL et al., 2021**). Les pommes de terre ont été introduites en Europe selon les botanistes quelques années avant la fin du XVI<sup>e</sup> siècle par deux portes différentes ; la première été par les conquistadors espagnols vers 1570, et la deuxième par les britanniques entre 1588 et 1593 (**ROUSSELLE et al., 1996**).

Il passe en Italie et en Espagne à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, s'introduit en Angleterre, puis gagne l'Irlande. Dès le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, il est connu en Allemagne et de là, se propage vers l'est, suivant les colonies allemandes qui s'enfoncent dans les pays slaves et vers l'ouest, pays de Montbéliard, Franche-Comté et Alsace .Au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, la plante fut introduite en Amérique du Nord (**KECHID, 2005**).

En Algérie, la pomme de terre a probablement été introduite une première fois au XVI<sup>e</sup> siècle par les Maures Andalous et la deuxième fois, en 1856 où elle été cultivée par les colons français pour leur usage. C'est au cours de la dernière grande famine des années 1930/1940 que cette plante est devenue plus cultivée (**KECHID, 2005**).

### **I.2. Caractéristiques de la plante :**

#### **I.2.1. Taxonomie:**

La position systématique de la pomme de terre est:

Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Gamopétales

Ordre : Polémoniales

Famille : Solanacées

Genre : *Solanum*

Espèce : *Solanum tuberosum* L (**BOUMLIK, 1995**).

**I.2.2. La morphologie:**

La pomme de terre (*Solanum tuberosum*) est une plante dicotylédone annuelle appartient à la famille des Solanacées, plantes à fleurs gamopétales, dicotylédones dont plusieurs sont cultivées pour l'alimentation humaine (**HOUIDI et AHMADI, 2007**).

Elle appartient à la famille des solanacées. Le genre solanum est très vaste, il regroupe environ 2000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (**HAWKES, 1990**).

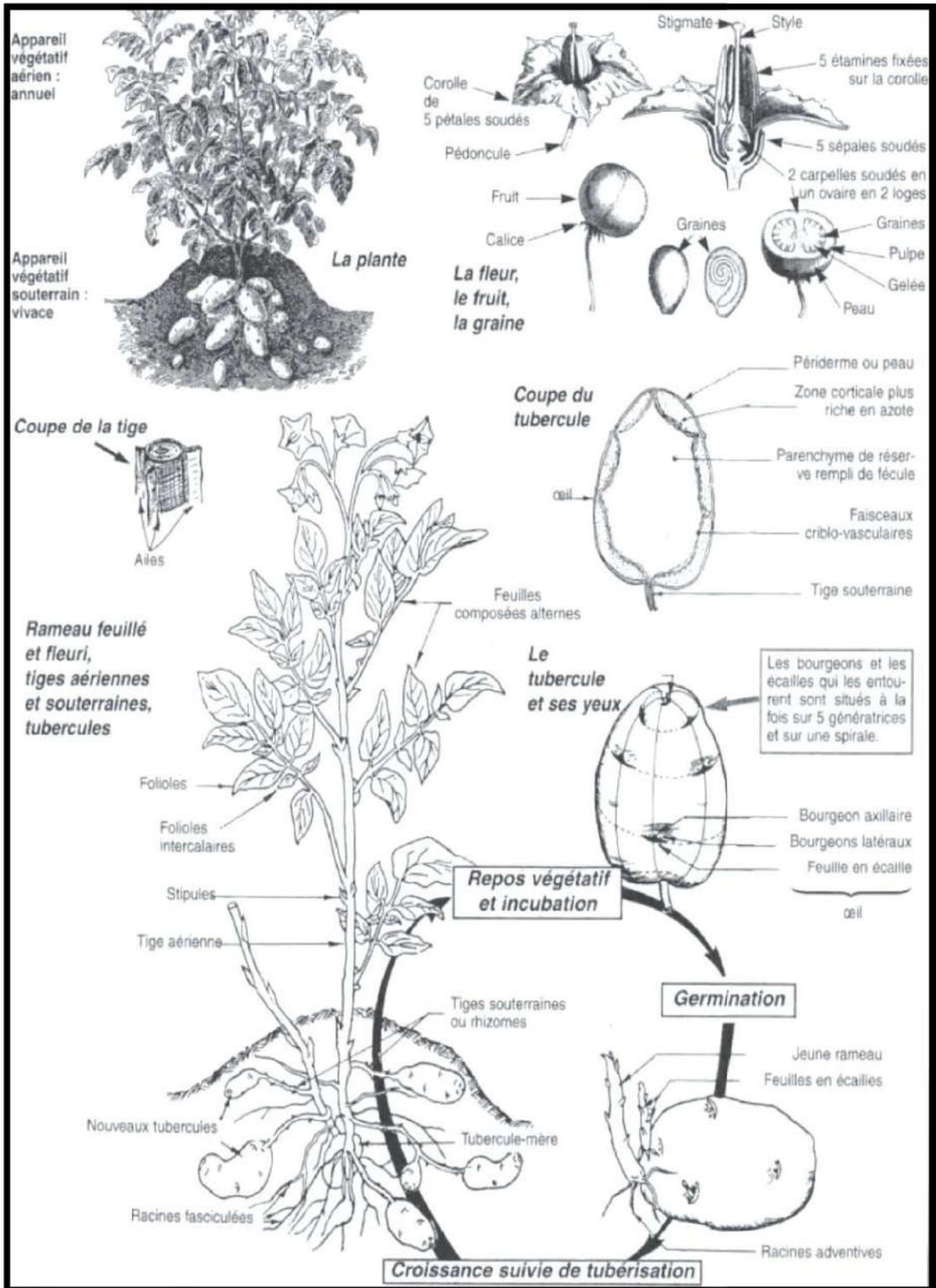


Figure 1: Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre (SOLTNER, 2005).

**I.2.2.1. Le système aérien:** Le système aérien est annuel, il comprend :

**I.2.2.1.1. Les tiges :**

Sont aériennes, sa forme peut être cylindrique ou le plus souvent anguleuse (section triangulaire) sa couleur verte ou plutôt brunâtre (**ROUSSELLE *et al.*, 1996**). Sont au nombre de 2 à 10, parfois plus, et ont un port dressé (**POLESE, 2006**). Portent des feuilles et des fleurs.

**I.2.2.1.2. Les feuilles :**

Les feuilles sont alternes, disposées sur la tige en suivant une phyllotaxie spiralée avec une spirale génératrice tournant le plus souvent dans le sens senestre. Sont composées et comportent de 7 à 15 grandes folioles (**BENRAMDANE, 2015**).



**Figure 2 :** les feuilles de pomme de terre. (**BENRAMDANE, 2015**)

**I.2.2.1.3. Les fleurs :**

Dont la couleur et le nombre caractérisent les variétés Les fleurs sont disposées en une inflorescence cymeuse portées par une hampe, sont autogame, sans nectar, et souvent stériles rarement visitée par les insectes ce qui fait que la fécondation croisée inexistante. Elles possèdent les quatre parties essentielles d'une fleur : calice, corolle, éléments mâles et éléments femelles (**ANONYME, 2013**).

Elles peuvent être de couleur blanche, bleue, violette ou rose suivant les variétés. Avec parfois la face supérieure blanche et la face inférieure teintée, aussi ya des variétés qui ne fleurissent pas (**ROUSSELLE et al., 1996**).



**Figure 3:** les fleurs de la pomme de terre. (**ROUSSELLE et al., 1996**)

**I.2.2.1.4. Le fruit :** est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètres de diamètre, de couleur verte ou brun violacé, jaunissant à maturité (**ROUSSELLE et al., 1996**). Sa taille diffère selon les variétés, mais en général elle a la taille d'une cerise et comporte de nombreuses graine (**SOLTNER, 1979**). Peut contenir jusqu'à 200 graines (**ROUSSELLE et al., 1992**).



**Figure 4 :** Le fruit de pomme de terre (**ROUSSELLE et al., 1992**).

### I.2.2.2. Le système souterrain:

Le système souterrain est la plus importante partie de la pomme de terre parce qu'il porte des tubercules. Il est constitué par les racines et par les stolons, sur lesquels se forment les tubercules (POLESE, 2006).

**I.2.2.2.1. Les racines :** La pomme de terre développe des racines à partir des nœuds situés sur la partie basse de la tige (LAMARA, 2015). Sont nombreuses et fines, fasciculées et peuvent pénétrer profondément le sol (HOUIDI et AHMADI, 2007). Les racines servent à l'absorption de l'eau et des nutriments. Elles forment également des stolons qui sont des rameaux souterrains avec croissance plagiotrope et dont les extrémités se développent en tubercules (LAMARA, 2015).

**I.2.2.2.2. Les stolons :** Les tiges souterraines ou rhizomes, ou stolons, sont courtes et leurs extrémités se renflent en tubercules (HOUIDI et AHMADI, 2007). Peuvent se ramifier, apparaissent aux nœuds basaux, enterrés, des tiges (ROUSSELLE *et al.*, 1996).

**I.2.2.2.3. Les tubercules :** sont les organes de conservation qui permettent de classer la pomme de terre parmi les plantes vivaces à multiplication végétative (SOLTNER, 1979).

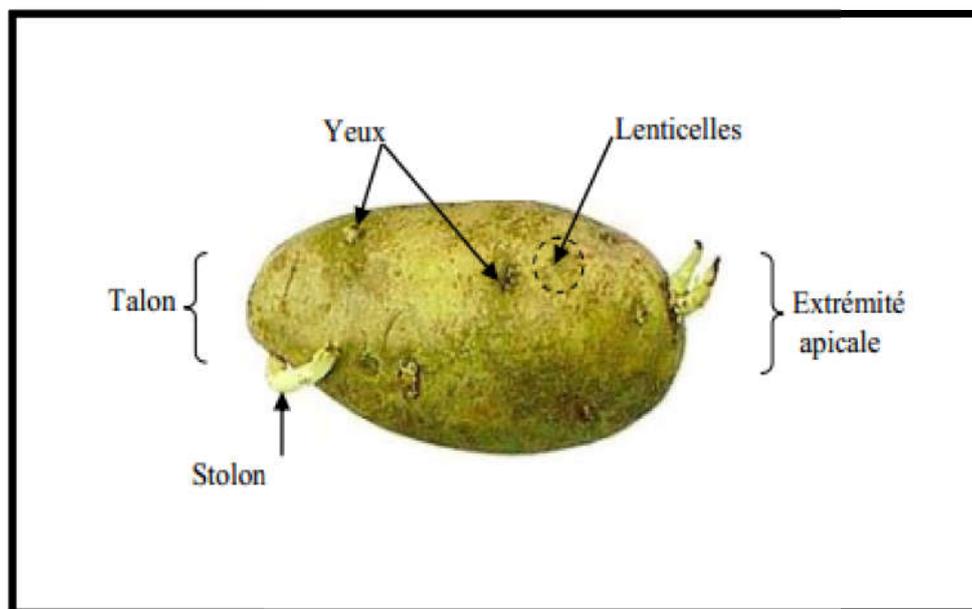


Figure 5 : Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre (BOUFARES, 2012).

### I.2.2.2.3.1. Caractéristiques du tubercule :

selon (ROUSSELLE *et al.*, 1996) Il ya quatre critères principaux permettent de caractériser le tubercule, Il s'agit encore de caractères propres à identifier les variétés :

#### 1) La forme :

Les tubercules sont classer selon les formes en quatre grands types dont :

- ❖ les **claviformes** : en forme plus ou moins de massue
- ❖ les **oblongs** : à forme plus variable (typique, les allongé, et les court).
- ❖ les **arrondis** : ont un contour rarement régulier.
- ❖ les **cylindrique allongée** : souvent plus ou moins bosselés

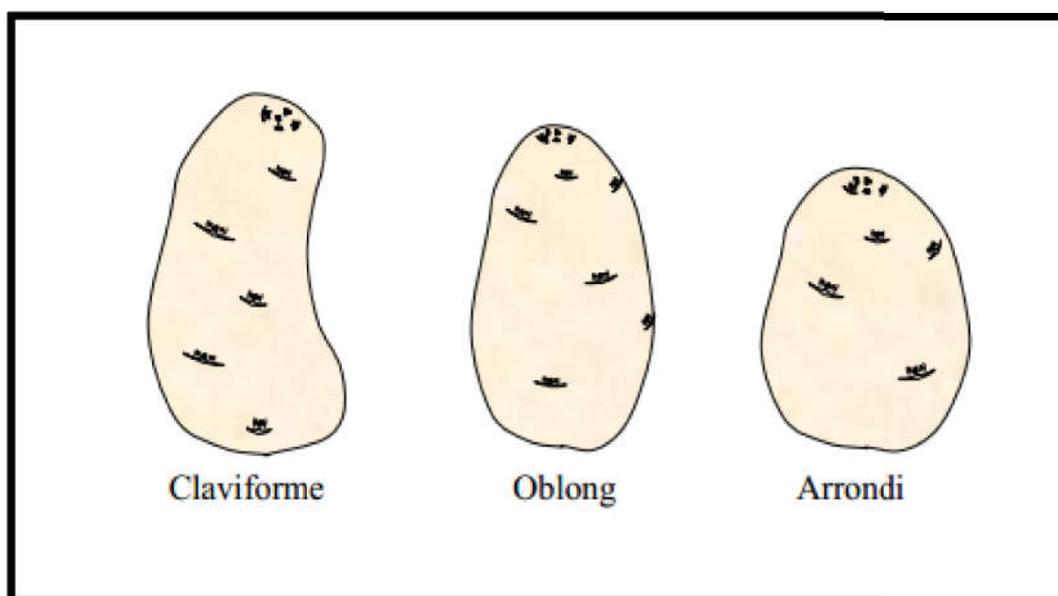


Figure 6: Les différentes formes des tubercules de pomme de terre (BOUFARES, 2012).

#### 2) l'enfoncement des yeux :

La plupart des variétés de consommation ont des yeux superficiels, les autres ont encore des yeux demi enfoncés.

#### 3) La Couleur et texture de la peau :

C'est le caractère tuberculeux le plus stable. La coloration est due à la présence d'un ou plusieurs pigments dans les cellules du périoderme qui donnent à la peau une teinte jaune plus ou moins foncé et ou rose pale au roue foncé.

La texture de la peau est influencée par divers facteurs. Exemple (attaques de gale), certain variétés présentent des peaux lisse ou rugueuses.

**4) La Couleur de la chair :**

La chair présente toute une gamme de teintes allant du blanc au jaune.

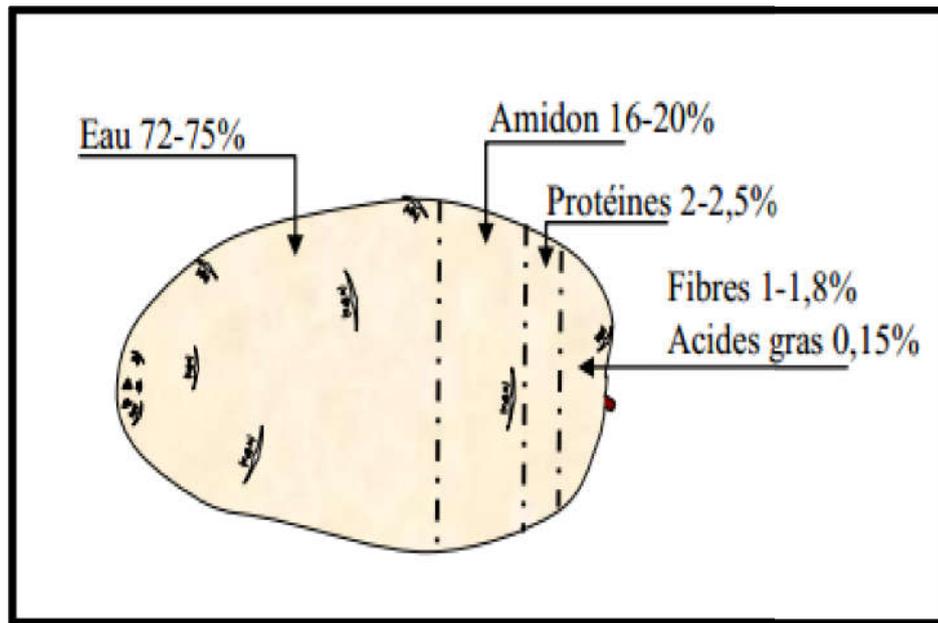
\* la vitelotte noire possède une chair violet foncé.

\*des tubercules possèdent une chair jaune (jaune pale, moyen ou foncé).

\*les tubercules à peau rouge possèdent une coloration au niveau de l'anneau vasculaire.

**I.2.2.2.3.2. La valeur nutritive de la pomme de terre :**

La pomme de terre est un produit presque indispensable à notre alimentation et se trouve à la base du régime alimentaire de plusieurs groupes culturels. Sa valeur calorique est moyenne, s'établissant entre 80 et 90 kcal pour 100 g (KECHID, 2005). Elle est composée de 72-75 % d'eau Le reste est formé par la matière sèche (BOUFARES, 2012).



**Figure 7 :** Composition chimique du tubercule de pomme de terre (BOUFARES, 2012).

## **I .2.2. Cycle de développement de la pomme de terre :**

La pomme de terre peut se reproduire par voie sexuée et végétative.

### **I .2.2.2.Cycle sexuée :**

La pomme de terre est très peu reproduite par graine dans la pratique agricole, elle est l'outil de la création variétale, 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 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 fils (**BERNHARDS, 1998**).

### **I .2.2.2. 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 : la dormance, la germination la croissance et la tubérisation (**KECHID, 2005**).

#### **I .2.2.2.1. Phase de 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, d'éclairage 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. Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (**ANONYME, 2003a**).

#### **I .2.2.2.2. Phase de germination :**

Selon **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. 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 tubérisés (LAHOUEL, 2015).

#### I .2.2.2.3. Phase de croissance :

Lorsqu'un tubercule germé est planté en terre, ses germes se transforment en tiges feuillées, dont les bourgeons axillaires donnent, au-dessus du sol des rameaux et au dessous des stolons (ANONYME, 2003b).

#### I .2.2.2.4. Phase de tubérisation :

D'après BERNHARDS (1998), ce phénomène commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons, après une période de croissance. 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 des tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserves synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage.

La figure suivante résume les différents stades de développement de la pomme de terre.

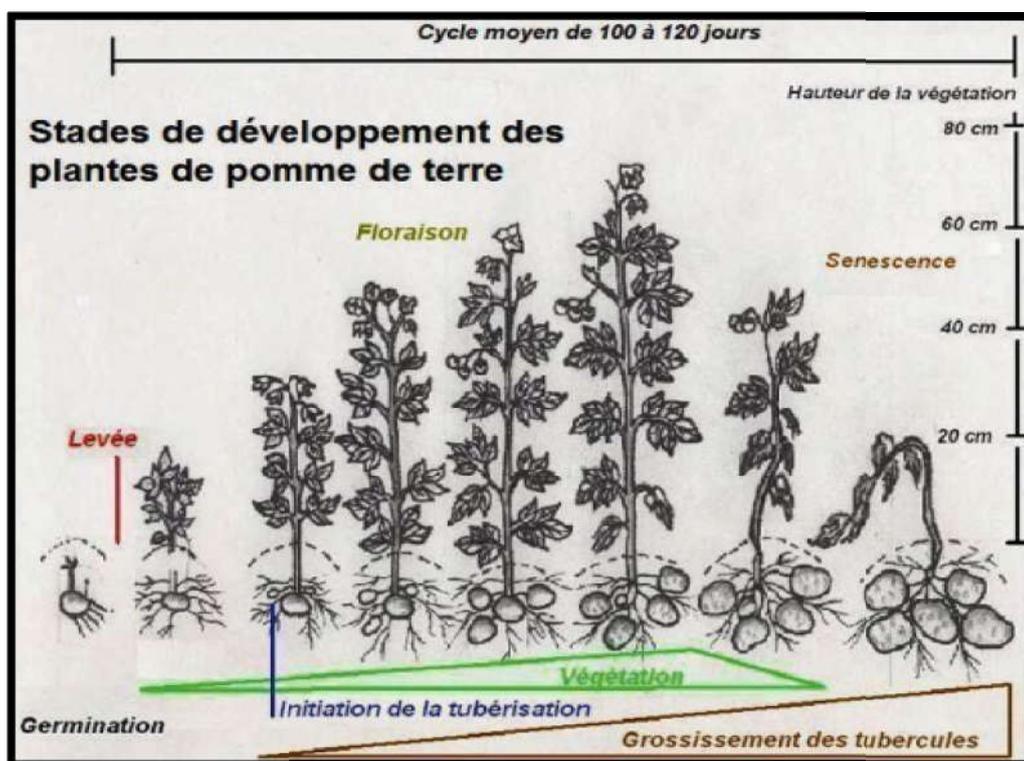


Figure 8: Le cycle végétatif moyen de la plante de pomme de terre (ROLOT et VANDERHOFSTADT, 2014).

### **I .3. Exigences écologiques de la plante de pomme de terre :**

La plante de pomme de terre a des exigences spécifiques, qui sont :

#### **I.3.1. Exigences climatiques:**

##### **I.3.1.1. La température:**

La température influence beaucoup sur la croissance et le développement de la pomme de terre. La pomme de terre est caractérisée par un zéro de végétation compris entre +5°C et +7°C. sa température optimale de tubérisation aux environs de +18°C et le feuillage est détruit à 3°C et 4°C.

- Le tubercule gèle en une température inférieure à environ -2°C.
- Les températures élevées de +29°C perturbent la tubérisation et provoquent la repousse (**ROUSSELLE et al., 1996**).

La pomme de terre est une plante héliophile. Ses besoins en lumière sont importants surtout pendant la phase de croissance. La lumière intervient par son effet photopériodique dans l'induction de la tubérisation et par son intensité dans l'activité photosynthétique (**ROUSSELLE ET al., 1996**).

Sa croissance végétative favorisée par une longueur du jour élevée 14 à 18 h. une photo période inférieure à 12 h favorise la tubérisation (**MOULE, 1972**) et (**BAMOUEH, 1999**).

##### **I.3.1.2. l'humidité:**

Dans le cas d'une culture de pomme de terre ; l'humidité est un facteur limitant de la production bien sur un taux suffisant pour permettre à la plante de suivre son développement le plus normalement possible, à noter qu'une carence ou un déficit en humidité pourrait avoir des conséquences très graves vis-à-vis du rendement surtout aux stades croissance et tubérisation (**ANONYME, 1985**).

#### **I.3.2. Exigences édaphiques:**

**I.3.2.1. Le sol:** Le sol idéal pour la culture de la pomme de terre est profond, bien drainé et friable. Lorsqu'ils sont bien irrigués et fertilisés, vont produire des rendements élevés de tubercules avec d'excellentes qualités culinaires (**ANONYME, 2013**).

### **I.3.2.2.Le pH:**

Dans les sols légèrement acides (pH : 5,5 à 6), la pomme de terre peut donner de bons rendements, par contre, une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune du tubercule (LAMARA, 2015).

### **I.3.2.3.la salinité :**

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraichères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire.

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 (CHIBANE, 1999).

### **I.3.3. Exigence en éléments minéraux :**

La pomme de terre est très exigeante en éléments minéraux surtout en azote, phosphore, potasse, Magnésium, et Calcium. Elle est très sensible à l'apport raisonné des engrais, car sa végétation est très intense et en générale courte de 90 a 200 jours au maximum selon les variétés (HOUIDI et AHMADI, 2007).

**Tableau 1 :** Besoins minéraux et organiques de la pomme de terre.

Eléments	En kg/t			En kg/ha			En g/ha					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	S	Fe	Mn	Cu	Bore	Zn	Mb
Tubercule	3,2	1,6	6									
Plante entière	3à 4,5	0,8à 1,7	4,1à 8,5	15à 30	40à 50	10à 25	100	50	60	80à 100	80à 150	0,8

Source : (ROUSSELLE et al., 1996).

### **I.3.3.1. Les macronutriments :**

Les macronutriments les plus importants sont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). Le soufre (S), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) sont appelés macronutriments secondaires parce qu'ils nécessitent des volumes inférieurs aux trois premiers macronutriments, mais en plus grands volumes que les micro-nutriments (ANONYME, 2018).

#### **I.3.3.1.1. Le rôle de certains macronutriments :**

**-L'azote :** L'azote favorise d'abord le développement foliaire et assure la formation et le grossissement des tubercules. Mais son excès peut retarder la tubérisation au profit de la croissance végétative (BOUSSA, 1999).

**-Le phosphore :** Le phosphore stimule le développement racinaire et des stolons, favorise la formation de tubercules plus nombreux et petits (SOLTNER, 2012).

**-Le potassium :** joue divers rôles dans la pomme de terre. Dans le processus de photosynthèse, K régule l'ouverture et la fermeture des stomates et régule ainsi l'absorption de CO<sub>2</sub> par le dioxyde de carbone. Joue un rôle connexe par la régulation de la perte d'eau dans les plantes (appelée osmo-régulation). Il régule à la fois l'absorption d'eau par les racines des plants de pommes de terre, la circulation de l'eau à l'intérieur de la plante et sa perte subséquente des feuilles par les stomates (ANONYME, 2018).

**I.3.3.1.2. Les micronutriments :** sont nécessaires en très petites quantités, mais ils restent essentiels à la croissance des cultures. Ils comprennent le fer (Fe), le bore (Bo), le zinc (Zn), le manganèse (Mn), le cuivre (Cu), le molybdène (Mo), le chlore (Cl) et le nickel (Ni). Les rendements les plus élevés de pommes de terre sont obtenus lorsque l'équilibre correct existe entre les micronutriments et les macronutriments. Une carence en nutriments limitera la croissance des cultures et limitera le rendement. L'application d'engrais NPK de haute analyse signifie que ces composés ne contiennent plus de micronutriments comme contaminant (ANONYME, 2018).

#### 4/ Les besoins en eau :

La pomme de terre est une plante exigeante en eau.

Les besoins en eau vont principalement avec la profondeur du système racinaire et varient selon la période. Ils se situent aux environs de 3-4 mm d'eau /jour avant la tubérisation et de 5-6 mm / jour dès la formation des tubercules .pour une saison de croissance complète, les besoins totaux atteignent environ 455 mm (PATRICE, 2003).

L'absence d'eau peut affecter des problèmes à la croissance et le développement de la plante dont :

- Réduire le volume et la durée de végétation du feuillage
- Accélérer la sénescence des feuilles les plus basses tout en empêchant la formation de nouvelles feuilles (ROUSSELLE *et al.*, 1996).

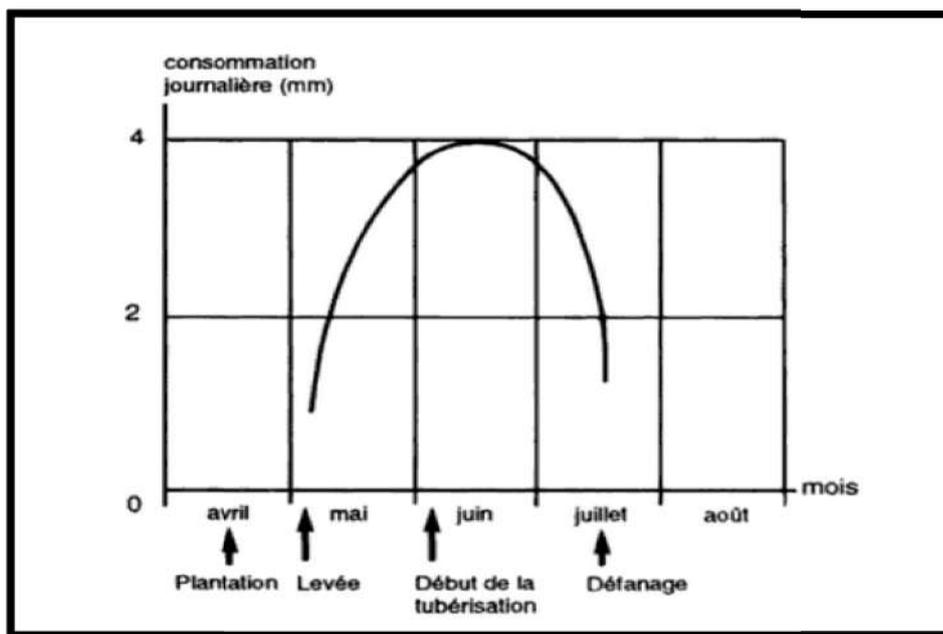


Figure 9 : courbe de besoin en eau d'une culture de pomme de terre. (ROUSSELLE *et al.*, 1996).

#### **I.4. Principales maladies et ravageurs de pomme de terre :**

Les pommes de terre sont sujettes à toute une série de maladies qui abaissent les rendements et la qualité des tubercules. (FAO, 2008).

Dans les tableaux suivantes sont illustrés quelques exemples des maladies et ravageurs de la culture de pomme de terre.

##### **I.4.1. les maladies bactériennes :**

**Tableau 2:** représente les principales maladies bactériennes de pomme de terre.

Selon (ANONYME, 1990) et (CHIBANE, 1999).

<b>Maladies</b>	<b>Symptômes</b>	<b>Moyens de lutte</b>
<b>Bactériose vasculaire</b>  <u><i>(Pseudomonas solanacearum)</i></u>	-la Flétrissement et la mort de toute la plante.  -le système vasculaire devient sombre.	La lutte par rotation des cultures est plus efficace contre la race 3 qui attaque la pomme de terre que contre la race 1 qui attaque plusieurs cultures (spécialement les solanacées).
<b>Jambe noire et pourriture molle</b>  <u><i>(Erwinia ssp)</i></u>	Lésions brunes, du tubercule jusqu'au bas de la tige, jaunissement et enroulement des feuilles puis flétrissement et mort des plants.  -tubercule : tissus mou de couleur brunâtre, puis pourriture totale de tubercule.	-éviter de planter dans des sols humides et limiter l'irrigation.  -récolter à maturité, manipuler les tubercules avec précaution et ne pas les laisser exposés au soleil.  -les tubercules doivent être séchés avant la conservation.
<b>Gale commune</b>  <u><i>(Streptomyces scabies)</i></u>	- présence de pustules à la surface et parfois en profondeur du tubercule.	-emploi de plants sains, variétés résistantes, rotation culturales, éviter le chaulage, maintien d'une humidité du sol relativement élevée.

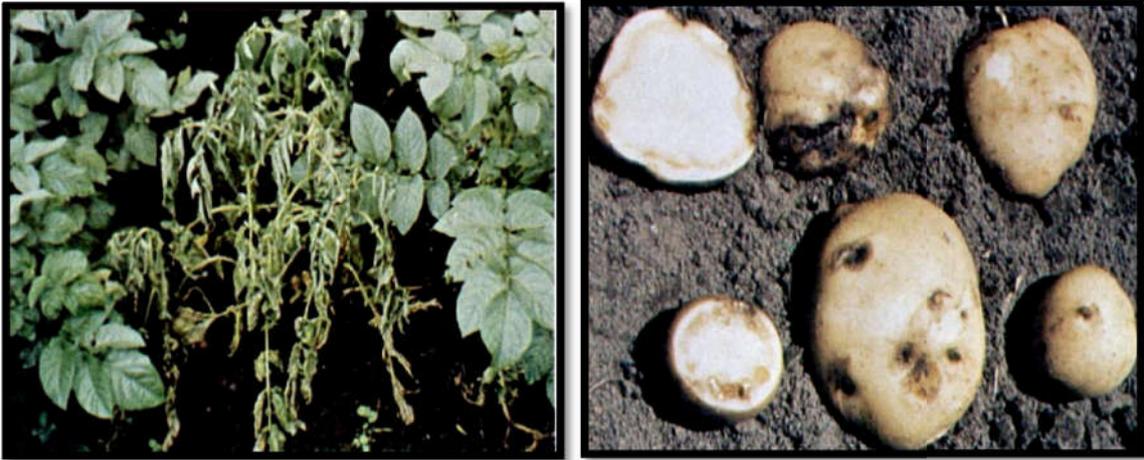


Figure 10 : Bactériose vasculaire (*Pseudomonas solanacearum*)(ANONYME, 1990).

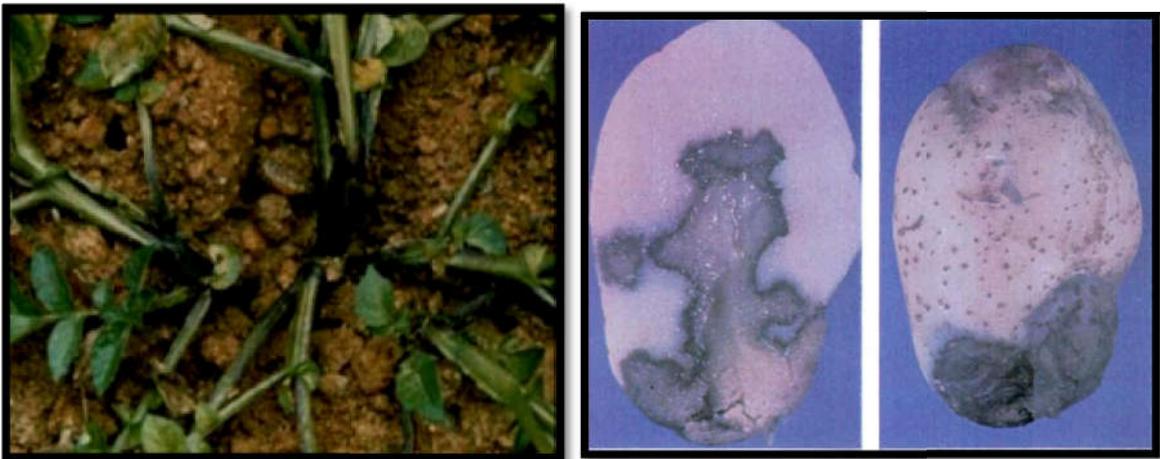


Figure 11 : Jambe noire et pourriture molle (*Erwinia ssp*) (ANONYME, 1990).



Figure 12 : Gale commune (*Streptomyces scabies*) (ANONYME, 1990).

I.4.2. les maladies cryptogamiques :

Tableau 3:représente les principales maladies cryptogamiques de pomme de terre.

Selon (ANONYME, 1990), (CHIBANE, 1999) et (JEAN, 2000).

Maladies	Symptômes	Moyens de lutte
<b>Mildiou</b> <i>(Phytophthora infestans)</i>	Taches jaunâtres qui brunissent rapidement. Duvet blanc grisâtre sous les feuilles. Les tiges attaquées noircissent et la plante meurt en quelques jours.	-éliminer les plantes malades, utiliser des semences saines et effectuer un bon buttage. Eviter les excès d'azote.
<b>Alternariose</b> <i>(Alternaria solani)</i>	- feuillage : taches arrondies, brunes à noires, montrant des cercles concentriques.  - Tubercule : la maladie se manifeste à la surface sous forme de plages brunes légèrement déprimées.	-choisir des cultivars résistants ou moins sensibles au mildiou.  - éviter de cultiver la pomme de terre dans des champs situés à l'abri du vent.
<b>Pourriture rose</b> <i>(Phytophthora erytroseptica)</i>	-un flétrissement avec dépérissement de la tige et chlorose des feuilles,  -les tubercules présentent une décoloration brun foncé, un aspect humide et parfois une consistance élastique.	-planter dans un sol bien drainé  -plantez des tubercules sains.
<b>Gale poudreuse</b> <i>(Spongospora subterranea)</i>	-des petits gonflements en forme de vésicules légèrement colorés qui apparaissent à la surface de tubercule.	Plantant dans des sols bien drainés et sains et en suivant une longue rotation des cultures.



Figure 13: Mildiou (*Phytophthora infestans*) (ANONYME, 1990)



Figure 14 : Pourriture rose (*Phytophthora erytroseptica*) (ANONYME, 1990).



Figure 15 : Gale poudreuse (*Spongospora subterranea*) (ANONYME, 1990).



Figure 16 : Alternariose (*Alternaria solani*)(ANONYME, 1990).

I.4.3. Les maladies virales :

Tableau 4:représente les principales maladies virales de pomme de terre.

Selon (ANONYME, 1990) et (CHIBANE, 1999).

Maladies	Symptômes	Moyens de lutte
<b>Enroulement viral</b> <b>PVRL</b>	-Enroulement des feuilles qui prennent un port érigé. -jaunissement des feuilles.	-sélection des plantes saines. -élimination des plantes malades.
<b>Les mosaïques</b> <b>Virus X (PVX),</b> <b>virus S (PVS),</b> <b>virus M (PVM),</b> <b>virus Y et virus A</b>	Virus <b>Y</b> : marbrure ou mosaïque sur les feuilles.	Utilisation des semences saines.
	Virus <b>X</b> : Mosaïque rigoureuse sur feuilles.	Eliminer les foyers d'infection primaire.
	Virus <b>A</b> : déformation des feuilles qui prennent alors un aspect luisant.	-sélection clonale et épuration des touffes malades.
	Virus <b>M</b> : mosaïque qui peut être légère ou grave. -déformation des feuilles.	-sélection sanitaire durant la multiplication des semences.
Virus <b>S</b> : mosaïque légère ou une faible décoloration des nervures.		



Figure 16 : Mosaïque des feuilles    Figure 17 : Enroulement des feuilles.

(ANONYME, 1990).

(ANONYME, 1990).

#### I.4.4. Nématodes et insectes :

Tableau 5:représente les principales insectes et ravageurs de pomme de terre.

Selon (ANONYME, 1990) et (CHIBANE, 1999).

insectes et ravageurs	Symptômes	Moyens de lutte
<b>Pucerons</b> <i>(<u>Macrosiphum euphorbiae</u>)</i>	-les feuilles peuvent flétrir, jaunir et mourir.	- les traitements aux insecticides.
<b>Teigne</b> <i>(<u>Phthorimaea operculella</u>)</i>	Provoquant une perte de tissus dans les feuilles et la mort des germes. -Tubercule : les larves creusent des galeries à l'intérieur du tubercules.	-utilisation de semences saines, rotation culturales, bien couvrir les tubercules au moment de buttage. -utilisation d'insecticides.
<b>Nématodes, à kyste, à galle</b>	Croissance chétive et sénescence précoce. Les racines et les tubercules présentent des galles et se déforment et perdant leur qualité commerciale.	-désinfection des sols avec des nématicides.



Figure 18 : Pucerons (*Macrosiphum euphorbiae*)(ANONYME, 1990).



Figure 19 : La teigne (*Phthorimaea operculella*)(ANONYME, 1990).



**Figure 20** : Nématodes, à galle, et à kyste (ANONYME, 1990).

## I.5.Importance économique de pomme de terre :

### I.5.1. Dans le monde :

Cultivée dans plus de 150 pays, la pomme de terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial. C'est la principale denrée alimentaire non céréalière du monde (BOUFARES, 2012). Elle vient en quatrième position après le blé, le riz et le maïs qui constituent la base de l'alimentation humaine (FAO, 2015).

En 2019, la production mondiale de pomme de terre est estimée à 370,4 millions de tonnes, peut être cultivée dans toutes les régions du monde. La surface cultivée en pomme de terre est estimée à près de 17,3 millions d'hectares en 2019 (FAOSTAT, 2021).

C'est la chine qui occupe le premier rang des pays producteurs avec une production qui atteint 91,8 millions de tonnes en 2019 (FAOSTAT, 2021).

**Tableau 6: principaux pays producteurs de la pomme de terre (FAOSTAT, 2021).**

Pays	Production (Tonne)
Chine	91, 818,950
Inde	50, 190,000
Fédération de Russie	22, 074,874
Ukraine	20, 269,190
États-Unis	19, 181,970
Allemagne	10, 602,200
Bangladesh	9, 655,082
France	8, 560,410
Pays-Bas	6, 961,230
Pologne	6, 481,620

D'après la FAO, l'Asie et l'Europe restent les deux principales régions productrices de pommes de terre du monde (l'Asie 51.2% et l'Europe 29%), elles fournissent plus de 80% de la production mondiale. La Chine est devenue le premier producteur de pomme de terre au monde et l'Inde le deuxième (FAOSTAT, 2021).

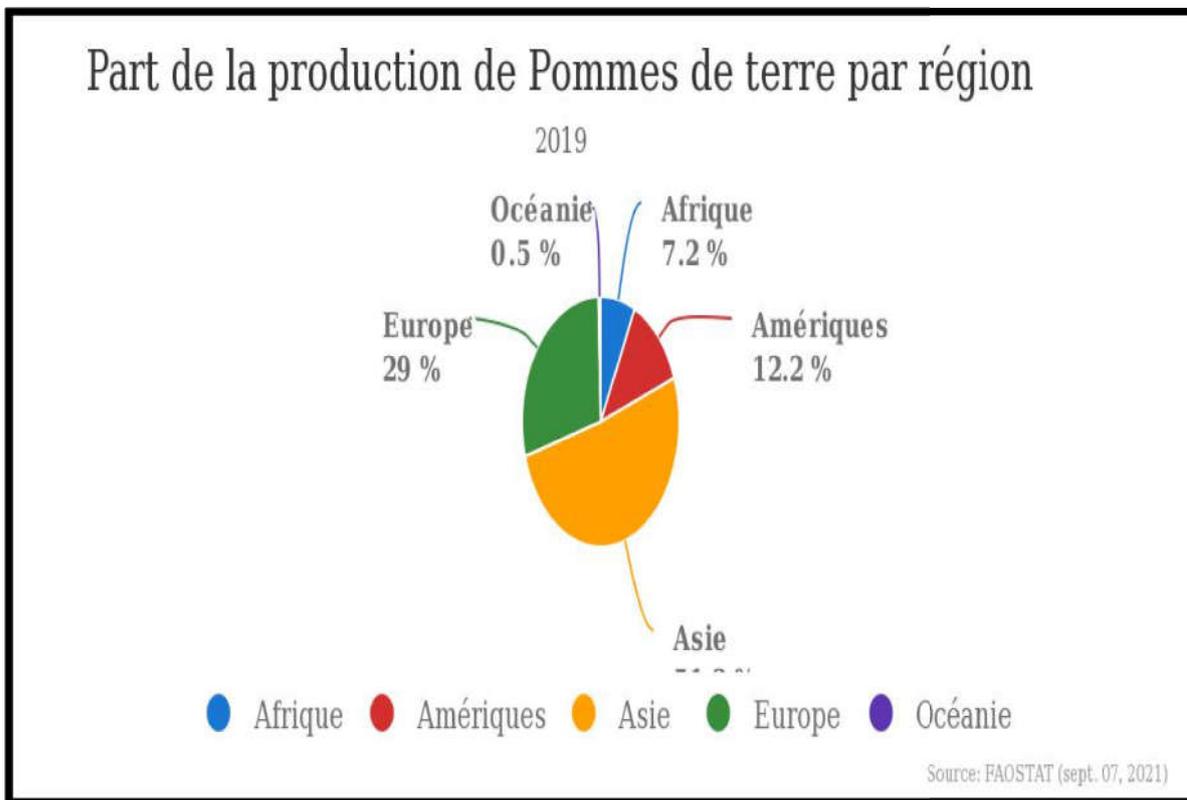


Figure 21 : production de pomme de terre par région (FAOSTAT, 2021).

Aujourd'hui, la culture de la pomme de terre prend une importance économique et géostratégique majeure car elle peut contribuer à apporter une réponse à la pénurie des denrées alimentaires dans certaines régions du monde, la pomme de terre étant la culture ayant un rendement potentiel à l'hectare (en tonnes de produit frais) le plus élevé de toutes les cultures. Elle est également utilisée dans d'autres domaines comme par exemple la chimie, la pharmacie ou la papeterie (RAKOTONINDRAINA, 2012).

### I.5.2. En Algérie :

La pomme de terre (*Solanum spp*) fait partie des cinq cultures vivrières de base les plus importantes au monde, et elle est cultivée dans un large éventail de conditions climatiques. (HOUBEN, 2017).

La culture de la pomme de terre en Algérie est particulièrement intéressante en raison de son potentiel de production, cycle relativement court et possibilité de culture pratiquement pendant toute l'année (plaines, montagnes –hauts plateaux–). Ainsi, trois principales cultures sont pratiquées dans l'année : culture d'hiver (précoce), culture de printemps (saison), culture d'automne (arrière saison) (OULD-KIAR, 2010).

Ces caractéristiques en font une culture intéressante pour l'Algérie, où la production et la consommation de pommes de terre ont considérablement augmenté au cours des trois dernières décennies (HOUBEN, 2017).

Actuellement, près de 100.000 ha en moyenne sont réservés annuellement à la production de la pomme de terre en Algérie, soit 30% de la superficie consacrée aux cultures maraîchères (TRIA, 2013).

**Tableau 7:** Evolution de la production nationale de pomme de terre entre 2009 et 2019 (FAO, 2021).

année	Production	Rendement	superficie récoltée
2009	2636057	250764	105121
2010	3300312	270526	121996
2011	3862194	292806	131903
2012	4219476	304291	138666
2013	4886538	303218	161156
2014	4673516	299247	156176
2015	4539577	296099	153313
2016	4759677	304506	156308
2017	4606402	309524	148822
2018	4653322	310916	149665
2019	5020249	318011	157864

En Algérie, 10 wilayas concentrent, à elles seules, près de 70 % des superficies et des productions de pomme de terre, (MADRP, 2018).

**Tableau 8** : Principales wilayas productrices de la pomme de terre en Algérie pour l'année 2015.

<b>Wilaya</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Production (Qtz)</b>	<b>Rendement (Qtz/ha)</b>
<b>El-oued</b>	33 000	10 890 000	330,0
<b>Ain-defla</b>	21 882	6 197 030	283,2
<b>Mostaganem</b>	13 360	3 953 620	295,9
<b>Tlemcen</b>	6 680	2 107 000	315,4
<b>Mascara</b>	12 363	3 788 000	306,4
<b>Bouira</b>	6 198	2 086 049	336,6
<b>Skikda</b>	5 385	1 421 961	264,1
<b>Relizane</b>	5 328	1 508 560	283,2
<b>Tiaret</b>	5 314	1 507 737	283,7

Source : Ministère de l'agriculture, 2018.

Malgré cette nette augmentation des rendements la production nationale n'arrive pas à satisfaire les besoins nationaux en semence de pomme de terre. Rappelons que 80% des besoins en semences proviennent de l'importation (d'un montant de 60 millions d'Euros), Signalons également que l'auto-approvisionnement en semences représenterait un taux variant entre 10 et 20% de la production locale, ce volet ne concernant que la tranche d'arrière-saison et une partie de la tranche primeur (MADR, 2010).

**Evolution de la production de semences de pommes de terre en Algérie**

**Tableau9:** Evolution de la production de semences de pommes de terre pour la période (2004-2014) (**MADRP, 2018**).

<b>Année</b>	<b>Production de semence (tonne)</b>
<b>2004</b>	106697
<b>2005</b>	105742
<b>2006</b>	84892
<b>2007</b>	98269
<b>2008</b>	112479
<b>2009</b>	120473
<b>2010</b>	217791
<b>2011</b>	222124
<b>2012</b>	306844
<b>2013</b>	335903
<b>2014</b>	318639

En Algérie, les zones les plus importantes dans la production des semences de pomme de terre sont ; Mascara, Ain- Defla, Tlemcen et Chlef (**MADRP, 2018**).

# **Chapitre II**

---

**Itinéraire technique de La  
culture de pomme de terre**

## II-1. Les techniques culturales :

La culture de la pomme de terre présente une très grande souplesse lorsqu'il s'agit de l'introduire dans la rotation, elle peut venir sur plantes sarclées ou sur céréales ou prairie à condition de prendre toutes les précautions visant à détruire les taupins et les vers blancs, la pomme de terre convient parfaitement comme tête de rotation (ITCMI, 2001).

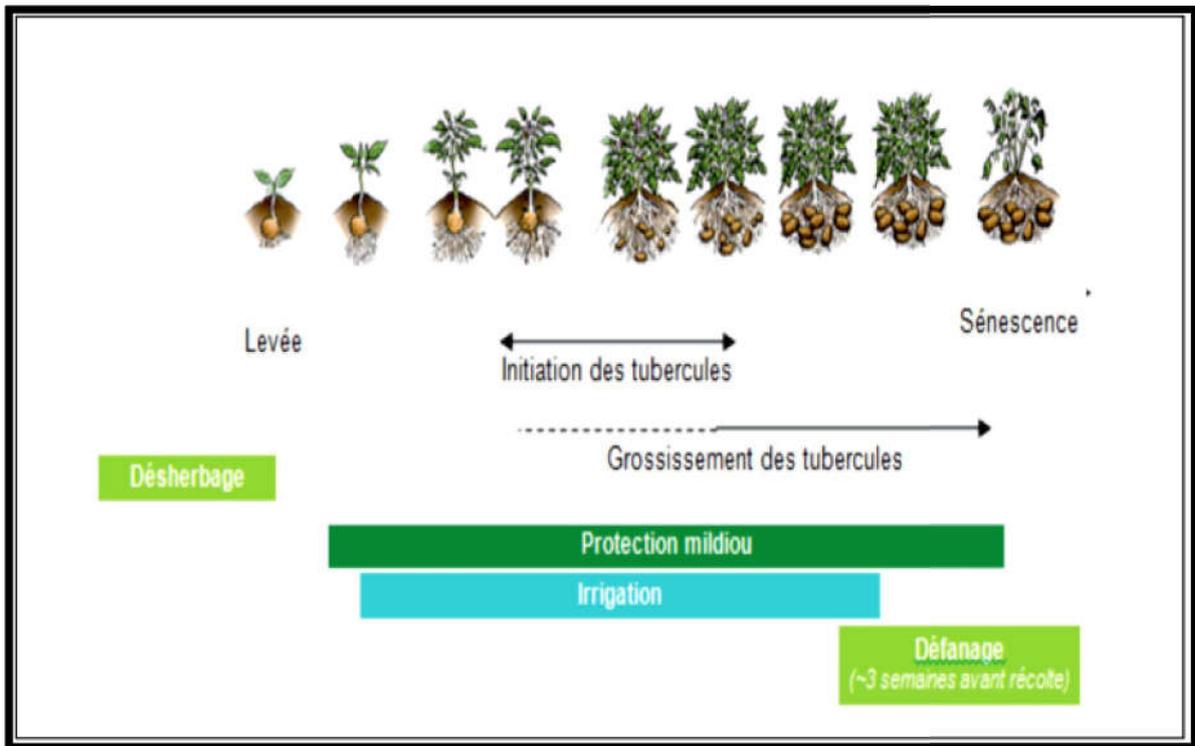


Figure : conduite de la culture de pomme de terre (Arvalis- institut du végétal, 2012).

### II.1.1.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.

Le sol doit être préparé sur une profondeur d'au moins 25 – 30 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 semences peut se faire de la façon suivante :

- Labour moyen 25 à 30 cm avec charrue.
- Epannage 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 (**CHIBANE, 1999**).

### **II.1.2. Fumure :**

La pomme de terre exige une bonne fumure d'origine organique et minéral (**ITCMI, 1994**)

**II-1.2.1 .La fumure organique** : l'approvisionnement du sol en fumure organique, doivent être exploitées par l'emploi de fumiers de bovins, ovins et de volailles, la production d'engrais vert (bersim, féverole) et l'utilisation des résidus de récoltes (paille, tiges de maïs,...)

**II-1.2.2. La fumure chimique** : doit être raisonnée à partir de la teneur en éléments fertilisants du sol et des besoins de la plante.

### **II.1.3. Préparation du plant :**

Dès réceptions des semences, ne jamais empiler les sacs; mais les disposer ouverts, debout sur un seul rang ou sur 2 rangs en triangle afin que l'aération soit le meilleur possible, dans un local bien éclairé et bien ventiler. Pour la prégermination des plants, particulièrement pour les pommes de terre d'arrière saison, la meilleure façon de l'effectuer consiste en la mise en clayettes de semences, que l'on place dans un endroit couvert, sec, éclaire, aéré et bien ventilé. (**HOUIDI et AHMADI, 2007**).

Cette méthode permet de :

- Gagner du temps à la levée.
- Hâter la végétation.
- D'augmenter la précocité d la tubérisation.

La durée de prégermination est en moyenne de 30 à 60 jours. On conseille aussi de traiter les semences de pomme de terre contre les attaques de rhizoctone par le trempage des tubercules dans une bouillie fongicide (**HOUIDI et AHMADI, 2007**).

### **II.1.5. La plantation :**

Elle doit suivre immédiatement les opérations de préparations du sol afin d'éviter le dessèchement du sol par le soleil et son tassement par les pluies. (HOUIDI et AHMADI, 2007).

#### **II-1.5.1. Epoque de plantation :**

Le temps de plantation varie considérablement d'une région à l'autre, selon les conditions météorologiques locales, le cultivar de pomme de terre et l'utilisation prévue sur le marché. Les principales parties des pommes de terre cultivées sont plantées d'avril à début juin. Certains plantent habituellement de novembre à février, tandis que d'autres le font en mars et en avril. En général, les pommes de terre doivent être plantées lorsque la température du sol est supérieure à 7 °C et inférieure à 21 °C (ANONYME, 2013).

#### **II-1.5.2. Densité de plantation :**

La densité d'une culture de pomme de terre n'est autre que le nombre de tiges/m<sup>2</sup>. Pour une bonne occupation du sol, 15-20 tiges/m<sup>2</sup> paraît optimal. Un plant de calibre 35-55 mm pré-germé produit approximativement 5 à 6 tiges principales. Généralement, on place 4 plants/m<sup>2</sup>. Avec une distance de 70 cm entre lignes et 30 cm entre plants, on a besoin de 2000 à 2500 kg de semences par hectare (CHIBANE, 1999).

#### **II-1.5.3. Profondeur de plantation :**

Les tubercules sont plantés à 5 cm de profondeur, non pas au niveau du sol avec ajout de 5 cm de terre mais bien sous le niveau du sol. Ce dernier sera nivelé après la plantation; de cette façon, le planton sera moins sujet à souffrir de la sécheresse (FRAZER, 1998).

Une plantation plus profonde peut fournir une meilleure humidité du sol, moins de tubercules verts et exposés à la surface et, à l'occasion, des tubercules plus gros et des rendements plus élevés sur le marché. Les inconvénients d'une plantation plus profonde peuvent comprendre une levée et un développement retardés des plantes, des réductions de rendement et une augmentation probable du volume de sol que les exploitants devraient soulever (ANONYME, 2013).

#### **II-1.5.4. Méthodes de plantation :**

On distingue différentes méthodes :

Plantation à la main

Plantation à la planteuse semi-automatique

Plantation à la planteuse automatique (HOUIDI et AHMADI, 2007).

#### **II.1.6. Opérations d'entretien :**

##### **II.6.1. défanage**

Le défanage consiste à éliminer en fin de culture la partie aérienne du plant de pomme de terre afin de stopper la croissance des tubercules (DELAPLACE, 2007).

Utilisé pour protéger la récolte d'un champ atteint par le mildiou ou encore pour arrêter le grossissement des tubercules. Il est effectué de 2 à 3 semaines avant la récolte. De plus, le défanage facilite la récolte des variétés plus tardives, dont le feuillage abondant viendrait ralentir les opérations de récolte (FRAZER, 1998).

Cette opération peut se faire de manière physique, manuellement ou à l'aide de machines (défanage mécanique) ou par brûlage (défanage thermique), ou bien à l'aide de produits herbicides (défanage chimique) (LAHOUEL, 2015).

**II.6.1.1. Défanage thermique :** elle s'agit d'une attaque de la végétation par une flamme à 800°C Environ et piégeage sous un carter de la bulle de vapeur chaude formée, pour accentuer l'effet de (cuisson) du feuillage (ITCMI, 2018).

**II.6.1.2. Défanage chimique :** Le défanage chimique est la méthode la plus utilisée. Les principaux produits utilisés pour le défanage chimique sont l'acide sulfurique (le Diquat, le Paraquat), ou des herbicides contenant du glufosinate d'ammonium (ITCMI, 2018).

##### **II.6.2. buttage :**

Le buttage permet d'augmenter la couche de terre meuble autour des tubercules, ce qui les protège contre le verdissement, le mildiou et la gelée tout en facilitant l'arrachage. Le moment idéal pour cette opération est à l'apparition des boutons floraux, ce stade étant aussi celui du début de la tubérisation. Plus tôt, les stolons continuent de croître et on perd l'avantage du buttage; plus tard, la maturation des tubercules est retardée. Il est déconseillé de contrôler les adventices au moyen de plusieurs buttages, car à chaque fois que l'on butte des plants en pleine croissance, les racines de surface sont coupées et la croissance est

ralentie. Si on décide tout de même de faire plus d'un buttage, le dernier sera fait au plus tard à l'apparition des boutons floraux (**FRAZER, 1998**).

### **II.6.3. binage :**

D'après **BAMOUH (1999)**, Pour une bonne production, la culture de pomme de terre demande une terre propre. L'opération consiste à prélever toutes les mauvaises herbes poussant entre les lignes avec la charrue et la sape entre les plants. Le 1er binage se fait 2 à 3 semaines après la levée, puis il est répété chaque fois qu'on irrigue. Il faut veiller à ne pas toucher le système racinaire et les tubercules nouvellement formés.

### **II.7.Irrigation :**

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante en assurant les mécanismes suivants :

- Transport des éléments minéraux
- Transport des produits photosynthétiques
- Transpiration et régulation thermique au niveau des feuilles.

En comparaison avec les autres cultures maraîchères, la pomme de terre est très sensible à la fois au déficit hydrique et à l'excès d'eau. Une courte durée de sécheresse peut affecter sérieusement la production. De même un excédant d'eau entraîne l'asphyxie des racines et la pourriture des tubercules. Une forte humidité favorise aussi le développement de mildiou. Des variations excessives de l'humidité du sol influence la qualité en provoquant la croissance secondaire des tubercules (**CHIBANE, 1999**).

#### **II.7.1. Qualité de l'eau d'irrigation**

La pomme de terre est relativement sensible à la présence des sels. L'irrigation par aspersion avec de l'eau contenant du sel peut brûler les feuilles. La présence de 4 g/l de sels totaux dans l'eau peut engendrer une réduction du rendement allant jusqu'à 50% (**YACOUBI et al., 1999**).

#### **II.7.2. Dose d'irrigation :**

La pomme de terre est une plante exigeante en eau. Les besoins en eau vont principalement avec la profondeur du système racinaire et varient selon la période de plantation. Ils se situent aux environs de 3 à 4 mm d'eau /jour avant la tubérisation et de 5 à 6mm/jour dès la

formation des tubercules. Les besoins totaux atteignent environ 455 mm (**PAVIS et PATRICE, 2003**).

### **II.7.3.Fréquence d'irrigation :**

Au cours de la germination, la quantité d'eau nécessaire est faible. Le tubercule mère doit être entouré du sol humide, mais pas mouillé. De ce stade jusqu'à la formation des tubercules (60 à 90 jours) après la plantation, l'irrigation doit être faite à un intervalle très court, 6 à 7 jours en sol léger et 12 à 15 jours en sol lourd. Les besoins en l'eau sont très élevés particulièrement au moment de la croissance foliaire et au moment de la tubérisation (**BELLABACI et CHERFOUH, 2004**).

### **II.8. lutte contre les maladies et ravageurs :**

La pomme de terre est une culture très sensible à un certain nombre de maladies ce qui nécessite d'adopter une stratégie de lutte.

Le mildiou est l'une des maladies de pomme de terre les plus redoutables, il occasionne parfois des pertes allant jusqu'à 100% (**TOUATI, 2014**).

### **II.9.Récolte :**

La récolte doit être effectuée assez tôt, lorsque les conditions climatiques sont encore propices, ce qui peut limiter par exemple les attaques de gangrène, induites lorsque les températures du sol sont trop basses (**ROUSSELLE et al., 1996**).

**II.9.1.Date de récolte :** elle doit être aussi proche que possible du défanage pour éviter au maximum la contamination des tubercules par les agents de la gale argentée, la fusariose ou le rhizoctone sous des conditions climatiques favorables (température, humidité relative, pluies...) ; elle doit néanmoins être déterminée de telle manière que la peau des tubercules ait le temps de se subériser suffisamment pour résister au maximum aux agressions de la récolte et éviter les blessures propres à favoriser l'infection secondaire par des bactéries ou des champignons. Une date de récolte très précoce est aussi recommandée dans le cas où des attaques de teignes sont à redouter (**ROUSSELLE et al., 1996**).

**II.9.2.Les méthodes de récoltes :** La récolte peut se faire de trois façons : manuelle, semi-manuelle et mécanique (**ANONYME, 2013**).

**II.9.2.1. La méthode manuelle:** est la plus simple. Il est généralement utilisé par les petits producteurs et implique l'utilisation d'un bâton de creusage pour lever les tubercules hors du sol (ANONYME, 2013).

**II.9.2.2. La méthode semi- manuelle :** C'est la méthode la plus fréquemment utilisée et implique le déplacement du feuillage à l'aide d'une herse qui nettoie le feuillage de la zone pour faciliter la récolte finale. L'élimination du feuillage doit être effectuée 24 heures avant la récolte. Une fois le feuillage enlevé, une double charrue en panneaux de moisissure est passée au centre de la colline, laissant une crête entre les deux d'origine et s'assurant que le sol ne couvre pas une partie des crêtes adjacentes. Les tubercules exposés après le premier passage sont ramassés à la main et enlevés (ANONYME, 2013).

**II.9.2.3. La méthode mécanique :** Avec cet équipement, les tubercules peuvent être collectés en vrac dans le champ ou sur une remorque circulant le long de la moissonneuse. La présence de feuillage ou une préparation inadéquate du sol peut rendre ce type de récolte plus difficile (ANONYME, 2013).

## **II.10.Séchage :**

Si les tubercules ont été récoltés humides, ils seront séchés avant stockage afin d'éviter l'apparition de pourritures. Avec une capacité de ventilation élevée (100m<sup>3</sup>/h par mètre cube de pommes de terre pour un tas en vrac), le séchage nécessite en moyenne de deux à trois jours de ventilation (DELAPLACE, 2007).

## **II.11.Conservation :**

Pour assurer une bonne conservation, seuls les tubercules non blessés sont à conserver. Puisque le tubercule est un fragment de tige vivante, il continue à vivre pendant la période de conservation. Afin de maintenir son processus de vie, il faut un bon contrôle de l'environnement ; température et humidité relative. Ces facteurs varient selon la destination du produit (CHIBANE, 1999).

### **II.11.1.Conditions idéales de conservation**

#### **II.11.1.1.Température**

Elle doit être de 2 à 4 °C pour la pomme de terre de semences, 4 à 8 °C pour la pomme de terre de consommation et une température supérieure à 8 °C pour favoriser l'accumulation des sucres réducteurs, facteur responsable de la coloration brune de pommes frites (CHIBANE, 1999).

#### **II.11.1.2. Humidité relative**

Elle est de 90 à 95% tout en évitant l'accumulation du CO<sub>2</sub> par ventilation (**CHIBANE, 1999**).

#### **II.11.2. Méthodes de conservation**

La pomme de terre est très peu stockée et conservée par les producteurs. Ceux qui pratiquent le stockage, le font de manière traditionnelle dans les cases ou sous les hangars avec des pertes élevées.

La durée de la conservation est très limitée ne dépassant que quelques semaines avec des pertes très élevées. Ainsi, les tubercules sont conservés sous l'ombre des arbres à même le sol, sous les hangars à la maison, dans les chambres et cases en banco. Une autre pratique est celle qui consiste à envelopper la pomme de terre par la paille et chaque jour un contrôle est nécessaire (**ITCMI, 2008**).

# **Chapitre III**

---

**Les techniques biotechnologiques de  
production de pomme de terre**

### **III-Les techniques biotechnologiques de production de pomme de terre:**

La pomme de terre peut être multipliée sexuellement (par de vraies semences de pomme de terre) et asexuellement (végétativement), mais généralement, dans les systèmes conventionnels, la culture de la pomme de terre est multipliée asexuellement et les tubercules de pomme de terre sont utilisés pour la multiplication. Dans les systèmes conventionnels de production de tubercules de pommes de terre, les tubercules sont susceptibles d'être infectés par différents agents pathogènes et le taux de multiplication est très faible. La mauvaise qualité des semences entraîne de faibles rendements et une mauvaise qualité des cultures de descendance. La qualité sanitaire des tubercules de pommes de terre de semence (à côté de leur état physiologique) est connue comme l'un des facteurs les plus importants influant sur le rendement de la pomme de terre (**OTROSHY, 2006**).

La pomme de terre est une culture idéale pour l'introduction de caractères utilisant la biotechnologie. La combinaison des caractères de qualité des tubercules souhaités par les consommateurs et les transformateurs avec le rendement agronomique et la résistance aux maladies préférés par les agriculteurs demeure le défi le plus important dans la sélection des pommes de terre. Heureusement, la grande diversité génétique des parents sauvages et cultivés de la pomme de terre permet l'identification, l'isolement et l'introduction relativement faciles de nouveaux gènes pour un caractère spécifique à l'aide de la biotechnologie. (**CHUNTALE, 2018**).

Cette biotechnologie consiste à l'application des cultures in vitro et de toutes les techniques qui en découlent.

Les principales méthodes de cultures in vitro se répartissent en deux groupes :

Les méthodes qui permettent de maintenir l'homogénéité génétique des plantes, c'est le cas de la micropropagation (culture de méristèmes, apex...).

Les méthodes qui entraînent des modifications du matériel génétique créant ainsi une certaine variabilité qui se traduit par l'apparition de caractères nouveaux. C'est le cas d'un passage par cal, de la fusion des protoplastes et de la transgénèse. (**KHELOUFI, 2006**).

Elles sont réparties dans ce chapitre en trois :

\* **Multiplication conforme**

\* **Multiplication non conforme**

\* **Transformation génétique**

### **III.1. Multiplication conforme**

Il s'agit d'un mode de multiplication conduisant à des individus pourvus du même stock d'information héréditaire que la plante dont ils sont issus (**NOZERAN et BANCILHON, 1972**).

#### **III.1.1. La micropropagation:**

La micropropagation est utilisée dans un but de multiplication en masse, puisqu'elle permet, en partant d'un seul individu (plant), l'obtention d'un nombre considérable de plantes génétiquement identiques à la plante mère. Les plantes reproduits ne sont pas seulement conformes mais présentent aussi une grande uniformité (**LACHACHI, 2010**).

L'application de la technique de la micropropagation des plantes ligneuses ; fruitiers, forestiers et d'ornement permet l'amélioration de leurs capacités d'enracinement notamment sur le porte greffe reconnue difficile (**SOLTENER, 2005**).

Elle est ainsi employée pour la production de pomme de terre de semence et pour la collection et la distribution du germoplasme dans le monde entier. A cette fin, des vitroplants indemnes de virus sont utilisés comme produit de départ. Les méthodes de propagation employées ont pour but de produire un grand nombre de vitroplants en un temps court (**KECHID, 2005**).

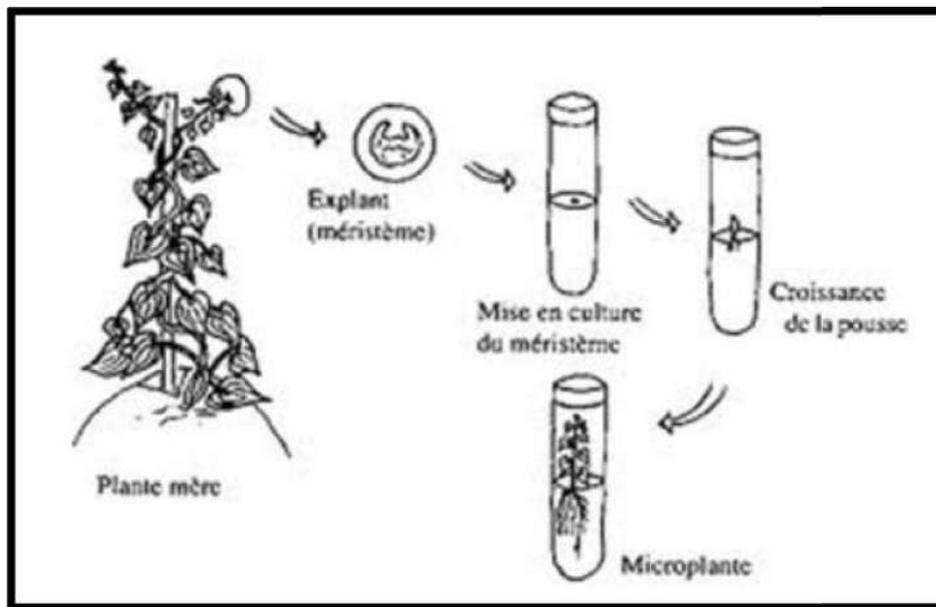
De nos jours, on accorde beaucoup d'attention aux techniques de micropropagation (culture tissulaire) pour fournir une génération de tubercules de pommes de terre de semence de haute qualité et exempts de maladies, qui peuvent ensuite être utilisés pour une propagation ultérieure. L'inclusion de techniques de culture tissulaire dans un système de pommes de terre de semence permet une plus grande souplesse dans l'établissement des calendriers, moins de tests pour l'état de santé et un taux de multiplication plus rapide (**OTROSHY, 2006**).

### III.1.2. Culture méristématiques :

Certains phytopathogènes comme les nématodes, les champignons, les bactéries et les virus peuvent être transmis vers les plants sains à partir de ceux infectés. Cependant, il a été observé que cette contamination des cellules végétales ne touche pas le tissu méristématique. Celui-ci est indemne de maladies, de cela les chercheurs ont développé la culture in vitro de méristème (KECHID, 2005)

C'est la méthode la plus généralisable et la plus sûre pour éviter l'apparition de plantes non conformes à la plante mère ou variant (SAADI, 1991).

La technique de culture du méristème est la seule méthode efficace disponible à ce jour qui élimine l'infection virale des cultivars de pommes de terre systématiquement infectés. En général, plus la taille du méristème est grande, plus les chances de survie in vitro sont grandes, tandis que, plus la taille du méristème est petite, moins les chances d'être infecté par le virus sont grandes). Bien que théoriquement il soit possible d'éliminer les virus des plants de pommes de terre à la suite d'une culture de méristème seulement, cette procédure est presque toujours combinée avec la thermothérapie et / ou la chimiothérapie pour augmenter la probabilité d'obtenir des plantes sans virus in vitro. (CHUNTALE, 2018).



**Figure 3.** Régénération des plantes à partir la culture de méristème (LACHACHI, 2010).

### **III.1.3.embryogénèse somatique :**

Consiste à obtenir à partir de certains tissus ou organes (cellules du parenchyme foliaire, tissu inflorescentiels, organes reproducteurs, embryons zygotiques immatures) une prolifération de cellules qui reproduisent presque parfaitement les phases de l'embryogénèse zygotique (**DORE et al., 2006**).

Cependant l'embryogénèse somatique est rarement utilisée chez la pomme de terre, et son utilisation est localisée surtout pour la production de semences synthétiques (**KECHID, 2005**).

### **III.1.4. L'organogénèse :**

L'organogénèse est la base fondamentale de la multiplication végétative, laquelle s'appuie toujours sur la formation de méristèmes nouveaux. En partant d'un explant, on aboutit à la formation d'un nouvel individu par l'élaboration de bourgeons (caulogénèse) et de racine (rhizogénèse) (**GHOMARI, 2017**).

#### **III.1.4.1. La caulogénèse :**

La caulogénèse désigne à la fois l'initiation et le développement des bourgeons terminaux, axillaires, adventifs ou néoformés sur un cal. Les bourgeons terminaux dérivent de la gemmule de l'embryon. Les bourgeons axillaires sont produits généralement par les deux ou trois assises cellulaires superficielles de la tige. Les bourgeons adventifs sont formés à partir d'organes différenciés de la plante (entre nœuds, tubercules, racines). Ils peuvent avoir pour origine des massifs cellulaires restés méristématiques ou bien provenir d'une différenciation de certaines cellules (**LACHACHI, 2010**).

Les bourgeons néoformés in vitro peuvent apparaître sur l'explant initial ou sur un cal, ils peuvent être considérés comme un cas particulier de bourgeons adventifs. Ils sont induits sur tout type d'organe ou de tissu y compris sur ceux qui ne les produisent pas dans les conditions naturelles (**LACHACHI, 2010**).

#### **III.1.4.2. La rhizogénèse :**

La rhizogénèse désigne la néoformation et la croissance de racines. Les méristèmes de racines se répartissent en plusieurs catégories selon leurs origines. En culture in vitro, de fortes concentrations en auxines accompagnées ou non à de faibles

concentrations en cytokinines, nous permettent d'obtenir l'enracinement des tiges feuillées. La rhizogenèse est un phénomène complexe, il comporte différentes phases : la dédifférenciation, formation d'amas de cellules méristématiques, différenciation et organisation des amas méristématiques en primordium racinaire qui se développeront en jeunes racines (GHOMARI, 2017).

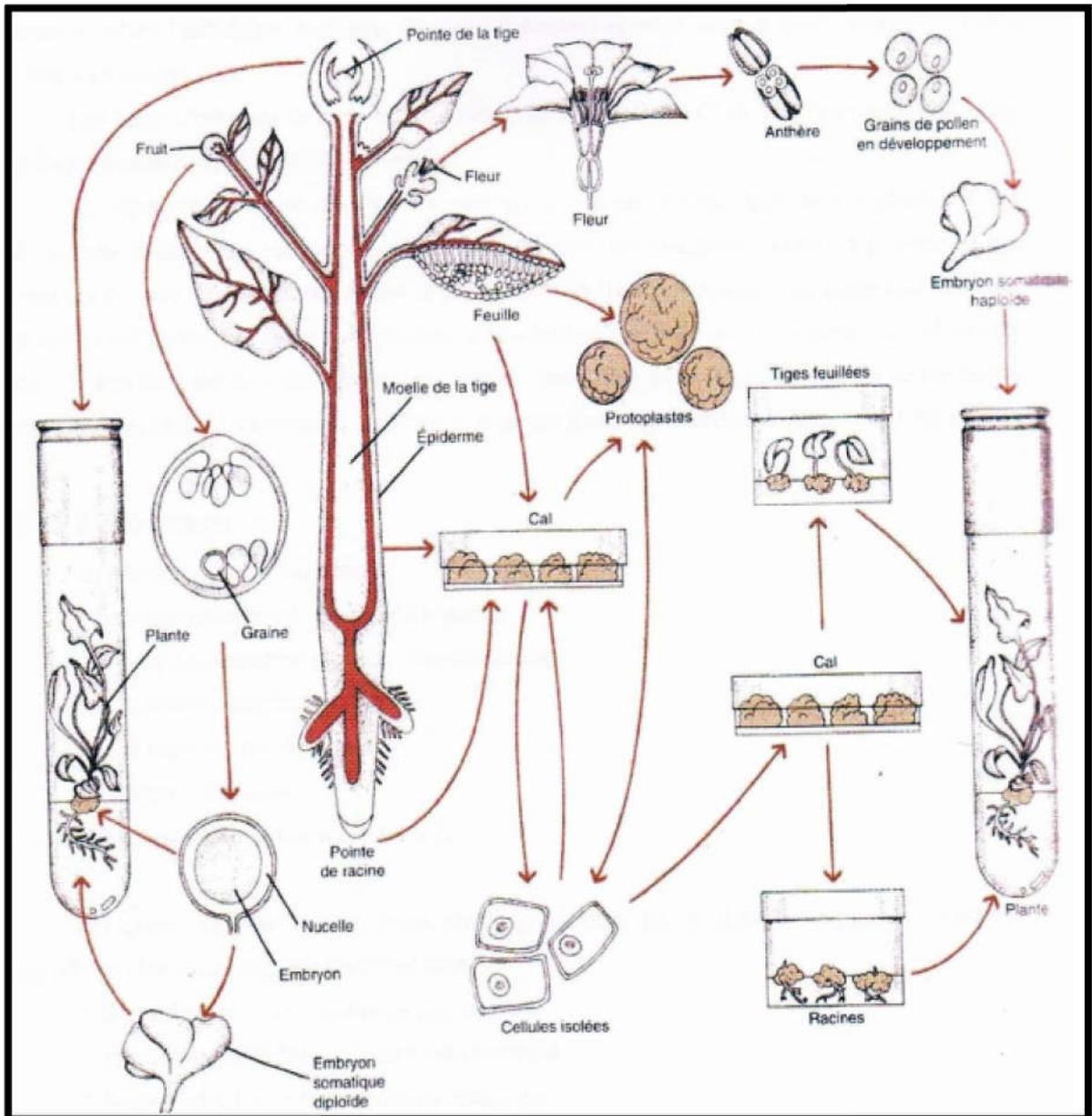


Figure 7 : voies de la culture in vitro (RVEN et al., 2000).

### **III.2. Multiplication non conforme :**

Ce procédé utilise un matériel végétal peu régulé et le place en conditions déstabilisants les signaux ; on voit alors apparaître une variabilité importante (**DEMARLY, 1985**).

#### **III.2.1.Culture haploïde :**

L'androgenèse et la gynogenèse sont des techniques dans lesquelles les gamétophytes sont cultivés in vitro dans le but d'obtenir des cellules/plantes haploïdes. Les explants dans l'androgenèse sont de jeunes anthères ou du pollen excisé des boutons floraux. Dans la gynogenèse, les explants sont des ovules. On s'attend à ce que les cellules, tissus, embryons ou plantes entières obtenus à partir d'andro- et de gynogenèse soient haploïdes, ce qui n'est pas toujours le cas. Dans des espèces comme la pomme de terre avec des barrières de reproduction proéminentes, l'androgenèse et la gynogenèse sont des techniques très précieuses (**VINTERHALTER, 2008**).

#### **III.2.2.Variation somaclonale :**

LARKIN et SCOWCROFT (1981) ont montré, à l'issue d'un travail de recherche, qu'il pouvait être très intéressant d'exploiter la variabilité génétique induite par certaines cultures in vitro, dans le but de création variétale. Ils s'appuyaient sur quelques exemples modèles comme celui de la pomme de terre et de la canne à sucre où ils ont contribué à faire adopter le terme de variation somaclonale, désignant toute variation génétique induite par le seul fait de cultiver des tissus, des cellules, ou des organes qui ont pour objectif l'établissement de cellules dédifférenciées sous des conditions de cultures in vitro définies (**KECHID,2015**).

D'après **NOWBUTH ET AL., (2005)** on appelle variation somaclonale des modifications du phénotype des plantes qui apparaissent le plus souvent lors de la régénération de nouvelles plantules à partir de tissus déjà différenciés.

Snyder et Belknap (1993) ; ont observé que les plantes de pomme de terre régénérées présentent un faible niveau de variation somaclonale comparée avec celles dérivées des protoplastes (**KECHID, 2015**).

### **III.3. Transformation génétique**

#### **III.3.1. Transfert des gènes :**

Les scientifiques ont appris à déplacer les gènes d'un organisme à un autre. C'est ce qu'on appelle la modification génétique (GM), le génie génétique (GE) ou l'amélioration génétique (GI). Peu importe le nom, le processus permet le transfert de caractéristiques utiles (comme la résistance à une maladie) dans une plante, un animal ou un micro-organisme en insérant des gènes (ADN) d'un autre organisme. Pratiquement toutes les cultures améliorées avec l'ADN transféré (souvent appelé cultures GM ou OGM) à ce jour ont été développées pour aider les agriculteurs à augmenter leur productivité en réduisant les dommages causés aux cultures par les mauvaises herbes, les maladies ou les insectes (**CHUNTALE, 2018**).

La pomme de terre a été l'une des premières plantes cultivées où les plantes ont été régénérées avec succès. Grâce à la technologie des gènes recombinants, les gènes d'intérêt se substituent à la cogenère et de nouveaux caractères ont été introduits dans les cultivars de pommes de terre. Pour presque tous les plants de pommes de terre transgéniques développés aujourd'hui, la résistance à la kanamycine a été utilisée comme gène marqueur de sélection pour la sélection des événements transformés. Différents protocoles de transformation ont été développés en utilisant d'autres marqueurs sélectionnables ou organes de pomme de terre (**CHUNTALE, 2018**).

#### **III.3.2. Culture et Fusion de protoplastes :**

##### **III.3.2.1. Culture de protoplastes :**

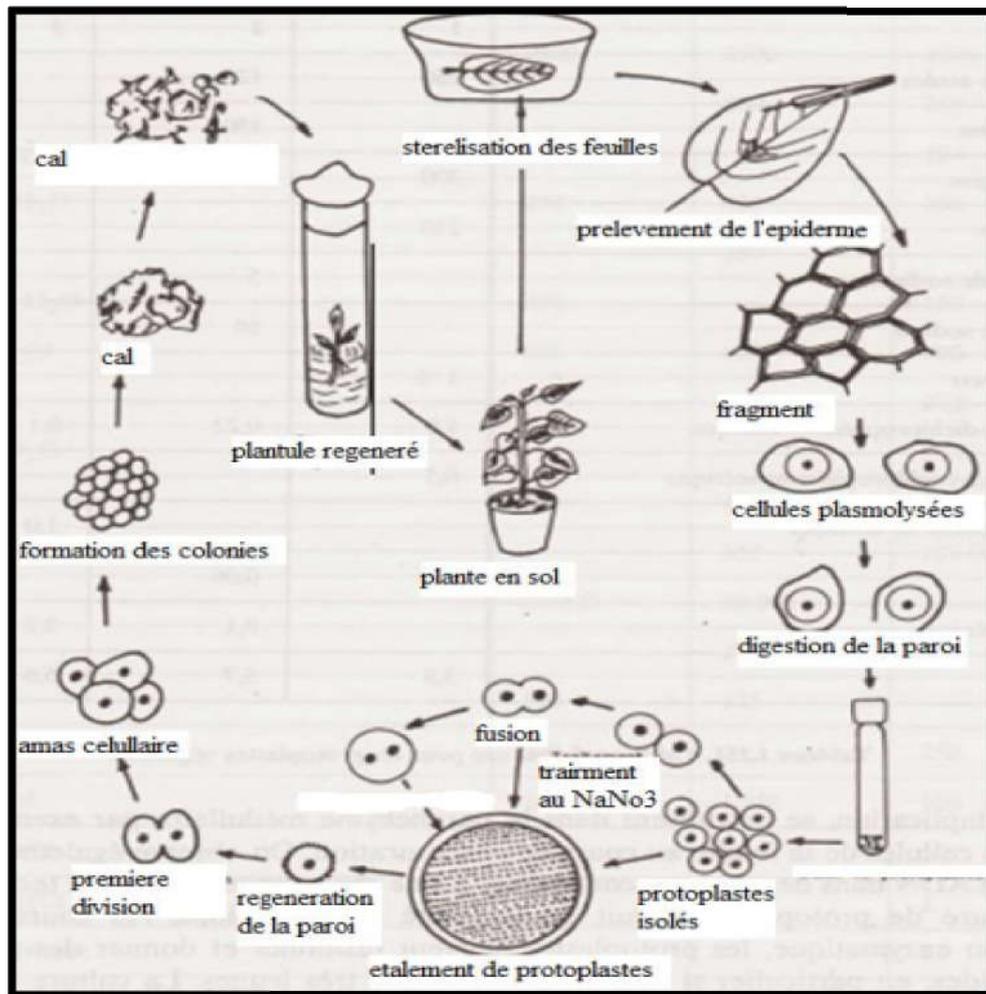
La technologie de protoplastes a surtout mis l'accent sur la génération d'hybrides interspécifiques entre des espèces sauvages et cultivées qui ne peuvent pas être produites par hybridation conventionnelle. Dans la culture de pommes de terre, les espèces sauvages de *Solanum* sont couramment utilisées pour introduire des caractères souhaitables aux génotypes commerciaux (**MORAIS et al., 2018**).

Les plants de pommes de terre peuvent être régénérés à partir de cellules sans parois (ou protoplastes). Ceci est très important pour la manipulation directe du génome par mutation, fusion ou transformation, où le but, pour obtenir des plantes dans lesquelles toutes les

cellules contiennent le génotype modifié peut être réalisé de la manière la plus satisfaisante par la régénération à partir de cellules individuelles (KARP et al., 1987).

### III.3.2.2. Fusion de protoplastes :

La libération des protoplastes de leurs parois cellulaires rigides les rend aptes à la fusion. Avec la capacité de régénérer des plantes à partir de ces protoplastes, cela offre une opportunité unique pour la production d'hybrides somatiques. L'attrait de la procédure est triple : (1) elle offre d'étendre la possibilité de formation hybride à des formes largement indépendantes incapables d'interagir sexuellement;(2) elle offre un moyen asexué d'effectuer le transfert de gène soit de génomes entiers. Ou de génomes partiels ;(3) les traits peuvent être transférés sans qu'il soit nécessaire de connaître en détail leur base génétique précise (KARP et al., 1987).



**Figure14. :** Schéma de l'isolement, de la fusion et de la culture de protoplastes (LACHACHI, 2010).

### **III.3.3. Hybridation interspécifique**

Diverses solutions (fécondation in vitro en cas d'incompatibilité de pollen étranger et de la fleur femelle à féconder, sauvetage d'embryon in vitro en cas d'avortement après fécondation in situ) impliquant l'utilisation de la culture in vitro, rendent possible des hybridations entre des espèces réputées incompatibles en conditions naturelles (**KECHID, 2005**).

La voie des hybridations interspécifiques se développe cependant très fortement, apportant des résistances, des précocités, des stérilités mâles, des développements d'embryons haploïdes, etc. Néanmoins, ce type d'hybridations est toujours limité au cortège d'espèces proches, ou de genres ayant de très grandes affinités entre eux : raphanus (radis), brassica (chou) par exemple (**DEMARLY, 1996**).

Chez la pomme de terre des plantes hybrides entre *Solanum tuberosum* et *S. brevidens* ont été obtenues à l'Université de Wisconsin (U.S.A.) par HELGESON et al (1988). Le but était de transférer chez la pomme de terre la résistance au virus de l'enroulement des feuilles à partir d'une espèce sauvage : *S. brevidens*. La résistance a effectivement été transférée chez les hybrides, et curieusement une nouvelle variabilité s'est exprimée par l'apparition de résistances à d'autres maladies (**KECHID, 2005**).

L'utilisation des outils de la biotechnologie telle que la culture de tissu in vitro permettent :

- La sélection de plantes résistantes ou tolérantes à certains facteurs de l'environnement : sécheresse, salinité et aux attaques parasitaires
- L'amélioration qualitative et quantitative des graines (teneur en protéines et nature des acides aminés) (**KHELOUFI, 2006**).

# **Chapitre IV**

---

**Production des plants de pomme de terre**

## **IV. Production des plants de pomme de terre**

### **IV.1. La sélection :**

Est un ensemble de procédure et technique qui ont pour l'objet l'ajustement génétique des plantes aux besoins de l'homme et aux conditions agro – écologique. Elle découle de la recherche constante d'une amélioration de la production agricole pour satisfaire les besoins difficilement conciliables des principaux utilisateurs : les producteurs, les consommateurs et les spécialistes de l'agro – industrie (**BEYE et SIKA, 2015**).

### **IV.2-Objectifs de la sélection de pomme de terre :**

L'objectif de tous les programmes de sélection de pommes de terre a été de fournir aux producteurs et à l'industrie des pommes de terre des variétés améliorées qui rendent leur tâche plus facile ou plus rentable (**HARRIS, 2012**).

**IV.2.1. Sélection pour les caractères agronomiques, le rendement et la morphologie des tubercules :** Certains des caractères considérés spécifiquement dans cette catégorie sont donnés au tableau suivant.

**Tableau 10 :** certains caractères généralement pris en compte dans les programmes de sélection (**HARRIS, 2012**).

<b>Agronomie et rendement</b>	Taux de gonflement, tolérance à la chaleur, rendement commercialisable, maturité, nombre de tubercules, taille et distribution des tubercules, rendement des tubercules
<b>Morphologie des tubercules</b>	Profondeur des yeux, couleur de la chair, fissures de croissance, cœur creux, régularité, croissance secondaire, forme, couleur de la peau
<b>(3) Qualité</b>	Noircissement après cuisson, matière sèche, brunissement enzymique, teneur en glycoalkaloïdes, réduction de la teneur en sucre, affaissement, caractéristiques de stockage, goût, texture
<b>(4) Résistances</b>	<b>-Résistance aux maladies :</b> Pourriture molle bactérienne et jambe noire, gale noire, gale commune, pourriture sèche, brûlure hâtive, gangrène, mildiou (feuillage et tubercule), gale poudreuse, gale, flétrissement verticillien, virus (PVX, PVY, PLRV, etc.), verrue

	<p><b>-Résistance aux ravageurs :</b> pucerons, doryphore, nématodes à kyste (G. rostochiensis, G. pallida), nématodes à noeuds radiculaires.</p> <p><b>-Dommages mécaniques :</b> craquement fragile, résistance aux contusions, éraflures Divers : herbicides, tache interne de rouille, dommages causés par le vent.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### **IV.2.2. Sélection pour la qualité de tubercules de pomme de terre**

Les pommes de terre sont vendues pour le marché frais (pour la cuisson,) ou transformées (croustilles, congelées, amidon, alcool). Les normes de qualité diffèrent selon le produit ou l'utilisation finale L'entreposage à long terme est un aspect important de la commercialisation des pommes de terre pour la transformation des croustilles La teneur en sucre réducteur du tubercule doit être faible pour éviter le brunissement des croustilles (caramélisation) pendant la préparation (ACQUAAH, 2012).

#### **IV.2.3. Sélection pour les résistances**

**IV.2.3.1-maladies et ravageurs :**La pomme de terre ne fait pas exception aux autres plantes cultivées qui souffrent d'attaques par de nombreux ravageurs et maladies. Néanmoins, la sélection pour la résistance offre potentiellement l'approche la plus économique, à long terme, et en outre la plus respectueuse de l'environnement pour contrôler les effets des ravageurs et des maladies sur les plantes cultivées (HARRIS, 2012).

**IV.2.3.2-Dommages mécaniques :** le verdissement, les maladies et les dommages du tubercule, éléments importants de la qualité. Ce sont les caractères qui affectent d'abord le choix d'acheter ou non. Non seulement l'absence de dommages, tant externes qu'internes (ecchymoses ou taches noires), est importante pour le consommateur domestique, mais aussi pour le transformateur (HARRIS, 2012).

#### **IV.2.4. Combiner des caractères pour produire des variétés commerciales**

Il est clair que tous les caractères ne peuvent pas être considérés en même temps ou avec une priorité égale ; néanmoins l'éleveur doit toujours choisir entre des clones avec un tableau d'avantages et d'inconvénients différents. Il est clair que l'éleveur peut

sélectionner quelques caractères à un stade particulier et en ignorer d'autres jusqu'à une génération clonale ultérieure. Parfois, cela est inévitable en raison du nombre de tubercules disponibles, ou l'expression du caractère nécessite une taille minimale de parcelle particulière, etc (**HARRIS, 2012**).

### **IV.3. Les méthodes classiques de sélection de la plante de pomme de terre :**

En pratique, un éleveur suit rarement un seul système de sélection spécifique, mais utilise généralement une synthèse de divers systèmes (**BEUKEMA H.P et VAN DER ZAAG D.E, 1990**).

#### **IV.3.1. la Méthode généalogique :**

A partir du choix d'individus dans la population F2 à forte variance, la méthode la plus classique est une étude des descendance en autofécondation en suivant la filiation généalogique de chaque plante, d'où le nom de méthode pedigree ou sélection généalogique (**DEMARLY et SIBI ., 1996**).

Il s'agit d'une méthode qui vise à incorporer un grand nombre de gènes désirés dans un seul clone par le processus d'une succession de croisements entre parents (**BEUKEMA et VAN DER ZAAG., 1990**).

Les plantes F2 donnent donc une descendance sous forme d'une ligne F3. On dit qu'on fait un semis «épi-ligne», c'est-à-dire qu'un épi F2 donne une ligne F3, où chaque individu a hérité statistiquement de la moitié de F hétérozygotie de la plante F2 d'où il provient. Et le processus se poursuit jusqu'en F8, F9, F 10.....

La méthode généalogique est donc «douce» et progressive : à chaque génération, un choix affine la progression vers un idéotype ; à chaque génération, on fait un pas vers une plus grande homozygotie, donc une plus grande stabilité et une meilleure homogénéité des descendants (**DEMARLY et SIBI, 1996**).

#### **IV.3.2. Rétrocroisements :**

Cette méthode est utilisée lorsqu'une certaine caractéristique d'une variété donneuse non adaptée doit être incorporée dans des variétés adaptées. Le rétrocroisement est répété jusqu'à ce que les caractéristiques de la variété adaptée aient été récupérées avec l'ajout

des gènes spécifiques du donneur. La variété n'est généralement pas la même que celle des parents qui traversent la frontière (**BEUKEMA et VAN DER ZAAG, 1990**).

La méthode de rétrocroisement est généralement utilisée après hybridation à distance, c'est-à-dire lorsque les croisements sont réalisés entre des espèces cultivées et sauvages dans le but de transférer un caractère spécifique comme la résistance au gel (**NGANGA et SHIDELER, 1982**).

#### **IV.3.3. Test de progéniture :**

La première étape de ce système consiste à identifier les parents appropriés en fonction de la performance moyenne de toutes les progénitures d'un clone donné (capacité de combinaison spécifique) par rapport à la performance moyenne de toutes les progénitures de tous les clones (capacité générale de combinaison). L'information est utile pour produire des descendants plus gros d'une combinaison croisée spécifique ainsi que pour sélectionner des lignées parentales potentielles pour de futurs programmes de reproduction. Les tests de descendance sont particulièrement adaptés aux caractères à patrimoine complexe où l'environnement exerce son influence sur les génotypes par ex. le rendement (**NGANGA et SHIDELER., 1982**).

#### **IV.3.4. Sélection récurrente :**

Cette méthode est utilisée pour augmenter l'intensité des caractéristiques héritées quantitativement par les systèmes polygéniques. Une population variable est créée et des sélections sont faites pour le caractère désiré. Les clones sélectionnés sont ensuite croisés pour générer une base pour le prochain cycle de sélection. Cette procédure est répétée pendant plusieurs cycles. Utiliser pour préserver la diversité génétique (**BEUKEMA et VAN DER ZAAG., 1990**).

Par exemple, cette méthode est particulièrement appropriée pour intensifier le niveau de résistance du champ au mildiou de la pomme de terre (**NGANGA et SHIDELER., 1982**).

#### **VI.4. Production des plants de pomme de terre en Algérie**

L'objectif de la production de semences est de générations saines et identiques sans passer par la graine. La pratique de production repose sur deux voies :

La méthode classique : sélection conservatrice ou sanitaire (sélection généalogique). et la méthode de culture in vitro (**TOUATI, 2014**).

La figure suivante résume les différentes étapes de production de plants de pomme de terre, passant par la en méthodes biotechnologique et arrivant à la multiplication en plein champs.

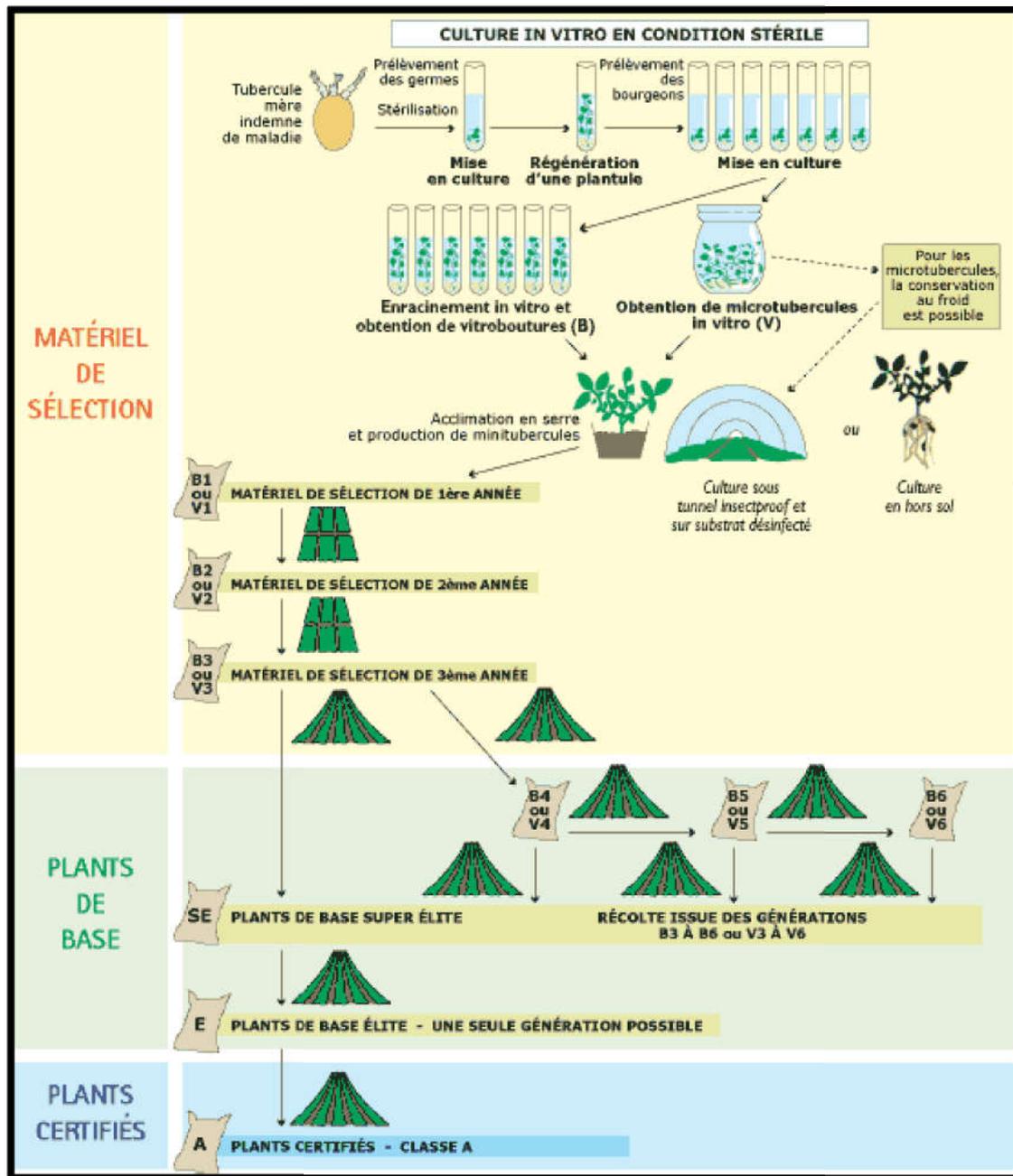
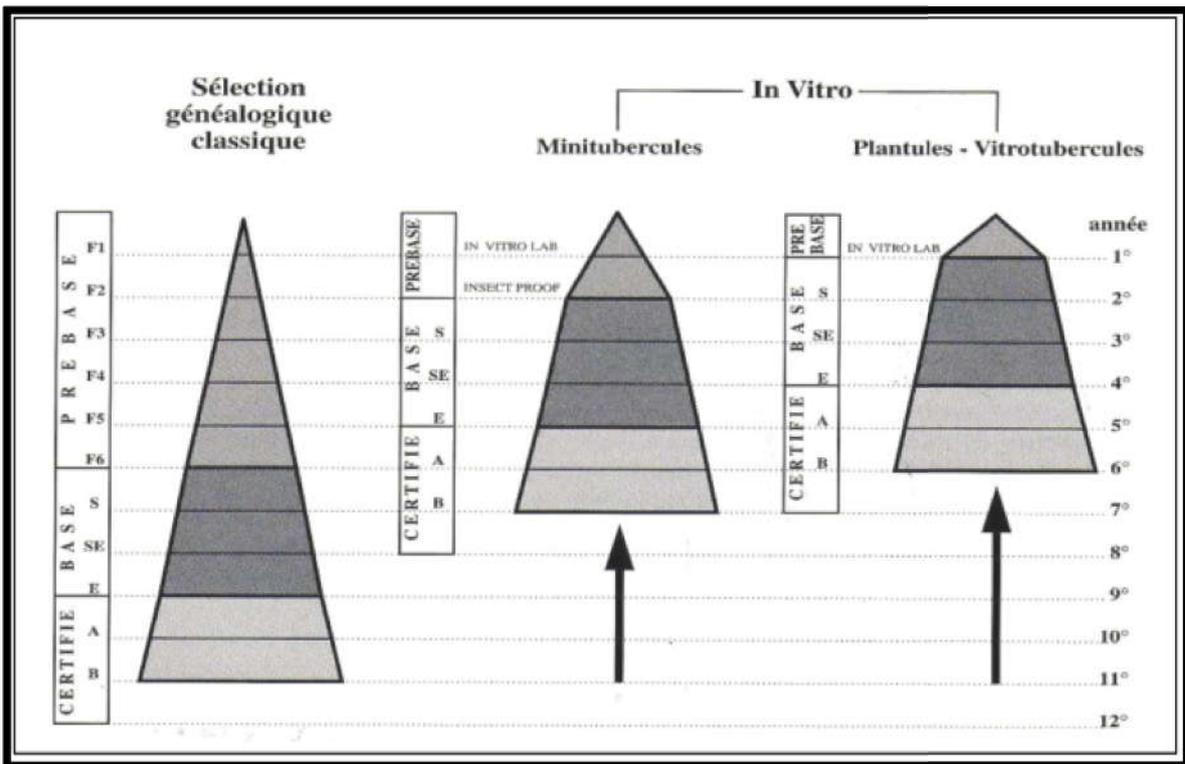


Figure : Etapes de production de semence de pomme de terre (CORRINGAN et TRILLION., 2005).



**Figure :** Schéma comparatif de production de plant de pomme de terre : classique et in vitro-culture (ROLOT, et SEUTIN., 1997).

#### IV.5-Organisation de la production et certification des plants

La production et la certification des plants de pomme de terre sont organisées en application des dispositions du règlement technique général de la production, du control et de la certification des semences et plants et du présent règlement technique annexe spécifique. La certification des plants de pomme de terre est l'aboutissement d'un processus de contrôle permettant au service officiel de s'assurer que les plants qui lui sont présentés possèdent un minimum de pureté variétale, un bon état physiologique et sanitaire et une bonne qualité des plants. La production, le contrôle et la certification des plants de pomme de terre sont régis par l'arrêté ministériel n°250 du 03octobre 1995 (CNCC, 1995).

##### IV.5.1.Organisation de la production

###### IV.5.1.1. Système de production

La production des plants de pomme de terre est fondée sur la sélection généalogique conservatrice. Le point de départ de la multiplication est un tubercule reconnu sain ainsi

que la plante ou les boutures qui en sont issues. L'ensemble constitue la famille F0, B0, G0 ; les descendance successives de chaque G0, F0 ou B0, constituent la famille de 1<sup>ère</sup> année G1, F1, B1 et ainsi de suite jusqu'à la 3<sup>ème</sup> génération. Dès l'année F0 et tant qu'elle est susceptible d'être classée en plants de base, chaque famille est identifiée et inscrite sur un registre établi selon les instructions du CNCC (CNCC, 2017).

#### **IV.5.1.2. Conditions de production et catégories de plants :**

##### **IV.5.1.2.1. Conditions :**

L'absence de virus et une autre maladie particulière est vérifiée sur chaque tubercule de départ (F0 ou B0) en utilisant une méthode appropriée selon un protocole arrêté par le CNCC dans un laboratoire agréé par celui-ci (CNCC, 2001).

##### **IV.5.1.2.2. Catégories:**

Les catégories de plants susceptibles de recevoir des certificats sont définies ci-après:

**IV.5.1.2.2.1. Plants de pré base :** Récolte issue du matériel de sélection F0 à F3 ;

**IV.5.1.2.2.2. Plants de base :** la Super Elite, SE (récolte issue de matériel F3) et l'Elite, E (récolte issue en une seule génération de la catégorie Super Elite) ;

**IV.5.1.2.2.3. Plants certifiés :** la classe A (Récolte issue directement de plants de base) et la classe B (récolte issue des plants de classe A ou des déclassements éventuels des plants de base) (CNCC, 2001).

#### **IV.5.3. Règles et normes de culture :**

En Algérie les règles de culture de la pomme de terre destinées à la production de semences sont définies par le CNCC (2001) selon les points suivants :

**IV.5.3.1- Etat sanitaire :** Le champ de production doit être exempt de parasites graves, comme les nématodes nuisibles en particulier, *Globodera* (ou *Hétérodera*) et *Pallida* (CNCC, 2001).

**IV.5.3.2- Superficie minimale :** La superficie minimale d'une parcelle de multiplication présentée au contrôle ne peut être inférieure à :

- 50 ares pour la production Super Elite (SE) ;
- 1 ha pour les productions de classe Elite (E), classe A et classe B (CNCC, 2001).

**IV.5.3. 3- Nombre de variétés à multiplier :** Pour les plants de base et certifiés, il n'est autorisé que la multiplication d'une seule variété de même couleur par agriculteur/multiplicateur (CNCC,2001).

**IV.5.3.4- Isolement :** La réglementation algérienne stipule (CNCC, 2001) :

- Les parcelles destinées à accueillir le matériel de pré-base, d'une ou plusieurs variétés doivent être isolées d'au moins 50m de toute autre culture de pomme de terre.
- Les parcelles destinées à la production de plants de base sont isolées d'au moins 10 m de toute autre culture de pomme de terre.
- Les parcelles destinées à la production de plants certifiés sont isolées d'au moins 10m de toute autre culture de pomme de terre de consommation.
- Les parcelles de multiplication de variétés différentes sont séparées entre elles par au moins 2 rangs vides.
- Lorsque la présence de repousses est constatée dans l'intervalle de séparation, celles-ci sont considérées comme non isolées.

Dans le cas où la parcelle de production de plants de base ou de plants certifiés sont voisines d'une autre parcelle qui, au cours de la végétation présente des dangers de contamination, cette dernière devra être épurée sur une bande contiguë d'une largeur minimale de 10 m.

**IV.5.3. 5-Rotation :** La rotation des cultures est une condition obligatoire. Sauf cas exceptionnel, la règle minimum est :

- D'une année sur deux pour les classes E, A et B ;
- De trois ans pour les classes SE (CNCC, 2001).

**IV.5.3. 6- Pancartage :** Les cultures sont signalées, dès le début de la végétation, par une pancarte mentionnant le nom de l'établissement producteur, le nom de l'agriculteur– multiplicateur, le nom de la variété et le numéro d'identification de la parcelle de multiplication (CNCC, 2001).

**IV.5.3. 7- Epuration variétale et sanitaire :** L'épuration est obligatoire depuis le début de la végétation jusqu'au début de jaunissement des feuilles (début maturité). Elle consiste en l'arrachage des pieds étrangers et non conformes à la variété, des pieds chétifs, des

repousses et des pieds atteints de maladies à virus dès l'apparition des symptômes, des pieds atteints de jambe noire, de rhizoctone grave et de verticilliose. L'arrachage doit être complet et aucun tubercule ne doit rester en terre. Les fanes, comme les tubercules, sont obligatoirement évacués du champ et détruits (CNCC, 2001).

**VI.5.3.8. Etat cultural :** La parcelle de multiplication doit être convenablement conduite (préparation du sol, buttage, fertilisation, traitements ...). Les disponibilités de ressources hydriques et les possibilités d'irrigation doivent constituer un critère déterminant dans le choix des multiplicateurs et des parcelles de multiplication. L'état cultural de la parcelle de multiplication doit permettre d'assurer correctement les notations. Le mauvais état cultural d'un champ, notamment présence de mauvaises herbes, attaques de mildiou, d'alternariose, d'insectes, peut entraîner le refus ou le déclassement (CNCC, 2001).

**VI.5.3.9. Défanage :** Le défanage peut être prescrit par le CNCC qui déterminera les dates limites par zone de production (CNCC, 2001).

#### **IV.5.4. Conservation des plants**

##### **IV.5.4.1. Conditions générales**

Elles doivent permettre :

- De limiter les pertes dues à la respiration, à la germination et à certaines maladies des tubercules.
- D'éviter des mélanges.
- De maîtriser les phénomènes de la germination et de l'incubation.

Les locaux de conservation, les équipements de triages et de calibrage, les emballages de service et de stockage sont désinfectés avant chaque campagne, et en cours de campagne lorsqu'ils ont été en contact avec un lot porteur de germes susceptibles de transmettre les maladies du tubercule.

Les lots des plants sont séparés et identifiés avant et après conditionnement. Cette mesure peut être levée à titre exceptionnel par le CNCC pour les plants certifiés, à condition qu'ils soient issus des plants mères de même origine et pour les établissements qui n'ont pas encore les capacités suffisantes pour le stockage en lots séparés.

Les emballages destinés au conditionnement définitif doivent être conçus pour assurer le

transport et la conservation dans de bonnes conditions. Le CNCC peut interdire les emballages qui ne répondent pas à cette exigence (TOUATI Z, 2014).

#### **IV.5.4.2. Conditions applicables aux différents types de locaux :**

##### **IV.5.4.2.1. Locaux ordinaires : Caves...**

Les conditions de stockage doivent permettre le maintien des qualités physiologique et sanitaire des plants et la durée de leur stockage doit être limitée dans le temps. Les locaux doivent permettre :

- Une protection contre les fortes températures;
- Une aération importante;
- La désinfection du sol et des parois;
- La protection contre les attaques de teigne (aérations protégées à l'aide de moustiquaires)

(TOUATI, 2014).

##### **IV.5.4.2.2. Magasins à réfrigération artificielle :**

Les entrepôts frigorifiques doivent être correctement équipés notamment en ce qui concerne les appareils de mesure des conditions ambiantes (température, hygrométrie).

Les plants stockés sont maintenus à une température ne permettant pas la germination, à partir du moment où elle est susceptible de se manifester (2-4 °C) (TOUATI, 2014).

##### **IV.5.4.2.1.3. Traitement :**

Tout traitement au moyen de produits inhibant la germination est **strictement interdit**. Les plants conservés en caves doivent subir au préalable un traitement anti teigne qu'il convient de répéter autant de fois que nécessaire. Tout traitement chimique effectué est mentionné par l'établissement sur l'emballage ou sur l'étiquette officielle (TOUATI, 2014).

#### **IV.5.5. Contrôle des cultures et des lots :**

##### **IV.5.5.1. Contrôles de cultures :**

##### **IV.5.5.1.1. Déclaration des cultures :**

Chaque campagne, les établissements producteurs admis au contrôle, doivent parvenir au CNCC, dans les quinze (15) jours qui suivent les plantations, les déclarations de culture sur des formulaires délivrés à cet effet. Les dates limites sont fixées comme suit :

- 15 Février : Zones littorales - Sublittorales.
- 15 Mars : Plaines intérieures.
- 15 Mai : Hauts plateaux
- 30 Août : Pour les cultures de multiplication d'arrière-saison (TOUATI, 2014).

#### **IV.5.5.1.2. Notations au champ :**

Tout au long de la végétation, les champs de production de matériel de départ, de plants de pré base, de plants de base et de plants certifiés, sont placés sous la surveillance d'un technicien. Les notations et observations sont enregistrées sur une fiche de notation.

(TOUATI, 2014).

##### ➤ **Matériel F0 à F3 :**

Il est placé sous la responsabilité des agents spécialisés de l'établissement et agréés par le CNCC. Ils sont chargés de surveiller notamment les travaux de préparation du sol, d'entretien, de traitement et de procéder aux épurations et aux prélèvements de feuillage en vue de la réalisation de tests de détection de maladie à virus (TOUATI, 2014).

##### ➤ **Plants de base et plants certifiés :**

Les cultures pour la production de plants super Elite font l'objet de trois visites de notation. La troisième étant effectuée dans les trois semaines précédant le défanage ou la récolte. Les cultures productrices de plants de base de classe Elite et de plants certifiés ne font l'objet que de deux visites de notation.

L'évaluation des maladies cryptogamiques et bactériennes, des pieds étrangers ou non conformes à la variété, s'effectue par des comptages. Ceux-ci sont effectués au hasard dans la parcelle, en nombre proportionnel à la superficie. Ils ne doivent jamais être inférieurs à quatre. Chaque comptage porte sur 100 pieds (TOUATI, 2014).

#### **IV.5.5.1.3. Normes d'acceptation au champ :**

Les cultures sont acceptées provisoirement lorsqu'à l'issue des notations, elles répondent aux normes fixées. Dans ce cas un Certificat d'Agréage Provisoire (CAP) est établi. (TOUATI, 2014). Les Normes applicables au classement provisoire pour la production de plants sont données en annexe 2.

#### **IV.5.5.2. Tests de contrôle et pré culture :**

Le maintien des familles en matériel de sélection et le classement des cultures ne peuvent être définitifs qu'après vérification de l'état sanitaire par l'utilisation notamment de méthodes sérologiques, d'inoculation sur hôtes différentiels et de pré culture. A l'issue de ces testes, le produit de cultures est classé définitivement en fonction des normes ci-dessous :

- Pourcentage constaté de maladies à virus :
- Inférieur à 1% : Classe super Elite;
- Inférieur à 2% : Classe Elite

- Inférieur à 6% : Classe A;
- de 6% à 10% : Classe B;
- Plus de 10% : Refus.

Le CNCC peut vérifier à posteriori la qualité des classements en prescrivant la réalisation par l'établissement producteur d'un champ de vérification de sa propre production (CNCC, 2017).

#### **IV.5.5.3. Estimation de la récolte :**

Une première estimation de la récolte, totale et par calibre, est effectuée avant l'arrachage. Elle doit comporter pour chaque variété de l'établissement producteur, un nombre suffisant de pesées pour réduire les risques d'erreurs. Cette prévision de récolte est mentionnée sur le CAP et confirmée ultérieurement à l'issue des réceptions du produit récolté (CNCC, 2017).

#### **IV.5.5.4. Identification des récoltes et Contrôle des lots:**

Dès la récolte, au cours de leur transport et jusqu'à leur conditionnement et livraison, les lots de plants de toutes les catégories doivent être clairement identifiables. Tout lot de plants est identifié par un numéro qui lui est propre, affecté à chaque agriculteur-multiplicateur. Tout mélange de lots est interdit sauf dérogation exceptionnelle du CNCC pour les plants certifiés.

Lorsque les plants sont transportés du lieu de production à un magasin de collecte ou de conditionnement, les emballages doivent être munis d'une étiquette provisoire, placée à l'intérieur ou à l'extérieur, et comportant au minimum le nom de l'établissement producteur, le nom de la variété, la classe et le numéro de lot. Lorsque les lots sont transportés en vrac, l'étiquetage provisoire peut être remplacé par un document comportant les indications demandées ci-dessus. Le contrôle des lots consiste à s'assurer :

- Des conditions de conservation;
- Du bon état physiologique et sanitaire des plants stockés (CNCC, 2017).

#### **IV.5.5. 5.Certification :**

Les lots présentés à la certification doivent satisfaire à toutes les prescriptions réglementaires précitées et à des normes phytotechniques et phytosanitaires. A l'issue du contrôle final à la sortie du produit conditionné, un Certificat d'Agréage Définitif (CAD) est établi pour tout lot répondant aux prescriptions réglementaires. Les lots agréés depuis plus de quinze (15) jours sont soumis à un nouvel agréage avant livraison (CNCC, 2017).

**IV.5.5.5.1. Normes pyrotechniques et phytosanitaires :** Selon le Centre Nationale de contrôle et de certification (CNCC, 2017)

**IV.5.5.5.1.1. Maturité physiologique :** les plants de pomme de terre doivent être d'une maturité physiologique suffisante avec une peau qui adhère bien à la chair. Les plants ne doivent pas avoir subi de traitement inhibant ou retardant la germination. Avant leur livraison, les plants doivent avoir subi une période de stockage de 45 jours au moins à l'exception des plants dont la germination a été initiée avant ce délai.

**IV.5.5.5.1.2. Pureté variétale :** les plants de pomme de terre doivent une pureté variétale minimale de (CNCC, 2017) :

- Classes SE et E : 9999/10.000
- Classe A : 99/100
- Classe B: 97/100

**IV.5.5.5.1.3. Calibre :** les plants de pomme de terre peuvent être présentés en calibre unique compris entre 30 et 60mm. Dans le cas du calibre unique 30-60 mm, le nombre de tubercule par sac de 50 kg devra être compris entre 700 (min) et 900 (max).

**IV.5.5.5.1.4. Germes :** les tubercules ne doivent pas avoir de germes dépassant 5 mm au moment de leur livraison. Toutefois, la livraison de plants germés dont les germes sont > 5mm est autorisée à condition que les germes présentent un développement normal (vigoureux, trapu), par rapport à la période de plantation, et soient livrés dans un emballage adéquat (caisse, clayette).

**IV.5.5.5.1.5. Lésions de gelée :** les plants de pomme de terre doivent être indemnes de lésions de gelée.

**IV.5.5.5.1.6. Etat sanitaire :** les plants de pomme de terre doivent être indemnes de toute affection pathologique et notamment des virus, bactéries, champignons, insectes et nématodes (CNCC, 2017). Les tolérances maximales pour les tubercules des différentes classes de semences sont données en annexe 2

# **Conclusion**

**Conclusion :**

La multiplication de semences est une des plus sensibles et exigeantes opération durant le processus de production chez la pomme de terre, car le nombre de tubercules, le calibre, le taux de matière sèche, la durée du cycle de culture, le rendement réel, l'infection par les maladies, ... etc. sont tous des facteurs influençant la production d'une semence de qualité avec un prix de revient raisonnable (**OUELD-KHAIR, 2010**).

Les techniques employées pour la production des semences sont diverses mais se basent le plus souvent sur la culture in vitro pour une production saines de toute infection.

Plusieurs résultats de différentes expérimentations sont présentés dans cette conclusion :

La culture de méristèmes est donc le point d'initiation de toute culture in vitro soucieuse de multiplier des plantes saines et conformes au matériel de départ. A cet effet, des tests de détection sévères doivent être mis en place pour contrôler l'état sanitaire des plants obtenus (**HADDADI, 2009**).

Après l'isolement, les méristèmes des variétés de pomme de terre ont été cultivés en milieu liquide de Murashige et skoog (MS) avec le traitement par des différents régulateurs de croissance : cytokinine =KIN, gibberline = GA3. Parmi les combinaisons de différents régulateurs de croissance le traitement 0.1 mg/l KIN + 0.5 mg/l GA3 S'est avéré le meilleur pour l'établissement principal de culture de méristèmes, et le traitement avec 0.5 mg/l BA 0.5mg/l GA3+ a été le meilleur pour la prolifération des pousses

(**AZAD et al, 2020**).

Pour un développement rapide et un pourcentage élevé de réponse de croissance du méristème, un 0,5 mg de GA3 + 0,04 mg de 1-KIN s'est avéré être le meilleur milieu. Les méristèmes primaires établis ont été repiqués sur le milieu MS contenant BA et IBA seuls ou en combinaison. Compte tenu de tous les traitements, l'utilisation unique d'IBA (0,5 mg l) est recommandée pour un bon développement des pousses et des racines à partir du méristème primaire (**AHSAN et al, 2003**).

En général, plus la taille du méristème est grande plus les meilleurs chances de sa survie in vitro, alors que, plus la taille du méristème est petite, plus les meilleures chances qu'il soit exempt de virus. (**WANG et HU, 1980**).

Pour l'état sanitaire il apparut que les plants obtenus à partir des explants méristimatiques sont exempts de toutes infections virales ou bactériennes.

La culture à partir des explants méristimatiques, assure l'obtention de matériel végétal sain **(BENSAID, 2016)**.

Avec la culture de méristèmes seule sans recours à la thermothérapie, il était possible de produire des plants (semences) sains **(OUALHA, 2005)**.

Et la combinaison de la thermothérapie (4 semaines à 37°C) à la culture de méristème augmente le pourcentage de plants assainis des virus PRLV, PVA et PVX de 35% à 45% avec des méristèmes de taille plus de 0.5 mm. **(HADDADI, 2009)**

La micropropagation est l'alternative à multiplication conventionnelle des pommes de terre. **(LILJINA et al, 2012)**.

La multiplication in vitro des mériclones et utilisation des plantes in vitro ainsi obtenues pour la production de microtubercules et de minitubercules sont les prochaines étapes de la micropropagation. **(PRAKACH, 2020)**.

Les microtubercules sont la première génération de semences de pomme de terre issus de la culture tissulaire : ils sont utilisés pour résoudre les problèmes de repiquage des plantules in vitro aux conditions in vivo. **(LILJINA et al, 2012)**. La composition de MS avec la cytokinine et l'auxine a montré le meilleur effet, en particulier MS + 2 mg/l BAP + 1 mg/l NAA où le cultivar Agrija formé 13,33 % de microtubercules **(LILJINA et al, 2012)**.

Les meilleurs résultats en terme de poids de microtubercule ont été observés avec le milieu de culture MS sans régulateurs de croissance suivi de MS+3 BAP et enfin MS+5. **(OMAR, 2013)**.

Le diamètre des micro-tubercules est en relation avec la variété, le milieu de culture utilisé et le photopériode. Cet auteur a mentionné que les meilleurs traitements photopériodiques observés sont ceux de 8 heures et de 16 heures avec les milieux MS et MS à BAP et cela en fonction de la variété, ensuite vient le milieu MS à Kinétine dont le meilleur photopériode est ce lui de 8 heures pour toutes les variétés. **(KECHID, 2005)**.

Le nombre de microtubercules par vitroplant est de 1 à 2. Il est presque identique entre toutes les variétés, les milieux et les traitements photopériodiques, sauf pour spunta qui présente un nombre un peu élevé par rapport aux autres et qui peut atteindre parfois trois microtubercules par vitroplant. **(BENSAID, 2016)**

La qualité des vitroplants et des microtubercules peut être affecté par une combinaison de régulateurs de croissance et conditions environnementales pendant la culture et le milieu de in vitro **(OTROSHY et STRUIK, 2004)**.

Il possible de transférer directement les vitroplants de l'éprouvette à la serre sans que cela ne porte aucun préjudice aux vitroplants. **(OUELHA, 2005)**

L'utilisation d'un substrat composé d'un mélange de sable de rivières (1/3) et de tourbe (2/3) s'est avéré dans sa cas le plus favorable pour un meilleur développement de la partie aérienne (31 g / vitroplant pour la G4 et 19 g / vitroplant pour la G5), mais aussi le meilleur rendement en minitubercules par vitroplants (13.87 minitubercules avec un poids moyen de 59.86 g pour G4 et 10.81 minitubercules avec un poids moyen de 60.21 g pour la G5). **(FOURRAGE, 1993)**

la méthode classique de production dans un substrat composé d'un mélange de tourbe et/ou de sable et/ou de terreau et réalisée au départ d'un repiquage de vitroplants à haute densité (jusqu'à 160 vitroplantules / m<sup>2</sup>), permet l'obtention de minitubercules dont les qualités sanitaires sont excellentes. **(ROLOT et SEUTIN, 1997)**

Les plantules issues de repiquage des vitro-plants Après leur acclimatation sont évaluées par la longueur de tige, le nombre de feuilles et le nombre des ramifications pour chaque variété étudiée. **(KEBAILI, 2017)**

Le nombre de feuilles ainsi que le nombre de ramification n'évoluent pas régulièrement au cours du cycle de développement. Certaines variétés sont plus rapides et vigoureuses dans leurs développements, ce qui est le cas avec la variété Spunta qui favorise davantage le développement de la partie aérienne. **(OUELHA, 2005)**

le nombre de microtubercules enregistré est plus élevé chez 16 heures de photopériode que chez celles de l'obscurité totale et 16 heures de photopériode, Autan que le pourcentage des vitroplants non tubérisés est diminuée avec 12heurs de photopériode (33%) par apport 16 heures de lumière (41%), est en augment avec l'obscurité totale (44%). **(BENSAID, 2016)**

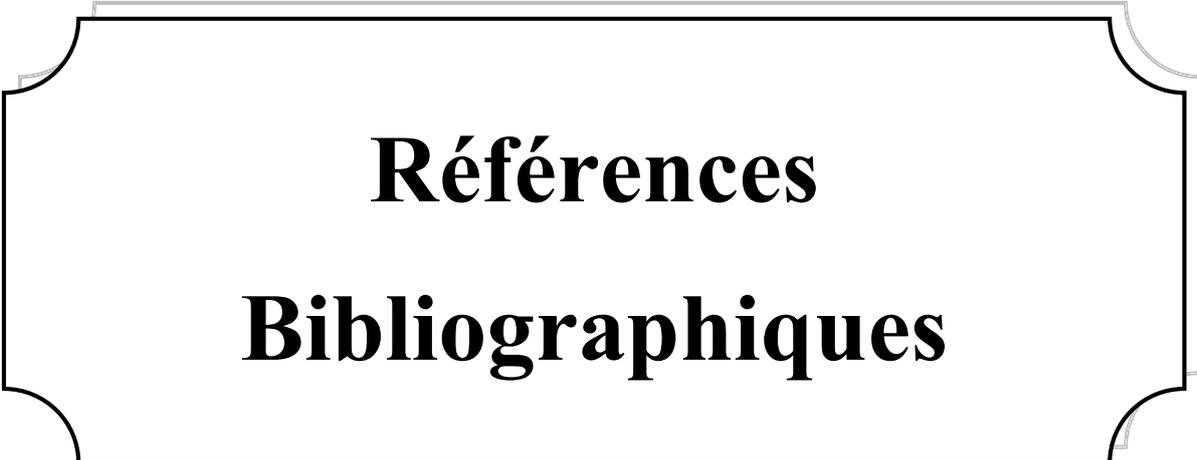
Les premières générations G1 et G2 des micropropagations issues de la culture de méristèmes en présence de BAP (concentration optimale) donnent des vitroplants d'un aspect morphologique meilleur que ceux obtenus en présence de la KIN. **(OUELHA, 2005).**

33 % et 50 % de contamination virale au niveau de la serre en verre, alors qu'en plein champ, aucune contamination n'a été décelée en G1 et G2 (100 % de plants sains). **(OUELHA, 2005)**

Il faut noter que de nombreux projets, à l'échelle nationale ont été lancés pour améliorer les rendements et surtout pour maîtriser le processus de production, l'une des priorités étant la garantie d'une production semencière suffisante, continue et de qualité.

Dans ce cadre ; l'Algérie a créé en 1980 le centre nationale de la pomme de terre dans la région sétifienne qui a été choisie pour ces conditions climatiques défavorable aux populations aphidiennes vectrices de viroses. Il a pour mission d'assurer une partie des besoins nationaux, actuellement ce centre est fonctionnel.

La production de plants de pré-base saine a grande échelle par le biais de la culture in vitro (culture de méristème, micropropagation, acclimatation et la production des minitubercules « F0 » les première générations en plein champ et la réalisation des test sérologiques « ELISA » aux sein des laboratoires de ce centre qui est devenue une entreprise appelée SAGRODEV : Société Agro Développement.



**Références**  
**Bibliographiques**

**Références bibliographiques**

- AHSAN N et al, 2003.** VirusFree Potato Tuber Seed Production through Meristem Culture in Tropical Asia. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2, 616-622.
- ANONYME, 1990.** Principales maladies, insectes et nématodes de la pomme de terre. Centre international de la pomme de terre. Lima, Pérou, 96p.
- ANONYME, 2003a.** Age physiologique et préparation des semences. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture : [www.gnb.ca](http://www.gnb.ca).
- ANONYME, 2003b.** Pomme de terre .INAP-G- Département AGER ,32P.
- ANONYME, 2013.** Potatoes, Production guideline .Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. Republic of South Africa.
- ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL, 2012.** [www.arvalis institutduvegetal.fr/](http://www.arvalis.institutduvegetal.fr/)
- AZAD et al, 2020.** Generation of virus free potato plantlets through meristem culture and their field evaluation, *American journal of plant sciences*, usa.
- BAMOUEH A, 1999.** Technologie de production de la pomme de terre au Maroc in transfert de technologie en agriculture. *Bull. Liai. Info, P.N.T.T.A, (n° 52 :10-15)*.
- BENRAMDANE N, 2015.** Etude des pucerons vecteurs de virus sur trois variétés de pomme de terre en plein champs (ENSA, EL Harrach). Mémoire magister. Ecole nationale supérieure agronomique, El Harrach-Alger ,16p .
- BERNHARDS N, 1998.** Etude sur la tubérisation. *Rev.gène- botanique* : 14-58.
- BEUKEMA H.P, et VAN DER ZAAG D.E, 1990.** Introduction to potato production. The international Agricultural Centre,Pudoc. Wageningen. The Netherlands.(p : 193-194).
- BÈYE A.M et SIKA G.P, 2015.** Sélection des plantes et technologie semencière. Cote d'ivoire.
- BOUFARES K, 2012.** Comportement de trois variétés de pommes de terre (*Spunta, Désirée et Chubaek*) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique. Magister. Université de Tlemcen –Algérie, 6p.
- BOUMLIK, 1995,** Systématique des spermaphytes, Edition Office des Publications Universitaire. Ben Aknoun -Alger, p80.
- BOUSSA K, 1999.** Contribution à l'étude de la production de plants de pomme de terre par technique de la culture in vitro. Mémoire d'ingénieur, UMMTO.

- CHIBANE A, 1999.** Technologie de production de la pomme de terre au Maroc in transfert de technologie en agriculture. *Bull. Liai. Info., P.N.T.T.A, n° 52* :1-20.
- CHUNTALE K, 2018.** Biotechnological Approaches to Improve Potato. *Journal of Natural Sciences Research, Vol.8, No.11* :81-89.
- CNCC, 1995.** Arrêté n°250 fixant le règlement technique spécifique relatif à la production, au contrôle et à la certification des plants de pomme de terre, Ed, 14p.
- CNCC, 1995.** Recueil des textes relatifs aux semences et plants. Publication du CNCC, Ministère de l'Agriculture.
- CNCC, 2001.** Recueil de textes réglementaires relatifs aux semences et plants. Ministère de l'agriculture, Algérie, (pp : 38-51).
- DELAPLACE P, 2007.** Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (*solanum tuberosum L*), thèse de doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique, university de Gembloux, p6.
- DEMARLY Y, 1985.** L'épigenétique. *Bull. Soc. Bot. Fr.132. Actual. Bot (314)*, (pp: 79-94).
- DEMARLY Y et SIBI M, 1996.** Amélioration des plantes et biotechnologies, John Libbey Eurotext, Paris- France, (p:39-40).
- DORE C et al, 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Institut national de la recherche agronomique, paris .47p.
- FAO, 2008,** Compte rendu de fin d'année (*Année internationale de la pomme de terre 2008*). 148p
- FAOSTAT, 2021 :** [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)
- FRAZER N, 1998.** La production biologique de la pomme de terre. Ed. Centre d'agriculture biologique de la Pocatière, Québec. P10.
- GHOMARI S, 2017.** Production de variants de pommes de terre (*SolanumtuberosumL.*) tolérants au stress salin. Thèse de Doctorat. Université Abdelhamid ibn badis, Mostaganem.

**HADDADI F, 2009.** Mise au point d'un schéma d'assainissement de la production de plants de pomme de terre à base de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), mémoire de magister, université SAAD DAHLEB, Blida.

**HARRIS P, 2012,** The potato crop The scientific basis for improvement. Department of Agriculture. University of Reading. (P: 193-194).

**HAWKES J. G, 1990,** The potato, evolution, biodiversity and genetic resources. London, Belhaven Press, 259P.

**HILL D et al, 2021.** Morphophysiology of Potato (*Solanum tuberosum*) in Response to Drought Stress: Paving the Way Forward. *Front. Plant Sci.* 11:597554. doi: 10.3389/fpls.2020.597554

**HOUIDI H et AHMADI I, 2007.** Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée potassique sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. var Condor) dans la région du Souf. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne, Option : Production Végétale, Université de Kasdi-Merbeh Ouargla, P17.

**ITCMI, 1994.** Guide pratique de la culture de pomme de terre, 1p.

**ITCMI, 2001.** Guide pratique du plant de pomme de terre, édit. MADRI – DFRV Ministère d'agriculture, 19 p.

**ITCMI, 2008.** La conservation et le stockage sous froid de la pomme de terre, Guide pratique, P3.

**JEAN CH, 2000.** Maladies, insectes nuisibles et utiles de la pomme de terre. institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. IRDA. Sainte-Foy. Québec. 32 p.

**KARP A et al, 1987.** Potato Protoplasts and Tissue Culture in Crop Improvement. Biochemistry department, Rothamsted experimental station, Harpenden, Herts.

**KEBAILI L, 2017.** Etude comparative de la production des semences de pré-base G0 de quatre variétés de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). Mémoire de master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimy, 1p.

- KECHID M, 2005.** Physiologies et biotechnologies de la micro tubérisation de la pomme de terre *Solanum tuberosum L.* mémoire de magister. Université Mentouri de Constantine, (154P), 14p.
- KHELOUFI A, 2006.** Induction de la callogenèse chez quelques variétés de pois chiche (*Cicer arietinum L.*). Thèse de magister .Université d'Oran.
- LACHACHI S, 2010.** organogénèse et embryogénèse somatique directe chez la tomate. Mémoire de magister .Université d'Oran, P25.
- 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 AboubekrBelkaïd, Tlemcen ,95P.
- LAMARA M, 2015.** Bioécologie de la teigne de la pomme de la pomme de terre *Phthorimaea operculella*Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de la pomme de terre (la Spunta, la Désirée et la Burren) dans la régions des Issers et Draa ben Khadda et inventaire de l'entomofaune au niveau des parcelles des Issers. Mémoire de magister : interaction Plantes-Animaux dans les Ecosystèmes Naturelles et Cultivés. Tizi-Ouzou : Université MOULOUD MAMMERI, 112P.
- LINDSEY A.W et ALDERSON P.G, 1986.** plant tissue culture and its agricultural applications, ed. Butterworths, London, , 526p.
- MORAIS T. P et al, 2018.** Application of tissue culture technique in potato,p957.
- MOULE C, 1972.** Plantes sarclées et déverses.J-B. Ballière et Fils, Editeur, Paris,
- MURASHIGE T et SKOOG F, 1962.** A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant.*, 15, 473–497.
- NGANGA S, et SHIDELER, 1982.** Potato seed production for tropical Africa. The international potato centre. Nairobi –kenya, p40.
- NOWBUTH L, et LE C. L, 2005.** Teneur non conforme en ADN comme indicateur de variation somaclonale chez la pomme de terre. *Revue suisse d'agriculture*, 37(6), (pp : 257-266).
- NOZERAN R et Bancilhon L, 1972.** Les cultures *in vitro* en tant que technique pour l'approche de problèmes posés par l'amélioration des plantes. In *Ann. Amélioration Plantes*, 22 (2), (pp : 167-185).

**OTROSHY M, 2006.** utilization of tissue culture techniques in a seed potato tuber production scheme, PhD thesis, Wageningen University. 230p

**OUALHA D, 2005.** Contribution a la mise au point d'un schéma de production de semences de pomme de terre (*Solanum tuberosum*): du méristème aux premiers générations de plein champ. Mémoire de magister. Université Saad Dahlab -Blida, 147p.

**OULD-KIAR R, 2010.** Essai d'optimisation de quelques facteurs influençant la production de semences de pomme de terre. Mémoire de magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach- Alger, P2.

**PATRICE, 2003.** L'importance d'une irrigation adéquate dans la culture de pomme de terre. Colloque sur la pomme de terre. Hôtel Québec inn .Sainte Foy.

**PAVIS et PATRICE, 2003.** Analyzing Performance: Theatre, Dance and Film, Trans, David Williams, University of Miching Press; originally published in French as L'Analyse des spectacles, Editions Nathan.

**POLESE J.M, 2006.** La culture des pommes de terre .éditions Artémis ,16p .

**ROLOT J.L, et VANDERHOFSTADT B, 2014.** Guide technique de la culture de la pomme de terre en République démocratique du Congo. Le CDE est financé par l'Union Européenne, (pp : 8 : 90–92).

**ROLOTJ.L, et SEUTINH, 1997.** Production de mini tubercules de pomme de terre par hydroponie (rapport de synthèse de recherches menées de 1994 à 1996). Centre de recherche agronomique de Gembloux (CRA), (p :1-40).

**ROUSSELLE P, ROBERT Y, et CROSNIER J.C, 1996,** La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladie, Ed. INRA. Paris, 607 P.

**ROUSSELLE P, ROUSSELLE-BOURGEOIS, ELLISSECHE D, 1992.** La pomme de terre. In Amélioration des espèces végétales cultivées. Gallais A, Bannerot H.

**SAADI A, 1991.** Régénération de plantes de pois *Pisumsativum*L par embryogenèse

**SOLTNER D, 2005.** Les grandes productions végétales. Collection scientifiques de technologies agricoles.20èmeédition, 472P.

**SOLTNER, 1979.** Les grandes productions végétales phytotechnie spéciale. 10émé, Edition, 427 p.

**TOUATI Z, 2014.** Contribution a l'étude de la filière de pomme de terre de semence en Algérie. Thèse Magister. Université Blida 1.

**TRIA M et CHEHAT F, 2013**, typologie des producteurs de pomme de terre dans la région d' D'AIN DEFLA, Les cahiers du CREAD n°103, 30p.

**VINTERHALTER D et al, 2008**, Potato in Vitro Culture Techniques and Biotechnology. Fruit, vegetable and Cereal Science and Biotechnology. Global Science Books, 31p.

**WANG. P.J. et C.Y .HU, 1980**. Regeneration of virus-free plants through in vitro culture. In: A. fitchter (Ed) advances in biochemical engineering.vol 1, springer- verlag, berlin. Pp. 61-99.

**YATTARA A, 2013**. Etude des relations pucerons-virus en pomme de terre et perspectives de stratégies alternatives de lutte, Thèse de doctorat, université de LIEGE, Belgique,

# **Annexe**

## ANNEXE I

Tableau 1 : Normes applicables au classement provisoire pour la production de plants

		Classement			
		Plant de Base		Plant certifié	
		Super Elite	Elite	Classe A	Classe B
<b>Pourcentage maximum à la première notation</b>	Pieds non levés ou chetifs	7	7	8	10
<b>Pourcentage maximum à chacune des notations</b>	Galle verruqueuse ( <i>Synchytrium endobioticum</i> )	0	0	0	0
	Fletrissement bactérien ( <i>Corynebacterium sepedonicum</i> )	0	0	0	0
	Jambe noire ( <i>Erwinia carotovora</i> var <i>artroseptica</i> )	0	0.5	1	2
<b>Pourcentage maximum sur le total des notations</b>	Pieds étrangers	0.10	0.10	1	3
	Maladies à virus	0.25	0.5	2	4
<b>Pourcentage maximum à la dernière notation</b>	Verticilliose ( <i>Verticillium spp.</i> )	0.50	1	3	5
	Rhizoctone grave ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	5	5	10	10

## ANNEXE II

**Tableau 2 :** Tolérances maximales pour les tubercules de classes SE, E et équivalentes (CNCC, 1995).

Anomalies	Tolérances % poids	Spécifications	Tolérances dans le cumul
Rhizoctone	6	1/20 de la surface du tubercule	
Gale argentée	6	1/3 de la surface du tubercule	
Pourritures sèche et humides	1	0,5% de chacune de : Fusariose, Alternariose et Mildiou ; 0,25% pour jambe noire	Cumul 6%
Gale commune	4	1/3 de la surface du tubercule	
Gale poudreuse	0,25	1 à 2 pustules par tubercule	
Teigne	2	plus de 1 galerie nette ou 2 yeux altérés	
Taupins	4	5 piqûres par tubercules	
Difformes	3		
Blessures	2	Blessures graves ou blessures légères non cicatrisées	
Noircissement interne (blow)	5	5 mm de profondeur	
Hors calibre	2		
Terre, corps étrangers	0,5		

## ANNEXE III

Tableau 3 : Tolérances Maximales pour les tubercules de classes A et B (CNCC, 1995).

Anomalies	Tolérances % poids	Spécifications	Tolérances dans le cumul
Rhizoctone	10	1/20 de la surface du tubercule	
Gale argentée	10	1/3 de la surface du tubercule	
Pourritures sèche et humides	1,5	1% de chacune de : Fusariose, Alternariose et Mildiou ; 0,25% pour jambe noire	Cumul Classe A : 7% Classe B : 8%
Gale commune	6	1/3 de la surface du tubercule	
Gale poudreuse	0,25	1 à 2 pustules par tubercule	
Teigne	2	plus de 1 galerie nette ou 2 yeux altérés	
Taupins	5	5 piqûres par tubercules	
Difformes	5		
Blessures	3	Blessures graves ou blessures légères non cicatrisées	
Noircissement interne (blow)	6	5 mm de profondeur	
Hors calibre	2,5		
Terre, corps étrangers	0,5		

## AnnexeIV

**Tableau 4 :** Composition chimique des solutions mères du milieu MS (Murashig et skoog) (1962).

Eléments	Composition chimique	Concentration en mg/l	Concentration des solutions mères (n fois) en g/l	Volume à prélever pour 1 litre de milieu de culture
<b>Macroéléments</b>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650	16,5	100 ml
	K NO <sub>3</sub>	1900	19	100 ml
	Mg SO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	370	3,7	100 ml
	Ca Cl <sub>2</sub> , 2H <sub>2</sub> O	170	1,7	
	K H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	440	4,4	
<b>Microéléments</b>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.20	6.20	
	KI	0.83	0.83	10 ml
	Na <sub>2</sub> 2MoO <sub>4</sub> , 2H <sub>2</sub> O	0.25	0.25	
	COCl <sub>2</sub> 6H <sub>2</sub> O	0.025	0.025	
	Mn SO <sub>4</sub> , 4H <sub>2</sub> O	22.30	22.30	
	Zn SO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	8.60	8.60	1 ml
	Cu SO <sub>4</sub> , 5H <sub>2</sub> O	0.025	0.025	
<b>Fer-EDTA</b>	Fe SO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	27.85	2.785	
	Na <sub>2</sub> -EDTA	37.25	3.725	10 ml
<b>Les vitamines de Morel et Wetmore (1951)</b>				
<b>Vitamines</b>	Acide nicotinique	0.50	0.5	1 ml
	Pyridoxine	0.10	0.1	
	Thiamine	0.10	0.1	

# Résumé

## **Résumé**

La production de plants de pomme de terre est une spéculation nécessitant une maîtrise technique importante, et des normes de production et certification strictes. Elle consiste donc par le suivi de techniques visant une production saines, exemptes de toute infection bactérienne ou virale.

La production de semence débute dans les laboratoires de propagation *in vitro*. Pour l'obtention des plantules de pomme de terre à l'aide de germes de tubercules cultivées dans des tubes à essai. Ceci permet l'obtention des plantules entières ou microtubercules selon le mode d'orientation choisi.

La deuxième phase se poursuit dans des serres contrôlées, ou sont repiquées sur des substrats, les vitroplants, ou les plants obtenues à partir des vitroplants ou des microtubercules. Ce sont les minitubercules qui constituent la G0. La plantation de la G0 donne lieu à la G1.

L'utilisation de la technique de culture *in vitro* pour la production de semences chez la pomme de terre, constitue une alternative très importante qui ne cesse d'évoluer pour remplacer les techniques classiques engendrant des problèmes d'aspects divers.

**Mots clés :** plants de Pomme de terre, normes de production, semence, certification, vitroplants, microtubercules.

**Abstract**

The production of potatoes seeds is a speculation requiring significant technical mastery, and strict production and certification standards. It therefore consists in the follow-up of techniques aimed at healthy production, free of any bacterial or viral infection.

The production of potatoes seeds begins in laboratories of propagation in-vitro. The small plants of potatoes are obtained with the assistance of seeds tuber cultivated in test-tubes. This allows for the obtention of entire plants or microtubers according to the chosen mode orientation.

The second phase continues in controlled greenhouse, or are planted on substrates, tissue culture plants, or plants derived from vitroplant or microtubers are the minitubers that constitute the G0.G0 planting results in G1.

The use of the in vitro culture technique for the production of potatoes seeds, constitutes a very important alternative which does not cease evolving to replace the traditional techniques giving rise to problems of various aspects.

**Key words:** seed potato, norms of production, certification, tissue culture plants, microtubers.

ملخص :

يتطلب إنتاج بذور البطاطا تقنيات كبيرة وكذلك معايير إنتاج واعتماد محكمة. حيث يتمثل في إتباع تقنيات تعتمد على الإنتاج السليم الخالي من كل عدوى بكتيرية او فيروسية .

يبدأ إنتاج بذور البطاطا في مخابر الزراعة الزجاجية. حيث يتم التحصل على بذور صغيرة من خلال بذور تم زراعتها في أنابيب اختبار.

تتم المرحلة الثانية في البيوت البلاستيكية تحت ظروف مراقبة أين تكون قد زرعت في وسط نباتي. النباتات المتحصل عليها من الميكرو درنات هي الدرنات التي تشكل الجيل صفر الذي بدوره يعطينا الجيل الأول.

استعمال الزراعة الزجاجية لإنتاج بذور البطاطا ماهو إلى تقنية مهمة تم تطويرها لتحل مكان تقنيات الإنتاج الكلاسيكية والتي بدورها لا تخلو من المشاكل .

الكلمات المفتاحية: بذور البطاطا,معايير الإنتاج,المعتمدة, بذور البطاطا الصغيرة.