



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعرييرج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Amélioration de la production végétale

Thème

*Etude comparative de la production des semences de pré-
base G0 de quatre variétés de pomme de terre
(Solanum tuberosum L.)*

Présenté par : Kebaili Leila
Benchaib Amina
Boukchida Alima

Devant le jury :

Président : M^{me} Melouani Naziha MAB (UnivBordj Bou Arréridj)
Encadrant : M^r Fellahi Zine El Abidine MAB (UnivBordj Bou Arréridj)
Examineur : M^r Ould kiar Redha MAA (UnivBordj Bou Arréridj)

Année universitaire : 2016/2017

Résumé

La production de mini-tubercules de pommes de terre est l'étape intermédiaire classique pour rendre possible l'utilisation en plein champ du matériel végétal d'origine *in vitro* comme semences saines, exemptes de toute infection bactérienne ou virale. Notre étude est conduite au niveau de la société SAGRODEV située à Guellal (Sétif). Elle porte sur une comparaison de la G₀ de quatre variétés de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) à savoir Spunta, Désirée, Bartina et Kondor. Les mesures d'ordre morphologique touchent les traits de la vigueur de croissance comme la longueur des tiges, le nombre de feuilles et de ramifications, alors que les mesures agronomiques portent sur le nombre et poids de mini-tubercules produits par calibre. Les résultats obtenus indiquent que les variétés Bartina, Kondor et Spunta présentent une bonne reprise des vitro-plants après acclimatation avec un taux de perte réduit relativement à la variété Désirée. Spunta est la variété la plus haute, Désirée produit plus de feuilles et Bartina plus de ramifications. Les résultats montrent également que le rendement global mesuré par variété est représentatif du potentiel de tubérisation des variétés. On distingue ainsi facilement que la variété Bartina présente le nombre le plus élevé de mini-tubercules de gros calibre tandis que la variété Spunta possède le rendement le plus haut de fins mini-tubercules.

Mots-clés : Pomme de terre, Mini-tubercules, Semences, Rendement, Variété, Calibre.

المخلص:

يمثل إنتاج الدرناات الصغيرة للبطاطا مرحلة كلاسيكية متوسطة لتمكين استغلال المواد النباتية الناتجة عن الزراعة المخبرية، كبدور ذات نوعية جيدة خالية من أي عدوى فيروسية و بكتيرية. قمنا بهذا العمل على مستوى مؤسسة ساغرو داف الواقعة بقلال (سطيف)، و الذي تمثل في مقارنة الجيل G₀ لأربعة أصناف من البطاطا (*Solanum tuberosum* L.) و هي سبونتا، دزيري، برتينا و كندور. مست القياسات المورفولوجية كل من طول السيقان، عدد الأوراق و عدد التفراعات، أما بالنسبة للقياسات الزراعية، فقد تمثلت في عدد و وزن الدرناات الصغيرة المنتجة حسب الحجم. تشير النتائج المحصل عليها، حيث الأصناف برتينا، كندور و سبونتا تميزت بنسبة نمو جيدة للشتللات المخبرية بعد ألقمته بمقارنة بالصنف دزيري. تميزت سبونتا بطول السيقان، دزيري بأوراقها الكثيفة و برتينا بفروعها الكثيرة تشير النتائج أيضا أن معدل المردودية الإجمالي يمثل القدرة الإنتاجية لكل صنف، كما يمكن التأكد بكل سهولة أن الصنف برتينا تظهر أكبر عدد من الدرناات ذات الحجم الكبير أما الصنف سبونتا فتميز بمردودية عالية للدرناات ذات الحجم الصغير.

الكلمات المفتاحية: بطاطا، درناات الصغيرة، بذور، مردودية، صنف، حجم.

Abstract

Production of potato mini-tubers is the traditional intermediate step to grow in the field the plant material generated *in vitro* as healthy seed, free from any bacterial or viral infection. Our study was conducted at the SAGRODEV company located in Guellal (Setif). It deals with a comparison of the G₀ seeds of four potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties, namely Spunta, Désirée, Bartina and Kondor. Growth vigor traits such as stem length, number of leaves and branches were measured. Other agronomic traits relate to the number mini-tubers and their weight produced by size were also determined. The results obtained indicate that Bartina, Kondor and Spunta varieties show a good recovery of their *in vitro*-plants after acclimation with a relatively low loss rate as compared to Désirée. Spunta is the highest variety; Désirée produces more leaves while Bartina exhibits greater branches. The results show also that the overall yield measured is representative of the tuberization potential for those varieties. It is clear to see that Bartina has the highest number of big mini-tubers size, while Spunta is yielder in terms of the smaller ones.

Keywords: Potato, Mini-tubers, Seeds, Yield, Variety, Tuber size.

Sommaire

Résumé

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste des Abréviations

Liste des Annexes

Introduction1

Chapitre I : Synthèse bibliographique.

1. Généralités sur la pomme de terre.....3

1.1.Rappel historique.....3

1.2.Taxonomie et origine génétique.....3

1.3.Description botanique et morphologique.....4

1.3.1.Partie aérienne.....5

1.3.1.1.Tiges.....5

1.3.1.2.Feuilles.....5

1.3.1.3.Fleurs.....5

1.3.1.4 Fruits et graines.....5

1.3.2.Partie souterraine.....5

1.3.2.1.Racines.....5

1.3.2.2.Tiges sous terraines ou stolons.....5

1.3.2.3. Tubercules.....5

1.4..Cycle de développement de la pomme de terre.....7

1.4.1.Cycle sexué.....7

Sommaire

1.4.2.Cycle végétatif.....	7
1.4.2.1.Repos végétatif (dormance).....	7
1.4.2.2.Croissance des germes.....	7
1.4.2.3.Croissance et développement végétative.....	7
1.4.2.4. Tubérisation.....	8
1.5. Les exigences de la culture de pomme de terre.....	8
1.5.1.Exigences climatiques.....	8
1.5.1.1.Température.....	8
1.5.1.2.Lumière.....	8
1.5.1.3. Humidité.....	8
1.5.2.Exigences édaphiques	9
1.5.2.1.Structure et texture du sol.....	9
1.5.2.2. Acidité du sol.....	9
1.5.2.3. Salinité du sol.....	9
1.5.2.4.Calcaire.....	9
1.6.Maladies et ennemies de la pomme de terre.....	9
2. La production de la pomme de terre.....	11
2.1.Dans le monde.....	11
2.2.En Algérie.....	11
3. Techniques de production des semences de pomme de terre.....	14
3.1.Technique de production classique.....	14
3.2.Technique de bouture de tige (Stem-cuttings).....	14
3.3.Culture en serre.....	15

3.4.Multiplication au champ.....	15
3.5.Multiplication végétative conforme « <i>in vitro</i> ».....	16
3.5.1. Culture de méristème.....	16
3.5.2. La Micro-propagation.....	16
3.5.3.Milieu de culture.....	17
4. Aperçu sur la production, le contrôle et la certification des semences de pomme de terre en Algérie.....	17
4.1.Organisation de la production et certification des plants.....	18
4.1.1.Organisation de la production.....	18
4.1.2.Contrôle des cultures et de lots	19
4.1.3. Tests de contrôle	19
4.1.4.Certification.....	20
4.1.4.1.Maturité physiologique.....	20
4.1.4.2.Pureté variétale.....	20
4.1.4.3.Calibre.....	20
4.1.4.4.Germes.....	20
4.1.4.5.Lésions de gelée.....	21
4.1.4.6.Etat sanitaire.....	21
Chapitre II : Matériels et méthodes.	
1. Présentation de la structure d'accueil.....	22
2. Conditions de l'expérimentation.....	22
2.1.Matériel végétal.....	22
2.2.Milieu de culture.....	22
2.2.1.Préparation du milieu de culture.....	22

2.2.2. Stérilisation du milieu de culture et des instruments.....	25
3. Méthode de travail	25
3.1. Culture <i>in vitro</i>	25
3.1.1. Conditions de travail	25
3.1.2. Micro-propagation	25
3.2. Culture sous serre insect-proof.....	25
3.2.1. Techniques de production.....	27
4. Mesures et notations.....	29
5. Analyse des données.....	29

Chapitre III : Résultats et discussions.

1. Développement des vitro-plants <i>in vitro</i>: cas de la variété Spunta.....	30
2. Evaluation sous serre insect-proof.....	32
2.1. Taux de perte à l'acclimatation.....	32
2.2. Croissance des plants.....	33
3. Mesures après la récolte.....	38
3.1. Nombre moyen de mini-tubercules.....	38
3.2. Répartition des mini-tubercules par calibre.....	39
3.3. Poids moyen des mini-tubercules.....	41
3.4. Nombre moyen de mini-tubercules par 1Kg de semences.....	42
3.5. Répartition de la production.....	42
Conclusion.....	44

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des Figures

Figure 01 : Structure d'une plante de pomme de terre (ROUSSELLE <i>et al.</i> , 1992).....	04
Figure 02 : Serre insect-proof (LAGIER, 2010).....	13
Figure 03 : Micro-propagation du vitro-plants (Originale, 2017).....	24
Figure 04 : Incubation des vitro plants dans la chambre de culture (Originale, 2017).....	24
Figure 05 : Repiquage et acclimatation des vitro-plants (Originale, 2017).....	25
Figure 06 : Buttage (à gauche) et fertilisation des pots (à droite) sous serre insect- proof (Originale, 2017)..... ;;	27
Figure 07 : Calibrage (à gauche) et comptage (à droite) des mini-tubercules (Originale, 2017).....	27
Figure 08 : Développement des vitro-plants <i>in vitro</i> (Originale, 2017).....	28
Figure 09 : Variation de la longueur des tiges et du nombre de feuilles des vitro-plants de la variété Spunta développée <i>in vitro</i>	29
Figure 10 : Taux de perte des vitro-plants obtenus à l'acclimatation sous serre insect-proof.	30
Figure 11 : Variation de la hauteur des tiges des quatre variétés évaluées sous serre insect- proof.....	34
Figure 12 : Variation du nombre des feuilles des quatre variétés évaluées sous serre insect- proof.....	34
Figure 13 : Variation de nombre des ramifications des quatre variétés évaluées sous serre insect-proof.....	35
Figure 14 : Régression linéaire de NF sur HT (a), NR sur HT (b) et NR sur NF (c) mesurés chez les variétés évaluées sous serre insect-proof.....	36
Figure 15 : Nombre moyen de mini-tubercules par plante.....	37

Figure 16 : Répartition des mini-tubercules par calibres.....	38
Figure 17 : Poids Moyen d'un mini-tubercule selon le calibre.....	39
Figure 18 : Répartition de la production de la semence G_0 sur un cycle de production.....	41

Liste des Tableaux

Tableau I: Apport nutritionnel moyen de la pomme de terre pour 100 g cuites à l'eau (OSWALDO, 2010).....	6
Tableau II: Principales maladies et ennemies qui touchent la pomme de terre, leurs symptômes et les moyens de lutte.....	8
Tableau III : Evolution de la production mondiale de pomme de terre entre 2003 et 2013...	12
Tableau IV : Evolution de la production nationale de pomme de terre entre 2003 et 2013...	13
Tableau V : Zone productrices de pomme de terre en Algérie et types de culture.....	14
Tableau VI : Caractéristiques des variétés de pomme de terre étudiées	23
Tableau VII: Composition du milieu de culture.....	24
Tableau VIII : Résultats de l'analyse de la variance de la hauteur des tiges et du nombre de feuilles mesurés.	31
Tableau IX: Résultats de l'analyse de la variance, de la hauteur des tiges des plantules acclimatées sous serre insect-proof.....	34
Tableau X : Valeurs moyennes prises par la hauteur des tiges, le nombre de feuilles et de ramification des plantules acclimatées sous serre insect-proof.....	35
Tableau XI: Nombre moyen de mini-tubercules par 1 Kg de semences.....	42

Liste des abréviations

CAD : Certificat d'Agréage Définitif.

CAP : Certificat d'Agréage Provisoire.

CIP : Centre International de Pomme de terre.

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

EDTA : Ethylène Diamine Tétra Acétique

FAO : Food and Agriculture Organization.

GSPG : Groupe semences, plants et géniteurs.

HT : Hauteur des tiges,

ITCMI : Institut technique des cultures maraichères et industrielles.

INRA ; Instituts national des recherches agronomiques.

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

MS : Muraschige et Skoog.

NF : Nombre de feuilles.

NR ; Nombre de ramification.

SAGRODEV : Société agro-développement.

S₁ : 1^{er} semaine.

S₂ : 2^{ème} semaine.

S₃ : 3^{ème} semaine.

T₁ : 15^{ème} jour après repiquage.

T₂ : 30^{ème} jour après repiquage.

T₃ : 45^{ème} jour après repiquage.

T₄ : 60^{ème} jour après repiquage.

V₁ : Spunta.

V₂ : Désirée.

V₃ : Kondor.

V₄ : Bartina.

Liste des Annexes

Annexe 01 : Normes applicables au classement provisoire des cultures destinées à la production de plants.

Annexe 02 : Tolérances maximales pour les tubercules de classe Super Elite, Elite et équivalentes.

Annexe 03 : Tolérances maximales pour les tubercules de classe A et B.

Annexe 04.1 : Caractéristiques de la variété **Spunta**.

Annexe 04.2 : Caractéristiques de la variété **Désirée**.

Annexe 04.3 : Caractéristiques de la variété **Kondor**.

Annexe 04.4 : Caractéristiques de la variété **Bartina**.

Annexe 05: Croissance des vitro-plants après le repiquage.

Annexe 06 : Répartition des mini-tubercules selon le calibre : U : %.

Annexe 07 : Poids moyen d'un mini-tubercule suivant le calibre : U : g.

Annexe 08 : Nombre moyen de mini-tubercules par 01 Kg de semences.

Annexe 09 : Résultat d'Analyse de la variance, hauteur des tiges, nombre de feuilles des vitro-plants.

Annexe 10 : Résultat d'Analyse de la variance de la Hauteur des tiges.

Annexe 11 : Résultat d'Analyse de la variance du Nombre de feuilles.

Annexe 12 : Résultat d'Analyse de la variance du Nombre de ramifications.

Introduction

La pomme de terre est considérée comme l'une des principales ressources alimentaires et financières des populations à l'échelle mondiale, et en l'occurrence Algérienne où elle occupe la deuxième position après le blé (AMRAR, 2013)

Durant certaines périodes de l'année, la production locale n'arrive pas à satisfaire les besoins de la population algérienne et le pays se trouve quelques fois obligé d'importer la pomme de terre de l'extérieur pour compléter le manque, alors que l'agriculture algérienne doit produire des tubercules de bonne qualité technologique destinés à la transformation industrielle. En outre, les critères de qualité de pomme de terre relèvent principalement des exigences du marché (propriétés organoleptiques, valeur nutritionnelle, ...etc.) (KEBAILI *et al.*, 2009).

L'amélioration de la production de la culture de pomme de terre en quantité et en qualité mérite l'application rigoureuse des techniques de production et ceux avant et après la mise en culture. Pour augmenter la production, l'Algérie a commencé ces dernières années, à développer la technologie de production des semences de pré-base à partir de vitro-plants produits au laboratoire. Cette production nécessite une maîtrise technique importante, il s'agit de produire par voie végétative des tubercules ne déviant d'aucune manière des caractères d'origine de la variété et comportant un minimum d'infection phytopathogène.

L'utilisation de la technique de multiplication *in vitro* (micro-propagation) pour la production de plants de pomme de terre sains, constitue une alternative très importante qui ne cesse d'évoluer pour substituer les techniques classiques engendrant des problèmes d'aspects divers. Les produits de la micro-propagation que sont des vitro plants, vitro tubercules ou mini-tubercules sont donc aujourd'hui souvent destinés plus particulièrement à la production des premières générations de plant de pré-base.

Pour des raisons phytosanitaires, la technique de production doit passer par la culture *in vitro* de méristèmes donnant des vitro-plants sains de virus. Ces vitro-plants sont acclimatés en serre insect-proof puis en plein air sous contrôle stricte pour obtenir des semences certifiées. C'est dans cette optique, que notre travail au siège de la Société Agro-développement SAGRODEV de Sétifs s'intéresse à examiner les techniques de la culture *in vitro* des plants de quatre variétés de pomme de terre : Spunta, Désirée, Bartina et Kondor régénérées à partir des vitro-plants sur le milieu de culture MS et leurs mises en culture sous

Introduction

serre insect-proof pour obtenir des mini-tubercules à six calibres (>30 mm, 25-30 mm, 20-25 mm, 15-20 mm, 10-15 mm, <10mm).

Notre travail est structuré en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à une revue bibliographique mettant au relief les caractéristiques de la pomme de terre, les méthodes biotechnologiques de sa multiplication ;
- Quant au deuxième, il décrit le matériel biologique étudié et les conditions expérimentales dans lesquelles est mené notre travail ;
- En fin à travers le troisième chapitre, nous avons présenté et discuté les résultats ainsi obtenus.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur la pomme de terre

1.1. Rappel historique

Les études archéologiques montrent que la culture de pomme de terre est très ancienne elle a été déjà cultivée il ya 7000 ans et probablement elle a été domestiquée dans la région du lac Titicaca situé au sud du Pérou et du nord de la Bolivie (ELLISSECHE In TIRILLY et BOURGEOIS,1999). Cette culture a atteint l'Italie et l'Espagne à la fin du XVI^{ème} siècle puis l'Allemagne et s'est propagée vers l'Est, suivant les colonies allemandes qui s'enfoncent dans les pays Slaves et vers l'ouest pays de Montbéliard France (DORE et VAROQUAUX, 2006).

En Algérie, la pomme de terre a été introduite en 1856 par PARENTIER et ne s'est développé qu'à la fin du siècle dernier (AMIROUCHE, 1989). Les colons ont la cultiver pour leur usage, car les algériens y sont réticents malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années 30/40 qui viendra à bon de cette opposition (MEZIANE, 1991).

1.2. Taxonomie et origine génétique

La pomme de terre appartient à la famille des Solanacées, qui comprend plusieurs espèces cultivées telle que la tomate, le poivron, l'aubergine, le tabac, le piment, ...etc. (CHELHA, 2000). Le genre *Solanum* regroupe environ 2000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (HAWKES, 1990). L'ensemble de ces espèces forme un groupe ayant un nombre chromosomique de base 12 et allant du niveau diploïde jusqu'au niveau hexaploïde (KHALDI et SEGHIRI, 2006).

REUST (1982) a démontré par des analyses des chromosomes (cytologiques) la nature autotétraploïde et pense que *Solanum tuberosum* ou une espèce non connue est l'ancêtre de la pomme de terre cultivée. ROBERT *et al.*, (1998) étayant ensuite cette hypothèse par l'analyse de l'ADN chloroplastique.

Selon KOLEV (1979), GONDE et JUSSIAX (1980) et SOLTNER (1988), l'espèce de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. appartient à :

- Embranchement	Spermaphyte
- Sous-embranchement	Angiosperme
- Classe	Dicotylédone

-Sous-classe	Asterideae
-Ordre	Polimoniales
-Famille	Solanaceae
-Genre	<i>Solanum</i>
-Espèce	<i>SolanumtuberosumL.</i>

1.3. Description botanique et morphologique

La pomme de terre est une plante annuelle dicotylédone qui se propage essentiellement par voie végétative (HARCHOUCHE, 1999). Elle comprend deux importantes parties, aérienne et souterraine (Figure 01) (ROUSSELLE *et al.*, 1992).

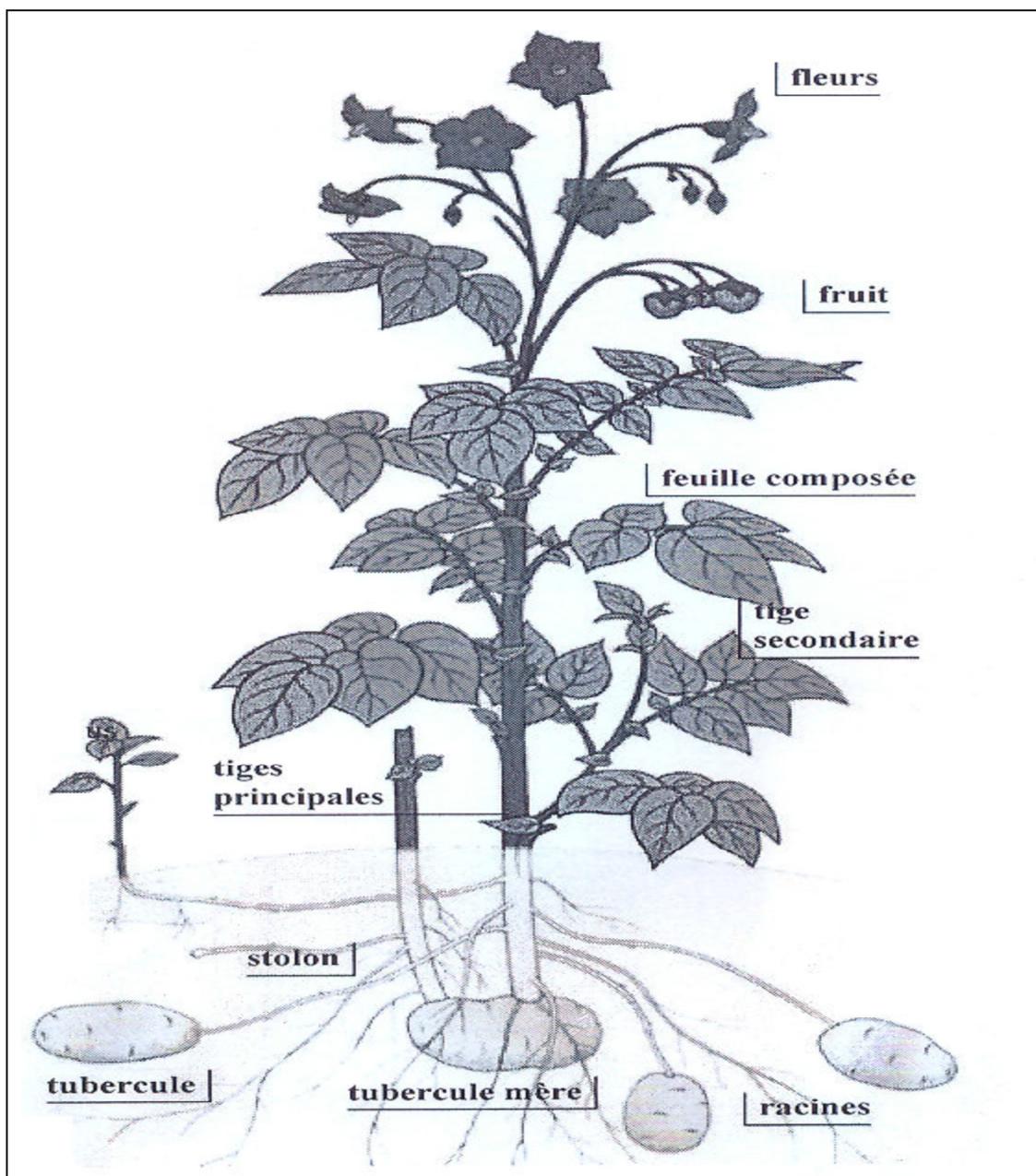


Figure 01 : Structure d'une plante de pomme de terre (ROUSSELLE *et al.*, 1992).

1.3.1. Partie aérienne

1.3.1.1. Tiges : la pomme de terre comprend une tige plus ou moins dressée ou étalée et des tiges secondaires qui se différencient des tiges principales par un diamètre plus faible et une section plus arrondie (TIRRILY et BOURGEOIS,1999). La tige peut être entièrement verte, mais dans bien des cas elle possède des pigments rouges violacés (KHALDI et SEGHIRI,2006).

1.3.1.2. Feuilles : elles sont de type composé de longueur de 10 à 15 cm comprenant 3 à 5 paires de folioles avec une foliole terminale (CHERFI, 1989).

1.3.1.3. Fleurs : les fleurs sont disposées en cyme bipaire à corolles blanches, roses ou violettes (PERON, 2006). Selon KEBAILI *et al.*(2009), les fleurs de pomme de terre sont hermaphrodites de type cinq : calice (5 sépales soudés), corolle (5 pétales soudés), androcée (5 étamines alternipétales), ovaire biloculaire pluriovulé. Les fleurs sont autogames (ROUSSELLE *et al.*, 1996).

1.3.1.4. Fruits et graines :les fruits sont des baies sphériques vertes, contenant de nombreuses graines plates et de forme ovale (CHELHA, 2000), et peuvent contenir jusqu'à 200 graines (ROUSSELLE *et al.*, 1992).

1.3.2. Partie souterraine

La partie souterraine représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à pomme de terre sa valeur alimentaire. Elle comprend :

1.3.2.1. Racines :d'après HUAMAN(1987), les plantes de pomme de terre développées à partir des graines développent une racine pivotante mince avec des racines latérales, alors que celles multipliées par tubercules produites des racines adventices à la base de chaque germe.

1.3.2.2. Tiges souterraines ou stolons :ce sont des tiges latérales, elles prennent naissance à partir des bourgeons latéraux du tubercule mère, ces stolons donnent par la suite naissance à la formation des tubercules fils (KEBAILI *et al.*,2009).

1.3.2.3. Tubercules : le tubercule de pomme de terre est une tige souterraine avec des entre-nœuds courts et épais, les yeux sont disposés en spirale et leur nombre est

fonction de la surface (ou calibre) du tubercule. Chaque œil présente plusieurs bourgeons qui donnent des germes qui produisent, après plantation, des tiges, des stolons et des racines (BERNHARDS, 1998).

Sur la coupe longitudinale d'un tubercule on observe de l'extérieur vers l'intérieur tout d'abord l'épiderme connu sous le nom de peau (OSWALDO, 2010). Les lenticelles assurent la communication entre l'extérieur et l'intérieur de tubercule et jouent un rôle essentiel dans la respiration de cet organe (BHOJWANI, 2001). En dessous de la peau on trouve la chair qui comprend des anneaux vasculaires (HOPKINS, 2003). Cette chair constitue un tissu plus ou moins translucide (BIZARRI *et al.*, 1995).

- **Caractéristiques morphologiques de tubercule** : la couleur de la peau des tubercules de pomme de terre est généralement jaune, mais peut être rouge, noire, brune ou bien rose. La forme est de trois types : claviforme, arrondis ou bien oblongs ROUSSELLE *et al.*, 1992)

- **Compositions chimique et valeur nutritive** : le tubercule de pomme de terre est composé de 75 à 82 % d'eau et de 18 à 25% de matière sèche (AMRAR, 2013). La pomme de terre contient des glucides complexes, réserves de glucides végétaux, l'amidon s'accumule dans le tubercule, des acides aminés, protéines sucres, vitamines (C,B), sels minéraux (K, P, Ca, Mg), acides gras et organiques (citrique, ascorbique) (Tableau I)(OSWALDO, 2010).

Tableau I : Apport nutritionnel moyen de la pomme de terre pour 100 g cuites à l'eau (OSWALDO, 2010).

Élément	Quantité
Valeur énergétique	86 KCAL
Glucides	19g
Protéines	2g
Lipides	0.1g
Vitamines (mg)	
B1	0.11
B2	0.04
B3	1.2
B6	0.2
C	13
Minéraux (mg)	
Potassium (K)	410
Magnésium (Mg)	27
Fer (Fe)	0.8
Manganèse (Mn)	0.17
Cuivre (Cu)	0.16

Pour toutes ces raisons, la pomme de terre est largement utilisée dans l'alimentation humaine et elle apporte une grande production agricole aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement.

1.4. Cycle de développement de la pomme de terre

1.4.1. Cycle sexué

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).

1.4.2. Cycle végétatif

Selon SOLTNER (1990), le cycle végétatif de pomme de terre comprend quatre phases principales:

1.4.2.1. Repos végétatif (dormance) : après ou bien avant d'avoir été récoltés, les tubercules entrent en phase de repos végétatif ou de dormance pendant lequel même placés dans des conditions optimales de température et d'humidité, leurs bourgeons sont incapables de germer. Le repos végétatif s'étend depuis la récolte jusqu'au développement des yeux, la longueur de cette période dépend de la variété, du degré de maturité à la récolte, de la température au cours de la conservation et d'autres facteurs (MOULE, 1982).

1.4.2.2. Croissance des germes : la germination se traduit par la levée de dormance. Le tubercule, après évolution physiologique interne, devient capable d'émettre à partir des yeux, des bourgeons qui constituent les futures tiges aériennes (ROUSSELLE *et al.*, 1996). D'après PERON (2006), l'incubation du germe est le temps qui s'écoulera entre le départ de la végétation et la formation des ébauches de tubercule à la base du germe.

1.4.2.3. Croissance et développement végétative : quand le tubercule est planté, ses germes se transforment et croissent au-dessus du sol en tige feuillée. Les bourgeons axillaires aériens donnent des rameaux et les bourgeons souterrains donnent des stolons (GRISON, 1991). Le sommet du stolon commence à renfler et forme un tubercule et le

système aérien se développe suivant un schéma régulier (tige –feuilles–bourgeons-floraux), constituant un premier niveau de feuille, puis des tiges latérales apparaissent formant un deuxième niveau de feuilles (VAN LOON, 1987).

1.4.2.4. Tubérisation : la tubérisation est l'accumulation des produits de la photosynthèse qui a lieu une hyperplasie souvent spectaculaire (MARTIN *et al.*, 1982). Environ quinze jours après la tubérisation, les tubercules commencent à croître rapidement, donc dès ce moment-là plus grande partie de la matière sèche produite est acheminée vers les tubercules et que la croissance des fanes et des racines est ralentie (VANDER ZAAG, 1980).

BENNIU (1988) montre que le rythme de grossissement des tubercules est variable selon le type de sol et de la qualité des eaux d'irrigation. Il existe un véritable antagonisme entre croissance aérienne et tubérisation chez la pomme de terre (MOULE, 1982).

1.5. Les exigences de la culture de pomme de terre

1.5.1. Exigences climatiques

La pomme de terre s'adapte sous tous les climats et se cultive bien dans les pays chauds que les pays froids (BENNIU, 1988).

1.5.1.1. Température : la température représente un paramètre climatique très important pour le développement et la croissance de la pomme de terre. La croissance est ralentie à moins de 10°C, ces parties foliacées gèlent à moins de 1°C. La température optimale pour la végétation semble se situer entre 15.5 et 21°C. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges, alors que les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule (MANSOURI, 2003).

1.5.1.2. Lumière : à la pré-germination, un éclaircissement suffisant favorise le développement des germes courts et vigoureux (2-3 cm) et bien colorés (SOLTNER, 1999). La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18 heures), une photopériode inférieure à 12 favorise la tubérisation (CHIBANE, 1999).

1.5.1.3. Humidité : l'humidité optimale du sol doit être maintenue à 80%. Il est important de maintenir cette humidité pendant toute la végétation jusqu'à la pleine formation des tubercules (KOLEV, 1979).

1.5.2. Exigences édaphiques

1.5.2.1. Structure et texture du sol : la plupart des sols conviennent à la culture de pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles. En générale, la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière (texture sablonneuse ou sablo-limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante (texture argileuse ou argilo-limoneuse) qui empêchent tout grossissement de tubercule (BENNIYOU, 1988 ; MANSOURI, 2003).

1.5.2.2. Acidité du sol : dans les sols légèrement acides (pH = 5.5 à 6), la pomme de terre donne de bons rendements (CHERFI, 1989 ; BAMOUH, 1999 ; LAHMISSI, 2004 ; AIREL, 2007).

1.5.2.3. Salinité du sol : la pomme de terre est relativement tolérante à la salinité en comparaison aux autres cultures maraichères (BENNIYOU, 1988). Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. Lorsque la teneur en sels est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement. On peut réduire la salinité d'un sol en lessivant avec une eau d'irrigation douce (CHIBANE, 1999).

1.5.2.4. Calcaire : la qualité des tubercules de la pomme de terre est meilleure quand ils sont produits sur les sols légers même très légèrement calcaires. SOLTNER (1988) note qu'une teneur élevée du sol en calcaire actif va entraîner un développement des gâles et d'une altération de la qualité gustative du produit.

1.6. Maladies et ennemies de la pomme de terre :

La pomme de terre est soumise à l'attaque de maladies dues à des champignons, à des virus et viroïdes, à des bactéries et à des mycoplasmes. Ces pathogènes peuvent infecter toutes les parties de la plante y compris le feuillage, les racines et les tubercules (ROUSSELLE *et al.*, 1996). Les principales maladies virales qui touchent la pomme de terre sont données au tableau II.

Dans toute son aire de répartition, les parties aériennes et souterraines de la pomme de terre sont attaqués par un grand nombre d'espèces animales appartenant à de nombreux groupes comme les vers (nématodes), les mollusques (limaces), les acariens, les insectes et les micromammifères rongeurs (Tableau 02)(ROUSSELLE *et al.*, 1996).

Tableau II :Principales maladieset ennemies qui touchent la pomme de terre, leurs symptômes et les moyens de lutte (ROUSSELLE *et al.*,1996).

Maladies	Symptômes	Méthodes de lutte
1-Virales		
Virus de l'enroulement de la terre (PLRV)	-Enroulement des feuilles avec une couleur Jaune pâle ou pourpre rougeâtre - Nécrose du système vasculaire. -Chlorose marginale et interne	-Epuration des touffes malades. -Application d'insecticide systémique.
Virus Y et virus A(PVY et PVA)	-Mosaïque sur les feuilles. -Recourbement des feuilles.	-Sélection clonale. -Epuration des touffes malades. -Application des cultivars résistants.
Mosaïque rugueuse et frisolée : infection complexe entre virus X et Y et entre virus X et A	-Mosaïque sur le feuillage -Feuilles tachetées de bandes décolorées et de nécrose. -Déformation et plissement des feuilles.	- Utilisation des plants sains.
Mosaïque (virus X, S et M) X(PVX).S(PVS).M (PVM).	-Mosaïque légère, tacheture et faible éclaircissement des nervures sur le feuillage. -Déformation des feuilles.	-Sélection clonale.
Virus MOP TOP (PMTV)	-Anneaux bruns et nécrotiques sur les tubercules. -Taches brunes, jaune brillant sur les feuilles intérieures.	-Traitement des sols infectés à l'aide de calomel, de sulfure ou oxyde de zinc. -Epuration des touffes malades.
2-Bactérienne		
Pourriture brune (BACTERIOSE). <u>Pseudomonas Solanacearum.</u>	-Flétrissement localisé au sommet de plants. - Un liquide bactérien visqueux de couleur blanchâtre dans les tiges.	-Rotation des cultures.
Jambe noire et pourriture molle. <u>Eruiniasp</u>	-Un enroulement typique du sommet et un jaunissement généralisé. -flétrissement et mort du plant.	-Récolter les tubercules à maturité, ne pas les laisser au soleil, les sécher convenablement avant de leur stockage.
Gale commune. <u>Streptomycesscabies</u>	-Des besoins superficiels et réticulaires sur les tubercules, parfois profonde ou en cratère ou encore protubérantes.	-Employer des plants sains ou distincts. Rotation des cultures : betteraves, carottes.
3-Maladies à des champignons		
Mildiou <u>phytophthora infestaus</u>	-Des lésions d'aspect humide sur le feuillage. deviennent brunes lors qu'elles sont sécher. -une sporulation blanche sur la face inférieure des feuilles -Noircissement des tiges. -La plante entière détruite en quelque jour. Coloration brune de tubercules	-Employer des cultivars résistants. -Application des fongicide organique et cupriques. -L'emploi d'un « adhésif » et la pulvérisation de la face inférieure des feuilles.

Oïdium blanc <u>Oïdium solani</u>	-Des taches blanches poudreuses sur les deux faces de la feuille.	-Application des fongicides organiques
4-Les nématodes		
Nématodes à kystes <u>Goblotera Spp</u>	-Croissance peu vigoureuse, rabougrissement, jaunissement et vieillissement précoce de la partie aérienne. -Des sphères minuscules blanches sur les racines et les tubercules (femelles de nématodes)	-Longue rotation parviennent à réduire les populations. -Traitement par nématicide.
Nématodes gallicoles <u>MeloidoggneSpp</u>	-Une croissance réduite du plant. - Des feuilles vert pâle, petites, peu nombreuses. -Présence des nœuds ou des galles sur les racines. -Des tubercules galleux, déformés.	-Traitement de sol avec des nématicide ou des fumigeant. -Rotation des cellules et la jachère.

2. La production de la pomme de terre

2.1. 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 ; elle vient en quatrième position après le blé, le riz et le maïs qui constituent la base de l'alimentation humaine (FAO, 2015).

En 2013, la production mondiale de pomme de terre est estimée à 368.1 millions de tonnes, pour une surface cultivée de 19.4 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 18.9 tonne par hectare. Ce chiffre n'inclut pas les plants (semences) qui représentent 32.2 millions de tonnes. C'est la chine qui occupe le premier rang des pays producteurs avec une production qui atteint 88.9 millions de tonnes en 2013 (FAO, 2015).Le tableau III résume l'évolution de la surface cultivée en pomme de terre, la production et le rendement par hectare ainsi que la quantité de semence produite dans le monde durant la dernière décennie (2003-2013).

D'après la FAO, l'Asie et l'Europe restent les deux principales régions productrices de pommes de terre du monde, 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 quatrième (FAO, 2015).

Tableau III : Evolution de la production mondiale de pomme de terre entre 2003 et 2013 (FAO, 2015).

Année	Surface cultivée (Mha)	Production (Mt)	Rendement (t/ha)	Semences (Mt)
2003	19.1	314.8	16.4	34.8
2004	19.2	336.2	17.5	34.6
2005	19.3	326.7	16.8	32.6
2006	18.4	307.3	16.7	32.9
2007	18.6	323.9	17.3	30.8
2008	18.1	329.9	18.1	31.5
2009	18.7	334.7	17.9	32.3
2010	18.7	333.4	17.8	32.7
2011	19.2	374.2	19.4	32.9
2012	19.2	364.8	19.0	28.1
2013	19.4	368.1	18.9	32.2

2.2. En Algérie

Selon les historiens, l'entrée de la pomme de terre en Algérie remonte au milieu de la première décennie du dix-neuvième siècle ; elle a été cultivée principalement pour l'exporter vers le marché français. Après l'indépendance, elle est devenue un produit important pour la consommation locale, et elle est devenue de plus en plus importante dans le régime alimentaire. La demande en cette culture s'est alors accrue ; elle représente la première culture maraichère du point de vue superficie et production (CHECHAT, 2008).

En 2013, l'Algérie a occupé la deuxième place, après l'Egypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique. La production nationale durant la dernière décennie (2003-2013) a augmenté de 1 879 918 tonnes en 2003 à 4 400 000 tonnes en 2013 pour une augmentation de la surface cultivée de 88 660 hectares en 2003 à 140 000 hectares en 2013 (Tableau IV). L'accroissement du rendement est aussi très significatif, de 21.20 tonnes par hectare en 2003 à 31.43 tonnes par hectare en 2013 ; c'est en dehors de la production de semences qui montre une nette augmentation durant cette période (FAO, 2015).

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).

Tableau IV: Evolution de la production nationale de pomme de terre entre 2003 et 2013 (FAO, 2015).

Année	Surface cultivée (ha)	Production (t)	Rendement (t/ha)	Semences(t)
2003	88 660	1 879 918	21.20	99 664
2004	93 144	1 896 270	20.35	106 697
2005	99 717	2 156 550	21.62	105 743
2006	98 825	2 180 961	22.06	84 893
2007	79 339	1 506 859	18.99	98 270
2008	91 841	2 171 058	23.64	112 479
2009	105 121	2 636 057	25.07	130 536
2010	121 996	3 300 312	27.05	141 136
2011	131 903	3 862 194	29.28	148 373
2012	138 666	4 219 476	30.43	148 373
2013	140 000	4 400 000	31.43	149 800

La consommation par habitant et par an a subi une croissance très significative entre 1970 et 1998, passant de 20 kg à 42 kg pour se maintenir à un niveau quasi constant jusqu'en 2002. A partir de 2005 la consommation a encore augmenté en raison des prix très accessibles affichés sur le marché pour atteindre 50 kg par habitant et par an (ITCMI, 2008).

Après avoir largement satisfait les besoins du marché local, la filière de la pomme de terre offre, désormais, des opportunités aux opérateurs pour se lancer dans l'industrie de transformation et gagner des marchés à l'exportation. L'Algérie commence à devenir un véritable gros producteur de pommes de terre. Les prévisions du secteur tablent sur une augmentation de la production de ce tubercule de 2 mt d'ici à 2019 (CHERIF, 2016).

En Algérie, la culture de la pomme de terre est surtout cultivée sur la coté méditerranéenne qui jouit d'un climat tempère propice à sa culture tout au long de l'année. On trouve aussi à 500 mètres, sur les montagnes et les vallées entre la coté et les monts Atlas ainsi que sur les Hauts plateaux (KEBAILI *et al.*, 2009).

Les périodes de plantation et de récolte des différentes régions sont mentionnées à titre indicatif, elles faire l'objet de changements en fonction des conditions du milieu et de la climatologie ambiante (AIREN, 2007). Le tableau V montre les différentes zones et leurs types de culture en Algérie.

Tableau V :Zone productrices de pomme de terre en Algérie et types de culture (AIREL, 2007).

Type de culture	Zone littorale	Hauts plateaux	Zone saharienne
Extra-primeur	Septembre-Octobre	-	-
Demi-primeur	Janvier-Février	-	-
Saison	-	Mars-Avril	Janvier-février
Arrière-saison	Aout-Septembre	Juin-Juillet	-

3. Techniques de production des semences de pomme de terre

3.1. Technique de production classique

Pour la production des plants de pomme de terre on peut procéder de deux façons suivant le but recherché ; si on veut créer une nouvelle variété ou améliorer la variété existante, on appliquera sur la dépendance de celle-ci une sélection amélioratrice; par contre si on veut multiplier une variété en vue de la production de semence, on passera par une sélection conservatrice ou sanitaire (sélection généalogique).

Selon PEYERU *et al.* (2007), le bouturage consiste à couper un fragment ou bouture d'une pousse ou d'une tige, une masse cellulaire indifférenciée appelée cal, se forme sur la cicatrice, émet des racines adventives et produit des pousses. Chez la pomme de terre, si on dispose d'un grand nombre de tubercules indemnes de maladies, on peut les utiliser directement comme tête de famille. Si au contraire, on a un nombre limité de tubercules sains, on peut augmenter le nombre de plants de départ par division du tubercule en plusieurs fragments contenant chacun au moins un œil, on peut également utiliser des germes issus de tubercules, des stolons ou des boutures de tige (CHARLES, 1979).

3.2. Technique de bouture de tige (Stem-cuttings)

Le matériel végétal de départ (tubercules, germes, fragments de tubercule ...etc.) est planté dans une serre protégée des attaques d'insectes (serre insecte proof) il donne des tiges quand ils sont une longueur de 30à 40cm, les bourgeons axillaires qui se trouvent à l'aisselle de chaque feuille ; quand les pousses issues des bourgeons axillaires, atteignent 10 cm, on les coupe d'une manière aseptique pour éviter toute contamination. Ces boutures de tige seront plantées sous serre, dans du sable, elles produisant des racines peuvent être transplantées dans des pots et elles seront utilisées par la suite pour produire d'autres boutures de tige. Elles peuvent aussi être plantées aux champs pour la production des tubercules (PEYERU *et al.*, 2007).

3.3. Culture en serre

Une serre est une structure close permet de cultiver un potage, protéger les plantes et réaliser les semis et les boutures en créant un microclimat à l'intérieur (GUIVARCH, 2013). Les contraintes environnementales, techniques et économiques obligent les serristes à améliorer continuellement leurs outils et méthodes de production, certaines contraintes ne sont pas nouvelles, elles réapparaissent au gré des aléas climatiques (le froid intense), la valeur de différentes souches de virus (LAGIER,2010).

Parmi les méthodes alternatives à la lutte chimique, on trouve l'utilisation de barrières physiques (insect-proof en présence de filets insect-proof (anti insecte) qui sont destinés à l'isolement des cultures pour empêcher ou provoquer la pollinisation des plantes par les insectes ou le vent (Figure 02) (GUIVARCH, 2013).La culture des plants de pomme de terre dans des serres en verre avec des insect-proof exige des surveillances et des contrôles permanents.

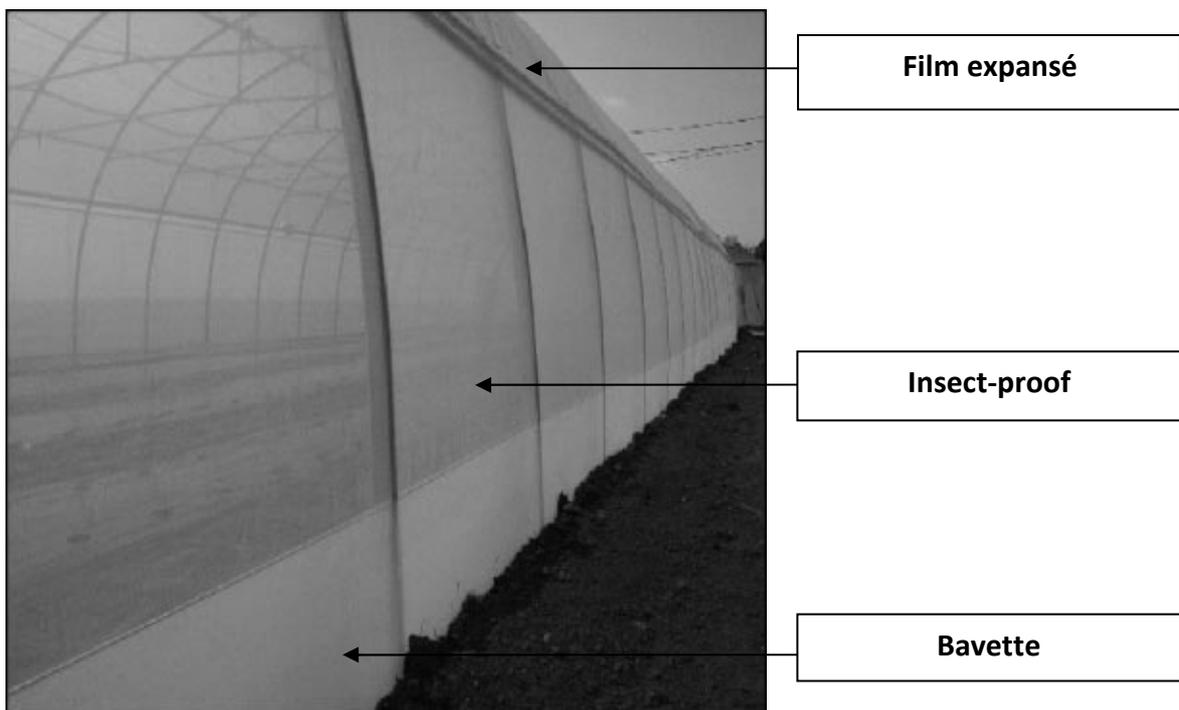


Figure 02: Serre insect-proof (LAGIER,2010).

3.4. Multiplication au champ

Après leur sortie des serres et durant les 3à4 premières années, la descendance de chaque tubercule sera plantée séparément (AMIROUCHE,1979). Des contrôles virologiques

seront régulièrement effectués. Si un plant présente des symptômes de virose, toute la lignée sera éliminée (BOUDIAF et MAHDAI, 2011).

3.5. Multiplication végétative conforme « *in vitro* »

La technique *in vitro*, comme moyen rapide de produire une masse importante de matériel végétal d'un état sanitaire faible, est largement utilisée aujourd'hui. Depuis plusieurs années, les producteurs de plant de pomme de terre ont choisi cette voie pour améliorer la qualité sanitaire de leur matériel de base (FOUARAGE, 1994). Elle s'agit d'un mode de multiplication dans des conditions artificielles conduisant à des individus pourvus de même stock d'information héréditaire que la plante dont ils sont issus (NOZERON et BENALHON, 1972). Pour la culture de pomme de terre *in vitro*, le choix de tubercule de départ est d'importance primordiale. Ce tubercule conforme à la variété, va subir différents tests (virus, bactéries, ... etc.) et indexé avant qu'il soit prêt à l'emploi (DAHMANI, 2010).

3.5.1. Culture de méristème

La méthode classique nécessite de 7 à 8 ans durant lesquels il faut exercer, bien entendu une lutte constante principalement contre les infections de diverses natures. Le problème de l'infection par des virus fut surmonté lorsque George Morel en 1952 a obtenu une plante entière à partir d'un méristème (OCHETTE *et al.*, 2005). Selon TEOULE (1993), chez une plante virosée, la répartition du virus semble très variable selon l'organe. Le méristème est une structure très protégée et généralement indemne de virus, c'est un petit organe composé de cellules méristématiques à division rapide (ESPANOSA *et al.*, 1992).

3.5.2. La Micro-propagation

La micro-propagation est une technique visant à générer une plante entière à partir de cellules ou de tissus végétaux en milieu nutritif, en utilisant des techniques modernes de culture cellulaire. Elle permet de garder des plants stériles, exempts de virus et d'autres infections en plus de pouvoir produire rapidement une large quantité de plantules (DAHMANI, 2010).

La micro-propagation consiste en une prolifération des bourgeons axillaires préexistants sur l'explant mère, ceci offre une grande garantie de conformité génétique et une bonne stabilité des caractères au cours de repiquages successifs (AMBROISE, 2002). En outre, l'analyse moléculaire des vitro-plants propagés a prouvé que la micro-propagation donne des vitro-plants génétiquement stables (MARIE-LUCE, 2013). La micro-propagation

in vitro apporte un progrès considérable par rapport aux méthodes traditionnelles avec un taux de multiplication de 100 à 1000 fois que plus élevé (OCHETTE *et al.*, 2005).

Du point de vue pratique, un plant de pomme de terre donne en moyenne 10 plants au bout d'une saison (REUST et LE, 1985). Les vitro-plants de pomme de terre n'exigent pas d'hormones exogènes pour s'enraciner et peuvent être propagés sur un milieu simple (DODDS *et al.*, 1991).

3.5.3. Milieu de culture

Pour la culture *in vitro* de la pomme de terre, la composition du milieu de culture est d'une importance capitale pour avoir une bonne reprise des boutures. Les milieux de culture sont composés de macroéléments, de microéléments, de vitamines, d'une source de carbone et d'une substance de croissance. Ces milieux de culture sont soit utilisés directement sous forme liquide soit sont solidifiés par de l'agar-agar (MARGARA, 1982).

La solution minérale de MURASHIGE et SKOOG (1962) paraît donner de meilleurs résultats (AMIROUCHE, 1985 ; REUST et LE, 1985 ; DODDS *et al.*, 1986 ; ROUSSELLE *et al.*, 1992). La source de carbone utilisée généralement sont des sucres (le glucose et le saccharose) avec une préférence pour ce dernier (MARGARA, 1982 ; ZRYD, 1988). Selon le Centre International de Pomme de terre (CIP), les substances de croissance sont complètement inutiles puisque les boutures s'enracinent et croissent sans problèmes en absence totale de substances de croissance dans le milieu de culture utilisé.

4. Aperçu sur la production, le contrôle et la certification des semences de pomme de terre en Algérie

D'après le Centre National de Control et de Certification des Semences et plant (CNCC, 2004), l'Algérie importe toujours 70% de ses besoins en semence de pomme de terre destinée à la production des saisons et produit localement 100% de sa semence d'arrière-saison et de primeur. La production de semence de pomme de terre est à 100% privée sous contrôle des services de l'état néanmoins vu les quantités importantes de semences produites ces dernières années, le secteur vient d'engager une réflexion pour réduire les importations.

La production de semence de la pomme de terre ne cesse d'augmenter. Elle est passée de 500 000 quintaux en 1992, date de la création du CNCC, à 1,8 million quintaux en 2013 (CNCC. 2014).

Les trois premières générations (G0, G1 et la G2) sont produites par les trois laboratoires concernés par la production des catégories de pré-base (hors sol) : la société SAGRODEV, l'ITCMI et l'INRAA. Les autres catégories (SE, E, A et B) sont multipliées dans les fermes pilotes et les établissements multiplicateurs. Le tableau 06 montre l'évolution de la production des semences de pomme de terre en Algérie au cours de ces dernières années.

4.1. 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 contrôle 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 03 octobre 1995.

4.1.1. Organisation de la 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 descendances successives de chaque G0, F0 ou B0, constituent la famille de 1^{ère} année G1, F1, B1 et ainsi de suite jusqu'à la 3^{ème} 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).

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

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

4.1.2. Contrôle des cultures et de lots

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. Tout au long de la végétation, les champs de production de matériel de départ, de plants de pré-base, de base et certifiés, sont placés sous la surveillance d'un technicien. Les notations et observations sont enregistrées sur une fiche de notation. Les cultures sont acceptées provisoirement lorsqu'à l'issue des notations, elles répondent aux normes exigées. Dans ce cas un Certificat d'Agréage Provisoire (CAP) est établi. L'agrément provisoire ou le refus sont notifiés aux établissements producteurs et aux multiplicateurs concernés dans les meilleurs délais possibles. Les normes applicables au classement provisoire des cultures destinées à la production de plants sont données en annexe 1 (CNCC, 2017).

4.1.3. Tests de contrôle

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, à l'issue de ces tests, le produit de culture est classé définitivement en fonction des normes établies par le CNCC à travers d'un pourcentage constant de maladies à virus (CNCC, 2017) :

- Pré-base (G1, G2, G3) : Egale à 0 %.
- Classe Super Elite (SE) : inférieure à 1%.
- Classe Elite (E) : inférieure à 2%.
- Classe A : inférieure à 6%.
- Classe B : de 6% à 10%.
- Refus : plus de 10%.

Le CNCC peut vérifier à posteriori la qualité du classement en prescrivant la réalisation par l'établissement producteur d'un champ de vérification de sa propre production. 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).

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. Un autre contrôle des lots est par la suite effectué. Il consiste à s'assurer des conditions de conservation et du bon état physiologique et sanitaire des plants stockés (CNCC, 2017).

4.1.4. 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).

4.1.4.1. 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.

4.1.4.2. 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

4.1.4.3. 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).

4.1.4.4. 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).

4.1.4.5. Lésions de gelée : les plants de pomme de terre doivent être indemnes de lésions de gelée.

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

Chapitre II

Matériels et méthodes

1. Présentation de la structure d'accueil

Notre travail est mené au cours de l'année 2016/2017 au niveau de la société agro-développement (SAGRODEV) située à Guellal – Sétif. La SAGRODEV créée en 1998, est une société par actions au capital sociale, filiale du groupe semences, plants et géniteurs (GSPG), elle est produite à partir de la culture *in vitro*, de la semence de pomme de terre pré-base G0 et G1.

L'objectif assigné par cette infra structure est l'accroissement de la production de semences certifiées de pré-base *in vitro*, cela garantira un meilleur approvisionnement du marché en semences de qualités et à des prix réduits.

2. Conditions de l'expérimentation

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal de la présente étude est constitué des explants de quatre variétés de l'espèce pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dont trois variétés à peau rouge, à savoir : Désirée, Kondor et Bartina, et une variété à peau blanche : Spunta. Les caractéristiques agronomiques de ces variétés sont données au tableau VII. Une description plus détaillée de ces variétés est présentée dans l'annexe 04.

2.2. Milieu de culture

Pour assurer les conditions nutritives les plus favorables à la croissance des micro-boutures nous avons choisi le milieu de culture MS (Murashige et Skoog, 1962) dont ses constituants principaux sont l'eau ionisée et les sels minéraux qui se répartissent en deux groupes, les macroéléments (N, K, Ca, Mg, S) et microéléments (Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Na, I). La source de carbone est un sucre, le saccharose ; d'autres vitamines, acides aminés et régulateurs de croissance sont contenus dans le milieu. La solidification de milieu de culture est faite à l'aide de l'agar.

2.2.1. Préparation du milieu de culture

Les solutions mères des macroéléments, micro-éléments, vitamines et Fer-EDTA sont préparées suivant les ingrédients indiqués dans le tableau VIII. Les différents éléments sont apportés dans l'ordre décroissant de leur concentration à fin d'éviter tout risque de précipitation.

Tableau VI: Caractéristiques des variétés de pomme de terre étudiées (CNCC, 2015).

	Désirée	Kondor	Bartina	Spunta
Origine génétique	Urgenta X depesche	61333 X Wilja	Saturria X ZPC 62-758	Béa X.U.S.D.A.96-56
Maturité	Moyen a demi -tardive	Demi précoce.	Demi tardive	Demi précoce.
Tubercules	-Oblong, assez régulier, peau rouge, chair jaune	Oblong long assez régulière Peau rouge Chair jaune pâle.	Oblong, peau rouge, chair jaune, chair jaune.	Oblong allongé, régulier, peau jaune, chair jaune.
Maladies	- Résistante au mildiou - Assez sensible au virus de l'enroulement - Résistance moyenne au virus A et X.Y - Sensible à la gale commune	Sensible aux maladies : - Mildiou de la feuille et des tubercules. -Virus X. A. Y. -Enroulement et nématodes.	Sensible aux maladies : - Mildiou de la feuille et des tubercules. -Gale commune. Résistante au virus PVY. PVX. PVA	-Assez sensible au mildiou du feuillage -Résistante à virus A et Y -Moyenne résistance au virus X -Résistance moyenne à lagale commune
Repos végétatif	Très long	Moyen	Moyen	Moyen
Aptitude à la conservation	Bonne	Bonne	Très bonne	Assez faible
Teneur en matière sèche	Assez élevée	Assez élevée	Très faible	Très faible

Tableau VII:Composition du milieu de culture.

	Ingrédients	Solution mère mg /l	Volume de prélèvement
Macroéléments	KNO ₃	38 000	50 ml
	NH ₄ NO ₃	33 000	
	Mg SO ₄ 7H ₂ O	7 400	
	Ca Cl ₂ 2H ₂ O	8 800	
	KH ₂ PO ₄	3 400	
Microéléments	Mn SO ₄ H ₂ O	16 800	1 ml
	Zn SO ₄ 7H ₂ O	86 00	
	H ₃ BO ₃	62 00	
	KI	830	
	Na MO ₄ 2H ₂ O	25	
	Ca CL ₂ 6H ₂ O	25	
	Cu SO 5H ₂ O	25	
Vitamines	Acide nicotique	50	10 ml
	Pyridoxine	50	
	Glycine	200	
	Thiamine	10	
Fer-EDTA	Fe SO ₄	2785	10 ml
	Na ₂ EDTA	3725	
Sucre	Sucre de table	30 g /l	30 g
Agar	Agar	7 g/l	7 g

Les solutions mères sont, ensuite, transférées dans des flacons de 1 litre et le volume est complété avec de l'eau distillée. Les flacons sont, identifiées puis rangées au réfrigérateur à 04C°. A partir des solutions mères (Tableau VIII), on a pu préparer la solution finale avec les concentrations exigées.

Le milieu de culture est préparé dans un bécher de 1 litre en agitation continue. L'opération consiste à verser approximativement 500 ml d'eau distillées dans le bécher sur lesquels le volume nécessaire des solutions mères (50 ml de macroéléments, 1 ml de microéléments, 10 ml de Fe-EDTA et 10 ml de vitamines) et de sucre de table au lieu de saccharose (30g/l) sont rajoutés. Le pH de milieu est ajusté à 5.7±0.1 avec du NaOH (base) ou de l'HCL (acide). Le volume final de 1 litre est complété avec l'eau distillée. 7gd'agar est, ensuite, rajouté pour solidifier le milieu de culture. Le mélange est porté à l'ébullition jusqu'à dissolution de toutes les particules d'agar. A l'aide d'un distributeur automatique, le milieu est transféré dans des tubes et dans des bocaux à raison de 10 ml par tube et de 30 ml par boîte. Les tubes et les bocaux sont fermés hermétiquement.

2.2.2. Stérilisation du milieu de culture et des instruments

La stérilisation du milieu de culture est assurée par un autoclavage à une température de 120 °C et sous une pression de 1 bar pendant 20 minutes, afin de s'assurer de la destruction totale des bactéries. En raison de leur sensibilité à la chaleur, les substances thermolabiles comme les vitamines peuvent être ajoutées en conditions aseptiques au reste du milieu MS autoclavé. Pour cela, on utilise des pièces de filtration avec un papier filtre à 0.22 micromètre stérile.

Avant chaque manipulation, tous les instruments métalliques (pince, bistouris, pointes, ...etc.) ou verreries (boîtes de pétri, tubes, ...etc.) sont stérilisés par étuvage à une température de 170 °C à 200 °C pendant 2 heures de temps. Tous ces instruments sont couverts avant leur mise en étuve et ne seront découverts, que sous la hotte, au moment de leur utilisation.

3. Méthode de travail

3.1. Culture *in vitro*

3.1.1. Conditions de travail

La culture *in vitro* nécessite des conditions d'asepsie. Tout le matériel nécessaire doit être exempt de tous germes et micro-organismes. Pour cela on utilise du matériel stérile comme des tubes en verre, scalpels ou boîtes de Pétri. Il est aussi nécessaire de porter des tenues blanches et des masques stérilisés spéciales et se laver régulièrement les mains avec de l'alcool. On doit travailler sous hotte vertical à flux laminaire stérilisée au préalable avec de l'éthanol (70%). Pour stériliser le matériel on trempe les instruments de travail dans l'éthanol puis dans le stérilisateur à billes dans lequel on met les outils après chaque étape de la mise en culture.

3.1.2. Micro-propagation

Les vitro-plants utilisés dans la micro-propagation sont obtenus à partir d'un tubercule sain, après des analyses phytosanitaires. Le méristème est prélevé sous la hotte stérile à l'aide d'une loupe binoculaire, il est ensuite transféré sur un milieu de culture MS, et incubé dans la chambre de culture. Après deux mois (4 à 5 semaines), la plantule issue est multipliée comme une bouture normale.

Sous la hotte, chaque vitro-plant est retiré du bocal à l'aide d'une pince stérile et déposé sur le papier buvard stérile. La partie racinaire est ensuite éliminée par du scalpel et le vitro-plant est fragmenté en tronçons de 0.5 à 1 cm (Figure 03) qui portent une seule feuille. Le repiquage des vitro-plants sur le milieu de culture MS est réalisé à l'aide d'une pince stérilisée et près du thermostérilisateur à billes.

Les tronçons sont prélevés et plantés à raison de 10 par bocal et 1 par tube dans le milieu MS gélifié de façon que le bourgeon et la feuille soient placés verticalement sur la surface du milieu (tête en haut). Une fois que les explants sont placés dans leurs tubes/bocaux stériles, ils sont placés dans une chambre de culture climatisée avec une température d'environ 22°C, une humidité maintenue à 50-60% et une photopériode de 16 heures de lumière et de 8 heures d'obscurité (Figure 04).

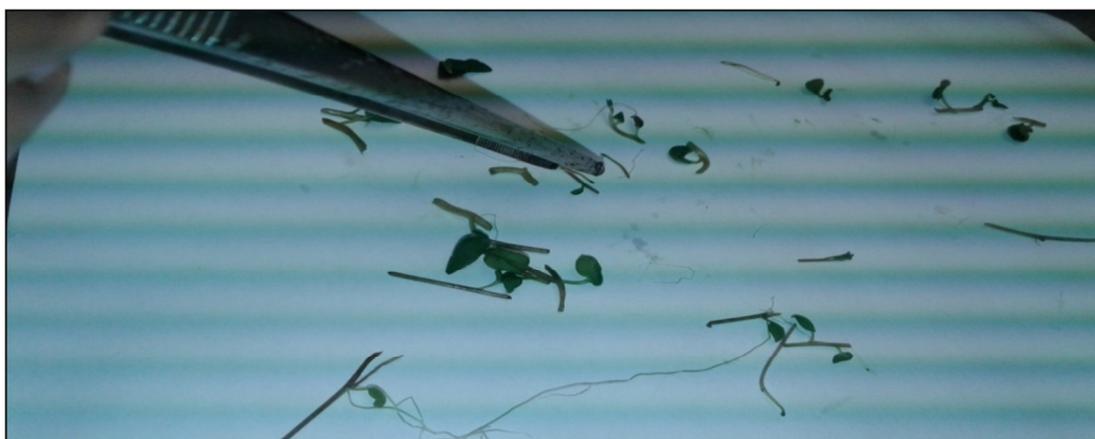


Figure 03 : Micro-propagation du vitro-plants (Originale, 2017).

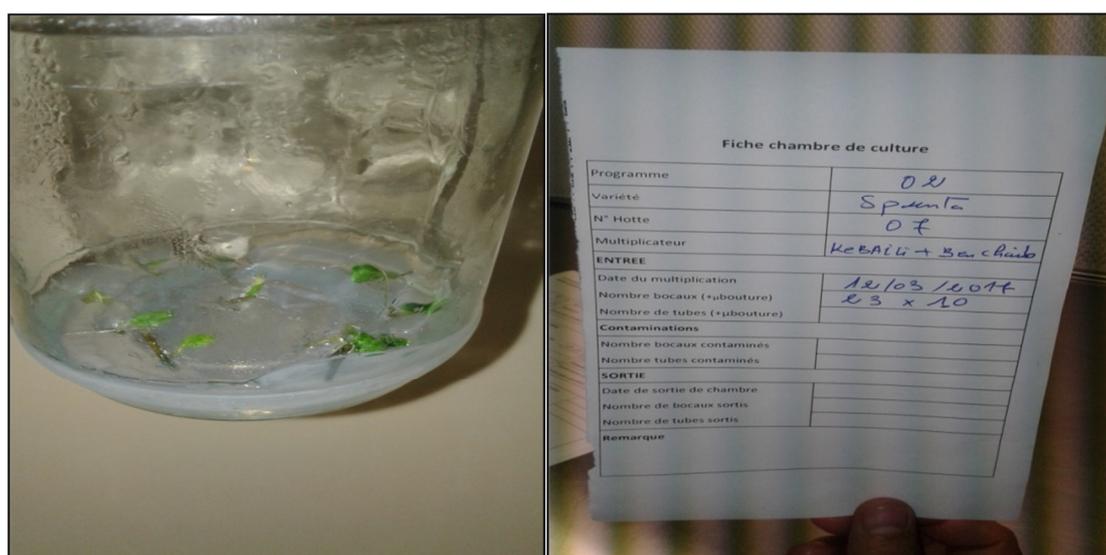


Figure 04 : Incubation des vitro plants dans la chambre de culture (Originale, 2017).

3.2. Culture sous serre insect-proof

La production des mini-tubercules en milieu protégé (serre insect-proof) a eu lieu par repiquage des vitro-plantules en densité plus ou moins élevée dans un substrat à base de tourbe (terreau). Un cycle normal de 3 mois de végétation conduit alors à la production des mini-tubercules dont la taille varie de 10mm à plus de 30mm. 2 à 4 mini-tubercules, en moyenne, sont produits par plantule.

La serre en verre contient des tables dont la capacité est de l'ordre de 800 pots par table. Elle est équipée par des fournaises et des extracteurs pour maintenir la température entre 15-25 °C. L'irrigation se fait par un système goutte à goutte.

3.2.1. Techniques de production

Après le nettoyage de la serre et la désinfection des pots avec l'eau de javel (10 à 15%), les pots sont remplis par un substrat stérilisé d'un tiers (1/3) de volume. Les pots sont fertilisés avec de l'engrais NPK (8, 10, 30) et arrosés et traités par un nématicide.

Les vitro-plants sont extraits de leur milieu artificiel et repiqués à l'aide d'une pince dans le terreau à raison de 8 sujets par pot. Les plantules repiquées sont placées dans une atmosphère humide et chaude (23°C) pour favoriser leur reprise, la température est réduite progressivement pour obtenir des plantules robustes (Figure 05).

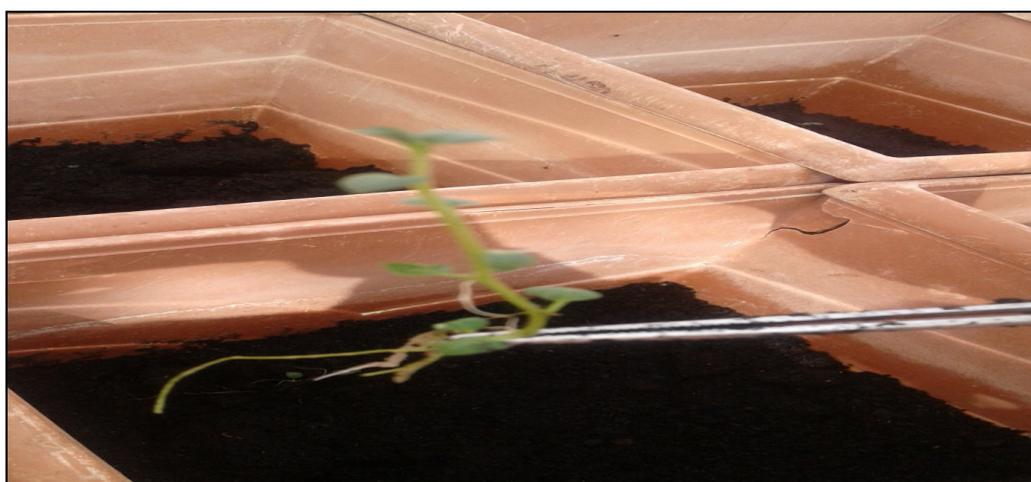


Figure 05 : Repiquage et acclimatation des vitro-plants (Originale, 2017).

Les travaux d'entretiens consistent à une fertigation avec des engrais tertiaires NPK : 12.42.10/13.42.10/12.12.34/20.20.20, et potassiques (0.0.60) durant les deux derniers mois pour améliorer la qualité des mini-tubercules, au binage, au buttage (un premier buttage après

trois semaines d'acclimations, suivi par un deuxième après 10-15 jours pour favoriser l'enracinement des plants), à l'arrachage des plants malades, aux traitements phytosanitaires et à faire des arrosages réguliers pendant tout le cycle de développement (Figure 06). L'irrigation est stoppée environ 15 jours avant la récolte lorsque le feuillage commence à flétrir et à jaunir. En ce moment, le défanage (opération qui consiste à la destruction des feuilles) est effectué. Cette opération permet la subérisation de la peau des tubercules et d'éviter de blesser les tubercules à la récolte. La récolte est faite manuellement et un pré-triagedes mini-tubercules (séparation des gros et petits) est ainsi effectué.



Figure 06 : Buttage (à gauche) et fertilisation des pots (à droite) sous serre insect-proof (Originale, 2017).

Un triage final est fait et les mini-tubercules sont groupés en 6calibres :

- Moins de 10 mm
- Entre 10-15 mm
- Entre 15 -20 mm
- Entre 20- 25 mm
- Entre 25 -30 mm
- Plus de 30 mm

Un comptage et un pesage des mini-tubercules sont effectué par calibre et par variété. Le produit est rincé et traité avec un mélange d'insecticide et de fongicide. Après séchage, les mini-tubercules sont stockés dans une chambre froide à 3 °C. En fin, une déclaration des lots récoltés est établie pendant le contrôle par le CNCC qui vérifie la pureté variétale, la présence des maladies virales et annonce une estimation des rendements.



Figure 07 : Calibrage(à gauche) et comptage (à droite) des mini-tubercules(Originale, 2017).

4. Mesures et notations

Les mesures effectuées sont de l'ordre morphologique, on mesure la taille de la tige, le nombre de feuilles, le nombre de ramifications, cela *in vitro* et en serre insect proof. Ainsi on a calculé le taux de perte des vitro plants à l'acclimatation. Après la récolte, on réalise une répartition des mini-tubercules sur les calibres cités ci-dessus et on a mesuré le nombre et le poids des mini-tubercules pour chaque calibre.

5. Analyse des données

L'analyse statistique a porté sur la comparaison des différents paramètres à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA) à un seuil de 5%, suivie d'une comparaison des moyennes (Test de Student au seuil de probabilité de 5% ($p < 0.05$)). et cela dans le cas où l'interaction entre les trois mesures (Hauteur des tiges x Nombre de feuilles x Nombre de ramifications) est significative.

Cette analyse est effectuée à l'aide du logiciel STATISTICA 8. Les résultats obtenus sont ensuite représentés sous forme de graphiques en fonction de mesures de croissance, des variétés, des calibres et cela à l'aide du logiciel EXCEL.

Chapitre III

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Développement des vitro-plants *in vitro*: cas de la variété Spunta

Pour estimer la croissance des vitro-plants après la micro-propagation, nous avons procédé à la mesure de la longueur des tiges et le nombre des feuilles produites par plant après leur mise en place dans les tubes à essai. Trois mesurées ont été faites sur 10 vitro-plants durant le 7^{ème} (S₁), le 14^{ème} (S₂) et le 21^{ème} jour (S₃) après la micro-propagation (Figure 08).



Figure 08 : Développement des vitro-plants *in vitro* (Originale, 2017).

Les résultats de l'analyse de la variance montrent des effets date très hautement significatif ($p < 0.001$) pour les deux variables mesurées (Tableau IX). Ces résultats suggèrent une variation très rapide de ces deux caractères depuis la micro-propagation jusqu'à leur aptitude à la transplantation et leur transfert à la serre insecte-proof.

La vitesse de croissance paraît bonne durant les 21 jours de développement des vitro-plants, la courbe de croissance est linéaire comme le montre la figure 09. Ceci confirme que le milieu de culture MS préparé est adéquat pour la multiplication des vitro-plants.

Ainsi, la réaction des boutures de pommes de terre au milieu de culture se manifeste lors des premières étapes de reprise par l'augmentation du nombre de feuilles. Cette augmentation varie en fonction du milieu de prolifération expérimenté. D'où le nombre

important de feuilles enregistré en milieu, qui peut s'expliquer par la grande efficacité du milieu (solution équilibrée) (BOUFARES, 2012).

Tableau VIII: Résultats de l'analyse de la variance de la hauteur des tiges et du nombre de feuilles mesurés.

Source de Variation	ddl	SCE	CM	F_{obs}	P
HT					
Date	2	275.96	137.98	87.03	0.000
Erreur	27	42.81	1.59		
Total	29	318.77			
NF					
Date	2	232.27	116.13	66.57	0.000
Erreur	27	47.10	1.74		
Total	29	279.37			

ddl : Degré de liberté, SCE : Somme des carrés des écarts, CM : Carré moyen de l'analyse de la variance, F_{obs} : Valeur observée de F, p : Probabilité, HT : Hauteur des tiges, NF : Nombre de feuilles.

Les résultats dégagés de notre étude sur la micro-propagation de la pomme de terre et serapportant aux caractères morphologiques suivis qui son nombre de feuilles, longueur des tiges sont consignés ci-dessous dans des histogrammes représente durant les trois semaines.

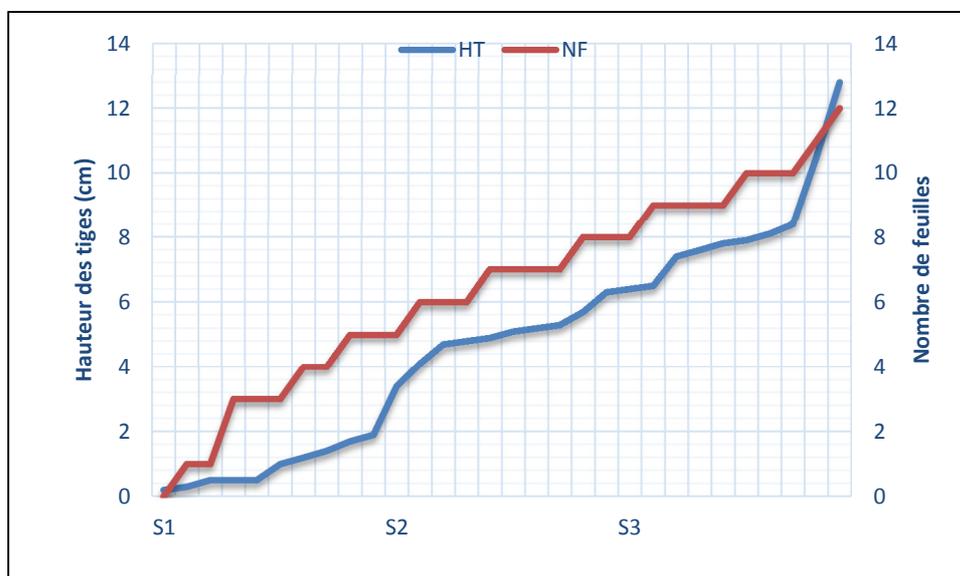


Figure 09 : Variation de la longueur des tiges et du nombre de feuilles des vitro-plants de la variété Spunta développée *in vitro*

2. Evaluation sous serre insect-proof

2.1. Taux de perte à l'acclimatation

Les vitro-plants des quatre variétés Spunta, Bartina, Désirée et Kondor développés *in vitro* sont transférés en pots sous une serre insecte-proof, durant cette phase l'humidité relative est maintenue à une valeur élevée pour éviter la dessiccation des plantules. Les résultats obtenus après acclimatation montrent très peu de variation du taux de reprise des vitro-plant acclimatés des trois variétés Baratina, Spunta et Condor, alors que la différence de la moyenne de ces trois variétés en comparaison avec le nombre de vitro-plants de la variété Désirée qui ont repris leur croissance est significative comme indiqué par le test de Student au seuil de probabilité de 5% ($p < 0.05$).

Le taux de reprise est important chez Kondor mais très faible pour Désirée dont les moyenne de perte sont de l'ordre de 1.14% et 6.1%, respectivement (Figure 10). Ces résultats suggèrent que les variétés Bartina, Spunta et Condor sont bien adaptées aux conditions de production que la variété Désirée.

En évaluant cinq variétés de pomme de terre, KECHID (2005) a observé des taux de reprise de 90%, 95%, 85%, 85% et 90%, respectivement pour Atlas, Désirée, Kondor, Spunta et Timate. Ces résultats corroborent avec ceux obtenus dans la présente étude.

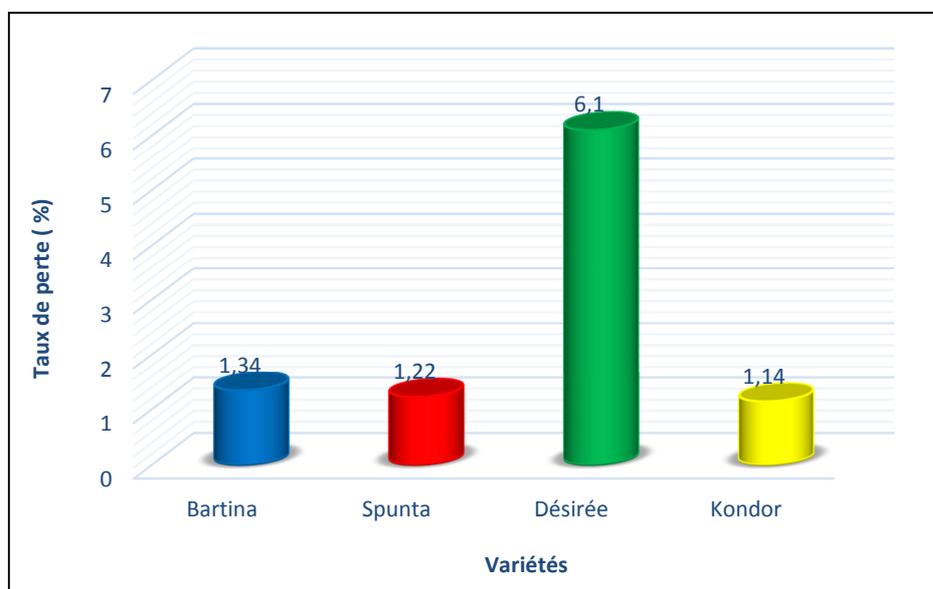


Figure 10 : Taux de perte des vitro-plants obtenus à l'acclimatation sous serre insect-proof.

2.2. Croissance des plants

Après leur acclimatation, les plantules issues de repiquage des vitro-plants sont évaluées par la longueur de tige, le nombre de feuilles et le nombre des ramifications pour chaque variété étudiée. Les mesures sont faites à raison de 14 vitro-plants par variété durant le 15^{ème} (T₁), le 30^{ème} (T₂), le 45^{ème} (T₃) et le 60^{ème} jour (T₄) après la transplantation.

D'une façon générale, la croissance de la partie aérienne de la pomme de terre est en fonction de la variété et du cycle végétatif ainsi aux conditions de production, MADEC et PERENNEC (*in* ROUSSELLE, 1996) ont émis l'hypothèse que la vigueur de croissance n'est pas nécessairement un caractère variétal comme cela est couramment admis (PERLA, 1999), mais peut résulter aussi de certaines conditions du milieu, on rappelle que notre essai est basé sur quatre variétés caractérisant par un développement végétatif déferent d'une variété à une autre dans les mêmes conditions d'insect proof.

Les résultats de l'analyse de la variance montrent qu'il existe des effets variété, date et interaction variété x date très hautement significatives pour l'ensemble des caractères mesurés et soumis à l'analyse (Tableau X). Un effet variété significatif suggère la présence de la variabilité génétique pour les caractères mesurés. Un effet date significatif exprime une vitesse de croissance appréciable. Un effet d'interaction variété x date significatif suggère que la vitesse de croissance au fil du temps est elle-même variable d'une variété à une autre. Des résultats similaires sont obtenus par KECHID (2005) et BOUDERSA et BENLARIBI (2016).

Les valeurs moyennes prises par la hauteur des tiges sont variables d'une variété à une autre. Au stade T₄, la hauteur varie de 34.51 cm pour Bartina à 57.80 cm pour Spunta (Tableau XI). Ainsi, la vitesse de croissance avec le temps est presque identique pour les quatre variétés évaluées, elle est plutôt plus rapide chez Spunta et Désirée que chez Kondor et Bartina (Figure 11).

Les valeurs moyennes prises par le nombre de feuilles sont aussi variables d'une variété à une autre (Tableau XI). Ainsi, le nombre et la vitesse d'apparition des feuilles varient avec le temps (Figure 12). Globalement, on peut dire que pour l'ensemble des variétés étudiées possèdent un bon développement végétatif et une bonne couverture du substrat. L'effet variété paraît très important comme le montre la figure 12. Les courbes d'évolution de nombre de feuille sont parallèles avec le temps, jusqu'au T₃ après l'acclimatation avec une supériorité de la variété Désirée. A partir de ce stade les valeurs commencent à s'éloigner pour atteindre une différence maximale globale de 29 feuilles notée au stade T₄ entre les

nombres de feuilles estimé entre V_4 (Bartina) et V_2 (Désirée). Dans ce contexte, KECHID (2005) a noté que les meilleures valeurs de la longueur de la tige et du nombre de feuilles sont enregistrées chez Désirée et Spunta.

Tableau IX:Résultats de l'analyse de la variance, de la hauteur des tiges des plantules acclimatées sous serre insect-proof.

Source de Variation	ddl	SCE	CM	F_{obs}	p
HT					
Date	3	35019.6	11673.2	714.62	0.000
Variété	3	3836.3	1278.8	78.28	0.000
Variété x Date	9	2403.6	267.1	16.35	0.000
Erreur	208	3397.6	16.3		
Total	223	44657.1			
NF					
Date	3	40329.2	13443.1	620.20	0.000
Variété	3	5863.7	1954.6	90.17	0.000
Variété x Date	9	4789.2	532.1	24.55	0.000
Erreur	208	4508.4	21.7		
Total	223	55490.6			
NR					
Date	3	2189.9	729.9	404.67	0.000
Variété	3	438.3	146.1	81.00	0.000
Variété x Date	9	76.6	8.5	4.72	0.000
Erreur	208	375.2	1.8		
Total	223	3080.2			

ddl : Degré de liberté, SCE : Somme des carrés des écarts, CM : Carré moyen de l'analyse de la variance, F_{obs} : Valeur observée de F , p : Probabilité, HT : Hauteur des tiges, NF : Nombre de feuilles, NR : Nombre de ramifications.

BOUDERSA et BENLARIBI (2016) ont évalué *in vitro* les variétés Spunta et Désirée pour le stress salin à différents niveaux (0, 25, 100 et 150 Mmol NaCl), avec des durées d'exposition au stress allant de 7 à 28 jours. Ils ont conclu que la présence du NaCl dans le milieu en faibles concentrations, n'apporte pas une influence significative sur la croissance et développement des vitro-plants, par contre des concentrations au-delà de 100 Mmol, le développement des deux variétés semble faible. Ces auteurs expliquent l'effet salinité sur la hauteur des tiges. Ils ont observé que le stress est plus accentué sur la variété Spunta que sur la variété Désirée pendant les quatre premières semaines de l'essai. Quant au nombre de feuilles, les mêmes auteurs notent que les deux facteurs, le temps d'incubation et la concentration de NaCl, présentent une interaction hautement significative sur ce caractère, par contre le facteur variété présente une interaction non significative face au stress salin.

Pour le nombre de ramifications, les valeurs moyennes prises par ce caractère oscillent entre 0.57 et 13.07 rameaux suivant la date d'échantillonnage et la variété (Tableau XI). Les résultats illustrés dans la figure 13 montrent que la variété Bartina forme plus de ramifications que les autres variétés (caractéristique variétale) pendant tout le cycle végétatif, elle est suivie par Désirée en deuxième position. Spunta est classée troisième et Kondor en dernière position. BOUDERSA et BENLARIBI (2016) ont signalé dans leur étude une dominance de la variété Désirée pour le nombre de ramifications dans les trois milieux de stress C0, C25, C100 (28 jours), relativement à la variété Spunta. Ce résultat confirme les résultats de la présente contribution en l'absence de stress.

Tableau X: Valeurs moyennes prises par la hauteur des tiges, le nombre de feuilles et de ramification des plantules acclimatées sous serre insect-proof.

Date	Variété	HT	NF	NR
T ₁	V ₁	10.29	6.29	0.57
T ₁	V ₂	13.14	8.79	1.93
T ₁	V ₃	9.69	10.93	2.71
T ₁	V ₄	9.75	11.21	3.86
Moy. T₁		10.71	9.30	2.27
T ₂	V ₁	23.58	17.00	2.14
T ₂	V ₂	22.45	23.79	3.64
T ₂	V ₃	19.47	23.29	4.21
T ₂	V ₄	18.03	18.14	6.36
Moy. T₂		20.88	20.55	4.09
T ₃	V ₁	37.62	29.86	4.64
T ₃	V ₂	32.98	41.93	6.29
T ₃	V ₃	28.34	41.93	5.86
T ₃	V ₄	25.19	23.43	8.43
Moy. T₃		31.03	34.29	6.30
T ₄	V ₁	57.80	40.57	8.79
T ₄	V ₂	47.72	61.43	11.93
T ₄	V ₃	38.01	44.57	8.79
T ₄	V ₄	34.51	32.14	13.07
Moy. T₄		44.51	44.68	10.64
Moy. V₁		32.32	23.43	4.04
Moy. V₂		29.07	33.98	5.95
Moy. V₃		23.88	30.18	5.39
Moy. V₄		21.87	21.23	7.93

T₁: 15^{ème} jour, T₂: 30^{ème} jour, T₃: 45^{ème} jour, T₄: 60^{ème} jour, V₁: Spunta, V₂: Désirée, V₃: Kondor, V₄: Bartina, HT : Hauteur des tiges, NF : Nombre de feuilles, NR : Nombre de ramifications.

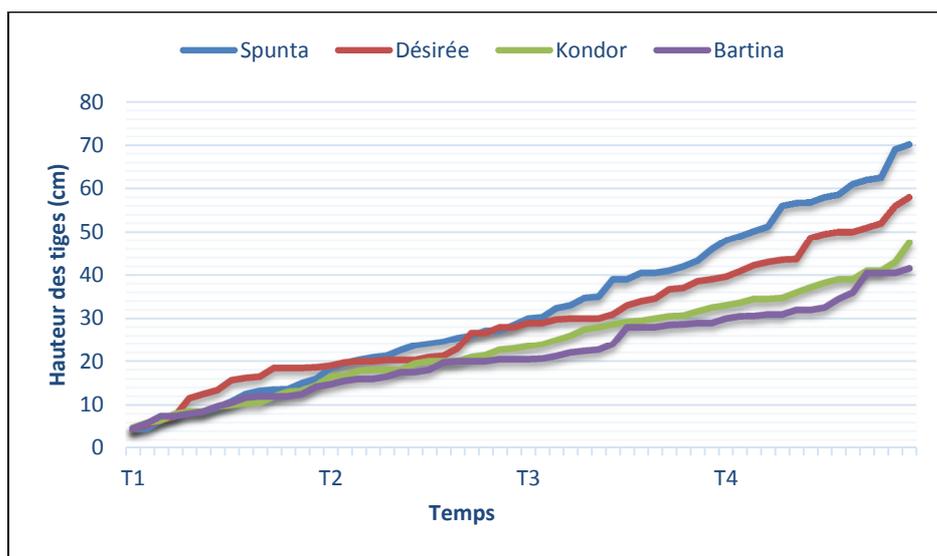


Figure 11 : Variation de la hauteur des tiges des quatre variétés évaluées sous serre insect-proof.

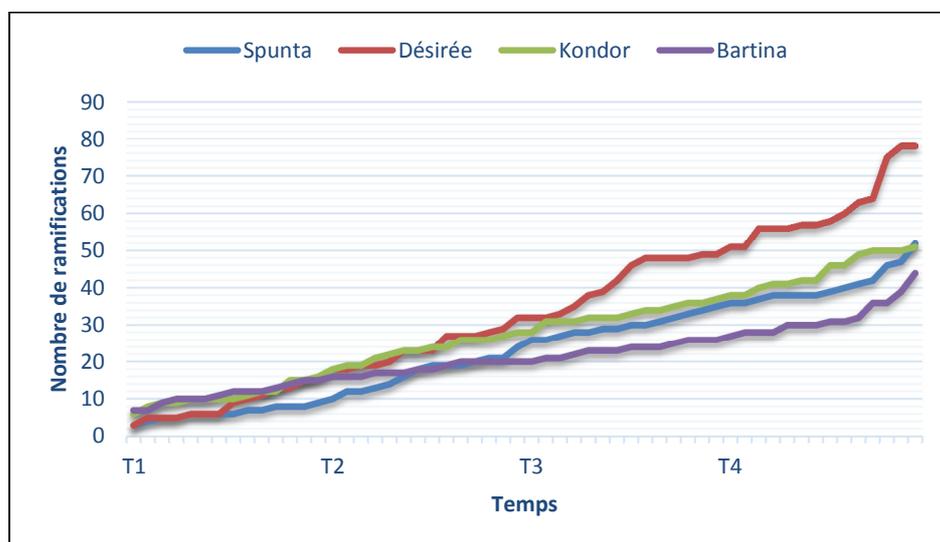


Figure 12 : Variation du nombre des feuilles des quatre variétés évaluées sous serre insect-proof.

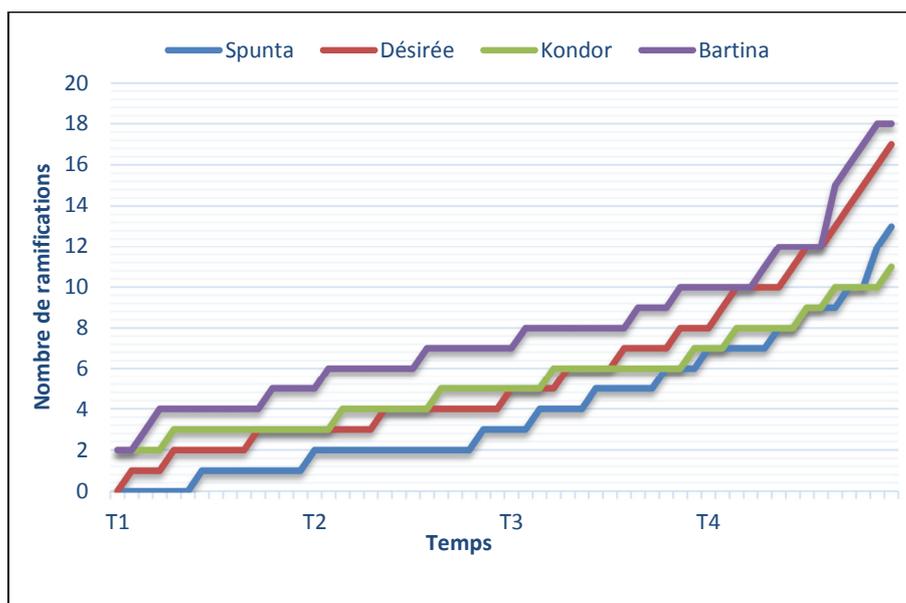


Figure 13 : Variation de nombre des ramifications des quatre variétés évaluées sous serre insect-proof.

L'étude des relations entre les trois variables mesurées montre la présence de corrélations positives et significatives (Figure 14). Ainsi le nombre de tiges est corrélé significativement au nombre de feuilles ($r = 0.858^{**}$) et au nombre de ramifications ($r = 0.735^{**}$). Ce dernier possède une liaison positive et significative au nombre de feuilles produites par plante ($r = 0.764^{**}$). Ces résultats suggèrent que les variétés hautes produisent plus de feuilles et de ramifications.

KECHID (2005) a révélé une corrélation très hautement significative entre le nombre de feuilles et la longueur de la tige et entre la longueur de la tige et le nombre de feuilles par plante. Dans son expérimentation, BOUFARES (2012) a noté que la longueur et le nombre de tiges ainsi que le nombre de feuilles n'évoluent pas régulièrement au cours du cycle de développement. Ceci suggère que 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.

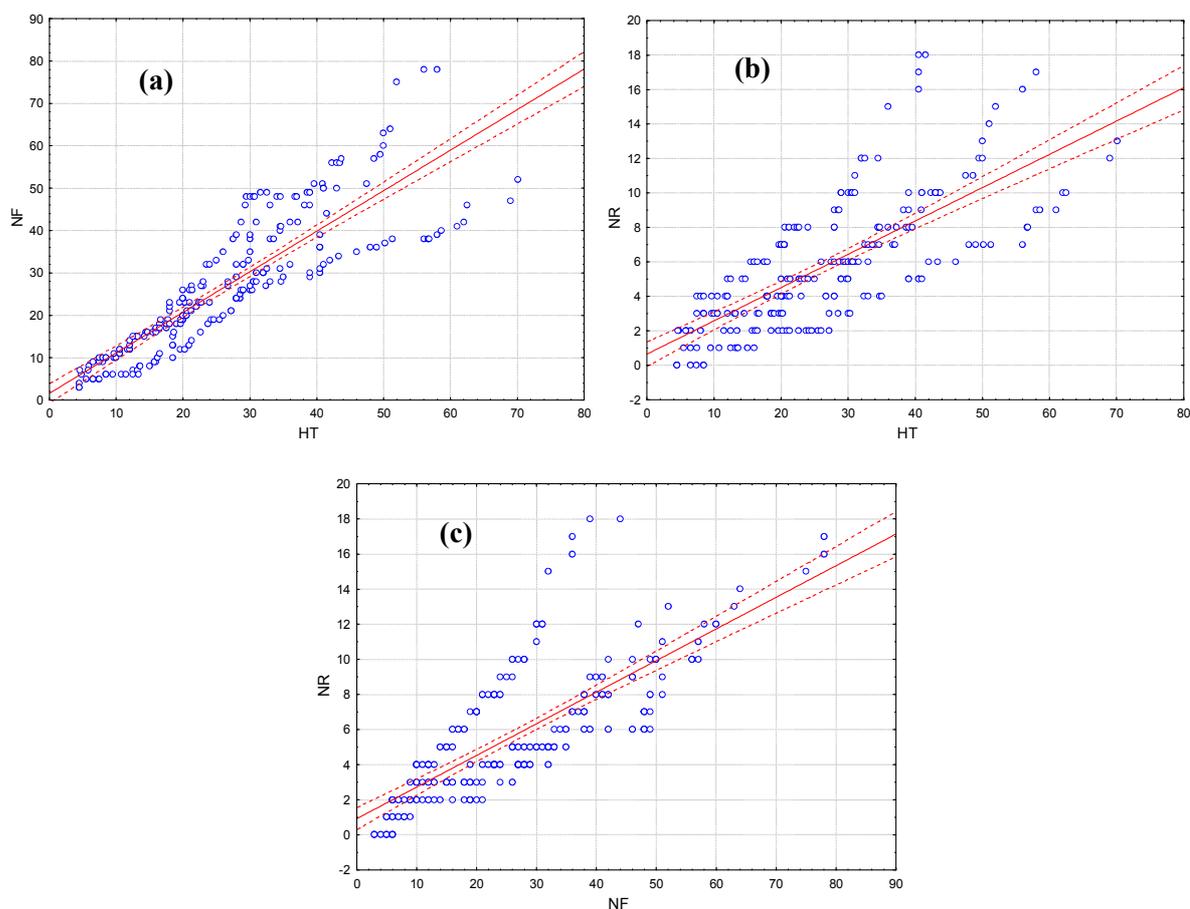


Figure 14 : Régression linéaire de NF sur HT (a), NR sur HT (b) et NR sur NF (c) mesurés chez les variétés évaluées sous serre insect-proof.

3. Mesures après la récolte

3.1. Nombre moyen de mini-tubercules

La tubérisation est un processus physiologique réglé par plusieurs facteurs comme la température, la photopériode et les régulateurs de croissance (SEABROOK *et al.*, 1993 ; KHURI et MOORBY, 1996). Ainsi, les jours longs favorisent la vigueur de la croissance et la production de nœuds alors que les jours courts favorisent la production des mini-tubercules avec des diamètres importants (GOPAL *et al.* 1997). Les valeurs moyennes de mini-tubercules produits par plante sont illustrées dans la figure 15.

Les résultats affichent des différences entre variétés appréciables, ainsi la variété Spunta présente les meilleures valeurs avec une moyenne globale de 5 à 6 mini-tubercules par plante alors que Kondor exhibe les valeurs les plus faibles soit une moyenne de 2 à 3 mini-tubercules par plante. Bartina et Désirée prennent la deuxième et la troisième position, respectivement. Ces résultats permettent de bien déceler l'effet variétal sur le rendement moyen des plantules. SEABROOK *et al.*(1993) ; BIZARRI *et al.*(1995) ; GOPAL *et al.*(1997)

démontrent que la production des microtubercules est un processus d'une dépendance variétale.

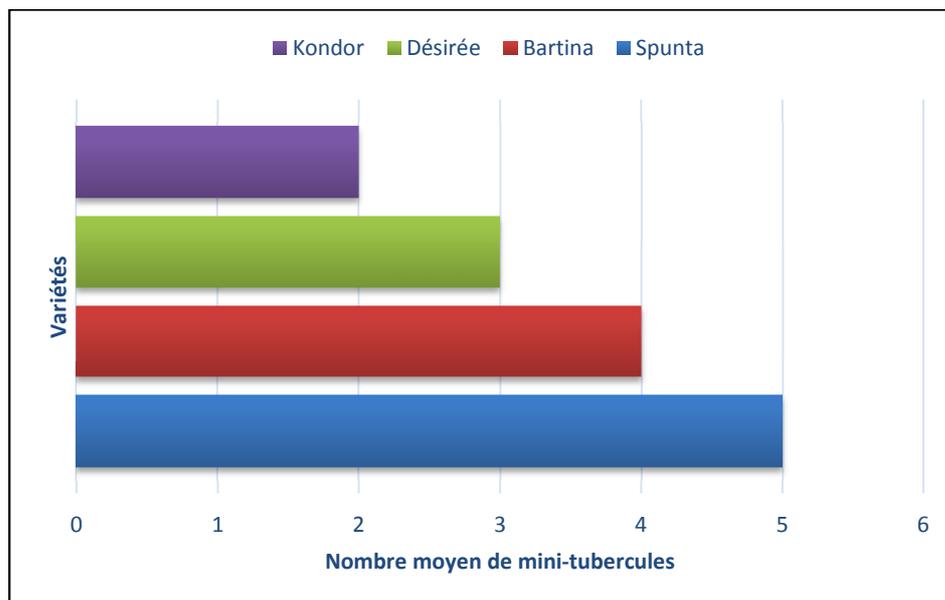


Figure 15 : Nombre moyen de mini-tubercules par plante.

Des résultats similaires sont déjà rapportés dans la littérature. En travaillant sur les mêmes variétés dans des conditions de laboratoire bien contrôlées, KECHID (2005) a mentionné que le nombre de mini-tubercules par vitro-plant reste identique entre tous les traitements avec, cependant, un nombre un peu élevé chez la variété Spunta par rapport aux autres variétés. Cet auteur affirme que le nombre de mini-tubercule est fonction du fond génétique et du milieu de culture. La photopériode ne semble avoir d'effet sur ce paramètre selon le même auteur.

3.2. Répartition des mini-tubercules par calibre

Les mini-tubercules de chaque variété sont calibrés et comptés suivant leurs grosseurs et sont classés suivant les normes commercialisables et par la méthode la plus utilisée en production de semence de pomme de terre.

D'après la figure 16, Spunta et Kondor produisent plus de tubercules dont le diamètre est inférieur à 10 mm que mini-tubercules de gros calibre. Cependant les variétés Bartina et Désirée élaborent autant de mini-tubercules dont le diamètre est compris entre 15 et 20 mm.

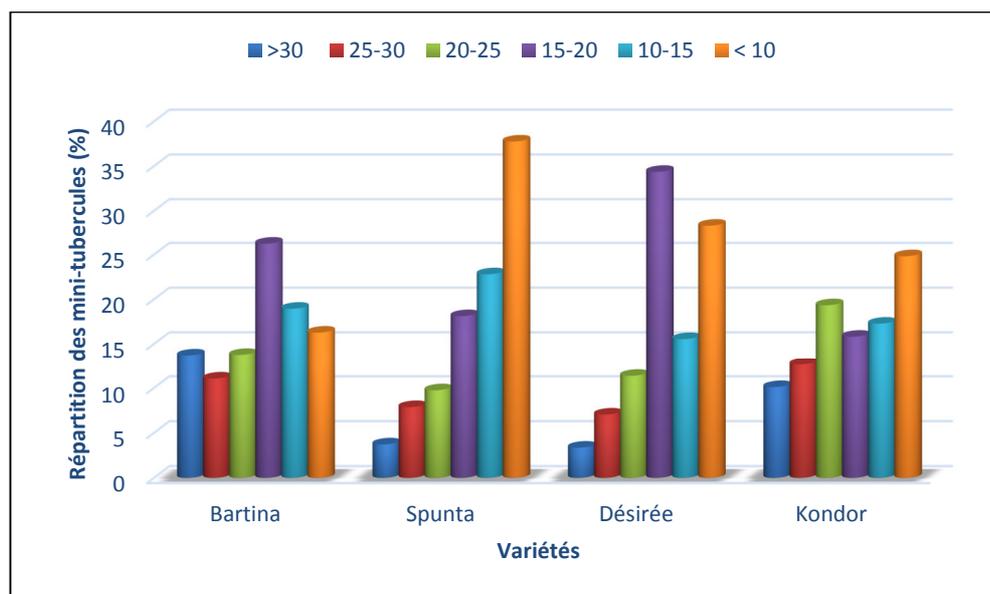


Figure 16 : Répartition des mini-tubercules par calibres.

Globalement, la production de mini-tubercules se répartit par variété, après le comptage, de la manière suivante :

Pour la variété Bartina, les mini-tubercules issus de cette variété sont représentés à des parts presque égaux. Le calibre 15-20 mm présente le pourcentage le plus élevé (26.22%).

Chez Spunta, les mini-tubercules produits se répartissent en six calibres à des pourcentages différents très variables de 3.72% à 37.75%. Le petit calibre (<10mm) est dominant.

Pour la variété Désirée, on remarque que la répartition des mini-tubercules sur les six calibres est presque identique à celle notée chez la variété Spunta mais avec un pourcentage plus marqué pour le calibre 15-20mm. BOUFARES (2012) travaillé sur deux milieux de culture hydroponiques différents, montre que la variété Désirée tubérisée relativement fort plus que Spunta avec comme conséquence des calibres un peu plus faibles par rapport à Spunta.

Chez Kondor, on note une répartition, cependant une répartition plus ou moins équitablesur les calibres, relativement aux autres variétés évaluées avec une légère supériorité du petit calibre (<10mm).

D'une façon générale, le calibre des mini-tubercules dépend du potentiel génétique et de la qualité des vitro-plants repiqués. En effet, d'après les pourcentages montrés dans la figure ci-dessus, on constate que les variétés Bartina et Kondor sont caractérisées par une

production majoritaire des tubercules de gros calibre (>30mm), par contre, les variétés Spunta et Désirée sont distinguées par une production d'une forte proportion des plus petits (<10mm).

Selon KECHID (2005), le diamètre des micro-tubercules est en relation avec la variété, le milieu de culture utilisé et la 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 la meilleure photopériode est celle de 8 heures pour toutes les variétés. Selon le même auteur l'obscurité totale a généré les diamètres les plus faibles pour toutes les variétés et tous les types de milieu de culture. D'après JOSEPH *et al.* (1959), la valeur optimum d'une culture de pommes de terre dépend du niveau et de la structure du rendement (grosesse et nombre de tubercules).

3.3. Poids moyen des mini-tubercules

Après triage et séparation des mini-tubercules par calibre, les lots sont ensuite pesés séparément. Les valeurs moyennes du poids d'un mini-tubercule sont présentées en figure 17. Il est évident que le poids varie d'un calibre à un autre et d'une variété à une autre. La variété Spunta produit des mini-tubercules pesés à plus de 36 g/mt au calibre supérieur à 30 mm.

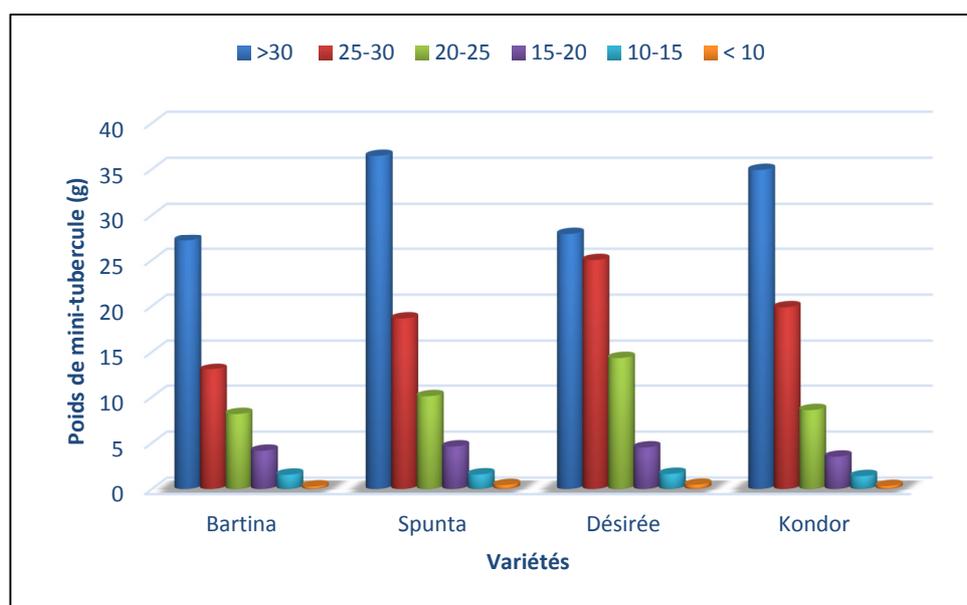


Figure 17 : Poids Moyen d'un mini-tubercule selon le calibre.

Dans son étude, KECHID (2005) a montré que le poids est en fonction du milieu, de la photopériode et de la variété. Ces résultats montrent que le milieu MS présente les poids les plus élevés à une photopériode de 8 heures pour Atlas, Désirée, Spunta et Timate et à 16 heures pour la Kondor ; par contre le milieu MS à BAP présente les meilleurs poids à 16 heures pour Atlas, Désirée et Spunta et à 8 heures pour Kondor et Timate. Ainsi, l'obscurité totale pour toutes les variétés et tous les milieux a donné les plus faibles poids (KECHID, 2005).

3.4. Nombre moyen de mini-tubercules par 1Kg de semences

De point de vue économique, les mini-tubercules produits ont été calibrés par les normes commercialisables des plants. Les mini-tubercules récoltés par variété et triés par calibre sont ensuite divisés en lots de semence d'un kilogramme (1Kg) et le nombre de mini-tubercules de chaque lot est déterminé par comptage manuel.

Le tableau XII montre une proportion des mini-tubercules commercialisables plus élevée chez le petit calibre (<10mm) pour les quatre variétés. La proportion dépasse les 2000 mini-tubercules dont la grande proportion est enregistrée chez la variété Bartina avec 3588 mini-tubercules. Pour les autres calibres, le nombre de mini-tubercules par 1Kg de semence est variable d'une variété à l'autre. Selon KECHID (2005), le taux le plus élevé de micro-tubérisation est observé pour la variété Kondor suivie de Désirée.

Tableau XI: Nombre moyen de mini-tubercules par 1 Kg de semences.

	> 30 mm	25-30 mm	20-25 mm	15-20 mm	10-15 mm	< 10 mm
Bartina	37	77	123	240	642	3588
Spunta	28	54	100	216	634	2365
Désirée	36	40	70	220	608	2216
Kondor	29	50	115	284	713	3160
Moy. variétale	32	55	102	240	650	2832

D'après le Centre National de Contrôle et Certification des semences et plants (CNCC), chaque 50 Kg de semences contiennent au moins 750 unités. Nos résultats sont entièrement compatibles avec cette réglementation.

3.5. Répartition de la production

Au cours des dernières années, on a pu constater que parmi les facteurs limitant l'augmentation de la production de pommes de terre en Algérie était sans contredire le manque d'approvisionnement en semences (surtout de saison). Nous savons tous que les caractéristiques recherchées chez une variété en Algérie sont une productivité élevée, une

adaptabilité supérieure aux diverses conditions de culture, une tolérance, voire une résistance aux maladies du sol et une disponibilité en semences chaque année.

Généralement, avant de s'engager dans des investissements importants comme pour la culture de la pomme de terre qui exige des dépenses énormes, il est nécessaire au préalable de faire un diagnostic et d'étudier les coûts économiques et les profits qu'on peut dégager ainsi que la demande du marché.

La société SAGRODEV produit les semences de base (G_0) suivant un programme établi par le Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural et de la Pêche (MADRP).

La variété Spunta avec 28.75% domine le programme semencier, elle demeure la variété la plus demandée sur le marché algérien soit en multiplication, soit en consommation vu son potentiel productif et son adaptation aux conditions du territoire algérien. Désirée avec 28.42% prend le deuxième rang. Bartina (25.3 %) est troisième et Kondor (17.53%) est dernière. Ces deux dernières variétés sont nouvellement introduites en Algérie et leurs productions a émergé presque durant ces dernières années seulement (Figure 18).

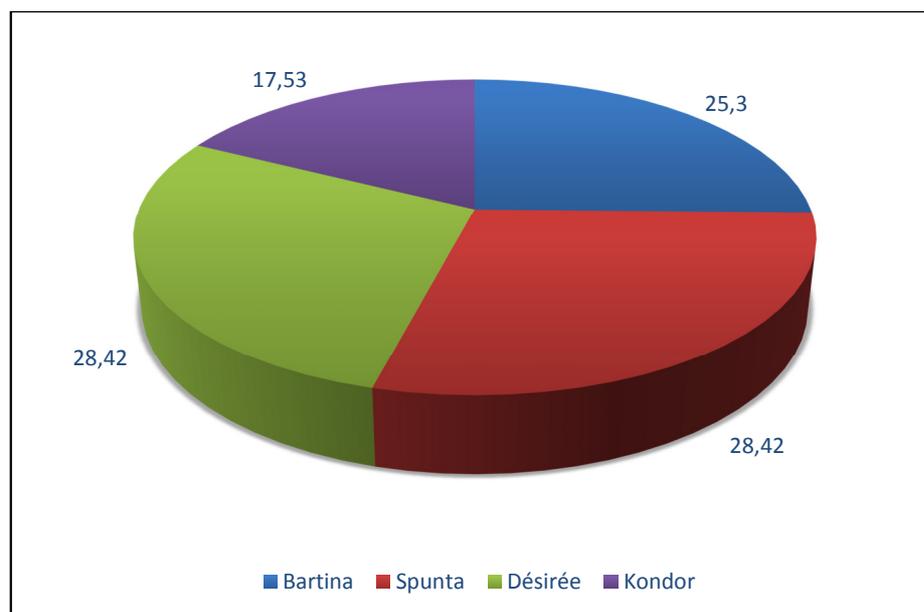


Figure 18 : Répartition de la production de la semence G_0 sur un cycle de production.

Chaque année, la SAGRODEV inclue une nouvelle variété sur les deux cycles de production durant la campagne, cela pour confirmer l'adaptation de cette variété aux conditions climatiques et édaphiques soit sur le territoire régional soit sur le tout le territoire algérien.

Conclusion

Compte tenu de l'intérêt de la semence de pomme de terre dans les projets engagés par les autorités nationales et qui ont pour but l'autosuffisance en ce produit, et l'amélioration de l'offre nationale en semences, afin d'éviter aux cultivateurs d'être confronté au problème d'approvisionnement en semences de qualités. Ce problème est devenu une des principales préoccupations des organismes producteurs et des centres de recherche qui travaillent sur cette filière.

Nous avons inscrit ce travail de recherche en suivant l'évolution physiologique de quatre variétés de pommes de terre à savoir : Spunta, Désirée, Kondor et Bartina a travers une comparaison de la production des semences de pré base (G_0) (mini-tubercules) de ces variétés, régénérer des vitro- plant dégagés d'un milieu nutritif (MS) reconnu universellement apte à reproduire la pomme de terre. Ces vitro-plants sont repiqués dans une serre insecte-proof à des conditions strictement contrôlées.

Les résultats montrent qu'après le repiquage des vitro-plants dans la serre insect-proof, le taux de perte des plants acclimatés est élevé chez la variété Désirée (6.1%), tandis qu'il est presque faible est égale pour les autres variétés Bartina, Kondor, Spunta il ne dépasse pas 1.75%.

Pour les caractères morphologiques, les résultats indiquent que la longueur de tiges, 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.

Quant au rendement final, à travers la lecture de nos résultats, l'effet variété s'est manifesté important sur la production des mini-tubercules. Le rendement obtenu par plant varie d'une variété à une autre avec une supériorité de la variété Spunta.

Concernant la répartition des mini-tubercules sur les six calibre (>30mm, 25-30mm, 20-25mm, 15-20mm, 10-15mm, <10mm), une bonne variation vis-à-vis le nombre, le poids et le nombre moyenne sur 1Kg de semence des mini-tubercules, est ainsi observée. La variété Bartina présente le nombre le très fort de mini-tubercules de gros calibre (> 30 mm tandis que la variété Spunta produite autant de fins mini-tubercules (< 10 mm).

Conclusion

Les perspectives de notre étude visent à contribuer à l'enrichissement des recherches sur l'amélioration des techniques de production de semences de pommes de terre. Comme complément à la présente étude, donc il est nécessaire de généraliser l'étude sur d'autres variétés.

Annexes

Annexe 01 : Normes applicables au classement provisoire des cultures destinées à la production de plants.

		C L A S S E M E N T			
		PLANTS DE BASE		PLANTS CERTIFIES	
		Super Elite	Elite	Classe A	Classe B
Pourcentage maximum à la première notation	Pieds non levés ou chétifs	7	7	8	10
Pourcentage maximum à chacune des notations	Galle verruqueuse (<i>Synchytriumendobioticum</i>)	0	0	0	0
	Flétrissement bactérien (<i>Corynebacteriumsepedonicum</i>)	0	0	0	0
	Jambe noire (<i>Erwiniacarotovoravarartroseptica</i>)	0	0.5	1	2
Pourcentage maximum sur le total des notations	Pieds étrangers	0.10	0.10	1	3
	Maladies à virus (1)	0.25	0.50	2	4
Pourcentage maximum à la dernière notation	Verticilliose (<i>Verticillium</i> spp.)	0.50	1	3	5
	Rhizoctone grave (<i>Rhizoctoniasolani</i>)	5	5	10	10

Annexe 02 : Tolérances maximales pour les tubercules de classe Super Elite, Elite et équivalentes.

ANOMALIES	TOLERANCES % POIDS	SPECIFICATIONS	TOLERANCE DANS LE CUMUL
1. Rhizoctone	6	1/20 de la surface du tubercule	CUMUL 6 % Le cumul ne concerne que les points 3 à 12
2. Gale argentée	6	1/3 de la surface du tubercule	
3. Pourritures sèches et humides	1	Fusariose, Alternariose, Mildiou 0,50 % maximum chacune. Jambe noire 0,25 % maximum.	
4. Gale commune	4	1/3 de la surface du tubercule	
5. Gale poudreuse	0,25	1 à 2 pustules par tubercule	
6. Teigne	2	Plus de 1 galerie nette ou 2 yeux altérés	
7. Taupins	4	5 piqûres par tubercule	
8. Difformes	3		
9. Blessures	2	Blessures graves ou blessures légères non cicatrisées	
10. Noircissement interne (Blow)	5	> 5 mm de profondeur	
11. Hors calibre	2		
12. Terre, corps étrangers	0,5		

Annexes

Annexe 03 : Tolérances maximales pour les tubercules de classe A et B.

ANOMALIES	TOLERANCES % POIDS	SPECIFICATIONS	TOLERANCE DANS LE CUMUL
1. Rhizoctone	10	1/20 de la surface du tubercule	CUMUL Le cumul ne concerne que les points 3 à 12. CLASSE A : 7 % CLASSE B : 8 %
2. Gale argentée	10	1/3 de la surface du tubercule	
3. Pourritures sèches et humides	1,5	Fusariose, Alternariose, Mildiou 1 % maximum chacune. Jambe noire 0,25 % maximum.	
4. Gale commune	6	1/3 de la surface du tubercule	
5. Gale poudreuse	0,25	1 à 2 pustules par tubercule	
6. Teigne	2	Plus de 1 galerie nette ou 2 yeux altérés	
7. Taupins	5	5 piqûres par tubercule	
8. Difformes	5		
9. Blessures	3	Blessures graves ou blessures légères non cicatrisées	
10. Noircissement interne (Blow)	6	> 5 mm de profondeur	
11. Hors calibre	2,5		
12. Terre, corps étrangers	0,5		

Annexe 04.1 : Caractéristiques de la variété Spunta

Variété : SPUNTA
Origine génétique : BEA X LISDA X 96-96
Observateur : J. Odebrecht (Prays Eas)
Année d'inscription : 1988

CARACTERES DESCRIPTIFS

VEGETATION

- Type de Port : Demi dressé
- Hauteur : Haute
- Extension de la pigmentation anthocyanique de la tige : Très faible à faible
- Taille de la feuille : Moyenne
- Intensité de la couleur verte de la feuille : Moyenne à foncée
- Situation des feuilles : Moyenne à ouverte
- Taille des folioles : Moyenne
- Largeur des folioles : Moyenne à large
- Ondulation du bord de la feuille : Très faible à faible
- Taille de l'inflorescence : Petite
- Fréquence des fleurs : Grande
- Taille de la corolle : Petite
- Couleur de la face intérieure de la fleur : Blanche
- Intensité de la pigmentation anthocyanique de la face intérieure de la fleur : -
- Pigmentation anthocyanique de la face extérieure de la fleur : -
- Fréquence des fruits : Nulle ou très faible

TUBERCULE

- Forme : Oblongue allongée
- Couleur de la peau : Jaune
- Couleur de la chair : Jaune
- Profondeur des yeux : Peu profonde

GERME

- Taille : Moyen
- Forme : Conique
- Couleur de la base : Violet bleu
- Intensité de la pigmentation anthocyanique de la base : Assez forte
- Pilosité de la base : Faible
- Taille du sommet : Moyenne à grande
- Aspect du sommet : Moyenne
- Intensité de la pigmentation anthocyanique du sommet : Faible
- Pilosité du sommet : Moyenne
- Nombre de racines : Grand
- Protuberance des lenticelles : Faible
- Longueur des ramifications latérales : Longue

SPUNTA

CARACTERES AGRONOMIQUES

PRODUCTIVITE

- Précocité : Demi précoce
- Calibre : Moyen à gros
- Rendement : -
- Qualité culinaire : -
- Aptitude à la conservation : -
- Teneur en matière sèche : Faible

RÉSISTANCE AUX MALADIES

- Mildiou du feuillage : Assez sensible
- Mildiou du tubercule : Assez sensible
- Gale commune : -
- Galle verruqueuse : -
- PVV : Peu sensible
- PVX : Moyennement sensible
- PVA : Moyennement sensible
- PLRV : Peu sensible
- Alternaria : Peu sensible
- Nématodes : -
- Egérinage : -
- Autres : -



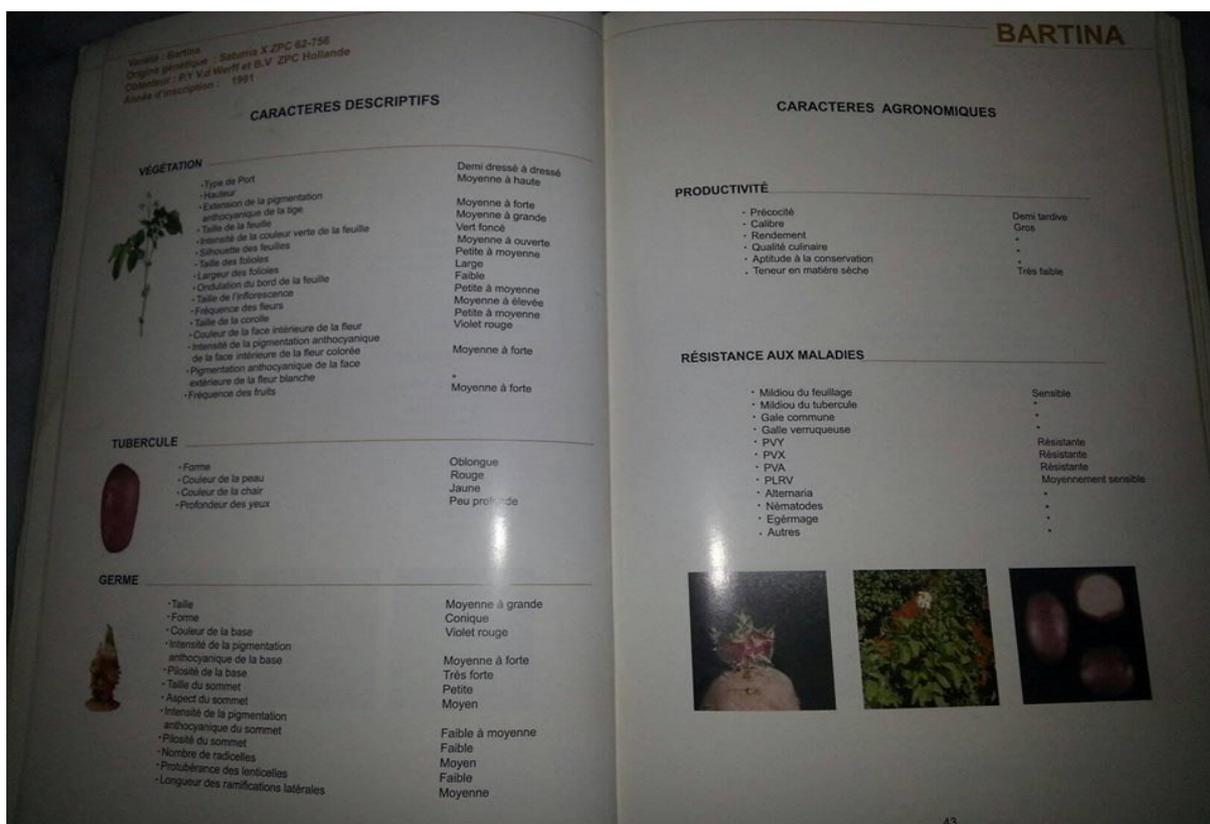


150

151

Annexes

Annexe 04.4 : Caractéristiques de la variété Bartina.



Annexe 05: Croissance des vitro-plants après le repiquage.

Répétitions	Hauteur des tiges (cm)				Nombre de feuilles				Nombre de ramification			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Spunta												
R1	6,5	10,8	27,2	56	6	12	34	40	0	1	2	4
R2	25,5	30	47,5	70,2	7	14	28	32	1	1	3	5
R3	16	28,5	48	68	7	12	24	38	0	2	4	7
R4	12,5	23,7	39	58	8	19	38	46	1	4	6	9
R5	13,5	24,6	33	51,5	8	21	33	42	1	3	7	12
R6	13,6	22,6	41	62	5	16	26	35	2	5	8	10
R7	7,4	20,9	25,5	65,8	4	13	31	37	1	2	7	9
R8	9,5	21,3	40,5	50,2	6	19	27	39	0	2	9	5
R9	4,8	18,5	30,3	49	5	18	30	41	0	2	4	6
R10	4,5	19,6	32,4	40,5	3	10	19	28	10	0	2	7
R11	8,5	20,3	34,7	56,8	6	21	29	36	1	3	4	8
R12	13,2	27,2	39	58,6	6	20	30	38	2	5	5	9
R13	8,5	26	42	61	8	29	36	52	2	7	10	13
R14	15	24,2	46	62,9	9	26	38	47	1	2	2	6
Désirée												
R1	15,7	20,3	20,8	36,7	6	18	23	56	2	3	5	8
R2	11,5	18,5	34,6	48,6	6	20	33	60	1	2	4	7
R3	13,4	19	29	50	9	19	49	78	3	6	10	14
R4	16,5	20	43,5	52	10	23	35	49	3	5	7	10
R5	21	38	49,5	56	13	27	48	56	1	3	7	8

Annexes

R6	16,2	20,3	33	40,9	11	28	39	51	3	4	10	17
R7	20	29	30	39	13	27	58	78	4	8	12	12
R8	12,5	18,5	26,7	38,6	6	23	57	63	2	3	4	5
R9	4,5	19,7	28	30	3	18	32	48	1	2	4	6
R10	7,5	18,6	30	37	5	29	48	56	2	3	3	9
R11	5,5	21,3	39,6	42,3	5	27	51	64	0	1	4	4
R12	18,5	23	46,7	51	15	32	57	75	5	7	13	16
R13	20,3	34	50	58	16	38	42	48	4	6	10	15
R14	6,5	26,7	31	43	5	19	32	46	2	3	4	6
Kondor												
R1	6,5	18	23,5	32,5	6	10	23	34	2	2	3	5
R2	13	20	29,3	36	15	21	32	46	6	6	8	10
R3	10,5	21,4	30	41	10	24	31	37	5	5	7	9
R4	5,9	18	23	30,7	8	19	28	36	4	5	5	8
R5	8,5	21	29,5	34,7	12	24	32	40	4	4	6	10
R6	13,2	26	30,5	38,2	22	31	41	51	6	7	8	11
R7	18	28,7	37,2	43,5	28	32	42	50	3	3	6	9
R8	8	17,8	25	33,6	9	16	26	31	5	5	8	10
R9	10	16,7	20	31,6	15	23	35	49	3	3	3	7
R10	10,5	20	31,5	40,8	9	19	27	38	2	3	3	6
R11	12	22,7	39	43	12	34	42	50	6	6	8	10
R12	14,5	27,5	41	47,5	10	36	46	50	2	3	4	5
R13	9,7	10,5	28	39	11	26	33	41	3	4	6	6
R14	8,5	16,5	24	33	10	18	26	38	2	3	4	4
Bartina												
R1	8,5	12,5	20	28	9	12	17	20	4	5	6	13
R2	10,5	18	20,5	30	14	20	24	30	8	8	8	10
R3	12	19,7	24	32	13	19	22	36	5	8	9	11
R4	7,5	16,5	22,7	30,5	7	16	24	32	4	7	8	10
R5	11,7	20,6	31	40,5	20	31	39	44	5	6	10	18
R6	12	20,5	30,6	41,5	10	18	23	30	6	8	10	17
R7	14,2	22	32,5	40,5	16	20	26	28	7	8	12	18
R8	4,6	16	20,5	29	7	17	20	26	2	2	4	8
R9	8	17,5	22,4	31	12	18	24	36	5	6	7	10
R10	7,5	15,5	28,5	32	10	15	20	27	4	7	7	9
R11	5,8	14,7	29	34,5	11	16	21	26	4	4	7	15
R12	12	20	28,7	36	10	17	23	25	3	6	6	12
R13	9,7	16	20	28	12	21	28	30	4	4	6	10
R14	17,5	11,2	28	40,5	15	23	28	31	7	9	12	16

Annexe 06 : Répartition des mini-tubercules selon le calibre : U : %

	> 30 mm	25-30 mm	20-25 mm	15-20 mm	10-15 mm	< 10 mm	Total
Bartina	13,72	11,05	13,78	26,22	18,95	16,28	100 %
Spunta	3,72	7,87	9,74	18,12	22,8	37,75	100 %
Désirée	3,36	7,04	11,35	34,36	15,55	28,34	100 %
Kondor	10,10	12,64	19,34	15,82	17,28	24,82	100 %
Moy variétal	7,72	9,65	13,55	23,63	18,64	26,80	100 %

Annexes

Annexe 07 : Poids moyen d'un mini-tubercule suivant le calibre : U : g

	> 30 mm	25-30 mm	20-25 mm	15-20 mm	10-15 mm	< 10 mm
Bartina	27,15	13,04	8,15	4,15	1,55	0,27
Spunta	36,44	18,65	10,09	4,62	1,58	0,42
Désirée	27,95	25	14,35	4,51	1,64	0,45
Kondor	34,91	19,87	8,58	3,51	1,40	0,32
Moy variétal	31,61	19,14	10,29	4,20	1,54	0,36

Annexe 08 : Nombre moyen de mini-tubercules par 1 Kg de semences.

	> 30 mm	25-30 mm	20-25 mm	15-20 mm	10-15 mm	< 10 mm
Bartina	37	77	123	240	642	3 588
Spunta	28	54	100	216	634	2 365
Désirée	36	40	70	220	608	2 216
Kondor	29	50	115	284	713	3 160
Moy variétal	32	55	102	240	650	2 832

Annexe 09 : Résultat d'Analyse de la variance , hauteur des tiges, nombre de feuilles des vitro plants.

	Degr. of Freedom	HT SS	HT MS	HT F	NF SS	NF MS	NF F
Intercept	1	673,0803	673,0803	424,5572	1241,633	1241,633	711,7643
Temps	2	275,9647	137,9823	87,0348	232,267	116,133	66,5732
Error	27	42,8050	1,5854		47,100	1,744	
Total	29	318,7697			279,367		

Annexe 10 : Résultat d'Analyse de la variance de la Hauteur des tiges.

	Degr. of Freedom	HT SS	HT MS	HT F	HT p
Intercept	1	160703,6	160703,6	9838,205	0,00
Temps	3	35019,6	11673,2	714,629	0,00
Variété	3	3836,3	1278,8	78,286	0,00
Date*Variété	9	2403,6	267,1	16,350	0,00
Error	208	3397,6	16,3		
Total	223	44657,1			

Annexes

Annexe 11 : Résultat d'Analyse de la variance du Nombre de feuilles.

	Degr. of Freedom	NF SS	NF MS	NF F	NF p
Intercept	1	165789,4	165789,4	7648,830	0,00
Temps	3	40329,2	13443,1	620,207	0,00
Variété	3	5863,7	1954,6	90,175	0,00
Temps*Variété	9	4789,2	532,1	24,551	0,00
Error	208	4508,4	21,7		
Total	223	55490,6			

Annexe 12 : Résultat d'Analyse de la variance du Nombre de ramifications.

	Degr. of Freedom	NR SS	NR MS	NR F	NR p
Intercept	1	7602,790	7602,790	4214,606	0,000000
Temps	3	2189,978	729,993	404,671	0,000000
Variété	3	438,371	146,124	81,004	0,000000
Temps*Variété	9	76,647	8,516	4,721	0,000010
Error	208	375,214	1,804		
Total	223	3080,210			

Références bibliographiques

Aired S., 2007 : La culture de la pomme de terre in Agriculture et développement. *Rev. Vulg. Communication., Inst. Nati. Vul. Agri., n° 05* : 49-54.

Ambroise A., 2002 : Microtubérisation : Pomme de terre (*Solanum tuberosum*L.).*Rev. Pomme de terre Francise. N° 465* : 89-102.

Amirouche B., 1989 : Maraichage potagère, culture maraichère en Algérie, Rev.n°01. INRA. Alger., 80 p.

Amirouche L., 1979 : **Production** de plants de base dans quelques pays étranger et situation actuelle en Algérie. Sem.Inter. Pomme de terre, Mai, 1979.IDGM. STAOUALI. Alger. **T(1)** :179-193.

Amirouche L, Stuchbury M et Matthues S., 1985 : Comparison of cultivar performance on different nutrient media, in a routine method for potato micro propagation. Potato. RES.**28 (4)** : 469-478.

Amrar M., 2013 : Conservation et stockage de la pomme de terre. *Rev. INVA. Conseils et pratiques Agricoles.* 22 p.

Bamouh 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.

Benniou R., 1988 : Etude de l'influence de quelques caractéristiques physiques du sol sur la production chez quatre variétés de la pomme de terre (*solanum tuberosum* L.) cultivés en région sétifeinne. TheseMag. INA., El harrach. Alger., 81 p.

Bernhards N., 1998 : Etude sur la tubérisation. Rev.gène- botanique : 14-58.

Bhojwani S.S., 2001: Role of tissue culture in plant industry. Departement of Botany, Univ. Delhi, India : 46-59.

Bizarri M, Borghi L et Ranalli P., 1995: Effect of activated charcoal effects on induction and development of microtubers in potato (*solanum tuberosum* L.) *In Ann. Appl. Biolo.* (127) : 175-181.

Boudersa N, et Benlaribi M., 2016 : La micropropagation de deux variétés de pomme de terre. TheseMag. Univ. Biot. Veg.Contantine. Algérie. 77p.

Boudiaf H.R et Mahdai I., 2011 : Essais de multiplication in vitro de deux variétés de pomme de terre (*solanumtuberosum* L.) : Cardinal et désirée.Mém. Ing. Agro., Univ. M'sila. Algérie., 76 p.

Boufares K., 2012 : Comportement de trois variétés de pommes de terre (*Spunta, Désirée et Chubaek*) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique These Mag. Univ. Telemesen. Algérie. 76p

Charles W.B., 1979 : Techniques de la multiplication de la pomme de terre. Mai, 1979. IDGM. STAOUALI. Alger. **T2** :169-175.

Chechat F., 2008 : La filière pomme de terre Algérienne : une situation précaire, *In :Journée d'étude sur la filière pomme de terre : situation actuelle et perspectives*, 18 juin 2008, INA EL-HARRACH, Alger : 1-13

Références bibliographiques

Chelha M., 2000 : Essai sur l'évolution de résistance de quelques variétés de pomme de terre vis-à-vis de *phthorimaeoperculella* (*lepidoptera : gelechidea*). MémIng. Agro., INA.Elharrach. Alger., 71 p.

Cherfi M., 1989 : Comparaison de différentes variétés de pomme de terre pour la détermination des meilleurs. Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Ens. Sup. Scie. Biol., Sétif., 38 p.

Cherif O., 2016 : Pomme de terre, des opportunités pour exportateurs et transformation. *J. Nati.*, 15/03/2016., 25 p.

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.

Dahmani M., 2010 : Production de semences de base et certifiée. *Rev. INVA. Conseils et pratiques Agricoles.*, 30 p.

Dodds G.H., Silva. Rodrigues D., et Bryan G.E., 1986 : Transport, receipt and propagation in vitro potato plantlets. C.I.P .LIMA., 13 p.

Dodds G.H., Huaman Z et Lizarraga R., 1991 : Potato germplasm conservation in vitro methods for conservation of plant genetic resources. Edited by John H. Dodds. Published by Chapman and Hall. London., 265 p.

Dore C, Varoquaux F., 2006 : Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées RINRA. 240 p.

Espanosa N., Lizarraga R., Brayn G et Dodds G.H., 1992 : Tissu culture. Ed. John H. Dodds. Published by Chapman and Hall. London., 284 p.

Fouarge G., 1994 : Quel avenir pour l'amélioration des plantes. Ed .AIPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris : 205-209.

Grison G., 1991 : La germination et les relations nombre de germes, nombre de tiges. *Rev. Pomme de terre Francise. n° 463* : 57-66.

Gopal G., Minocha J.L., Dhaliwal H.S., 1998 : Microtuberization in potato (*Solanum tuberosum*L.). *Plant Cell Rep. 17*: 794-798.

Gonde F et Gussiavx D., 1980 : Cours d'agriculture moderne. 9^{ème} édition, nouvelle leçons d'agriculture. Ed. La maison rustique. France., 616 p.

Guivarch S., 2013 : Le potager sous serre, mode d'emploi. ED. INRA.France., 287 p.

Harchouche T., 1999 : Contribution à l'étude du comportement physiologique de la pomme de terre de semence (*solanum tuberosum* L.) pendant la consommation et le stockage en système traditionnel et moderne. These Mag. INA., El harrach. Alger., 90 p.

Hawkes J.G., 1990 : The potato. Evolution, biodiversity and genetic resources. Londres ; Belhaven Press., 259 p.

Références bibliographiques

Hopkins W., 2003 : Physiologie végétale. 1^{ère} édition. Ed. Boeck et Lancier, Paris., 514 p.

Huaman Z., 1987 : Botanique systématique et morphologie de la pomme de terre. *Bull. Info. Tech. n° 6*. C.I.P. Lima : 18-32.

Goseph E., Munster G., et Mayor G., 1959 : *European Potato Journal, volume 2*.

Kebaili L., Adadi F et Derradji W., 2009 : Contribution a l'étude de l'effet d'une fertilisation foliaire de type potassique sur le développement et la croissance de la culture de pomme de terre (*solanumtuberosum* L.) dans la région nord de Sétif–Cas de Beni-fouda. *Mém. Ing. Agro., Univ. M'sila. Algérie.*, 63 p.

Kechid M., 2005 : Physiologie et Biotechnologie de la Microtubérisation de la Pomme de Terre (*Solanum tuberosum*. L.). TheseMag. Biot. Veg. Univ. Contantine. Algérie. 153 p

Khaldi A et Seghiri A.A., 2006 : Contribution a l'étude de l'effet calibre et densité de plantation chez deux variétés de pomme de terre (*solanumtuberosum* L.) dans les conditions agro-climatiques de la région de Sétif – Mezcloug. *Mém. Ing. Agro., Univ. M'sila. Algérie.*, 57 p.

Khuri Y., Moorby G., 1996 : Nodal segments or microtubers as explants for *in vitro* microtuber production of potato. In *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 45: 215-222.

Kolev N., 1979 : Les cultures maraichères en Algérie. **T (3)**. C.N.P.A : 95-120.

Lagier J.,2010 : Mise en œuvre de filets (Insect-proof) en culture sous serre. *Rev. INRA. Aléna* : 25-26.

Lahmissi A., 2004 : Assainissement de deux variétés de pomme de terre (*solanumtuberosum* L.) (Diamant et désirée) par culture de méristème et thermothérapie.. These. Mag. INA., El harrach. Alger., 122 p.

Mansouri R., 2003 : Influence de la vitesse et de la profondeur de travail sur les pertes et la qualité des tubercules de la pomme de terre l'hors d'une récolte mécanisée. *Mém. Ing. INA., El harrach. Alger.*, 76 p.

Margara J., 1982 : Base de la multiplication végétative. Les méristèmes et l'organogenèse. INRA. Paris., 262 p.

Marie-Luce K., 2013 : A novel in vitro hydroponic culture system for potato (*Solanum tuberosum* L.) microtuber production2006D.T. *Nhut et al. / ScientiaHorticulturae* : 230-234

Martin C., Vernog R et Paynot M., 1982 : Photopériodisme, tubérisation, floraison et phénalanides. .C.R. Ac

Meziane F., 1991 : Histoire de la pomme de terre .Détritique. **n°25** : 29.

Moule C., 1982 : Les plantes sarclées. Ed. Maison rustique. Paris. 246 p.

Nozeron R et Benalhon L., 1972 : Les cultures in vitro en tant que technique pour l'approche de problèmes plantes. *Ann. Amélioration des plantes.* **22 (2)** : 167-195.

Ochette C., 2005 : Growth, quality and biotechnology, WFP publisher, Finland., 126 p.

Oswaldo L., 2010 : Hommage à la pomme de terre. Heds. Haute école de santé Genève. Filière nutrition et

Références bibliographiques

diététique. 11p.

Perla D., 1999 : Diversité génétique des plantes tropicales cultivées. 388 p

Peron J.Y., 2006 : Production légumière. Ed.Lavoisier. 2^{ème} édition. France.,316 p.

Peyeru P, Baehr G.C, Cariou F, Grandperrin D, Perrier C., 2007 : Biologie tout en un. 2^{ème} année
BCPSI .Edt. Dunod. Paris .110 p.

Robert D, Dumas C, Bayon C., 1998 : La reproduction .Edt .Doun initiatives santé : 373.

Reust W., 1982 : Influence de la durée de pré germination et de l'époque de la plantation sur le rendement et la qualité tech
pomme de terre. *Potato. Res.***25(2)** :189-199.

Reust W et Le C.L., 1985 : La multiplication rapide des pommes de terre par le micro bouturage. *Rev. Sei.*

UISSE. Agri. 17(1) : 11-18.

Rousselle P, Robert Y et Crosnier J.C., 1992 : Utilisation des paramètres génétiques dans l'amélioration de la pomme de
problèmes posés. 10^{ème} Conf. trisannuelle d'EARP. Danemark : 241-242.

Rousselle P, Robert Y et Crosnier G., 1996 : La pomme de terre. ED. ITPT. ITCF. INRA. Paris.

603 p.

Seabrook G.E.A., Coleman S., Levy D., 1993: Effect of photoperiod on *in vitro* tuberization of potato
(*Solanumtuberosum*L.). *Plant Cell. Tissue and Organ Culture* 34: 43-51.

Soltner D., 1988 : Les grandes productions végétales. Ed. Coll. Sci. Tech. Agri. 16^{ème}édition. Paris., 239-274.

Soltner D., 1990 : Les grandes productions végétales. Ed. Coll. Sci. Tech. Agri. 17^{ème} édition. Paris. 239-274.

Soltner D., 1999 : Les grandes productions végétales. Ed. Coll. Sci. Tech. Agri. 19^{ème}édition. Paris. 239-274.

Teoule E., 1999 : Biotechnologie et amélioration des plantes in biotechnologie Seriban. Ed. TTEC et DOC.

Univ. Delhi. India : 565-589.

Tirrily Y et Bourgeois C.M., 1999 : Technologie des légumes. Ed. Lavoisier. Paris., 558 p.

Vander Zaag D.E., 1980 : La pomme de terre et sa culture aux Pays-Bas. Inst. Consultatif Néerlandais sur la pomme de terre

Van Loon C.D., 1987 : Stage sur la production de la pomme de terre. La hauya. NIVAA. Staouali : 12-23.

Zryd J.P., 1988 : Cultures de cellules, tissus et organes végétaux. Fondements et utilisation pratique presses polytechni
LAUSANE., 305 p.

Résumé

La production de mini-tubercules de pommes de terre est l'étape intermédiaire classique pour rendre possible l'utilisation en plein champ du matériel végétal d'origine *in vitro* comme semences saines, exemptes de toute infection bactérienne ou virale. Notre étude est conduite au niveau de la société SAGRODEV située à Guellal (Sétif). Elle porte sur une comparaison de la G₀ de quatre variétés de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) à savoir Spunta, Désirée, Bartina et Kondor. Les mesures d'ordre morphologique touchent les traits de la vigueur de croissance comme la longueur des tiges, le nombre de feuilles et de ramifications, alors que les mesures agronomiques portent sur le nombre et poids de mini-tubercules produits par calibre. Les résultats obtenus indiquent que les variétés Bartina, Kondor et Spunta présentent une bonne reprise des vitro-plants après acclimatation avec un taux de perte réduit relativement à la variété Désirée. Spunta est la variété la plus haute, Désirée produit plus de feuilles et Bartina plus de ramifications. Les résultats montrent également que le rendement global mesuré par variété est représentatif du potentiel de tubérisation des variétés. On distingue ainsi facilement que la variété Bartina présente le nombre le plus élevé de mini-tubercules de gros calibre tandis que la variété Spunta possède le rendement le plus haut de fins mini-tubercules.

Mots-clés : Pomme de terre, Mini-tubercules, Semences, Rendement, Variété, Calibre.

المخلص:

يمثل إنتاج الدرناات الصغيرة للبطاطا مرحلة كلاسيكية متوسطة لتمكين استغلال المواد النباتية الناتجة عن الزراعة المخبرية، كبدور ذات نوعية جيدة خالية من أي عدوى فيروسية و بكتيرية. قمنا بهذا العمل على مستوى مؤسسة ساغرو داف الواقعة بقلال (سطيف)، و الذي تمثل في مقارنة الجيل G₀ لأربعة أصناف من البطاطا (*Solanum tuberosum* L.) و هي سبونتا، دزيري، برتينا و كندور. مست القياسات المورفولوجية كل من طول السيقان، عدد الأوراق و عدد التفروعات، أما بالنسبة للقياسات الزراعية، فقد تمثلت في عدد و وزن الدرناات الصغيرة المنتجة حسب الحجم. تشير النتائج المحصل عليها، حيث الأصناف برتينا، كندور و سبونتا تميزت بنسبة نمو جيدة للشتللات المخبرية بعد ألقمته بمقارنة بالصنف دزيري. تميزت سبونتا بطول السيقان، دزيري بأوراقها الكثيفة و برتينا بفروعها الكثيرة تشير النتائج أيضا أن معدل المردودية الإجمالي يمثل القدرة الإنتاجية لكل صنف، كما يمكن التأكد بكل سهولة أن الصنف برتينا تظهر أكبر عدد من الدرناات ذات الحجم الكبير أما الصنف سبونتا فتميز بمردودية عالية للدرناات ذات الحجم الصغير.

الكلمات المفتاحية: بطاطا، درناات الصغيرة، بذور، مردودية، صنف، حجم.

Abstract

Production of potato mini-tubers is the traditional intermediate step to grow in the field the plant material generated *in vitro* as healthy seed, free from any bacterial or viral infection. Our study was conducted at the SAGRODEV company located in Guellal (Setif). It deals with a comparison of the G₀ seeds of four potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties, namely Spunta, Désirée, Bartina and Kondor. Growth vigor traits such as stem length, number of leaves and branches were measured. Other agronomic traits relate to the number mini-tubers and their weight produced by size were also determined. The results obtained indicate that Bartina, Kondor and Spunta varieties show a good recovery of their *in vitro*-plants after acclimation with a relatively low loss rate as compared to Désirée. Spunta is the highest variety; Désirée produces more leaves while Bartina exhibits greater branches. The results show also that the overall yield measured is representative of the tuberization potential for those varieties. It is clear to see that Bartina has the highest number of big mini-tubers size, while Spunta is yielder in terms of the smaller ones.

Keywords: Potato, Mini-tubers, Seeds, Yield, Variety, Tuber size.