

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA- 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE



Projet de Fin d'Etude en vue de l'obtention du
Diplôme De master académique en Sciences Agronomie
Spécialité : agro ressource et impact environnemental

**Effet de quelques substrats organiques sur
la production des plants de tomate (*Solanum lycopersicum*) en
pépinière**

Présenter par :

MOUNSI AISSA

Devant le jury composé de

M^{me} BRADEA .M.S	Professeur	Université de blida 1	Présidente
M^r BOUTAHRAOUI. S	M.A.A	Université de blida 1	promoteur
M^r .DEROUICHE .B	M.A.A	Université de blida 1	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2016 - 2017



Dedication

Tout d'abord je tiens à remercier le bon dieu de
m'avoir aidé et donné la volonté et la patience pour
arriver à ce niveau de savoir, et de réaliser ce travail,
que je dédie :

*Mon cher père, qui tout au long de mes études n'a pas
cessé de participer par ses conseils, ses encouragements
et son très précieux soutien moral.*

A mes frères, et mes soeurs

A toute ma famille MOUNSI

à Mes amis. Et toute personne que je connais.

*A toutes les personnes qui m'ont aidé pour réalisation
de ce travail.*

Remerciements :

*Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force,
Le courage et la patience pour accomplir notre travail.*

*Au terme de cette modeste étude, nous tiens à exprimer nos profondes
Reconnaissance et notre respect sans limite pour notre encadreur
Monsieur BOUTAÏRAOUI. S. pour avoir dirigé ce travail avec
gentillesse et disponibilité*

*Nous remercions vivement madame BRADEA. M.S., pour avoir
accepté la Présidence du jury.*

*A Monsieur DEROUICHE.B, Nous' exprimerais notre remerciements
les plus sincères pour avoir voulu juger ce travail.*

*En fin, Nous n'oublions pas de remercier l'ensemble de personnel de
l'agronomie de Blida pour leur aide précieuse et efficace.*

SOMMAIRE

Introduction	01
---------------------------	-----------

PARTIE I : étude bibliographique

Chapitre I : généralité sur la culture de tomate.....	03
--	-----------

Chapitre II : la pépinière maraichère	22
--	-----------

Chapitre III : les substrats	29
---	-----------

PARTIE II : expérimentation et résultats

Chapitre IV : matériel et méthodes	46
---	-----------

Chapitre V : résultats et discussion.....	56
--	-----------

Conclusion	63
-------------------------	-----------

RESUME

La tourbe grignon d'olive et la litière sous-bois sont des supports parfaits pour les plantes, en effet, ils contiennent déjà des nutriments naturellement. Ses substrats jouent un rôle très important dans le développement des plants.

Le but de notre travail consistait à comparer et évaluer l'effet des trois substrats sur la production des plants de tomates (*Solanum lycopersicum*) pendant la phase pépinière. Pour cela nous avons choisi trois traitements différents, le premier traitement est celui de la tourbe, le deuxième traitement est celui de la litière et le troisième c'est celui du grignon d'olive.

Les moyennes enregistrées ont montré que le substrat contenant la tourbe a donné un résultat supérieur à ceux de la litière et du grignon d'olive.

Mots clés : tourbe, litière, grignon d'olive, tomate, substrat, traitement.

SUMMARY

The peat olive pomace and litter are the perfect supports for the plants, because they contain already nutrients naturally. These substrates play a significant role in the growth of plants.

Our study consists of comparison and evaluation of the three substrates of tomato plants (*Solanum lycopersicum*), during the nursery phase. For this, we chose three different treatments, the first treatment is that of peat, the second treatment is that of the litter and the third is that of the olive pomace.

The recorded averages showed that the substrate containing the peat result than the litter and the olive pomace.

Key words: Peat. Litter. Olive pomace. Tomato. Substrate. Treatment.

ملخص

تربة البستنة تفل الزيتون وقمامة تحت الأشجار يمثلون أسس مثالية للنباتات ويحتويان في الأصل على مواد غذائية طبيعية، هذه الركاز تلعب دورا هاما في نمو النباتات.

الهدف من هذا البحث يتمثل في مقارنة وتقييم فعالية هذه المواد العضوية في انتاج نباتات الطماطم (*Solanum lycopersicum*) في مرحلة الشتلات، ولهذا اخترنا ثلاثة معالجات مختلفة. أولا: المعالجة بتربة البستنة ثانيا: المعالجة بقمامة تحت الأشجار ثالثا: المعالجة بتفل الزيتون

أظهرت النتائج المحصل عليها أن تربة البستنة هي الطريقة المثلى مقارنة بقمامة تحت الأشجار وتفل الزيتون.

الكلمات المفتاحية: تربة البستنة، قمامة تحت الأشجار، تفل الزيتون، الطماطم، المعالجة، الركائز

TABLE DES MATIERES

Remerciements et dédicaces	
Listes des tableaux et des figures.....	
Résumé.....	
Introduction.....	1

Partie 1 : BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA CULTURE DE TOMATE

1 .Historique et origine de la tomate	4
2 .Importance économique de la tomate	5
2.1. Dans le monde	5
2.1.En Algérie	6
3. Importance nutritionnelle de la tomate	7
3 .1. Composition des fruits	7
3.2. Propriétés médicinales de la tomate	8
4. Importance scientifique	8
5. Description botanique de la tomate	8
6. Description morphologique de la plante	9
7. Exigence de la culture de tomate	12
7.1. Le climat et le sol	12
7.2. Nutrition minérale.....	13
8. Opérations d'entretiens	13
9. Maladies et ravageurs de la tomate ; Symptômes, dégâts et moyens de lutte	14
9 .1. Protection intégrée de la tomate	19
9.2. Méthodes de lutte contre les ravageurs et maladies.....	20

CHAPITRE II : LA PEPINIERE MARAICHER

1. Définition de la pépinière.....	23
2. Importance de la pépinière.....	23
3. Création d'une pépinière.....	23
4. Techniques de production de plants en pépinière	23
4.1 La semence.....	24
4.2. Le semis en pépinière.....	24
4.3. Les modes de semis	24
4.4. Préparation des planches de semis	25

TABLE DES MATIERES

5. Conduite et entretien du semis	25
5.1. L'éclairage	25
5.2. Irrigation	26
5.3. Aération de labri	26
6. Condition de germination une semence	26
6.1. Condition intrinsèque.....	26
6.2. Conditions extrinsèques	27
7. Calcul du pouvoir germinatif.....	27
7.2. L'énergie germinative.....	28
7.3. La valeur culturale	28

CHAPITRE III LES SUBSTRATS

1. Définition d'un substrat de culture	30
2. Classification des substrats	30
2-1- les substrats physio chimiquement actifs	30
2-2-les substrats physio chimiquement inactifs	30
3. Les propriétés des substrats de cultures	30
3.1- Les propriétés physiques	30
3.2- Les propriétés physico-chimiques	34
3.3. Les propriétés biologiques	38
3.4. Les propriétés chimiques	39
4. Les différents types de substrat de culture	39
4.1. Les matériaux organiques	39
4.1.1. Les matériaux organiques naturels.....	39
4.2- Les matériaux minéraux	42
4.2.1- Les matériaux minéraux naturels.....	42
4.2.2. Les matériaux minéraux expansés	43

PARTIE 02 : EXPERIMENTATION ET RESULTATS

CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODES

1. Objectif	47
2. Matériel végétal	47
3. Les substrats	48
3.1 La tourbe	48
3.2 La litière	49

TABLE DES MATIERES

3.3. Grignon d'olive	49
4. Lieu d'expérimentation.....	50
5. Le dispositif expérimental	51
6. Données climatique	52
7. Étapes de l'expérimentation	52
7.1. Test de germination	52
7.2. Préparation des traitements	53
7.3. Désinfection du substrat par voie thermique méthode Bergerac	53
7.3. Le semis	53
7.4. Entretien de la culture	53
8. Les paramètres étudiés	54

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

1. résultats et discussion.....	57
2. conclusion	63

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

LISTE DES ABREVIATIONS

- **μs** : micro siemens.
- **C°** : degré Celsius.
- **CE** : conductivité électrique.
- **g** : gramme.
- **Ha** : hectare.
- **m** : mètre.
- **pH** : potentiel hydrogène.
- **PMG** : poids de milles graines.
- **Proba** : probabilité.
- **P** : observation (plant).
- **Qx** : quintaux.
- **TMV** : tomato mosaic virus.
- **T** : traitement.
- **H.R** : humidité relative.
- **%** : pourcentage
- **CE** : conductivité électrique
- **CEC** : capacité d'échange cationique

**REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE**

INTRODUCTION

Partie 01

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LA CULTURE DE LA TOMATE

CHAPITRE III

LES SUBSTRATS

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE II

LA PEPINIERE MARAICHER

PARTIE 02 :

**EXPERIMENTATION ET
RESULTATS**

CHAPITRE IV

MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE V

RESULTATS ET DISCUSSION

CONCLUSION

ES ANNEXES

LISTE DES FIGURES

Figure1 :	carte de l'hypothétique extension de la tomate dans le monde.	4
Figure2 :	évolution des surfaces et quantités de productions de tomate en Algérie	6
Figure3 :	Racine de la tomate	10
Figure4 :	feuille de la tomate	11
Figure5 :	type de semences	47
Figure6 :	le sac de la tourbe	48
Figure7 :	la litière	49
Figure8 :	Les grignons d'olive	50
Figure9 :	Lieu de l'expérimentation	51
Figure10 :	schéma du dispositif expérimenta	51
Figure11 :	relevé de la température sous serre durant l'expérimentation	52
Figure12 :	Stérilisation du sol par la méthode de Bergerac	53
Figure13 :	Le semis dans les plaques alvéolés	54
Figure14 :	histogramme de la hauteur des plants	57
Figure15 :	histogramme de nombre de feuille	58
Figure16 :	histogramme de poids frais de partie aérienne	58
Figure17 :	histogramme de poids sec de partie aérienne	59
Figure18 :	histogramme de taux de matière sèche de partie aérienne en	59
Figure19 :	histogramme de poids frais des racines	60
Figure20 :	histogramme de la longueur final des racines	60

LISTE DES TABLAUX

Tableau 1: classement des plus grands pays producteurs de tomate en 2012	5
Tableau2 : Evolution des productions et des rendements de la tomate maraîchère en Algérie	6
Tableau3 : Composition de la tomate fraîche	7
Tableau4 : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un plant de tomate	12
Tableau5 : Les maladies bactériennes de la tomate	14
Tableau6 : Les maladies virales de la tomate	16
Tableau7 : Les maladies cryptogamies de la tomate	17
Tableau8 : la lutte biologique contre quelques ravageurs de la culture de Tomate	20
Tableau9 : Répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures.	32
Tableau10 : la porosité des différents substrats	33
Tableau11 : Echelle de classification du pH de la solution du sol	35
Tableau12 : Le rapport C/N des principaux matériaux de base des substrats	36
Tableau13 : Classe d'appréciation de la CEC des sols d'après la quantité de base échangeable	37
Tableau14 : Classification des sols en fonction de la CE et de la somme des anions	38
Tableau15 : Composition chimique des écorces	41
Tableau16 : caractéristique de la tourbe brune utilisée	49
Tableau17 : relevé de la température sous serre durant l'expérimentation	52
Tableau18 le taux de germination pour chaque traitement	57

INTRODUCTION

Depuis des années, le développement d'une agriculture moderne répondant aux besoins du consommateur et aux préoccupations de l'agriculture qui a été le sujet de nombreux travaux de recherche remettant en question certaines techniques du passé jugées archaïques. Ces dernières demeurent toujours à la base du système de production de notre agriculture.

Le succès de la production de plants maraîchers est basé au point de vue de la performance du support de culture qui doit être bien supérieur à celle d'un sol agricole. La disponibilité en eau élevée, la texture fine, le stockage et la fourniture en éléments minéraux sont les qualités principales recherchées.

En effet, la production d'un plant maraîcher doit s'effectuer avec un grand soin, afin de produire un plant sain et de qualité, et avoir un meilleur rendement à la récolte. Pour cela, la graine doit passer par la pépinière pour trouver toutes les conditions nécessaires pour son développement physiologique avant sa plantation sous serre ou en plein champs.

Outre la qualité du plant qu'il faudrait assurer, la disponibilité des plants au bon moment pour sa mise en terre et tenant compte de la qualité de plants à produire, qui est en moyenne de l'ordre de 25000 plants par hectare pour la tomate, la mécanisation de la préparation des plants en pépinière est nécessaire et même indispensable.

Notre étude est basée sur la comparaison de trois types de substrat (tourbe, litière forestière et grignon d'olive) sur la production du plant de tomate. Cette comparaison se fera sur la base des paramètres relatifs au semis et aux caractéristiques de développement du plant. Les paramètres retenus pour notre étude sont respectivement : la germination, la levée, la vigueur du plant qui sera illustrée par sa taille et le diamètre de la tige.

1 .Historique et origine de la tomate :

La tomate est d'origine américaine, en particulier d'Amérique centrale et Amérique de sud (Mexique, Pérou, Bolivie ...etc.) ; même aujourd'hui dans les régions montagneuses de ces pays, on trouve la plus grande diversité de formes sauvage et culturelles de la tomate (KOLEV, 1976) ;

Les fruits de la tomate sauvage sont petits, lisses, un peu dans le genre de ceux de notre tomate cerise car la forme côtelée ne se rencontre que dans les variétés potagères (LAUMOUNNIER, 1979) ;

Selon (SHANKARA *et al.* , 2005), la tomate fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. De là sa culture s'est propagée en Asie de sud et de l'Est, en Afrique et en moyen Orient ;

La tomate arriva d'abord en Espagne, puis très vite, elle parvient en Italie et gagna le reste de l'Europe (EL FADL et CHTAINA, 2010) ;

La tomate a été introduite en Europe au XVI^e siècle, elle resta longtemps une plante ornementale, et ne connut une véritable extension qu'au cours du XIX^e siècle. Sa progression se produit encore de nos jours (CHAUX, 1972) ;

La tomate fit son apparition en Afrique du nord au XVII^e siècle au Maroc d'abord puis en Algérie et Tunisie par les espagnols (KOLEV, 1976) ;

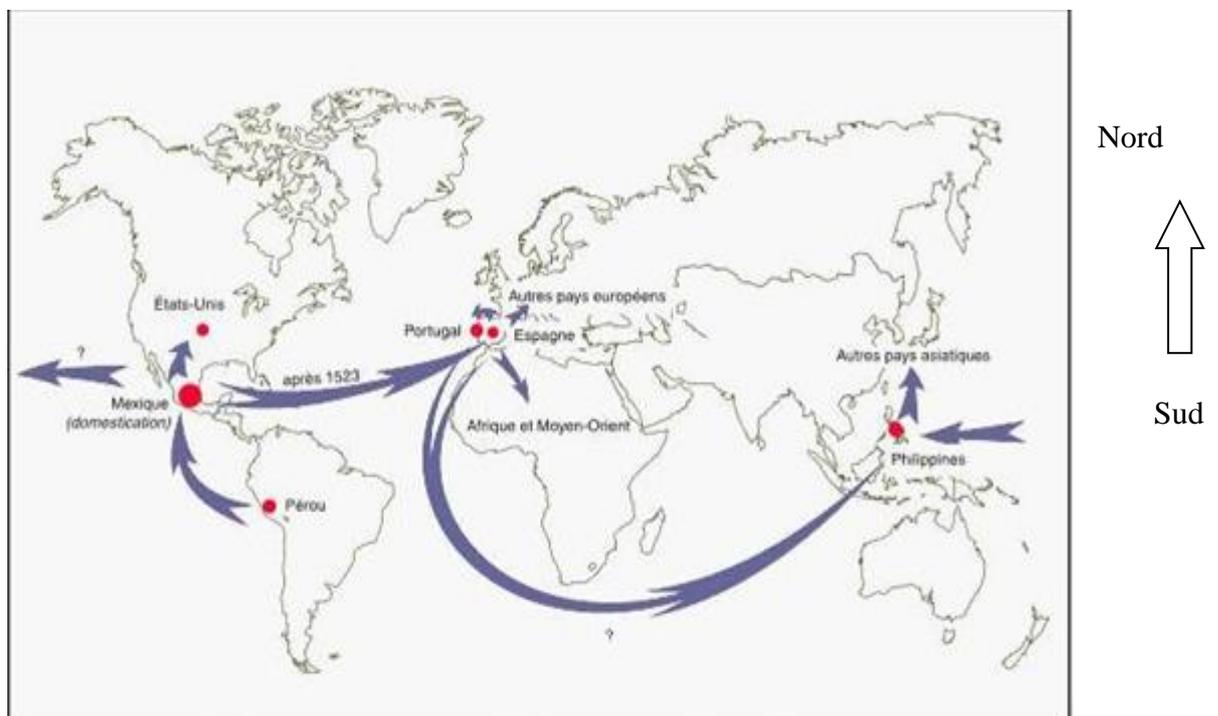


Figure 01 : carte de l'hypothétique extension de la tomate dans le monde.

2 .Importance économique de la tomate :

2.1. Dans le monde :

La tomate est la troisième espèce cultivée au monde, après la pomme de terre et la patate douce c'est aussi, le deuxième légume le plus consommé. Ce légume représente donc un enjeu économique important, soumis à une rude concurrence. (SNOUSSI, 2010).

Tableau 01 : classement des plus grands pays producteurs de tomate en 2012

Région	Production (tonnes)	Valeur (1000\$)	Région	Production (tonnes)	Valeur (1000\$)
Chine	48576853	17952256	Nigeria	1504670	556072
Inde	16826000	6218284	Tunisie	1284000	474520
USA	12624700	4665635	Portugal	1245360	460240
Turquie	11003400	3456462	Maroc	1236170	456844
Egypte	8105260	2995412	Grèce	1169900	432353
Iran	6824300	2522016	syrien	1154990	426843
Italie	5950220	2198987	Iraq	1059540	391568
Brésil	4416650	1632235	Indonésie	954046	352581
Espagne	3821490	1356851	Roumanie	910978	336665
Ouzbékistan	2585000	955323	Cameroun	880000	325216
Mexique	2435790	900180	Chili	872485	322439
Russie	2200590	813259	Pays-Bas	815000	301195
Ukraine	2111600	780371			

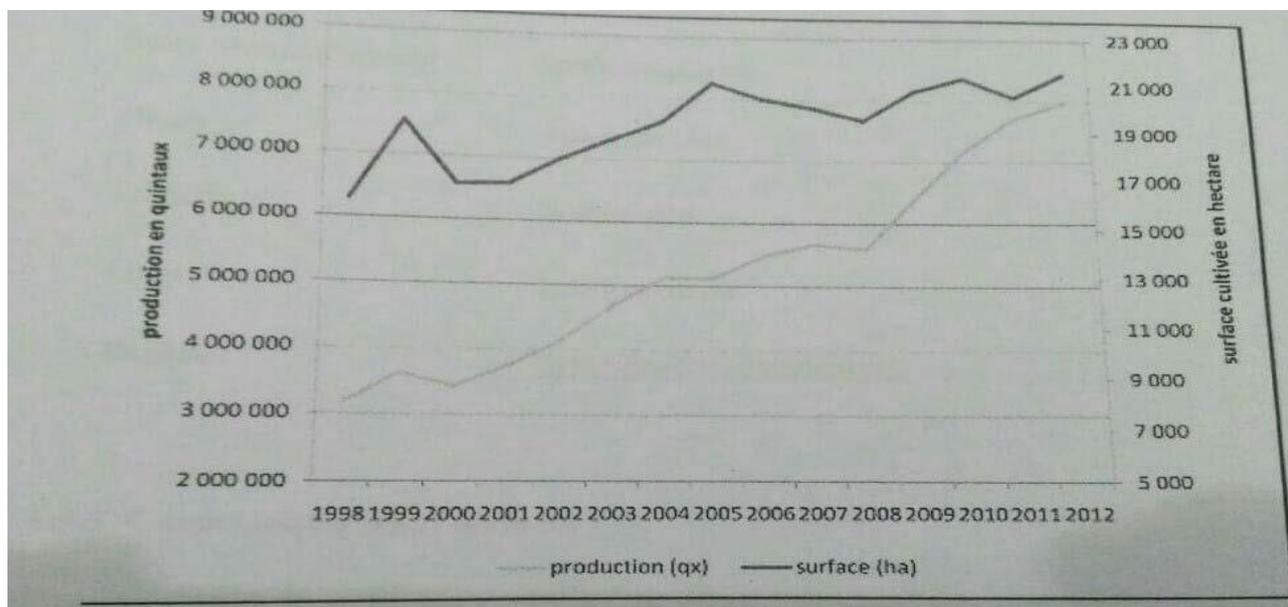
Source :(ANONYME à, 2013).

Selon le (tableau 01), les deux premiers pays producteurs mondiaux sont la Chine avec 48576853 tonnes suivie Inde Avec 16826000 tonnes de tomates produites chaque année, les Etats-Unis occupe le troisième rang mondial. De nombreux pays tels que l'Egypte, le Turquie, l'Iran, le Brésil, l'Italie et l'Espagne produisent également chaque année plus de trois millions de tonnes de tomates. Enfin, Certains pays du Maghreb tels que la Tunisie et le Maroc occupent des rangs important dans le classement mondial. Enfin, la production de tomate peut être un fort atout Économique dont peuvent bénéficier les pays.

2.2. En Algérie :

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux. Actuellement la tomate est produite tout au long de l'année grâce aux différents systèmes de cultures (plein champs ou abris serres) et aussi aux différents étages bioclimatiques de sa culture (surtout le littoral et le subsaharien) (figure 02).

Figure 02 : évolution des surfaces et quantités de productions de tomate en Algérie



Source : (ANONYME, 2013).

Selon la (figure 02) Malgré une faible augmentation de la superficie cultivée en tomate, l'augmentation de la production est très prononcée (le double en 10ans), ce qui est une preuve concrète de l'amélioration du niveau de technicité des agriculteurs algériens.

Tableau 02 : Evolution des productions et des rendements de la tomate maraîchère en Algérie :

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Superficie (ha)	2966.61	2898.46	2764.02	2850.02	2703.08	2905.41	3179.25
Production (Qx)	2268220	2071542	1957358	2167274	2687373	3001656	3070566
Rendement (Qx/ha)	764.6	714.7	708.2	760.2	994.2	1019.1	965.8

Source : (ANONYME, 2012).

Les données du tableau 2 montrent une augmentation de la superficie et de la production due à la consommation élevée de ce légume notamment à compter de l'année 2004 qui se stabilisent aux alentours de 20000ha avec une production moyenne de 5.570755 Qtx.

L'accroissement de la superficie de 15,94% a engendré une augmentation de la production de 37,12% par rapport à l'année 2001. Cette augmentation de la production n'est pas liée uniquement à l'augmentation des superficies mais aussi aux techniques utilisées dans le calendrier cultural et l'entretien de la culture qui se sont améliorées progressivement. (ANONYME, 2012).

3. Importance nutritionnelle de la tomate :

3.1. Composition des fruits :

Les fruits de tomate sont majoritairement composés d'eau, environ 95%, et possèdent peu de lipides et protides, ce qui en fait un aliment peu calorique, 15 à 20 Calories pour 100g. La matière sèche des fruits est principalement composée de sucres, environ 50% de la matière sèche (BLANC, 1987).

Les tomates possèdent également de nombreuses vitamines : A, B, E et C ainsi que les fibres (1.8 g pour 100g/MS), des acides aminés essentiels, des sels minéraux (potassium, chlore, magnésium, phosphore) et des oligoéléments (fer, zinc, cuivre, cobalt, bore, nickel, iode), ce qui en fait un aliment particulièrement recommandé par les diététiciens (DE BROGLIE et GUEROULT, 2005) ; voir tableau 03.

Tableau 03 : Composition de la tomate fraîche (g/100gMF) :

	Variation	Minéraux	Variation	Vitamines	Variation
Eau %	93.4-95.2	ca	9.7-15	Provitamine A	0.5-0.8
Protides	0.9-1.1	k	202-300	B1	0.04-0.06
Lipides	Trace-0.3	Na	3-11	B2	0.02-0.05
Glucide	2.8-4.7	P	20-27	B6	0.08-0.1
Fibres	0.5-1.5	Fe	0.2-0.6	C	15-23
Minéraux	0.6	Mg	3-11	E	0.04-1.2
Fibres	1.2			Valeur	19Kcal

Source : (REY ET COSTES 1965)

3.2. Propriétés médicinales de la tomate :

La tomate est à la fois un légume et un fruit important dans la diététique quotidienne. La consommation des produits à base de tomate a été associée à la diminution de risque de quelques cancers et des maladies cardiovasculaires (BERRINO et VILLARINI, 2008).

La tomate verte est très acide et contient une substance toxique : la solanine, qui disparaît à la cuisson (KOZUKUE et *al.*, 2004).

Ce fruit contient aussi le lycopène qui est un pigment de coloration rouge occupant 90% du poids de la tomate. Il est associé à une réduction des risques des maladies cardio-vasculaires, du diabète, de l'ostéoporose et même des problèmes de fertilité masculine et peut réduire le risque d'autres cancers dont ceux de l'œsophage, du côlon et de la bouche (GRASSELLY et *al.*, 2000).

4. Importance scientifique :

La tomate est considérée comme une plante modèle pour l'étude du développement du fruit charnu. En effet, les processus de développement du fruit charnu et son mûrissement sont très différents d'un point de vue métabolique de ceux décrits chez l'autre plante modèle, *Arabidopsis thaliana* (BROMMONSCHENKEL et *al.*, 2000).

5. Description botanique de la tomate :

Parmi les dénominations on trouve : **Solanum esculentum**, **Solanum lycopersicum**, **Lycopersicon lycopersicum** ou **Lycopersicum esculentum**. Les données génétiques, phylogénétiques, morphologiques et géographiques ont permis de confirmer l'appartenance de la tomate au genre *Solanum*. En 2006 le nom de *Solanum lycopersicum* est définitivement accepté par la communauté scientifique (GILBERT, 2009) ;

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est une plante diploïde à $2n=24$ chromosomes (JUDD et *al.*, 2002), qui appartient à l'ordre des Solanales et à la famille des Solanacées (ATHERTON et RUDICH, 1986). C'est une plante herbacée, vivace à l'état naturel, et annuelle en culture (CHAHED.F, 2007) ;

Elle appartient à la classification suivante :

Nouveau classification	Ancienne classification
Règne : <i>Plantae</i> .	Embranchement..... <i>Phanérogames</i> .
Sous-règne : <i>Tracheobionta</i> .	Sousembranchement:..... <i>Spermatophytes</i> .
Division : <i>Magnoliophyta</i> ..	Ordre:..... <i>polemoniales</i> .
Classe : <i>Magnoliopsida</i>	Famille..... <i>Solanacées</i> .
Sous-classe : <i>Asteridae</i>	<i>Genre</i> :..... <i>Lycopersicum</i> .
Ordre:..... <i>Solanales</i> .	<i>Espèce</i> : <u><i>Lycopersicumesculentum</i></u>
Famille:..... <i>Solanacées</i> .	
Genre:..... <i>Solanum</i>	
Espèce: <i>Solanum lycopersicum</i>	

Montent qu'on compte plus de 1000 variétés à l'heure actuelle qu'on peut les classer en deux groupes : les variétés fixés et les hybrides (TANKSLEY et al., 1992).

- ❖ . **Les variétés fixées** : Dans cette catégorie on distingue deux groupes variétaux importants en fonction du développement de leur tige (ATHERTON et RUDICH, 1986) ;
- ✓ **Les variétés à croissance indéterminée**
- ✓ **Les variétés à croissance déterminée**
- ❖ . **Les hybrides** : les hybrides F1 sont issu de l'hybridation de deux lignées homozygotes .Ses caractères résultent de la conjonction de l'information génétique fournie par chacun des deux parents (TANKSLEY et al., 1992).

6. Description morphologique de la plante :

6.1. Système racinaire :

Le système racinaire de la tomate est puissant (DUFFE P., 2003).

Selon (SHANKARA et al, 2005). La tomate a un radicaire important. De nombreuses racines primaires, secondaires et tertiaires prennent naissance sur un pivot puissant. Les racines peuvent atteindre 85 à 90cm de long dans un sol Leger, mais les principales racines nourricières se

rencontrent entre 25 et 35 cm de profondeur



Figure 03 : Racine de la tomate (PHOTO PERSONNELLEE, 2017)

6.2. Tige :

La tige de la tomate, comme celle des autres solanacées est vigoureuse et ramifiée. Elle est épaisse, presque ligneuse est fortement bifurquée et atteint une longueur de 0.30 jusqu'à 200cm (KOLEV, 1976)

D'après (MESSAIEN ,1975) la tige de la tomate est herbacée, naturellement rompant si elle n'est pas soutenue par un tuteur.

Les tiges des plants à croissance déterminées arrêtent à une longueur estimée entre 60 et 80 cm, alors que celle des plants a croissance indéterminée arrive a 1,40-1,60 m, voire 2 mètres (SHANKARA et *al*, 2005).

6.3 Feuille :

Les feuilles de la tomate sont odorantes composées (EL FADL et CHTAINA, 2010).

Elles répondent une odeur spécifique lorsqu'on froisse, grâce à une sécrétion dégagée par les petits poils qui recouvrent la plante. (KOLEV, 1976)

Les feuilles sont imparipennées avec des folioles les plus ou moins dentées (BLANCARD et *al.*, 2009).

Selon (SHANKARA et *al*, 2005). Les feuilles sont disposées en spirale, elles sont de 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovées a oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm



Figure 04 : Feuille de la tomate (PHOTO PERSONNELLE, 2017)

6.4. Appareil reproducteur :

6.4.1 La fleur :

Les fleurs des variétés cultivées sont groupées en inflorescences simples ou ramifiées (BLANCARD et *al*, 2009). Elles sont petites ; jaunes en forme d'étoile sont groupés sur un même pédoncule en bouquet lâche de trois à huit fleurs.

Ces bouquets apparaissent en général régulièrement sur la tige chaque fois que la plante a émis trois feuilles (en conditions favorables, la plante pousse continuellement en émettant des feuilles et des bouquets de fleurs) (EL FADL et CHTAINA, 2010).

Selon TAHI (2008), les fleurs sont hermaphrodites avec des parties mâles et femelles fonctionnelles et sont principalement auto-pollinisées par le vent. La structure de la fleur assure une autogamie stricte, cependant elle peut se comporter comme une plante allogame présentant ainsi deux types de fécondation qui divisent la tomate en deux variétés ; variété fixée et variété hybride (PUBLISHERS, 2004)

6.4.2 Le fruit :

Les fruits sont traditionnellement sphériques et rouge, ils peuvent être de diverses tailles, couleurs et formes. Il existe ainsi variétés blanches, jaunes oranges ou noir violace (JEANS_MARIE, 2007).

6.4.3 La graine :

Selon CHAUX et FOURY (1994), les graines sont petites (300 à 400 graines par g), rondes, de couleurs jaunâtre à grisâtre, souvent poilues.

Le cycle complet de graine est de 90 à 120 jours en conditions optimales, suivant les variétés ; la première fleur apparaît 50 à 60 jours après le semis et il faudra encore de 55 à 70 jours après l'apparition de fleur pour que la tomate soit mure (JEANS_MARIE, 2007).

7. Exigence de la culture de tomate :

7.1. Le climat et le sol :

7.1.1. Température et lumière :

La température est le facteur le plus déterminant dans la production de la tomate, elle demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes seront endommagés (SKIREDJ et al., 2005).

Tableau 04 : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate :

phase	température (c°)		
	Min	intervalle optimale	Max
germination des graines	11	16-29	34
croissance des semis	18	21-24	32
mise à fruits	18	20-24	30
développement de la couleur	10	20-24	30

Source : (SHANKARA 2005)

7.1.2. L'eau et l'humidité :

Si les réserves en eau disponibles sont suffisantes pour cultiver la tomate. Le stress causé par une carence en eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs (CHAUX 1972).

Par contre, lorsque les averses sont très intenses et l'humidité est très élevée, la formation des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importants. Les temps nuageux ralentissent le mûrissement des tomates. Cependant, des cultivars adaptés sont disponibles (SHANKARA 2005).

7.1.3. La lumière :

La lumière est un facteur écologique essentiel pour la tomate, elle intervient dans des nombreux phénomènes physiologiques, notamment la photosynthèse (CHIBANE 1999).

Durant les **30 à 45** jours qui suivent le semis, les fortes intensités lumineuses favorisent le raccourcissement de l'axe et l'induction des 1ers bouquets surtout à des températures basses. Par contre, un manque de lumière peut inhiber cette induction (CHAUX 1972).

7.1.4. Le sol :

Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20 cm est favorable à la bonne croissance d'une culture saine (SKIREDJ 2006).

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité), mais pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre **5,5** et **6,8** et où l'approvisionnement en éléments nutritifs est adéquat et suffisant (BARBARA 2005) .

7.1.5. La salinité :

La culture de la tomate tolère une conductivité électrique (CE) de l'ordre de **3** à **4,5** mmhos/cm). L'impact de la salinité est plus grave sur le rendement suite à la réduction du calibre du fruit. Donc elle doit être maintenue entre **1** et **2** mmhos/cm à 25°C en fonction du stade de la culture à saison (SKIREDJ 2006).

7.2. Nutrition minérale :

La tomate se classe parmi les espèces exigeantes en éléments fertilisants .Les doses d'engrais minéraux doivent être déterminé en fonction de la richesse du sol et le stade de développement (CHAUX 1972).

Le démarrage de la croissance de la plante est meilleur lorsqu'elle trouve des matières nutritives dans la rhizosphère (SKIREDJ 2005).

Le potassium représente le principal constituant minéral de fruit, il constitue l'élément majeur dans un plan de fumure de la tomate sous serre (CHAUX 1994).

8. Opérations d'entretiens :

8.1. Taille :

La taille permet d'améliorer l'interception de la lumière ainsi que la circulation de l'air. La taille des gourmands (l'ébourgeonnage) et des extrémités des tiges (l'écimage) se fait par pincage. (BARBARA 2005) .

8.2. Ébourgeonnage :

Il est important de pincer les gourmands. L'on élimine les petites pousses latérales pour ne laisser qu'une tige principale. Les grappes de fruits pousseront le long de cette tige principale. Le fait de tailler les gourmands améliore la qualité et la taille des fruits (SKIREDJ 2006).

8.3. Effeuilage :

Il faut enlever les feuilles anciennes, jaunies ou malades des pieds de tomate .Ceci permet de réprimer le développement et la propagation des maladies (BARBARA 2005) .

9. Maladies et ravageurs de la tomate ; Symptômes, dégâts et moyens de lutt

Tableau 05 : Les maladies bactériennes de la tomate

agent	Symptômes	moyens de lutt
<p><i>Pseudomonas syringae p</i> La moucheture</p>	 <p>Sur feuillage, Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Ces taches peuvent se joindre et forment une plage nécrotique brunesombre. Les folioles se dessèchent et tombent. Si l'attaque est précoce, on assiste à une coulure importante des fleurs. Sur fruit, on observe des taches brunes nécrotiques.</p>	<p>En cours de culture : aucun moyen de lutte vraiment curatif</p> <p>Culture suivant : utiliser des semences désinfectées, effectuer des traitements avec du cuivre</p> <p>Utilisez les variétés résistantes.</p>
<p><i>Xantomonas vesicatoria</i> La Gale Bactérienne</p>	 <p>Apparition des taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune .De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles.</p> <p>Sur fruit, de petits chancres pustuleux apparaissent et prennent un aspect liégeux.</p>	<p>Mettre en place les mêmes méthodes que celles utilisées pour combattre le P. tomato</p>

<p><i>Clavibacter michiganensis ssp michiganensis</i> Chancres Bactérien</p>	 <p>Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total. Des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres. En cas de forte chaleur et HR élevée, on observe des chancres ouverts sur tiges et pétioles. Sur fruit, se forment des taches blanchâtres, dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair, d'où le nom de "œil d'oiseau"</p>	<p>Utilisez les semences certifiées. Encours de culture : arracher les plantes malades ainsi que les voisines immédiates apparemment saines et les brûler - désinfecter le matériel servant à la taille à intervalle régulier - éviter les irrigations par aspersion, éliminer les débris de culture Culture suivants : le terrain ou l'emplacement en serre servant de pépinière doit être désinfecté - d'éviter les fumures excessives et les densités de semis trop fortes - désinfecter le sol avant de mettre en place les plantes avec un fumigant</p>
<p><i>Pseudomonas corugata</i> Moelle noire</p>	 <p>Les plantes atteintes présentent des taches sombres sur tige, pétioles et pédoncules. Une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vacuoles. Les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe dans le cas d'une maladie vasculaire.</p>	<p>Utilisez les variétés résistantes. En cours de culture : malheureusement il n'existe pas de moyen efficace en cours ou en fin culture éliminer les plantes très affectées ou mortes Culture suivants : reprendre les mesures décrites précédemment mais préventivement.</p>

Source :(BLANCARD ,1988)

Tableau 06 : Les maladies virales de la tomate

agent	Symptômes	moyens de lutt
Virus de la Mosaïque du Tabac (<i>TMV</i>) La Mosaïque de la tomate		<p>En cours de culture : cas sol infectée utiliser une solution d'eau formolée a 1% du chlorure de lauryldiméthyl benzylammonium a 0.5% u une solution de phosphate tri sodique a 10% il conviendra de rincer a l'eau les matériels poreux.</p> <p>éliminer les plantes malades et les débris végétaux enfouis dans le pour évite la transmission</p> <p>Culture suivante : la désinfection du sol à la vapeur (100°C durant 10mn)- ainsi que l'emploi du bromure de méthyle (75g/m²)-utiliser des semences saines- l'utilisation des semis directs (cultures plein champ)</p>
Virus de la Mosaïque du concombre (<i>CMV</i>) Filiformisme , Mosaïque et Nécrose de la Tomate		<p>En cours de culture : aucune méthode de lutte, il convient de les éliminer</p> <p>Culture suivants : aucune mesure préventive n'est actuellement très efficace</p> <ul style="list-style-type: none"> - De protéger les pépinières par du grillage - de désherber les parcelles, leurs abords - de ailler les cultures avec un film plastique
Virus Y de la pomme de terre (<i>PVY</i>) Mosaïque et Taches nécrotiques de la Tomate		<p>Les méthodes de lutte en mettre en place sont les mêmes que celles employées pour combattre les virus transmis par pucerons selon le mode non persistant (<i>CMV</i>) une attention toute particulière devra être apportée à la protection des pépinières notamment dans le cas des semis très précoces réalisée en septembre ; à cette période, les pucerons virulifères sont encore présents et les risques de contamination sont grands</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Virus des Feuilles Jaunes en Cuillère de la tomate (TYLCCV)</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">La Mosaïque des Feuilles Jaunes en</p>	 <p>Ralentissement de la croissance Jaunissement des folioles Fruits petits et nombreux Enroulement des feuilles en forme de cuillère Rabougrissement des plants infectés</p>	<p>En cours de culture : aucune mesure n'est réellement efficace</p> <p>Culture suivant : aucune méthode n'est très efficace</p> <ul style="list-style-type: none"> - pailler le sol avec des pailles fraîches - éliminer les plantes réservoirs a virus - planter les tomates a contre saison
--	--	---

Source :(BLANCARD ,1988)

Tableau 07 : Les maladies cryptogamiques de la tomate

maladie	Symptômes et dégâts	Moyens de lutte
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><i>Phytophthora infestans</i></p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Mildiou</p>	 <p>Apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc sur la face inférieure, Après jaunissement des feuilles, elles se dessèchent et tombent. Une malnutrition minérale accentue la maladie. La maladie ne se manifeste jamais sur fruit.</p>	<p>En cours de culture : éviter l'irrigation par aspersion notamment en fin de journée, aérer au maximum sous abris.</p> <p>Fongicides de contact : sulfate de cuivre, mancozède, chlorathalonil, captafol, flopel, dichlofluanide</p> <p>Fongicide systématiques (souvent associés à un ou plusieurs fongicides de contact) : oxadixyl, cymoxanil, ect</p> <p>-éliminer les débris de végétation en cours et en fin de culture....</p> <p>Culture suivants : éviter de planter des tomates à proximité de parcelles de pomme de terre ...</p>

<p style="text-align: center;"><i>Alternaria solani</i> Brûlure alternarienne (Alternariose)</p>		<p>En cours de culture : afin d'arrêter l'évolution de la maladie, traiter à l'aide de fongicides anti-mildiou de contact, renouveler l'application après les grosses pluies et l'irrigation par aspersion, éviter d'arroser les plantes par aspersion surtout en fin de journée, éliminer les débris végétaux en fin culture</p> <p>Culture suivante : <i>l'Alternaria solani</i> provoque parfois des dégâts sur jeunes plantules, il convient de traiter les semences avec du thirame ou de l'iprodione si celles-ci ne sont pas « enrobées »</p>
<p style="text-align: center;"><i>Leveillula taurica</i> (Lév.) Arn Oïdium</p>	 <p>Apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc sur la face inférieure, Après jaunissement des feuilles, elles se dessèchent et tombent. Une malnutrition minérale accentue la maladie. La maladie ne se manifeste jamais sur fruit.</p>	<p>En cours de culture et suivante : des traitements préventifs avec du soufre mouillable peuvent être effectués les effets secondaires acaricides de celui-ci sont intéressants à une période de l'année ou ces ravageurs sont très actifs d'autres produits comme le chionoethionate le férnarinol et le triandimefon sont recommandables</p>

<p>Meloidogyne (nematodes agalles) Galles racinaires</p>		<p>En cours de culture : aucune méthode de lutte n'est efficace Eliminer et détruire le système racinaire des plantes atteintes culture suivants : effectuer plusieurs labours profonds en plein été -Utiliser des plants sains -Variétés résistantes Lutte biologique utilisant des champignons prédateurs de nématodes appartenant au genre <i>Arthrobotrys</i> PH sol <6.4, sels solubles > 2%, OM<8%</p>
<p><i>Botrytis cinerea</i> Moissure Gris</p>	 <p>Développement d'un feutrage gris sur feuilles, plaies de taille ou organes étiolés</p>	<p>En cours de culture : est très difficile (pour culture sous abris)- Aérer au maximum les abris -traiter alternativement les plantes avec des fongicides appartenant a deux groupes 1^{er}chlorothalonil, dichlofluanide,thirme 2^{eme}benzimidazoles, thiophanates,dicarboximides</p>

Source :(BLANCARD ,1988)

9 .1. Protection intégrée de la tomate :

La lutte intégrée est un système de répression des ravageurs qui emploie toutes les techniques et méthodes appropriées de façon aussi compatible que possible et qui maintient la population des ravageurs à des niveaux tels qu'il n'y a pas de dommages économiques (BARBARA 2005)

Elle se base sur les principes écologiques et respecte la santé humaine et l'environnement. Plusieurs programmes ont été développés par l'introduction d'auxiliaires ou ennemis naturels et des

résultats spectaculaires ont été obtenus et menés avec succès comme s'est indiqué dans le (tableau 08).

Le tableau 08 : la lutte biologique contre quelques ravageurs de la culture de Tomate

Ravageurs	Ennemis naturels ou auxiliaires
Tétranyque tisserand (<i>Tetranychus urticae</i>)	Acarien prédateur <i>Phytoseiulus persimilis</i>
Aleurode des serres (<i>Trialeurodes</i>)	Hyménoptère parasitoïde <i>Encarsia formosa</i>
thrips de Californie (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Acariens prédateurs <i>Amblyseis cucumeris</i> et <i>A. barkeri</i>
Mouches mineuses (<i>Liriomyza bryonii</i> , <i>L. trifolii</i> , <i>L. huidobrensis</i>)	Hyménoptères parasitoïdes <i>Davnusa sibirica</i> (endoparasite) et <i>Diglyphus isaea</i>
Pucerons verts du pêcher et <i>macrosip hum euphorbiae</i>)	Hyménoptère parasitoïde <i>Aphydius matricariae</i> ou Cécidomyie <i>Aphydioletes</i>
Pucerons, thrips et tétranyques tisserands	Punaise orédatrice polyphage <i>orius spp</i>
Pucerons lanigères et pucerons du coton (<i>Aphis gossypii</i>)	Coléoptère <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>
Pucerons, mouches blanches et acariens prédateurs	<i>Chrysopa carnea</i>

Source :(SNOUSSI, 2010).

9.2. Méthodes de lutte contre les ravageurs et maladies :

Les nuisibles de la culture de la tomate sont des ravageurs (mouches blanches. Acariens, pucerons, chenilles, nématodes. Etc.) Et des pathogènes qui provoquent des maladies comme les viroses, la bactériose, les maladies fongiques, etc.

Les ravageurs et la tomate apparaissent depuis la pépinière et aux cours du cycle végétatif de la plante.

Les méthodes de lutte contre les ravageurs et maladies de la tomate sont :

- La lutte chimique : elle consiste à utiliser des pesticides pour combattre les maladies et ravageurs
- La lutte variétale utilise des variétés de tomate adaptées aux conditions écologiques, résistantes ou tolérantes à certaines maladies et ravageurs
- La lutte culturale est celle qui fait intervenir des successions et associations culturales

- d) La lutte biologique consiste à combattre un ravageur ou un pathogène par l'utilisation d'ennemis naturels
- e) La lutte intégrée concilie autant que possible les méthodes précitées de façon à maintenir les populations des parasites à des niveaux assez bas

1. Définition de la pépinière

Nous appelons pépinière une partie de terrain ou la surface valorisée consacrée à la multiplication et l'élevage des végétaux jusqu'à ce qu'ils puissent être plantés ailleurs (NICOLAS et ROCHE_HAMON, 1987 ; BALTET, 1995).

La pépinière maraichère est généralement conduite sous abri plastique (serre). (VILAIN, 1989), définit la serre comme étant un espace fermé présentant son propre climat ou tous les facteurs du climat sont modifiés : rayonnement, température de l'air et du sol, teneur en CO₂, humidité de l'air. Elle est généralement construite d'une enveloppe (verre, plastique) qui entraîne un «effet de serre».

2. Importance de la pépinière

La réussite de la culture de la tomate ou d'une autre espèce, dépend essentiellement du choix du plant. De ce fait, la production des plants est assez délicate et nécessite beaucoup de soins. Sa réalisation en pépinière vise principalement à :

- Assurer de bonnes conditions de croissance aux plants durant leur stade juvénile ;
- Produire des plants sur une superficie réduite qui permet de présenter les meilleures ;
- Mieux organiser la production ;
- Combattre les maladies et les parasites ;
- Réduire les charges et la durée d'occupation des terres ;
- Améliorer les possibilités de mécanisation ;
- Produire des plants hors saison ;
- Offrir la possibilité de sélectionner des plants homogènes à planter et accroître les rendements (BENAMOR et SADA, 1996).

La pépinière permet donc de donner aux jeunes plants les soins qui sont difficiles à réaliser sur le terrain de production.

3. Création d'une pépinière

Lorsqu'on doit créer une pépinière ou reprendre un établissement déjà existant, il convient de connaître de façon précise :

- Les conditions du milieu naturel (climat, relief, exposition, pollution) ;
- Les conditions économiques pour évaluer les chances de réussir (mains d'œuvre, écoulement de la production).

4. Techniques de production de plants en pépinière

4.1 La semence

L'utilisation de bonne semence figure parmi les facteurs essentiels de la réussite de toute culture. Une bonne récolte est avant tout fonction de la qualité des semences utilisées (LAUMONNIER, 1978).

4.2. Le semis en pépinière

Le semis en pépinière est utilisé pour la production de plants destinés à la plantation en plein champ, sur des surfaces réduites.

L'intervention du pépinière peut être efficace quant à la modification des conditions d'aération, humidité, de chaleur, de lumière et d'alimentation hydrique pour obtenir des plants sains qui peuvent avoir une bonne reprise à la plantation (LAUMONNIER, 1979).

D'après KOLEV(1976), le stade pépinière est très important dans la vie de la plante parce que la qualité de plant détermine le potentiel de la production.

4.3. Les modes de semis

Le semis est l'opération la plus importante au niveau de la pépinière, c'est l'opération qui exige plusieurs conditions. Entre autre, la mise en motte de la graine est une opération qui demandait beaucoup de temps et de main d'oeuvre avant la mécanisation. Actuellement, plusieurs semoirs automatiques existent et sont de plus en plus perfectionnés.

4.3.1. Le semis par couches

Cette technique de semis est très utilisée en Algérie pour la production de plants ; suivant la saison on peut rencontrer deux types de couches : les couches chaudes, et les couches froides (ANONNYME, 2001) :

a- les couches chaudes

Elles sont constituées par un mélange de deux tiers de fumier frais et un tiers de fumier recuit ou encore de feuilles sèches, leur épaisseur après tassement est de 50 à 80 cm. La température moyenne qu'elles dégradent est de l'ordre de +18 à + 20°C. Pendant 30 à 40 jours maximum. Ce type de couches est utilisé pendant la période la plus froide de l'année, c'est-à-dire de décembre jusqu'à la fin février (LAUMONNIER, 1978).

b- les couches froides

Les couches froides peuvent être utiles par la chaleur d'appoint momentanée. Composées généralement de fumier recuit, on peut cependant leur adjoindre une petite quantité de fumier frais pour faciliter le départ de la fermentation qui d'ailleurs reste peu active. Ces couches dégagent une chaleur faible, mais soutenue (LAUMONNIER, 1978).

4.3.2. Le semis en motte

Le semis en motte nécessite des substrats spéciaux qui réunissent des propriétés de transformation optimale sur les machines et des particularités physiques pendant la période de culture. En effet, les mottes sont faites à l'aide d'une presse-motte avec du terreau saturé en eau. La motte ainsi produite doit présenter une bonne cohésion, assurant à celle-ci la solidité nécessaire pour supporter la plante durant la culture.

4.3.3. Le semis en pot et alvéole

Ce mode de culture offre de multiples avantages :

- Les racines maintenues intactes dans la motte assurent un bon ancrage de la plante et une meilleure prospection du sol. Ceci évite tous chocs de transplantation et garantit une reprise rapide et un taux élevé de reprise ;
- La croissance des plants est plus rapide et mieux contrôlée, ce qui induit une meilleure homogénéité de production et l'allongement des périodes de plantation ;
- Le dépotage permet de trier manuellement les plants les plus vigoureux et homogènes (MAZOUZI, 2009).

4.4. Préparation des planches de semis

Les planches sont des portions de pépinière spécialement préparées pour recevoir les semis. La planche doit être nivelée avec une pente de 3% au maximum, pour permettre l'écoulement de l'eau en excès.

La longueur des planches varie de 20 à 25 m, leur largeur est de 1,20m qui permet la facilité des opérations de désherbage.

Le fond de planche est recouvert de gravier pour faciliter le drainage et éviter les inondations. (MIHOUBI, 1993).

5. Conduite et entretien du semis

5.1. L'éclaircissement

Les jeunes plants ne sont pas spécialement exigeants en lumière, cependant celle-ci peut devenir un facteur limitant si l'éclairement naturel dont nous disposons en novembre décembre (4500 à 5500) n'est pas suffisamment exploité. Pour cette raison, il faut absolument respecter les consignes techniques sur la lumière, exposition, propreté du film plastique, des ombres portées,...etc. (BOUCHIBA, 1997).

5.2. Irrigation

Il faut veiller à ce que les racines trouvent un endroit humide sans excès et éviter des apports d'eau froide. En principe, la température de l'eau d'arrosage devrait être voisine de celle du substrat et en tout état de cause jamais inférieure à 12°C.

Les plants doivent être arrosés périodiquement, de façon à empêcher un dessèchement du terreau, car sur un milieu trop sec, on obtient des plants plus petits à floraison précoce, mais à production réduite et de qualité médiocre.

Au début de la préparation des plants, les doses seront faibles et les arrosages plus fréquents. Dans la pratique, les besoins sont surtout importants à partir de la quatrième ou cinquième feuille (BOUCHIBA, 1997).

5.3. Aération de la serre

Elle a pour objectif de renouveler l'air de la serre ou des châssis, d'abaisser la température et les degrés hygrométrique quand cela est nécessaire. Une surveillance minutieuse de l'aération de la serre est indispensable.

6. Condition de germination une semence

De la connaissance des conditions nécessaires à une bonne germination, découlent les moyens rationnels qu'on doit mettre en oeuvre dans l'installation des semis et dans leur conduite jusqu'à la levée du plant. Ces conditions sont intrinsèques et extrinsèques.

6.1. Condition intrinsèque

La graine doit être bien conformée, intacte et normalement développer, il faut donc rejeter les graines trop petites, avortées et mal conformées,

Selon JENSEN (1960), la faculté germinative et l'énergie germinative sont d'autant meilleures que les graines sont plus denses et plus grosses, cependant que les graines soient grosses ou petites, elles ont les mêmes potentialités du point de vue de la transmission héréditaire des caractères, mais les grosses graines disposent plus de

réserves et donnent des plantules plus vigoureuses et plus résistantes. Elles ont donc une meilleure valeur culturale.

Chez la tomate, selon LAUMONNIER (1978), des graines avant 4 ans d'âge peuvent être considérées comme bonne à semer sous réserve que les conditions de récolte et de conservation auraient été convenables.

La graine doit être indemne de toute maladie. Les semences issues de culture d'un mauvais état sanitaire portent généralement des germes de maladies. On peut remédier par la désinfection des semences dans le cas où les germes incriminés se trouvent en surface.

Par contre leur destruction est difficile à réaliser si les germes sont à l'intérieure de la graine.

6.2. Conditions extrinsèques

La germination d'une semence exige la réunion de conditions extérieures favorables. Elle exige obligatoirement de l'eau. Mais, l'activité métabolique, consécutive à l'imbibition, nécessite de l'oxygène. Enfin comme tous autres phénomènes physiologiques, la température joue un rôle très important. L'eau, l'oxygène et la température sont donc les trois facteurs essentiels de la germination. Ils sont d'ailleurs pratiquement indissociables (COME, 1982). En pépinière on doit alors s'efforcer de :

- Maintenir une hygrométrie satisfaisante. Toutefois, il faut éviter les excès d'eau car cela entraîne souvent des pourritures de la semence et prive l'embryon d'oxygène.
- Placer les graines dans un milieu aéré, en évitant de les enterrer trop profondément ou de les semer dans un substrat trop compact ou trop humide.
- Obtenir une température suffisante, parfois on utilise des techniques spéciales lorsque le climat n'est pas naturellement favorable.
- Pendant la germination, il n'est pas nécessaire de prendre en considération le facteur <<lumière>>.

7. Calcul du pouvoir germinatif

La semence perd avec les années son aptitude à germer, la longévité des semences des différentes espèces est variable, celle de la tomate est de quatre (04) ans. La faculté germinative dépend également des conditions de récolte et de conservation des graines.

Selon LAUMONNIER(1978), la faculté germinative est plus forte lorsque les graines ont été récoltées a parfaite maturité et qu'elles ont été convenables conserves. Il y a donc intérêt à procéder avant l'emploi, a des essais de germination (humidité, température, aération) et on détermine :

7.1. La faculté germinative

C'est-à-dire le pourcentage de graines susceptibles de germer au bout d'un temps détermine (GISQUET et HITIER, 1961). On adopte pour la tomate une période de 5 a6 jours sur couche et 4 jours suffisent au niveau d'un germoir (LAUMONNIER, 1978).

7.2. L'énergie germinative

C'est la rapidité de germination qui est exprimée par le pourcentage de graine ayant germées au tiers du nombre de jours admis pour la germination complète.

7.3. La valeur culturale

Elle est définie par LAUMONNIER (1978), comme étant le résultat obtenu par la multiplication des pourcentages de la faculté germinative et de la pureté. Cette dernière est le pourcentage des semences pures, les impuretés ou déchets étant formes par les substances étrangères (sabla, graines de mauvaises herbes, etc...).

$$\text{Valeur culturale} = \text{pureté germinative} \times \text{facultés germinative} / 100$$

Selon CUISANCE(1986), un lot de semences, dont la pureté est de 80% et la faculté germinative est de 92% a une valeur culturale sensible également à un autre de 98% de pureté et de 75% de faculté germinative comme le montre le calcule suivant :

$$\text{Valeur culturale 1} = 80 \times 92 / 100 = 73,6 \text{ et valeur culturale 2} = 98 \times 75 / 100 = 73,2.$$

1. Définition d'un substrat de culture :

Le terme de substrat en agriculture s'applique à tout matériau, naturel ou artificiel qui placé en conteneur pur ou en mélange, permet l'ancrage du système racinaire et joue ainsi vis-à-vis de la plante, le rôle du support. En tant que support de la plante, tout matériau solide peut éventuellement être utilisé comme substrat dans la mesure où il est compatible avec un développement normal du système racinaire (BLANC, 1987).

Le substrat doit être un support solide composé d'un élément rétenteur d'eau et d'un élément aérateur (ARGILLIER *et al.*, 1990)

2- Classification des substrats

Selon ANSTETT et BLACN (1978), on peut classer les substrats en deux catégories différentes :

- ✓ Substrats physio chimiquement actifs.
- ✓ Substrats physio chimiquement inactifs.

2-1- les substrats physio chimiquement actifs

Ces substrats peuvent stocker et libérer les éléments nutritifs et l'apport d'une solution nutritive n'est pas toujours nécessaire.

Ce sont en général les substrats organiques, exemple : fumier, écorces décomposées, gadoues, marc de raisins, tourbe,... etc.

2-2-les substrats physio chimiquement inactifs

Ce sont le plus souvent des substrats minéraux n'intervenant pratiquement pas dans l'alimentation de la plante. Exemple : sable, gravier, brique concassées, matières plastiques expansées,... etc.

Dans le cas de ces substrats on doit faire appel à des solutions nutritives.

3. Les propriétés des substrats de cultures :

3.1- Les propriétés physiques :

Les qualités physiques sont très importantes, un substrat doit être perméable tout en ayant une bonne rétention en eau, doit conserver sa structure dans le temps (HENRY, 1973).

Un milieu physique favorable constitue un des facteurs essentiels de la valeur d'un mélange, car il conditionne les plus ou moins grandes facilités de développement de l'enracinement et de la cadence de arrosages surtout dans les régions où l'eau est

facteur limitant, si le milieu chimique peut être corrigé par l'apport des fertilisants pour satisfaire les besoins de la plante, le milieu physique, ne peut l'être, car il s'agit d'un caractère déterminé lors de la fabrication d'un mélange (CHOLLET, 1997).

Pour définir les propriétés physiques d'un mélange, il est nécessaire de définir deux notions fondamentales à savoir la texture, (composition élémentaire lorsque les agrégats sont détruits), la structure (manière dont ces éléments groupés en agrégats). C'est à partir de ces deux notions qu'on peut avoir une idée sur l'importance des trois phases (solide, liquide, gazeuse) dont il faut tenir compte pour avoir une idée sur la qualité d'un substrat, lorsque le substrat est porté à sa capacité maximale de rétention en eau, les trois phases ont approximativement les valeurs suivantes :

- Phase solide = 25%
- Phase gazeuse = 32%
- Phase liquide = 43%

On voit donc l'importance de la phase liquide et de a phase gazeuse, qui traduisent les besoins en eau et en oxygène de racines.

De ce fait, les substrats doit avoir :

- Une bonne capacité de rétention d'eau
- Une bonne capacité pour l'air
- Une bonne stabilité structurale, et surtout une bonne stabilité dimensionnelle, ce dernier caractère est souvent oublié (ANSTETT, 1976).

Si l'un de ces caractères fait défaut dans le mélange, il peut y avoir d'effets néfastes sur la croissance et le développement des plants ; par exemple pour un substrat à faible coefficient de filtration, les arrosages excessifs peuvent entraîner :

- ✓ Une réduction de la respiration du système racinaire par inhibition du substrat (à moins que le végétal n'y soit adapté).
- ✓ Par un excès d'eau, le CO_2 émis par les racines lors de la respiration ne s'évacue, et se dissout.
- ✓ Altération de la structure de la couche superficielle du mélange qui joue un rôle important dans les échanges gazeux avec l'atmosphère, donc pour caractériser les propriétés physique du mélange, il est bon de déterminer :

3.1.1- La structure :

La structure d'un sol est le mode d'assemblage, à un moment donné, de ses constituants solide.

La stabilité structurale dépend de la teneur en argile et de la matière organique des sols.

Le complexe argilo humique joue un rôle structurale, ce rôle est plus au moins important selon les teneurs en eau du sol et varie en fonction du type d'argile. La matière organique augmente la stabilité des agrégats. Une mauvaise structure peut donc empêcher l'écoulement des eaux dans le sol, les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère.

Une bonne structure va assurer une grande facilité de circulation d'eau, donc laisse s'écouler l'excès, assure une bonne aération des racines, une bonne germination, une pénétration profonde des racines et une bonne exploration par les racines des ressources nutritives du sol (SOLTNER,2000).

3.1.2- La texture :

Elle est déterminée par une analyse granulométrique. La texture du sol influe sur la concentration des éléments traces métalliques, elles sont plus élevés dans les argiles, puis dans les limons argileux, les limons et le sable (WEBBER et SING, 1991), de petite quantité de cadmium on été prélevés par les plantes beaucoup plus au niveau des sols à texture légère que dans les sols à texture lourde.

Tableau 09 : Répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures.

Textures fines	Argilo sableuse, argileuse
Textures moyennes	Limoneuse fine, limoneuse
Textures grossières	Limono sableuse, sablo limoneuse, sableuse

Source : HENIN et *al.*, 1969

3.1.3- La porosité :

La porosité totale est le rapport du volume des vides existant dans un volume total donné de matériaux. La porosité totale s'exprime en fraction ou en pourcentage du volume total (BLANC, 1987).

Elle peut être calculée à partir des valeurs de la densité réelle et la densité apparente par la formule suivante :

$$p\% = \frac{(1 - \text{densité apparente}) \times 100}{\text{densité réelle}}$$

Tableau 10 : la porosité des différents substrats.

Le substrat	La porosité en %
Tourbe bonde	92
Tourbe noir	88
Sable	88
Perlite	96,4
Vermiculite	95,4
Laine de roche	95
Ecorce	85
Argile expansée (2 à 10mm)	72
Terre argileuse	45
Gravier	42,2
Pouzzolane	68,7

Source : LEMAIRE et al, 1989

3.1.4- La disponibilité et rétention en eau :

BLANC (1987), indique que l'alimentation en eau de la plante dépend :

- Des propriétés concernant la plante elle-même : système racinaire et dynamique de son développement, caractéristique physiologique.
- Des conditions météorologiques qui déterminent la densité en eau que représente l'évapotranspiration.
- Des propriétés du substrat : perméabilité aux diverses humidité, disponibilité plus ou moins grande de l'eau, ces caractéristiques déterminent l'offre au niveau des racines.

La qualité d'eau disponible est la différence entre la teneur en eau maximale du substrat (capacité en bac) et la teneur en eau minimale nécessaire pour la vie de la plante (point de flétrissement permanent), elle est donc d'autant plus importante que la capacité de rétention en eau est plus élevée. La disponibilité en eau doit être au moins égale à 20 % (ARGILLIER et al., 1990).

3.1.5- La teneur en air :

Selon BLANC (1985), La teneur en air est complémentaire de la teneur en eau, puisque ces deux fluides se partagent l'espace portal. On a donc la relation :

$$\text{porosité totale}(\%vol) = \text{humidité}(\%) + \text{teneur en air}(\%vol)$$

La teneur en air est estimée de 20 à 40 % entre pF1 et pF2 (ARGILLIER et *al.*, 1990).

3.1.6- La perméabilité :

La perméabilité est indépendante du taux de la matière organique. Le critère retenu pour mesurer la perméabilité est la vitesse de percolation de l'eau exprimée en cm³ /heures. Le taux élevé de la matière organique n'implique pas forcément une bonne perméabilité (REDLICH et VERDURE, 1975). Cependant, son degré de décomposition a une influence sur cette dernière ; plus la matière organique est décomposée, plus la perméabilité est faible et vice-versa.

3.1.7- Le pouvoir de ré-humectation :

Certains substrats, après un déficit hydrique important présentent des difficultés de ré humectation, s'il est trop faible, entraîne une percolation de l'eau et des éléments fertilisants (TEMAGOULT, 2005).

3.1.8-La température et l'humidité :

Elles jouent un rôle indirecte en favorisant l'activité biologique du sol et la production des substances acides ou complexant, issues de la biodégradation de la matière organique, l'élévation de la température agit directement sur la dissolution de composés fixant un élément trace métallique, facilitant ainsi son absorption par la flore , l'humidité agit également directement dans le processus de précipitation et de solubilisation par ailleurs , un excès d'hygrométrie peut conduire à un défaut d'aération du sol.

3.2- Les propriétés physico-chimiques :

Pour avoir des indications très utiles sur les propriétés physico-chimiques, plusieurs indices sont à considérés. Dont les plus importants sont :

Le pH, le rapport C/N, qui la seule valeur bien connue jusqu'à ce jour, et reflète à la fois l'azote disponible dans le sol et surtout l'activité biologique de ce sol, c'est-à-dire l'intensité du cycle de l'azote (EVERS, 1961).

3.2.1- Le pH :

La concentration du milieu en ions H^+ détermine sa réaction mesurée par le pH. Les différentes classes du pH sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Echelle de classification du pH de la solution du sol.

pH	< 3.5	3.5 - 4.2	4.2 - 5	5 - 6.5	6.5 - 7.5	7.5 - 8.7	> 8.7
Classes	Très Acide	Acide	Faiblement acide	Hyper Acide	Neutre	Basique	Très Basique

Source : BAIZE, 2000

Le pH a une incidence sur la facilité du plant à se nourrir, il influe aussi sur la contamination par divers champignons, un milieu trop acide peut être à l'origine de brûlures des racines (FALCONNET et *al.*, 1992). Le pH peut influencer d'une façon très marquée l'assimilabilité et par suite, l'absorption des éléments traces par les plantes (LOUE, 1986). Ces métaux lourds sont d'autant plus solidement liés et par conséquent moins mobiles et disponibles que le pH est élevé.

Un pH bas, inférieure à 5:

- limite la croissance de la majorité des plantes.
- Induisent le symptôme de carences en calcium, à l'exception des plantes calcifuges dites de « terre bruyère » qui exigent un milieu acide sans calcaire.

Un pH supérieur à 8, est également :

- Nuisible à la croissance d'un grand nombre des végétaux,
- Entraînant une mauvaise assimilation de certains éléments (dont le Magnésium et surtout le Fer), qui entraîne les symptômes bien connus de la chlorose ferrique (FAUCARD, 1994).

D'après BENSEGHIR (1996), le substrat doit présenter un pH compris entre 5 et 8, en dehors de ses limites, le plant sera confronté à des problèmes de nutrition minérale.

Un pH voisin de 7 est souhaitable, est peut convenir à toutes espèces (METRO et *al.*, 1951).

L'élévation du pH diminue l'assimilabilité du phosphore (devient insoluble), de même le calcaire bloque la minéralisation de la matière organique et donc diminue la disponibilité en éléments nutritifs pour les plantes. Dans les sols acides, il peut y avoir une libération de l'aluminium qui est toxique pour les plantes. Les symptômes de carence ou excès en éléments minéraux, la non satisfaction de la plante vis-à-vis de sa nutrition, va ralentir sa croissance ou perturbe son développement. A l'extrême tout excès ou carence peut provoquer des symptômes parfaitement visibles.

3.2.2- Le rapport carbone azote(C/N) :

Ce rapport entre le carbone total et l'azote total, mesuré sur un matériau organique, indique le degré d'évolution de la matière organique et son résistance à la dégradation microbienne. Ce rapport donne une idée très juste de la vie biologique du sol et permet en conséquence d'apprécier les propriétés physiques. Il est utilisé depuis longtemps, par les forestiers pour caractériser les matières organiques présents dans le sol, mais également les apports et restitutions organiques, tel que fumier, paille, composte, boues d'épuration.

D'après BONNEAU (1995), il admit qu'à partir du moment où les produits de transformation de litière ont atteint un rapport C/N de 25 environ, il y a équilibre entre la libération de l'Azote par minéralisation et la consommation par les microorganismes transformateurs de l'azote libéré (Réorganisation), lorsque le rapport C/N devient inférieur à 25, la libération d'ammonium et de nitrates l'emporte sur la réorganisation et l'alimentation azotée des arbres devient possible. Un rapport C/N bas de l'ensemble de l'épisolume humifère traduit à la fois une évolution rapide des litières « turn-over » rapide et de bonne possibilité d'alimentation des arbres en azote.

Tableau 12 : Le rapport C/N des principaux matériaux de base des substrats.

Matériaux de base	C/N
Boues de station d'épuration	11
Composte urbain	14
Fumier de cham pionnière	19
Tourbe brune	20 à 25
Fumier d'ovin	23
Fumier de bovin	28
Tourbe blonde	40 à 60
Ecorce de pin maritime fraîche	92
Tourbe blonde	300

Source : LEMAIRE *et al.*, 1990

3.2.3- La capacité d'échange cationique (C.E.C) :

Elle est déterminée comme le degré ou la possibilité d'un substrat de stocker les éléments nutritifs (DUCHAUFOR, 1977). Un matériau est chimiquement actif si sa CEC est supérieure à 100 meq/kg. Selon sa teneur, les sols sont subdivisés en 5 classes (Tableau 13).

Tableau 13 : Classe d'appréciation de la CEC des sols d'après la quantité de base échangeable

Appréciation de la CEC	Valeur de CEC (en meq/kg)
Très faible	< 60
Faible	60 – 120
Moyenne	120 – 200
Elevée	200 – 300
Très élevée	> 300

Source : BAIZE, 2000

Un substrat à faible CEC (tourbe, terre, ...) pourrait stocker les éléments fertilisants qu'on lui apporte. En revanche, les substrats à forte CEC perdent peu d'éléments par lessivage, les risques d'excès de salinité sont donc plus limités. Ce substrat met à la disposition de la plante les éléments au fur et à mesure de ses besoins (FOUCARD, 1994). Un sol ayant une CEC élevée aura tendance à immobiliser les métaux lourds et à diminuer ainsi leur disponibilité. La capacité d'échange cationique est plus élevée dans le cas des sols à texture fine (comme l'argile et le limon argileux) que dans celui des sols à texture grossière comme le sable.

3.2.4- La conductivité électrique (CE) :

Elle donne une idée sur la salinité du milieu. Lorsque la concentration saline de la solution aqueuse d'un sol est trop élevée, les racines se développent mal et la croissance de la plante est ralentie, on aboutit même dans les cas graves, au dépérissement des plantes. BAIZE (2000) montre qu'on peut classer le sol selon sa conductivité et la somme des anions comme suivant :

Tableau 14 : Classification des sols en fonction de la CE et de la somme des anions.

Classe	Désignation	Conductivité électrique (mmhos / cm à 25°C)	Somme des anions (meq/L)
0	Non salé		
1	Faiblement salé	2.5 – 5	25 – 50
2	Moyennement salé	5 – 10	50- 105
3	Salé	10 – 15	105 – 165
4	Fortement salé	15 – 20	165 – 225
5	Très fortement salé	20 - 27.5	225 – 315
6	Excessivement salé	27.5 – 40	315 – 620
7	Hyper salé	> 40	> 620

Source : BAIZE 2000

3.3. Les propriétés biologiques :

La matière organique des sols se caractérise, comme les argiles, par une grande surface spécifique et par son pouvoir gonflant, permettant la pénétration de l'eau et la diffusion de molécules de petites tailles qui peuvent ainsi se lier avec les substances humiques (CHOUDHRY, 1994). Elle joue plusieurs rôles :

- ✓ contribue et facilite l'obtention d'un état structural stable (MOREL, 1996 ; DRIDI et TOUMI, 1999).
- ✓ une meilleure porosité, aération et réchauffement du sol, une bonne perméabilité, (MUSTIN, 1987).
- ✓ Grande capacité de rétention en eau (JAUNES et JACOBSON, 2001)
- ✓ Sous l'action des microorganismes du sol, elle libère les éléments minéraux qui sont indispensables à la nutrition et au développement des plants (BOLLAG et al, 1998).
- ✓ Elle assure la mobilité et la disponibilité des métaux lourds dans le sol (SING et ALMAS, 1997).

D'après MORARD(1995), c'est la capacité d'un substrat de favoriser le développement d'agents pathogènes. Bien que les substrats soient à l'origine indemnes de tels pathogènes, les risques d'infection en cours de cultures sont multiples ; soit par :

- Introduction de plants infects ;
- Le biais de l'atmosphère ambiante ;

- Les eaux d'irrigation.

3.4. Les propriétés chimiques :

3.4.1- Les éléments nutritifs :

Tous les éléments nutritifs nécessaires aux développements des plantes sont absorbés sous formes minérales (y compris l'azote).

❖ Nutrition des plantes

Environ 16 éléments sont reconnus indispensables au développement des plantes vertes, permis ces éléments, certains sont puisés dans l'atmosphère et dans l'eau (carbone, oxygène, hydrogène) les autres dans le sol.

Ces éléments, tous indispensables à la croissance des plantes, sont subdivisés en deux groupes :

- ✓ **Les éléments majeurs** (macro éléments) absorbés en grandes quantités par la plante.
- ✓ **Les éléments mineurs ou bien oligo-éléments** (microéléments) absorbés en quantité infimes.

L'insuffisance d'un élément assimilable dans le sol réduit l'efficacité des autres éléments, et par la suite le rendement (LEIBIG ,1990). De même, l'excès ou le déficit du sol en certains éléments nutritifs et particulièrement les oligo-éléments, peut se manifester par des phénomènes de toxicités ou de carence des végétaux (Mn, Cu,..).

Les éléments majeurs forment environ 99% de la matière sèches végétale (en poids).

Les oligo-éléments ne représentent que 1% environ du poids de la plante mais la plupart d'entre eux sont indispensables à la croissance de la plante : Fer, Mn, Zn, B. Les symptômes de carences ou excès en éléments minéraux, la non satisfaction de la plante vis-à-vis de sa nutrition va ralentir sa croissance ou perturbe son développement à l'extrême, ces phénomènes peuvent provoquer des symptômes parfaitement visibles utiles pour le diagnostic. (ROULA, 2005)

4. Les différents types de substrat de culture :

4.1. Les matériaux organiques :

4.1.1. Les matériaux organiques naturels :

4.1.1.1. Tourbe :

La tourbe est un type d'humus formé en anaérobiose permanente ou presque permanente. C'est une couche souvent de plusieurs mètres dont l'humification ne s'effectue que partiellement surtout après un assèchement superficiel des sites humides (DUCHAUFOR, 1977). Les couches superficielles considérées comme les plus jeunes, donnent la tourbe blonde. Alors que les couches profondes, les plus anciennes, donnent la tourbe brune « ou noire »

Selon BLANC (1987), les données les plus caractéristiques des tourbes sont :

- ✓ La densité solide : 1,40 à 1,65 pour les tourbes françaises.
- ✓ La porosité totale qui varie de 90- 95 % (tourbe blonde) à 40 % (tourbe noire très décomposées)
- ✓ La rétention en eau : 100g de tourbe sèche et peu décomposée absorbent 1000 - 1500g d'eau (tourbe à sphaignes), 700 – 800g (tourbe à carieux) et 400 - 500g (tourbe de plaine).
- ✓ Le taux de cendres : 5 % (tourbes acides) à 10 % (tourbes eutrophies non contaminée).
- ✓ Le rapport C/N : 40 – 50 (tourbes blondes) à 20 (tourbes noires).
- ✓ Le pH d'eau : 3,8 pour les tourbes acides à 7,5 pour les tourbes eutrophies.
- ✓ La capacité d'échange cationique qui varie largement en fonction du matériau (pH, teneur en cendre, degré d'humification).
- ✓ Le retrait après dessiccation et la capacité de ré-humification qui varient du simple au double selon la finesse et le degré d'humification des tourbes (REDLICH et VERDURE, 1975)

4.1.1.2. Ecorce :

Selon BLANC(1985), l'écorce est un substrat très poreux, aéré, mais à faible capacité de rétention en eau. MOINREAU et *al.*, (1987) ajoute qu'elle est un produit organique instable dont la durabilité est limitée de 4 à 8 cultures. Elle joue un rôle dans la confection des mélanges binaires, où l'un des constituants joue le rôle de rétenteur d'eau, et d'autre celui de système d'aération. Un compostage bien conduit (de 8 à 10 mois) permet souvent d'obtenir un produit plus stable, utilisé en mélange avec la tourbe pour ces propriétés d'aération (MOINEREAU et *al.*, 1987). L'utilisation des écorces est très fréquente dans le monde : sapin de Norvège, Sitka, Hêtre, peuplier, Bouleau, eucalyptus, pin et épicéa en France. L'écorce de pin maritime est la plus utilisée, tant pour ces disponibilités que pour ces qualités. La composition des écorces peut être très variable selon l'origine de cette dernière. (BLANC, 1985).

Tableau 15 : Composition chimique des écorces.

Elément	Ecorce
pH eau	4 - 5,5
Carbone organique	50%
Matière organique	98%
Azote (N)	4-5,5%
Potassium	50%
Phosphore (P2O5)	98%
Capacité de rétention en eau	75%
Teneur en cendre	19,5%
Calcium	2,9%
Magnésium	0,5%
Aluminium	0,38%
Fer	1,43mg/kg
Manganèse	84mg/kg
Porosité totale	85,5%

Source : BLANC, 1987

4.1.1.3. Déchets cellulo-ligneux :

Selon MOINEREAU et *al.*, (1987), ce terme regroupe un ensemble de sous-produits issus de l'activité sylvicole, agricole ou industrielle, la plus part de ces matériaux doivent être compostés et désinfectés avant l'utilisation. Comme pour les écorces, le compostage a pour effet de stabiliser et d'homogénéiser le produit.

Ces composés se caractérisent par une faible densité apparente et donc une porosité élevée à l'état frais. Ce sont des matériaux très aérés, et présente une faible rétention en eau. Ces mêmes auteurs signalent que sa rétention peut augmenter considérablement après la décomposition mais le milieu devient asphyxiant sous l'effet du moindre tassement.

Parmi les déchets cellulo-ligneux, nous pouvons citer par exemple : les sciures compostées, les raisins, paille de céréales, les déchets de liège, cime de pin, broussailles et bois de platane et de peuplier.

4.1.1.4. Les matériaux organiques d'origine urbaine :

L'accroissement du volume des compostes d'ordures ménagères a conduit à proposer leur utilisation en pépinière. La durée de compostage est le critère le plus important pour apprécier la qualité du compost urbain. Il doit être au minimum de 4 mois. (ANSTETT, 1979).

Sur le plan chimique, le composte présente :

- Un pH alcalin : 7,5 à 8,5.
- Salinité et quantité en métaux lourds importante.

4.1.1.5. Fibre de coco

La fibre de coco est très utilisée pour les cultures hors sol (tomate, concombre,...), elle possède une très bonne rétention d'eau et d'air et elle est 100% organique (FREDERIC, 2008).

4.1.1.6. La sphaigne

C'est un genre de mousse très utilisée surtout pour sa grande rétention en eau, elle possède aussi une texture filamenteuse et des propriétés antiseptiques. Après la récolte, la sphaigne est nettoyée, séchée, pressée et conditionnée. Ces propriétés physiques se rapprochent de celles d'une tourbe blonde (VIRDIL, 2013).

4.1.1.7. La litière

La litière désigne de manière générale l'ensemble des feuilles mortes et débris végétaux en décomposition qui recouvrent le sol (des forêts, jardins, sols plantes de haies, etc.).

En pédologie la litière est la couche superficielle qui couvre le sol et fait partie des horizons dits << holorganiques >>. elle est constituée de matière organique ; résidus végétaux (feuilles, rameaux, brindilles, pollens), fongiques (spores, mycéliums) et animaux (excréments et cadavres d'invertébrés essentiellement) qui se déposent au sol tout au long de l'année encore inaltérés ou peu altérés. On ne parle généralement de litière qu'en surface d'un profil de sol non travaillé, le plus souvent forestier. Pour désigner les strates du sol, le pédologue parle d'horizons : la litière est au-dessus et à l'horizon humifère (MORGAN TD, 2006)

4.2- Les matériaux minéraux :**4.2.1- Les matériaux minéraux naturels :**

Ce sont des matériaux qui ne subissent aucune dégradation et sont chimiquement neutre.

En pépinière, les plus utilisés sont : le sable, le gravier, la pouzzolane, les terres et les tufs volcaniques.

- Le sable grossier et le gravier ont une faible capacité de rétention en eau, et leur emploi à l'état pur implique un contrôle rigoureux de l'irrigation. Par contre dans les mélanges, ils n'améliorent en aucune façon l'aération des substrats organiques à forte rétention d'eau, car leur porosité intra granulaire est nulle (FAUCARD, 1994).
- Les pouzzolanes sont des matériaux d'origine minérale, Leurs aérations sont importantes et c'est à ce titre qu'elles sont souvent utilisées en mélange avec la tourbe (FOUCARD, 1994). Elle offre aussi pour les cultures hors sol d'un milieu de grande stabilité et durabilité, chimiquement inerte initialement de germes pathogène et ultérieurement facile à désinfecter (MOINREAU et *al.*, 1987).
- Les terres ont une porosité supérieure à celle des sables, une rétention d'eau est en général plus élevée. Une caractéristique importante des terres est leur stabilité structurale qui conditionne la permanence de leurs structures lorsqu'elles sont fréquemment irriguées (GRAS, 1983).
- Les tufs volcaniques sont constitués de cendres volcaniques consolidées et cimentées. Broyés, ces matériaux se comportent comme une terre limono-argileuse à très bonne stabilité structurale (GRAS, 1983).

4.2.2. Les matériaux minéraux expansés :

Ce sont des matériaux naturels qui ont subis un traitement par la chaleur. On distingue les composés suivants :

3.2.2.1. Vermiculite : matériau d'origine minérale (mica) traité à 1100 °C et expansé (FOUCARD, 1994). C'est un substrat très actif du point de vue physico-chimique, dont le pH est pratiquement neutre (7 à 7.2). Ce matériau employé à l'état pur convient tout particulièrement à la germination et au bouturage (MOINREAU et *al.*, 1987).

3.2.2.2. Argile expansée : il obtenue par granulation et chauffage à 1100°C de nodules d'argile humide. Les granules d'argile expansée peuvent entrer dans la fabrication des mélanges à base de tourbe (FOUCARD, 1994). Elle présente une porosité grossière et fermée, d'où une rétention en eau plutôt faible. Très poreux et très durable, ce matériau est intéressant en culture hydroponique à condition de lessiver le produit avant mise en culture (CAMPREDON, 1985).

4.2.2.3. Perlite : il provient du chauffage à 1200°C d'un silicate volcanique. C'est un matériau peu dense, ayant des propriétés hydriques et une aération variable, très friable et peut être incorporée dans les mélanges en pépinière (CAMPREDON, 1985).

1. Objectif :

Le but de notre expérimentation est d'identifier ainsi de définir l'effet des substrats organiques qui représente le réservoir et le fournisseur des éléments nutritives indispensable à une meilleure production de plante de tomate en phase pépinière.

2. le matériel végétal :

Le matériel végétal choisi pour notre expérience est la tomate (*Solanum lycopersicum*)

- Variété : merveille du marché.

Les caractéristiques de cette variété sont les suivantes :

- Type : hybride à croissance indéterminé, utilise par le marché frais.
- Germination : 99%
- Pureté : 100%
- Durée de vie : 4 à 5 ans



Figure 05 : type de semence (PHOTO PERSONNELLE, 2017)

Le plant est très vigoureux, avec des entrenœuds moyens, et des feuilles très larges et rugueuses.

Les bouquets floraux présentent beaucoup de fruits de forme ronde légèrement aplatie, de calibre plus ou moins homogène avec une bonne coloration rouge, très ferme résistant au transport et au stockage.

- **Résistance**

Cette variété a une bonne résistance aux TMV <<mosaïque>>, <<fusarium>>, <<fusarium vasculaire>>, <<verticilliose albo-atrum>> et <<verticillium dahliae>> et aussi résistante au cladosporiose,

- **Utilisation et recommandation**

Culture sous-abris << primeur >> destinée à la consommation en frais.

3. Les substrats :

3.1 La tourbe

C'est une tourbe noire de sphaigne moyennement décomposée d'origine Allemande, qu'on appelle Stender, elle est utilisée pour la production de jeunes plants maraichers et de plantes ornementales.

La tourbe noire de sphaigne joue un rôle de réservoir hydrique grâce à son excellente capacité de rétention en eau et tient une place importante dans l'alimentation hydrique et minérale des plantes. Elle contribue également à la formation d'un complexe argilo humique.



Figure 06 : le sac de la tourbe (PHOTO PERSONNELLE, 2017)

Le tableau suivant montre les caractéristiques de cette tourbe :

Tableau 16 : caractéristique de la tourbe brune utilisée

Caractéristiques	Proportion
pH	Entre 5,5 et 6,5
Taux de matière organique	90%
Conductivité électrique	35/45 mS/m
Quantité d NPK ajoutée (14.10.18)	1,5 kg/m ³
Quantité en :-volume	200 L
-masse	40 kg
Capacité de rétention en eau	75%

Source : fiche technique sur l'emballage

3.2 La litière

La litière est l'ensemble des feuilles mortes et des débris végétaux en décomposition sur le sol. Elle accueille un écosystème d'organismes décomposeurs qui la transforme peu à peu en humus. Notre étude concerne la litière sous-bois d'arbre de cassiers qu'on a récupéré à la faculté SNV université Saad dhaleb Blida1.



Figure 07 : la litière (PHOTO PERSONNELLE, 2017)

3.3. Grignon d'olive :

Les grignons bruts renferment la coque du noyau, réduite en morceaux, la peau et la pulpe broyée de l'olive, environ 25% d'eau et encore une certaine quantité d'huile qui favorisent leur altération rapide

Actuellement sont disponibles des machines pour le traitement des grignons, qui séparent la pulpe et les fragments de noyaux. Ce traitement permet d'optimiser l'emploi du sous-produit, La séparation des grignons permet d'obtenir un amendement de meilleure qualité avec un rapport carbone/azote plus bas pour une moindre teneur en polysaccharides structuraux et en lignine



Figure 08 : Les grignons d'olive (PHOTO PERSONNELLE, 2017)

4. Lieu expérimental :

Notre expérimentation a été réalisée au niveau de laboratoire de recherche en biotechnologies des productions végétale située dans le département de Biotechnologies, faculté Sciences de la nature et de la vie de l'université de Blida 1, dans une serre en polycarbonate dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ✓ l'orientation est nord-sud.
- ✓ la superficie est de 382.5 m².
- ✓ l'aération est assurée par des fenêtres placées latéralement de part et d'autre de la serre, plus de deux portes placées une en nord et l'autre au sud.
- ✓ en période froide, le chauffage est assuré par de radiateurs à eau chaude.

Figure10 : schéma du dispositif expérimental (bloc aléatoire complet)

Explication du dispositif expérimental :

T1 : traitement qui représente 100% de la tourbe (témoin).

T2 : traitement qui représente 100% de la litière.

T3 : traitement qui représente 100% de grignon d'olive

6. Données climatique :

L'évolution de la température interne de la serre a été mesurée par un thermomètre installé en son centre. Les relevés optimaux ont été effectués à trois moments de la 9h, 12h, 16h.

Tableau 17 : relevé de la température sous serre durant l'expérimentation (°C)

La semaine	9 :00h (°C)	12 :00h (°C)	16 :00h (°C)
Du 16 au 22 Janvier	10,28	20,71	22 ,85
Du 23 au 29 Janvier	10,40	22,71	25,14
Du 30 Janvier au 05 février	15,85	28,14	25,36
Du 06 au 12 février	17	24,42	24,71
13 au 19 février	16,48	26,28	23,85

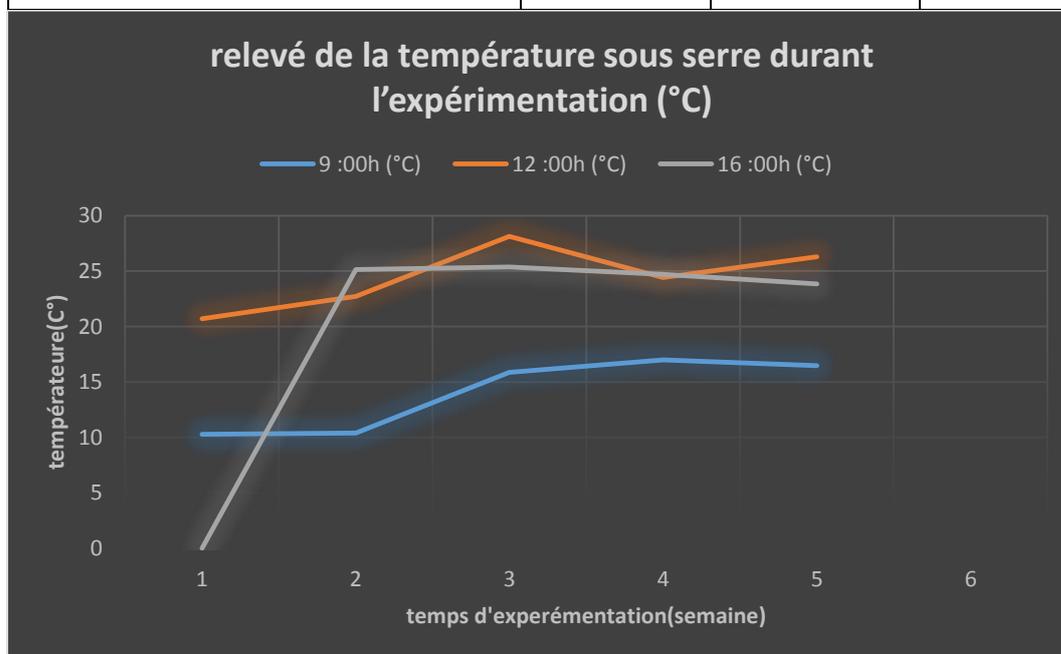


Figure 11 : relevé de la température sous serre durant l'expérimentation (°C)

Nous remarquons que durant toute la phase expérimentale les températures étaient conformes aux besoins de la tomate (10 à 27°C).

7. Étapes de l'expérimentation :

7.1. Test de germination

Le test germination a été réalisée le 05/01/2017. 20 graines ont été mises dans boit pétri du papier buvard imbibé d'eau ce dernières ont été mises dans l'étuve à une température de 25°C pendant 5jours. Les résultats obtenus que la faculté germinative soit de 95%.

7.2. Préparation des traitements

En premier lieu, nous avons choisi l'endroit de l'expérimentation sur laquelle se déroule notre expérimentation d'une manière à éviter le maximum d'hétérogénéité. En suit les plaque alvéoles ont été remplies de substrat.

7.3. Désinfection du substrat par voie thermique méthode Bergerac :

La désinfection a pour but de détruire les organismes nuisibles aux cultures. Lorsque la désinfection est faite dans les bonnes conditions, elle permet de détruire la plupart des organismes néfastes tels que (insectes, nématodes, champignons, bactéries, virus qui sont peu résistants à des températures de 80 à 900c. Au- delà de ces températures le sol se trouverait stérilisé, ce qui doit être évité l'effet des microorganismes.



Figure 12: Stérilisation du sol par la méthode de Bergerac (PHOTO PERSONNELLE, 2017)

7.4. Le semis :

Le semis en pépinière a été réalisé le 16-01-2017 sous serre en plastique, dans des alvéoles perforées a la base contenant du substrat (tourbe noir d'origine allemande de 80l de contenance), (litière) et (grignon d'olive).

La graine est disposée à une profondeur de 0,5 cm puis recouverte à nouveau.

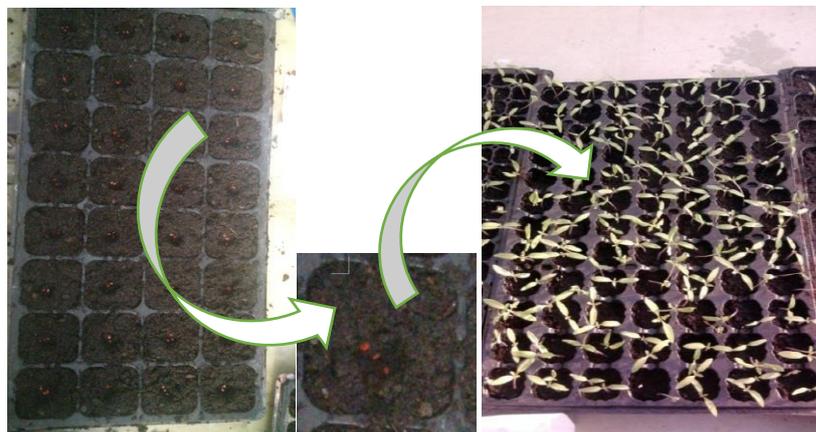


Figure 12 : Le semis dans les plateaux alvéolés (PHOTO PERSONNELLE, 2017)

7.4. Entretien de la culture

10 jours après le semis (26/02/2017), nous avons procédé à la suppression des plantules en plus de manière à laisser un seul plant par alvéole.

Un arrosage est effectué chaque 2 jours afin de garder l'humidité des substrats

8. Les paramètres étudiés :

8.1. Taux de germination

C'est le nombre de graines qui ont germées par rapport au nombre total dans chaque plaque. Cette opération a été effectuée 10 jours après le semis.

C'est le pourcentage de levée pour l'ensemble des plants pour chaque traitement.

8.2. L'hauteurs des plants

Cette opération consiste a mesuré périodiquement (chaque 15 jours) la hauteur des plantules en centimètre à partir du collet jusqu'à l'apex (15eme jours, 30eme jours et 45eme jours).

8.3. Le nombre de feuilles

Afin d'estimer le développement des plantules, un simple dénombrement des feuilles pour chaque plant au stade végétatif.

8.4. Poids frais de partie aérienne (g)

Nous avons pesé la partie aérienne a l'aide d'une balance de précision.

8.5. Poids sec de partie aérienne (g)

Les parties aériennes de plantules ont été pesé de nouveau après un séchage dans l'étuve a une température de 75°C, jusqu'à la stabilisation du poids. Cette stabilisation a été obtenue après 3 jours.

8.6. Taux de matière sèche de partie aérienne (en %)

Le taux de la matière sèche est exprimé en % du poids frais. On peut calculer par la relation suivante :

$$\text{Taux de matière sèche totale} = (\text{Poids sec total} / \text{Poids frais total}) * 100.$$

8.7. Poids frais des racines

Nous avons pesé les racines a l'aide d'une balance de précision.

8.8. Longueur finale des racines

A l'aide d'un ruban mètre, nous avons mesuré la longueur des racines après un rinçage abondant de ces dernières.

1. Les paramètres étudiés

1.1. Taux de germination

Tableau 18 : le taux de germination pour chaque traitement :

traitement	T1	T2	T3
Taux de germination	87,84%	39,16%	79%

Nous remarquons que le taux de levée varie d'un traitement à l'autre, et il est plus élevé dans le traitement témoin T1 (témoin) qui a mieux favorisé la germination des Graines grâce à la composition présente dans ce traitement par rapport au traitement T2 (100% litière) et T3 (100% grignon d'olive).

1.2 Hauteurs des plants en cm

Les résultats obtenus pour le paramètre (hauteur des plants) pour chaque traitement sont représentés dans l'annexe A1 et illustrés par la figure 14

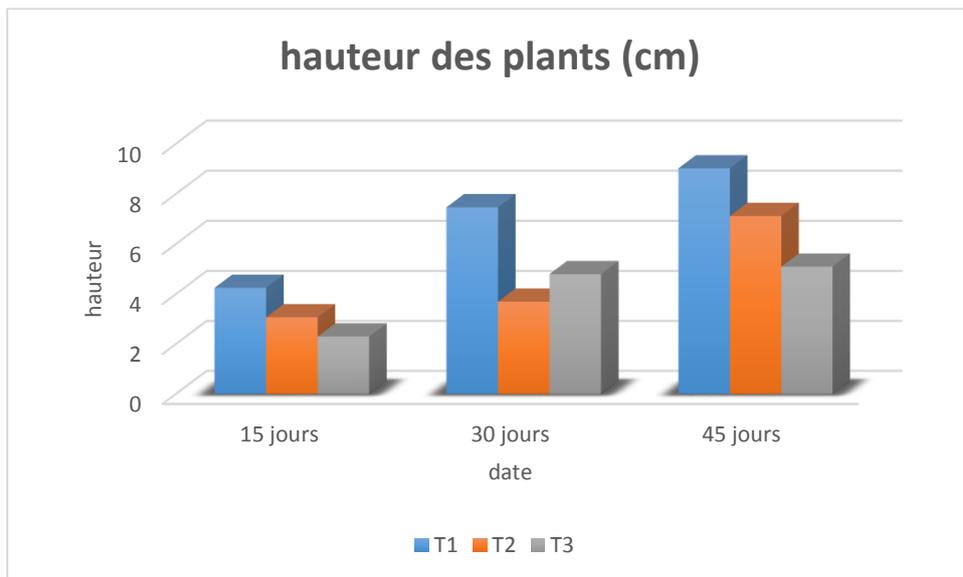


Figure 14 : histogramme de la hauteur des plants en (cm)

Nous remarquons d'après l'histogramme pour les trois périodes des mesures de plants traitement T1 (témoin) qui présente les hauteurs les plus importantes par rapport à ceux du traitement T2 (100% litière) et T3 (100% grignon d'Olive) alors que BOULAHIA (2016), a trouvé que c'est le traitement (tourbe à 100%) qui a donné les meilleurs hauteurs par rapport au traitement constitué de (50% de tourbe + 50% de grignon d'Olive)

1.3 Le nombre de feuilles

Les résultats obtenus pour le paramètre (le nombre de feuilles) pour chaque traitement sont représentés dans l'annexe A2 et illustrés par la figure 15.

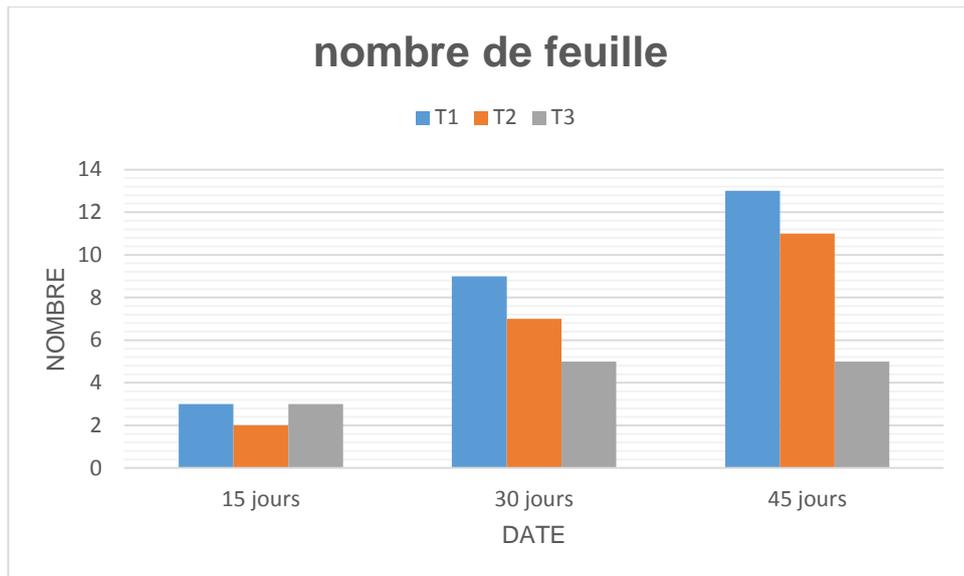


Figure 15 : histogramme de nombre de feuille

Nous remarquons que c'est le traitement T1 (témoin) présente le nombre de feuille le plus élevé par rapport à ceux du traitement T2 (100% litière) et T3 (100% grignon d'Olive) pour les trois périodes, alors que BRAHIMI(2016), a trouvé que le nombre de feuilles par plant n'est pas affecté par la nature du substrat.

1.4. Le poids frais de partie aérienne en (g)

Les résultats obtenus pour le paramètre (poids frais de partie aérienne) pour chaque traitement sont représenté dans l'annexe A3 et illustre de la figure 16.

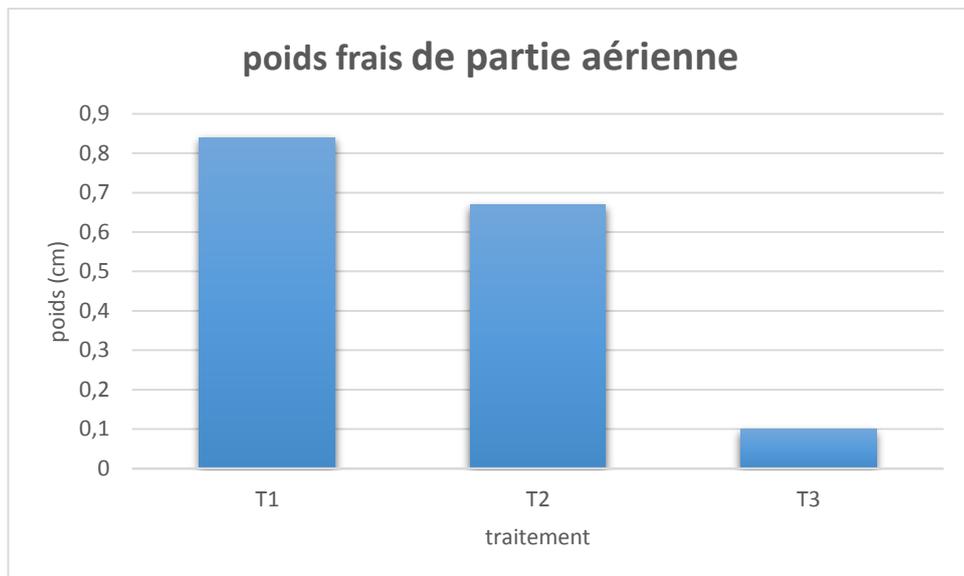


Figure 16 : histogramme de poids frais de partie aérienne en (g)

Pour le poids frais final des tiges, les résultats obtenus montrent que les plants du traitement T1 qui présente le poids frais le plus important par rapport à ceux des traitements T2 et T3.

1.5 Le poids sec de partie aérienne :

Les résultats obtenus pour le paramètre (le poids sec en g) pour chaque traitement sont représentés dans l'annexe A4 et illustre par la figure 17

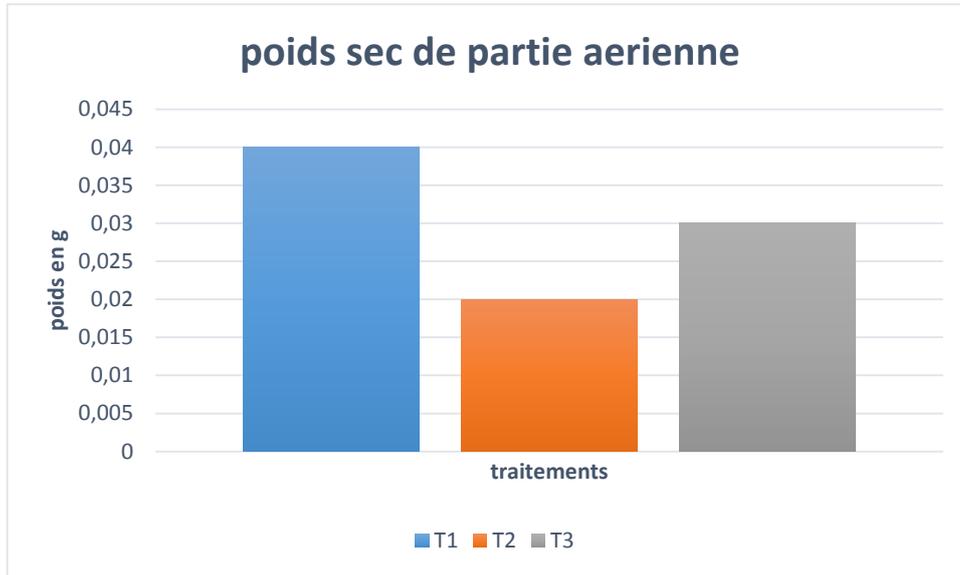


Figure 17 : histogramme de poids sec de partie aérienne en (g)

Nous observons que le poids sec de la partie aérienne de traitement T1 qui présente la valeur la plus élevé par rapport au traitement T2 et T3..

1.6. Le taux de matière sèche de partie aérienne :

Les résultats obtenus pour le paramètre (taux de matière sèche en %) pour chaque traitement sont représentés dans l'annexe A5 et illustre par la figure18.

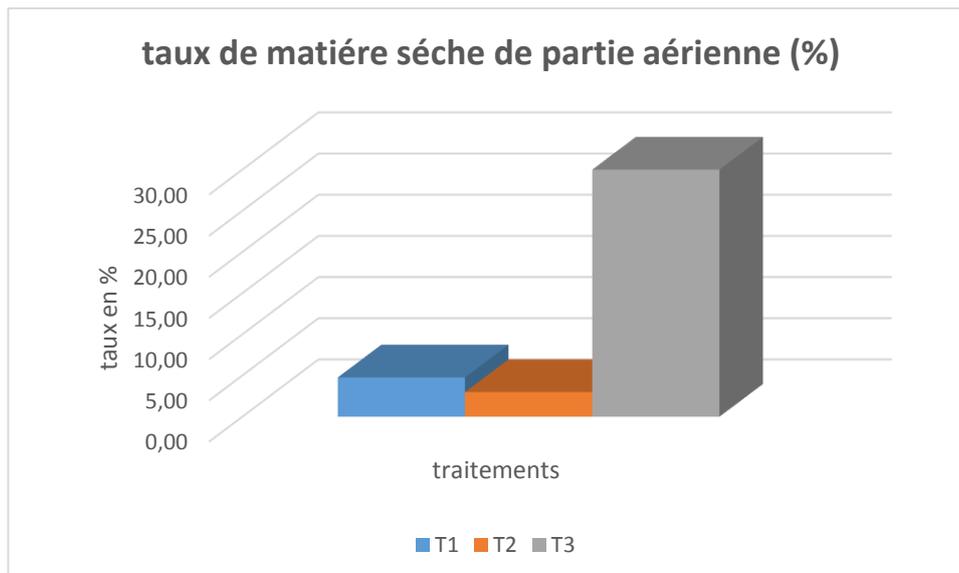


Figure 18 : histogramme de taux de matière sèche de partie aérienne en (%)

Nous remarquons que les plants de traitement T3 (100% grignon d'olive) présentent le taux de matière sèche le plus élevé par rapport T1 et T2.

1.7. Poids frais des racines :

Les résultats obtenus pour le paramètre (Poids frais des racines en g) pour chaque traitement sont représentés dans l'annexe A6 et illustre par la figure 19.

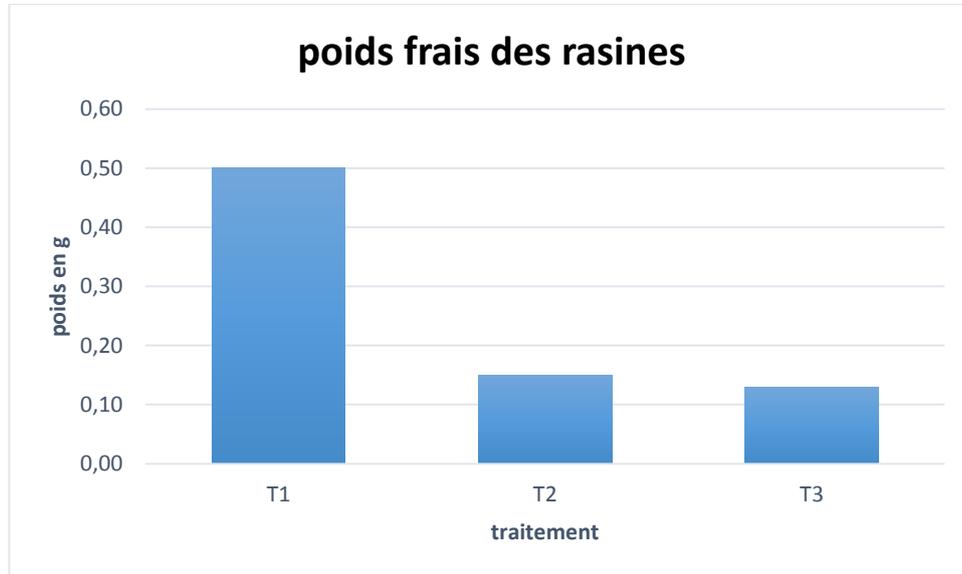


Figure 19 : histogramme de poids frais des racines en (g)

Le poids frais des racines pour le traitement T1 (témoin) a donné meilleur résultat par rapport aux traitements T2 (100% litière) et T3 (100% grignon d'olive).

1.8. Longueur final des racines

Les résultats obtenus pour le paramètre (longueur final des racines en cm) pour chaque traitement sont représentés dans l'annexe A7 et illustres par la figure 20.

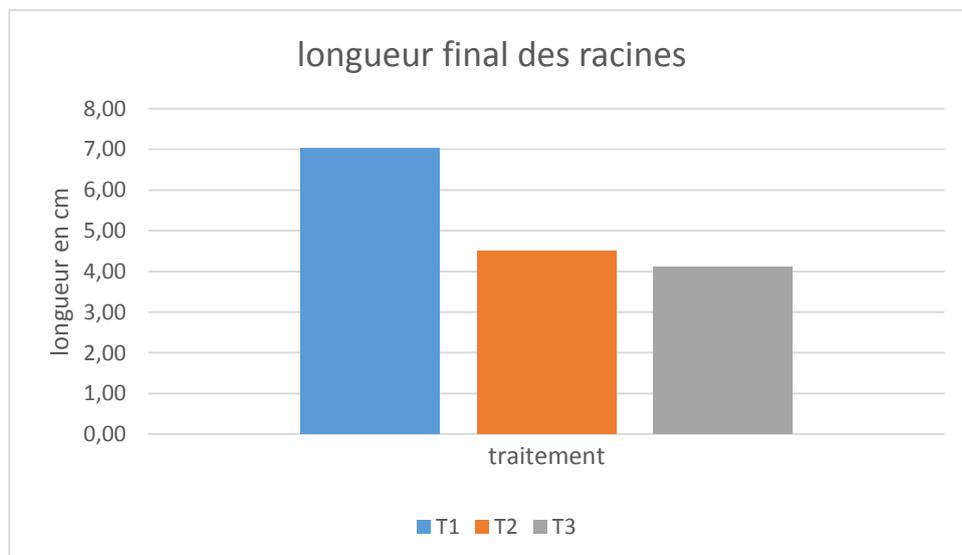


Figure 20 : histogramme de la longueur final des racines en (cm)

Nous remarquons que la longueur finale des racines des plants de traitement T3 présente les moyennes les plus importantes alors que ceux du traitement T3 (100% grignon d'Olive) présentent des longueurs les plus faibles que ceux du témoin T1 (100% tourbe) et T2 (100% litière), alors que BOULAHIA (2016), a trouvé que ses le traitement (100% tourbe) qui présentent la valeur la plus élevé par rapport au traitement mélange (50%tourbe + 50% grignon d'Olive)

CONCLUSION

Le but de notre expérimentation été de valoriser deux substrats organique d'origine végétal qui est la litière du sous-bois et le grignon d'olive sur la production de plants maraichers, nous l'avons comparé par rapport à la tourbe importe et utilise comme substrat horticole chez la plupart des pépiniéristes.

Les résultats obtenus nous ont permis de soulever les points suivants :
Pour l'ensemble des paramètres de croissance mesures tels que la hauteur des plants, le nombre de feuille, le poids frais de la tige, la longueur final des racines, le poids sec de la partie aérienne les plants du traitement T1 (tourbe) présentent les moyennes élevés après le traitement T2 (litière) et le traitement T3 (grignon d'olive).

Malgré les valeurs supérieures de la tourbe pour les pluparts paramètre mesure nous pouvons déduire à travers ces résultat qu'est possible d'utiliser ce type de litière comme substrat horticole malgré le déférent résultat par apport le tourbe mais il donné des résultats élevés par apport grignon d'olive pour l'ensemble des paramètres.

Nous pensons qu'il est souhaitable et nécessaire de reprendre un tel essai en variant les quantités et les rapports entre les types de substrat organique tout en tenant compte des qualités de chacun. Il est souhaitable aussi de prendre en considération la disponibilité, le cout et les qualités physico chimique de chaque substrat utilisent.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

ANONYME 1. 2013, site de food and agriculture organisation (Fao)
http://faostat3.fao.org/home/index_fr.html?locale=fr#HOME, consulte le 03-03-2013.

ANONYME, (2001).Guide pratique : production de plants de tomate industrielle. Ed : I.T.C.M.I., 14 P.

ANONYME, (2001).Guide pratique : production de plants de tomate industrielle.

ANSTET, A. (1970). Les substrats en horticulture plus spécialement dans la multiplication et la culture du chrysanthème. Ed : P.H.M.N° : 197, 47-60 Pp.

ANSTETT A., 1976 : Problèmes des terreaux utilisés en culture ornementale et en maraichage. I.N.R.A. Versailles ; 6291-6298 pp.

ANSTETT A., 1976 : Problèmes des terreaux utilisés en culture ornementale et en maraichage. I.N.R.A. Versailles ; 6291-6298 pp.

ARGILLIER C, FALCONNET G et GRUEZ J., 1990 : Production de plants forestiers. Guide technique du forestier méditerranéen Français. CEMAGREF (Aix en Provence), 32 p France.

ATHERTON ET RUDICH, 1986 : Développement et Pratique de la Fertigation de la tomate dans le Périmètre Irrigué du Tadla .Maroc.p 16

BAIZE D., 2000 : Guide des analyses en pédologie, 2 ème édition revue et augmentée. Edition I.N.R.A, Paris, France.

BARBARA. V, 2005 : la culture de tomate. p 105.

BENAMOR, Y. et SADA, N. (1996). Contribution a l'étude d'utilisation de quelques substrats horticoles importes dans la production de plants de tomate. thèse : Ing, Agro, El Harrach, 94 P.

BENSEGHIR L.A., 1996 : Amélioration des techniques de production hors-sol du Chêne-liège : conteneur- substrats- nutrition minérale. Master en sciences forestières CEMAGREF (Aix En Provence), 26 p.

BLANC D., 1985 : Les cultures hors sol. I.N.R.A. Ed. Louis. Paris, 409 p.

BLANC D., 1987 : Les cultures hors sol. Deuxième édition INRA (Paris), 409 p.

BLANCAD.D ,1988 : maladie de la tomate « observation ; identifie, la lutte », edition espaniole p 3-250.

BONNEAU.M., 1995 : Fertilisation des forêts dans les pays tempérés, E.N.G.R.E.F. Nancy 367 p.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

BOUCHIBA, K. (1997). Influence du monde d'obtention de plants sur la qualité de quatre variétés de tomate industrielle. Thèse : Ing, El Harrach, 50 P.

BOULAHIA, R. (2016). Thèse master valorisation de quelque substrat organique naturel pour la production des plants de tomate.

BRAHIMI, H.(2016). Thèse master valorisation de quelque substrat organique nature pour la production des plants d'aubergine.

BROMMONSCHENKEL, S.H., FRARY, A., AND TANKSLEY, S.D. (2000): The broad-spectrum tospovirus resistance gene Sw-5 of tomato is a homolog of the root-knot nematode resistance gene Mi. Mol Plant Microbe Interact ,p13

CAMPREDON M., 1985 : Aspect agronomiques de la pépinière forestière en en région Languedoc-Roussillon. Analyse et proportion. ENITAH (ANGERS), 61 p.

CHAHED.F, 2007 : la tomate "Lycopersicon esculentum" sous serre. Technique et documentation, Lavoisier, paris ,p163

CHAUX et FOURY. C, 1994 : Production hors sol. EdTED,Lavoisier.Pris. p210.

CHAUX et FOURY. C, 1994 : Production légumière, tomate I et II. Ed technique et documentation, Lavoisier, Paris P 563

CHAUX, C. ET FOURY, C., 1994 : Productions légumières, Tome I, généralité. ed : Lavoisier, Paris,p545

CHAUX, C. ET FOURY, C., 1994 : Productions légumières, Tome III, Légumineuses potagères, Légumes fruits, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris,p563.

CHAUX. C, 1972: production légumière. Ed: J. B. Bailliére et fils. Paris,p 414-441.

CHIBANE. A, 1999 : tomate sous serre, bulletin : transfert de technologie en agriculture, n°57, Ed : PNTTA, Rabat, p18-22.

CHOLLET F., 1997 : LA régénération naturelle du Hêtre. ONF- Bulletin techniques n° 32

CHOUDHRY G., 1994: Humic substances: soptive interactions with environmental chemical in humic substances structural photophysical and Free radical aspects and interaction with environmental chemicals, New york; Gordon and Breach science publischer Inc, 95-134.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

COME, M. (1982). La germination. In physiologie végétale. Tome 2, Ed : Hermann, 270P.

CUISANCE, P(1986). Multiplication des végétaux et pépinière. Ed : TEC et DOC, parise , 186p

DE BROGLIE ET GUEROULT, 2005 : tomate d'hier et d'aujourd'hui. Paris. p134.

DRIDI B et TOUMI C., 1999 : Influence d'amendement organiques et d'apport de boues sur les propriétés d'un sol cultivés. I.N.A. El- Harrach, Alger; 7-14 pp.

DUCHAUFOR P.H., 1977 : Pédogenèse et classification pédologique (II) Edition Masson Paris, 477 p.

Ed : I.T.C.M.I., 14 P.

EL FADL A., CHTAINA N., 2010 : Etude de base sur la culture de la tomate au Maroc. Programme Régional de lutte intégrée contre les organismes nuisibles (Integrated Pest Management) au Proche Orient (Projet GTFS/REM/070/ITA). FAO.ONSSA.p108.

EVERS W., 1961 the Journal of Geology Vol. 70, No. 5, pp. 621-630

FALCONNET G., 1992 : La production des plants forestiers hors-sol ENGREF (Nancy) 18p. FAVIER J, IRELAND-RIPERT J., TOQUE, Agen, 136 P

FOUCARD J., 1994 : Filière pépinière de la production et de la plantation Technique et Documentations, édition Lavoisier Paris 428 p.

FOUCARD J., 1994 : Filière pépinière de la production et de la plantation Technique et Documentations, édition Lavoisier Paris 428 p.

FREDERIC, B. (2008). Quelques substrats utilisés en botanique. Ed : artbosai, 3 P

GILBERT, 2009 : Etude de la biosynthèse de l'ascorbate et des métabolismes associés chez la Tomate Thèse doctorat d'Etat de L'université Bordeaux 2.p 236

GISQUET, P. et HITTIER, H. (1961). La production du tabac ; principes et méthodes. Ed : INRA, Paris, 223 P.

GRAS R., 1983 : Quelques propriétés physiques des substrats in BLANC (D). Culture hors sol, 2eme édition. I.N.R.A. Paris, Laris-jean ; 89-126 pp.

HENRY E., 1973 : Initiation à la culture en conteneurs de végétaux de pépinière. Edition P.H.M 13 p.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

JAUNES C et JACOBSEN J., 2001: Plant nutrition and soil fertility Montana university www. Colostate.edu / depts. / CoopExt/ TRA/ plants/ nutriment / Pdf.

JEAN-MARIE P, 2007 : La culture des tomates. Edition ARTE MIS, 92P ;

JENSEN, H.J. (1960). La filière tomate transformée. Ed : le chevalier, Paris, 200 P.

KOLEV, 1976 : les cultures maraichères en Algérie. Légumes-fruits Tome 1, pp2-35.

KOLEV. N, 1976 : Les cultures maraichères en Algérie. Tome I: légumes fruits. I. T. C. M. I. Staouali, pp: 33-150.

Kozukue N, Han J, Lee K, Friedman M, (2004). "Dehydrotomatine and alpha - tomatine content in tomato fruits and vegetative plant tissues." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(7): 2079-2083.

LAUMONIER R., 1979 : culture légumière et maraichères. Tom 3. Ed : J B. baillere. Tome 1, pp : 34-42.

LAUMONNIER. R, 1979 : Culture légumière et maraichère. Tome III. Ed : Baillièrè. Paris.p 279.

LEMAIRE, F., DARTIGUES, A., CHARPENTIER, S .et RIVIERE, L.M. (1989). Cultures en pots et conteneurs. Ed : INRA, Paris, 184 P.

LOUE A., 1986 : Les oligo-éléments en agriculture, Ed. Agr – Nathan Paris 336 p. Masson Paris, 477 p.

MAZOUZI, A. (2009). Analyse comparative de deux semoirs automatique pour pépinière : effet sur le développement de plants de tomate. thèse : Ing. Agro. El Harrach 65 P.

Messiaen. C.M., et Messiaen-Pagotto. F., 2009 : Le potager familial méditerranéen. Ed. Quae. France. Pp : 63 - 75.

METRO A., VIDAL P et SAUVAGE C., 1951 : Etude des subérais portugaises. Compte rendu de mission au Portugal du 18 au 28 mai. Ann. Rech. Fores. Maroc, pp 59-89.

MOINEREAU J, HERRMANN P, FAUROTJ C et RIVIER L.M., 1987 : Les substrats inventaires, caractéristiques ressources in BLACD. Culture hors sol. 2eme édition. INRA. Paris. Louis Jean ; 15-88 pp.

MORARD, P. (1995). Les cultures végétales hors sol. Ed : publication agricoles,

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- MOREL R., 1996** : Les sols cultivés 2^{ème} édition Lavoisier, Paris 399p.
- MORGAN TD (2006)** mand and temperature dependence of metabolic rate in litter and soil invertebrates. *Physiological and biochemical zoology* 79, 878-884.
- MUSTIN M., 1987** : Le composte, gestion de la matière organique. La valorisation agronomique des compostes et plus généralement des matières organiques, Edit ; Français dulux, Paris 954 p.
- NICOLAS, J.P. et ROCHE-HAMON, Y. (1987)**. La pépinière. Ed : TEC et DOC, Lavoisier, Paris, 165 P.
- Publishers. B., 2004** Ressources végétales de l’Afrique tropicale, Tome 2 Légumes. Ed. Dunod. 736p
- REDLICH G.C et VERDURE., 1975** : Le comportement physique des tourbes en cours de culture, PHM. *Revue horticole*.160 ; 13-20 pp.
- REDLICH G.C et VERDURE., 1975** : Le comportement physique des tourbes en cours de culture, PHM. *Revue horticole*.160 ; 13-20 pp.
- REY Y. et COSTES C., 1965**. *La physiologie de la tomate, étude bibliographique*. Ed.INRA .111p.
- ROULA S ., 2005** : Caractérisation physico-chimiques et valorisation des boues résiduaires urbaines pour la confection de substrats de culture en pépinière hors-sol. Mémoire de fin d’étude. Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna, 115p.
- SHANKARA, J. VAN L. DE JEUDE, M. DE GOFFAU, M. HILMI, V. BARBARA 2005**: La culture de la tomate production, transformation et commercialisation. *Agrodoc*. p 1-105.
- SINGH BR et ALMAS A., 1997**: residual effect of organig matter on cadmium uptake by plant and iys distribution in soil Paris-France, 21 p.
- SKIREDJ, A., 2006** : Besoins des plantes en eau et en éléments nutritifs, Fertigation- s :guide pour améliorer la production des cultures, Rabat. p 1-9
- SKIREDJ, A., Elattir, H., Elfadi, A., 2005** : La culture du concombre, Inst.Agr. Vét., HassanII.p 1-2.
- SNOUSSI SA ., 2010** : Etude de base sur la tomate en Algérie. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient,Algérie, p 53.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

SOLTNER D., 2000 : Les bases de la production végétale T1 : le sol. 22^{ème} édition Sciences et techniques agricole Maine et Loire France 457 p.

Tahi. H., 2008 : Efficience de l'utilisation de l'eau d'irrigation chez la tomate par la technique de prd (partial rootzone drying) et étude des mécanismes physiologiques et biochimiques impliqués. Thèse de Doctorat. Université Cadi Ayyad de Marrakech. 152p.

Tanksley, S. D., M. W. Ganai, J. P. Prince, M. C. Vicente de, M. W. Bonierbale *etal.*, 1992 High density molecular linkage maps of the tomato and potato genomes. Genetics. 132: 1141 1160.

TEMAGOULT O., 2005 : Recherche d'un substrat de culture pour la production de plants en Pépinière. Thèse Magister. Université de Batna. 120 P+annexe.

VILAIN, R. 1989. La production végétale, la maîtrise technique de la production. Volume 2, Ed : Lavoisier, Paris, 361 P.

VIRDIL, V. 2013. Revue : le lien horticole. Dossier : tourbe des substrats allège, N° : 848-849, 12-16 Pp.

WEBBER M.D., SINGH SS., 1991 : Contamination des sols agricoles. Centre de Recherches de l'est sur les céréales et les oléagineux (CRECO), Canada, chapitre 9.

ANNEXES

Annexe A1 : hauteur des plants

traitement	T1	T2	T3
15 jours	4,25	3,07	2,3
30 jours	7,47	3,7	4,8
45 jours	9,02	7,12	5,1

Annexe A2 : le nombre de feuilles

traitement	T1	T2	T3
15 jours	3	2	3
30 jours	9	7	5
45 jours	13	11	5

Annexe A3 : poids frais de partie aérienne

traitement	T1	T2	T3
moyennes	0,84	0,67	0,1

Annexe A4 : poids sec de partie aérienne

traitement	T1	T2	T3
moyennes	0,04	0,02	0,03

Annexe A5 : taux de matière sèche en

traitement	T1	T2	T3
moyennes	4,76	2,99	30

Annexe A6 : Poids frais des racines

traitement	T1	T2	T3
moyennes	0,50	0,15	0,13

Annexe A7 : longueur final des racines

traitement	T1	T2	T3
moyennes	7,03	4,50	4,1