

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques
Spécialité : Production végétale



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme du Master

Thème

**Effet d'un compost à base de sarments de vigne et de la tonte
du gazon sur la croissance et le rendement de la tomate**

Présenté par :

M^{me} KOUADRI Hanane

M^{me} REGUIG Imane

Soutenu Devant le jury :

Président : Mr. KARAHACANE T.

MCB

UDBKM

Promotrice : Mme. TIRCHI N.

MCA

UDBKM

Examinatrice: Mme. ABIDI L.

MCB

UDBKM

Co-promotrice : Mme. RAHIM Z.

MAA

UHBB Chlef

Année universitaire : 2019-2020



Remerciements

Pour commencer nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a toujours donné la force de passer à travers toutes les épreuves et les découragements, qui nous a aidées à mener à terme cette étude.

Nous remercions sincèrement notre promotrice M^{me} TIRCHI Nadia pour ses judicieux conseils. Quelques mots ne suffiront pas à exprimer notre profonde gratitude pour la confiance que vous nous avez accordée en acceptant de superviser ce travail.

Nous n'oublierons jamais votre gentillesse, votre disponibilité, vos encouragements et les qualités scientifiques exceptionnelles que vous avez le long de cette recherche.

Nos remerciements à notre co-promotrice Madame. RAHIM Zohra, Maître assistant à l'Université de Chlef.

Nous ne saurions oublier de remercier les honorables membres du jury, Monsieur KARAHACANE Tahar qui a bien voulu accepter d'être Président de jury, Madame ABIDI Lila qui nous ont fait l'immense honneur d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier vivement tous les enseignants qui ont contribué à notre formation et principalement l'ensemble des enseignants de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre.

Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin même avec un bon mot humble et sincère sourire pour l'établissement de ce modeste travail.

A Tous ceux qui nous feront l'honneur de lire ce mémoire.

A Toutes le personnel de l'Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.

A Toutes et à tous, nous vous disons Merci.



Dédicaces

Avant tous, je remercie ALLAH de m'avoir donné le courage et la volonté nécessaires pour atteindre mon travail.

Je dédie ce modeste travail :

- ✓ *Merci ma très chère mère qui s'est toujours sacrifiée pour mon éducation et qui m'a entourée de son amour et de son affection, ainsi qu'à mon très cher père qu'est à l'origine de ce que je suis.*
- ✓ *A Mes très chers frères Fayssal, Adel et ma chère sœur Rania*
- ✓ *A toute ma famille chacun par son nom Kouadri*
- ✓ *A Mes très chers(e) et meilleurs amis(e): Faty, Yamina, Dido, Amina, Chanaz, Fahima, Warda, Basma, Nassima, Sousou, Ratiba et Samia.*
- ✓ *A Ma binôme Imane et sa Famille ;*

A ma promotrice M^{me} Tirchi Nadia pour ses conseils et ses Consultations qui m'ont tout aidé à la réalisation de mon travail.

Ainsi qu'à toute ma famille de l'université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, surtout la promotion «Production végétale 2020»

Hanane



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

-Mes très chers parents Slimane et mon amour mamati Melouka , dont ce travail constitue une légère compensation pour tous leurs nobles sacrifices afin d'assurer mon bien être et mon éducation, Que Dieu les protèges et les gardent en bonne santé .

-Mes chers frères et mes deuxième parents: Mohamed, Ismail, Ammar

-Mes adorables petites sœurs : Sarab, Safaa, Sirine.

-Ma deuxième famille : Nasira, Hakima, Aicha, Malika, Radia, Habiba

-Toute la famille REGUIEG.

-Mes collègues : Soso, Yamina, Fahima, Faty, Tito, Chanez ,

-A ma très chère collègue HANANE, ensemble nous avons pu faire et achever ce travail, nous avons partagé d'agréables moments tout au long de notre cursus universitaire, ainsi qu'à sa famille.

-Tous mes collègues de la promotion M2 S.N.V

Imane

Résumé

Cette étude consiste en l'évaluation de l'effet d'un compost à base de sarments de vignes et de la tonte du gazon sur la croissance et le rendement d'une variété de tomate « Marmande » cultivée sous serre. Un essai a été envisagé pour déterminer les caractéristiques physico chimiques des substrats confectionnés en mélangeant le compost à la tourbe et l'effet de ces mélanges sur la germination des graines et la croissance des plants en pépinière. De même, pour l'estimation de l'effet sur le rendement de cette variété, les plants obtenus avec le meilleur substrat en pépinière sont cultivés en pots sous serre dans des mélanges compost-sol. Le rendement est évalué en prenant en considération des paramètres liés à la production du plant.

Mots clé : tomate, compost, croissance, rendement

Abstract

This study consists of evaluating the effect of a compost made from vine shoots and lawn mowing on the growth and yield of a variety of tomato "Marmande" grown in greenhouses. A test was considered to determine the physicochemical characteristics of substrates made by mixing compost with peat and the effect of these mixtures on seed germination and plant growth in the nursery. Likewise, to estimate the effect on the yield of this variety, the plants obtained with the best substrate in the nursery are grown in pots in a greenhouse in compost-soil mixtures. The yield is evaluated taking into account parameters related to the production of the plant.

Key words: tomato, compost, growth, yield

ملخص:

تتمثل هذه الدراسة في تقييم تأثير السماد العضوي المصنوع من براعم العنب وقص العشب على نمو وإنتاج نوع من الطماطم "مارموند" المزروعة في البيوت البلاستيكية. تم إجراء اختبار لتحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للركائز المصنوعة عن طريق خلط الكومبوست مع الخث وتأثير هذه الخلائط على إنبات البذور ونمو النبات في المشتل وبالمثل ، لتقدير التأثير على محصول هذا الصنف ، فإن النباتات التي تم الحصول عليها مع أفضل ركيزة في المشتل تتم زراعتها في أواني داخل بيوت بلاستيكية خليط التربة و الكومبوست ثم يتم تقييم المحصول مع الأخذ في الاعتبار المعايير ذات الصلة بإنتاج النباتات.

الكلمات المفتاحية: طماطم ، كومبوست ، نمو ، مردود

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Planche de tomate dessinée par Mattioli en 1590.....	3
Figure 2: Racines d'un plant de tomate.....	3
Figure 3: Tige d'un plant de tomate.....	4
Figure 4: Feuilles d'un plant de tomate.....	4
Figure 5: Schéma d'une fleur de tomate et de son fruit.....	5
Figure 6: Schéma du cycle de développement de la tomate.....	8
Figure 7: Types de croissance des plants de tomate: (a) indéterminée, (b) déterminée.....	9
Figure 8: Représentation schématique du principe de compostage.....	18
Figure 9 : Le compost.....	18
Figure 10: La chaîne alimentaire au sein des décomposeurs.....	20
Figure 11: Les déchets verts.....	22
Figure 12 : Localisation de l'université de Djilali Bounaama de Khemis Miliana, Ain Defla.....	31
Figure 13 : Emballage de la semence de la variété utilisée (Marmande).....	32
Figure 14 : Semence de la variété Marmande.....	32
Figure 15: Gamme de l'évolution du pH.....	36
Figure 16 : Pré-germination dans des boîtes de Pétri.....	37
Figure 17: Schéma du dispositif expérimental de l'essai de germination et croissance des plants.....	37
Figure 18 : Schéma du dispositif expérimental de l'essai de l'effet des substrats sur le rendement.....	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition chimique d'un fruit de tomate.....	6
Tableau 2 : Composition d'un fruit de tomate en vitamines.....	6
Tableau 3 : Principaux ravageurs de la culture de la tomate.....	13
Tableau 4 : Principales maladies bactériennes de la tomate.....	14
Tableau 5 : Principales maladies virales de la tomate.....	14
Tableau 6 : Maladies cryptogamiques de la tomate.....	15
Tableau 7 : Matières compostables et non compostables.....	20
Tableau 8 : Caractéristiques phénologiques de la variété de tomate : Marmande.....	32
Tableau 9 : Caractéristiques du compost utilisé.....	33
Tableau 10 : Composition des mélanges confectionnés à partir de la tourbe et du compost	34
Tableau 11 : Composition des mélanges confectionnés à partir du sol et du compost.....	35

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Données bibliographiques sur la tomate

I.1. Origine et historique	2
I.2. Classification de la tomate	2
I.3. Description botanique de la plante.....	2
I.3.1. Graine.....	3
I.3.2. Racine	3
I.3.3. Tige	4
I.3.4. Feuille.....	4
I.3.5. Fleurs.....	5
I.3.6. Fruits.....	5
I.4. valeur nutritionnelle.....	5
I.5. Importance économique.....	6
I.5.1. Production dans le monde.....	6
I.5.2. Production en Algérie.....	7
I.6. Cycle de développement.....	7
I.6.1. Phase de germination	7
I.6.2. Phase de croissance	7
I.6.3. Phase de floraison	7
I.6.4. Phase de fructification et de maturation	7
I.7. Classification variétale selon le mode de croissance	9
I.7.1. Variété à croissance déterminée.....	9
I.7.2. Variétés à croissance indéterminées	9
I.7.3. Variété buissonnante.....	10
I.8. Exigences édapho-climatiques de la tomate.....	10
I.8.1. Exigences climatiques.....	10
I.8.1.1. Température	10
I.8.1.2. Lumière.....	10

I.8.1.3. Humidité de l'air.....	10
I.8.1.4. Vent.....	11
I.8.2. Exigences édaphiques.....	11
I.8.2.1. Sol	11
I.8.2.2. Température du sol.....	11
I.8.2.3. pH du sol.....	11
I.8.2.4. Humidité du sol.....	11
I.8.2.5. Aération du sol	11
I.8.2.6. Salinités du sol.....	12
I.8.3. Exigences nutritionnelles.....	12
I.8.3.1. Exigences hydriques.....	12
I.8.3.2. Exigences en éléments fertilisants.....	14
I.9. Principaux boiagresseurs de la tomate	12
I.9.1. Ravageurs	12
I.9.2. Maladies bactériennes	13
I.9.3. Maladies virales.....	14
I.9.4. Maladies cryptogamiques.....	14
I.10. Techniques culturales	16
I.10.1. Préparation du sol.....	16
I.10.2. Préparation de plants.....	16
I.10.3. Récolte	16

Chapitre II : Données bibliographiques sur le compostage

II.1. Historique sur compostage	17
II.2. Objectifs du compostage	17
II.3. Définition du compost	17
II.4. Organismes décomposeurs.....	19
II.4.1. Micro-organismes	19
II.4.1.1. Bactéries	19
II.4.1.2. Champignons.....	19
II.4.1.3. Actinomycètes	19
II.4.2. Macro-organismes	20
II.5. Types de matières à composter.....	20
II.6. Déchets verts.....	21
II.7. Avantages du compost	22
II.7.1. Effet sur le sol	22

II.7. 2. Effets sur la croissance des plantes	22
II.8. Utilisation de compost.....	22
II.9. Paramètres du compostage	23
II.9.1. Température	23
II.9.2. Humidité	23
II.9.3. Aération.....	24
II.9.4. Matière organique.....	24
II.9.5. Rapport C/N.....	24
II.9.6. Granulométrie	25
II.10. Processus de compostage.....	25
II.10.1. Phase mésophile.....	25
II.10.2. Phase thermophile	26
II.10.3. Phase de refroidissement.....	26
II.10.4. Phase de maturation.....	26
II.11. Différentes méthodes de compostage.....	27
II.11.1. Compostage en andains	27
II.11.2. Compostage en récipient clos	27
II.11.3. Lits rectangulaires remués.....	27
II.11.4. Vermicompostage	28
II.12. Etapes du compostage	28
II.12.1. Préparation de la matière.....	28
II.12.1.1. Réception	28
II.12.1.2. Broyage	28
II.12.1.3. Fermentation	28
II.12.2. Retournements.....	29
II.12.2.1. Maturation	29
II.12.2.2. Criblage	29
II.12.2.3. Stockage	29
II.13. Evaluation d'un compost mur	30

PARTIE PRATIQUE

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1. Objectifs de l'expérimentation.....	31
III.2. Lieu de l'expérimentation	31
III.3. Matériel végétal.....	31

III.4. Substrats testés.....	33
III.4.1. Tourbe	33
III.4.2. Compost.....	33
III.4.3. Sol.....	34
III.4.4. Substrats confectionnées à partir du compost et de la tourbe.....	34
III.4.5. Substrat confectionnés à partir du compost et du sol.....	34
II.5. Evaluation des caractéristiques physico chimiques des substrats.....	35
III.5.1. Caractéristiques physiques.....	35
III.5.1.1. Densité apparente	35
III.5.2. Caractéristiques chimiques.....	35
III.5.2.1. Conductivité électrique (CE).....	35
III.5.2.2. Le pH	36
III.5.2.3. Matière organique.....	36
III.6. Etude de l'effet des substrats sur la culture.....	37
III.6.1. Test de pré-germination.....	37
III.6.2. Evaluation de l'effet des substrats sur la croissance des plants (en pépinière)....	37
III.6.2.1. Dispositif experimental.....	37
III.6.2.2. Paramètres d'évaluation.....	38
III.6. 3. Evaluation de l'effet des substrats sur le rendement de la culture de tomate.....	38
III.6. 3.1 Production des plants.....	38
III.6.3.2. Repiquage des plants dans les pots.....	38
III.6.3.3. Dispositif expérimental.....	39
III.6. 3. 4. Paramètres de rendement.....	46
III.7. Analyse statistique.....	40

Chapitre IV : Résultats et discussion

Résultats antérieurs	41
Conclusion	42
Références Bibliographiques	

Introduction

Introduction

La tomate est l'un des légumes les plus importants pour l'alimentation humaine et représente 17 p.c. de la production légumière mondiale (**FAOSTAT, 2009**). Cultivée essentiellement dans le maraîchage, la production de la tomate reste fortement tributaire des questions foncières en Afrique, face à une demande sans cesse croissante (**Fall et Gueye 2003 ; Enda Sahel, 2003**). Selon la **FAO (2018)**, sa production reste également tributaire de la qualité de la pépinière, car en horticulture en général et en culture de tomate en particulier, la pépinière revêt une importance capitale. C'est la première étape qui conditionne la réussite de la culture. Le substrat utilisé pour la production de plants en pépinière est souvent la tourbe. Elle constitue le substrat de référence pour la croissance des plants en pépinière maraîchère moderne. Cependant, cette ressource ne cesse de poser des problèmes en matière d'approvisionnement et d'hémorragie de devises. À cet effet, des investigations ont été menées pour la substituer partiellement, en utilisant d'autres ressources organiques disponibles à moindre coût (**M'sadak et Ben M'barek, 2013**). Les responsables des pépinières se sont orientés vers la recherche de nouveaux substrats tels que les composts fabriqués à partir des déchets organiques particulièrement les déchets verts (**Handar et al., 1985**).

Le compost est un terreau issu de la décomposition et la dégradation de la matière organique, utilisé comme un support de culture (**Mehdi, 2010**). Il est riche en éléments nutritifs pour la terre et la plante. Il permet de trier les déchets ménagers et les déchets verts, de ne pas jeter d'aliments fermentescibles qui risquent de couler, de sentir mauvais et en plus d'obtenir un engrais naturel pour la culture (**Torba, 2014**). Le compostage des résidus des plantes et des déchets organiques inutilisables est une méthode peu coûteuse; le compost ainsi obtenu peut être utilisé comme engrais organique ou amendement de sol (**Chang et al., 2006**).

Cette étude a donc pour objet l'évaluation des effets d'un compost à base de la tonte de gazon et des sarments de vigne sur la croissance et le rendement d'une variété de tomate sous serre. Le document est structuré en deux parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale. La partie bibliographique comprend deux chapitres, le premier présente une synthèse bibliographique sur la culture de tomate, dans le second sont présentées des généralités sur les composts. La deuxième partie est aussi constituée de deux chapitres : le premier résume le matériel et les méthodes utilisées pour la réalisation de cette étude et dans le deuxième sont présentés quelques résultats antérieurs.

Partie bibliographique

Chapitre I

Données bibliographiques sur la culture de tomate

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

I.1. Origine et historique

La tomate fut ramenée du Pérou au Mexique au début du XVI^{ème} siècle par conquistadors, les aztèques cultivaient en effet un plant appelé «*Tomatl*» qui existe aussi à l'état sauvage en Equateur et au Pérou. En 1544, elle est introduite en Espagne, en Italie puis dans les autres pays européens. Elle s'est ensuite propagée en Asie du sud et de l'est, en Afrique et en Moyen Orient (**Shankara et al., 2005**).

Le mot «Tomate» est une déformation du mot inca «*Tomalt*». Découverte par Christophe Colomb en Amérique du Sud au XV^{ème} siècle alors qu'il pensait avoir trouvé la route des Indes, la tomate était cultivée par les Incas de la région andine et n'était alors pas plus grosse que notre tomate cerise (**Naika et al., 2005**).

La tomate est introduite en Algérie par les espagnols à la fin du IX^{ème} siècle (**Latigui, 1984**).

I. 2. Classification botanique de la tomate

C'est une plante annuelle de la famille des solanacées, à port buissonnant. La diversité variétale est extrêmement grande (plus de 1 000 variétés).

Selon **Gaussen et al. (1982)**, la tomate appartient à la classification botanique suivante :

Règne :	Végétal
Embranchement :	Spermaphytes
Sous Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Ordre :	Polémoniales
Famille :	Solanacées
Genre :	<i>Lycopersicom</i>
Espèce :	<i>Lycopersicom esculentum</i> Mill.

I. 3. Description botanique de la plante

La tomate est une plante herbacée annuelle à port rampant, poilue et aux tiges plutôt grimpantes (Fig.1). Elle est aromatique lorsqu'on la froisse. Cette plante potagère herbacée voit sa taille varier de 40 cm à plus de 5 mètres selon les variétés et le mode de culture (**Dumortier et al., 2010**).



Figure 1 : Planche de tomate dessinée par Mattioli en 1590 (Anonyme, 2009).

I.3.1. Graine

La graine est petite (250 à 350 graines par gramme) et poilue; sa germination est épigée. Après le stade cotylédonaire, la plante produit 7 à 14 feuilles composées avant de fleurir. (Chaux et al., 1994),

I.3.2. Racine

La tomate peut avoir des racines qui peuvent atteindre 1 m de profondeur (Chaux et al., 1994), avec une racine principale pivotante. Elle est très puissante et ramifiée sur les premiers centimètres.



Figure 2: Racines d'un plant de tomate (Blancard et al., 2009).

I.3.3. Tige

La tige de la tomate (Fig. 3) varie entre 30 cm et 2 m selon les variétés et les conditions de culture (**Kolev, 1976**). Elle contient deux sortes de poils sur la tige et les feuilles: des poils simples et des poils glanduleux qui contiennent une huile essentielle, qui donne l'odeur de la tomate et la coloration verte.



Figure 3 : Tige d'un plant de tomate (**Karid et Messatri, 2013**).

I.3.4. Feuilles

Les feuilles (Fig. 4) sont simples, composées, alternées, sans stipules, mesurant entre 15 et 50 cm de long et 10 et 30 cm de large, le pétiole mesure de 3 à 6 cm (**Shankara, 2005**).



Figure 4 : Feuilles d'un plant de tomate

(<https://jardinierparesseux.com/tag/les-feuilles-de-tomates-sont-elles-toxiques/>)

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

I.3.5. Fleurs

Les fleurs sont bisexuées, régulières de 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux feuilles ou entre elles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont parfois persistants. La corolle est constituée en général de six pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm. Elles sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. L'androcée est formées de quatre étamines, les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le stylet qui a une extrémité stérile allongée (Chaux et Foury, 1994).

Elles sont de type pentamère:

5 SEPALES + 5 PETALES + 5 ETAMINES + 2 CARPELLES

I.3.6. Fruits

Les fruits (Fig. 5) sont charnus, sont des baies à 2 ou 3 loges, à graines très nombreuses, de taille, de forme et de couleur très variées (Chaux et Foury, 1994).

La figure 5 montre une fleur et un fruit de tomate.

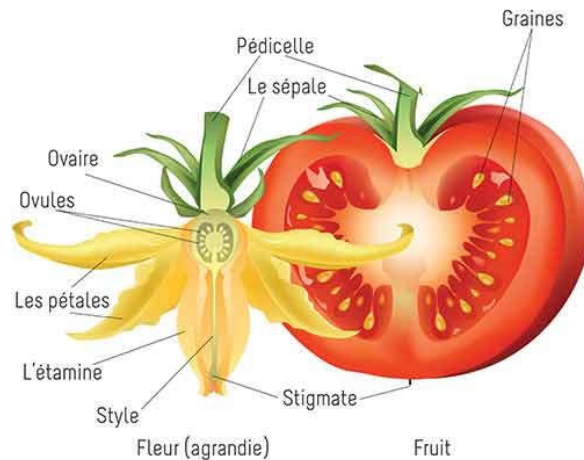


Figure 5: Schéma d'une fleur de tomate et de son fruit

(<http://portionsforelves.com/2015/08/10/all-about-tomatoes/>)

I.4. Valeur nutritionnelle

La tomate largement consommée, très prisée pour son intérêt alimentaire et sa valeur nutritive. Elle est très riche en vitamine C, sucre, acide organique, potassium, vitamine A, B carotène et sa richesse en pigment lycopène en font un légume à propriétés anticancéreuses notamment (Blancard et al., 2009). La composition chimique d'un fruit de tomate est présentée dans le tableau 1. Quant au tableau 2, il montre la richesse de la tomate en vitamines.

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

Tableau 1 : Composition chimique d'un fruit de tomate (Favier et al., 2003).

Composition chimique		Poids en 100 g de tomate crue
Eléments énergétiques	Protides	0.8 g
	Glucides	3.5 g
	Lipides	0.3 g
Minéraux	Fer	0.4 mg
	Calcium	9 mg
	Magnésium	11 mg
	Phosphore	24 mg
	Potassium	226 mg
	Sodium	5 mg
Fibres	-	1.2 g
Eau	-	93.80g

Tableau 2: Composition d'un fruit de tomate en vitamines (Favier et al., 2003).

Vitamine	Poids 100 g
provitamine A	0.6 mg
Vitamine B1	0.06 mg
Vitamine B2	0.05 mg
Vitamine B6	0.08 mg
Vitamine C	0.18 mg
Vitamine pp	0.6 mg

I.5. Importance économique

I.5.1. Production dans le monde

La tomate est cultivée dans la plupart des pays du monde, sur toutes les zones climatiques dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri, la tomate est classée deuxième culture légumière après la pomme de terre à l'échelle mondiale car son volume de production. En effet, près de 4.762.129 millions d'hectares sont réservés annuellement à cette culture avec une production de 182.258.016 millions de tonnes et un rendement moyen de 3,83 kilos /m² (FAO, 2018).

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

I.5.2. Production en Algérie

La tomate est classée par les premiers rangs parmi les cultures maraichères en Algérie. Selon les **Statistiques Officielles du Ministère de L'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche (2020)**, la production de tomate s'élevait en 12.7million de quintaux avec un rendement moyen de 743Qx/ha.

I.6. Cycle de développement

Le développement de la plante de tomate s'accomplit en passant par des phases successives caractéristiques qui sont :

I.6.1. Phase de germination

Les graines germent en 6 à 8 jours après le semis à la température optimale du sol (20 à 25C°) (**Van Der Vossen et al., 2004**). Au dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaire simples et opposées. Dans le sol, la racine possède un manchon de poils absorbants bien visible (**CIRAD/GRET et MAEF, 2002**).

I.6.2. Phase de croissance

C'est la phase où la plante émet plus de racines et développe sa partie aérienne par l'émission des paires de feuilles. La racine s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les deux premières vraies feuilles apparaissent vers le 11^{ème} jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20^{ème} jour. Au bout de premier mois environ, il y'a 3 à 4 paires de feuilles (**CIRAD/GRET et MAEF, 2002**).

I.6.3. Phase de floraison

La première inflorescence, apparaît deux mois et demi environ après le semis. Les autres inflorescences vont apparaître au-dessus de la première, entre deux inflorescences, un nombre variable de feuilles. La floraison s'échelonne donc de bas en haut (**CIRAD/GRET et MAEF, 2002**).

I.6.4. Phase de fructification et de maturation

Elle débute durant la phase de floraison. Elle commence par la nouaison des fruits de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs. Les fleurs se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, elles commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune puis au rouge de plus en plus accentué. Cette phase dure

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

environ deux mois, soit de quatre à six mois après le semis. La durée du cycle végétatif complet de la tomate est de 4 à 5 mois environ pour les semis direct en pleine terre et de 5 à 6 mois pour les plants repiqués. En contre saison, le cycle végétatif s'allonge et il peut atteindre 7 mois (CIRAD/GRET et MAEF, 2002). La figure 6 illustre cycle de développement de la tomate.

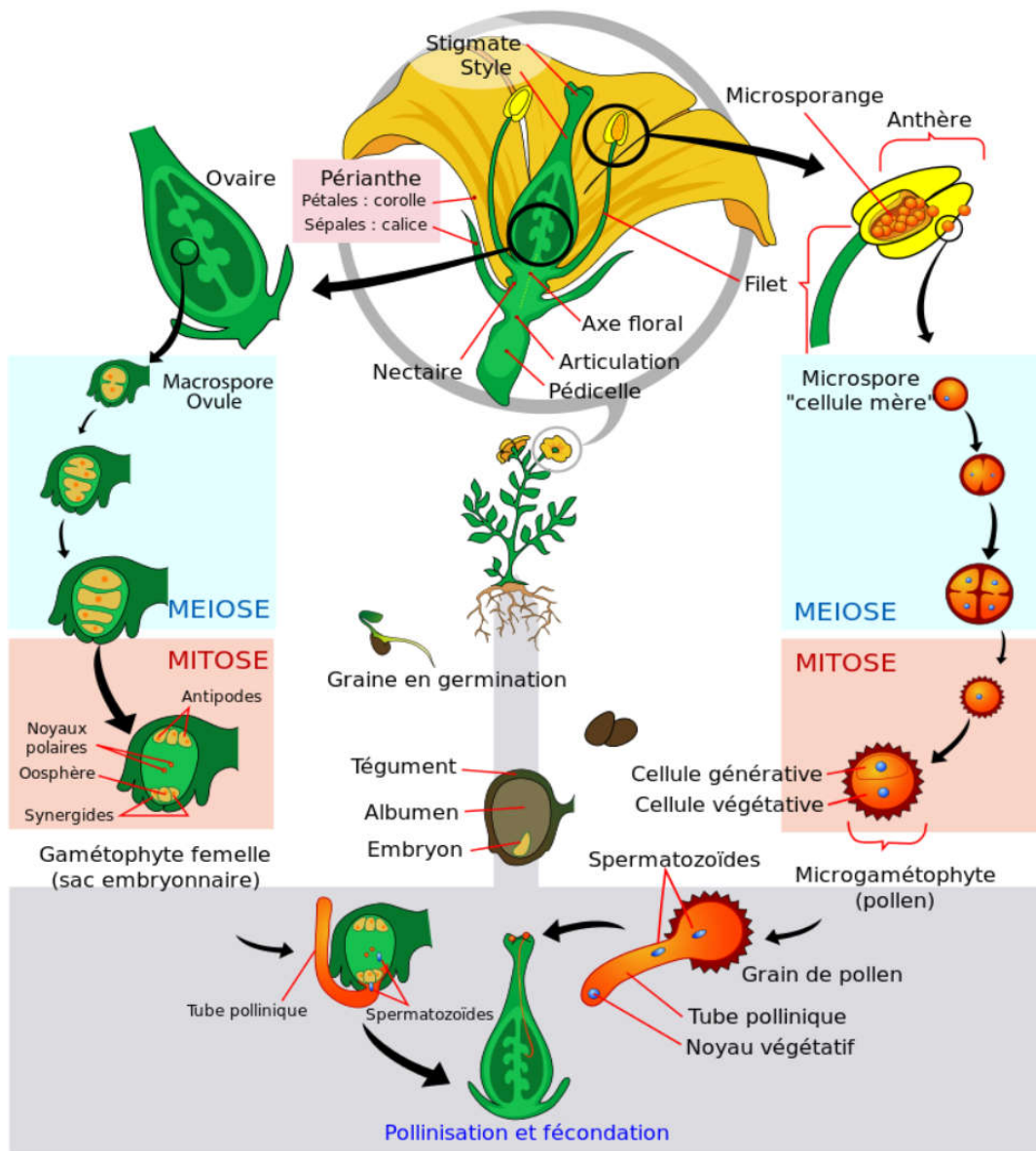


Figure 6: Schéma du cycle de développement de la tomate

<https://lewebpedagogique.com/brefjailuleblogduprofdesvt/page/96/>

I.7. Classification variétale selon le mode de croissance

I.7.1. Variété à croissance déterminée

Dans ce groupe, on trouve des variétés dont la tige émet un nombre donné de bouquets à fleurs. Mais cette tige principale est terminée par un bouquet à fleurs, comme d'ailleurs les rameaux anticipés, il en résulte que faute de bourgeon terminal la croissance de la tige s'arrête d'elle-même. Ce groupe est donc à retenir lorsque l'on souhaite disposer d'une récolte élevée en tonnage, mais dans un éventail de production peu étendu, de 6 à 7 semaines environ. Elles sont utilisées généralement lors de la culture en plein champs (**Laumonnier, 1979**).

En Algérie on trouve des variétés fixées (AICHA) et des variétés hybrides. Ces dernières sont les plus utilisées, elles contiennent essentiellement: FAROUNA, JUKER, LUXOR, SUPER RED, TOP 48, TOMALAND, SUZANA, et ZIGANA ZERALDA (**Snoussi, 2010**).

I.7.2. Variétés à croissance indéterminées

Ces variétés présentent une tige principale poussant avec régularité et formant un bouquet à fleurs toutes les trois feuilles généralement. Il en résulte que la production des fruits est prolongée. On peut l'arrêter par un pincement du bourgeon terminal à la hauteur souhaitée. Ce groupe se caractérise par un rendement important qui s'étale sur une longue période (**Laumonnier, 1979**). En Algérie les variétés hybrides sont les plus utilisées citant quelques une ACTANA, AGORA, BOND, NEDJMA, TAFNA, TAVIRA, TOUFAN, TYERNO et ZAHRA (**Snoussi, 2010**).

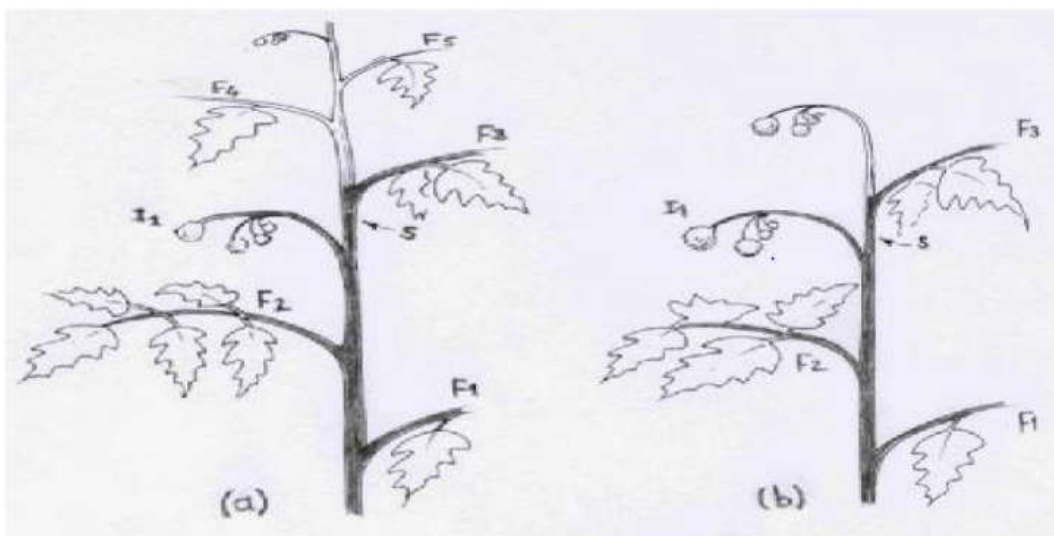


Figure 7: Types de croissance des plants de tomate: (a) indéterminée, (b) déterminée (**Atherton et Harris, 1986**).

I.7.3. Variété buissonnante

Ces variétés buissonnantes ces variétés présentent des tiges épaisses, solides et avec des inflorescences serrées. Ces variétés ressemblent aux tomates à croissance déterminée. Ces variétés ne sont pas cultivées en Algérie (Anonyme, 2007).

I.8. Exigences édapho-climatiques de la tomate

Le *Lycopersicon esculentum* Mill. a des exigences particulières: sensible au froid, craint beaucoup le gel, les vents chauds et très exigeants en température (Polese, 2007).

I.8.1. Les exigences climatiques

I.8.1.1. Température

Afin de fournir une récolte de tomates de haute qualité et abondante, cela nécessite un climat frais et relativement sec, avec des températures optimales pour la plupart des variétés entre 21 et 24 ° C (Naika et al., 2005).

Les plantes dépassent parfois une certaine plage de température, mais inférieure à 10° C et au-dessus de 38 ° C endommagent les tissus végétaux. L'équilibre et l'écart entre température diurne et nocturne, semblent nécessaire pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (Naika et al., 2005).

I.8.1.2. Lumière

Les tomates nécessitent de l'énergie lumineuse. La longueur sombre est nécessaire pour contrôler la croissance et le développement de la plante. Le faible rayonnement lumineux réduit et affecte le nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation. L'intensité lumineuse affecte le changement de couleur des feuilles et couleur des fruits et la nouaison (CIRAD/GRET et MAEF, 2002).

I.8.1.3. Humidité de l'air

Les producteurs ont pour défi d'optimiser le taux de transpiration des plants tout en évitant la condensation sur le feuillage un taux d'humidité élevé peut causer des problèmes dans les serres car la favorise l'établissement de nombreux champignons et bactéries pathogènes. Cependant un taux d'humidité trop faible à cause de l'arrivée d'air froid et sec dans la serre en hiver stressera encore plus la plante (Elmhirst, 2006).

I.8.1.4. Vent

La tomate craint les vents surtout au moment de la reprise. Les vents chauds peuvent occasionner des brûlures sur les feuilles et des nécroses sur les fruits, en plus des dégâts causés par les vents forts telle la cassure des tiges (**Grissa, 2010**).

I.8.2. Exigences édaphiques

I.8.2.1. Sol

La tomate se cultive dans la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau et une bonne aération, elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. La tomate croit sur des sols limoneux profonds riches en humus **Kolev (1976)**.

I.8.2.2. Température du sol

Le pourcentage de levée et la vitesse de germination dépendent fondamentalement de la température du sol (tourbe utile). Cette dernière augmente avec la température jusqu'à une valeur optimale de 25°C, et entre 15°C et 20°C on aura un meilleur pourcentage de levée (**Ray et Costes, 1965**). **Kolev (1976)** rappelle qu'à des basses températures (au-dessous de 12°C), la végétation est très faible et les inflorescences sont anormales et portent peu de fleurs.

I.8.2.3. pH du sol

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH mais pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH est entre 5,5 et 6,8 (**Shankara, 2005**).

I.8.2.4. Humidité du sol

La tomate est exigeante en humidité du sol. L'humidité optimale du sol pour des terres argilo-siliceuses est de 75 à 80% de la capacité au champ et l'abaissement de l'humidité et de la température du sol crée un déficit hydrique, et par conséquent réduit la photosynthèse et la transpiration (**Fiasson et Heller, 1981**).

I.8.2.5. Aération du sol

Un sol bien aéré détermine un pourcentage élevé de levée des plantules, mais exerce, par contre, un effet défavorable sur les racines durant la période de croissance végétative. L'aération est indispensable à la maturité des fleurs (**Chaux et Foury, 1994**).

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

I.8.2.6. Salinité du sol

La tomate est une plante assez sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sel allant de 2 à 4 g/l pendant la germination et au début du développement, la plante est plus sensible à la salinité (**Bentvelsen, 1980**). C'est pour cette raison que la concentration saline de la solution nutritive est utile pour maîtriser le développement des jeunes plants. Selon **Dore et Varquaux (2006)**, certaines plantes ont le pouvoir de croître sur des sols riches en sels.

De plus, ces plantes transgéniques régénérées accumulent le sel dans les feuilles et non dans les fruits, qui restent donc comestibles.

I.8.3. Exigences nutritionnelles

I.8.3.1. Exigences hydriques

Les besoins hydriques de la tomate varient en fonction de stade de développement, de la saison de culture, du mode de conduite et de la variété cultivée (**Mouhouche, 1983**).

I.8.3.2. Exigences en éléments fertilisants

La quantité d'engrais à fournir varie d'une région à une autre, en fonction notamment de la richesse du sol, du climat et de la technique d'irrigation.

Généralement, le phosphore ainsi que les engrais organiques sont incorporés au sol au moment de la préparation de la serre, 50% de la potasse sont fournis avant la plantation, le reste l'étant au cours des 10 à 12 premières semaines de la culture. L'azote est uniquement appliqué après le début de la culture et jusqu'à environ un mois avant la récolte, à raison d'une application par quinzaine (**FAO, 1988a**).

I.9. Principaux bioagresseurs de la tomate

I.9.1. Ravageurs

Les principaux ravageurs de la tomate, leurs dégâts et les moyens utilisés pour lutte sont résumés dans le tableau 3.

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

Tableau 3 : Les principaux ravageurs de la culture de la tomate (Ziri, 2011; Djamel, 2016 ; Anonyme, 1999).

Ravageurs	Dégâts	Moyens de lutte
Nématodes (<i>Meloidogyne incognita</i>)	-Formation de galles et nouaisons sur racines des plantes.	-Rotation de la culture. -Elimination des mauvaises herbes
Mineuse de feuille de tomate (<i>Tuta absoluta</i>)	-Mines sur feuille cause par la larve, pouvant évoluer jusqu'à une destruction complète du limbe. -Attaque les jeunes fruits verts	-Installation des filets insect poof sur les ouvrants des multichapelles, entre les bâches plastiques des tunnels. -Détruire les mauvaises herbes, les broussailles. -Utilisations des insectes axillaires.
La mouche blanche (<i>Bemisia tabaci</i>)	-Transmission des virus	Décaler les dates de semis par rapport à la période d'activité de l'insecte. -Arracher les mauvaises herbes qui peuvent héberger les insectes et les virus
-Acarie	-La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. -La peau des fruits devient suberifié et présente des craquelures.	-Aération des tunnels. -Eviter l'excès de certains produits chimiques. -Utiliser un traitement chimique avec des acaricides.
Noctuelles	-Les larves creusent des galeries sur les fruites -Jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante.	-Traitement insecticide à base de pérythrinoides. -Désordres physiologiques.

I.9.2. Maladies bactériennes

Les principales maladies bactériennes de la tomate, leurs dégâts et leurs symptômes sont résumés dans le tableau 4.

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

Tableau 4: Les principales maladies bactériennes de la tomate (Snoussi, 2010).

Maladie	Nom scientifique	Symptômes et dégâts
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas compestris</i> v.vesicatoria	de nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles Sur fruit, de petits chancres pustuleux appariassent et prennent un aspect liégeux.
Moucheture de la tomate	<i>Pseudomonas syringa</i> pv .tomato .	Sur feuillage: Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Les folioles se dessèchent et tombent.
Chancre bactérien	<i>Clavibacter michiganensis</i> Subsp Michiganensis.	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total des coupes longitudinales sur tige et pétioles. Sur fruits, se forment des taches blanchâtres.
Flétrissement Bactérien des solanacées	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Flétrissement de type <i>Verticillium</i> ou <i>fusarium</i> mais suivi de la mort très rapide de la plante.

I.9.3. Maladies virales

Les principales maladies virales de la tomate, leurs dégâts et leurs symptômes sont résumés dans le tableau 5.

Tableau 5: Les principales maladies virales de la tomate (Garcia-Andrés et al., 2007; Trottin-Caudal et al., 2011).

Maladies virales	Symptômes et dégâts
Virus de la mosaïque du tabac (TMV)	Mosaïque verte ou jaune
Virus de la mosaïque du tabac (PEPMV)	Mosaïques
TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus)	Jaunisses, enroulement foliaire, filiformismes
TSWV(Tomato Spotted Wilt Virus)	Nécroses, décolorations, nanismes
CMV (Cucumber Mosaic Virus)	Mosaïques, nécroses, filiformismes -Moyen de transmission : les pucerons.

I.9.4. Maladies cryptogamiques

Les principales maladies cryptogamiques de la tomate, leurs dégâts et leurs symptômes sont résumés dans le tableau 6.

Chapitre I : Données bibliographiques sur la culture de la tomate

Tableau 6 : Les maladies cryptogamiques de la tomate (Blancard et al., 2009).

Maladies	Symptôme	Moyen de lutte
Mildiou (<i>Phytophthora infestans</i>)	-Taches jaunâtres qui brunissent rapidement. -Duvet blanc grisâtres sous les feuilles. Les tiges attaquées noircissent et la plante meurt en quelques jours.	Destruction des parties touchées Préventif: huile de neem ou cuivre Volatilisation de lithothamne (calcium) avec poudreuse ventrale pour assécher les feuilles Curatif: neem, cuivre ou azoxystrobine
Oïdium (<i>Oidiopsis</i> ou <i>Leveillula taurica</i>)	-Maladie fongique (champignon) -développant un feutrage (poudre) -blanc, à l'aspect farineux sur feuilles et provoquant leur dessèchement.	-Destruction des parties touchées Préventif: -Huile de neem ou d'orange douce. Curatif: Azoxystrobine ou soufre utilisés le soir car il y'a risque de brûlures sur feuilles si application par forte chaleur.
Flétrissement bactérien (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	L'obturation des vaisseaux due à la bactérie empêche le transport normal de la sève et provoque le flétrissement du plant. Contamination des plants voisins par l'eau (pluie, irrigation).	Utilisation de variétés résistantes Destruction des parties touchées Préventif :Cuivre Pas de traitement curatif existant
Fusariose (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Le champignon induit la pourriture du système racinaire entraînant le jaunissement du feuillage à partir du bas de la plante puis le dessèchement	Variété résistante Traitement de semence Destruction des parties touchées Préventif: Huile de neem ou cuivre
Alternariose (<i>Alternaria solani</i>)	Maladie fongique causant des taches brunes à noires, circulaires ou ovales sur feuilles et tiges, puis dessèchement de la totalité du feuillage. Tache avec feutrage noir sur les fruits	-Utilisation de variétés résistantes. -Destruction des résidus de culture. -Préventif: Huile de neem ou cuivre Curatif: Azoxystrobine ou cuivre
<i>Pythium</i> Fonte de semis	-Flétrissement et mort des plantules.	-Attention aux excès d'eau sur les semis. -Utiliser un substrat drainant. -Traitement du sol au Propamocarbe HCl.

I.10. Techniques culturales

I.10.1. Préparation du sol

Selon **Si bennasseur (2011)**, la tomate exige un sol bien ameubli en profondeur. Il est recommandé de procéder à un labour et sous-solage en cas de présence d'une couche imperméable, mais aussi pour faciliter le drainage des eaux.

I.10. 2. Production de plants

a. Semis

D'après **Chibane (1999)**, la période de semis de la tomate sous serre débute vers mai-juillet, Les semis doivent se faire en plateaux alvéolés. Les besoins par hectare sont de 70 à 80 g de semences et 40 à 50 sacs de 80 Kg de tourbe.

b. Plantation

La distance de plantation est variée de 0.8 m fois 0.3 m pour les cultures sous serre (**Jacob et Janser, 1976**). Les densités de plantation doivent varier en fonction de la qualité de terrain, et de la méthode de conduite des plantes. Ainsi, pour les plants conduits à un bras, on peut envisager une plantation plus dense sur le rang, par contre pour les plants conduits à deux bras seront plus espacés (**Laumonier, 1979**).

I.10.3. Récolte

On récolte communément les tomates deux fois par semaine. Le rendement potentiel sous tunnel froid est de l'ordre de 8 à 10 kg/m² pour des variétés hybrides (**Anonyme, 2015**). Le rendement sera moindre avec des variétés anciennes. Les conditions idéales pour la conservation des tomates : une température se situant entre 10 et 14°C et une hygrométrie de 85 à 95% (**Anonyme, 2007**).

Chapitre II

Données bibliographiques sur les composts

Chapitre II : Données bibliographiques sur les composts

II.1. Historique sur le compostage

Le compostage est une technique très ancienne, pratiquée depuis l'Antiquité. Il y'a des milliers d'années, les Chinois collectaient et composaient toute la matière organique dans leurs champs, leur jardin et leurs maisons, y compris les excréments. Par exemple, au Moyen-Orient, une zone a été désignée pour l'élimination des déchets urbains devant les portes de Jérusalem: certains déchets ont été brûlés et d'autres transformés en compost.

Le mot «compost» vient également du mot latin «compositus», qui signifie «composé de plusieurs choses». Les Romains appelaient ces préparations de légumes et de fruits en ajoutant des huiles, du sel et d'autres auxiliaires. C'est sous ce nom que la choucroute a été introduite en Europe centrale au 11ème siècle (**Znaïd, 2002**).

II.2. Objectifs du compostage

L'utilisation du compost a pour objectif d'améliorer la fertilité du sol : structure, aération, humidité, capacité d'absorption des minéraux, activation de la vie biologique du sol (vers micro-organismes) (**Idiren et al, 2005**).

Le compostage doit répondre à deux type objectifs : Un traitement par dégradation les matières fermentescibles permettant de stabiliser les déchets, conduisant à une réduction des quantités et s'accompagnant d'une maîtrise des odeurs et des nuisances, et une production d'amendement organique ou d'un support de culture de qualité répondant à la réglementation et aux besoins des utilisateurs (**Idiren et al., 2005**).

II.3. Définition du compost

D'après **Ceglie et al. (2015)**, le compost représente de loin le constituant du milieu de culture le plus étudié. Il peut avoir des propriétés physiques, chimiques et biologiques pouvant contribuer à la réduction partielle de la tourbe dans les formulations des milieux de croissance. Selon **Charnay (2005)**, le compostage est un mode de traitement biologique aérobie des déchets. Son principe peut-être schématisé comme le montre la figure 8 :

Chapitre II : Données bibliographiques sur les composts

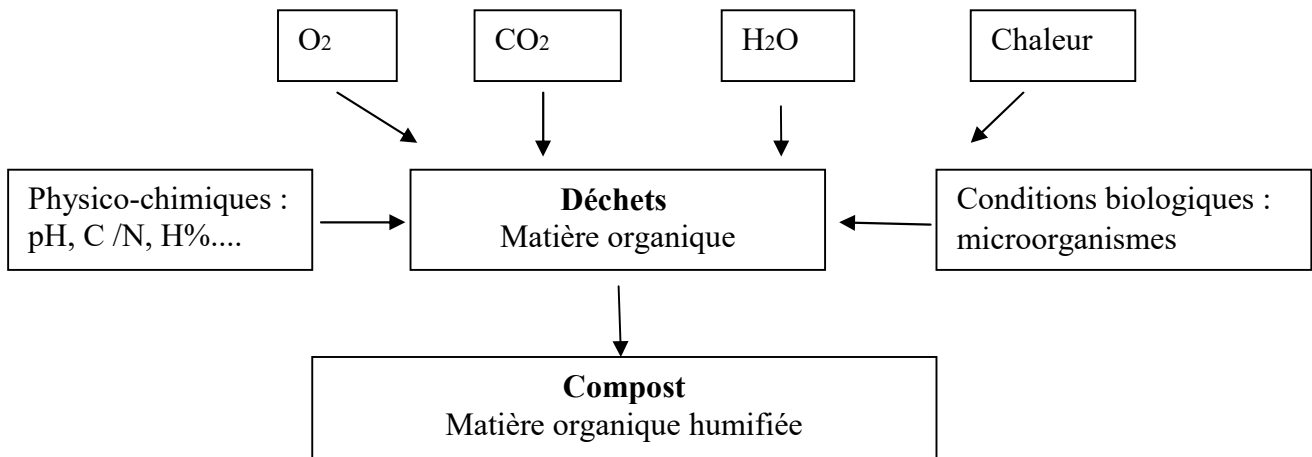


Figure 8 : Représentation schématique du principe de compostage (Charnay, 2005).

D'après Leclerc (2001), le compostage est la transformation d'une matière organique très instable et fortement biodégradable en une matière organique stable. Le compostage est un processus contrôlé de dégradation de constituants organiques d'origine végétale et animale, par une succession de communautés microbiennes évoluant en conditions aérobies, entraînant une montée de température, et conduisant à l'élaboration d'une matière organique humifiée et stabilisée. Le produit ainsi obtenu est appelé compost (Fig. 9).



Figure 9 : Le compost (Gerbeaud, 2020).

II.4. Organismes décomposeurs

Les organismes décomposeurs ont besoin de 3 éléments pour vivre :

- de nourriture équilibrée (composée d'un mélange de sources de carbone (C) et d'azote (N))
- d'humidité.
- d'air, dont la circulation est favorisée par les matières carbonées structurantes.

Ils se divisent en deux groupes : les micro-organismes et les macro-organismes.

II.4.1. Les micro-organismes

II.4.1.1. Bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes, les plus nombreux et les plus actifs lors de l'humification. Dans un gramme de terre. Elles se multiplient très rapidement par simple division de leur cellule et envahissent les débris humides en décomposition. Elles digèrent les éléments facilement dégradables (protéines, acides aminés, sucres simples, amidon, pectine, chitine, etc.). Les bactéries ont deux exigences pour se développer : la présence d'eau dans le sol et une température supérieure à 10°C (Farcy, 2007).

II.4.1.2. Champignons

Les champignons (ou Mycètes), tous hétérotrophes, constituent le groupe le plus important des décomposeurs de la matière organique. On les appelle plus communément les moisissures. Très connus pour leur effet d'altération des aliments, ces champignons sont de véritables colonisateurs qui s'attaquent à la matière organique encore vivante (URCPIE de Picardie, 2015)

II.4.1.3. Actinomycètes

Les actinomycètes sont des filaments mycéliens non cloisonnés qu'on trouve dans la litière, est une couche qui surplombe l'humus et touche la surface et qui peuvent décomposer la lignine ou la cellulose en acide humiques ils sont capable de se nourrir la matière organique non vivante par réaction enzymatique. Ces derniers agissent principalement dans la dernière phase de la biodégradation (Anonyme, 2015).

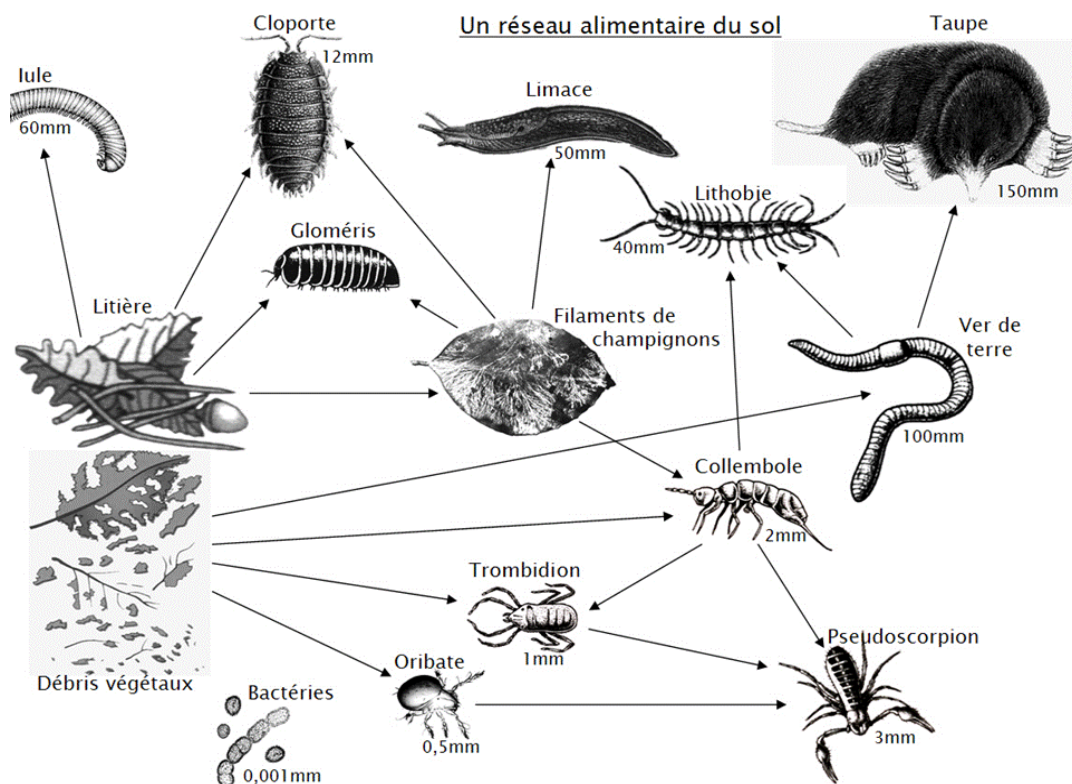


Figure 10: La chaîne alimentaire au sien des décomposeurs (Anonyme, 2015).

II.4.2. Macro-organismes

Les macro-organismes sont les êtres visibles impliqués dans la transformation des matières organiques en compost. Ils sont particulièrement actifs dans les derniers stades de maturation du compost quand les températures décroissent mais que la décomposition n'est pas complète. Ce sont les fourmis, les mille pattes, les escargots et les limaces, les nématodes, les collemboles, centipèdes, araignées, les cloportes, les mouches, les vers blancs, et les lombrics ...etc (Copyright, 2015).

II.5. Types de matières à composter

Le tableau 7 représente les matières susceptibles d'être composté et les matières non compostables.

Tableau 7 : Matières compostables et non compostables (Berger, 1996).

	Les matières compostables	Les matières Non compostables
Déchets des ménages	Restes de repas, papiers, cartons, déchets végétaux, textiles naturels (coton, etc.), déchets hygiéniques,...	Textiles synthétiques, plastiques, ferrailles, bois, inertes (verre, cailloux, sable), emballages souillés,

Chapitre II : Données bibliographiques sur les composts

Déchets de la ville	Déchets verts des espaces publics, feuilles issues du balayage des rues, plantes aquatiques non chargées en métaux lourds (ex : jacinthe d'eau), déchets organiques des marchés, ...	Gravats, terres, emballages souillés, ...
Déchets des entreprises, services de l'Etat et des centres de santé	Résidus organiques des entreprises agro-alimentaires (ex : déchets de fruits, drêches de brasseries...), déchets organiques des restaurants, papiers, cartons, ...	Textiles synthétiques, plastiques, ferrailles, bois, inertes, verre, gravats ...
Déchets agricoles et d'abattoirs	Résidus de cultures (ex : coques de soja, paille ...), déjections animales (ex: fumier, fientes, bouses...), rumen (contenu des panses) Tonte de gazon Feuilles mortes, Tailles de haies, Déchets de potager (fanés de légumes, fruits et légumes abimés).	Plastiques ...

II.6. Déchets verts

Les déchets verts sont des déchets organiques formés de résidus issus de l'entretien des espaces verts, des zones récréatives, des jardins privés, des serres, des terrains de sports... Il s'agit principalement des feuilles mortes, des tontes de gazon, des tailles de haies et d'arbustes, des résidus d'élagage, des déchets d'entretien de massifs, des déchets de jardin des particuliers collectés séparément ou par le biais des déchèteries. Ils proviennent des collectivités locales, des organismes publics ou parapublics, des sociétés privées d'entretien des espaces verts, d'entreprises privées (ADEME, 2014).



Figure 11: Les déchets verts (Ecophylle, 2004).

II.7. Avantages du compost

II.7.1. Effet sur le sol

Selon ADEME (2007), le compost:

- améliore la fertilité du sol et la productivité des plants par les éléments nutritifs qu'il contient
- améliore la structure du sol en favorisant son aération et donc le développement des racines
- améliore le pH
- augmente la capacité du sol à retenir l'eau
- prévient les phénomènes d'érosion
- en paillage, permet de mieux contrôler les adventices
- permet le recyclage des déchets de l'exploitation
- Amélioration de la porosité du sol.

Le compost bien mûr évite une acidification du sol ou corrige l'acidité d'un sol par effet tampon.

Le compost augmente l'activité biologique du sol et permet un bon échange gazeux sol-air-eau- plante (Zurbrugg et Ahmed, 1999).

II.7.2. Effets sur la croissance des plantes

D'après ADEME (2008), les plantes qui se développent dans un milieu contenant un compost sont plus fortes et ont un meilleur rendement car le compost améliore le rythme de diffusion des nutriments.

II.8. Utilisation de compost

Le compost peut être utilisé comme engrais sur prairie ou avant labour. Son usage améliore la structure des sols (apport de matière organique et amendement), ainsi que la

Chapitre II : Données bibliographiques sur les composts

biodisponibilité en éléments nutritifs (azote, phosphore, potasse). Il augmente également la biodiversité de la pédofaune.

Une utilisation optimale du compost comme amendement du sol et source de nutriments pour les plantes impose un produit stable et mature (**Amir, 2005**).

Le compost peut être utilisé pour toutes les cultures : légumes, fleurs annuelles, Plantes vivaces, gazon, buissons, arbres et arbustes,...ect .elle doit toujours être employé en mélange avec de la terre ou avec du terreau, en proportions variables suivant les besoins (terre lourde ou légère).

La matière organique végétale de qualité peut être envisagée comme un facteur général d'amélioration de la structure et de la fertilité du sol.

Le pourcentage de compost dans un terreau pour transplantation doit être maintenu entre 10 % et 30 %. Dans le cas d'écorce vieillie, ne pas dépasser 10 % et, de préférence, ne pas utiliser plus de 5 % dans le terreau.

Il est préférable de ne pas utiliser de compost dans un terreau pour semis et il est vivement déconseillé de produire les cultures directement dans un compost (**Brunswick, 2015**).

II.9. Paramètres du compostage

Les paramètres de compostages sont considérés comme optimaux lorsqu'ils permettent une hygiénisation du produit et une vitesse de dégradation rapide; et leurs valeurs sont fonction de la nature du substrat et des conditions de mise en œuvre du procédé.

II.9.1. Température

La température est un indicateur pertinent de l'activité microbienne, elle renseigne sur la qualité du processus de dégradation (**Soudi, 2009**) et les conditions du système nécessaire pour l'adaptation. Aussi, la température optimale pour la dégradation des déchets se situe aux environs de 60°C- 70°C maximum (respect les températures supérieures à 55°C qui permettent une bonne hygiénisation (**Koledzi, 2011**)). Cependant, par leur respiration, les micro-organismes dégagent une haute température (80°C voire même plus de 90°C dans un tas bien isolé) peuvent devenir létales.

II.9.2. Humidité

Il est le paramètre le plus influent du processus de compostage. Elle conditionne l'activité des micro-organismes qui consiste à la vitesse de dégradation de la matière organique. La teneur en eau ou humidité optimale est comprise entre 40 et 60% (**Mustin, 1987**), elle dépend de la

Chapitre II : Données bibliographiques sur les composts

densité du milieu, qui est en fonction de l'état physique de la nature du substrat, Ce paramètre est sensible à deux phénomènes se produisant au cours du processus de dégradation:

- La libération d'eau lors de la décomposition de la matière organique d'une part et l'évaporation de l'eau.
- La chaleur libérée sous forme d'énergie calorifique libérée par la fermentation d'autre part, la décomposition de la matière organique est inhibée si la teneur en eau baisse en dessous de 20 %. Au contraire, si elle dépasse 70%.

II.9.3. Aération

L'oxygène est nécessaire pour la respiration aérobie des micro-organismes et l'oxydation des matières organiques. Et est un processus de compostage nécessaires pour une décomposition forte, rapide et inodore.

La teneur en oxygène lacunaire égale le rapport d'oxygène dans l'air des vides entre les particules de compost on fonction de la granulométrie et de l'humidité des particules.

le taux minimal d'oxygène lacunaires d'un andain en fermentation doit être de 5% et au fur et à mesure de la dégradation, le besoin en oxygène diminue (**Puyuelo et al., 2010**).

II.9.4. Matière organique

La matière organique constitutive du déchet peut présenter une biodégradabilité variable (quantité et qualité : rapidement, lentement ou non biodégradable (**Mason, 2006**). ce qui influe directement sur l'activité de biodégradation en compostage. L'accessibilité des micro-organismes à cette matière biodégradable conditionne également cette activité. De plus, il est nécessaire que le substrat contienne une quantité adéquate de nutriments assimilables (carbone, azote, potassium, etc.) pour permettre le développement de la flore microbienne (**Diaz et Savage, 2007**). D'après **Yamada et Kawase (2006)**, Le rapport entre la masse en carbone et la masse en azote (rapport C/N) du déchet à traiter est également crucial pour le processus de biodégradation aérobie.

II.9.5. Rapport C/N

Ce rapport est un processus de compostage, la biodégradation de la matière organiques est le résultat de la diminution du rapport C/N (consommation de l'azote et du carbone) (**Berna et al., 1998**). Les micro-organismes utilisent le carbone comme source d'énergie à travers des oxydations métaboliques et l'azote comme source protéique. Le mélange doit être équilibré en matières azotées et carbonées. Le rapport C/N doit être situé entre 25 et 35, Cependant, l'évolution dépend du taux de matière organique du substrat à composter et de sa teneur en azote.

Chapitre II : Données bibliographiques sur les composts

L'évaluation initiale du rapport C/N est donc primordiale pour optimiser le mélange à composter et ajouter la quantité d'éléments déficitaires afin d'assurer une dégradation idéale et homogène sur l'ensemble du processus (**Inra et al., 2013**).

D'après **Inra et al., (2013)**, le rapport C/N du mélange initial se calcule par la formule suivante :

$$R_m = \frac{(n_1 \times R_1) + (n_2 \times R_2)}{(n_1 + n_2)}$$

R_m : Rapport C/N du mélange

R₁ : Apport C/N du composant 1

R₂ : Rapport C/N du composant 2

n₁ : Quantité de composant 1

n₂ : Quantité de composant 2

II.9.6. Granulométrie

Les déchets sont broyés trop finement le compostage sera très efficace et la teneur de l'oxygène chutera étouffant les micro-organismes. Une granulométrie trop importante provoquera un dessèchement du tas de compost par des circulations d'air trop importantes limitant le développement microbien (**Beiere, 2010**).

II.10. Processus de compostage

Les différentes phases du processus de compostage Au cours du processus de compostage, la température traduit l'activité de la succession de populations microbiennes. Son évolution permet de distinguer quatre phases (**Znaïdi, 2002**).

II.10.1. Phase mésophile

C'est la première phase des compostages, la température inférieure sur 45°C. Les organismes alors présents se multiplient rapidement grâce aux les molécules simples (sucres et acides aminés) disponibles présents dans la Matière Organique labile. Cette forte activité a pour première conséquence une élévation considérable de la température. Dans la plupart des cas, cette forte activité a pour première conséquence une élévation considérable de la température

Chapitre II : Données bibliographiques sur les composts

Dans la plupart des cas, la température atteint rapidement les 70 à 80°C durant les deux premiers jours (Sierra *et al*, 2013).

II.10.2. Phase thermophile

Elle est atteinte au centre du tas à des températures élevées (de l'ordre de 60 à 70 °C pour les composts agricoles), seules les enzymes sécrétées dans les phases précédentes concourent encore à la dégradation (Yulipriyanto, 2001). Au cours de cette phase prédomine la décomposition des fibres végétales par les champignons. Des composés organiques complexes dégradés en plus petites molécules par certains microorganismes peuvent être utilisés par d'autre type de microorganismes, cet effet de synergie permet une croissance microbienne efficace (Golueke, 1991).

II.10.3. Phase de refroidissement

Elle est la phase intermédiaire entre la phase thermophile et la phase de maturation. Elle prend fin avec le retour à la température ambiante. Les microorganismes mésophiles non détruits par la température de la phase précédente colonisant à nouveau substrat. Ils dégradent les polymères restés intacts en phase thermophile et incorporent l'azote dans des molécules complexes (Znaïdi, 2002).

II.10.4. Phase de maturation

Elle est la phase qui présente peu d'activité microbiologique mais est adaptée à la colonisation par la macrofaune, en particulier les lombrics lorsque ceux-ci sont présents dans l'environnement du tas. Les matières organiques sont stabilisées et humifiées par rapport aux matières premières mises à composter. A ce stade le pH tend à s'équilibrer vers la neutralité. Les phases initiales mésophile et thermophile, pendant lesquelles les réactions de dégradation des produits simples sont prédominantes, constituent la phase oxydative (Mustin, 1987). Par suite, la phase de refroidissement sera une phase transitive entre cette phase oxydative et la phase de maturation.

Le compostage peut être résumé par l'équation (Kuo, 2004):



II.11. Différentes méthodes de compostage

Selon NRAES (1992), les méthodes de compostage sont :

II.11.1. Compostage en andains

Il est utilisé par les Chinois depuis 1960 et consiste à placer le mélange de matières à composter en longs tas étroits appelés andains, remués ou retournés de façon régulière afin d'assurer une aération et de favoriser la dégradation aérobie. Les tas généralement rencontrés s'étalent sur 7 à 8 m de long pour 7m de haut. Plusieurs dispositifs permettent d'assurer le taux d'oxygène et on distingue les andains retournés, les andains aérés passivement, et les andains statiques aérés. Les andains sont aérés essentiellement par un mouvement passif ou naturel de l'air (convection et diffusion gazeuse). Le taux d'échange avec l'air dépend de la porosité de l'andain.

Les systèmes d'aération sont divers et variés: retournements mécaniques, aération forcée ou pilotée, avec ou sans recirculation. L'apport d'oxygène réduit aussi l'humidité initiale (si elle est trop forte), améliore l'homogénéité du substrat et diminue une possible élévation de température. De nombreuses méthodes combinent les techniques des andains et des tas aérés dans le but de surmonter les faiblesses et exploiter les avantages de chaque méthode avec une durée de compostage de 3 mois en moyenne.

II.11.2. Compostage en récipient clos

Le compostage en récipient clos désigne un ensemble de méthodes qui confinent les matières à composter dans un bâtiment, un container ou un récipient. Ces méthodes sont basées sur l'aération forcée et des techniques de retournement mécanique qui visent à accélérer le processus de compostage. Parmi les méthodes de compostage en récipient, le compostage en casier est la plus utilisée et le compost est mature à moins de 3 mois.

II.11.3. Lits rectangulaires remués

Le compostage en lits rectangulaires est réalisé entre des murs qui forment de longs et étroits couloirs appelés lits. Un rail ou une saignée en haut de chaque mur supporte et guide un appareil assurant le retournement du compost produit. Un chargeur dépose les matières Premières à l'extrémité frontale du lit. Au fur et à mesure de l'avancée sur les rails, le compost est retourné et reposé à l'arrière.

II.11.4. Vermicompostage

Le vermicompostage ou lombricompostage est réalisé via des vers de fumier qui se nourrissent des déchets. Le composteur est constitué de plusieurs compartiments pour permettre la migration des vers et faciliter ainsi la récolte du compost. L'aération de la litière est assurée par les galeries creusées par les vers (Mustin, 1987)

II.12. Etapes du compostage

Selon Grandeau (1890), les étapes de compostage sont :

II.12.1. Préparation de la matière

II.12.1.1. Réception

C'est une étape importante de contrôle de la qualité des déchets entrants sur la plateforme, qui permet un dernier tri avant le broyage et la mise en andains et pour l'organisation de la traçabilité (prélèvement d'échantillons, pour les boues notamment, qui seront conservés jusqu'à l'utilisation du lot de compost correspondant).

II.12.1.2. Broyage

Il est quasiment obligatoire lorsque des déchets ligneux sont utilisés. La plupart des broyeurs utilisés sur les plates-formes industrielles sont des broyeurs à marteaux, qui éclatent et déchiquètent les morceaux de bois dans le sens de leur longueur, ce qui offre une surface plus importante aux micro-organismes responsables du compostage que lorsqu'ils sont broyés avec des broyeurs à couteaux. Ces derniers découpent les morceaux de bois en tronçons, qui sont alors plutôt destinés à faire des plaquettes pour le chauffage. Les petits modèles de broyeurs pour particuliers (vendus en jardinerie) sont généralement des broyeurs à couteaux, qui fabriquent un broyat fin, bien adapté au compostage de petits volumes.

Attention : l'opération de broyage est fortement déconseillée pour les ordures ménagères arrivant sur les plates-formes de TMB, dans le but de limiter toute contamination par des éléments polluants contenus dans les ordures (piles, etc.).

II.12.1.3. Fermentation

Elle correspond à la phase de montée en température, avec dégradation poussée des molécules labiles et de la cellulose. Ce sont surtout les bactéries qui sont actives au cours de

Chapitre II : Données bibliographiques sur les composts

cette phase. La moitié du carbone présent au départ dans les matières organiques est dissipé dans l'atmosphère sous forme de CO₂. La durée de cette phase est de l'ordre de quelques semaines.

Il est primordial, notamment pour limiter au maximum les odeurs, de respecter trois règles de base pour réussir la phase de fermentation du compostage :

- un mélange adapté des matières fermentescibles (rapport C/N initial de l'ordre de 30, porosité permettant l'aération) ; suivant les matières à composter l'ajout d'un structurant carboné est indispensable (voir encadré).
- Une humidité proche de 60 % en phase initiale.
- Le maintien d'une aération suffisante et régulière.

L'aération est généralement assurée par retournement (retourneur d'andains ou déplacement du tas), ou par insufflation ou aspiration d'air.

II.12.2. Retournements

II.12.2.1. Maturation

Au cours de cette phase, les bactéries laissent majoritairement place aux champignons, qui stabilisent les matières organiques sous formes de composés humiques. La durée de cette phase est de quelques mois. En pratique, les durées de maturation ont parfois tendance à être insuffisantes sur les plates-formes, soit pour des raisons de place (les plates-formes les plus anciennes avaient souvent été sous-dimensionnées), soit pour récupérer du structurant par criblage, la concurrence avec la filière bois énergie étant de plus en plus vive.

II.12.2.2. Criblage

Il consiste à tamiser le compost en fin de maturation pour d'une part pouvoir commercialiser un compost plus adapté aux besoins agronomiques et d'autre part récupérer le refus qui sera réutilisé pour un nouveau lot de compost. Le criblage permet également d'ôter les quelques indésirables (ferrailles, plastiques) qui auraient échappé à la vigilance du tri au moment de la réception des déchets.

II.12.2.3. Stockage

Le mieux est de le réaliser sous hangar, ou sous bâche, car les intempéries peuvent faire perdre de la valeur au compost produit (dessèchement ou au contraire humidité trop forte, pertes possibles de potassium par lessivage, ensemencement de graines de mauvaises herbes apportées par le vent, etc.).

II.13. Evaluation d'un compost mur

D'après **FAO (1988b)**, Trois caractéristiques *nous permettent d'évaluer la maturité d'un compost* : la couleur, l'odeur et l'apparence. Selon **Bruswick (2015)**, Un compost mûr se caractérise par un aspect homogène, une couleur sombre, une agréable odeur de terre de forêt et une structure grumeleuse qui s'émiette. Sa texture est fine et friable.

Le pH : entre 6,5 à 8.

Conductivité électrique (CE) : entre 1,3 et 2,5 mS/cm,

Le rapport C/N : entre 15:1 et 25:1.

La teneur en eau : entre 40 et 65 %.

La masse volumique : entre 475 à 700 kg/m³

Une odeur de terre agréable

La température : no dépasser pas 10 °C (s'il est très mûr) ou entre 10 °C et 20 °C

Une texture : souple et être légèrement humide

PARTIE PRATIQUE

Chapitre III

Matériel et méthodes

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1. Objectifs de l'expérimentation

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet d'un compost à base de la tonte du gazon et de sarments de vigne sur la croissance et le développement des plants d'une variété de tomate « Marmande » en pépinière, et sur le rendement de cette variété cultivée sous serre.

Remarque : Vu la situation sanitaire liée à la pandémie covid19, l'expérimentation n'a pas été finalisée. Dans ce chapitre, nous présenterons, les parties réalisées et le travail prévu mais qui n'a pas été accompli.

III.2. Lieu de l'expérimentation

Cette étude a été réalisée à l'université « Djilali Bounaama de Khemis Miliana » située dans la wilaya d'Ain Defla (Fig. 12). Les essais sont menés dans une serre en verre.t d'une superficie de 35m², orientée dans la direction Nord-sud.



Figure 12 : Localisation de L'Université de Djilali Bounaama de Khemis Miliana, Ain Defla (Google Earth , 2020).

III.3. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué d'une variété de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) : la variété Marmande (Fig. 13 et 14) d'origine française qui est utilisé beaucoup plus pour l'industrie.



Figure 13 : Emballage de la semence de la variété utilisée (Marmande).



Figure 14 : Semence de la variété Marmande.

Les caractéristiques phénologiques de cette variété sont mentionnées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Caractéristiques phénologiques de la variété de tomate : Marmande.

Croissance	déterminée formant un plant de type buisson
Fruit	Une teneur en matière sèche élevée et un brix d'environ 5 à 6 ronde ou allongée. Le caractère « séparation aisée des fruits de la partie végétative » est très recherché pour ce type de variétés
Couleur	Rouge
Morphologie	Taille moyenne, plate, côtelées et parfois irrégulière, incurvée au pédoncule. Pèse de 150 à 300 grammes, calibre 67 à 85 mm.

	Grappes de 4 à 5 fruits.
Goût	Sucré
La récolte	groupées et on compte généralement 3 passages.
Poids moyen	150.-300 g

III.4. Substrats testés

III.4.1. Tourbe

La tourbe utilisée est importée d'Allemagne, son nom commercial est « Spezial substrat » Ses caractéristiques ne sont pas mentionnées sur l'emballage.

III.4.2. Compost

Le compost utilisé est issu d'un compostage des résidus de la taille de la vigne et des déchets de tonte de gazon (2/3 tonte du gazon et 1/3 sarments de vigne). Il nous a été fourni par un agriculteur Mr HAIKEM RABAH (wilaya de Boumerdes).

Les résultats d'analyse de ce compost nous ont été remis par l'agriculteur, ils sont présentés dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Caractéristiques du compost utilisé

Paramètre	Valeur
Matière sèche	45,96%
Humidité	54,04%
Ph	7,2
Conductivité électrique	03,17 ms/cm
Matière organique	80,74%
Matière minérale	19,26%
Azote Kjeldhal	0,93%
Azote global	0,96%
Rapport MO/N organique	84,10
Azote amoniacal	1162,30 ppm (0,11623%)
Azote nitrique	0,19 ppm
Phosphore	0,71%
Potassium	0,496%
Magnésium	0,196%
Calcium	0,231%
Sodium	0,953%

Total N _T +P ₂ O ₅ +K ₂ O	2,166%
Soufre	/
Chlorures	0,546 %
Aluminium	0,02 ppm

III.4.3. Sol

Le sol utilisé dans notre expérimentation provient d'une parcelle de la ferme expérimentale de l'Université de Khemis Miliana.

III.4.4. Substrats confectionnées à partir du compost et de la tourbe

A partir de deux substrats purs cités précédemment, compost (C) et tourbe (T), on a réalisé 4 mélanges, tout en substituant partiellement la tourbe par le compost. Le témoin est constitué uniquement de la tourbe. Les quatre mélanges élaborés sont relatés dans le tableau 10.

Le but recherché était d'identifier la proportion convenable du compost à incorporer à un substrat tourbeux afin de produire des plants de tomate de qualité.

Tableau 10 : Composition des mélanges confectionnés à partir de la tourbe et du compost.

Substrat	Proportions (%)	
	Tourbe	Compost
T	100	0
TC1	90	20
TC2	70	30
TC3	60	40
TC4	50	50

T : tourbe, C : compost

III.4.5. Substrat confectionnés à partir du compost et du sol

Afin d'évaluer l'effet fertilisant du compost, nous avons préparé des mélanges à partir du sol et du compost.

Les substrats préparés seront utilisés pour une culture de tomate sous serre (en pots) pour estimer l'effet du compost sur la croissance et le rendement de la culture. Les cinq mélanges de substrat confectionnés sont mentionnés dans le tableau 11.

Tableau 11: Composition des mélanges confectionnés à partir du sol et du compost.

Substrat	Proportions (%)	
	Sol (%)	Compost (%)
S	100	0
CS1	95	5
CS2	90	10
CS3	80	20
CS4	70	30
CS5	60	40

S : sol, C : compost

III.5. Evaluation des caractéristiques physico chimiques des substrats

Les caractéristiques physicochimiques des mélanges compost-tourbe sont évaluées. Elles seront comparées à celles de la tourbe.

De même, l'effet fertilisant sera évalué en étudiant les caractéristiques physico-chimiques des mélanges confectionnés à partir du sol et du compost comparativement à celles du sol pur.

III.5.1. Caractéristiques physiques

III.5.1.1. Densité apparente

La méthode utilisée pour sa mesure est celle du cylindre. Elle consiste à prélever du substrat un volume connu (volume du cylindre) dont on va déterminer la masse humide et la masse sèche.

La densité est calculée selon la formule suivante :

$$Da = M/V$$

Da : densité apparente, **M** : masse de l'échantillon (g), **V** : volume du cylindre

III.5.2. Caractéristiques chimique

III.5.2.1. Conductivité électrique (CE)

La CE est la mesure de la concentration des ions solubles, afin d'apprécier la salinité. Elle est mesurée par un conductimètre et elle est couramment exprimée en mS/cm ou mmhos/cm³.

Un échantillon de substrat est extrait avec de l'eau à 20 ± 1°C (Rapport d'extraction de 1: 5 pour dissoudre les électrolytes) (M'Sadak et Ben M'Barek, 2016).

La CE optimale de substrats se situe entre 1,5 et 2,25 mmhos/cm³ et ne doit pas excéder 2,5 à 3 mmhos/cm³, selon le rapport de dilution 1/2. Si elle est inférieure à 1,5, le niveau de fertilité peut être trop bas (CPVQ, 1993).

La salinité est déterminée selon la formule suivante :

$$S \text{ (g/l)} = 0,7 \times \text{CE (mmhos/cm}^3\text{)}$$

III.5.2.2. Le pH

La mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre. Elle est effectuée après la mise en solution de 20 g de l'échantillon, dans 100 ml d'eau distillée. La méthode employée consiste à préparer une suspension du substrat dilué séché dans 5 fois son volume d'eau (1 : 5), la laisser en agitation pendant 5 mn, puis la faire reposer pendant au moins deux heures (M'Sadak et Ben M'Barek, 2016).

Pour définir le type de pH, nous avons utilisé la gamme de l'évolution du pH, représentée dans la figure 15 :

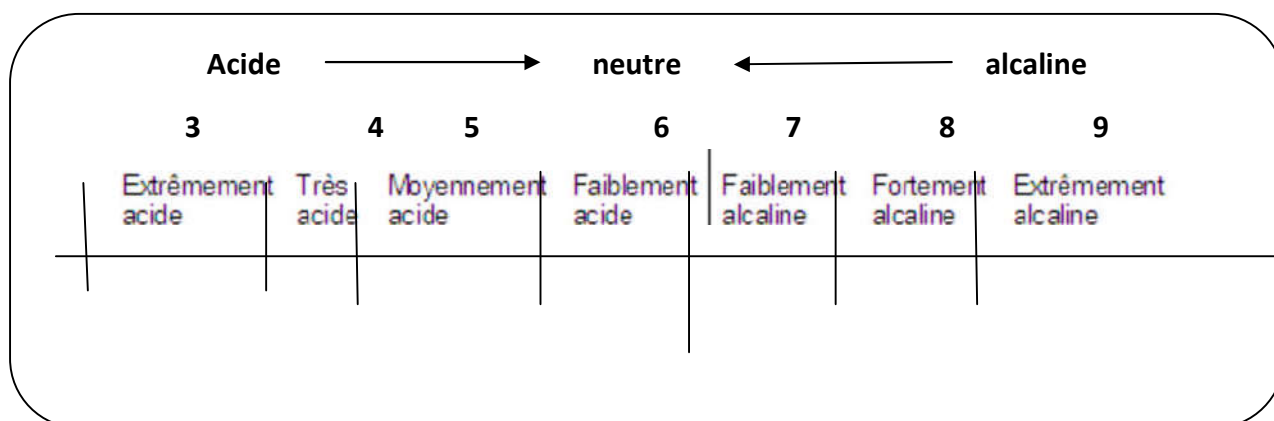


Figure 15: Gamme de l'évolution du pH (Pousset 1999).

III.5.2.3. Matière organique

Avant les analyses, les échantillons secs sont broyés au mortier puis tamisés à 2 mm. La représentativité de la prise d'essai a été obtenue par quartage avant tamisage.

La matière organique totale est déterminée par calcination d'échantillon secs sont calcinés à 550°C pendant 2 heures dans un four Controller.

Le pourcentage de MO est calculé par différence de masse entre la masse de l'échantillon avant calcination (Mi) et la masse de l'échantillon après calcination (Mf). La teneur en matière organique totale est donnée par la Formule :

$$\text{MOT (\%)} = 100 \times (M_i - M_f) / M_i$$

III.6. Etude de l'effet des substrats sur la culture

III.6.1 Test de pré-germination

Le test a été effectué le 25 février 2020 ; cinquante graines de tomate sont mises dans deux boîtes de pétri contenant de coton imbibé d'eau (à raison de vingt-et-cinq dans chacune). Au bout de dix jours d'incubation à une température de 25°C dans une étuve, nous avons compté le nombre de graines germées. Sur les cinquante graines, quarante neuf ont germées (Fig. 16), soit un taux de 98%. Cette excellente faculté germinative indique la bonne qualité de la semence testée.



Figure 16 : Pré-germination dans les boîtes de Pétri (**Originale, 2020**).

III.6.2. Evaluation de l'effet des substrats sur la croissance des plants (en pépinière)

III.6.2.1. Dispositif expérimental

Cet essai est réalisé dans des plaques alvéolées, 5 plaques contenant 105 alvéoles sont utilisées.

Les graines de tomate sont semées dans des alvéoles contenant les différents substrats (la tourbe T comme témoin) et les différents mélanges compost-tourbe confectionnés TC1, TC2, TC3 et TC4 (composition en tableau 10).

Un dispositif expérimental complètement aléatoire (randomisation totale), avec un seul facteur étudié (le substrat). 5 traitements et 5 répétitions ont été utilisés. Pour chaque répétition 25 graines de tomate sont utilisées (à raison d'une graine par alvéole).

La figure 17 illustre ce dispositif :

Bloc 1	T	TC1	TC2	TC4	TC3
Bloc 2	TC1	TC4	T	TC3	TC2
Bloc 3	TC4	TC2	TC3	TC1	T
Bloc 4	T	TC3	TC4	TC2	TC1
Bloc 5	TC2	T	TC1	TC4	TC3

Figure 17: Schéma du dispositif expérimental de l'essai de germination et croissance des plants.

III.6.2.2. Paramètres d'évaluation

a. Suivi de la germination des semences

Pour évaluer l'effet du compost sur la germination des graines, on a estimé le taux de germination ainsi que sa vitesse.

Pour estimer le taux de germination pour chaque substrat, on compte le nombre de graines germées (ou plants levés) par rapport au nombre de graines de départ (25 graines/répétition de chaque bloc) ainsi le pourcentage de germination pour chaque substrat correspond à la moyenne des trois blocs. La première observation est effectuée une semaine après le semis, d'autres sont effectuées les jours suivants jusqu'à la stabilisation des taux de germination. Les taux de germination enregistrés dans chaque date sont cumulatifs

b. Suivi de la croissance des plants

Les paramètres pris en considération pour évaluer l'effet des différentes combinaisons tourbe -compost sur la croissance des plants sont :

- la hauteur des plants (collet jusqu'au bourgeon apical),
- la longueur des racines.
- longueur des limbes des feuilles

(Les mesures précédentes sont effectuées à l'aide d'une règle).

- Le nombre de feuilles/plant

Les mesures sont effectuées à intervalle de cinq jours. Pour chaque substrat, cinq plants sont prélevés au niveau de chaque bloc.

III.6. 3. Evaluation de l'effet des substrats sur le rendement de la culture de tomate

III.6. 3.1. Production des plants

En utilisant, le substrat qui a donné la meilleure germination des semences et la meilleure croissance des plants dans l'essai précédent, on va produire des plants dans des alvéoles (en pépinière).

III.6. 3.2. Repiquage des plants dans les pots

Cet essai est réalisé sous serre dans des pots en plastique, ayant une capacité de 7l.

Les jeunes plants produits dans les alvéoles, sont transplantés au stade 3-4 feuilles dans les pots contenant les différents substrats confectionnés en mélangeant le sol avec le compost (tableau 11). Les plants sont arrosés avec de l'eau du robinet pour favoriser leur reprise.

III.6.3. 3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental réalisé est un plan en randomisation totale à un facteur (le substrat). L'affectation des cinq traitements et du témoin a été faite d'une manière aléatoire (**Figure 18**). Le nombre de répétitions par traitement est de cinq.

Bloc 1	CS2	S	CS1	CS4	CS3	CS5
Bloc 2	CS1	CS4	S	CS3	CS5	CS2
Bloc 3	CS4	S	CS3	CS5	CS2	CS1
Bloc 4	CS4	CS3	CS5	CS2	S	CS1
Bloc 5	S	CS1	CS4	CS3	CS5	CS2

Figure 18 : Schéma du dispositif expérimental de l'essai de l'effet des substrats sur le rendement.

III.6. 3.4 Paramètres de rendement

Pour estimer l'effet du compost sur le rendement de la variété de tomate étudiée, les paramètres pris en considération sont :

- **Nombre de fleurs par plant**

Le nombre des fleurs par plant est déterminé par comptage pour chaque traitement.

- **Nombre de fruits par plant**

Le nombre des fruits par plant est déterminé par comptage pour chaque traitement.

- **Taux de nouaison par plant**

Ce taux est exprimé en pourcentage de fleurs totales :

Taux de nouaison = (Nombre total de fleurs – Nombre de fleurs avortées / Nombre total de fleurs) X100

- **Poids des fruits par plant**

Pour estimer le poids des fruits par plant, dès que ces derniers atteignent le stade de maturité, ils sont pesés séparément par traitement.

III.7. Analyses statistiques

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à un facteur de classification en utilisant le logiciel STATISTICA (version 6.1) pour déterminer l'action des différents mélanges de compost-tourbe vis-à-vis des paramètres de croissance des plants de tomates et des mélanges compost-sol sur les variables liées au rendement de la culture. Lorsque cette analyse montre des différences significatives, elle est complétée par le test de Newman-Keuls au seuil de probabilité de 0.05.

CHAPITRE IV

Résultats et discussion

Résultats et discussion

Résultats antérieures

Vue la situation sanitaire liée à la pandémie Covid 19, l'expérimentation n'a pu être finalisée. Ainsi, uniquement des résultats antérieures sont présentés dans le paragraphe suivant :

Le même compost utilisé dans notre étude a été testé par **Lazizi (2019)** sur une autre variété de tomate (Mercur) en pépinière. Les résultats obtenus ont révélé que ce compost améliore le taux et la vitesse de germination de la semence de cette variété et il a un effet positif sur la croissance des plants.

Bembli et M'Sadak (2017) rapportent que le compost sylvicole pourrait constituer partiellement un substrat alternatif à la tourbe pour la production des plants de tomate.

Khan et al. (2017) indiquent que le rendement et les paramètres de qualité des fruits de tomate augmentent significativement avec l'utilisation intégrée des composts à base de déchets verts et des fertilisants inorganiques, ils rajoutent que les composts améliorent les taux de la matière organique du sol et les éléments N, P, K.

D'après **Ngom et al. (2017)**, les différentes doses d'un compost à base des feuilles de neem et d'anacarde testées sur les cultures maraichères oignon, pomme de terre, chou, tomate et poivron ont révélé des performances agronomiques meilleures par rapport aux témoins (doses de fumier de bovin et de l'engrais minéral recommandées par les services techniques de l'horticulture). Le meilleur rendement pour la tomate (27,213 t/ha) a été obtenu avec la dose de 30 t/ha.

Selon **Chenni et Maghlouche (2013)**, les composts à base de la tonte de gazon et des feuilles de taille des haies et des arbres améliorent le taux de germination des graines de *Phaseolus* sp., comparativement au terreau, il permet une meilleure croissance des racines et des tiges.

L'utilisation de résidus de tomate compostés combinée avec un engrais animal comme amendement dans un sol sablo-limoneux a entraîné une augmentation significative de rendement du poivre (*Capsicum annuum* L.), de l'N total et la teneur des éléments P, K, Ca, Mg et Na dans le sol (**Çerçioğlu, 2018**).

Conclusion générale

Conclusion

Conclusion

L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'effet d'un compost à base de déchets verts à savoir les sarments de vigne et la tonte du gazon sur la croissance et le rendement d'une variété de tomate sous serre.

Les objectifs tracés n'ont pas été totalement atteints vu la situation sanitaire liée à la pandémie Covid -19 qui a créé des contraintes pour la finalisation de l'expérimentation.

Cependant, les résultats des travaux antérieurs ont révélés que les composts à base de déchets verts en général et particulièrement le compost testé dans notre étude entraînent un effet positif lorsqu'ils sont utilisés comme substrat en pépinière pour la production de plants de qualité ou comme fertilisants organiques pour améliorer le rendement et la production des cultures. En effet, les composts enrichissent les sols pauvres en éléments nutritifs pour améliorer leur productivité.

Cette étude doit être reprise pour confirmer l'impact positif de l'incorporation du compost étudié à la tourbe sur la croissance et le développement des plants de tomate et d'autres plants en pépinière en vue de son utilisation et de la réduction des importations en tourbe. De même, son effet positif sur la productivité des cultures doit être prouvé afin de l'utiliser comme une alternative durable aux engrais chimiques polluants pour un meilleur équilibre du sol et une agriculture respectueuse de la santé humaine et de l'environnement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **ADEME, 2008.** Guide pratique sur le compostage. ADEME Edition, Paris.
- **ADEME, 2007.** Valorisation agronomique du compost guyanais-Résultats des essais, oct. 2007.
- **ADEME, 2014.** Fiche technique : le compostage. ADEME édition, Paris, 4 p.
- **Amir S., 2005.** *Contribution à la valorisation de boues de station d'épuration par compostage: Devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost.* Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, 341p.
- **Anonyme, 1999.** Tomate sous serre. *Bulletin Mensuel D'information et de Liaison du PNTTA*, N°57, 4 p.
- **Anonyme, 2007.** *Variétés de tomate.* Ed. Sarl CASAP 3p.
- **Anonyme, 2009.** <http://tomodori.com%20/phpBB2/viewtopic.php.gov.t=4567>
- **Anonyme, 2015.** Décomposeurs, Ed. Le poumon de la planète.
- **Atherton D.G. and Harris G.P., 1986.** *Flowering in the tomato crop. A scientific basis for improvement.* Ed. ATHERTON J.G and RUDICH J. London, New York. P p. 167-200.
- **Bembli H. et M'Sadak Y., 2017.** Évaluations directe et indirecte des substrats de culture issus de tourbe en mélange avec compost sylvicole pour la production des plants de Tomate. *Revue Agriculture vol. 8 n°1 (2017) 18 – 30.*
- **Bentvelsen C.L.M., 1980.** *Réponse des rendements à l'eau.* Ed. Dunod. Paris .235 p.
- **Berger M., 1996.** L'amélioration de la fumure organique en afrique soudao-sahélienne. *Collection, agriculture écosystème et développement*, n°hors série, fiche 1-8.
- **Berna I. M. P., Navarro M. A., Sanchez-Monedero M. A., Roig A. and Cegarra J., 1998.** Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Biochem. Soil Biol.*, 30 (3): 305-313.
- **Blancard D., Laterrot H., Marchoux G. et Candresse T., 2009.** *Les maladies de la tomate, identifier, connaitre et maitriser.* Ed. Quae. Paris. 691p.
- **Brunswick, 2015.** *Compost-Les bases du compostage à la ferme.* Ed. Brunswick, Canada, 10 p.
- **Ceglie FG., Bustamante MA., Ben Amara M. and Tittarelli F., 2015.** The challenge of peat substitution in organic seedling production: optimization of growing media formulation through mixture design and response surface analysis. *PLoS One* 10 (6).
- **Çerçioğlu M., 2018.** Compost Effects on Soil Nutritional Quality and Pepper (*Capsicum annum L.*) yield. *Journal of Agricultural Sciences*, **25** (2019) 155-162

Références bibliographiques

- **Chang J. I., Tsai J. J. and Wu K. H., 2006.** Composting of vegetable waste. *Waste Management and Research*, 24(4): 354-362
- **Charnay F., 2005.** *Compostage des déchets urbains dans les PED : Elaboration d'une Démarche méthodologique pour une production pérenne de compost.* Thèse de Doctorat N° 56. Université de Limoges, France, 229p.
- **Chaux C.L. et Foury C.L., 1994.** *Cultures légumières et maraichères.* Tome III : Légumineuses potagères, légumes fruit. Lavoisier /Tec et Doc, Paris, 563 p.
- **Chenni K. et Maghlouche Y., 2013,** *Compostage des déchets verts : Cas de la station biocompost d'El-Kseur.* Mémoire de Master, Université Abdrrahmane Mira de Bejaia. 73p.
- **Chibane A., 1999.** Tomate sous serre, *Bultin : Transfert de technologie en agriculture*, No57. Edution, PNTTA Rabat, Pp : 18-28.
- **CIRAD Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) et GRET (Groupe de Recherche et D'échanges Technologique) et MAEF (Ministère des Affaires Etrangères, France), 2002.** Mémento de l'agronome. Montpellier : CIRAD-GRET, 1691 p.
- **Copyright, 2015.** Compostage-Macro organismes et décomposeurs Compostage. Ed. Les Compagnons des Jardins, France.
- **CPVQ, 1993.** Pépinières- *Culture en conteneurs-* Substrats. Éd. Document Technique, Conseil des Productions Végétales du Québec (CPVQ), Canada, 19 p.
- **Diaz L. F., and Savage G.M., 2007.** Factors that affect the process. *Elsevier. Chap. 4*, Pp. 49–65.
- **Djamel B., 2016.** *La Culture de la tomate.* Ed. Collection dossiers agronomiques. Algérie.
- **Dore C. et Varoquaux F., 2006.** *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées.* Ed. INRA, Paris 698 p.
- **Dumortier P., Evrad M., Maiche M., Nicolas A., De Ridder C. et Costa Santos Baltazar S., 2010.** *Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de collection « luc fichot ».* Rapport final, Phytotechnie et horticulture. Gembloux agro biotech., 105 p.
- **Elmhirst J., 2006.** *Profil de la culture des tomates de serre au canada.* Ed. Agriculture et agroalimentaire, Canada, 50p.
- **Enda Sahel , Afrique de l'Ouest, GRAF (2003).** Valorisation des acteurs et des stratégies face à l'avancée de la ville dans la périphérie et les quartiers populaires des villes secondaires comme Thiès, Enda Graf, p46. Bibliothèque Graf, n°487, 11 p

Références bibliographiques

- **Fall S. et Gueye O., 2003.** Le foncier le processus d'expansion des franges urbaines : les cas de Mboro et de Thiès, 22 p. Document interne Ecocité
- **FAO, 1988a.** *Culture protégées en climat méditerranéen : Etude FAO production végétale et production de plantes.* Ed : FAO. 318 p.
- **FAO, 1988b.** Aménagement du sol: Production et usage du compost en milieu tropical et subtropical. *Bulletin Pédologique*, N° 56, 165 p.
- **FAO, 2018.** Production de plants de tomate en pépinière
www.fao.org/docrep/t0122f/t0122f06.htm
- **FAO STAT, 2009.** World tomatoes, all production by country, 1990- 2005,11 p.
- **Farcy P., 2007.** *Le compost.* Éd. Eyrolles, Paris, 14 p.
- **Favier J., Ireland-Rippert J., Toque C., et Feinberg M., 2003.** *Répertoire Général des Aliments.* Ed. Ciqual., 40-48p.
- **Fiasson J. et Heller R.,** *Physiologie végétale.* Tome I, Nutrition. 2e édition revue et mise à jour. In: Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 50^e année, n°6, juin 1981. p. 208.
- **Garcia-Andrés S., Tomas D.M., Sanchez-Campos S., Navas-Castillo J. and Moriones, E., 2007.** Frequent occurrence of recombinants in mixed infections of tomato yellow leaf curl disease-associated begomoviruses. *Virology* 365, 210-219.
- **Gausсен H., Lefoy J. et Ozenda P., 1982.** *Précis de botanique* 2^{eme} édition. Masson. Paris, 592p.
- **Golueke C.G., 1991.** Principles of composting, in: The JG Press Inc. (Eds.), The Staff of BioCycle Journal of Waste Recycling. *The Art and Science of Composting. Pennsylvania, USA,* pp. 14-27.
- **Grandeaud J., 1890.** *Le compostage des déchets verts, direction de la station agronomique de l'est. DIREN des pays de la Loire, Nantes, France.* 29p.
- **Grissa K., 2010.** Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates En Tunisie. Consultant national GTFS/REM/070/ITA.P45-57.
- **Handar Y., Inbar Y. and Chen Y., 1985.** *Effects of compost maturity on tomato seedling growth. Sci. Hortic., 27,199-208.*
- **Inra/Assofwi, J. Sierra, L. and De Roffignac, 2013.** Comment fabriquer un bon compost à la ferme?
- **Jacob J. et Jansse J.L.M., 1976.** *Culture maraichères spéciales.* Tome I. Solanacées fruits, cours polycopies. Institut National Agronomique Hassen Pp.83-99.

Références bibliographiques

- **Karid K. et Messati S., 2013.** *Efficacité de la résistance de six variétés de la tomate à Tuta absoluta sous abris plastique à l'ITDAS de Hassi Ben Abdellah (Ouargla).* Université Kasdi Merbah Ouargla. p 31.
- **Khan A.A., Bibi H., Zahid Ali, Sharif M., Shah S. A., Ibadullah H., Khan K., Azeem I. and Ali S., 2017.** Effect of compost and inorganic fertilizers on yield and quality of tomato. *Academia Journal of Agricultural Research* 5(10): 287-293, DOI: 10.15413/ajar.2017.0135
- **Koledzi K. E., 2011.** *Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo): Approche méthodologique pour une production durable de compost.* Thèse de Doctorat, 224p. université de Limoges.
- **Kolev N., 1976.** *Les cultures maraichères en Algérie.* Tome I: Légumes- fruits. Ed. Ministère de L'agriculture et des Réformes Agraires, 150p.
- **Kuo S., Ortiz-Escobar M.E., Hue N.V. and Hummel R.L., 2004.** Composting and compost utilization for agronomic container crops. *Recent Res. Devel. Environ. Biol.*, 1: 451-513.
- **Labanowski J., 2004.** *Matière organique naturelle et anthropique: Vers une meilleure compréhension de sa réactivité et de sa caractérisation.* Thèse de doctorat, Université de Limoges, 209p.
- **Latigui A., 1984.** *Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée.* Thèse Magister. INA El-Harrach
- **Laumonier R., 1979.** *Culture légumières et maraichère.* Tome III. Ed. Baillier, Paris, 279p.
- **Lazizi K. 2019.** *Essai de substitution de la tourbe par un compost d'origine viticole dans la production de jeunes plants de tomate soumis à des contraintes hydriques.* Mémoire Master. Université Mouloud Maamri de Tizi Ozou. 56p.
- **Leclerc B., 2001.** *Guide des matières organiques.* Eds. Guide Technique de l'ITAB.
- **Mouhouche. B, 1983 :** Essai des rationnements de l'eau sur tomate, recherche de production optimale et valorisation de l'eau. Thèse de magistère Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 170p.
- **M'sadak Y. et Ben M'barek A., 2013.** Caractérisation qualitative du digestat solide de la Biométhanisation industrielle des fientes avicoles et alternative de son exploitation agronomique hors sol. *Revue des Energies Renouvelables*, Vol. 16, N°1, 33-42.

Références bibliographiques

- **M'sadak Y. and Ben M'barek A., 2016.** Characterization qualitative and potentialities of utilization of methacomposts of poultry in the nurseries aboveground. *J. Fundam. Appl. Sci. (JFAS)*, Vol. 8, N°3, 875-893.
- **Mason I. G., 2006.** Mathematical modelling of the composting process: A review. *Waste management*, 26, 3–21.
- **Matkin O.A. and Chandler P.A., 1957.** The U.S. type soil mixes. In: *Baker KF (Ed.). The U.C. system for producing healthy container grown plants. Pennsylvania State. University Press, University Park*, 68-85.
- **Mehdi I., 2010.** Une station de compostage de déchets verts unique en Algérie. Ed Djazaïress, Jardin d'Essai d'El-Hamma.
- **Munro D B. et Small E., 1998.** *Les légumes du canada. NRC Research Press. Canada .436 p.*
- **Mustin M., 1987.** *Le compost: gestion de la matière organique.* Eds François Dubusc. Paris 954p.
- **Naika S. De., Jeude J.V.L., De Goffau M., Hilmi M. and Van Dam B., 2005.** *La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. 5^{ème}* (ed). Foundation Agromisa et CTA, Wageningen, Pays-Bas. 105p.
- **Ngom S., Dieye I., Thiam M. B., Sonko A., Diarra R., Diarra K. and Diop M., 2017.** efficacité agronomique du compost a base de la biomasse du « neem » et de l'anacarde sur des cultures maraîchères dans la zone des Niayes au Senegal. *Agronomie Africaine*, 29 (3) : 269 – 278.
- **NRAES (Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service), 1992.** On-farm composting. Edited by R. Rynk. Ithaca, USA, NRAES Cooperative Extension.
- **Polese K.M., 2007.** *La culture de la tomate.* Ed. Artémis, Chamalières, France, 95p.
- **Puyuelo B., Gea T. and Sanchez A., 2010.** A new control strategy for the composting process based on the oxygen uptake rate. *Chem. Eng. J.*, 165 (1): 161-169.
- **Ray Y. et Costes. C, 1965.** *La physiologie de la tomate.* Etude bibliographique INRA, 111 p.
- **Shankara J., 2005.** Recombinant glutathione –S- transterase a major allergen form *Alternaria clinical* use allergy patients. *Molecular Immunology*, 43 (12): 1927-1932
- **Shankara N., Van lidt de jeud J., de Goffau M., Van Dam B et Florijin A., 2005.** *La culture de la tomate : Production, transformation et comercialisaton. 5^{ème}* (ed). Foundation Agromisa et CTA, Wageningen.18 p.

Références bibliographiques

- **Si Bennasseur A. , 2011.** Référentiel pour la conduite Technique de la culture de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Pp 58-70
- **Sierra J., Desfontaines L., Faverial J., Loranger-Merciris G. and Boval, M. 2013.** Composting and vermicomposting of cattle manure and green wastes under tropical conditions: carbon and nutrient balances and end product quality. *Soil Res.* 51, 142-151.
- **Snoussi S A., 2010.** *Étude de base sur la tomate en Algérie.* Rapport de mission. FAO, Rome, 53p.
- **Soudi B., 2009.** *Le compostage des déchets de culture sous serre et du fumier,* (MADRPM/DERD Eds), 89 p.
- **Statistiques officielles du Ministère de l’agriculture du développement rural et de la pêche, 2020.** *Tomate industrielle : une production globale de près de 13 millions de quintaux jusqu’en Aout.* Ed. Radio Algérienne.
- **Torba, 2014.** *La formation de compostage urbain à Ouled Fayet ;* Algérie. Ed. Torba.
- **Trottin-Caudal Y., Baffert V. Monnet Y. et Vileneuve F., 2011.** *Maitrise de la protection intégrée: Tomate sous serre et abris.* Edition: Ctifl, Paris, 281p.
- **URCPIE de Picardie, 2015.** *Le compostage et les décomposeurs.* Ed PICARDIE.
- **Van der Vossen HAM, Nono-Womdim R. and Messiaen CM. 2004.** *Lycopersicon esculentum* Mill. In *PROTA 2: Vegetables/Légumes,* Grubben, GJH,Denton OA (eds). PROTA: Wageningen, Pays Bas.
- **Yamada, Y., and Kawase, Y., 2006.** Aerobic composting of waste activated sludge: Kinetic analysis for microbiological reaction and oxygen consumption. *Waste management,* 26, 49-61.
- **Yulipriyanto H., 2001.** *Emission d'effluents gazeux lors du compostage de substrats organiques enrelation avec l'activité microbiologique (nitrification/dénitrification).* Université de Rennes, Rennes, 210 p.
- **Ziri S., 2011-***Contribution à la lutte intégrée contre Tuta absoluta sur tomate en plein champ.* Thèse de Magistère en science agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-harrach. 92p.
- **Znaïdi I.E.A., 2002.** *Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de compost biologiques sur les maladies des plantes.* Master of Science degree Mediterranean organic agriculture. Mediterranean agronomic institute of Bari, (Tunisie), 104 p.
- **Zurbrugg C. et Ahmed R., 1999.** Enhancing Community Motivation and Participation in

Références bibliographiques

Webographie

<https://jardinierparesseux.com/tag/les-feuilles-de-tomates-sont-elles-toxiques/>

<http://portionsforelves.com/2015/08/10/all-about-tomatoes/>

<https://lewebpedagogique.com/brefjailuleblogduprofdesvt/page/96/>

<https://www.google.com/earth/>