



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

UNIVERSITE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
ACADEMIQUE EN SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
SPECIALITE: SYSTEME DE PRODUCTION AGRO-ECOLOGIQUE

Thème

**ETUDE DE L'EFFET DES ENGRAIS ORGANIQUE SUR LA
PRODUCTION DE TOMATE (*SOLANUM-LYCOPERSICUM*)
CULTIVEE SOUS SERRE**

Présenté par :

OTMANE TOLBA Fateh

M ^r . DEROUICHE	M.C.B	U.S.D.B	Président
M ^r . BOUTAHRAOUI	M.C.B	U.S.D.B	Promoteur
M ^{me} . BRADEA M.S.	Pr	U.S.D.B	Examinatrice

Année Universitaire : 2018/2019

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout dieu الله le tout puissant de m'avoir accordé la force, la patience, la santé et le courage pour accomplir ce modeste travail.

*Je tiens à témoigner toute ma gratitude et tout mon respect à mon promoteur Monsieur **BOUTAHRAOUI A.** pour son aide, sa dynamique, ses conseils précieux et sa disponibilité.
Mes sincères remerciements.*

*Mes vifs remerciements s'adressent aux membres du jury le présidente Mr **Drouiche** l'examinatrice Mme **Bradia M.S.**, qui ont accepté de consacrer de leur temps précieux pour juger ce travail*

*J'adresse également mes sincères remerciements à tous qui m'ont aidé pour réaliser ce travail, Mr **DGAICHA H.***

Et enfin je remercie de tout mon cœur tous mes amis et mes proches qui m'ont aidé pendant les périodes difficiles.

Dédicaces

*À mes chers parents qui m'ont soutenu et m'ont fourni tous
Les moyens nécessaires pour réaliser ce travail.*

*À mes adorables frères Mouhamed Fouad,
A mes sœurs Manel et Nesma*

Mes cousins et mes cousines

*A l'incarnation de la diligence et du sérieux, à Mr
Boutahraoui*

A mes amis : Sidahmed, khaled

A toutes mes amis/ amies

*Les étudiantes et les enseignants de système de production agro-
écologique*

Je dédie ce travail

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Abréviation	Signification
°C	Celsius
cm	centimètre
Fig	figure
g	gramme
ha	hectare
mm	millimètre
N°	numéro
Sp	espèce
S	Sud
T	temps
Tab	tableau
T° min	Température minimale
°	Degré
%	pourcentage

Liste des tableaux

Tableau 1: Production mondiale de la tomate en 2017	2
Tableau 2: Evolution de la tomate maraichère en Algérie entre 2014-2019....	3
Tableau 3: Composition de la tomate fraiche	5
Tableau 4: Les différentes variétés de la tomate à port indéterminé.....	6
Tableau 5 Température moyenne optimales au développement de la tomate	6
Tableau 06: Epuisement des éléments minéraux par la tomate en (Kg/Ha)	8
Tableau 07: Les principales maladies bactériennes de la tomate et leurs Moyens de lutte.....	11
Tableau 08: Les principales maladies cryptogamiques de la tomate et leurs moyens de lutte préventifs et biologiques.....	12
Tableau 09: Les principales insectes et ravageurs de la tomate et leurs moyens de lutte.....	13
Tableau 10: Les principales maladies virales de la tomate et les moyens de lutte.	14
Tableau 11 : Les surfaces biologique certifiées dans les principaux pays.....	17
Tableau 12 : Les surfaces biologiques en Algérie.....	18
Tableau 13 : Bénéfices des pratiques agricoles biologiques au niveau de la biodiversité.....	20
Tableau 14 : Quelques exemples sur l'association des cultures.....	23
Tableau 15 : Les préparations à base de plante et de minéraux naturels.....	29
Tableau 16: Certaines plantes utilisées comme pesticides.....	30
Tableau17: Liste de certains engrais organiques commerciaux.....	32

Tableau 18 : Composition moyenne du fumier issu des principaux élevages à la sortie des bâtiments.....	33
Tableau 19 :Teneur en minéraux de lisier de bovins (109 analyses) (en kg/m ³)....	35
Tableau20 : Composition des purins (l/m ³) et quantités produites selon les animaux.	36
Tableau21 : Teneurs indicatives en matière organique de quelque engrais de ferme	37
Tableau 22 : Teneur indicatives en SO ₃ , en MgO et en oligo-éléments de quelques engrais de fermes.....	37
Tableau 23 : La teneur moyenne en principaux éléments majeurs des différents types d'engrais de ferme.....	38
Tableau 24 : Caractéristique des principaux produits de compostage.....	40
Tableau 25 : les caractéristiques physiques de sol méthode d'analyse Tamisage et sédimentation.....	44
Tableau 26 :les caractéristiques chimiques.....	45
Tableau27 :Relevé de température sous serre durant l'expérimentation (en °c) pour l'année 2019.....	46

Liste des figures

Figure 1: Evolution de l'agriculture biologique dans le monde	16
Figure 2: Triangle textural de HENIN	45
Figure 3: Plants de tomate dans les alvéoles au niveau de stade pépinière ...	49
Figure 4: billonnage et apport de fumier.....	50
Figure 5: engrais minérale (20+20+20+OE).....	51
Figure 6: Repiquage des plants de tomate	52
Figure 7: Tuteurage des plants de tomate	53
Figure 8: film plastique noire le long des billons	54
Figure 9: Le système goutte a goutte.....	55
Figure 10: fruit de tomate au stade récolte.....	55
Figure 11: fruits de tomate récoltés	56
Figure 12: feuille de tomate touchée par la <i>Tuta absoluta</i>	58
Figure 13: Variation du paramètre nombre de fleurs par plant.....	59
Figure 14: Variation du paramètre nombre de feuille par plant	60
Figure 15: Variation du paramètre taux d'avortement par plant	61
Figure 16: Variation du paramètre hauteur des plans	62
Figure 17: Variation du paramètre nombre de fruits par plant.....	63
Figure 18: Variation du paramètre poids moyen des fruits par plant.....	64
Figure 19: Variation du paramètre diamètre moyen des fruits par plant.....	65
Figure 20: Variation du paramètre rendement totale par plant	66

Table de matière

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Sommaire

Résumé

Abstract

الملخص

INTRODUCTION GENERALE.....	1
1. chapitre 1 :	
parti 1 : La culture de tomate	2
1. Origine et historique.....	2
2. Importance économique:.....	2
2.1 Dans le monde	2
2.2. En Algérie:.....	3
3. Description botanique et morphologique:.....	3
3.1. Caractéristiques génétiques	4
3.2. Description de la plante	4
3.3. La valeur alimentaire de la tomate :.....	4
➤ Le système racinaire:.....	4
➤ La tige :.....	4
➤ Les feuilles :.....	4
➤ La fleur :.....	5
➤ Le fruit :.....	5
➤ La graine :.....	5
3.3. La valeur alimentaire de la tomate :.....	5

3.4. Les différentes variétés de la tomate:.....	5
• Les variétés fixées :.....	5
• Les hybrides :.....	6
4. Exigences écologiques de la tomate:.....	6
4.1. Exigences climatiques :.....	6
4.1.1. Température:.....	6
4.1.2. Humidité:.....	7
4.1.3. Lumière:.....	7
4.1.4. Circulation de l'air:.....	7
4.2. Exigences hydriques:.....	7
4.3. Exigences édaphiques:.....	8
4.4. Exigences nutritionnelles:.....	8
5. Les techniques culturales :.....	8
5.1. L'assolement et rotation:.....	8
5.2. Préparation du sol:.....	8
5.3. Production de plants :.....	9
5.4. Travaux d'entretien.....	10
 Partie 2. L'agriculture biologique	
1. Historique de l'agriculture biologique.....	15
2. Définition de l'agriculture biologique :.....	16
3. Situation de l'agriculture biologique :.....	16
3.1. Dans le monde :.....	16
3.2. En Algérie :.....	18
4. Principes de l'agriculture biologique.....	18
5. Objectifs de l'agriculture biologique :.....	19
6. Avantage de l'agriculture biologique :.....	20

7. Inconvénients des pesticides et engrais chimiques :	21
8. Techniques de production dans l'agriculture biologique :	22
8.1. Rotation et association des cultures :	22
8.2. Travail du sol :	23
8.3. Gestion de fertilité et fertilisation :	24
8.4. Semences et plants :	24
8.5. Gestion des adventices :	25
8.6. Protection phytosanitaire :	25
Partie 3 :la fertilisation organique.....	31
1. Généralité:	31
1.1. Avantages des fertilisants organiques :	31
2. Les amendements et les engrais autorisés en agriculture biologique:.....	31
2.1. Les engrais de ferme :	32
2.1.1 Les différents types d'engrais de ferme :	33
2.1.1.1 Les fumiers :	33
2.1.1.2. Litière :	34
2.1.1.3. Lisièr :	35
2.1.1.4. Purin :	36
2.2. Teneur en matière organique des différents engrais de Ferme.....	36
2.3. Valeur fertilisante des engrais de fermes en soufre, magnésium et en oligo-éléments :	37
2.4. Composition moyenne des engrais de ferme :	38
2.4.1. Compostage:	38
2.4.2. Les engrais verts:	41

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Le matériel végétal :.....	44
1.2. Caractéristiques techniques :.....	44
2. Zone d'étude :.....	44
2.1. Données pédologiques :.....	44
2.2. Données climatiques :.....	46
3. Dispositif expérimentale :.....	47
4. La conduite de la culture :.....	48
4.1. Semis en pépinière :.....	48
4.2. Les précédentes cultures :.....	49
4.3. Travaux de préparation du sol :.....	49
4.4. Fertilisation de la culture :.....	50
4.5. Repiquage sous serre	51
4.6. Les travaux d'entretien :.....	52
4.6.1. Tuteurage :.....	52
4.6.2. L'effeuillage.....	53
4.6.3. Paillage :.....	53
4.6.4. L'Ebourgeonnage :.....	54
4.6.5. Etêtage :.....	54
4.6.6. Irrigation :.....	54
4.6.7. Récolte :.....	55
5. Les paramètres étudiés :.....	56
5.1. Paramètres de croissance :.....	56
5.1.1. Nombre de fleurs par plant :.....	56
5.1.2. Taux d'avortement par plant :	56
5.1.3. Hauteur des plants après 60 jour du repiquage :	56
5.1.4. Nombre des feuilles après 60 jour du repiquage :	56
5.2. Paramètre de production :.....	57
5.2.1. Nombre de fruits par plant :.....	57

4.2.2. Poids moyen des fruits par plant :	57
5.2.3. Calibre des fruits par plant :	57
5.2.4. Rendement total par plant :	57
6. Quelques maladies observées :	57
Chapitre 3 : Résultats et discussion	
A. Paramètres de croissance :	59
A.1. Nombre de fleurs par plant :	59
A.2. Nombre de feuille par plant après 60 jours du repiquage :	60
A.3. Taux d'avortement par plant :	61
A.4 .Hauteur des plants après 60 jours du repiquage :	62
B. Les paramètres de production :	63
B.1. Nombre de fruits par plant :	63
B.2. Poids moyen des fruits par plant :	63
B.3.Diamètre moyen des fruits par plant :	65
B.4. Rendement total par plant	66
CONCLUSION	67
Référence bibliographique	68

Résumé

Une bonne maîtrise de la fertilisation assure de façon régulière la croissance des cultures par la satisfaction de leurs besoins, ce qui permet d'avoir des rendements optimaux et de qualité importante.

Les engrais organiques sont considérés comme engrais complet qui contribue à la fertilité des sols grâce à la valorisation des déjections animales. Notre travail consiste à fertiliser la culture de tomate (*solanum lycopersicum*) conduite sous serre avec deux types de fumure organique qui sont : le fumier de bovins et la fiente de volailles, afin de comparer les résultats à celles d'une fertilisation minérale et déterminer le quel parmi eux donne des résultats performants et intéressants de point de vue rendement et qualité.

Mots clés : fertilisation, Fumure organique, engrais chimique, ,serre.

solanum lycopersicum

Résumé

Abstract:

A good command of fertilization ensures with regular way the growth of crops by the satisfaction of their needs, which allows getting an optimal yields and with an important quality.

The organic fertilizers are considered as a complete fertilizer that contributes to soil fertility through enhancement of animal waste. Our job is to fertilize the tomato crop (*solanum lycopersicum*), cultivated in a greenhouse with an organic agriculture system using two types of manure which are the cattle manure and the poultry droppings ,to compare results with an another mineral fertilizer and determine which of them gives interesting results perspective of yield and quality.

Key words: fertilization, organics fertilizers, mineral fertilizers, organic, greenhouse, manure. *solanum lycopersicum*

Résumé

ملخص

التحكم الجيد في عملية التسميد يضمن بصفة منتظمة نمو المزروعات عبر توفير احتياجاتها, وهذا ما يسمح بالحصول على مردود عالي ونوعية جيدة.

الأسمدة العضوية تعتبر كسماد متكامل حيث يساهم في خصوبة التربة بفضل تحسين الفضلات الحيوانية. عملنا يتمثل في تسميد الطماطم المزروعة, (*solanum lycopersicum*) في البيت البلاستيكي بواسطة نوعين من الأسمدة العضوية اللذان هما: روث الأبقار وفضلات الدواجن بهدف مقارنة النتائج مع سماد آخر كيميائي وإثبات أي منهم يقدم نتائج مثالية ومهمة من ناحية المردود والنوعية.

الكلمات المفتاح: تسميد, أسمدة عضوية, أسمدة كيميائية, الطماطم, بيت بلاستيكي

solanum lycopersicum

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Les cultures maraîchères apparaissent comme l'un des secteurs les plus prometteurs de l'agriculture Algérienne. Elles occupent la seconde place après les céréales dans la consommation quotidienne. Cultivée en plein champ ou en serre, la tomate est l'une des cultures légumières la plus répandue et la plus importante des cultures maraîchères en Algérie, après la pomme de terre. Cela est dû à sa richesse en sels minéraux et en vitamines. (ZEMMOURI, 1995).

Vue l'importance des cultures maraîchères que ce soit économique ou nutritionnelle les producteurs s'intéressent à sa conduite en utilisant tous les moyens (applicable en agriculture conventionnelle) conduisant à une augmentation des rendements pour couvrir les besoins d'une part et d'autre part à la rentabilité, autrement dit un revenu important.

Actuellement le monde s'intéresse de plus en plus aux sujets de la détérioration des systèmes environnementaux, de même intérêt au système agricole actuel (chimique moderne ou conventionnelle) qui est une source de pollution de la terre, l'eau, l'air et les produits agricole, ce qui a orienté l'attention vers les techniques de rotation des résidus organiques et leur utilisation comme intrants dans l'agriculture ce que l'on connaît sous le nom de l'agriculture biologique (organique agriculture) qui est l'une des formes de l'agriculture durable (sustainable agriculture) qui vise principalement à éliminer l'utilisation des engrais autre qu'organique et les pesticides chimiques, en utilisant d'autres techniques pour une production d'un aliment sain et propre avec la diminution ou l'élimination de la pollution de l'environnement (GEORGY, 2018).

Malgré la difficulté pour la réalisation de ce type de culture, et qu'elle est encore une petite industrie, mais ses avantages, ses importances et ses effets positifs sur l'environnement, ont poussé les scientifiques d'aller faire des diligences pour faciliter sa conduite, ce qui a résulté sa progression dans les différents secteurs agricoles dans plusieurs pays.

Dans ce sens nous avons étudié l'effet de la fertilisation de deux types de fumure organique qui sont le fumier de bovin et la litière de volaille en les comparants avec la fertilisation minéral, sur la tomate maraichère **(solanum- lycopersicum)**.

CHAPITRE I: PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Origine et historique:

Selon DOMINIQUE et *al* ; (2009), la tomate, inconnue dans le vieux monde jusqu'au XVI^{ème} siècle et encore très peu consommée au XIX^{ème} siècle, est devenue le légume vedette du XX^{ème} siècle, aussi bien en culture commerciale que dans les jardins familiaux.

D'après PYRON (2006), la tomate est originaire de la région andine du Nord-Ouest de l'Amérique du sud où sa domestication remonte à plus de 5000 ans. Elle a été introduite aux Mexique puis, au 16^{ème} siècle, en Europe via l'Espagne. La mondialisation de son développement sera significative à partir de la fin du 19^{ème} siècle. Elle fut introduite en Algérie par les espagnols au XVII^{ème} siècle. Elle a commencé dans la région d'Oran en 1905, puis elle s'étendait vers le centre du pays, notamment au littoral algérois qui constitue une zone maraichère par excellence (BENBADJI, 1977).

De nos jours, la tomate en Algérie est la culture maraichère la plus répondue et appréciée, tant en plein champs que dans les abris-serre (KOLEV, 1976).

2. Importance économique:

2.1. Dans le monde: La tomate (***solanum lycopersicum***) est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde (BLANCARD, 2010). D'après le même auteur, La production mondiale de la tomate a progressé régulièrement au cours de XX^{ème} siècle.

Tableau 1 : Production mondiale de la tomate en 2017. (ANONYME 2017)

Pays	Production (10 ³ tonnes)	(%)	Pays	Production (10 ³ tonnes)	(%)
Monde	124 875	100%	Espagne	4 651	03,72%
Chine	31 644	25 ,34%	Brésil	3 453	02,76%
USA	11 043	08,84%	Mexique	2 800	02,24%
Turquie	10050	08,04%	Russie	2 296	01,83%
Inde	8 586	06,87%	Grèce	1 712	01,37%
Egypte	7 600	06,08%	Ukraine	1 472	01,17%
Italie	7 187	05,75%	Algérie	1 023	0,81%
Iran	4 781	03,82%	Autres	26577	21,36%

2.2. En Algérie:

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311 Qx/ha. Ces derniers demeurent faibles et assez éloignés de ceux enregistrés dans d'autres pays du bassin méditerranéen (Tunisie, Maroc, Espagne, France, Italie) producteurs de tomate, où les rendements varient entre 350 Qx/ha à 1500 Qx/ha (SNOUSSI, 2010).

Les données du tableau montrent une augmentation de la superficie et de la production due à la consommation élevée de ce légume notamment à compter de l'année 2004 qui se stabilisent aux alentours de 20000Ha avec une production moyenne de 5.570.755Qx. Cette augmentation de la production n'est pas liée uniquement à l'augmentation des superficies mais aussi aux techniques utilisées dans le calendrier cultural et l'entretien de la culture qui se sont améliorées progressivement.

Tableau 02 : Evolution de la tomate maraichère en Algérie entre 2014-2019.

Année	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Superficies (ha)	19432	21089	20436	20079	19655	20789
Production (Qx)	5121950	5137280,4	5489336	5673134	5592491	6410343
Rendement (Qx/ha)	263,60	243,60	268,60	282,50	284,50	308,40

(SNOUSSI, 2014)

3. Description botanique et morphologique:

La tomate (*solanum lycopersicum*) est une plantes de la famille des solanacées, comme la pomme de terre qui a la même origine géographique (JEAN-MARIE, 2007).

Selon DOMINIQUE et al (2009), la tomate cultivée est une espèce diploïde avec $2n = 24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants mono génétiques dont certains sont très importants pour la sélection.

Elles appartiennent à:

Embranchement:..... Phanérogames.
Sous embranchement:.....Spermatophytes.
Ordre:.....Solonales
Famille:.....Solanaceae
Genre:.....*Solanum*
Espèce:..... *Solanum lycopersicum*

3.1. Caractéristiques génétiques :

D'après CHAUX et FOURY (1994), le genre *Solanum* comprend 8 espèces, 3 sont restés dans les limites de leurs zones d'origine. Une seule, *Solanum lycopersicum* sous sa forme sauvage, a émigré vers le sud de l'Amérique du nord c'est au Mexique que la tomate a été domestiquée.

3.2. Description de la plante :

La tomate est une plante annuelle, herbacée, poilue, aux feuilles odorantes, dont le port est arbustif, buissonnant ou retombant suivant les variétés. Elle peut mesurer de 40 cm à plus de 2m de haut (JEAN-MARIE, 2007).

➤ Le système racinaire:

Le système racinaire de la tomate est bien développé, pivotant avec de nombreuses racines secondaires (KOLEV, 1976).

D'après CHAUX et FOURY (1994), les racines de la tomate sont très actives sur les 30 à 40 cm. En sol profond on peut trouver des racines jusqu'à un mètre.

➤ La tige :

La tige est herbacée, presque ligneuse. La tige principale peut atteindre une longueur de 200 à 300 cm selon la variété et les conditions de culture (INDREA et APAHIDEAN, 1988).

➤ Les feuilles :

Elles sont persistantes, composées de 5 à 7 folioles, et sont alternées sur la tige

➤ **La fleur :**

Les fleurs, petites, jaunes, en forme d'étoile, sont groupées sur un même pédoncule en bouquet lâche de trois à huit fleurs. Ces bouquets apparaissent en général régulièrement sur la tige chaque fois que la plante a émis trois feuilles. L'ovaire de la tomate est supère (situé au-dessus du calice) et comporte le plus souvent deux loges ou carpelles mais certaines variétés peuvent en comporter trois ou cinq (JEAN-MARIE, 2017).

➤ **Le fruit :**

Le fruit de la tomate est une baie charnue de forme variable selon les variétés (KOLEV, 1976).

➤ **La graine :**

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

3.3. La valeur alimentaire de la tomate :

La valeur alimentaire de la tomate est dans sa composition présente dans le tableau suivant

Tableau 03: Composition de la tomate fraîche.

Eau (%)	Glucides (%)	Substance azotées (%)	Lipides (%)	Cendres (%)
93,5	3,6	0,95	0,30	0,74

(Cotte, 2010)

3.4. Les différentes variétés de la tomate:

Selon KOLEV (1976), la diversité variétale de la tomate est extrêmement grande. On connaît jusqu'à présent plus de 1000 variétés qu'on peut les classer en deux groupes: les variétés fixées et les hybrides.

- **Les variétés fixées :** Les variétés fixées sont obtenues par autofécondation d'individus homozygotes qui se reproduisent semblables à eux-mêmes de génération en génération (WINTER, 2000).

-Les hybrides : Les hybrides F₁ sont issus de l'hybridation de deux lignées homozygotes. Ses caractères résultent de la conjonction des informations génétiques fournies par chacun des deux parents (BADOUX, 1984).

Selon les variétés, la croissance peut être déterminée ou indéterminée. Dans le premier cas, la tige s'arrête après avoir produit un nombre de bouquets variable (par exemple 4 à 7 selon l'environnement, pour l'hybride Montfavet H63-4). Dans le deuxième cas, l'axe principal poursuit normalement sa croissance; on doit le pincer au-dessus du nombre de bouquets désiré. Ces derniers apparaissent en moyenne toutes les trois feuilles (CHAUX, 1972).

Tableau 04 : Les différentes variétés de la tomate à port indéterminé.

Variété	Aspect	Poids	Précocité
Alamo	Fruit de 12 cm de long, rouge, charnue	120g	mi- précoce
Ananas	Gros fruit à chaire jaune orangée	250 -500g	Tardive
Agora	Petit fruit, rond, lisse en grappe	60g	mi- précoce
Marmande	Multi loge, très rondes	130-140 g	Précoce
Saint-Pierre	Multi loge ronde, aplati, Lisse	140-160g	Tardive
Narit F1	Multi loge, Très lisse, ronde	140-160g	Précoce

(JEAN-MARIE, 2017)

4. Exigences écologiques de latomate:

4.1. Exigences climatiques :

4.1.1. Température:

Les températures favorables à la tomate résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 05:Température moyenne optimales au développement de la tomate. (CHAUX, 1972)

Stade de développement	Température de l'aire (°C)		Température de sol (°C)
	Jour	nuit	
Germination	18-20	18-20	25
Croissance	18-20	18-20	15-20
Floraison	22-25	13-17	15-20
Fructification	25	18	20-25

4.1.2. Humidité:

Selon BENCHALAL (1983), l'hygrométrie doit être entre 76%et80%en pépinière et 70à 80% lors de développement et lors de la formation du fruit.

Une humidité relative trop élevée, avec une température élevée, entraîne une végétation luxuriante avec un allongement des entre nœuds (CHIBANE, 1999).

4.1.3. Lumière:

Selon ZOUAOUI (2002), la tomate n'est pas sensible au photopériodisme, mais son développement végétatif et la fructification sont étroitement liés à l'éclairement. Le manque de lumière entraîne l'étiollement des plants, une baisse de rendement et une perte de précocité.

4.1.4. Circulation de l'air:

D'après PAPADOPOULOS (1991), la circulation horizontale de l'air est utile pour diverses raisons. Elle contribue à réduire les gradients de température de l'air dans la serre, à supprimer l'humidité dans la partie la plus basse de la serre (sous le feuillage), à répartir l'humidité dans le reste de la serre, à faire descendre le gaz carbonique accumulé au sommet de la serre et à le faire pénétrer dans le couvert végétal ou il est absorbé et fixé par photosynthèse, et même à favoriser la pollinisation.

4.2. Exigences hydriques:

C'est un facteur important du rendement et de la qualité, notamment, du calibre. Les erreurs sont beaucoup moins bien «encaissées» par la plante sous abri qu'en plein air. Les besoins sont surtout importants à partir de la floraison du 2^{ème} bouquet (CHAUX et FOURY, 1994).

Selon MOUHOUCHE (1983), 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.

4.3. Exigences édaphiques:

La tomate s'adapte à de nombreux types de sols pour peu qu'ils soient profonds et suffisamment perméables (CHAUX, 1972).

Selon, les sols sablo-argileux drainant semblent les plus conseillés pour une alimentation minérale et hydrique régulière. La tomate tolère des pH variant entre 4.5 et 8.2 (ANONYME, 2002). Elle est considérée comme une plante assez tolérante aux sels. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre pH 6.0 et 7.0 (CHAUX et FOURY ,1994).

4.4. Exigences nutritionnelles:

Selon CHAUX (1972), la tomate se classe parmi les espèces exigeantes en éléments fertilisants.

D'après MUSARD (1990), la production en rendement et en qualité d'une culture de tomate est fortement influencée par son alimentation en eau et éléments minéraux.

Les prélèvements des éléments minéraux par une culture de tomate sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 06:Epuisement des éléments minéraux par la tomate en (Kg/Ha)

Elément	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Cu
Prélèvement	180	24.6	279.6	22.37	125.1	25.72	0.10	0.78	1.08	0.13

(MAZLIAK, 1981)

5. Les techniques culturales :

5.1. L'assolement et rotation:

D'après SOLTNER(2000), dans des bonnes terres recevant normalement du fumier, la tomate vient en tête de rotation, alors qu'au niveau des terres pauvres en humus, il est conseillé de la cultiver après la luzerne ou autre prairies.

5.2. 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 un sous-solage en cas

de présence d'une couche imperméable, mais aussi pour faciliter le drainage des eaux.

5.3. Production de plants :

❖ Semis:

D'après CHIBANE (1999), La période de semis de la tomate sous-serre débute vers mi-juillet pour les précoces et s'étale jusqu'à fin septembre pour les tardives et les extra-tardives.

Les semis doivent se faire en plateaux alvéolés. Les besoins par hectare sont de 70 à 80 grammes de semences et 40 à 50 sacs de 80 kg de tourbe.

❖ Plantation:

La distance de plantation est de 1 m à 1.30 m fois 0.25m à 0.30 m pour les cultures de plein champ, et varie de 0.8m fois 0.3m à 0.35m pour les cultures sous abris (JACOB et JANSEN, 1977).

Selon LAUMONNIER (1979), les densités de plantation doivent varier en fonction de la qualité du terrain, et de la méthode de conduite des plantes. C'est 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.

❖ Fertilisation:

La tomate est une culture gourmande, qui nécessite azote, acide phosphorique et potassium. Cependant, si vous avez bien enrichi le sol avec du fumier décomposé, à l'automne, ou avec du terreau, à la plantation, il est souvent bien inutile d'apporter des fertilisants supplémentaires (JEAN-MARIE, 2007).

Les engrais de couverture doivent être fractionnés et appliqués en fertirrigation. Les doses doivent être déterminées en fonction des conditions pédo-climatiques et les stades phénologiques de la plante (CHIBANE, 1999).

❖ Irrigation:

La tomate n'est pas résistante à l'aridité. Le rendement diminue considérablement après de courtes périodes de carence en eau. Il est important d'arroser régulièrement les plantes, surtout pendant les périodes de floraison et de formation des fruits. La quantité d'eau nécessaire dépend du type de sol et des conditions météorologiques (précipitation, humidité et température).

Dans de bonnes conditions, un arrosage par semaine devrait suffire. Il faut environ 20 mm d'eau par semaine lorsque le temps est frais, mais environ 70 mm pendant les périodes arides. L'apport en eau joue un rôle majeur pour obtenir une maturité uniforme et pour éviter la pourriture apicale, une maladie physiologique associée à un approvisionnement en eau irrégulier et à la carence en calcium dans les fruits en voie de grossissement qui en résulte (SHANKARA, 2005).

Selon CHIBANE (1999), Les goutteurs doivent avoir un débit de 2 à 4 l/heure. Dans le cas d'une culture en lignes jumelées, on peut installer un seul goûteur par 2 plants.

5.4. Travaux d'entretien

❖ Palissage:

En mode palissé, la tige croit autour d'une ficelle suspendue à un fil de fer tendu horizontalement au-dessus du rang sur les supports de culture. On peut alors différencier deux cas :

- ✓ palissage vertical pour 8 à 10 bouquets sur une tige pincée à 2 ou plus (palissage utilisé pour les cultures de plein air ou sous abri) ;
- ✓ Le palissage couché avec 15 à 20 bouquets (pour les types indéterminés cultivés en hors sol) (SHANKARA et al, 2005).

❖ Effeuilage:

L'opération consiste à enlever toutes les feuilles âgées, jaunâtres ou apparemment malades sur toute la hauteur de la tige. C'est une opération nécessaire pour une culture de tomate sous-serre (CHIBANE, 1999).

❖ Ebourgeonnage:

La tomate sous serre est conduite en un seul bras. Donc, il faut procéder à supprimer tous les bourgeons axillaires à un stade précoce. Un ébourgeonnage tardif peut engendrer un affaiblissement des plants. Il faut procéder à un badigeonnage de la tige au niveau des bourgeons enlevés car les blessures des tiges peuvent éventuellement constituer une porte d'entrée aux maladies (CHIBANE, 1999).

❖ **Ecimage:**

Selon CHIBANE, (1999), pour la culture à croissance indéterminée, l'opération doit se faire 2 à 3 feuilles après le dernier bouquet afin de permettre un grossissement normal des fruits des bouquets supérieurs.

❖ **L'élimination des mauvaises herbes:**

Selon SHANKARA et al (2005), les mauvaises herbes font la concurrence aux pieds de tomate à l'égard de la lumière, de l'eau et des éléments nutritifs. Parfois elles abritent des organismes qui provoquent des maladies de la tomate, tels que le virus de l'enroulement chlorotique des feuilles de la tomate (TYLCV), et elles réduisent le rendement. Une gestion efficace des mauvaises herbes commence par un labourage profond, la pratique de la rotation des cultures et la pratique des cultures de couverture compétitives, la pratique du paillage favorise la suppression des mauvaises herbes, le désherbage manuel est une méthode effective pour lutter contre les mauvaises herbes qui poussent entre les plantes d'une ligne de pieds de tomate.

❖ **Les traitements phytosanitaires :**

Tableau 07: Les principales maladies bactériennes de la tomate et leurs moyens de lutte. (JEAN et al, 1991)

Maladies	Symptômes et dégât	Luttés préventives	Luttés biologiques
Chancre bactérien Clavibacter michiganensis	Feuilles: flétrissement suivi d'un dessèchement. Tige : chancres ouverts. Fruits : taches blanchâtres.	-éviter les terrains infestés. -aération convenable des serres.	Appliquer des fongicides à base de cuivre
Moucheture bactérienne Pseudomonas synirgae	Feuilles : taches noires qui peuvent se joindre et forment une plage nécrotique. Fruits : taches brunes nécrotique.	-éviter l'excès d'eau. -éliminer les plants malades. -désinfection des abris-serre avant plantation.	
Gale bactérienne Xantomonas campestris	Feuilles : plages noires craquelées et anguleuses de 1cm de diamètre entourées d'un halo grisâtre. Fruits : petits chancres pustuleux.		

Tableau 08: Les principales maladies cryptogamiques de la tomate et leurs moyens de lutte préventifs et biologiques.

maladies	Symptômes et dégâts	Lutte préventive	Lutte biologique
Mildiou Phytophthora infestans	Feuilles : taches foliaires nécrotiques, sur face inférieure un duvet blanc. Tige : grandes taches brunes. Fruits : plages marbrées brunes.	-Utiliser des plants sains et variétés résistantes. -Eviter de planter trop serré.	Traiter par : -Purin d'ortie. -La bouillie bordelaise. -La bactérie Bacillus subtilis.
Oidium Leveillulata rica	Feuilles : face supérieure des plages jaunes qui finissent par une nécrose au centre. face inférieure feutrage blanc.	-Utiliser des variétés moins sensibles. -Eviter les excès d'azote.	Traiter par le -mélange de purin de prêle et de tanaisie.
Fusariose Fusarium oxysporum	Feuilles : jaunissement, puis le dessèchement. Tige : les tissus ligneux sont colorés en brun rougeâtre.	-Utiliser des variétés résistantes. -Eliminer la totalité des plants morts.	Traiter par la bactérie : Bacillus subtilis.
Pourriture grise Botrytis cénerea	Feuilles et tige : taches brunâtre avec un duvet grisâtre.	-bonne aération des abris -éviter les excès d'azote.	utiliser le -Trichoderma viride pers. La bactérie : Pseudomonas syringae.

(BOVEY et al, 1972)

Tableau 09: Les principales insectes et ravageurs de la tomate et leurs moyens de lutte.

Maladies	Symptômes et dégâts	Luttes préventives	Luttes biologiques
La mineuse Tutaabsoluta	Feuilles, tige, fruits: galeries sous forme de mines qui se nécrosent.	-utiliser des plants sains. -installer l'insect- proofaux portes desserres et aux ouvertures latérales. -installer piège delta. -installer des plaques engluées	-remplissage du bac à eau jusqu'à sa limite sans que l'eau n'atteigne la capsule à phéromone.
Puceron Myzusvarians	-dépérissement des pousses. -arrêt de croissance de tige et de fruits. -transmission de virus le nanisme, mosaïque, déformation foliaire.	-utiliser des plants et des semences saines. -lutter contre les mauvaises herbes par le binage.	-traiter avec préparation à base de pyrèthre. -traitement foliaire avec poudre de roche, extraits d'algues, purin d'ortie.
Nématodes Heterodera Restochiensis wool	-tissus du végétal sont modifiés. -les racines sont tuée sou fortement endommagées. -plante atteinte reste chétive et peu productive.	-stérilisation du terreau. - pratiquer un assolement Installer la tomate après 3 à 4 ans. -planter des variétés résistantes.	-solarisation. -utiliser de nematicide biologique : champignon Arthrobotrys sperba.

(BOVEY et al, 1972).

Tableau 10: Les principales maladies virales de la tomate et les moyens de lutte.

Maladies	Symptômes et dégâts	Lutttes préventives	Lutttes biologiques
Mosaïque de la tomate <i>Tabacomosaic Virus</i> (T.M.V)	Feuilles basales s'enroulent en forme de cuillère. Fruits: taches arrondis jaunes ou orange.	-Eviter de planter la tomate près de champ de tabac. -Lutter contre : le puceron qui transmet ces virus.	-pas de lutte contre les virus, la lutte se fait contre l'agent vecteur (puceron).
Filiformisme Mosaïque et nécrose de tomate <i>Cucumbermosaic Virus</i> (C.M.V)	Feuilles sont totalement ou partiellement dépourvues de limbe, prennent aspect filiforme.	-utiliser des semences saines. - ne pas planter la tomate près de champ de concombre.	

(MARCHAUX et al, 2018)

❖ **Récolte:**

Il faut environ entre 55 à 105 jours à la maturité selon la variété de tomate. Il faut récolter le fruit quand la tomate est entièrement mûrie mais encore ferme ; la plupart des variétés sont rouge foncé. La lumière est nécessaire pour mûrir les tomates non mûres. Ne pas stocker les tomates vertes dans le réfrigérateur puisque la couleur rouge ne se développera pas à moins de 10 °C. Si nécessaire, mûrissez les fruits à 21 °C.

Des tomates vertes peuvent être stockées entre 10 -21 °C pendant une à trois semaines. Des tomates mûres devraient être stockées entre 7-10 °C pendant quatre à sept jours (SI BENNASSEUR, 2011).

1. Historique de l'agriculture biologique

Selon SILGUY (1998), l'histoire de l'agriculture biologique s'enfonce dans les méthodes traditionnelles. Ses bases et ses méthodes sont dans la continuité de celles qui étaient utilisées par la plupart des paysans du siècle dernier. Dès la fin du XIX^{ème} siècle, existait en Allemagne un mouvement pour une alimentation et une hygiène naturelle. Par la suite, elle a évolué sous l'influence de trois principaux courants sociologiques suivants :

a. Un mouvement ésotérique : l'anthroposophie.

A la veille de sa mort, en 1924, Rudolf Steiner (philosophe autrichien) jeta les bases de l'agriculture biodynamique qui accorde une importance particulière aux forces tellurique et cosmique.

Les buts de cette société sont notamment (la recherche de tous les aspects possibles de mystères cachés dans la nature et tout spécialement des pouvoirs psychique et spirituels latents dans l'homme).

Lors de conférence dans un domaine agricole de Silésie, il exposa les principes d'une agriculture fondée sur une approche anthroposophique. Il mit en garde contre l'excès d'engrais chimique qui peut tuer «la terre, organisme vivant». Il conseilla aussi d'employer du compost préparé avec certaines substances végétales susceptibles de jouer un rôle de biocatalyseur.

b. Le mouvement pour une agriculture organique :

Né en Grande-Bretagne, après la seconde guerre mondiale, ce mouvement redonna à l'humus un rôle fondamentale dans l'équilibre biologique et la fertilité des terres. Il se basait sur les théories développées par Sir Albert HOWARD dans son *tastement agricole* écrit en 1940.

Howard déplorait aussi l'emploi d'engrais artificiel et notamment les engrais minéraux. Il préconisa le retour à une «agriculture paysanne» autonome dont les protagonistes sont particulièrement attentifs aux phénomènes de la nature et vigilants à préserver l'humus des sols.

c. Le mouvement pour une agriculture organo-biologique :

C'est un médecin autrichien, Hans Peter RUSCH, qui mit au point ses préoccupations qui étaient très proches du mouvement écologique naissant :

protection de l'environnement, qualité de l'alimentation et développement des énergies «douce» et renouvelables, selon RUSCH, la subsistance de la population doit être assurée en évitant le gaspillage, les pollutions et la dilapidation du potentiel de production. Cependant, il croyait aux vertus du progrès technologique, alors en plein essor à cette époque, et s'employa à jeter les bases d'une nouvelle agriculture biologique.

2. Définition de l'agriculture biologique :

D'après GENDREAU (2002), l'agriculture biologique peut se définir comme un système de production encourageant l'entreprise agricole à gérer ses ressources de façon cyclique et augmenter la fertilité ainsi que l'activité biologique du sol en accroissant la quantité de la matière organique présente dans le sol.

Elle est un système de production accordant beaucoup d'importance à la relation entre la plante, l'animale, l'homme et l'environnement.

3. Situation de l'agriculture biologique :

3.1. Dans le monde :

Selon ANONYME (2019), en dix ans, la superficie mondiale cultivée selon le mode biologique a été multipliée par 3,5 pour atteindre 37,5 millions d'hectares fin 2009.

Tableau 11 : Les surfaces biologique certifiées dans les principaux pays.

Pays	Surface bio/surface bio total (en%)	Pays	Surface bio/surface bio total (en%)	Total en %
Australie	32	Royaume-Uni	2	
Argentine	12	Canada	2	
Etats-Unis	5	France	2	
Chine	5	Autriche	1	
Brésil	5	République Tchèque	1	
Espagne	4	Iles Malouines	1	
Inde	3	Suède	1	
Italie	3	Pologne	1	
Allemagne	3	Mexique	1	
Uruguay	2	Grèce	1	
Total en %	74		13	87

(ANONYME, 2019)

Selon le tableau, 87% des surfaces certifiées bio à l'échelle de la planète localisés dans 20 pays.

3.2. En Algérie :

Selon ABDELLAOUI (2016), L'Algérie dispose de certaines conditions naturelles pour développer ce type d'agriculture, en plus nos fruits et légumes sont souvent cultivés de façon naturelle sans utilisation de produits chimiques de synthèse. Parmi les régions nationales réputées en culture bio, nous citons la wilaya de Biskra qui conduit certains parties de datte « Deglet Nour » sous système biologiques et certains cultures légumière tel que l'artichaut, il y 'en a même quelques entreprises qui exportent des dattes bio et d'huiles bio.

Mais malheureusement on rencontre quelques obstacles dans ce domaine d'agriculture durable tel que :

- Manque des personnels formés en culture bio
- Il n'y a pas une communication réel entre producteurs et exportateurs
- L'absence de structure de conditionnement et de froid adaptées et d'emballages conformes en quantités suffisantes.
- Il n'existe pas des « fonds de garanties » afin de permettre le développement de filières fruits et légumes biologiques.

Tableau 12 : Les surfaces biologiques en Algérie :

pays	Superficie en mode de production biologique en 2009 (ha)	Nombre d'exploitation biologique en 2009	Surface moyenne en bio par exploitation certifiée (ha/expl)
Algérie	622	49	13
Total monde	37 485 000	1 809 310	

(Anonyme. 2019)

4. Principes de l'agriculture biologique:

Selon FAZIO (1996), les principes de la culture biologique sont les suivants :

- Elimination des produits chimiques, que ce soit dans l'amendement ou dans la lutte contre les parasites et les mauvaises herbes ;
- Rétablissement ou création d'un écosystème dans la zone cultivée, c'est-à-dire d'un milieu de nombreuses espèces végétales et animales ;
- Sauvegarder la fertilité organique du sol.

5. Objectifs de l'agriculture biologique :

Selon CLEMENT (1989), les objectifs de l'agriculture biologique sont :

- L'amélioration de la qualité nutritive des aliments, c'est-à-dire l'obtention des produits présentant :
 - des teneurs en résidus de pesticides nulles ou très inférieures aux teneurs des produits de l'agriculture conventionnelle.
 - des teneurs en nitrates plus faibles.

- des teneurs en éléments nutritifs (matière sèche, sucre, vitamines, oligo-éléments) plus élevées que dans les produits courants.
 - une meilleure conservation et une meilleure tenue à la cuisson.
 - des qualités organoleptiques (saveur) supérieures.
- L'amélioration à long terme de la fertilité du sol par l'importance des apports organiques et la pratique de rotations variées, comprenant des engrais verts tel que les légumineuses.
 - L'élimination de toutes formes de pollution qui peuvent être causées par l'agriculture : non seulement la pollution des aliments, mais aussi celle de l'eau (par les nitrates et les pesticides) et de l'environnement en général.
 - Le maintien des paysans à la terre, grâce à une meilleure valorisation de leur production, qui permet aux petites exploitations de rester économiquement viable.
 - La diminution de la consommation d'énergie (suppression des engrais azotés chimiques, dont la fabrication consomme des quantités considérables).

Tableau 13 : Bénéfices des pratiques agricoles biologiques au niveau de la biodiversité.

Pratique agricole biologique	Bénéfices au niveau de la biodiversité
La rotation de culture et les cultures mixtes	Une meilleure diversité d'habitats pour les oiseaux Herbes favorisées par les papillons
Les céréales ensemencées au printemps	Des habitats naturels pour les oiseaux Des nutriments aux oiseaux
Non-utilisation des pesticides Non-utilisation des herbicides	Abondance élevée d'invertébrés Nutriments pour les invertébrés, les oiseaux et les mammifères Diversité de la structure végétative favorable pour les invertébrés
Non-utilisation des fertilisants à base des minéraux	Bénéfique pour une large gamme d'invertébrés et des oiseaux Plus de variété de mauvaises herbes non compétitives Plus de nutriments naturels pour les cultures
Engrais vert et fumures Labourage superficiel	Bénéfique pour les vers de terre et la microflore de sol Nutriments pour les invertébrés, les oiseaux et les mammifères

(BARTRAM et PERKINS, 2003)

Après avoir comparé les avantages et les désavantages environnementaux de l'agriculture biologique par rapport à l'agriculture conventionnelle, nous pouvons conclure que l'agriculture biologique est généralement plus respectueuse de l'environnement que l'agriculture conventionnelle. Cela est particulièrement vrai au niveau des résidus de matières chimiques agricoles dans les aliments, la biodiversité, la consommation et la qualité de l'eau et la consommation énergétique. De même, l'agriculture biologique a le potentiel de réduire le lessivage des nutriments et l'émission de gaz à effets de serre.

7. Inconvénients des pesticides et engrais chimiques :

Selon LEVEQUE et MOUNOULOU (2001), à force d'utiliser le même pesticide, certains pathogènes peuvent développer une résistance envers ce produit chimique, ce qui rend ce dernier inefficace. A titre d'exemple, citons le cas du moustique *Culex pipiens* qui est devenu résistant aux organophosphorés qui sont les insecticides les plus utilisés contre cet insecte.

D'après FOURNIER et BONDERF (1983), les produits phytosanitaires provoquent chez les animaux d'élevage et les animaux domestiques des intoxications accidentelles et des intoxications par malveillance.

Des accidents ont été signalés à plusieurs reprises à la suite de la distribution aux animaux d'élevage (bovins, ovins, volailles) de semences traitées avec des insecticides et des fongicides. Chez les animaux de compagnie (chat, chien,...) le carbofuran (insecticides) a causé l'empoisonnement de plusieurs chiens.

Selon COUDERCHET et al (2001), certains insecticides ont causé des toxicités sur les abeilles et d'autres insectes pollinisateurs, comme le cas de d'Imidacopride qui est un insecticide systémique neurotoxique utilisé sur les grandes cultures contre certains insectes nuisibles. Les herbicides participent à la raréfaction de ressources alimentaires des abeilles et parfois ils peuvent avoir une certaine action insecticide.

D'après les mêmes auteurs, certains insecticides et fongicides ont un effet toxique sur la coccinelle à deux points *Adalia bipunctata* qui est un insecte utile dans la lutte biologique.

WALTER (1991) évoque l'histoire de la mort mystérieuse de plusieurs individus migrateurs aux ETATS-UNIS. Ces oiseaux se nourrissent de vers de terre, mais lorsque ces derniers sont atteints des pesticides ont conduit à la fatalité de leurs prédateurs. Le même auteur estime, que les vers de terre ne sont pas les seuls qui peuvent être atteints, il y a aussi d'autres organismes, comme les protozoaires et les bactéries, qui conduiront sans doute à la stérilité du sol si l'une de ces composantes disparaît.

D'après COUDERCHET et al (2001), des pollutions causées par des engrais chimiques et des pesticides ont été enregistré au niveau de certaines rivières et réserves piscicoles, il y'a eu des contaminations chez nombreuses populations de poissons, en plus les nitrates lessivés peuvent provoquer la stérilité chez pas mal

d'espèces de poisson. Selon BOCKMAN et al (1990), les nitrates peuvent provoquer des divers cancers (de l'estomac, du foie et de l'œsophage) et peuvent conduire à des malformations graves et des problèmes cardiovasculaires.

Le professeur BÉLPOUME (2001), note que les pesticides peuvent causer la stérilité chez l'homme, en plus une diminution du niveau intellectuelle est constatée chez certains enfants d'agriculteurs qui sont exposé soi d'une manière directe ou indirecte à des pesticides. Le professeur indique que même la maladie de Parkinson peut être causée par les pesticides.

8. Techniques de production dans l'agriculture biologique :

D'après FRANCINE (2004), et selon les principes qui fondent ce type d'agriculture, un certain nombre de techniques agraires sont indispensables en matière de productions végétales qui sont :

8.1. Rotation et association des cultures :

La rotation, c'est-à-dire la succession planifiée de plusieurs cultures sur le même champ, est relativement longue : six à douze années en polyculture-élevage. Elle intègre des espèces diverses : (prairies, céréales, légumineuses, crucifères, et plantes sarclées). Une bonne rotation est essentielle au maintien de la fertilité des sols (SILGUY, 1998). Une bonne rotation permet de maintenir les terres propres grâce à une alternance de cultures ayant un cycle différent : des espèces salissantes comme le seigle ou le sarrasin, suivis de cultures nettoyantes comme les fourrages fauchés. La rotation contribue à nourrir les plantes et la terre, grâce à l'azote atmosphérique fixé par des légumineuses. Enfin la rotation des cultures variées permet de réduire les attaques parasitaires et la prolifération des ravageurs (FRANCINE, 2014).

D'après RAGOT (2011), la rotation est un moyen est parfois même le seul pour :

- Maitriser les adventices.
- Limiter la fertilisation.
- Réduire la pression des maladies et des parasites.
- Réussir l'implantation et garantir la production des cultures.

De plus, la rotation de culture évite d'appauvrir le sol en un élément. Les plantes ont des exigences en éléments nutritifs différentes d'une famille botanique à une autre (ANONYME, 2016).

L'Association des cultures valorisent les influences végétales des plantes les unes sur les autres. L'exemple le plus ancien et pratiqué encore aujourd'hui par les jardiniers est l'association : maïs, haricots grimpants et potirons. Le haricot utilise le maïs comme tuteur, le potiron profite de l'ombre du maïs (FRANCINE, 2014). Selon ANONYME (2016), l'action répulsive de certaines plantes vis-à-vis de certains insectes nuisibles ou maladies a été mise en évidence. Ce sont les toxines ou l'odeur dégagée par la plante associée qui provoquent cette action répulsive.

Tableau 14 : Quelques exemples sur l'association des cultures.

Culture	Plantes associées	Lutte contre ...
Pomme de terre	Lin	Le doryphore
Choux	Cèleri	L'altise du chou Les chenilles de la piéride
Pois	Concombre	Les nématodes
Carotte	Basilic	La mouche de la carotte
Fraisier	Ail	La pourriture grise
Asperge	Tomate	Le nématode de la tomate Le criocère de l'asperge

(Anonyme 2016)

8.2. Travail du sol :

Selon SHANKARA et al (2005), L'agriculture biologique se base sur un sol biologiquement actif.

Du fait de l'interdiction d'utilisation de fertilisants et de pesticides de synthèse, le travail du sol en agriculture biologique doit répondre à des objectifs plus particuliers:

- Assurer la préservation et la structuration du sol, stimuler l'activité biologique du sol pour fournir des nutriments aux cultures ;
- Garder une bonne capillarité pour permettre une fumure organique efficace
- Limiter les populations d'adventices (LE CLECH et HACHLER, 2003).

D'après les mêmes auteurs, les techniques de travail du sol en agriculture biologique sont globalement les mêmes que celles utilisées en agriculture conventionnelle, seulement il existe une opération qui est spécifique à l'agriculture biologique : le faux semis, a pour objectifs de détruire les adventices et de diminuer le stock de graines de mauvaises herbes en surface.

Selon FRANCINE (2004), Le Travail du sol doit perturber le moins possible l'activité microbienne du sol. Pour cela, il faut ameublir et aérer le sol, ne pas enfouir de matières organiques fraîches, limiter les passages d'engins lourds pour éviter le tassement du sol, et travailler le sol lorsque la terre n'est pas trop humide.

8.3. Gestion de fertilité et fertilisation :

Elle est constituée essentiellement de fumure organique, les engrais solubles sont proscrits du fait de leur assimilation par les plantes. (FRANCINE, 2004).

Selon ROBITAILLE (1989), En production biologique, les producteurs vont s'assurer de fournir au sol les conditions optimales à la croissance d'une culture vigoureuse et saine en utilisant principalement le compost, les cultures d'engrais verts et les rotations. En fonction des analyses de sol, il leur est permis d'utiliser des fertilisants minéraux pour corriger une carence, pour autant que ces fertilisants soient des minéraux naturels n'ayant subi aucun traitement chimique, tels le phosphate de roche, le sulfate de magnésium et le sulfate de potassium et de magnésium (sul-po-mag). Une unité fertilisante d'un engrais organique agit mieux que la même unité d'un engrais minérale (SOLTNER, 1988). La matière organique améliore la structure, diminue l'érosion du sol, permet au sol de stocker davantage d'eau, a un effet régulateur sur sa température, contribuant ainsi à améliorer significativement la fertilité du sol. En outre, la matière organique est un milieu de culture pour les organismes vivants dans le sol (ANONYME, 1965).

8.4. Semences et plants :

Une semence bio est une semence certifiée ou inscrite au catalogue des variétés. La réglementation, et plus particulière l'article 6 du règlement CCE n 2092/91, implique que « la plante mère, dans le cas de semences, et la ou les plantes parentales, dans le cas du matériel de reproduction végétative, aient été produites selon les règles de l'agriculture biologique pendant au moins une

génération ou, s'il s'agit de culture pérennes, deux périodes de végétation» (LE CLECH et HACHLER, 2003).

8.5. Gestion des adventices :

Les méthodes de désherbage sont surtout mécaniques ou manuelles et parfois thermiques (SILGUY, 1998). Il entend par désherbage thermique les différents systèmes provoquant un échauffement brusque, important et bref entraînant la destruction des végétaux indésirables, il est connu et très pratiqué en agriculture biologique (POUSSET, 2003).

Selon VINCENT et CODERRE (1992), on peut utiliser des bio herbicides qui sont des phytopathogènes spécifiques pour les mauvaises herbes tel que : champignons, bactéries, virus, insectes, nématodes...qui puissent être utilisé pour la lutte contre les adventices.

D'après PELLETIER (1994), la pratique de faux semis qui consiste à préparer le sol pour faire germer les mauvaises herbes et les détruire dès qu'elles ont germé, par un nouveau travail du sol. Selon GABRIEL (2003), on peut prévenir le développement des adventices par la couverture en plastique, le compostage de la matière organique...

L'utilisation de variété à démarrage rapide qui concurrence mieux les mauvaises herbes. La culture associée de plantes étouffantes qui recouvrent le sol avant les mauvaises herbes en les privant ainsi de lumière, donc il n'y aura pas de photosynthèse (LE CHLECH et HACHLER, 2003).

8.6. Protection phytosanitaire :

L'agriculture biologique proscrit l'utilisation des produits phytosanitaires de synthèse, pour limiter la pression des maladies et des ravageurs, il existe des méthodes de lutte indirectes et directes.

a.Méthodes de lutte indirectes :

D'après SILGUY (1998), la lutte anti-parasitaire est d'abord préventive: D'utiliser et de choisir des variétés résistantes aux agents pathogènes et adaptées au sol et au climat.

Le labour permet de détruire les organismes qui hivernent dans le sol par destruction mécanique, dessèchement, ou exposition au froid (LE CLECH et HACHLER, 2003).

Selon FAZIO (1996), l'emploi d'un fumier ou d'un compost immature est déconseillé, car ce type de matériaux apporte des moisissures, des champignons, des bactéries, des virus, ainsi que des larves de toute espèce.

Les résidus végétaux doivent être traités car ils constituent le support d'agents pathogènes et sont donc des sources de contamination (LE CLECH et HACHLER, 2003). Les opérations de taille et d'ébourgeonnage doivent être exécutées en temps sec (FAZIO, 1996).

D'après VILAIN (1997), la monoculture augmente le risque de parasitisme, donc il faut pratiquer la rotation afin de rompre le cycle de développement des parasites.

Selon SEMAL et al (1989), la présence de brise-vent réduit la vitesse du vent et influence les conditions thermiques, l'humidité et la lumière dans les parcelles voisines. Ils peuvent même retarder l'infection de la culture.

D'après les mêmes auteurs, l'association de certaines cultures sur une même sole (maïs-sorgho, cotonnier-arachide, etc.) favorise le développement d'ennemis naturels contre des insectes ravageurs nuisibles et diminue l'impact de certaines maladies et des mauvaises herbes.

b.Méthodes de lutte directes :

b.1. Méthodes physiques :

Des protections physiques permettent de faire obstacle aux ravageurs avant toute invasion. Les films plastiques et filés agrotexiles limitent l'attaque des ravageurs aériens et des virus qu'ils transmettent (LE CLECH et HACHLER, 2003). Les papillons nocturnes, auxquels appartiennent la majorité des chenilles nuisibles pour les plantes potagères, peuvent être attirés grâce à des lampes appropriées pour éviter qu'ils déposent leurs œufs (FAZIO, 1996).

Selon SLIMI (2000), il y'a une influence de la hauteur du piégeage et de la couleur des cuvettes à eau sur les captures de certains Arthropodes nuisibles aux cultures ;

D'après FAZIO (1996), les fourmis peuvent être combattues en versant de l'eau bouillante dans leur abri.

Selon VINCENT et al (2000), la lutte par aspiration a prouvé son efficacité contre certains insectes nuisibles comme le cas de la punaise terne de fraisier (*Lygus lineolaris*) qui est diminué jusqu'à 80% grâce à cette méthode. La technique

consiste à utiliser un aspirateur qui aspire les insectes des plantes, cette appareil existe sous deux formes :

- Appareil porté sur le dos qui est utilisé dans les petites parcelles.
- Appareil monté sur le tracteur qui est utilisé dans les grandes parcelles.

Selon GABRIEL (2003), utiliser de panneaux attractifs englués jaunes contre aleurodes et mouches, et panneaux bleu contre thrips.

b.2. Méthodes biologiques :

D'après LACHUER (2007), il s'agit de combattre des organismes nuisibles grâce à des mécanismes naturels, utilisant des êtres vivants « auxiliaire » (ou des extraits d'êtres vivants) afin d'empêcher ou réduire les pertes causées par ces organismes nuisibles. On utilise ainsi des animaux, des végétaux, des champignons des bactéries et des virus...

On peut citer quelques ennemis naturels utilisé contre ces ravageurs :

Selon VINCENT et CODERRE (1992), *Aphidius ervi* parasite très efficacement *Macrosiphum euphorbiae* (Le puceron vert de la tomate), il pond les œufs dans l'abdomen de puceron. Puis apparaissent les larves d'*Aphidius ervi* qui se nourrissent du contenu des pucerons, les transformant ainsi en momies brunes. Le syrphé, qui ressemble à une guêpe, est le troisième ennemi des pucerons ; sa larve peut en manger jusqu'à 900 pucerons de l'éclosion à la nymphose (AUBERT, 2005).

Selon le même auteur, une larve de coccinelle mange jusqu'à sa nymphose, entre 200 et 600 pucerons.

D'après VINCENT et CODERRE (1992), nous pouvons utiliser une guêpe parasite (*Encarsia formosa*) pour lutter contre l'aleurode des serres. LYON (1986) signale que les deux parasites *Liriomyza brioniae* et *Phytomyza syngenesiae* parasitent efficacement la mineuse serpentine (*Liriomyza trifolii*) qui cause des énormes dégâts sur la tomate. La coccinelle est un grand mangeur de pucerons, ainsi bien au stade larvaire qu'à l'état adulte. Une larve de coccinelle mange, jusqu'à sa nymphose, entre 200 et 600 pucerons (AUBERT, 2005).

Selon GABRIEL (2003), les trois espèces de mineuses en serres maraichères (*Liriomyza trifolii*, *Huidobrensis* et *Bryoniae*) sont toutes parasitées par deux

espèces d'hyménoptères (*Docnusa sibirica* et *Diglyphus isaea*). Les lâchers se font dès l'observation des premières mines sur feuilles à la dose de 1 individu pour 1m². Contrôler le parasitisme 15 jours après le lâcher.

L'utilisation de *Bacillus thuringiensis*, pour lutter contre un certain nombre de chenilles. On l'utilise notamment contre la cheimatobie, la piéride du chou, la teigne du poireau et ver gris (AUBERT, 2005).

b.3. Méthodes génétiques :

D'après LE CLECH et HACHLER (2003), des mâles stériles peuvent être utilisés dans la lutte contre certains ravageurs, comme la mouche de l'oignon par exemple.

b.4. Méthodes chimiques :

Les seuls fongicides tolérés en agriculture biologique sont le soufre et le cuivre (sous forme de sulfate, acétate ou de carbonate) (AUBERT, 2005).

Selon ROGER et al (2002), nous pouvons employer des biopesticides d'origine végétale dans la lutte contre plusieurs pathogènes en utilisant des extraits et des huiles de plantes.

Les seuls insecticides autorisés en agriculture biologique sont la roténone, le quassia et le pyrèthre. Ce sont trois insecticides végétaux, extraits de plantes tropicales (AUBERT, 2005).

D'après SCHMID et HENGELER (2002), nous pouvons utiliser certaines infusions de plantes pour lutter contre certains ravageurs. (Tableau 16)

D'après GUET (2003), l'emploi de phéromones est autorisé en agriculture biologique, ce sont des capsules attractives placées dans des pièges, utilisées dans la lutte contre les insectes par confusion sexuelle. Les Phéromones libèrent une substance qui empêche les papillons mâles de trouver les papillons femelles, donc il n'y aura pas d'accouplement.

Tableau 15 : Les préparations à base de plante et de minéraux naturels.

Le produit utilisé		Son action
Les préparations à base des plantes	Purin d'orties	Stimule les mécanismes de défense et la croissance des plantes et ralentit ou arrête la prolifération de certains parasites.
	La décoction de prêle	Efficace contre diverses maladies (mildiou, rouille) et insectes (puceron)
	L'absinthe et la tanaïsie	Utilisées contre les pucerons et les chenilles.
Les préparations commerciales à base d'essences de plantes « aromathérapie »		L'aromathérapie est une voie d'avenir dans la lutte contre les parasites
Lithothamne et les poudres de roche siliceuses		Action préventive contre certaines maladies (tavelure, oïdium, mildiou) et freinent le développement de certains insectes (doryphore, teigne du poireau, mouche du chou)

(AUBERT, 2015)

Tableau 16: Certaines plantes utilisées comme pesticides.

Nom	Partie utilisée et Préparation	Epoque	Partie traitée	Effet recherché
Ail (<i>Allium sativum</i>)	Bulbes hachés 100 g/litre d'eau, laisser ramollir 1 heure	Début mai, 3 fois à 3 Jour d'intervalle ; Répéter après la récolte	Plante entière, sol	Contre les pucerons, les maladies cryptogamiques.
Raifort (<i>Armoracia rusticana</i>)	Feuilles et racines 300 g/10 litre d'eau	Pendant la floraison	Les fleurs	Contre la moniliose.
Quassia (<i>Quassia amara</i>)	La plante entière 150g/10 litre d'eau avec éventuellement 250g de savon noir dilué dans 10 litre d'eau	Du printemps à l'automne	Plante entière	Contre puceron et d'autre insecte.
Oignon (<i>Allium cepa</i>)	Peau et feuilles 500g/10litre d'eau (plante fraîche) 200g/10 l d'eau (plante séchée)	En cas d'attaque	Plante entière	Contre la mouche de la carotte.

(SCHMID et HANGGELER, 2012)

1. Généralité:

Selon CLEMENT (1989), la fertilité d'un sol représente l'aptitude de ce dernier à assurer de façon régulière et répétée la croissance des cultures et l'obtention de récolte.

La fumure organique est principalement issue de l'exploitation, ce sont les fumiers et engrais verts. Elle vise à : augmenter la teneur en humus, améliorer la structure du sol, stimuler sa vie biologique, lui fournir les éléments nutritifs nécessaires aux végétaux, notamment les oligo-éléments et à augmenter sa capacité de rétention en eau. (FRANCINE, 2014).

L'application des fumures organiques a contribué à augmenter les rendements de nombreuses plantes. En outre, cette fumure se révèle souvent plus efficace que la fertilisation minérale (SOLTNER, 2013).

1.1. Avantages des fertilisants organiques :

Selon NATACHA (2008), les fertilisants organiques, provenant de matières végétales ou animales, incluent principalement les fumiers et les différents types de compost et à cette raison ils se caractérisent par les avantages suivants :

- sources naturelles
- mieux acceptés par la population, l'environnement
- conviennent généralement pour les érablières certifiées biologiques contrairement aux fertilisants synthétiques
- permettent l'ajout de matière organique riche en éléments nutritifs à relâchement lent
- permettent de valoriser les déjections animales, considérées comme une source majeure de polluants
- risques plus faibles d'appliquer une surdose d'engrais comparativement aux fertilisants chimiques dont la concentration en nutriments est beaucoup plus élevée

2. Les amendements et les engrais autorisés en agriculture biologique:

Selon LE CLECH et HACHLER (2003), les engrais et amendements autorisés en agriculture biologique sont :

- fumiers et fientes de volailles, composts d'excréments d'animaux solides, excréments liquides (lisiers, urines...), tourbe, déjection de vers et d'insectes,

guano, mélanges compostés de matière végétales, produits et sous-produits d'origine animale (farine de sang, poudre de corne...), algues et produits d'algues, sciures de bois, écorces compostées, cendres de bois ;

- carbonate de calcium d'origine naturelle, sulfate de calcium (gypse), chaux résiduaire de la fabrication de sucre, chlorure de sodium.

FAZIO (1996) a montré que les produits fertilisants utilisés en agriculture biologique, qu'ils soient organiques ou inorganiques, ne doivent pas avoir subi de transformation chimique, ni avoir reçu d'additifs de synthèse.

Tableau17:Liste de certains engrais organiques commerciaux.

Nom Commercial	%N	%P	%K	Matière première
Bio	9	1	0.5	Tourteaux, laine, fiente, plume
Biomazor	1.6	0.5	1	Fumiers bovins ovins, végétaux laine
Compost 47	0.7	0.9	1.5	Fumier bovin, paille et végétaux broyés
Fructimus	1.5	0.5	1.5	Fumier ovin, tourteaux, laine
Guahumus	2.5	3.5	2	Guano de poisson
Bioguano	13	3	1	Guano d'oiseau
Richumus	2	0.5	1.5	Tourteaux, de café et cacao

(LECLECH et HACHLER, 2013)

FAZIO (2011), les engrais organiques commerciaux sont utilisés en faible dose, car ils sont très concentrés.

2.1. Les engrais de ferme :

Les engrais de fermes sont des engrais complets, grâce à la matière organique, ils offrent au sol des caractéristiques physiques, chimique set biologiques nécessaire pour les plantes. Ils constituent un mélange complexe plus performant que les minéraux simples (ANONYME, 2019).

2.1.1 Les différents types d'engrais de ferme :

2.1.1.1 Les fumiers :

Le Fumier est un mélange des déjections animales dans les bâtiments avec une litière (paille, copeaux ou sciure)(PIERRE,2011).

D'après FASIO (2001), Sa composition varie énormément en fonction de la qualité de la litière et du type d'alimentation des animaux ; avant d'être employé, il doit subir une «maturation», durant laquelle les substances, présentes sous forme complexe, sont dégradées en substances simples, Il doit être considéré comme un engrais principalement azoté, particulièrement adapté aux plantes potagères à feuilles, le phosphore et le potassium qu'il contient peuvent satisfaire les exigences spécifiques des plantes potagères à fruits, à tubercules et à racines ;

Selon le même auteur, le fumier de bovin convient surtout aux sols meubles, car il les rend plus consistants ; le fumier de cheval apporte une plus grande légèreté aux sols lourds ; les fumiers de mouton et de porc, en raison de leur grande concentration, doivent être utilisés de préférence dans les composts.

Une étude menée par N'DAYEGAMIYE et COTE (1996) a montré que l'apport annuel de fumier seul à une faible dose permet à long terme d'atteindre les mêmes niveaux de production en maïs que la fertilisation minérale complète.

Au Burundi, des doses croissantes de fumiers de fermes appliqués sur un sol ferrallitique ont induit des rendements de plus en plus élevés du haricot, du maïs et du manioc (RISHIRUMUHIRWA et ROOSE, 1998). Sur ce même type de sol en Côte d'Ivoire, la fumure de bovin a donné un rendement de 61 t/ha de tubercules de manioc contre 40 t/ha pour le témoin, 15 mois après plantation (BAKAYOKO et al, 2007). Au Rwanda, le fumier de vache a donné 23,3 t/ha de pomme de terre contre 19,8 t/ha pour le témoin (NYENBENDA, 2015).

Tableau 18 :Composition moyenne du fumier issu des principaux élevages à la sortie des bâtiments.

Composition Type de fumier	Contenue en kg/t ou kg/m ³ de produit brut			
	MS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
<u>Fumier de porc</u>				
Fumier de litières accumulées sur paille	329	7,2	7,0	10,2
Fumier de litières raclées sur paille	278	9,1	19,9	11,2
<u>Fumier d'ovins et de caprins</u>				
Fumier d'ovins	300	6,7	4	12
Fumier de caprins	450	6,1	5,2	7
<u>Fumiers de bovins</u>				
Très compacts de litières accumulées	221	5,8	2,3	9,6
Compacts d'étable entravée	185	5,3	1,7	7,1

(ANONYME, 2001)

2.1.1.2. Litière :

La litière peut être définie comme un « lit de paille ou d'autres matières végétales, souple, isolant et absorbant, qu'on étend dans les bâtiments d'élevage pour servir de couche aux animaux » (LAROUSSE, 2009).

Le substrat d'origine va évoluer considérablement pendant la phase d'élevage résultant en une combinaison de composition variable et évolutive de déjections accumulées, de plumes, de matériel absorbant (BERNHART et al, 2010), de déchets d'aliments (ABELHA et al, 2003).

Selon BALTAZART (2010), sur le plan agronomique, On utilisera le mot « litière » pour désigner l'évolution du mélange de matériel absorbant (paille entière, paille hachée ou paille broyée défibrée ou mélange paille-copeaux et copeaux) et des fientes et des autres composants (plumes, déchets d'aliment).

Tout comme le fumier de bovin, les essais de fertilisation menés avec la litière ont donné des résultats satisfaisants :

En Côte d'Ivoire, La litière de volaille a entraîné une floraison rapide et une augmentation de la production en graines de *Vignasubterranea* (KOUAKOU, 2002). Aussi, les travaux de BAKAYOKO et al(2007) ont montré que 15 mois après plantation, la litière de volaille a permis d'obtenir une augmentation des rendements moyens de 4 variétés de manioc sur un sol ferrallitique sableux moyennement désaturé. En effet, ils ont obtenu 63 t/ha de tubercules contre 40 t/ha pour le témoin. Selon BALTAZART (2010), L'évolution ultime de la litière aboutit au fumier(résidu obtenu après le départ des volailles). Ce dernier est produit à travers le monde en quantités très importantes et son recyclage, lorsqu'il est mal maîtrisé, peut être à l'origine d'une pollution importante de l'eau et de l'air.

Si le fumier de volaille est apporté en excès par rapport aux besoins azotés des cultures, les nitrates excédentaires peuvent alors polluer les nappes phréatiques et provoquer chez l'homme une méthémoglobinémie («syndrome du bébé bleu»), des cancers ou des maladies respiratoires (NYAKATAWA et al, 2001).

2.1.1.3. Lisière :

Lisiers sont des déjections animales, des urines et des fèces, mélangées et fermentées. Contient des débris alimentaires et peut être dilué par les eaux de pluie ou de lavage. Stocké en fosse et pompable(PIERRE, 2011).

Selon certain études menée au Canada, l'utilisation de la fraction de lisier de porc donnait une croissance de 29 à 38 % supérieure à celle du témoin minéral tandis que le traitement mixte (combinaison des 2) montrait un gain de 14 %. Le bon développement des plantes s'est traduit par de hauts rendements allant de 39 à 44 t/ha similaires à celui du traitement minéral (LANDRY et al, 2000).

Tableau 19: Teneur en minéraux de lisier de bovins (109 analyses) (en kg/m³).

	pH	N totale %	NH ₃ %	C %	M.S	K ₂ O	P ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO
moyenne	8,02	4,55	1,95	2,54	8,0	5,35	1,24	0,59	0,82	1,55

(PIERRE,2011)

2.1.1.4. Purin :

Selon PIERRE(2011), les purins sont le produit d'égouttage du fumier (urine) en étable entravée ou sur une plate-forme. Pur ou dilué.

a. Caractéristiques :

D'après VILAIN (1997):

- le purin renferme de 2 à 2,5 kg d'azote par m³ dont environ 80% sous la forme ammoniacale nitrifiant rapidement.
- Il est pauvre en phosphore.
- Les purins doivent être stockés dans des fosses étanches présentant une surface de contact avec l'air aussi réduite que possible pour minimiser les pertes.
- Il faut épandre en condition pluvieuses et en dehors de la période de pâturage.
- Sur prairies, l'utilisation répétée à doses élevées acidifie le sol et la flore se dégrade.
- Le purin diminue aussi l'appétence du fourrage ; dans certaines zones, l'herbe n'est plus consommée par les animaux.

b. Valeur fertilisante du purin :

Tableau20: Composition des purins (l/m³) et quantités produites selon les animaux.

Animaux	% azote	% P ₂ O	% K ₂ O	Volume annuel
Cheval	1,2	0,0	1,5	12 à 15 000 l
Bovin	3,0	0,3	3,1	5 à 6000 l
Mouton	1,7	1,2	2,0	2 à 300 l
Porc	0,3	1,2	2,0	5 à 600 l
Mélange	2,0	0,3	3,0	

(VILAIN, 1997)

2.2. Teneur en matière organique des différents engrais de ferme

Tableau 21: Teneurs indicatives en matière organique de quelque engrais de ferme.
(ANONYME, 2001)

Type d'engrais de ferme	Matière organique en kg/t de produit brut
Fumier de bovin de litière accumulée	180
Fumier de porcs sur litière accumulée	246
Fumier d'ovins	230
Fumiers de poulets de chair	465
Fientes à 20% de MS	127
Fientes à 65% de MS	424
Lisiers de canards	99
Lisiers de poules pondeuses	138
Lisiers de bovins purs	89
Lisiers de porcs bruts	60

2.3. Valeur fertilisante des engrais de fermes en soufre, magnésium et en oligo-éléments :

Tableau 22 : Teneur indicatives en SO₃, en MgO et en oligo-éléments de quelques engrais de fermes.

Type d'engrais de ferme	En kg/t de produit brut		En g/t de produit brut			
	SO ₃	MgO	Zn	Cu	Fe	Mn
Fumier de bovin de litière accumulée	1 a 2,5	1 a 2,5	–	–	–	–
Fumier d'ovins	0,2 a 3	1,5 a 3,5	–	–	–	–
Fumiers de poulets de chair		4,7	147	81	–	–
Fientes à 20% de MS	–	2,3	–	17	–	–
Fientes à 65% de MS	–	7,7	–	86	–	–
Lisiers de canards	–	1,9	6,6	63,3	11,0	3,4
Lisiers de poules pondeuses	–	1,4	–	15,0	–	–
Lisiers de porcs bruts	0,8	1,3	56	13,0	181	19

(ANONYME, 2019)

2.4. Composition moyenne des engrais de ferme :

Tableau 23 : La teneur moyenne en principaux éléments majeurs des différents types d'engrais de ferme.

	Éléments majeurs (en kg/t)			
	N totale	P ₂ O	K ₂ O	CaO
Fumiers composte	6,1	6,8	4	16,3
Fumiers de bovins	5,9	3,7	4	2,5
Fumiers de porcs	6	6	4	6
Lisiers de bovins	4,4	2,5	6	2,4
Lisiers de porcs	6	6	3	3,5
Fumiers de volailles	26,7	21,5	21,5	14,5
Fientes pré-séchées	22	14,4	8,9	56
Fientes séchées	35	22	15,2	85,5

(ANONYME,2019)

Les amendements organiques d'origine animale se présentent sous forme sèche ou liquide selon la manière dont ils sont stockés. Leur teneur en éléments minéraux dépend de l'espèce animale, des aliments consommés par les animaux et des modalités de stockage des déchets (EL HASSANI et PERSOONS, 1994)

2.4.1. Compostage:

Le compostage peut se définir comme un procédé contrôlé, de décomposition, de transformation de matières fraîches (fumier, lisiers, débris végétaux, etc.) sous l'action de populations microbiennes en présence d'air afin d'obtenir un produit stabilisé, riche en composés humiques, hygiénique, bien décomposé (LE CLECH et HACHLER, 2003).

Selon FRANCINE(2004), Les matières organiques doivent être compostées avant d'être enfouies dans la terre pour éviter une décomposition qui créerait un milieu défavorable aux plantes.

Selon CLEMONT (1989), le compostage apporte au sol des matières organiques ayant déjà subi une humification plus ou moins complète.

D'après LE CLECH et HACHLER (2003), la chaleur, lors du compostage, détruit un nombre important d'agent infectieux contenu dans le fumier. Une partie non négligeable des graines d'adventices subissent le même sort ;

Selon les mêmes auteurs, la matière organique transformée en humus augmente la capacité du complexe argilo humique et la fertilité des sols en général.

Il est préférable d'utiliser le compost au lieu du fumier car les graines de mauvaises herbes, souvent problématiques avec l'apport de fumier frais, et les éléments pathogènes ont été détruits lors du processus de compostage. L'azote a été fixé à même les particules de matière organique, il est donc plus stable et moins rapidement lessivable. De plus, la quantité de matériel à épandre est réduite d'environ 30 à 40 % par rapport au fumier frais (ROBITAILLE, 1989).

a. Processus de compostage :

D'après ALAIN (2008), Le compostage est le résultat d'une activité microbiologique complexe faisant appel à de très nombreuses familles de micro-organismes (bactéries, actinomycètes, champignons, algues, protozoaires, ...), pour la plupart d'origine tellurique (du sol). De manière moins prépondérante, des macro-organismes (insectes, lombrics,...) interviennent également dans le processus de compostage. Ceux-ci n'agissent pas sur les mêmes composants de la matière organique.

Selon le même auteur les spécialistes de cette décomposition distinguent deux phases :

- ❖ **La phase Thermophile**, dite « fermentation active » (terme usuel mais impropre en toute rigueur), est une phase de dégradation de la matière organique, avec prolifération de microorganismes (bactéries dominantes et actinomycètes) s'attaquant à la fraction organique facilement dégradable (sucres, protéines, acides gras, hémicellulose).

L'énergie nécessaire à la réaction provient de l'oxydation biologique du carbone : une partie est utilisée pour le métabolisme des micro-organismes et l'excédent de chaleur se dégage sous forme de vapeur d'eau. La fermentation entraîne une élévation rapide de la température du tas de compost (entre 50 et 70°C) et le rejet dans l'atmosphère de gaz carbonique (CO₂ capté par la plante quelques jours, mois ou années plus tôt ; le compostage ne contribue donc pas à l'effet de serre). Progressivement les micro-organismes s'attaquent aux matières plus difficiles à dégrader (cellulose, lignine)

- ❖ **La phase Mésophile**, dite « maturation », est essentiellement une phase de recomposition de la matière organique sous l'action des micro-organismes (champignons dominants,). Elle aboutit à la formation de matières organiques stabilisées, pré-humifiées et humifiées. Cette phase dure plus longtemps que la fermentation et s'accompagne d'une diminution de la température (30 à 40°C) et parfois d'un développement macro-organique (insectes, lombrics,...).

Tableau 24 : Caractéristique des principaux produits de compostage.

Produits	Rapport C/N	Teneur en eau	Aptitude à la décomposition
Fumier de bovin	20	moyenne	bonne
Fumier de cheval	25	moyenne	bonne
Feuilles	20 à 30	moyenne	bonne
Fumier de poule	10	élevée	bonne
Litière de poules	12 à 20	faible	moyenne
Purin	2 à 3	liquide	bonne
Lisier de bovins	7 à 15	liquide	bonne
Déchets de légumes	10 à 20	élevée	bonne
Tontes de gazon	15 à 25	élevée	bonne
Litière de chevaux	30 à 60	faible	mauvaise
Bois de taille	100 à 150	très faible	mauvaise
Écorce	100 à 130	variable	moyenne
Paille	60 à 100	faible	moyenne

(LE CLECH et HACHLER, 2013)

b. Produit fini du procédé de compostage :

Selon AMORCE (1998), l'apport de matière organique permet de nourrir le sol avant de nourrir la plante. Maintenir une bonne structure du sol et la matière organique y tient un rôle essentiel.

L'apport de compost à un sol a plusieurs conséquences :

➤ **physiques :**

- ✓ la couleur foncée de l'humus modifie le comportement thermique du sol et le rend plus absorbant à la lumière, ce qui conditionne la croissance végétale ;
- ✓ la stabilité structurale et une meilleure porosité facilitent la croissance des racines ainsi que le développement de la vie biologique ;
- ✓ la meilleure rétention en eau du sol permet de limiter l'érosion due au ruissellement ;

➤ **chimiques :**

- ✓ une meilleure régulation des stocks en éléments nutritifs pour la plante;
- ✓ un pouvoir tampon élevé ;

✓ **biologiques :**

- ✓ une source de nourriture pour la faune et la flore du sol ;
- ✓ la nutrition « organique » des plantes.

2.4.2. Les engrais verts:

Le terme engrais vert selon LOZET et MATHIEU (1990), est réservé aux végétaux (généralement pour les légumineuses) cultivés intentionnellement pour être retournés à l'état vert dans le sol pour restituer de la matière organique dans le but de rétablir la structure dégradée par les pratiques culturales et par le manque de restitution d'humus.

La technique des engrais verts quant à elle existe depuis des siècles, il s'agit de cultiver entre deux cultures principales, d'autres cultures qui seront broyées et incorporées dans la terre ou récoltées comme fourrage (FRANCINE, 2004).

a. Les avantages et les inconvénients des engrais vert :

❖ Les avantages :

Les engrais vert présentent divers et multiples avantages, RODET (1978), WARMAN (2000), SOLTNER (2000), les résumant ainsi:

- Protection des sols contre la variation climatique, le ravinement, les lessivages hivernaux, l'insolation.
- Protection dans les zones superficielles du sol de certains éléments puisés en profondeur
- Ils favorisent la nutrition de culture suivante
- Ils peuvent fournir en cas de besoin de production fourrage de complément

- Ils enrichissent les sols en matière organique et en azote
- Il stimule la vie du sol (la faune et la flore)
- Ils améliorent la structure de sol et augmente la capacité hydrique du sol et accroissent l'infiltration de l'eau et la percolation dans le sol
- Ils sont de puissants nettoyeurs du sol, ils laissent lever la plupart des graines et étouffent ensuite, lorsqu'il s'agit de plante à enracinement profond (luzerne).

❖ **Les inconvénients :**

Les engrais verts présentent aussi des inconvénients (WARMAN, 2010; MAZOYER et al, 2012).

- Ils constituent des coûts supplémentaires, pour l'achat des semences.
- L'enfouissement d'une grande quantité de plantes non légumineuses ayant un ratio C/N élevé peut entraîner une baisse de la quantité d'azote fixée pour la culture suivante.
- La consommation d'eau importante qui peut, dans les climats secs, empêcher la reconstitution de la réserve en eau du sol.
- La présence des plantes pendant l'inter-culture, empêche de détruire mécaniquement certains adventices tels que le chiendent.

b. Végétaux à utiliser comme engrais verts:

Les plantes qui peuvent être utilisées comme engrais verts sont les légumineuses, les graminées, les crucifères (chou fourrager, chou navette, colza fourrager, moutarde blanche, radis fourrager), les épinards, le tournesol pour leur pouvoir « nettoyant » (FRANCINE, 2004).

Selon WARMAN(2000) et MAZOYER et al(2002), En générale, les plantes utilisées comme engrais verts devraient:

- ✓ pouvoir être cultivés à coûts minimes;
- ✓ être facilement établi;
- ✓ produisent facilement des pousses et des racines succulentes;
- ✓ être capable de pousser sur des sols pauvres;

c. La culture d'engrais verts:

D'après RODET (1978), les engrais verts sont des cultures dérobées, ils sont cultivés avant, pendant ou après la culture principale:

- ✓ Avant la culture principale: l'engrais verts sera enfoui 15 à 30 jours avant le semis ou plantation réaliser.
- ✓ Pendant la culture principale: sur les cultures fixes tels que les arbres fruitiers, semis aussi tôt après un désherbage.
- ✓ Après la culture principale: leur mise en place s'effectue après une préparation superficielle rapide du sol. Le plus tôt possible après une moisson (MAZOYER et al, 2012).

CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES

Le but de notre expérimentation est d'étudier l'effet de deux fertilisants organiques d'origine animale qui sont le fumier de bovin et la fiente de volaille sur la production de la tomate maraichère (*solanum lycopersicum*), conduite sous serre .

1. Le matériel végétal :

Le matériel végétale utilisé est la tomate maraichère (*solanum lycopersicum*), variété F1 hybride (PANEKRA), elle est destinée à la consommation en frais et se caractérise par:

1.1. Caractéristiques techniques :

- Tomate indéterminée mi-précoce.
- Plant très vigoureux avec des entrenœuds moyens.
- Fruit rond de 150 à 250 gr avec une bonne coloration rouge.
- Fruit très ferme résiste le transport long
- Température de conservation recommandée : max.15°C
- Semence d'origine Chili

2. Zone d'étude :

Notre essai s'est déroulé au niveau d'une ferme agricole privée qui se situe à Kolea wilaya de Tipaza

2.1. Données pédologiques :

Les analyses réalisées, à l'Institut National des Sols de l'Irrigation et de drainage (INSID) pour notre sol, ont donné les résultats suivants :

Tableau 25: les caractéristiques physiques de sol méthode d'analyse Tamisage et sédimentation.

Les composants granulométriques	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
Portions en %	20.58	17.86	11.18	31.12	19.26

Tableau 26: les caractéristiques chimiques.

Conductivité électrique (mmhos/cm)	Calcaire total %	Calcaire actif %	Humus %	Humidité disponible %	pH
1.21	2.8	/	6.1	/	7.3

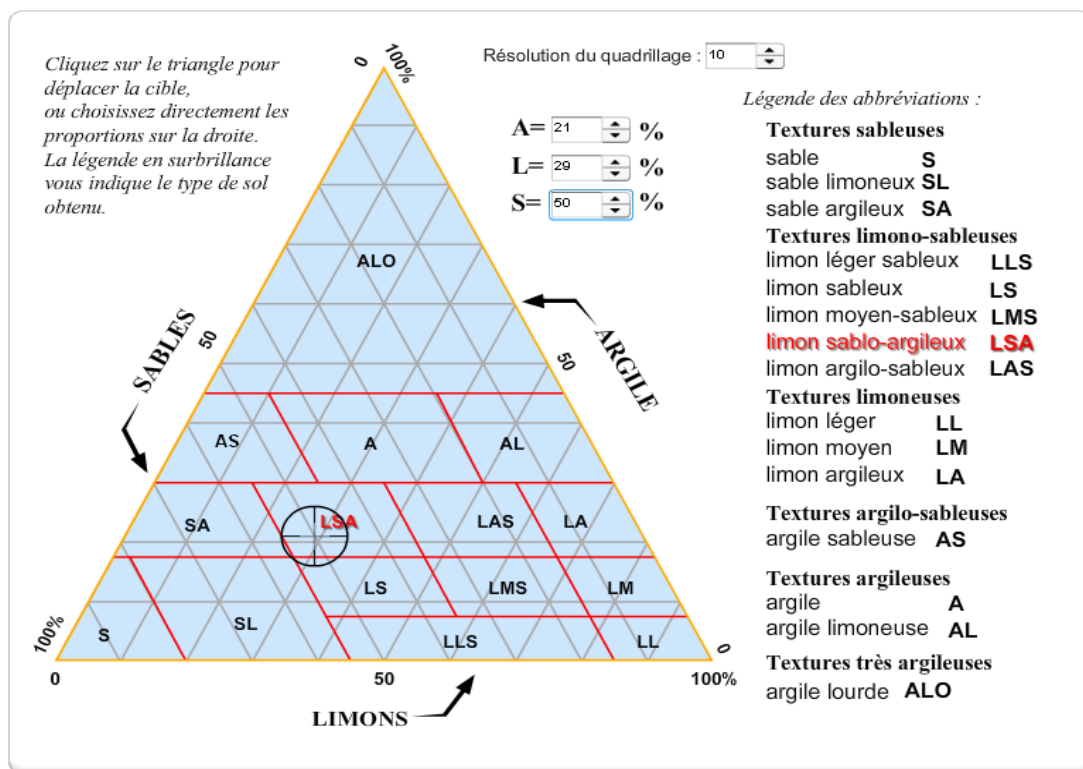


Figure 2: Triangle textural de HENIN.

D'après les résultats obtenus, et selon le triangle de texture, le sol est de type - sablo-argilo-limoneuse- (SAL) qui est :

Léger, ne se tasse pas, Très perméable, S'échauffe et se refroidisse facilement, aéré, facile à travailler.

Faible taux de **calcaire total** <5%, notre sol est non calcaire.

Tolérance au pH: 4.5 <7.3> 8.2 Le pH de notre sol est neutre, se situe dans l'intervalle souhaité.

2.2. Données climatiques :

Le climat de Kolea est de type méditerranéen, en se situant dans l'étage Bioclimatique sub-humide avec une pluviométrie de 600 à 650mm/an.

Tableau 27: Relevé de température sous serre durant l'expérimentation (en °C) pour l'année 2019

La semaine	9:00 h	12:00 h	16:00 h
De 10 à 18 Février	11	18	17
De 19 à 25 Février	10,9	19,3	18,4
De 26 Février à 3 Mars	17	21,6	19
De 4 à 10 Mars	18,4	27	24,2
De 11 à 17 Mars	16	22	19
De 18 à 24 Mars	20	21,5	19,5
De 25 à 31 Mars	18,25	25,33	22,66
De 1 à 7 Avril	23,4	27,6	25,8
De 8 à 14 Avril	24,2	25,6	22,3
De 15 à 21 Avril	21,2	24,8	21,4
De 22 à 28 Avril	28,1	29,2	26,8
De 29 Avril à 5 Mai	23	27,25	24
De 6 à 12 Mai	24	26,4	24,4
De 13 à 19 Mai	30	35,2	33,8
De 20 à 26 Mai	27,2	29,2	28
De 27 à 2 juin	28	32	32
De 3 à 9 juin	27,5	28	25,5
De 10 à 16 juin	29	30,5	27
De 17 à 23 juin	28,7	31,3	27,7

Les températures enregistrées sous serre durant l'expérimentation répondent aux besoins de tomate au cours de son cycle de développement

3. Dispositif expérimentale :

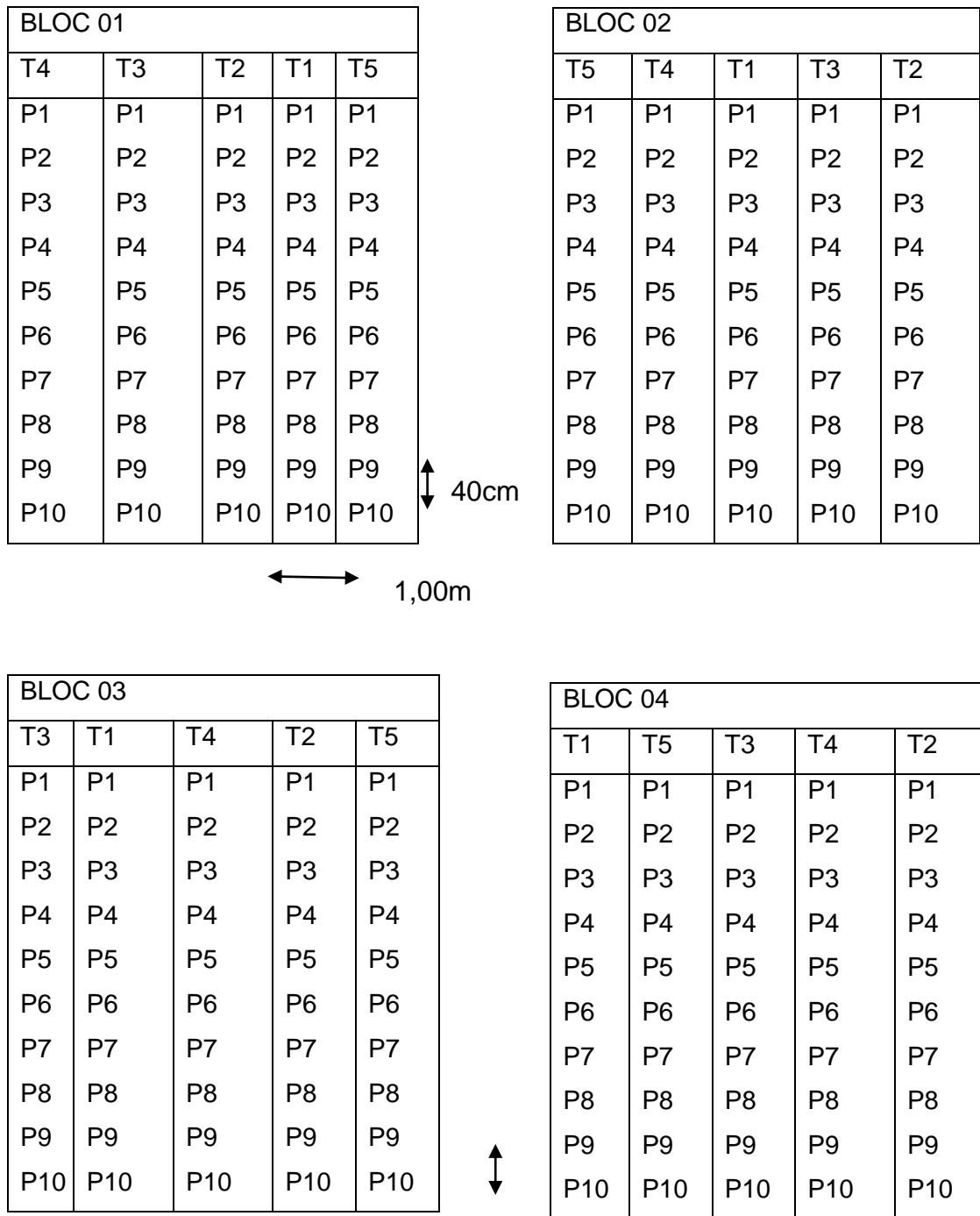


Figure 2.2 : schéma de dispositif expérimental (bloc aléatoire complète).

↑↓ **40cm** : distances entre plants.

←→ **1,00 m** : distances entre lignes.

T : traitement.

P : observation (plant).

T1 : représente les plants fertilisés avec le fumier de bovins à une dose de 60t/ha.

T2 : représente les plants témoin (aucune fertilisation).

T3 : représente les plants fertilisés avec un mélange de la fiente de volailles à une dose de 10t/ha et le fumier de bovin à une dose de 30t/ha.

T4 : représente les plants fertilisés avec la fiente des volailles à une dose de 20t/ha.

T5 : représente les plants fertilisés avec un engrais minéral, (20 20 20+OE) (N, P, K) à une dose de 2 g/plant à chaque irrigation.

L'expérimentation a été réalisée en bloc aléatoire complet à un facteur étudié en quatre répétitions, donc 4 blocs élémentaires avec 4 différents type de fertilisants (fumier de bovin, fiente de volaille, mélange du fumier et la fiente et fertilisation minéral) qui sont répartis dans chaque bloc d'une façon aléatoire, Pour chaque traitement nous tenons dix plants, au totale nous avons 200 plants à observer.

4. La conduite de la culture :

4.1. Semis en pépinière :

L'opération de semis a été réalisée au niveau d'une pépinière à Staoueli le 09 janvier 2019 dans des alvéoles, contenant de la tourbe noire désinfectée, d'une capacité de rétention en eau de 80 l/m³.

Le semis est suivi par un arrosage abondant permettant une bonne germination des grains.

l'Arrosage se fait tout les 2 à 3 jours en évitant le dessèchement de la tourbe.



Figure 3: Plants de tomate dans les alvéoles au niveau de stade pépinière (photo originale, 2019)

4.2. Les précédentes cultures :

Il y avait aucune précédente culture, c'est un terrain nu, qui n'avait pas été exploité pendant plusieurs années.

4.3. Travaux de préparation du sol :

- ✓ Labour profond à environ 60 cm à l'aide d'une charrue à soc réversible le 11 novembre 2018
- ✓ Discage avec un CoverCrop.
- ✓ La mise en place de la demi-serre (12 arcs) qui occupe une superficie de 192 m²
- ✓ Traçage des lignes de plantation à l'aide d'une binette.
- ✓ Apport localisé de fumure organique 30/12/2018.
- ✓ Installation du réseau d'irrigation (système goutte à goutte) : 02/01/2019.
- ✓ Paillage plastique à l'aide d'un film noir de 80µ 09/01/2019.
- ✓ Ouverture du film au niveau de transplantation selon la fréquence de plantation choisie 40cm le 04/02/2019.



Figure 4: billonnage et apport de fumier (photo originale, 2019).

4.4. Fertilisation de la culture :

Notre culture est alimentée par deux types de fertilisation, une fertilisation organique qui est réalisée avant le repiquage des plants, la 2^{ème} fertilisation est minérale qui est réalisée pour un seul traitement (T5) au cours de cycle végétatif de la tomate.

a. organique :

Spécifiquement pour les traitements T1, T4 et T3 qui présentent la fiente de volaille, le fumier de bovin, et le mélange entre la fiente de volaille et le fumier de bovin respectivement la dose recommandée en fumier de bovin pour notre culture est de 60 T/ha, donc 2,4 kg pour chaque plant du T1.

Sachant qu'une unité de fumier de ferme c'est l'équivalent de 1/3 unité fertilisante de fiente de volaille. Donc la dose de fiente de volaille est de $(60/3 = 20 \text{ T/ha})$

Alors la dose pour le traitement T4 est de 0,8 kg pour chaque plant du T4 et pour le T3 qui présentent le mélange entre la fiente de volaille et le fumier de bovin respectivement la dose de $(2,4/2=1,2 \text{ kg/plant}) + (0,8/2=0,4 \text{ kg/plant}) = (1,2 \text{ kg} + 0,4 \text{ kg})$ alors la dose pour le traitement T4 est de 1,6 kg/plant

b. minérale :

La fertilisation minérale (fertigation), nous allons apporter 2 g/plant d'engrais composé sous forme liquide (20.20.20+OE) à chaque irrigation du 20^{ème} jour après repiquage jusqu'à la fin de notre expérience.



Figure 5: engrais minérale (20+20+20+OE) (photo originale, 2019).

4.5. Repiquage sous serre

Le repiquage des plants en motte a été effectuée 10 février 2019, après environ six semaines du semis en pépinière, lorsque les plants sont devenus vigoureux et aptes à être repiqués.

Une irrigation légère a été réalisée juste après le repiquage, afin d'éliminer les poches d'air, en permettant le contact des racines au sol.



Figure 6: Repiquage des plants de tomate (photo originale, 2019).

4.6. Les travaux d'entretien :

4.6.1. Tuteurage :

Réalisé à l'aide de deux fils l'un situé en bas fixé horizontalement dans des piquets posés au sol verticalement à l'extrémité de chaque billon pour le 2eme fil attaché en haut dans les barres de serre, ces deux fils portent les ficelles. Qui vont :

- redresser les plants entiers.
- maintenir la tige de la tomate.



Figure 7: Tuteurage des plants de tomate (photo originale,2019).

4.6.2. L'effeuillage

Manuellement, pendant tout le cycle de la plante. Essentiellement pour :

- éviter l'installation des maladies.
- -l'aération des plants.

4.6.3. Paillage :

Couverture du sol avec du film plastique noire le long des billons il permet :

- -l'élimination de la compétition des mauvaises herbes.
- -de diminuer l'évaporation.
- -D'augmenter le bilan énergétique en gardant la chaleur du sol.



Figure 8: film plastique noire le long des billons (photo originale, 2019).

4.6.4. L'Ébourgeonnage :

Notre culture a été conduite à un seul bras, et pour cela nous avons supprimé manuellement les bourgeons axillaires à l'aisselle de chaque feuille pendant tout le cycle de la plante, pour une :

- bonne répartition de la sève.
- -augmentation du calibre des fruits.

4.6.5. Etêtage :

Se fait manuellement au-dessus de 6^{ème} bouquet pour : arrêter la croissance.

- avoir des fruits avec de bon calibre

4.6.6. Irrigation :

A l'aide d'un système goutte à goutte, une 2^{ème} irrigation à 20 jour du repiquage, les fréquences qui suivent varient en fonction de la température.



Figure 9: Le système goutte à goutte (photo originale, 2019).

4.6.7. Récolte :

La première récolte a été effectuée le 9 mai environ 121 jours après repiquage. Nous avons récolté une fois par semaine.



Figure 10: fruit de tomate au stade récolte (photo originale, 2019).



Figure 11: fruits de tomate récoltés (photo originale, 2019).

5. Les paramètres étudiés :

5.1. Paramètres de croissance :

Les mesures ont été effectuées sur les dix plants de chaque traitement et de chaque répétition.

5.1.1. Nombre de fleurs par plant :

Nous avons compté les fleurs de chaque bouquet pour chaque plant des trois traitements, la somme des trois bouquets représente le nombre de fleur par plant.

5.1.2. Taux d'avortement par plant :

Nous avons calculé le taux d'avortement à partir de la différence entre le nombre de fleurs nouées et le nombre total de fleurs de chaque bouquet et de chaque plant.

5.1.3. Hauteur des plants après 60 jour du repiquage :

Nous avons mesuré la hauteur de chaque plant pour chaque traitement après 60 jour du repiquage, à l'aide d'un ruban mètre.

5.1.4. Nombre des feuilles après 60 jour du repiquage :

Nous avons compté le nombre de feuilles pour chaque plant pour chaque traitement.

5.2. Paramètre de production :**5.2.1. Nombre de fruits par plant :**

Pendant chaque cueillette, les fruits récoltés sont comptés séparément au niveau de trois bouquets, la somme des trois bouquets représente le nombre de fruit par plant.

4.2.2. Poids moyen des fruits par plant :

Après chaque récolte, les fruits de chaque bouquet sont pesés séparément, le rapport de la somme du poids des fruits récoltés au niveau de chaque bouquet sur leur nombre, correspond au poids moyen.

Le poids moyen par plant correspond au moyen des trois bouquets.

5.2.3. Calibre des fruits par plant :

Les fruits récoltés ont été calibrés à l'aide d'un pied à coulisse et ont été classé selon les diamètres suivants :

Classe A : Les fruits ayants un calibre supérieur à 70 mm.

Classe B : Fruits ayants un calibre compris entre 65 et 70 mm.

Classe C : Fruits ayants un calibre compris entre 60 et 65 mm.

5.2.4. Rendement total par plant :

Nous avons fait la somme des rendements des trois bouquets de chaque plant.

6. Quelques maladies observées :

Durant notre expérimentation nous avons observé des symptômes de quelques maladies redoutables chez la tomate, qui sont présentés par les photos ci-dessous. Tache brune marbrées, irrégulièrement bosselées en surface causé par *Phytophthora infestans*.



Figure 12: feuille de tomate touchée par la *Tuta absoluta* (photo originale, 2019).

CHAPITRE III: Résultats et Discussion

A. Paramètres de croissance :

A.1. Nombre de fleurs par plant :

Les résultats du paramètre nombre de fleurs par plant et pour chaque traitement sont représentés dans le tableau (anex 01).

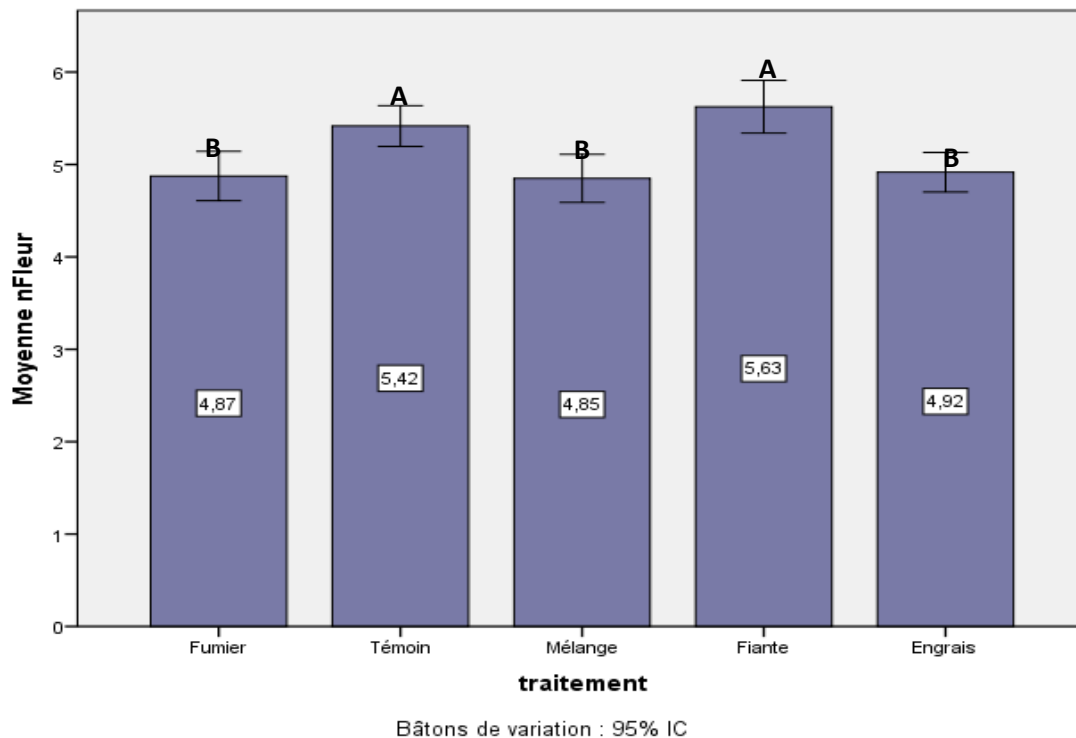


Figure 13 : Variation du paramètre nombre de fleurs par plant

Le test de Tukey montre l'existence de 02 groupes homogènes selon le nombre des fleurs. Nous remarquons que dans le 1^{er} groupe se trouve les plants traités par la fiente et les plants témoins avec une moyenne allant de 5,42 à 5,63.. Le second groupe renferme les plants traités par le fumier, le mélange et l'engrais avec une moyenne allant de 4,85 à 4,92.

Il existe une différence significative entre le groupe A (plants témoins et plants alimentés par la fiente de volaille) et le groupe B (plants alimentés par le fumier du bovin, le mélange : fiente et fumier 50%50% et les plants alimentés par l'engrais minéral. les résultats concernant le nombre de fleurs par plant pour la fiente et les plants témoins sont les meilleurs.

A.2. Nombre de feuille par plant après 60 jours du repiquage :

Les résultats du paramètre nombre de feuille par plant et pour chaque traitement sont représentés dans le tableau (anex 02).

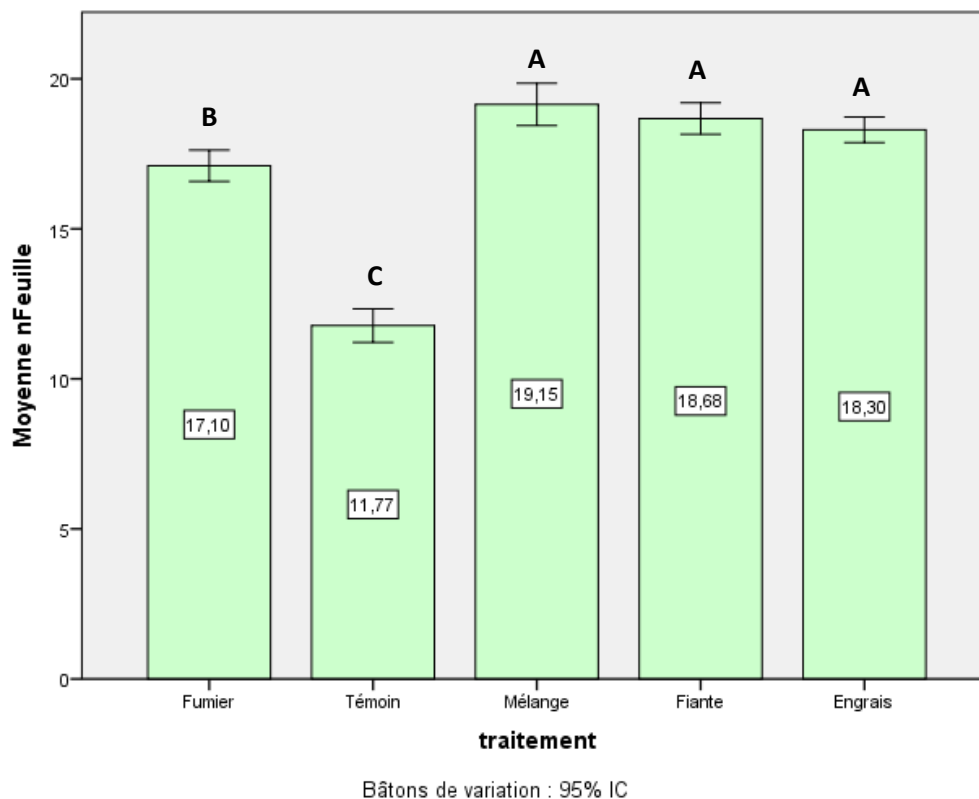


Figure 14 : Variation du paramètre nombre de feuille par plant

Le test d'analyse de variance montre l'existence de 03 groupes homogènes selon la moyenne des nombres des feuilles. nous remarquons que dans le 1^{er} groupe se trouve les plants traités par le mélange, la fiente et l'engrais avec une moyenne allant de 18,30 à 19,15. Le second groupe renferme les plants traités par le fumier avec une moyenne de 17,10. Le dernier groupe représente les plants témoin avec une moyenne de 11,77. En effet, Il existe une différence significative entre le groupe A (plants alimentés par le mélange : fiente et fumier 50%50%, plants alimentés par l'engrais minéral et plants alimentés par la fiente de volaille) et le groupe B (plants alimentés par le fumier du bovin, et le groupe C (les plants témoins) à noter que ce dernier (T2) présente les résultats les plus faibles.

A.3. Taux d'avortement par plant :

Les résultats obtenus pour le paramètre taux d'avortement des plants de chaque traitement sont représentés dans le tableau (anex 03).

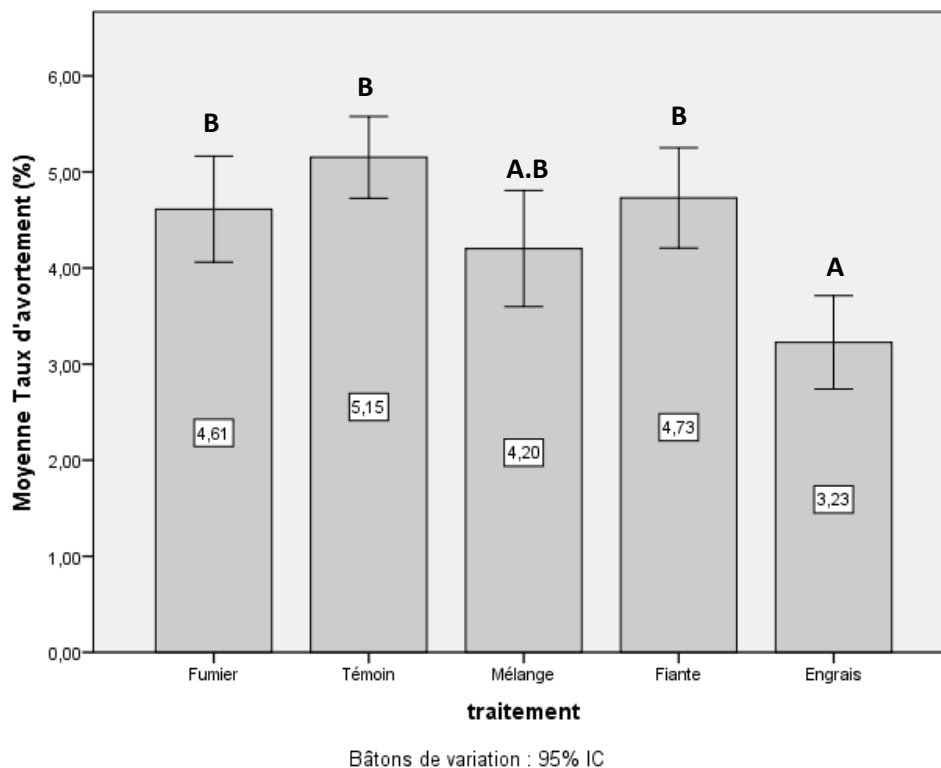


Figure 15 : Variation du paramètre taux d'avortement par plant

L'analyse statistique montre l'existence de 02 groupes homogènes selon le Taux d'avortement par plant .On trouve dans le 1^{er} groupe les plants traités par l'engrais avec une moyenne de 3,3. Un groupe transitoire entre le premier et le deuxième groupe renferme les plants traités par le mélange avec une moyenne de 4,20 Le deuxième groupe représente les plants traités par le fumier , la fiente de volaille et le témoin avec une moyenne allant de 4,61 à 5,15.

En effet, la différence est significative entre le groupe A (plants alimentés par l'engrais minéral) et le groupe transitoire A.B (plants alimentés par le mélange : fiente et fumier 50%50%). Et le groupe B (les plants témoins, plants alimentés par la fiente de volaille et plants alimentés par le fumier du bovin). Les résultats concernant le taux d'avortement par plant pour le mélange et l'engrais sont les plus faibles .

A.4 .Hauteur des plants après 60 jours du repiquage :

Pour la hauteur des plants après 60 jours du repiquage , les résultats obtenus sont représentés dans le tableau (anex 04)

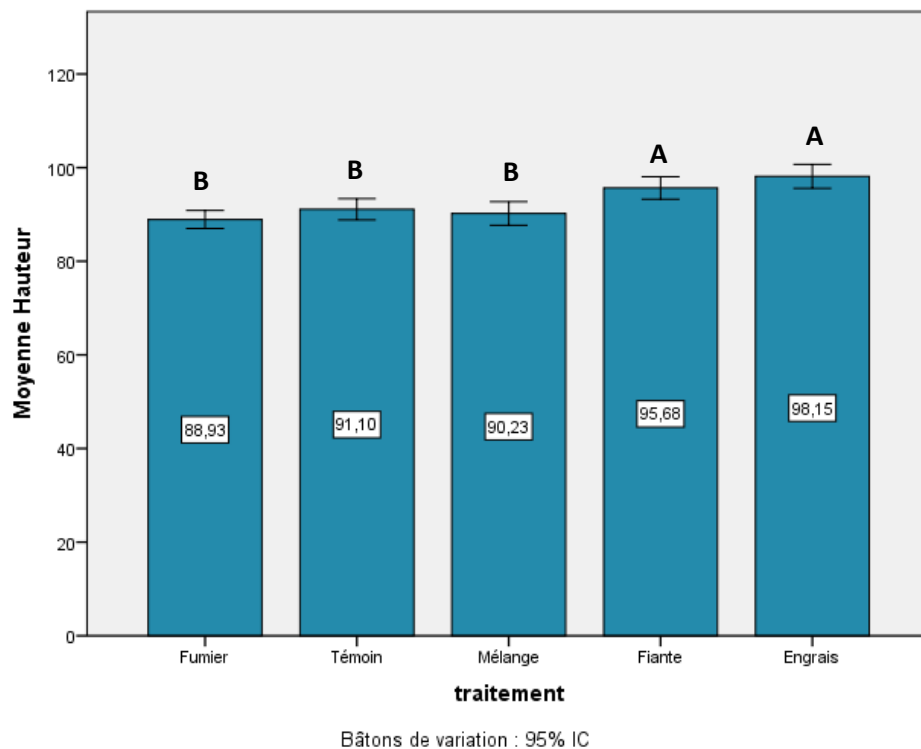


Figure 16 : Variation du paramètre hauteur des plans

Le test de Tukey montre l'existence de 02 groupes homogènes selon la moyenne des hauteurs. Nous remarquons que dans le 1^{er} groupe se trouve les plants traités par la fiente et l'engrais avec une moyenne allant de 95,68 cm à 98,15 cm. Le second groupe renferme les plants traités par le fumier, le mélange et le témoin avec une moyenne allant de 88,93 cm à 91,10 cm.

Il existe une différence significative entre le groupe A (plants alimentés par la fiente de volaille et plants alimentés par l'engrais minéral) et le groupe B (plants alimentés par le fumier du bovin, plants alimentés par le mélange : fiente et fumier 50%50% et les plants témoins). Les résultats concernant la hauteur des plants après 60 jours du repiquage pour la fiente et l'engrais sont meilleurs.

B. Les paramètres de production :

B.1. Nombre de fruits par plant :

Les résultats obtenus pour le nombre de fruits par plant sont représentés dans le tableau (anex 05)

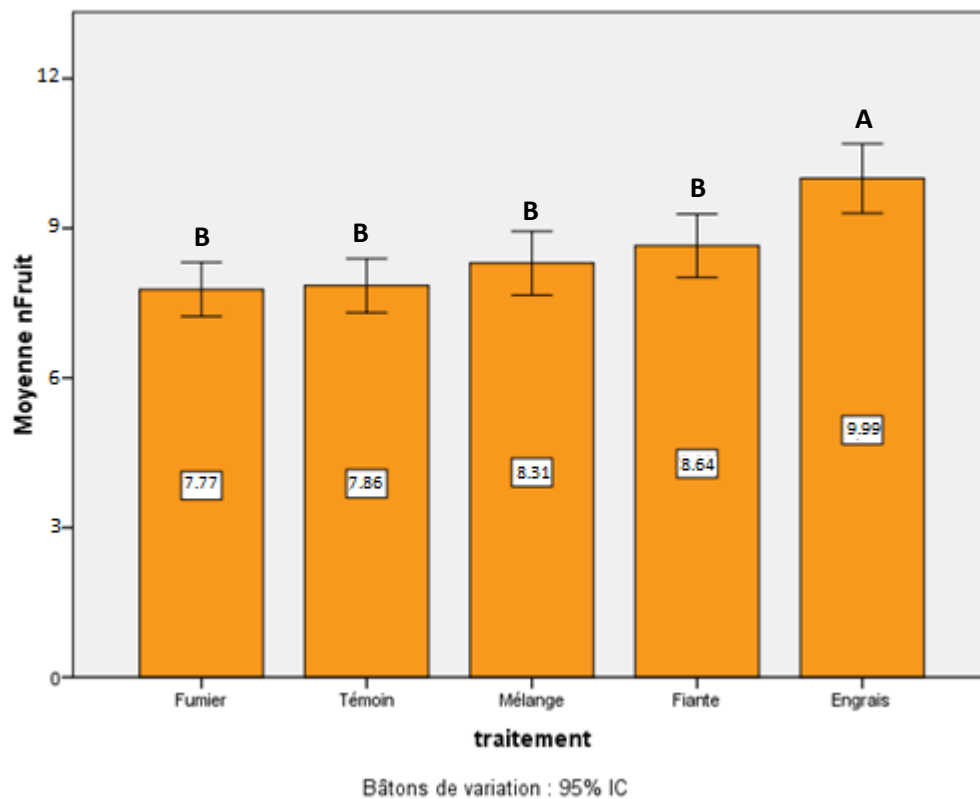


Figure 17 : Variation du paramètre nombre de fruits par plant

L'analyse statistique de la variance montre l'existence de 02 groupes homogènes selon le nombre des fruits. Nous remarquons que dans le 1^{er} groupe se trouve les plants traités par les Engrais avec une moyenne de 9,99. Le second groupe renferme les plants témoins, les plans traité par le fumier, le mélange et la fiente avec une moyenne allant de 7,77 à 8,64.

L'analyse de la variance nous montre qu'il existe une différence significative entre le groupe A (plants alimentés par l'engrais minéral) et le groupe B (plants alimentés par la fiente de volaille, plants alimentés par le fumier du bovin, plants alimentés par le mélange : fiente et fumier 50%50% et les plants témoins), et c'est l'engrais qui présente le plus grand nombre de fruits par plant

B.2. Poids moyen des fruits par plant :

Les résultats obtenus pour le paramètre poids moyen des fruits par plant sont représentés dans le tableau (anex 06)

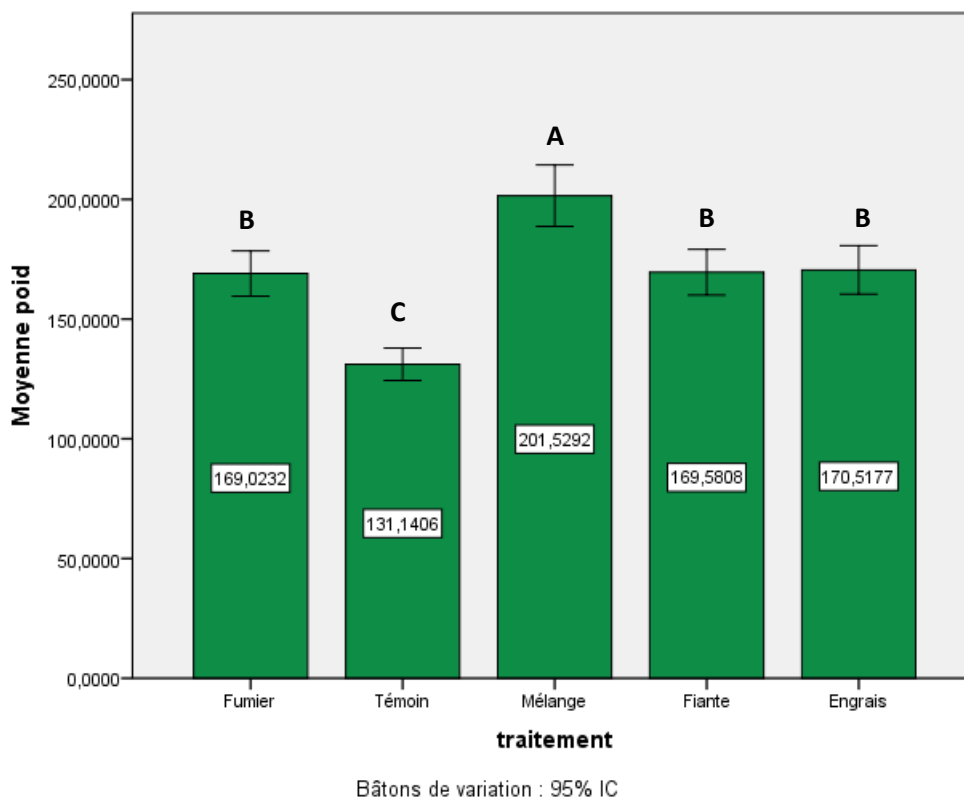


Figure 18 : Variation du paramètre poids moyen des fruits par plant

Le test d'analyse de variance montre l'existence de 03 groupes homogènes selon la moyenne du poids des fruits. Nous remarquons que dans le 1^{er} groupe se trouve les plants traités par le Mélange avec une moyenne de 201.52 g. Le second groupe renferme les plants traités par le fumier, la fiente et engrais avec une moyenne de 169,02 g à 170.51 g. Le dernier groupe représente les plants témoins avec une moyenne de 131,14 g.

En effet, Il existe une différence significative entre le groupe A (plants alimentés par le mélange : fiente et fumier 50%50%), et le groupe B (plants alimentés par le fumier du bovin, plants alimentés par l'engrais minéral et plants alimentés par la fiente de volaille), et le groupe C (les plants témoins). les résultats concernant poids moyen des fruits par plant pour le mélange sont meilleurs.

B.3.Diamètre moyen des fruits par plant :

Les résultats obtenus pour le paramètre diamètre moyen des fruits par plant sont représentés dans le tableau (anex 07)

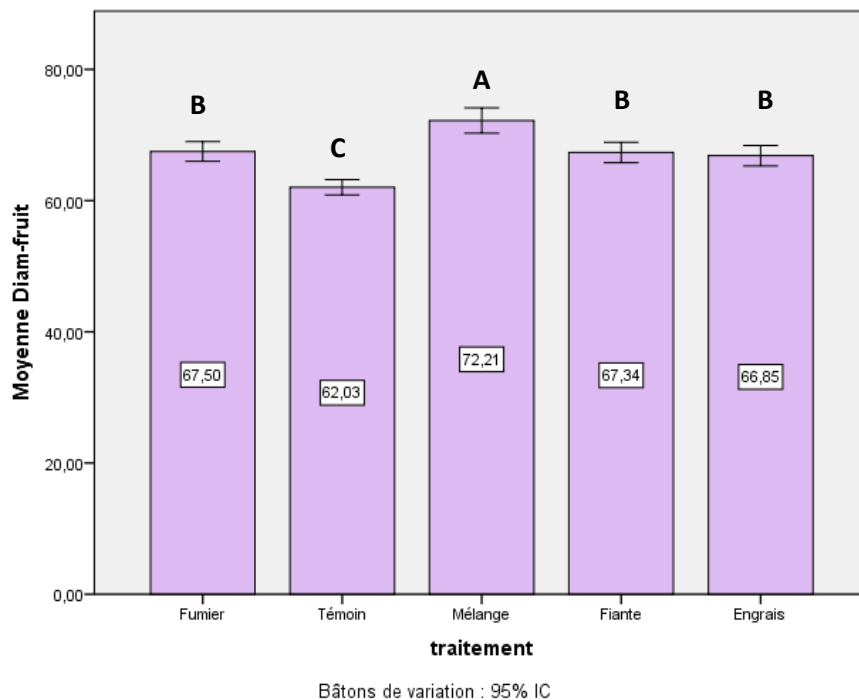


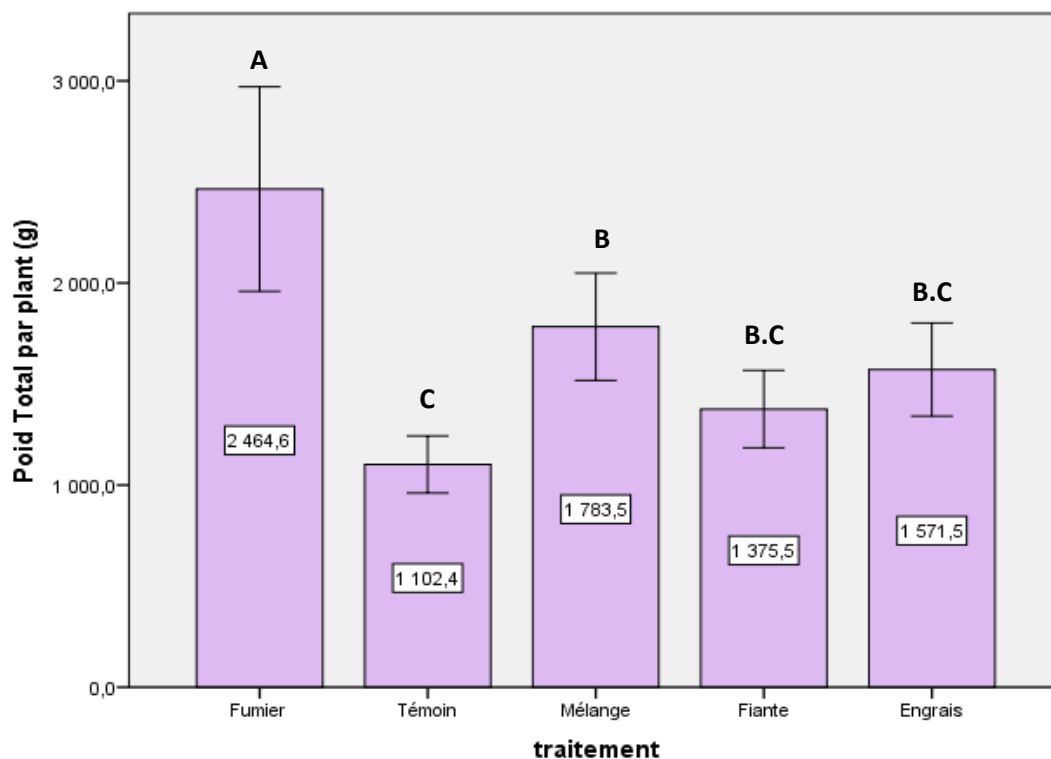
Figure 19 : Variation du paramètre diamètre moyen des fruits par plant

L'analyse statistique montre l'existence de 03 groupes homogènes selon le diamètre des fruits. Nous trouvons dans le 1^{er} groupe les plants alimentés par le mélange avec une moyenne de 72,21 mm. Le second groupe renferme les plants traités par la Fiente de volaille, le Fumier de Bovin et les Engrais avec une moyenne allant de 66,85 à 67,50 mm. Les plants témoins sont dans le groupe 3 dont la moyenne est de 62.03 mm.

En effet, Il existe une différence significative entre le groupe A (plants alimentés par le mélange : fiente et fumier 50%50%,) et le groupe B (plants alimentés par le fumier du bovin, plants alimentés par l'engrais minéral et plants alimentés par la fiente de volaille). Et le groupe C (les plants témoins). les résultats concernant le diamètre moyen des fruits par plant pour le mélange sont meilleurs.

B.4. Rendement total par plant

Les résultats du rendement total par plant sont représentés dans le tableau (anex 08)



Bâtons de variation : 95% IC

Figure 20 : Variation du paramètre rendement totale par plant

L'analyse statistique montre l'existence de 03 groupes homogènes selon le Poids total des fruits par plants. On trouve dans le 1^{er} groupe les plants traités par les fumiers avec une moyenne de 2464,60 g/plant. Le second groupe représente les plants traités par le mélange avec une moyenne de 1783,50 g/plant . Un groupe transitoire entre le second et le troisième groupe renferme les plants traités par la Fiente de volaille et les Engrais avec une moyenne allant de 1375,50 à 1571,50 g/plant. Le dernier groupe est représenté par les plants témoins avec une moyenne de 1102,4 g/plant.

En effet, Il existe une différence significative entre le groupe A (plants alimentés par le fumier du bovin) et le groupe B (plants alimentés par le mélange : fiente et fumier 50%50%), groupe transitoire BC (plants alimentés par l'engrais minéral et plants alimentés par la fiente de volaille) Et le groupe C (les plants témoins). Les résultats concernant le rendement total par plant pour le fumier sont meilleurs.

Conclusion et perspectives

Conclusion

Notre travail consiste principalement en une étude expérimentale qui s'inscrit dans le cadre d'un projet dont l'objectif est, d'étudier l'effet de deux fertilisants organiques d'origine animal qui sont le fumier de bovins et la fiente de volailles sur la production de la tomate maraichère (*solanum lycopersicum*), conduite sous serre, les résultats obtenus ont été comparés avec ceux obtenus avec une fertilisation minérale, et nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Pour les paramètres de croissance :

Les résultats sont presque les mêmes, quelque soit la fumure appliquée pour l'ensemble des paramètres, Sauf pour le taux d'avortement le plus faible est en faveur de l'engrais et le mélange (Fiente de volaille, Fumier de bovin 50%50%)

- Pour les paramètres de production :

Les paramètres qui possèdent une différence significative est le poids moyen des fruits par plant et le rendement total par plan, contrairement pour le reste des paramètres étudiés. Les plants alimentés par le mélange (Fiente de volaille, Fumier de bovin 50%50%) a donné le meilleur résultat concernant le poids moyen des fruits avec une valeur 201.59g, et pour le rendement total par plant le fumier de bovin a donné un excellent résultat par rapport aux autres fertilisants avec une moyenne de 2464.6g et c'est le seul fertilisant qui dépassé la barre de 2000g .

D'après les résultats enregistrés à travers cet essai, nous proposons de réalisé des nouvelle expérience sur le système biologique avec ces deux types de fertilisants organiques en varient les doses d'application et les combinaison

Références bibliographiques

Référence Bibliographique

1. ABDELLAOUI H, 2006: l'agriculture biologique a-t-elle un avenir prometteur? Rev, agri et agri durable, N° 45, Alger, pp24-28.
2. ABELHA P, GULYURTLU I, BOAVIDA D, BARROS JS, CABRITA I, LEAHY J, KELLEHER B, LEAHY M, HENIHAN AM. 2003: Combustion of poultry litter in a fluidized bed combustor.éd: *Fuel*, pp 687-692.
3. ALAIN DAMIEN, 2008: Guide du traitement des déchets éd: « Dunod ». pp2-3
4. AMORCE, 1998: Le compostage des déchets verts éd: *cercle nationale de recyclage* pp 20-21
5. ANONYME, 1995: Les engrais et leurs applications. Première édition par la FAO, Rome, 1965.
6. ANONYME, 1999: Cfr. Classeur Eau-Nitrate – Fiches jaunes pp 5-11.
7. ANONYME, 2001: fertiliser avec les engrais de ferme. éd: oxalis, 104p.
8. ANONYME, 2006 : les ravageurs et maladies du sol dans le potager.
9. ANONYME, 2007 : FAO STAT in GIOVE et ABIS.
10. ANONYME, 2009: FIBL/IFOAM et différentes sources européennes.
11. ANONYME, 2010: Evolution de la production de la tomate en Algérie. Ed. Institut de développement des cultures maraichères, 10 p.
12. AUBERT C., 2005: Le jardin potager biologique. éd:Laballery, Paris, pp 32-132.
13. BAKAYOKO S, NINDJIN C, DAO D, TSCHANNEN A, GIRARDIN O et ASSA A., 2007: Fumure organique et productivité du manioc (*Manihotesculenta* CRANTZ) en Côte d'Ivoire. Ed:*Agronomie Africaine*, pp 271-279.
14. BALTAZART, 2010: propriétés physiques, chimiques, biologiques et nutritives des litières en élevage de volailles, thèse doctorat ENV D'ALFORT, pp14 -17.

Référence Bibliographique

15. BARTRAM et PERKINS, 2003: «The biodiversity benefits of Organic Farming». éd: OECD, *Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, p 77-96.
16. BELPOMME D., 2001: Les produits phytosanitaires et la santé humaine, Rev. Les abeilles de France. N°52, Paris, pp 35- 36.
17. BENBADJI N, 1977: Etude expérimentale de la croissance et de la production de la tomate sous l'action des concentrations différentes de NaCl et d'apport d'amendement. TheseIng. INA El-Harrach, Alger, 69p.
18. BERNHART M, FASINA OO, FULTON J, WOOD CW. 2010: Compaction of poultry litter.éd. *BioresourceTechnology*, pp 234–238.
19. BLANCARD D, 2010: les maladies de la tomate, identifier, connaitre, maitriser, P 419-647.
20. BOCKMAN O et al, 1990: Agriculture et fertilisation. éd: Division agriculture, Oslo, 139 p.
21. BOVEY R, BAGGIOLINI M, BOLAY A, BOVAY E, CORBAZ R, MATHYS G, BOUNY A., 2006: Agent Orange Viêtnam, dépôts des dossiers à la cour d'appel à New York. Publié par Hactivist News Service. http://fr.wikipedia.org/wiki/Agent_orange.
22. CHAUX C et FOURY C, 1994: production légumière, T3. éd: tec-doc Lavoisier, Paris, 235p.
23. CHAUX C, 1972: "Production légumiers", J.B. Bailliere, Paris, 414p.
24. CHIBANE A, 1999: la tomate sous serre, bulletin mensuel d'information et de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture. Edition MADRPM/DERD, Maroc, N°57, pp1-4.
25. CLEMENT J., 1989: Larousse agricole. Ed. Larousse, Paris, pp: 28-33.

Référence Bibliographique

26. COUDERCHET M et al, 2001: Produits phytosanitaires : Analyse, résidus, métabolites, écotoxicologies, modes d'actions. éd:Puf, Paris, 175p.
27. DOMINIQUE B, LATERROT H, MARCHOUX G, CANDRSSE T, 2009: les maladies de la tomate: identifier, connaitre, maitriser. éd:Quae, 690p.
28. EI HASSANI TA et PERSOONS E, 1994: Agronomie moderne: bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Torino (Italie): Hatier-Aupelf-Uref, 275 p.
29. FAZIO M, 2001: la culture biologique du potager et du verger. éd: de Vecchi, 221p.
30. FAZIO M., 1996: La culture biologique. éd: De Vecchi S.A, Paris, pp 7-161.
31. FOURNIER, E. et BONDERF, J., 1983: Les produits antiparasitaires à usage agricoles, condition d'utilisation et toxicologie. Ed: Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 179p.
32. FRANCINE B, 2004: Agriculture et environnement, le choix de l'agriculture biologique, mémoire diplôme d'état en ecologie humain, pp 35– 37.
33. GABRIEL G, 2003: mémento de l'agriculture biologique, éd:agridécision, 417p.
34. GENDREAU TURMEL A, 2002: l'agriculture biologique fait des preuves! (www.Cab.qc.ca). Centre d'agriculture biologique du Québec.
35. GUET G., 2003: Mémento d'agriculture biologique. éd: Agridécisions, Paris, pp 20-183.
36. HANAFI A et KENNY L, 2001: l'agriculture biologique au Maroc. Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture. Ed: MADRPM/DERD, Maroc, N°82, pp 1-4.
37. INDREA D.et APHIDEAN R., 1988: Lucaripratice et légumicultura. Inst. Agro.Eily.napoca, pp 2-12.

Référence Bibliographique

38. JACOB J., 1978: Cultures maraîchères spéciales. Les solanacées fruits, la tomate. Cours polycopiés, INA d' El-Harrach (Alger), pp 2-19.
39. JAY, M., 2000: Oiseaux et mammifères, auxiliaires des cultures. Ed: Ctif, 17p.
40. JEAN L, BERNARD M, MICHEL L, YANNIE T & GILLES P, 1991: protection phytosanitaire: lutte biologique, chimique, intégré. éd: stiftl, 469 p.
41. JEAN-MARIE P, 2007, la culture des tomates. éd: ARTE MIS, 92p.
42. KOLEV, 1976: Les cultures maraichères en Algérie. Légumes-Fruits Tome 1, pp 2-35.
43. KOUAKOU K, 2002: Effet de la litière de volaille et du fumier de bovin sur quelques paramètres de croissance de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.]. Mémoire de Maîtrise. Abidjan (Côte d'Ivoire): Université d'Abobo-Adjamé, Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Nature, 21 p.
44. LACHUER E, 2007: les produits phytosanitaires: distribution et application, les différentes méthodes de lutte et choix d'un produit en lutte chimique, éd: educagri, 236p.
45. Landry C, Mainguy J, Pagé D, 2000: Efficacité fertilisante de la fraction solide de lisier de porc centrifugé dans la culture de pomme de terre. [En ligne]. Disponible sur www.irda.qc.ca.
46. LAROUSSE, 2009: *Larousse.fr: encyclopédie collaborative et dictionnaires gratuits en ligne*. □en-ligne□, Mise à jour le 14 Janvier 2010. <http://www.larousse.fr/> □ (consulté le 20 Décembre 2009).
47. LAUMONIER R., 1979: Culture légumières et maraichères. Tom 3. éd: J B. baillère .Tome1, pp: 34-42.

Référence Bibliographique

48. LE CLECH B., 1998: Environnement et agriculture. Ed: Synthèse Agricole, Paris, 27p.
49. LE CLECH B.et HACHLER B., 2003: Agriculture biologique, éthique, pratiques et résultat. éd: ENITA, Bordeaux, pp: 4-300.
50. LEVEQUE L. et MOUNOULOU J., 2001: Biodiversité, dynamique biologique et conservation. éd:Dunod, Paris, 155p.
51. LOZET J et MATHIEU C., 1990: Dictionnaire de science du sol, éd: Technique et Documentation, Lavoisier, 384p.
52. LYON J P., 1986: L'emploi d'ennemis naturels dans la protection des cultures. éd: INRA, Paris, 86 p.
53. MAHER GEORGY N., 2008: l'agriculture biologique *Principes et techniques*, éd: source desconnaissances, 1-2 p.
54. MARCHAUX G, GOGMALONS P, GEBRE K, COORD, 2008: virus des solanacées: du génome viral à la protection des cultures, éd:Quae, 896p.
55. MAZLIAK, R, 1981: Physiologie végétale, nutrition et métabolisme, éd:herman, 349 p.
56. MAZOYER M et al. 2002: Larousse agricole. éd: Larousse. 767p.
57. MOUHOUCHE B, 1983 : "Essai de rationnement de l'eau sur tomate: recherche de la production optimale et valorisation de l'eau"; Thèse magistère, INA. El-Harrach, 171p.
58. MUSARD M, 1990: "Qualité de la tomate de serre: conduite de l'alimentation hydrominérale en culture sur substrat" C.T.I.F.L, Paris, pp 21-26.
59. NATACHA S, 2008: Guide technique - Pour favoriser la vigueur des arbres et le rendement en sucre Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (OIFQ), 32 p.

Référence Bibliographique

60. N'DAYEGAMIYE A et COTE D, 1996: Effet d'application à long terme de fumier de bovins, de lisier de porc et de l'engrais minéral sur la teneur en matière organique et la structure du sol. éd: *Agrosol*, pp 31-35.
61. NYABYENDEP, 2005: Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitudes d'Afrique. Gembloux (Belgique): Les presses agronomiques de Gembloux, 217 p.
62. NYAKATAWA E, REDDY K, SISTANI K, 2001: Tillage, cover cropping, and poultry litter effects on selected soil chemical properties. éd: *Soil and Tillage Research*, pp 69-79.
63. PAPADOPOULOS, 1991: "La culture des tomates en serre sur sol et sans sol", Agriculture Canada Publication, Ottawa, 87p.
64. PELLETIER, J., 1994: Mémento de désherbage des légumes, éd:Ctifl, Paris, 9p.
65. PIERRE LUXEN, 2011: La gestion des engrais de ferme conférence, éd: AGRA-OST, 37p.
66. POUSSET J, 2003: agriculture sans herbicide:Principes et méthodes. éd: agri-décision, 703p.
67. PYRON J,-y, 2006: Références production légumières, éd: Lavoisier (synthèse agricole), Paris, 613p.
68. RAGOT M, 2001: l'agriculture biologique: le cas de production laitière. éd:educagri, 355p.
69. Rishirumuhirwa T et Roose E, 1998: Effets des matières organiques et minérales sur la réhabilitation des sols acides de montagne du Burundi. [En ligne]. Disponible sur [http:// natres.psu.ac.th/link/soilCongress/bdd/symp_38/1498-r-pdf](http://natres.psu.ac.th/link/soilCongress/bdd/symp_38/1498-r-pdf).
70. ROBITAILLE, R. 1989: La fertilisation en agriculture biologique. Dans AGRICULTURE, automne 1989 - hiver 1990, pp 15-18.
71. RODET JC. 1978: l'agriculture biologique. éd: CAMUGLI –France. 167p.

Référence Bibliographique

72. ROGER, C. et al, 2002: Biopesticides d'origine végétale. éd: Tec et Doc, Paris, 2p.
73. SCHMID O et HANGGELER L., 2002: Ravageurs et maladies au jardin, les solutions biologiques. éd: Terre vivante, Paris, 243p.
74. SEMAL J, et al, 1989: Traité de pathologie végétale. éd: Les presses agronomiques de GEMBLoux, 282p.
75. SHANKARA N, JOEP V, MARJA G, MARTIN H, BARBARA V, 2005: la culture de la tomate: production, transformation et commercialisation. éd: Agrodok17, 105p.
76. SI BENNASSEUR A., 2011: Référentiel pour la Conduite Technique de la Culture de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pp 58-70.
77. SLIMI, Y., 2000: Influence de la hauteur de piégeage et de la couleur des cuvettes à eau sur les captures d'arthropode dans un verger d'arbre fruitier Soumaa. Mémoire Ing Département d'agronomie de Blida, 85p.
78. SNOUSSI, 2010: Rapport de mission, Etude de base sur la tomate en Algérie, PP52.
79. SOLTNER D., 1988: Les bases de la production végétale, Tome 1, 16^e éd: Collection science et technique agricole, Paris, pp 109-114.
80. SOLTNER D., 2000: Les bases de la production végétales. Tome1, 22^e éd:Tomate: implication du transport phloémien. Thèse Doctorat. Toulouse.174 p
81. SOLTNER D., 2003: Les bases de la production végétale, Tome 1, le sol et son amélioration, 23^e éd: Poitiers (France): Sciences et Techniques Agricoles, 472 p.
82. SYLGUY C., 1998: L'agriculture biologique, éd:Puf, Paris, 3p.
83. VILAIN M., 1997: La production végétale, la maîtrise technique de la production. éd: Tec et Doc, Paris, pp 378-427.

Référence Bibliographique

84. VINCENT C. et al, 2000: La lutte physique en phytoprotection. éd: INRA, Paris, 255p.
85. VINCENT C. et CODERRE D., 1992: La lutte biologique. éd: Gaetanmorin, Paris, 361p.
86. WALTER B., 1991: Les vers de terre au jardin. éd: ULMER, Québec, 118p.
87. WARMAN P, 2000: Principes fondamentaux de la culture des engrais verts. (www.google.com).
88. ZOUAOUI A., 2002: "Effet du rapport K/N sur deux variétés de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivée en hydroponie", Thèse Magister, INA, El-Harrach, 67p.