

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU

Faculté des Sciences biologiques et agronomiques

Mémoire de fin d'études

En vue de L'obtention du Diplôme de Master En Biologie

Spécialité : Protection de L'environnement

Thème

**Etude d'impacte d'une fertilisation à base du composte,
fumier et engrais minérale sur l'environnement et la
santé**

Présnté par : M^{lle} SILI Samia

Promotrice :

M^{me} K.SI SMAIL GHEBBI /Maître conférence B, UMMTO.

Soutenu le 31/10/2016 devant le jury :

Présidente : M^{me} F.SAHMOUNE / Maître Assistante A, UMMTO.

Examinateur : M^r A.OUJIANE / Maître Assistant A, UMMTO.

Examinatrice : M^{me} S.CHOUAKI / Maître Assistante A, UMMTO.

Promotion 2015-
2016

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, je remercie **DIEU LE TOUS PUISSANT** de m'avoir donné la force, la santé et la patience de pouvoir accomplir ce travail

Je tiens à exprimer mes remerciements et ma gratitude à ma mère **SI SALEM Fetta** pour son amour et sa tendresse et son soutien, mon frère **SILI Youcef** qui m'a soutenu tout au long de mes études et qui transformé mes échec en réussite

Mes sincères remerciement vont à :

- ❖ M^{me} **SI SMAIL GHEBBI KARIMA**, ma promotrice pour sa compréhension, sa bonté, sa patience et ses conseils judicieux
- ❖ le directeur de l'ITMA **Mr S. TAMEN** et la responsable de l'atelier M^{elle} **S.HADJAZ** et tous les employeurs de cette institut pour leurs gentillesse, tous ceux qui mon aider de prés ou de loin
- ❖ la responsable du laboratoire IDRES de Bejaia, **D.ZOGHEBI**, et l'ingénieur du laboratoire de l'INRA d'Alger
- ❖ Les membres du jury :
 - M^{me} **F.SAHMOUNE** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury
 - M^r **A.OUDJIANE** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail
 - M^{me} **S.CHOUAKI** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail
- ❖ je tien également à exprimer mes vifs remerciements à tous les enseignants du département des sciences agronomiques et biologiques de l'UMMTO*
- ❖ Enfin mes remercîments sont adressé à tous ceux qui ont contribué par leurs conseils, soutiens et leurs encouragements à la réalisation de ce travail



Dédicaces

Je dédie ce travail à :

- ❖ *A la mémoire de mon père SILI Belkacem, malgré son absence il est toujours présent dans mon cœur à chaque défaite à chaque réussite je sens sa présence pas son absence, je l'appelle mon ange gardien*
- ❖ *A ma cheremère SISALEM Fetta que j'aime plus que tous dans le monde, merci pour tous tes sacrifices et ton encouragement*
- ❖ *A mon cher et unique frère adoré SILI Youcef que je remercie pour son soutien infini*
- ❖ *A la mémoire de mes grands parents paternels et maternels*
- ❖ *A mes deux grandes familles : SILI et SISALEM*
- ❖ *A toutes mes amies et amis*
- ❖ *A mes copines : Taoues, Silia, Souhila, Faiza, Ouardia, Tassadit, Hayat, karima, Yamina, pour leurs soutiens et honorable amitié, et à tous ceux qui me connaissent de près ou de loin*
- ❖ *A tous mes camarades de la faculté d'Agronomie et biologie spécialement ceux de la spécialité de production végétale et protection de l'environnement*

Samiá SILI



Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I La tomate

1. Situation économique de la tomate dans le monde	3
2. Situation économique de la tomate en Algérie	5
2.1. Evolution des superficies, des productions et des rendements en Algérie	5
2.2. Evolution de la consommation en tomate	6
2.3. Calendrier de production.....	6
2.4. Principale zone de production de la tomate industrielle en Algérie	6
2.5. Importation.	7
3. Utilisation et importance nutritionnelle de la tomate	7
3.1. Les utilisations de la tomate	7
3.2. Importance nutritionnelle de la tomate	8
4. Importance médicinal de la tomate	9

Chapitre II Les engrais

1. Les différents types de fertilisants	10
1.1. Engrais chimiques	10
1.1.1. Définition	10
1.1.2. Classification des engrais	10
1.1.2.1. Selon le nombre d'éléments fertilisants	10
1.1.2.2. Classification selon leur origine et la nature d'éléments majeurs	10
1.2. Les engrais naturels	12
1.2.1. Le compost	12
1.2.1.1. Définition du Compost	12
1.2.1.2. Définition du compostage	12
1.2.1.3. Utilisation du compost	12

1.2.1.4. Objectif de l'usage du compost	12
1.2.1.5. Base du compostage.....	13
1.2.1.6. Différents types de compost	13
1.2.1.7. La qualité du compost	14
1.2.1.8. Les différentes techniques de compostage	14
1.2.1.9. Les déchets qui peuvent en principe être traités par compostage	15
1.2.2. Fumiers	16
1.2.2.1. Définition du Fumier	16
1.2.2.2. Types de Fumier animale	16
1.2.2.3. Production d'un bon fumier	17
1.2.2.4. Précaution à prendre dans l'utilisation du fumier	17
1.2.2.5. Choix entre engrais biologique et chimique	18
1.2.2.6. Devenir des engrais dans le sol	18
1.2.2.7. Coté économique	18

Chapitre III Relation entre agriculture, environnement et santé

1. Définitions	20
1.1. Ecosystème.....	20
1.2. Agro-système	20
1.3. Sécurité alimentaire	20
2. Caractéristiques d'un agro-système par rapport à un écosystème naturel	20
3. Caractéristiques de l'impact agricole	21
4. Dommages dus à l'activité agricole sur l'environnement	21
4.1. Au niveau intrants chimiques	22
4.2. Au niveau de la mécanisation poussée et mise en place de grandes surfaces	22
4.3. Au niveau de la monocultures et simplification des méthodes : Culturelles	22
4.4. Au niveau de l'homogénéisation des paysages	22

4.5. Au niveau irrigation	22
5. L'agro-alimentaire et santé	23
6. Concept de qualité du produit	23
7. Impact des engrais sur la santé	23
7.1. Effet des engrais azotés	24
7.2. Effets des engrais Phosphatés sur la santé	24
7.3. Effet des engrais potassiques sur la santé	24

Chapitre IV Le développement durable

1. Définition du développement durable	25
2. Piliers du développement durable	25
3. Préservation de l'avenir	26
4. Comment nourrir 9 milliards d'êtres humains en 2050	26
5. Types d'agricultures durables	27
5.1. Agriculture intégrée ou raisonnée	27
5.2. Agriculture biologique	27
5.3. Avantage de l'agriculture durable	28
5.4. Comparaison entre les différents types d'agricultures	28
6. Agriculture et développement durable en Algérie	30
6.1. Utilisation des engrais	30
6.2. Les déchets en Algérie	31
6.3. Le secteur agricole national	31
6.4. Répartition générale des terres en Algérie	31
6.5. Développement durable en Algérie	33

Matériel et méthode

1. But de l'essai	35
2. Condition expérimentales	35
2.1. Situation géographique	35
2.2. Données climatiques	36
2.2.1. L'humidité de l'air	37
3. Matériels	37
3.1. Matériel végétal	37
3.2. Fumure utilisé	38
3.2.1 Compost	38
3.2.2. Le fumier de bovin	39
3.2.3. Fertilisation minérale	39
3.3. Le sol	40
3.3.1. Identification du sol d'étude	40
3.4. L'eau	41
3.4.1. Analyse physico chimiques de l'eau	41
4. méthode d'étude	42
4.1. Dispositif expérimental et Préparation de la parcelle	42
4.2. Entretien de la culture	44
4.2.1. Choix des plants de tomates	44
4.2.2. Entretien de la tomate	45

4.2.3. Tuteurage et palissage de la tomate	45
4.2.4. Irrigation et effeuillage de la tomate	45
4.2.5. Binage de la tomate	47
4.2.6. Traitements phytosanitaires	53
4.2.6.1. Pour les parcelles de Compost et de fumier	53
4.2.6.2. Pour les parcelles fertilisées à l'engrais minéral	54
4.3. Paramètres étudiés	55
4.3.1. Paramètre agronomiques	55
4.3.1.1. Diamètre finale de la tige de la tige principale (mm)	55
4.3.1.2. Nombre totales de bouquets floraux par plant	55
4.3.1.3. Nombre de fleurs par plants	55
4.3.1.4. Nombre total de fruits par plants	55
4.3.1.5. Nombre de fleurs avortées	55
4.3.1.6. Taux de nouaison (%)	55
4.3.1.7. Calibre moyen d'un fruit (Cm)	56
4.3.1.8. Poids moyen d'un fruit (g)	56
4.3.1.9. Le poids total des fruits par plant(g)	56
4.3.1.10. Rendement potentiel (Qx /ha)	56
4.3.1.11. Rendement réel (Qx/ha)	56
4.3.2. Paramètres technologiques	56
4.3.2.1. Détermination de la teneur en eau des différentes parties de la plante	57
4.3.2.2. Détermination de la teneur en matière sèche du fruit (%)	58

4.3.2.3. PH du jus de tomate	58
4.3.2.4. Acidité titrable du jus de tomate (%)	59
4.3.2.5. Détermination de l'extrait sec ou degré brix	60
4.3.2.6. La teneur en vitamine C (g /100 ml)	61
4.3.2.7. Dosage du lycopène et du β -carotène dans la tomate (g /100 ml)	62
4.3.2.8. Dosage des sucres totaux (g/100g)	63
1. Solution de Fehling A (solution bleu)	64
2. Solution Fehling B (solution non coloré)	64
3. préparation de la solution de Bleu de méthylène	64
4. Acétate de plomb	64
4.3.2.9. Mesure des éléments minéraux dans la tomate	66
4.3.2.9.1. Potassium (mg/100g)	66
4.3.2.9.2. Phosphore (mg/100 g)	67
4.3.2.9.3. Calcium (mg/100g)	69
5. Etude statistique	70

Résultats et discussions :

1. Résultats des Paramètres agronomiques	70
1.1. Rendement réel	70
1.2. Nombres de tiges	72
1.3. Diamètre de la tige	73
1.4. La hauteur de la tige	74
1.5. Nombre total de bouquet floraux par plant	75

1.6.Nombre total de fleurs par plant	77
1.7.Nombre de fruit par plant	78
1.8.Calibre des fruits	79
1.9.Poids moyen des fruits	81
1.10.Poids total des fruits par plant	82
1.11.Taux de nouaisons	83
1.12.Rendement potentiel	85
1.13.Nombre de fleur avorté	86
2. Discussions des résultats	87

Paramètres technologiques

3.1. Pourcentage de la teneur en eau du fruit	89
3.2. Pourcentage de la teneur en eau de la partie aérienne de la plante	90
3.3. Teneur en eau de la partie souterraine de la plante	91
3.4. Pourcentage de la matière sèche de la partie aérienne	93
3.5. Pourcentage de la matière sèche des racines	93
3.6. Teneur en matière sèche des fruits de tomate	95
3.7. PH du jus de tomate	96
3.8. Indice réfractométrique du jus de tomate(Brix)	97
3.9. Acidité titrable du jus de tomate	98
3.10. Sucres totaux du jus de tomate (mg/100ml)	99
3.11. La vitamine C du jus de la tomate	101
3.12. Teneurs en éléments minéraux du jus de tomate	102

3.12.1. Teneur en potassium du jus de tomate	102
3.12.2 Teneur en phosphore du jus de tomate	103
3.12.3. Teneur en calcium du jus de tomate	105
3.13. Teneur en lycopène du jus de tomate (mg l)	106
3.14. Teneur en Beta- Carotène du jus de la tomate	107
4. Discussion des résultats	109
Conclusion	110

Liste des Figures :

- Figure 1.** A.B.C. Capture de Google Earth du centre agricole l'ITMA de Boukhalfa
- Figure 2:** Plants de tomates aux stades de pleine végétation et de fructification (originale, 2016).
- Figure 3 :** Compost (originale, 2016).
- Figure 4:** Fumier de Bovins (Originale, 2016).
- Figure 5:** Vers de terre (originale, 2016).
- Figure 6 :** Lac de l'ITMA de Boukhalfa (originale, 2016).
- Figure 7.** Charrue à disque (originale, 2016).
- Figure 8.** Dispositif expérimental.
- Figure 9.** Traçage de la parcelle d'essai (Originale, 2016).
- Figure 10.** Plantules de tomate Baghéra F1 (Originale, 2016).
- Figure 11.** Tuteurage des Plants de tomate (Originale, 2016).
- Figure 12.** Irrigation de la tomate (Originale, 2016).
- Figure 13.** Effeuilage de la tomate (Originale, 2016).
- Figure 14.** Ebougeonnage de la tomate (Originale, 2016).
- Figure 15.** Stade maturation de la tomate (Originale, 2016).
- Figure 16.** Binage et désherbages des parcelles d'essai (Originale, 26.06.2016) .
- Figure 17.** Parcelle de plantation de la tomate au fumier (Originale, 2016).
- Figure 18.** Parcelle de plantation de la tomate fertilisés au compost (Originale, 2016).
- Figure 19.** Effeuilage des plants fertilisés au fumier (B), au compost (A) et à l'engrais (C) (Originale, 2016).

Figure 20. Fruits de tomates issus d'une fertilisation au fumier (B), et au compost (A) (Originale, 20.07.2016).

Figure 21. Fruits de tomate issus de la fertilisation à base d'engrais minéral (Originale, 20.07.2016).

Figure 22. Plant de tomate à différents stade de développement (Originale, 2016).

Figure 23. Séchage des différentes parties de la plante (Originale, 01.08.2016).

Figure 24. Mesure du pH du jus de tomate au moyen d'un pH-mètre (Originale, 14.08.2016).

Figure 25. Acidité du jus de tomate par titration (Originale, 15.08.2016).

Figure 26. Mesure de l'indice réfractométrique du jus de tomate (Originale, 14.08. 2016).

Figure 27. Dosage de la vitamine C du jus de tomate (Originale, 31.08.2016).

Figure 28. Extraction du lycopène de la tomate et sa lecture au spectrophotomètre UV visible (Originale, 2016).

Figure 29. Solution de Fehling A (Originale, 21.08.2016).

Figure 30. Solution de Fehling B (A) et le bleu de méthylène (B) (Originale, 21.08.2016).

Figure 31. Dosage des sucres du jus de tomate (Originale, 21.08.2016).

Figure 32. Appareil de mesure des éléments minéraux : Photomètre à flamme (Originale, 22.08.2016).

Figure 33. Dosage du phosphore par Spectrophotomètre (Originale, 22.08.2016).

Figure 34. Courbe d'étalonnage

Figure 35. Effet du compost, du fumier et de l'engrais minéral sur le rendement réel

Figure 36. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le nombre de tige

Figure 37. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le diamètre du fruit

Figure 38. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la hauteur de la tige

Figure 39. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le nombre de bouquet floraux

Figure 40. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le nombre de fleur par plant

Figure 41. Effet du compost, du fumier et de l'engrais nombre de fruit par plant.

Figure 42. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le calibre du fruit

Figure 43. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le poids moyen des fruits

Figure 44. Effet du compost, du fumier et de l'engrais minéral sur le poids total des fruits.

Figure 45. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le taux de nouaisons

Figure 46. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le rendement potentiel

Figure 47. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le nombre de fleur avorté

Figure 48. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la teneur en eau du fruit.

Figure 49. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la teneur de en eau l'appareil végétal.

Figure 50. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la teneur en eau des racines.

Figure 51. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la matière sèche de la partie aérienne.

Figure 52. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la matière sèche des racines.

Figure 53. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la matière sèche du fruit.

Figure 54. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le ph du jus de la tomate.

Figure 55. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur l'acidité du jus de la tomate.

Figure 56. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le Brix du jus de la tomate.

Figure 57. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur les sucres totaux du jus de la tomate.

Figure 58. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la vitamine C du jus de la tomate.

Figure 59. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le potassium du jus de la tomate.

Figure 60. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le phosphore du jus de la tomate.

Figure 61. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le calcium du jus de la tomate.

Figure 62. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le lycopène du jus de la tomate.

Figure 63. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le bêta- carotène du jus de la tomate.

Listes des tableaux

Tableau 1. Comparaison entre les différents types d'agriculture :

Tableau 2. Caractéristiques d'un Agro système et d'un écosystème

Tableau 3. Consommation des engrais dans quelques pays du monde en 2011.

Tableau 4. Répartition des terres en Algérie

Tableau 5. Répartition des terres utilisées par l'agriculture en Algérie

Tableau 6. Principaux pays producteur de la tomate

Tableau 7. Evolution des superficies, des productions et des rendements en Algérie au cours de la décennie

Tableau 8. Valeurs nutritives de la tomate

Tableau 9. Résultats des analyses physico-chimique du fumier et du compost (ENASA , 2016) :

Tableau 10. Résultats d'analyse physico-chimiques du sol :

Tableau 11. Résultats des analyses physico chimique de l'eau du Lac de l'ITMA de Boukhalfa :

Tableau 12. Travaux d'entretien de la parcelle d'essai

Tableau 13. Récapitulatif des traitements

Tableau 14. Courbe d'étalonnage (Originale, 22.08.2016).

Tableau 15 Rendement réel

Tableau 16. D'analyse de la variance du rendement.

Tableau 17 Test de Newman Keuls sur le rendement réel

Tableau 18. Nombre de tige

Tableau 19. Analyse de la variance du nombre de tige

Tableau 20. Diamètre de la tige

Tableau21.. D'analyse de la variance du diamètre de fruit.

Tableau22. Hauteur de la tige

Tableau23. D'analyse de variance de la hauteur de la tige

Tableau24. Test de Newman Keuls sur la hauteur de la tige

Tableau 25. Nombre de bouquet floraux par plant

Tableau 26. L'analyse de la variance des bouquets floraux

Tableau27. Test de Newman Keuls sur le nombre de bouquet floraux

Tableau 28. Nombre de fleur par plant

Tableau 29. D'analyse de la variance du nombre de fleur par plant

Tableau 30. Test de Newman Keuls sur le nombre de fleur

Tableau 31. Nombre de fruit par plant

Figure 32 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais nombre de fruit par plant.

Tableau 33. L'analyse de la variance du nombre de fruit par plant

Tableau 34. Test de Newman Keuls sur le nombre de fruit par plant .

Tableau 35. Calibre des fruits

Tableau 36 D'analyse de la variance du calibre de fruit

Tableau 37 Test de Newman Keuls sur le calibre des fruits

Tableau 38. Poids moyen des fruits

Tableau 39. L'analyse de la variance du poids moyen des fruits

Tableau 40 Test de Newman Keuls sur le poids moyen d'un fruit

Tableau 41Poids total des fruits

Tableau 42. D'analyse de la variance du poids total des fruits

Tableau 43 Test de Newman Keuls sur le poids total des fruits

Tableau 44. Taux de nouaisons

Tableau 45 L'analyse de la variance du taux de nouaison

Tableau 46 Test de Newman Keuls sur le taux de nouaison

Tableau 47. Rendement potentiel

Tableau 48 L'analyse de la variance du rendement potentiel

Tableau 49 Nombre de fleur avorté

Tableau 50. L'analyse de la variance de fleur avortée

Tableau 51. Teneur en eau des fruits selon le type de fertilisant

Tableau 52. Résultats de l'analyse de la variance de la teneur en eau de la tomate en fonction du type de fertilisation

Tableau 53. Test de Newman et Keuls de la Teneur en eau du fruit

Tableau 54. Teneur en eau de la partie aérienne de la plante selon le type de fertilisation

Tableau 55. Résultats de l'analyse de la variance de la teneur en eau de la partie aérienne de la plante selon le type de fertilisation

Tableau 56. Test de Newman Keuls de teneur en eau de la partie aérienne de la plante

Tableau 57. Teneur en eau de la partie souterraine de la plante selon le type de fertilisation

Tableau 58 .Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en eau de la partie souterraine de la plante selon le type de fertilisation

Tableau 59. Test de Newman- Keuls

Tableau 60. Teneur en matière sèche de la partie aérienne selon le type de fertilisation

Tableau 61 Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en matières sèche de la partie aérienne

Tableau 62. Teneur en matière sèche des racines selon le type de fertilisation

Tableau 63. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en matière sèche de la partie souterraine de la plante

Tableau 64. Test de Newman Keuls de la teneur en matière sèche de la partie souterraine

Tableau 65. Teneur en matière sèche des fruits

Tableau 66. d'analyse de la variance matière sèche du fruit

Tableau 67. Test de Newman Keuls sur la teneur en matière sèche du fruit

Tableau 68. PH du jus de tomate :

Tableau 69. L'analyse de la variance du ph :

Tableau 70. Test de Newman et Keuls sur le pH du jus de tomate

Tableau 71. Indice réfractométrique du jus de tomate

Tableau 72. Résultats de l'analyse de la variance sur l'indice réfractométrique du jus de tomate

Tableau 73. Test de Newman Keuls de l'indice réfractométrique du jus de tomate

Tableau 74. Acidité titrable du jus de tomate

Tableau 75. Résultats de l'analyse de la variance sur l'acidité titrable du jus de tomate

Tableau 76. Teneurs en sucres totaux du jus de tomate

Tableau 77. Résultats de l'analyse de la variance de la teneur en sucres totaux du jus de tomate.

Tableau 78. Test de Newman Keuls des sucres totaux du jus de tomate

Tableau 79. Teneur en vitamine C du jus de tomate selon le type de fertilisation

Tableau 80. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en vitamine C du jus de la tomate

Tableau 81. Test de Newman Keuls sur la teneur en vitamine C du jus de la tomate

Tableau 82. Teneur en potassium du jus de tomate

Tableau 83. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en potassium du jus de tomate

Tableau 84. Test de Newman et Keuls sur la teneur en potassium du jus de tomate

Tableau 85. Teneur en phosphore du jus de tomate

Tableau 86. Résultats de l'analyse de la variance de la teneur en phosphore du jus de tomate

Tableau 87. Test de Newman et Keuls sur la teneur en phosphore du jus de tomate

Tableau 88.Teneur en phosphore du jus de tomate

Tableau 89. Résultats de l'analyse de la variance ur la teneur en calcium du jus de tomate

Tableau 90. Test de Newman Keuls sur la teneur en calcium du jus de tomate

Tableau 90. Teneur en phosphore du jus de tomate

Tableau 91. Teneur en phosphore du jus de tomate

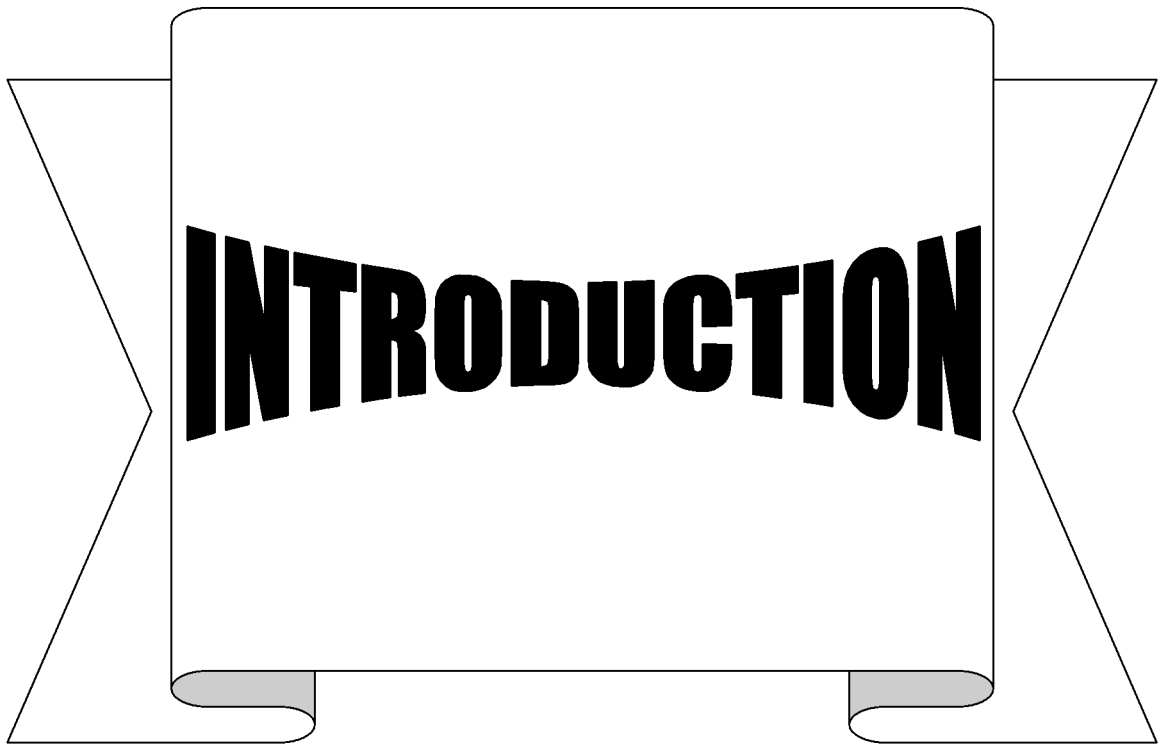
Tableau 92 . Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en lycopène du jus de tomate

tableau93. Test de Newman et Keuls sur la teneur en lycopène du jus de tomate

Tableau94. Teneur en Béta-carotène du jus de tomate

Tableau95. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur du jus de tomate

Tableau 96.Test de Newman et Keuls sur la teneur en potassium du jus de tomate



INTRODUCTION

La population mondiale ne cesse d'augmenter, actuellement elle avoisine les 7 milliards, mais elle pourrait atteindre 9.6 milliards en 2050. Entre les années 2010 et 2014, la population mondiale a augmenté de 1.2% par an, cette dernière se trouve en baisse par rapport au taux de 1.5% par an relevé lors de la conférence internationale sur la population et le développement en 1994 (Nation Unies, 2014).

Dans un avenir proche, la croissance démographique sera concentrée essentiellement en Afrique et en Asie entre les années 2014 et 2050. L'Afrique et l'Asie représenteraient à eux seuls 90 % de la croissance démographique mondiale. Près de 40% de cette croissance se produira dans les pays les moins développés du monde (Nation Unies, 2014).

Ces dernières années, la protection de l'environnement et l'utilisation économe des ressources naturelles s'impose de plus en plus. Il faut mettre fin aux gaspillages et aux différents dérèglements provoqués par l'accélération de la croissance démographique.

Aujourd'hui, nos concitoyens ont progressivement pris conscience de l'importance de l'environnement pour l'avenir de la planète. (LE CLECH, 1998).

Les préoccupations écologiques ont, plus récemment concerné l'agriculture, la pollution de l'eau, la sécheresse, les inondations, les résidus toxiques qu'on trouve dans les aliments... Ce sont là autant de problèmes qui découlent entre autre d'une agriculture intensive (LE CLECH, 1998).

Les besoins de la population augmenteront avec l'évolution démographique, il est impératif de revenir à l'utilisation raisonnée des ressources naturelles sans effet néfaste sur la santé et l'environnement. Cela pour maintenir la biodiversité et d'assurer la vie aux futures générations. L'usage raisonné des intrants et le retour à l'utilisation des engrais naturels tels que le fumier de ferme et le compost ménager garantissent une agriculture durable et une conservation certaines de nos sols (PAC, 2014).

Comment augmenter la production sans nuire à l'environnement et sans causer la destruction de nos ressources naturelles, aussi, comment garder la qualité des produits tout en nourrissant les 9.6 milliards de population à venir, quelles sont les précautions à tenir! Telle est la question ?

Si le pourcentage démographique en 2050 augmentera en Afrique, quelles sont les points de départ et précautions à prendre et comment faire pour aller au-delà d'une insuffisance alimentaire ?

L'agriculture durable, peut-elle relever les défis pressants qui sont la lutte contre la pauvreté et la sécurité alimentaire ?

C'est dans ce contexte que nous avons orienté notre présent travail qui consiste à comparer l'impact de la fertilisation naturelle et chimique, sur le comportement de la tomate, d'un point de vue agronomique et nutritionnel, ainsi que leur effet sur la préservation de l'environnement, et valoriser la fertilisation naturel.

1. Situation économique de la tomate dans le monde :

La production de tomates connaît deux grandes filières : la tomate pour la consommation en frais (tomate de marché) d'une part et la tomate destinée à la transformation et la conserve (tomate d'industrie) d'autre part. Cette dernière représente environ la moitié de la production dans l'Union européenne, 80 % aux États-Unis (moyenne 1980-1987) et environ 15 % en Chine. (Claude Chaux, 2008)

Selon les statistiques de l'organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, la production mondiale de tomates s'élevait en 2007 à 126,2 millions de tonnes pour une surface de 4,63 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 27,3 tonnes à l'hectare. Ces chiffres ne tiennent toutefois compte que de la production commercialisée, et n'incluent pas les productions familiales et vivrières qui peuvent être non négligeables dans certaines régions.

















La Chine est de loin le premier producteur mondial avec un peu plus du quart du total (33,6 millions de tonnes), production destinée essentiellement (environ 85 %) au marché intérieur pour la consommation en frais. Elle est suivie par cinq pays produisant plus de 5 millions de tonnes : les États-Unis, la Turquie, l'Inde, l'Égypte, l'Italie et l'Iran. Seize pays (indiqués dans le tableau ci-dessous) rassemblent 80 % de la production mondiale. Considérée globalement, l'Union européenne se placerait au deuxième rang avec 12,5 % de la production mondiale (15,8 millions de tonnes), dont l'Italie assure près de 40 %, et les quatre pays méditerranéens produisant plus de 1 Mt (dans l'ordre : Italie, Espagne, Grèce et Portugal) plus des trois quarts (76,8 %) (ROGERS, 2009)

Sur la période 1961-2007, la production mondiale a été multipliée par près de 4, passant de 27,6 à 102,2 millions de tonnes, soit un taux de croissance annuelle moyen de 3,36 %. Cette évolution a été particulièrement forte en Asie, ainsi la Chine a multiplié sa production par 7 dans la même période, l'Inde par 18,5.

Le rendement moyen s'établit à 23,1 t/ha, un peu en dessous du niveau mondial, en Chine et à 17,9 t/ha en Inde. Il s'étage entre 50 et 80 t/ha dans les pays du Sud de l'Europe, tandis que les pays du Nord, dont la production est quasi exclusivement assurée sous serre, ont des rendements records : 445 t/ha aux Pays-Bas, 428 au Royaume-Uni et 408 en Belgique.

Des records de 100 kg/m², soit 1 000 t/ha, ont même été obtenus aux Pays-Bas dans des serres avec éclairage artificiel

Tableau 6. Principaux pays producteurs de la tomate

Principaux pays producteurs de tomates			
Année 2007	Surface cultivée (milliers d'hectares)	Rendement (tonnes par hectare)	Production (milliers de tonnes)
 Chine	1 455	23,1	33 645
 États-Unis	175	65,7	11 500
 Turquie	270	36,7	9 920
 Inde	479	17,9	8 586
 Égypte	194	37,9	7 550
 Italie	118	51,0	6 026
 Iran	140	35,7	5 000
 Espagne	56	65,0	3 615
 Brésil	57	59,4	3 364
 Mexique	130	22,3	2 900
 Russie	158	15,1	2 393
 Ukraine	80	19,0	1 520
 Grèce	27	54,7	1 450
 Ouzbékistan	57	23,2	1 327
 Chili	20	65,1	1 270
 Maroc	20	57,0	1 140

Source (ANONYME, 2014)

2. Situation économique de la tomate en Algérie :

Ces dernières années la production de tomate en Algérie a connue une évolution très importante tant pour la consommation en frais que pour celle destinée à la transformation (MOUHOUCHE, 1988 in TOUZARI et ABDOUSALAM), 2006)

2.1. Evolution des superficies, des productions et des rendements en Algérie

Ces dernières années, en Algérie, la production de la tomate a connu une évolution très importante tant pour la consommation en frais que pour celle destinée à la transformation (MOUHOUCHE, 1988)

Tableau 7. Evolution des superficies, des productions et des rendements en Algérie au cours de la décennie

Année	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendements (Qx /ha)
1996	27300	4371320	160
1997	28040	3591210	128.07
1998	30160	4355240	144.1
1999	35960	5935730	165.1
2000	27200	4753920	174.8
2001	23070	4569970	198.1
2002	24690	4135770	167.5
2003	27080	4301640	158.8
2004	27307	5800780	212.4
2005	21265	5096650	239.7

Source (Anonyme, 2005)

De puis l'an 2006 il ya plusieurs conserverie qui se sont fermé à cause des dettes, de 32 conserverie étaler sur l'ensemble des wilayas productrice de tomate il ya que 7 qui sont restées, et selon les statistique le rendement était largement faible. Jusqu'au l'an 2011 ou il y a eu :

Le rééchelonnement des dettes des transformateurs et l'adoption, de mesures prises pour faciliter l'accès des agriculteurs aux semences, aux engrais et aux différents crédits agricoles, ce qui a permis à la filière de se «formater» et de remonter la pente.

La production de tomate fraîche a atteint en 2012 : 1,7 million de quintaux, alors que celle de tomate industrielle, 1,8 million de quintaux, en nette augmentation par rapport aux années précédentes. S'agissant du rendement, il devrait «avoisiner, voire dépasser les 500 quintaux à l'hectare (BONSMARA, 2011)

2.2. Evolution de la consommation en tomate :

Le développement de la tomate industrielle est important pour l'économie nationale. La population algérienne est une très grande consommatrice du concentré de tomate. La demande en concentré de tomate et tomate maraichère a évolué de 3.5 à 5.5 Kg/an/hab., (BACI, 1993)

Le volume des besoins en 2011 est estimé à 100 000T/an de DCT (EL WATAN)

2.3. Calendrier de production :

En Algérie, la période de production de la tomate industrielle s'étale du mois de juin au mois de septembre, contrairement à la tomate maraichère qui est produite durant toute l'année.

La grande pression enregistrée par les unités de transformation pendant les mois de juillet et août entraîne des pertes importantes en tomate fraîche, celle-ci est due au manque de moyens adéquats pour le stockage des tomates et un manque d'organisation des calendriers de production (ABDOUSSALAM et TOUZARI in mémoire, 2006)

2.4. Principale zone de production de la tomate industrielle en Algérie :

➤ Zone Est :

Représente 84% des superficies et regroupe les wilayas d'Annaba, El Tarf, Skikda, Guelma et Jijel.

➤ Zone Centre :

Représente 12% des superficies et regroupe les wilayas de Blida, Tipaza, Chleff, Ain Defla et Boumerdés

➤ Zone Ouest :

Regroupe les wilayas de Relizane, Mostaganem, Mascara et Sidi Bel Abbés, représente 2.7% des superficies de la culture de tomate

➤ Zone Sud :

Représenté par la wilaya de Adrar (ABDOUSSALAM et TOUZARI, 2006)

2.5.Importation :

En termes de consommation, l'Algérie est classée à la 16eme place mondiale avec 300,116 tonnes/an et un volume de 9,599 kg par habitant. La consommation nationale est de 305 000 tonnes/an. L'industrie algérienne assure 85 % des besoins du marché local, soit l'équivalent de 260 000 tonnes/an, le reste est assuré par l'importation. Elle importe principalement le double concentré de tomate et le triple concentré de tomate. Les principaux pays fournisseurs de l'Algérie en double concentré de tomate sont la Turquie avec 5 526 tonnes, les Émirats arabes unis avec 1 338 tonnes et l'Italie avec 613 tonnes en 2009 (Par Faïçal MEDJAHED, *in Liberté*)

3. Utilisation et importance nutritionnelle de la tomate :

3.1. Les utilisations de la tomate :

La tomate (le fruit) tient une place importante dans l'alimentation humaine. C'est un légume qui se consomme soit cru, en salade, souvent en mélange avec d'autres ingrédients, ou en jus, soit cuit dans d'innombrables préparations culinaires, et qui se prépare à partir de produits frais ou transformés industriellement en conserves ou surgelés, sous forme de purée, de concentré, de condiment, de sauces et de plats préparés. Des industries de transformation de la tomate sont implantées dans toutes les régions du monde et sont approvisionnées par des milliers d'hectares de culture mécanisée. (Mémoire de ABDOUSSALAM et TOUZARI, 2006).

3.2. Importance nutritionnelle de la tomate :

- La tomate est un aliment diététique, très riche en eau (93 à 95 %) et très pauvre en calories (17 kcal pour 100 grammes), riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E)
- Les glucides, 2 à 3 %, sont constitués principalement de fructose et de glucose

Les sels minéraux

- dont la teneur dépend aussi du sol et des apports d'engrais, sont composés pour près de la moitié de potassium, environ 235 mg pour 100 g de tomate
- La tomate contient plusieurs vitamines hydrosolubles dont la principale est la vitamine C.
- La teneur, de 10 à 30 mg/100 g, dans la tomate crue est fortement réduite dans la tomate cuite (environ 16 mg).
- La tomate mûre contient aussi plusieurs pigments de la famille des caroténoïdes, dont le β -carotène qui possède une activité provitaminique A. Les teneurs exprimées en microgrammes pour 100 g de tomate crue sont indiquées dans le tableau ci-dessous
- Le lycopène est un pigment rouge qui est un antioxydant, que l'on retrouve à raison de 30 mg dans 200 ml de sauce tomate.

Tableau 8. Valeurs nutritive de la tomate (Source, (FACHMANN, 2008))

α -carotène	101
Teneurs en caroténoïdes ($\mu\text{g}/100 \text{ }^\circ\text{g}$)	
β -carotène	449
Lycopène	2573
lutéine/zéaxanthine	123

Phytoène	1860
Phytofluène	820

4. Importance médicinal de la tomate :

La tomate aurait un usage traditionnel de phytothérapie notamment grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, et plus particulièrement en lycopène, réputé pour ses propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires, en particulier. Il est à noter que ce lycopène est plus facilement assimilé par la consommation de tomates cuites, la cuisson libérant les nutriments en faisant éclater les cellules végétales (wikipedia, 2007)



CHAPITRE II

A decorative banner with a white background and a black outline. The banner has a central rectangular area with rounded corners and two pointed ends on the left and right sides. The text "Les engrais" is written in a bold, black, sans-serif font across the center. The banner is set against a white background.

Les engrais

1. Les différents types de fertilisants :

1.1. Engrais chimiques :

1.1.1. Définition :

Un engrais minéral est un produit inorganique, apporté pour fournir aux plantes les quantités suffisante en un ou plusieurs éléments essentiels (SOLTNER, 2003 *in* CHAABANE et IABDIOUENE, 2007).

1.1.2. Classification des engrais :

Plusieurs classifications sont possibles, elles sont principalement basées sur les paramètres suivant :

- le nombre d'éléments majeurs contenus en quantités appréciables
- l'origine et la nature des éléments (SOLTNER, 2003 *in* BOUDHAR et CHAOU, 2006).

1.1.2.1. Selon le nombre d'éléments fertilisants :

➤ Les engrais simples :

Ce sont les engrais qui comportent un seul élément fertilisant dit majeur N, P ou K.

➤ Les engrais composés :

Ce sont les engrais qui comportent deux ou trois éléments majeurs N P K et peuvent apportés aussi d'autres éléments secondaires (Ca, Mg, S, ...) et des oligo-éléments (Fe, Mn, Cu, Mo) (SOLTNER, 2003 *IN* BOUDHAR et CHAOU, 2016).

1.1.2.2. Classification selon leur origine et la nature d'éléments majeurs :

Les engrais sont classés selon leur origine et la nature des éléments majeurs qui les caractérisent :

➤ Selon leur origine :

➤ Les engrais minéraux :

Ces engrais ont des origines diverses, on distingue des engrais minéraux d'origine éruptives, sédimentaires, ou salines, soit de synthèse ou des transformations industrielles (SOLTNER, 2003 *in* CHAABANE et IABDIOUENE, 2007).

➤ **Les engrais organiques :**

Les engrais organiques sont issus de la transformation des déchets végétaux et animaux et sont apportés sous de forme de fumier (PREDESCU, 1976 *in* CHAABANE et IABDIOUENE, 2007).

➤ **Selon la nature de l'élément majeur :**

Les éléments majeurs sont l'azote, le phosphore et le potassium. Ils constituent différents engrais :

➤ **Les engrais azotés :**

- ✓ Les engrais azotés ammoniacaux.
- ✓ Les engrais azotés nitriques.
- ✓ Les engrais ammoniacaux-nitriques.

➤ **Les engrais phosphatés :**

Les engrais phosphatés sont caractérisés par leur teneur en anhydride phosphorique (P_2O_5). On peut les distinguer selon leur solubilité :

- ✓ les engrais phosphatés solubles.
- ✓ les engrais phosphatés hydrosolubles.
- ✓ les engrais phosphaté insolubles.

➤ **Les engrais potassiques :**

Le potassium provient de dépôts de sels souterrain ou marin. De mélange KCL et de NaCl. Pour leur extraction, les minéraux sont soit dissous dans l'eau, soit extrait en tant que solides, le chlorure de potassium sert pour la fabrication des autres engrais, tel que le sulfate de potassium par l'action de l'acide sulfurique (PNTTA, 2007 *in* CHAABANE et IABDIOUENE, 2007).

Le potassium est l'élément minéral le plus fixé par le sol et absorbé par la plante (BROVEY, 1979 *in* AMEUR et BENSEBA, 2005).

Les différents engrais potassiques sont :

- Le chlorure de potassium.
- Le sulfate de potassium.
- Le nitrate de potassium.

- Patent kali.
- Sylvinite.

1.2. Les engrais naturels:

Les engrais naturels sont de différents types :

1.2.1. Le compost :

1.2.1.1. Définition du Compost :

Le compost est composé essentiellement de la matière organique stable dont la décomposition est pratiquement terminée. En agriculture il est utilisé comme amendement organique ou pour la confection de support de culture (DESACHY, 2001).

1.2.1.2. Définition du compostage :

Le compostage est l'action de faire fermenter en présence d'air (O_2). Il y a deux principales phases (MUSTIN, 1987) :

- **La première phase :** correspond à une phase de grande activité microbienne, où la température (T° Optimale 55-60°C) et la consommation d'oxygène augmente

Il se forme à la fin de cette phase un compost frais dépourvu de germes pathogènes

- **La deuxième phase :** est la phase de maturation où la température et la consommation d'oxygène diminuent pour produire un compost stable.

1.2.1.3. Utilisation du compost :

Le compost assimilé à l'humus, est surtout utilisé comme structurant les sols, il assure une meilleure rétention d'eau et facilite la lixiviation des éléments minéraux des colloïdes de l'humus) le compost peut être utilisé mature ou frais (compost en fin de phase thermophile, sa chaleur est utilisé en champignonnière).

1.2.1.4. Objectif de l'usage du compost :

L'utilisation du compost à pour but d'améliorer la fertilité du sol (structure, aération, humidité, capacité d'absorption des minéraux, activation de la vie biologique du sol : vers, micro-organisme) Le compostage sert à stabiliser l'azote et les autres matières organiques

dans le compost, à en diminuer le volume et les coûts de transport, à en ralentir la minéralisation, à diminuer les impacts négatifs potentiels sur la saveur des légumes et à éliminer les consommateurs microbiens potentiellement nocifs pour le consommateur. De plus, c'est un matériau d'odeur agréable que les agriculteurs préfèrent au fumier lors de l'épandage. Il permet de détruire de nombreux grains, de mauvaises herbes présentes dans le compost. Depuis quelques années, de nombreuses études ont démontré l'impact positif de l'emploi régulier de compost sur l'état sanitaire des légumes. Les légumes deviennent naturellement plus résistants aux ravageurs et organismes pathogènes; l'équilibre microbien du sol y réduit la pathogénie. De plus, l'utilisateur de compost en pulvérisation démontre en effet fongistatique (DENIS LAFRANCE, 2010).

1.2.1.5. Base du compostage :

Assurer un équilibre entre l'oxygène et l'humidité de même qu'entre l'azote et le carbone nécessaire à la nutrition du décomposeur fondamental. La première phase du procédé est dominée par la décomposition ou dégradation des matières organiques et la seconde phase en est une de réorganisation ou de maturation.

Sans oublier de souligné que dans des sols différents, les réactions peuvent différer passablement (**Denis La France**).

On doit tout d'abord bien mélanger végétaux divers et fumier pour obtenir un rapport C/N de 33 au début et des C/N de 10 à 15 à la fin du compostage ; on peut inoculer du vieux compost. Pour être efficace, le procédé doit être rapide et permettre une bonne oxygénation, tout en maintenant une humidité adéquate. Il doit également être sanitaire, donc sans mauvaises odeurs ni mouches, et sécuritaire pour les humains et des cultures. Le compost qui en résulte doit stimuler l'activité biologique des sols et s'y décomposer sans nuire aux cultures(LE CLECH, 1998).

1.2.1.6. Différents types de compost :

- Les composts ménagers.
- Les composts pour les potagers.
- Les composts minéralisés.
- Les composts spéciaux.
- Les composts avec de la terre.

1.2.1.7. La qualité du compost :

- **Compost jeune :**

Le compost jeune se fait en quelques semaines ou mois de nombreux vers de terres se multiplient, la matière organique est peu décomposée. Pour un compost réussi, la structure doit être grumeleuse et l'odeur doit être agréable. Ce genre de compost libère les substances utiles pour la plante d'une manière intensive.

Il est préférable de ne pas l'enterrer et il faut éviter d'en mettre trop surtout pour les sols à faible activité biologique celui-ci agit plus à long terme et permet d'améliorer la structure du sol.

- **Compost mûr :**

Le compost mûr se fait en plusieurs mois, jusqu'à 2 ans et les vers de terre se raréfient, toute la matière organique est pratiquement décomposée et le compost a de plus en plus l'aspect d'un terreau.

Les plantes l'utilise plus facilement, il convient plus aux cultures moins exigeante, il peut être mis en plus grande quantité dans le sol sur une période plus longue, il est utilisé aussi pour les semis et repiquages (ADOU, 2007).

1.2.1.8. Les différentes techniques de compostage :

Il existe plusieurs systèmes de compostage chacun présente ses avantages et ses inconvénient, à choisir selon la surface du jardin, le type de déchets et le volume produit

- **Compostage en tas :**

Comme son nom l'indique, cette méthode de compostage consiste à mettre en tas les déchets au fond du jardin, elle permet de composter de grande quantité et facilite la manipulation.

En revanche, les déchets à l'air libre peuvent attirer les animaux et ce n'est pas très esthétique, le compostage en tas convient, en somme, aux grands jardins où le voisinage est éloigné.

- **Compostage en bac :**

Les déchets sont ici stockés dans un bac en bois ou en plastique, cette technique convient aux petits jardins et aux déchets essentiellement alimentaires, elle évite les nuisances et permet un compostage plus rapide.

- **Compostage de surface :**

Cette technique de compostage consiste à épandre sur le sol les tas de certains déchets de jardin broyés, elle est réservée aux déchets verts et doit être appliquée avec précaution car certaines plantes, trop fragiles risquent d'en souffrir.

- **Compostage en silo :**

Les silos peuvent être en bois ou en parpaings, ils permettent de composter des quantités assez importantes et les manipulations s'y effectuent aisément. Cette technique convient à tous les types de jardins.

- **Lombricompostage**

Il s'agit d'une technique de compostage avec des lombrics, il fonctionne toute l'année mais ne tolère pas les températures excessives.

1.2.1.9. Les déchets qui peuvent en principe être traités par compostage :

Selon DESACKY (2001), différents matériels sont utilisés pour le compostage

- Fraction fermentescible et papier-carton des ordures ménagères.
- Boues de station d'épuration.
- Graisses
- Déchets des espaces verts, écorces.
- Déjection animales.
- Déchets des coopératives agricoles et des industries agro-alimentaires.

1.2.2. Fumiers :

1.2.2.1. Définition du Fumier :

Le fumier est une matière organique issue des déjections (excrément urine) d'animaux mélangées à de la litière (paille, fougère, etc.) qui après transformation (compostage), est utilisé comme fertilisant en agriculture.

Il présente la première source d'humus des exploitations qui ont du bétail et cultivent des céréales dont les pailles font retours au sol à l'état de fumier (Agros, 1960) in (AMEUR et BENSEBBA, 2005).

- On distingue du fumier d'origine animale et végétal, les caractéristique des fumiers et les quantités varient selon le système d'élevage pratiquer, leur composition dépend :
- De La nature de la litière : elle détermine la facilité de décomposition, la richesse en matières minérales et en azote.
- Des animaux : leurs âge et leurs alimentation.
- Du mode d'élevage : étable traditionnelle, stabulation... etc.
- Des soins et des apports pratiqués (apport de superphosphates par exemple).

1.2.2.2. Types de Fumier animale :

- **Le fumier de cheval :**

Excellent fertilisant organique, le fumier de cheval à la réputation d'être l'un des meilleurs alliés du jardinier, mais il est pauvre en phosphore c'est la raison pour laquelle il est vivement recommandé d'ajouter une phase de compostage, bonne quantité de déchet verts qui vont rééquilibrer sa valeur fertilisante (OOREKA, 2007).

- **Le fumier dit, froids : comme ceux des vaches :**

Le fumier de vache est le mélange composté de bouses de vache et de paille de litière, Les bovins étant de grands herbivores, le fumier de vache apporte beaucoup d'humus au sol, matière organique essentielle à la bonne croissance (fertiliser).

La paille contenu dans le fumier des ruminants herbivores joue un rôle non négligeable parce qu'elle apporte beaucoup d'humus au sol (fertiliser).

- **les fientes d'oiseaux :**

Sont très riche en azote, il convient de les utiliser avec prudence dans la mesure où elles peuvent avoir une action négative sur la croissance des plantes (rustica).

- **Les fumiers d'ovins :**

Sont secs et chauds, le fumier de mouton, en particulier, se distingue par sa richesse en potasse, toutefois, il est assez délicat à utiliser : il doit être parfaitement composté car il risque de brûler les racines (rustica) La fiente de poule est très riche en minéraux et en oligo-éléments. Or, la poule peut produire environ 70 kg de fiente sur un an.

Les fientes mélangées à la paille constituent ainsi un très bon fumier. Cependant, il est important de bien savoir utiliser le fumier de poule pour ne pas brûler les plantes.

1.2.2.3. Production d'un bon fumier :

Pour réaliser un composte de fumier pendant la formation il faut arroser si le fumier est très riche en paille.

- Retourner le tas du fumier à la fourche environ toutes les 6 semaines
- Laisser vieillir le fumier au minimum 3 moi avant de l'utiliser Pour ne pas brûler les plantes et les racines, il est judicieux de ne pas éparpiller du fumier, sachant que sa teneur en azote est très importante.
- Il est donc vivement recommandé de mélanger le fumier de poule et de ne pas l'utiliser seul pour éviter un surdosage d'engrais. Prévoyez plutôt des apports réguliers ou avec parcimonie, plutôt que des apports massifs risquant d'abîmer vos plantes ou de les brûler (OOREKA, 2007).

1.2.2.4. Précaution à prendre dans l'utilisation du fumier :

- Il contient une quantité plus ou moins conséquente de graines d'adventices qui ne demande qu'à germer : on risque alors d'être confronté à une prolifération d'herbes sauvage ou herbes folles locales.

- Il peut être riche en germes pathogènes risquant de contaminer certains végétaux
- Si on enfouit en terre du fumier non composté sa décomposition va épuiser le sol en azote ce qui aura pour conséquence de créer des carences en azote chez certains végétaux qui ne pourront plus se développer normalement (OOREKA, 2007).

1.2.2.5. Choix entre engrais biologique et chimique :

- L'engrais bio, signifie principalement un engrais organique utilisable en agriculture biologique. Il peut être d'origine animale (fientes de Volailles, farine de plumes, farine de poisson, farine animales) ou végétale (compost de végétaux divers).
- L'engrais chimique est issu d'une transformation chimique, tel que les engrais azotés fabriqués à partir du gaz ou du pétrole.

Contrairement aux engrais chimiques, les engrais bio sont naturels, non toxiques et écologiques, et n'ont aucun effet nocif sur les nappes phréatiques et les aliments. Les engrais chimique solides, sont généralement constitués de sels hygroscopiques peu hydraté, ce qui peut les rendre irritants en cas de contact avec la peau ou les muqueuses. Aussi, ils génèrent de la poussière, ce qui peut entraîner des irritations de la peau, des irritations respiratoire et peut provoquer des lésions oculaire grave.

1.2.2.6. Devenir des engrais dans le sol :

Les engrais apportés au sol subissent des transformations chimiques et biologiques qui finissent par libérer dans la solution du sol selon sa composition, l'azote sous forme de NO_3 ou NH_4 , le phosphore sous forme de H_2PO_4 et le potassium sous forme de K.

Ces éléments nutritifs peuvent soit être absorbés par des racines des plantes, soit s'accumuler dans le sol, soit perdus par lessivage.

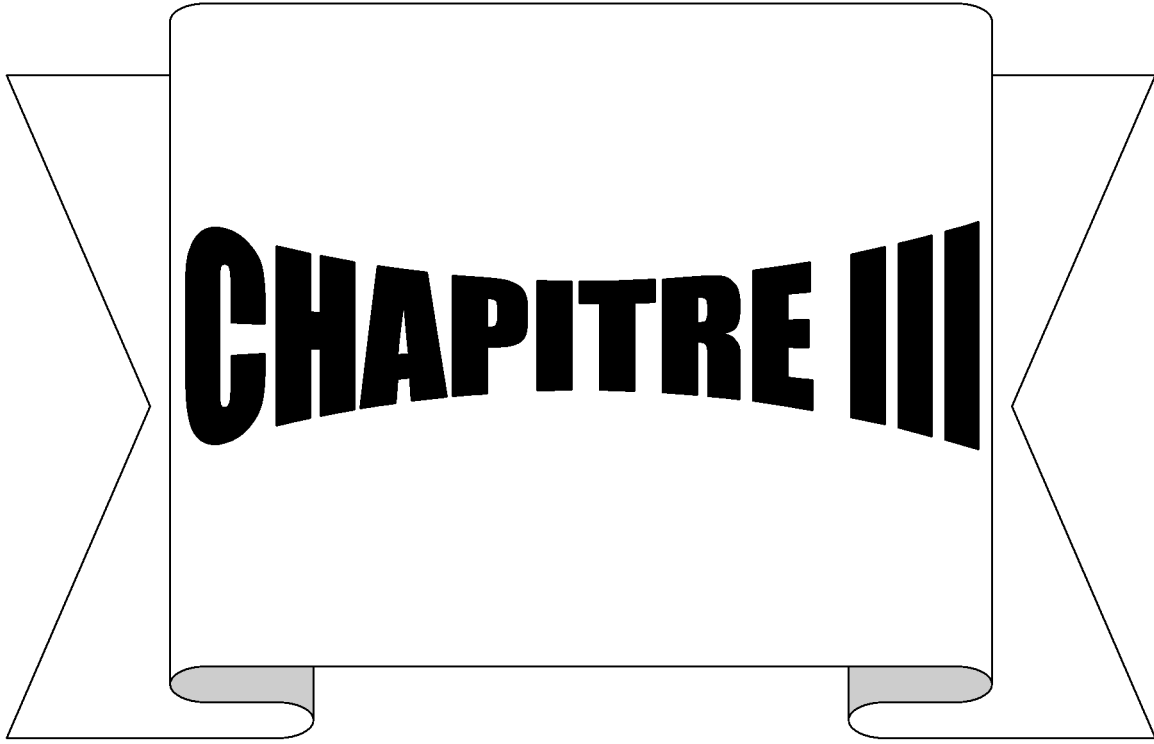
La compréhension de ces transformations, permet de faire des choix judicieux de l'engrais à utiliser. Les réactions que les engrais composés subissent dans le sol peuvent être réduites à partir de leur composition.

1.2.2.7. Coté économique :

Si le coût des analyses des engrais naturels peuvent apparaitre élevé pour l'agriculteur, elles ne sont pas chères en regard de leur richesse pour le sol (en azote, en

phosphore, en potassium, en soufre et en magnésie) et des économies sur les engrais minéraux.

Le compost et le fumier sont des engrais qui ne coutent pas chers contrairement aux engrais chimiques qui sont excessivement chers.



CHAPITRE III



Relation entre agriculture, environnement et la santé

1. Définitions :

1.1. Ecosystème :

L'écosystème peut être défini comme l'unité écologique de base formée par un milieu physique, le biotope, et les organismes animaux et végétaux qui y vivent, la biocénose. Il convient aussi d'intégrer le milieu physico-chimique, et les relations qui s'établissent dans tous les compartiments. Il s'agit d'une dynamique d'évolution de l'écosystème au cours du temps. Tout cela est conditionné par les facteurs biotiques et abiotiques(LE CLECH, 1998).

1.2. Agro-système :

Les agro systèmes sont des écosystèmes agricoles, représentés par des espaces où l'homme se livre à des activités de culture et d'élevage. Ils représentent environ 11 % de la surface des terres émergées. La recherche de forts rendements a orienté ces écosystèmes sur une voie d'uniformisation du paysage et des modes de gestion(LE CLECH, 1998).

1.3. Sécurité alimentaire :

Dans les pays en voie de développement, la sécurité alimentaire englobe l'accès et la disponibilité de la nourriture, sa salubrité et la qualité de l'eau et des aliments.

La sécurité alimentaire dans les pays développés concerne les problèmes sanitaires liées aux denrées alimentaires : les pesticides les pollutions des sols, de l'eau, les maladies comme la grippe aviaire, ou encore les risques sur les OGM.

2. Caractéristiques d'un agro-système par rapport à un écosystème naturel :

La comparaison d'un agro système par rapport à un écosystème naturel montre des différences dans la diversité des espèces de leurs stabilités et de l'hétérogénéité de l'habitat (Tableau 2).

Tableau 2. Caractéristiques d'un Agro système et d'un écosystème :

Caractéristiques	Agro système	Ecosystèmes naturels
Productivité nette	Forte	Moyenne
Chaîne trophique	Simple, linéaire	Complexe
Diversité des espèces	Faible	Forte
Diversité génétique	Faible	Importante
Cycle biogéochimiques	Ouverts	Fermés
Stabilité	Faible	Forte
Permanence dans le temps	Restreinte	Longue
Hétérogénéité de l'habitat	Simple	Complexe
Phénologie	Synchronisée	Saisonnaire
Maturité	Stades initiaux de la succession écologique	Mature, climax

(Source, LE CLECH, 1998).

3. Caractéristiques de l'impact agricole :

Les atteintes à l'environnement d'origine agricole ont plusieurs caractéristiques : elles sont diffuses et concernent de vastes espaces; elles sont continues, aléatoires souvent interdépendantes et cumulative dans le temps. Ainsi, la pollution nitrique a pour origine un excédent net de 30 à 50 Kg d'azote /ha/an. A l'échelle d'un aquifère, cet excédent est suffisant pour qu'au bout de quelques années la limite de potabilité soit atteinte. Cette évolution est accélérée par d'autres pratiques (absence de couverture hivernale des parcelles).

Enfin, compte tenu des temps de transfert, des phénomènes de bioaccumulation ou des effets retards, rendent difficile une prise de conscience rapide des responsables(LE CLECH, 1998).

4. Dommages dus à l'activité agricole sur l'environnement :

Il existe trois types d'instruments politique et économique pouvant inciter ou contraindre les agriculteurs à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement :

- La persuasion volontaire.
- Les incitations économiques (aide directe, redevances, fiscalité...).
- La réglementation.

C'est généralement par une combinaison de ces instruments qu'on obtient une efficacité maximum. Le problème est de choisir ceux dont l'effet sera maximal, avec un coût minimal(LE CLECH, 1998).

Selon THELEMAQUE (2007), les dommages causés par l'activité agricole excessive sont à trois niveaux :

4.1. Au niveau intrants chimiques :

- Pollution des nappes des sols et de l'air.
- Dissimilation de substances cancérigènes.
- Risques sanitaires pour les agriculteurs et les consommateurs.
- Coût importants.
- Diminution des pollinisateurs et de la biodiversité générale.
- Mutation des insectes et augmentation du phénomène de résistance dû à l'utilisation des pesticides.

4.2. Au niveau de la mécanisation poussée et mise en place de grandes surfaces :

- Coût énergétique.
- Perte de biodiversité et déforestation.

4.3. Au niveau de la monocultures et simplification des méthodes : Culturelles :

- Appauvrissement des terres cultivées.
- acidification des sols.
- Détérioration des écosystèmes.
- Accélération de l'érosion.

4.4. Au niveau de l'homogénéisation des paysages :

- Effets négatifs sur la biodiversité.
- Déforestation.

4.5. Au niveau irrigation :

- Utilisation importante d'eau et épuisement des nappes phréatiques.
- Accélération de l'érosion.
- Eutrophisation.

5. L'agro-alimentaire et santé :

L'alimentation est la finalité première de l'agriculture. Pourtant en un demi-siècle, le système de production et de consommation alimentaire s'est considérablement transformé.

Actuellement 80 % de la production agricole mondiale est traitée par l'industrie agro-alimentaire. Basé sur une production de masse, ce processus a entraîné 3 évolutions majeures :

- Une baisse des prix relatifs et du budget consacré à l'alimentation par les ménages.
- Une standardisation extrême des produits alimentaires accompagnée d'une diversification de l'alimentation à l'internationalisation des marchés.
- Une transformation industrielle de plus en plus poussée, conduisant à une réduction de la part de l'agriculture dans la valeur du produit final.

Cependant si dans les années 60, la baisse des prix et la commodité d'emploi formaient l'essentiel des attentes du consommateur, aujourd'hui, celles-ci se sont considérablement complexifiées, avec notamment la montée des valeurs écologiques (LECLECH, 1998).

6. Concept de qualité du produit :

La qualité des produits agricoles et alimentaires est une notion complexe et évolutive. Du point de vue du consommateur, on distingue 4 exigences fondamentales (MAINGUY in LE CLECH, 1998) :

- Satisfaction du consommateur (couleur, odeur, saveur, aspect).
- Service préparation, conservation, diversité, format du produit.
- Sûreté (emballage sécuritaire, absence de résidus ou de contaminants).
- Santé (facteurs nutritionnels).

Cependant l'agriculture intensive assure la quantité et non la qualité. Pour produire la quantité demandée, les agriculteurs se trouvent face à une forte utilisation en engrais ce qui a un impact négatif sur la santé (LE CLECH, 1998).

7. Impact des engrais sur la santé :

L'usage abusif des engrais a un impact négatif sur la santé, nous résumons les différents effets :

7.1. Effet des engrais azotés :

- Les composants azotés sont les nitrates NO_3 , l'ammonium NH_4 (généralement sous la forme de nitrate d'ammonium NH_4NO_3) et l'urée. L'ammoniac (NH_3) est produit par les engrais qui contiennent du nitrate. ce gaz est très toxique, pour ceux qui travaillent dans sa fabrication.
- L'inhaler provoque l'irritation du nez, de la gorge et des poumons.
- Le corps humain est capable de transformer l'ammoniac qui est très toxique en urée qui est moins toxique, mais, si l'exposition continue, le foie est saturé par l'ammoniac, ce dernier peut arriver dans le cerveau et l'endommager.
- L'ingestion des nitrates provoque sa conversion en nitrites (NO_2) qui réagit avec l'hémoglobine et limitent l'absorption de dioxygène par le corps humain, surtout chez les bébés, qui peuvent mourir; cette maladie s'appelle Méthémoglobinémie acquise (ou *Blue-baby syndrome*).
- Les nitrates des engrais peuvent aussi provoquer ou accentuer le risque de développer le cancer de la vessie.

En plus, d'abondantes applications des engrais azotés permettent au nitrate de s'accumuler dans les végétaux, causant des risques de santé aux consommateurs en premiers lieu des problèmes de reins (ANONYM, 2007).

7.2. Effets des engrais Phosphatés sur la santé :

L'homme a modifié les réserves naturelles en phosphate par l'addition d'engrais riche en phosphate dans le sol. Trop de phosphate peut provoquer l'ostéoporose ou des problèmes rénaux, l'exposition peut entraîner des nausées et des brûlures de la peau (LENNTECH, 2016).

7.3. Effet des engrais potassiques sur la santé :

Le potassium n'a pas d'effet négatif connu sur la santé humaine même à des niveaux largement élevé.



CHAPITRE IV



Le développement durable

1. Définition du développement durable :

LEVEQUE et SCIAMA (2008), rapportent sur la base du rapport de la commission Brut land (1987), que le développement durable représente: « Le développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures et de répondre aux leurs ».

Ces mêmes auteurs indiquent que Selon le programme des Nations Unies pour l'environnement il s'agit: « d'améliorer les conditions d'existence des communautés tout en restant dans les limites de la capacité des écosystèmes ».

Il s'agit aussi d'un développement qui intègre les aspects économiques, sociaux et environnementaux et qui équilibre entre ces aspects (PETER LANG, 2002).

2. Piliers du développement durable :

Avec le développement durable, il s'agit de rechercher les moyens de concilier les intérêts parfois divergents, qui sont la préservation de l'environnement envisagé sur le long terme, la satisfaction des besoins sociaux, souvent à court terme, et le réalisme économique.

Le développement durable nous met en garde contre l'attentisme, le manque d'équité sociale et le manque de vision à long terme par rapport à nos choix technologiques et économiques (LEVEQUE et SCIAMA, 2008).

Le développement durable est vu à travers quatre grands piliers:

- Le pilier culturel s'exprime à travers la promotion de valeurs culturelles et artistique. Ces valeurs sont le gage d'une cohabitation entre individus, dans le respect et la cohésion.
- Le pilier social s'intéresse essentiellement à la réduction de la pauvreté, la sécurité physique et financière de l'alimentation et l'équité entre tous les citoyens.
- Le pilier économique s'articule sur la compétitivité, la croissance, la diversification économique des agriculteurs et des producteurs. Il leurs faut donc une exploitation efficace des ressources, des moyens et une organisation afin de minimiser les coûts et les risques afin d'optimiser les revenus.
- Le pilier environnemental est déterminant, puisque la protection des ressources naturelles et la préservation des écosystèmes sont la clé du développement durable (PRETTY et KOOHAFKAN 2003).

3. Préservation de l'avenir :

Il s'agit de prendre en main notre avenir, de ne plus entériner sans réagir dans le domaine social économique et industriel. A l'inverse, les grandes entreprises l'entendent comme une continuation plus ou moins infinie de leur développement. On peut dire que c'est l'enjeu auquel nous sommes confrontés. Le développement durable, c'est la lutte contre la pauvreté, les inégalités et la préservation de l'environnement (LEVEQUE et SCIAMA, 2008).

4. Comment nourrir 9 milliards d'êtres humains en 2050 :

Selon les spécialistes, il faudrait doubler la quantité pour nourrir les 9 milliards d'individus prévus en l'an 2050. D'une part il y'aura un accroissement net de 3 milliards d'individus par rapport à l'an 2000, d'autre part il faut faire disparaître la sous-alimentation là où elle persiste encore, et satisfaire la demande des consommateurs des pays en transition dont le pouvoir d'achat augmente actuellement.

La surface de terres cultivée est actuellement de 1,5 milliards d'hectares. Cette dernière peut encore s'accroître d'environ 200 millions d'hectares selon la FAO.

Des progrès peuvent être réalisés dans l'irrigation. Mais il faudrait augmenter considérablement les apports en intrants (près du double). La fabrication d'engrais azotés et phosphatés se heurte à un épuisement du programme des ressources naturelles, la faisabilité d'une révolution doublement verte telle qu'elle est parfois envisagée (augmenter les rendements tout en protégeant mieux l'environnement) reste encore à démontrer sur le terrain. Face à la cherté des engrais et à la pression des fabricants d'engrais et des semenciers, de nombreux paysans proposent des alternatives en France et dans le monde, soutenus par des associations et par un nombre croissant de citoyens qui voient le monde rural d'un œil nouveau. L'espoir est dans l'agriculture biologique, s'intégrant mieux à l'environnement (LEVEQUE et SCIAMA, 2008). Il s'agit de privilégier dans l'agriculture le respect de l'environnement en limitant l'utilisation des produits phytosanitaires comme dans l'agriculture raisonnée.

5. Types d'agricultures durables

L'agriculture durable est composée de deux types :

5.1. Agriculture intégrée ou raisonnée

L'agriculture intégrée constitue une troisième voie entre l'agriculture intensive et l'agriculture biologique.

Dans le modèle intensif, on vise des rendements voisins du maximum permis par la génétique, le sol et le climat. Les engrais et produits phytosanitaires constituent les moyens privilégiés pour lever les contraintes. On reproche actuellement à ce modèle d'être générateur d'excédents de production (marchés saturés) et de porter atteinte à l'environnement (pollution de l'eau par les nitrates et les pesticides). L'agriculture biologique exclu pratiquement tout recours au « chimique » et fait appel essentiellement aux ressources naturelles du milieu.

L'agriculture intégrée « emprunte » divers moyens aux deux systèmes précédents. Elle essaie de tirer partie au maximum des mécanismes de régulation naturelle, dans les écosystèmes, des techniques culturales, pour réduire de façon substantielle les intrants chimiques. Elle utilise au maximum les connaissances acquises, concernant les multiples interactions qui régissent les « agro-écosystème » (rotation, variétés, densités, fumure, choix des pesticides) (LE CLECH, 1998).

Derrière le terme système intégré, l'enjeu est d'assurer la préservation du milieu naturel et l'élaboration de produits de qualité(LE CLECH, 1998).

5.2. Agriculture biologique

La définition élaborée par l'IFOAM en 2002 définit l'agriculture biologique comme suit:

« L'agriculture biologique constitue un mode de production ayant recours à des pratiques culturales et d'élevage soucieuses du respect de l'équilibre naturel. Ainsi, elle exclut l'usage de pesticides de synthèse, d'engrais chimiques ou solubles, d'OGM, et limite l'emploi d'intrants ».

Selon la FAO, l'agriculture biologique est un système de gestion holistique de la production qui favorise la santé et la protection de l'agro-écosystème, y compris la

biodiversité, les cycles biologiques et l'activité biologique des sols, les systèmes de production biologique reposent sur des normes spécifiques et précises de production.

L'agriculture biologique est un système vivant et dynamique. Ses auteurs peuvent améliorer l'efficacité et augmenter la productivité, mais ceci ne devrait pas se faire au risque de mettre en danger la santé et le bien-être de l'homme (LAFRANCE, 2010).

5.3. Avantage de l'agriculture durable :

L'agriculture durable a pour avantage de :

- Contribuer à la sécurité alimentaire.
- Réduire la pollution de l'eau et par conséquent la diminution des maladies hydriques.
- Protéger la biodiversité.
- Diminuer les impacts environnementaux, notamment le réchauffement climatique.
- Inciter au développement rural.

5.4. Comparaison entre les différents types d'agricultures

Actuellement il existe trois types d'agriculture : conventionnelle, biologique et intégré, chacune de ces types représente des caractéristiques spécifiques et des différences entre eux, c'est ce que résume le tableau (1)

Tableau 1. Comparaison entre les différents types d'agriculture :

	Agriculture conventionnelle	Agriculture biologique	Production intégrée
Base philosophique	Science agronomique	Anthroposophie	Approche systématique
But	Produire quantité et qualité commerciale	Qualité nutritive des aliments. Fertilité du sol. Elimination des pollutions	Qualité optimale. qualité interne des produits. Maintien de la fertilité. Réduction des charges sur l'environnement
Stratégie	Techniques les plus	Exclusion de la plupart des produits chimiques.	Recours raisonné aux agents de production.

	performantes		Choix de techniques moins dommageable au milieu naturel
Sol	Supports de cultures Labour profond	Etre vivant à conserver et à améliorer. Engrais vert Respect des couches	Etre vivant à conserver et à améliorer. Engrais vert
Rotation	Lorsque c'est possible économiquement. Sinon traitement chimique	Très stricte. Ordre de culture obligatoire.	Exigence minimum à respecter
Fertilisation	Normes de fumure peu différenciées. Engrais de ferme. Engrais chimique	Surtout organique compost. Engrais naturels : calcaires. craies. roches broyées.	Organique : optimum de matière organique. Chimique (commerciaux) mais : analyse du sol. besoin de la plante
Désherbage	Herbicides	Prévention mécanique+thermique	Prévention mécanique+chimique à dose limitée
Lutte Contre Les Parasites	Chimique Traitement systématiques	Prévention Préparation à base de plantes : purin d'orties. décoction de prêle Aromathérapie Insecticides végétaux (roténone.pyrèthre.nicotine). Fongicides (Cu. S) Lute biologique	Prévention Seuil de tolérance Choix de produit le moins dommageable Prise de risque Observation de l'équilibre biologique Lorsque c'est possible : lute biologique

Méthode D'élevage	Races productrices performantes	Races rustiques Nutrition saine provenant de l'agriculture Biologique Condition de vie normale	
RESULTATS	Production. Mais problèmes (cerces vicieux)	Marché spécifique Difficulté à résoudre certains problèmes	Voie médiane évolutive vers le mieux produire

(Source : Ch Darbellay –Station Fédérale de recherches Agronomiques de Changins)

6.. Agriculture et développement durable en Algérie :

6.1. Utilisation des engrais :

L'Algérie, utilise des engrais sous différentes formes et quantités. Les principaux organismes de production des engrais sont ASMIDAL qui est le 7^{ème} exportateur d'ammoniac au monde, l'organisme PROFERT distribue multiple famille d'engrais solubles pour la fertilisation et les différents emballages. Aussi FERPHOS à JIJEL qui a une capacité de production d'ordre de 3 132 000 T/an. Comparé aux autres pays, l'Algérie présente une faible consommation en Engrais.(AMGHAR et BENHADDADI, 2013)

Tableau 3. Consommation des engrais dans quelques pays du monde en 2011.

Pays	Algérie	chili	Maroc	Allemagne	Egypte	France	Afrique du sud	Chine
Quantité utilisée (kg / ha)	7.80	595.80	20.80	181.40	502.80	148.30	49.20	488.4 0

(Source : FAO, 2011)

L'Algérie constitue le dernier pays en consommation d'engrais, d'un point de vue écologique c bien, car on pourra exploiter nos terre dans l'agriculture bio et raisonné qui repose sur les engrais naturel.

6.2. Les déchets en Algérie :

L'enquête réalisée par le MATE fait état de 2100 décharges sauvages sur le territoire national dont 360 se trouvent dans 40 grandes villes, occupant une superficie de 22000 hectares.

Ces décharges sont souvent localisées le long des oueds, routes ou sur les terres agricoles ou d'élevage. (AMGHAR et BENHADDADI, 2013)

6.3. Le secteur agricole national :

Malgré les ressources importantes et des terres moyennement fertiles, l'Algérie n'arrive pas à assurer sa sécurité alimentaire. La production agricole est insuffisante pour couvrir les besoins alimentaires du pays, dont découle la nécessité d'intensifier son agriculture, cette dernière a permis d'augmenter très fortement les rendements au cours du XX^{ème} siècle et de diminuer corrélativement les coûts de production dans les pays développés.

Elle repose essentiellement sur l'usage optimal et rationnel des engrais et des produits phytosanitaires (AMGHAR ET BENHADDADI, 2013).

6.4. Répartition générale des terres en Algérie :

➤ Superficie agricole totale :

Selon les dernières données du Ministère de l'Agriculture 238 174 100 ha du territoire national sont répartis comme indiqué dans le tableau 5. Les terres utilisées par le secteur agricole occupent 40 735 920 ha soit 17 % de l'ensemble du territoire et se subdivisent comme suit :

- 31 624 770 ha sont utilisés comme pacages et parcours et constituent le domaine essentiel du pastoralisme en Algérie.
- 8 228 690 ha représentent la surface agricole utile (SAU) qui se répartit en terres labourables (93% de la SAU) et en cultures pérennes (7% de la SAU).
- Sur plus de 75% de la SAU, la pluviométrie reste une contrainte importante pour le développement des cultures.

La SAU a évolué comme suit :

- Les formations forestières couvrent 4 280 000 ha. Elles sont représentées par :

Les forêts naturelles soit 1 460 000 ha (32,4%)

- Les maquis et les broussailles, 1 844 400 ha (44%)
- Les pelouses, 2 800 ha (0,1 %)
- Les reboisements 972 800 ha (23,5 %).

(AMGHAR et BENHADDADI, 2013)

Tableau 4. Répartition des terres en Algérie

Vocation des terres	SAU	Pacage et parcours	Terres alfatières	Terres forestières	Terres improductive	STA
Superficie (ha)	8228690	31624770	2725000	4280000	190 433 180	40 735 920
Pourcentage totale(%)	20.20	77.60	01.10	01.80	80.00	

(Source : Ministère de l'agriculture, 2011)

Tableau 5. Répartition des terres utilisées par l'agriculture en Algérie

spéculations	Superficie	%
Culture herbacées	3 812 760	9.4
Terres au repos	3 733 750	9.2
Plantations fruitières	576 990	1.4
Vignobles	81 550	0.2
Prairies naturelles	23 640	0.1
Pacages et parcours	31 624 770	77.6
Terres non productives des exploitations agricoles	882 460	2.2
Total	40 735 920	100

(Source : Ministère de l'agriculture, 2011)

% : pourcentage calculés par rapport à la superficie des terres utilisées par l'agriculture.

6.5. Développement durable en Algérie :

À l'instar de tous les états du monde, l'Algérie s'est résolument engagée, depuis le sommet de rio, et plus encore depuis le sommet de Johannesburg, dans la voie du développement durable, de ce fait elle est signataire de plusieurs initiatives, conventions et traités internationaux.

Elle s'est engagée dans des réformes internes par la mise en place de structures institutionnelles, de mécanismes politiques, juridiques et financiers.

Des stratégies, pour le court et le long terme sont adoptées dans de nombreux secteurs principalement par la mise en œuvre de l'agenda 21 et pour atteindre les objectifs de développement du millénaire (ODM) dans les délais répartis (2015).

Cette démarche est traduite par la création du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE), élaboration d'une stratégie nationale pour le développement durable (SNE), plan nationale d'action pour l'environnement et le développement durable (PNAE-DD), création du haut comité d'état au développement durable (HCEDD).

Toutefois, si le concept de développement durable suscite des houleux débats et des controverses à travers tous les acteurs de la société, l'engagement sur la voie du développement durable est sur un rythme flou (ZAGHIB, 2009)

Dans le secteur de l'agriculture, les grandes orientations vers un développement durable s'articulent sur :

- La création d'un secrétariat d'état au développement rurale annexé au ministère de l'agriculture : le MADR (ministère de l'agriculture et du développement rural).
- La transformation du plan national de développement agricole (PNDA) en plan nationale du développement agricole (PNDAR), donnant des nouvelles orientations à l'agriculture.
- Les subventions et les aides multiformes aux agriculteurs.
- La stratégie nationale de développement rural durable (SNDRD) et la politique du renouveau rural (PRR) sont élaborées et constitue le cadre des futures politiques en matière d'agriculture et de développement rural durable.
- Les projets de proximité de développement rural sont l'opérationnalisation des principes du développement durable. (ZAGHIB, 2009)

L'Algérie est un pays riche en matières premières que ce soit en terres vierges non polluées et en climat variés. Dans ce sens, il est aisé d'introduire l'agriculture biologique et raisonnée.



Matériel et méthode

1. But de l'essai :

L'objectif de l'essai porte sur l'effet de différents types de fertilisation (engrais minéral) et de deux types d'engrais naturels (compost et fumier) sur le comportement et la qualité nutritionnelle, chez une variété de tomate industrielle cultivé en plein terre, visant de même la préservation de l'environnement et la santé humaine.

2. Condition expérimentales :

2.1. Situation géographique :

L'essai est réalisé à l'ITMA de Boukhalfa (Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture de Montagne) situé en zone de montagne (200-300 m d'altitude) à cinq Km au Nord-Ouest de la ville de Tizi-Ouzou. La superficie globale de la station est de 30,13 ha. La superficie de l'essai est de 100m².



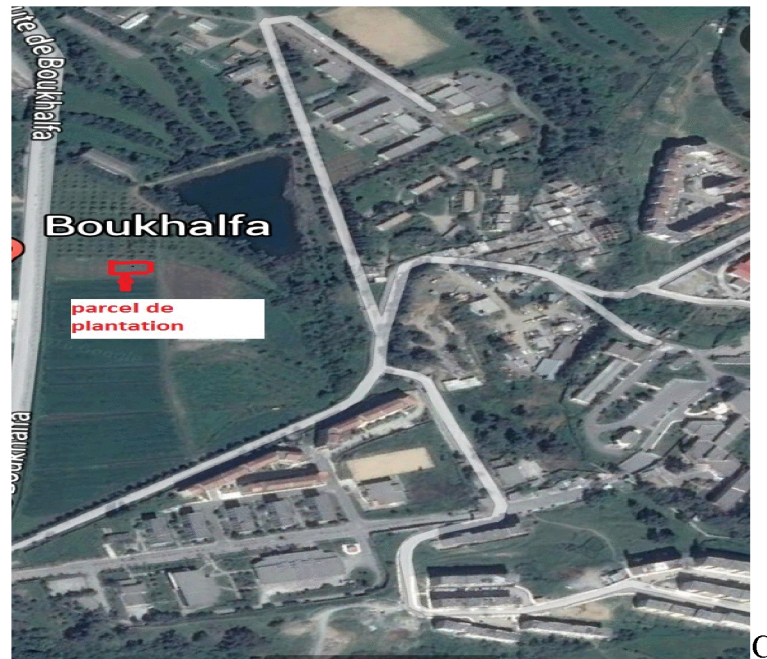


Figure1. A.B.C. Capture de Google Earth du centre agricole l'ITMA de Boukhalfa

➤ **La station expérimentale est limitée :**

- Au Nord, par la route menant vers Tizirt (WC224).
- Au Sud, par l'exploitation agricole SBAlHI.
- A l'Est, par la route reliant Boukhalfa à la ville de Tizi-Ouzou.
- A l'Ouest, par la route reliant Boukhalfa à la ville de Draa Ben Khedda (RN12).

➤ **Coordonnées géographiques de la région :**

- une altitude de 230m de niveau de la mer.
- une latitude de (36°, 42mm) Nord.
- une longitude de (3°, 42mm).

2.2. Données climatiques :

Le climat de la région de Boukhalfa est de type méditerranéen tempéré, caractérisé par deux saisons : un hiver froid et humide et un été chaud et sec. Le relevé des données climatiques mesurées à la station météorologique de la wilaya de Tizi-Ouzou au cours de la période 1997-2006 a permis d'apporter les caractéristiques suivantes :

2.2.1. L'humidité de l'air :

La région de Tizi-Ouzou est caractérisée par une hygrométrie assez élevée tout au long de l'année (moyenne annuelle de 67.8%).

L'humidité relative de l'air est un facteur écologique important (DAJOZ, 2006). Durant la période végétative de la tomate l'humidité doit être maintenue entre 70 et 80%, humidité souhaitable au moment de la floraison, afin de faciliter la dispersion du pollen (Chaux et FOURY, 1994).

L'humidité relative moyenne la plus élevée est enregistrée au mois de Décembre, Janvier et Février (79.5% ,79.6% et 76.6%) et l'humidité la plus faible est enregistrée au mois de juin et août (58.2% et 50.4%).

3. Matériels :

3.1 Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé est une variété hybride de tomate industrielle à croissance déterminée d'espèce *Lycopersicon esculentum* Mill. Cette variété est nommée Baghera F1, caractérisée par un fruit rouge aplati ayant un poids moyen de 200 à 220 g par fruit. Cette variété est originaire de France inscrite au journal officiel de l'Union européenne dans le catalogue commun des variétés des espèces légumières (Figure 1).



Figure 2: Plants de tomates aux stades de pleine végétation et de fructification (originale, 2016).

3.2. Fumure utilisé :

3.2.1 Compost :

✓ **Obtention du compost (Figure 2) :**

- Etablir un lieu pour le compostage (prévoir un endroit pour sa décomposition)
- Remplir le composteur de déchets variés :
 - Déchets verts (riche en azote) : tous types de légumes fruits et de légumes verts qui sont très riche en azote.
 - Déchets ménagers (riche en Carbone) : du carton, du papier et les coquilles d'œufs.
- Activer la décomposition des déchets dans le composteur par l'action des jeunes mauvaises herbes, le café moulu, les feuilles de thé, fruits et légumes.
- Retournez le compost fréquemment pour favoriser sa décomposition et sa maturation en aérobie, sinon le compost prendra une odeur forte et sera d'apparence visqueuse
- s'assurer de garder le compost humide en arrosant si nécessaire avec de l'eau,
- Il est impératif de surveiller la température à l'intérieur du tas, pour une bonne décomposition du compost. Si la température est la même que celle de l'air ambiant, l'activité microbienne est au ralentie, l'ajout des déchets riche en azote est nécessaire.
- Ajouter de la terre fine au compost, afin d'introduire les bactéries activatrices du processus de compostage.



Figure 3: Compost (originale, 2016).

3.2.2. Le fumier de bovin :

Le fumier utilisé au cours de notre essai provient de l'élevage de différentes fermes de la région de Tizi-Ouzou (Figure 3).



Figure 4 : Fumier de Bovins (Originale, 2016).

Les deux types de fertilisations au fumier et au compost ont fait l'objet d'une analyse physico-chimique au laboratoire d'analyse du sol à l'ENSA Ecole Nationale Supérieure Agronomiques). Les résultats d'analyse physico chimiques du compost et du fumier (Tableau9), montrent que les deux types de fertilisation sont assez bien pourvus en éléments minéraux.

3.2.3. Fertilisation minérale :

- L'achat des engrais minéraux simples est réalisé avant plantation.
- L'urée est l'engrais azoté apporté au cours du cycle.
- Le sulfate de potassium est l'engrais potassique apporté avant plantation.
- Le phosphore n'a pas été apporté, car le sol étant riche en cet élément.

Tableau 9. Résultats des analyses physico-chimiques du fumier et du compost (ENASA, 2016) :

Caractéristique chimique	Compost	Fumier	Interprétation
MS%	62,5	71.15	
MO%	30,51	33.50	
Nt%	0,99	0.99	Riche
P2O5%	0,44	0.40	Riche
K2O%	0,73	0.56	Riche
pH	6,56	5.8	Neutre
CE ds/cm	0,73	1.8	
C%	17,73	19.47	
C/N	17,9	19.66	Pas très stable

- Le compost et le fumier sont apportés dans les trous de plantation, dans les parcelles d’essai. Il ne faut pas hésiter à enterrer les plants, même les feuilles cotylédonaire. La reprise sera meilleure et le plant sera plus vigoureux car il aura plus de racines adventives.

3.3. Le sol :

3.3.1. Identification du sol d’étude :

✓ **Première observation sur le terrain nu avant plantation :**

La végétation rencontrée sur le sol d’essai est révélatrice d’un sol riche en élément minéraux. Du gazon, des pâquerettes, des pissenlits, des trèfles et des liserons. En effet, le sol de cette parcelle a servi de pépinière d’élevage de plants maraîcher pour la station.

✓ **Deuxième observation liée à la présence de vers de terre et de leur apport au sol:**

- En effet, très peu de vers de terre ont été observés dans cette parcelle (Figure 4).
- Un apport de vers de terre est appliqué pour toutes les parcelles (fumier, compost et engrais)
- On a introduit 30 vers de terre dans chaque parcelles, qu’on va vérifier après chaque apport en fumure, et à la fin de des récoltes



Figure 5 : Vers de terre (originale, 2016).

✓ Analyse physico-chimiques du sol d'essai :

L'analyse physico-chimique du sol est réalisée au niveau du laboratoire des sciences du sol de l'ENSA (Ecole Nationale Supérieure Agronomique) d'Alger. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau. Le sol de notre essai est de type argileux, relativement riche en élément minéraux mais pauvre en azote.

Tableau 10. Résultats d'analyse physico-chimiques du sol :

Caractéristiques physico-chimiques	Résultats	Observations
Argile (%)	39.45	Sol argileux
Limon F (%)	15.54	
Limon G (%)	4.92	
Sable F (%)	24.59	
Sable G (%)	15.50	
Matière organique (%)	2.75	Sol bien pourvu en MO
Azote N (%)	0.075	Sol très pauvre
Potassium assimilable	0.89	$0.5 < k < 1$ sol riche
Phosphore P (ppm)	184.54	$30 < k < 56$ sol très riche
Calcium	0	
C.E	0.6	Conductivité élevée
C.E.C (meq /100g)	21.50	C.E.C > 25 sol riche
PH	7.2	pH < 7.7 sol alcalin

(Source : ENASA, 2016)

3.4. L'eau

3.4.1. Analyse physico chimiques de l'eau :

L'eau utilisée pour l'irrigation de la parcelle d'essai provient du lac de Boukhalfa (Figure 5) se trouvant dans la station de L'ITMA (Figure 3), dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau.



Figure 6 : Lac de l'ITMA de Boukhalfa (originale, 2016).

Tableau 11. Résultats des analyses physico chimique de l'eau du Lac de l'ITMA de Boukhalfa :

Paramètre	Résultat
Ph	7.51 eau légèrement alcaline
T°C	25.7°C
CE (µS/cm)	1377
MES (mg/l)	09
Turbidité (FTU)	14
Phosphate (mg/l)	0.2 eau riche en phosphore
Nitrite (mg/l)	0.049
Nitrate (mg/l)	3.52 eau riche en nitrates

(ONA pont bougie. 2016)

4. méthode d'étude :

4.1. Dispositif expérimental et Préparation de la parcelle :

- Un labour profond entre 30 à 40 cm est réalisé avec une charrue à soc et une reprise de travail du sol est effectué avec une charrue à disque (Figure 6) pour émietter les grosses mottes.
- Le dispositif expérimental auquel nous avons opté est en bloc aléatoire avec quatre répétitions (Figure 7 et 8). Le facteur étudié étant le type de fertilisation, nous avons trois types : Fertilisation minérale, apport de fumier et apport de compost.



Figure 7. Charrue à disque (originale, 2016).

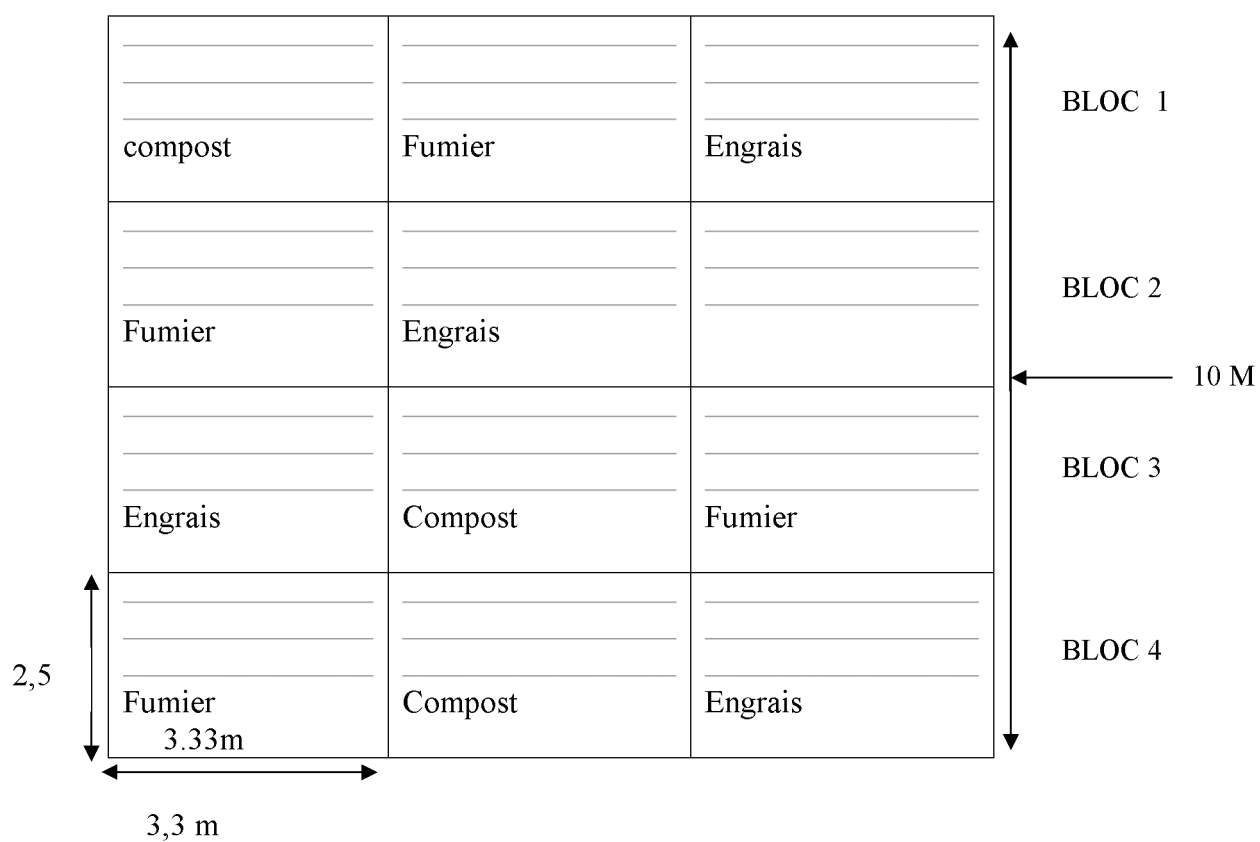


Figure 8. Dispositif expérimental.



Figure 9. Traçage de la parcelle d'essai (Originale, 2016).

Les dimensions de la parcelle sont comme suit :

- Surface de l'essai :
- Nombre de bloc : 04
 - 3 parcelles de compost.
 - 3 parcelles de fumier
 - 3 parcelles d'engrais
- Distance entre chaque bloc : 0.5m
- Largeur d'un bloc : 3.33m
- Longueur d'un bloc : 2.5m
- Distance entre chaque ligne : 0.5m
- Nombre de plants par ligne : 4
- Nombre de plants par parcelle : 12
- Distance entre chaque plant : 0.58
- Nombre de plant par bloc : 36
- Nombre de plant de tous les blocs : 144
 - Compost : 48
 - Fumier : 48
 - Engrais : 48

4.2. Entretien de la culture :

4.2.1. Choix des plants de tomates :

- Les plants sont achetés au stade jeune plantule se trouvant dans des plaques alvéolées (Figure 9) à la date du 08.05.2016.

- Les plants sont vigoureux, Il ne faut pas les laisser longtemps dans la plaque au risque de l'épuisement du substrat.
- Lorsque les plants sont suffisamment développés (15 à 20 cm), la plantation est réalisée sur le terrain.



Figure 10 : plantules de tomate Baghéra F1 (Originale, 2016).

4.2.2. Entretien de la tomate :

Les travaux d'entretien de la tomate sont résumés dans le tableau récapitulatif)

4.2.3. Tuteurage et palissage de la tomate :

Des tuteurs en roseaux (Figure 10) sont placés, pour éviter que les plants ne soient étalés sur le sol suite à la charge en fruits des plants.

4.2.4. Irrigation et effeuillage de la tomate :

L'irrigation de la tomate (Figure 11) est effectuée à la raie de préférence en fin d'après midi pour éviter le stress hydrique.

L'entretien des plants de tomate consiste à réaliser l'ébourgeonnage, on pince avec les doigts ou à l'aide des ciseaux (Figure 12, 13 et) les très jeunes bourgeons à l'aisselle des feuilles, parfois on utilise un sécateur pour les plus gros gourmands. On travaille par temps sec pour éviter les maladies. L'entretien de la tomate a permis l'obtention de gros fruits (Figure 14).



Figure 11. Tuteurage des Plants de tomate (Originale, 2016).



Figure 12 : Irrigation de la tomate (Originale, 2016).



Figure 13 : Effeuilage de la tomate (Originale, 2016).



Figure14 : Ebourgeonnage de la tomate (Originale, 2016).



Figure15. Stade maturation de la tomate (Originale, 2016).

4.2.5. Binage de la tomate

Le binage est très important puisqu'il permet d'aérer le sol et de réduire l'évaporation de l'eau. Ce dernier est réalisé tout les 15 jours et se trouve accompagner d'un désherbage manuel (Figure 15).



Figure16. Binage et désherbages des parcelles d'essai (Originale.2016).

Tableau 12. Travaux d'entretien de la parcelle d'essai

Opération	Moyens	périodes	but
1. travaux du sol ✓ déchaumage ✓ labour 20-30 cm ✓ disquage croisé ✓ reprise de labour ✓ traçages de la parcelle	manuel manuel Charrue à soc Charrue à disque Manuel	10.05.2016	Aération du sol Augmentation de la capacité de rétention en eau du sol Eliminer les mauvaises herbes
2. pépinière ✓ élevage des plants de tomate ✓ irrigation des plants	manuel	08.05.2016 13.05 au 30.9.2016	Obtention des plants vigoureux
3. en plein champs ✓ transplantation ✓ premier apport engrais	Tous les travaux sont effectués	13.05.2016 13.05.2016	Ameublir et aérer le sol aux pieds des plants Obtention de production

Matériel et méthode

minérales (azote et potassium) ✓ premiers apport en compost ✓ premier apport en fumier ✓ 1 ^{er} binage ✓ irrigation ✓ désherbage ✓ 2 ^{ème} binage ✓ 2 ^{ème} apport en engrais minérale (azote) ✓ 2 ^{ème} apport en fumier et composte ✓ 3 ^{ème} binage ✓ désherbage ✓ irrigation ✓ récolte	manuellement	13.05.2016 13.05.2016 28.06.2016 28.06.2016 28.6.2016 28.6.2016 22.7.2016 22.7.2016 9.20.30.7.2016 12.21.30.8.2016 9.18.29.6.10.2016	saine à base d'engrais naturelle Récolte échelonnée
---	--------------	--	--



Figure 17. Parcelle de plantation de la tomate au fumier (Originale, 2016).



Figure 18. Parcelle de plantation de la tomate fertilisés au compost (Originale, 2016).



Figure 19. Effeuilage des plants fertilisés au fumier (B), au compost (A) et à l'engrais (C) (Originale, 2016).

- De ces illustrations, on a remarqué l'apparition précoce des premières fleurs avec les traitements au compost et au fumier comparé au traitement à base d'élément minéraux.
- L'entrée en production des fruits de tomate, laisse apparaitre de gros fruits chez les plants de tomates qui sont fertilisés au fumier et au compost (Figure 19).



Figure 20. Fruits de tomates issus d'une fertilisation au fumier (B), et au compost (A) (Originale.2016).

- La production de tomate fertilisée à l'engrais minéral donne des fruits en nombre important mais de taille réduite (Figure 20).



Figure 21. Fruits de tomate issus de la fertilisation à base d'engrais minéral (Originale,.2016).



A



B



C



D



E

Figure 22: Plant de tomate à différents stade de développement (Originale, 2016).

A : Stade de pleine croissance.

B : Stade de floraison.

C : Stade de fructification.

D : Stade de début de maturation des fruits.

E : Stade de maturation des fruits.

4.2.6. Traitements phytosanitaires :

Différents traitements phytosanitaires sont utilisés sur les composts et le fumier, nous avons effectué des traitements à base de plantes naturelles telles que les plantes d'orties macérées et de l'ail et parfois du marc de café ayant un effet insecticide et répulsif très important.

4.2.6.1. Pour les parcelles de Compost et de fumier :

➤ **Traitement contre pucerons :**

Tremper deux pieds d'ortie dans un seau de 5 litre pendant une semaine. Ensuite, on mixe le tout. On irrigue les plants avec cette préparation. Cela a un effet répulsif sur les pucerons.

Le marc de café est un insecticide naturel, écologique et économique, il agit comme répulsif contre les pucerons et les fourmis. On épand du marc de café au pied de tous les plants de tomates des parcelles de fumier et du compost.

➤ **Traitement contre mildiou :**

- prendre 10g de bicarbonate de soude.
- 4 litre d'eau.
- 40 ml de savon Marseille liquide.
- Epandre le mélange autour des plants.
- Désinfecter fréquemment les outils utilisés.
- Eviter l'humidité.

➤ **Traitement contre l'araignée rouge :**

- pulvériser les plants avec une macération d'ail contenant dix gousses trempées dans 5l d'eau durant 24 heures.

➤ **Traitement contre la pourriture des racines et du collet :**

- Il n'existe pas un moyen de lutte curatif mais des mesures préventives doivent être prises à savoir :
- Eviter les excès d'eau dans le sol.
- Mettre en place un drainage.

- Bruler les sujets atteints.
- Effectuer un petit binage avant chaque arrosage

4.2.6.2. Pour les parcelles fertilisées à l'engrais minéral :

Pour les parcelles fertilisées à l'engrais minéral, plusieurs insecticides sont utilisés le tableau, illustre tous les produits utilisés.

Tableau 13. Récapitulatif des traitements :

types de fertilisants	dates des traitements	produits utilisés	nature du traitement	Période de traitement	doses préconisées	types de maladie	efficacité
Engrais Minéral	09.06.2016	Déltametrine	insecticide de contacte	1 fois/10jour	5ml/10L	pucerons	Moyennement efficace
	20.06. 2016 12.07.2016	Cuproxy 50 wp Captan 50%	Fongicide de contacte polyvalent	1 fois/15jour 1fois/ 10 jour	64g/18l 30ml/10l	mildiou	
	26.07.2016	Bactimac	Insecticide -acaricide	1 fois / 6 jours	20ml/16l	araignée rouge	
	1.08.2016	Revolt50	Fongicide systémique	1 fois /7 jour	50ml /10l	virales	
Fumier et compost	09.06.2016	Marc de café	Insecticide naturel	1 fois (effet qui dure)	Une poignée pour chaque plant	pucerons	Très efficace
	20.06. 2016	Bicarbonate+savon Marseille	Fongicide naturel	Tous les 7jours	10g bicarbonate 40ml/4L	mildiou	

					d'eau		
	26.07.2016	L'ail	Insecticide naturel	Chaque 5jour	10 gousse/5L	araignée rouge	
	1.08.2016	Lutte préventive				virales	

4.3. Paramètres étudiés :

Au cours de l'essai, par bloc et par parcelle, nous avons étiqueté trois plants, que nous avons suivis pour tous les paramètres agronomiques.

4.3.1. Paramètre agronomiques :

4.3.1.1. Diamètre finale de la tige de la tige principale (mm) :20.06.2016 :

Durant l'essai, le diamètre de la tige principale est obtenu en mesurant à l'aide d'un pied à coulisse le collet de la plante. Ce dernier nous renseigne sur la vigueur de la plante

4.3.1.2. Nombre totales de bouquets floraux par plant : 26.06.2016 :

Le nombre total des bouquets floraux par plant est la somme de tous les bouquets de toutes les tiges de la plante.

4.3.1.3. Nombre de fleurs par plants : 26.06.2016 :

Le nombre total de fleurs par plant est obtenu par le comptage de toutes les fleurs sur les plants mesurées.

4.3.1.4. Nombre total de fruits par plants : 13.07.2016 :

Le nombre total de fruit par plant est obtenu par comptage des fruits sur les plants mesuré.

4.3.1.5. Nombre de fleurs avortées :

Les fleurs avortées sont des fleurs qui n'ont pas noué ou qui tombent, il est obtenu par comptage des fleurs avortées sur chaque plant.

4.3.1.6. Taux de nouaison (%) :

Le taux de nouaison est le rapport du nombre total de fruits formés sur le nombre total de fleurs, exprimé en pourcentage. Il nous renseigne sur l'aptitude d'une variété à résister aux divers facteurs en particulier climatiques, qui entravent la nouaison.

4.3.1.7. Calibre moyen d'un fruit (Cm) 20.07.2016 :

Le calibre moyen d'un fruit nous renseigne sur le poids du fruit et de leur teneur en matière sèche, il est important pour l'industrie de conserve. Nous le mesurons au moyen d'un pied à coulisse.

4.3.1.8. Poids moyen d'un fruit (g) :20.07.2016 :

Le poids moyen d'un fruit est le rapport du poids total des fruits sur le nombre total des fruits par plant.

4.3.1.9. Le poids total des fruits par plant(g) :20.07.2016 :

A la fin de chaque récolte, les fruits de chaque plant mesuré sont pesés.

4.3.1.10. Rendement potentiel (Qx /ha) :

Le rendement potentiel est calculé selon la formule suivante :

$R_p = \text{Nombre moyen des fruits par plant} \times \text{poids moyen d'un fruit par plant} \times \text{la densité de plantation.}$

4.3.1.11. Rendement réel (Qx/ha) :

Le rendement réel est calculé par la formule suivante :

$R_{réel} = \text{poids des fruits récolté de chaque parcelle par plants} / \text{la superficie cultivée.}$

4.3.2. Paramètres technologiques :

Les paramètres technologiques nous informent sur la qualité nutritionnelle de la tomate et l'aptitude des fruits à la transformation et à leur conservation.

Au cours de notre travail, les fruits récoltés sont analysés au niveau du laboratoire commun de la faculté des sciences biologiques et science agronomiques de l'UMMTO, et au laboratoire d'analyse des produits agro-alimentaire, cosmétique et hygiène corporelle (LABO -IDRES) à Bejaia.

4.3.2.1. Détermination de la teneur en eau des différentes parties de la plante 03.08.2016 :

La teneur en eau est déterminée en mettant les parties concernées de la plante et des fruits dans l'étuve réglée à 103°C pendant 24 à 48 heures.

Mode opératoire :

- Séparez les différentes parties de la plante : aérienne (partie aérienne) et souterraine (racine) de chaque type de fertilisants (compost, fumier et engrais).
- Peser à l'aide d'une balance de précision tous ces échantillons (fruits, parties aérienne et souterraine) (Figure 22).



Figure 23 : Séchage des différentes parties de la plante (Originale.2016).

- Mettre la partie aérienne et souterraine de chaque plant dans des sacs d'emballages en papier Régler la t'étuve à 75°C.
- La teneur en eau par rapport à la masse humide est calculée par la formule suivante :

$$W(\%) = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100$$

Où :

W% : pourcentage de la teneur en eau.

m_i : masse fraîche initiale, en gramme.

m_f : masse sèche finale, en gramme.

4.3.2.2. Détermination de la teneur en matière sèche du fruit (%) 03.08.2016 :

La matière sèche totale du fruit est l'ensemble de toutes les substances qui dans les conditions physique déterminées, ne se volatilisent pas. Ces conditions doivent être fixées de telle manière que, les substances composant cet extrait subissent le minimum d'altération.

Matière sèche=100-le pourcentage de la teneur en eau :

4.3.2.3. PH du jus de tomate 14.08.2016:

Le potentiel hydrogène est une expression globale de l'acidité d'un produit (JORA 1998). C'est une mesure de la concentration des ions hydrogène (H⁺) dans le jus de tomate.

La concentration des ions hydrogène détermine le caractère acide, neutre ou alcalin (basique) du jus de tomate. Le pH se mesure sur une échelle logarithmique variant de 1 à 14. Ainsi, une solution est neutre lorsque le pH est égal à 7, alcalin lorsque le pH est supérieur à 7 et acide lorsque ce dernier est inférieur à 7.

Mode opératoire :

- Prélever 5 g d'échantillon de jus de tomate.
- Ajouter 50 ml de l'eau distillée puis agiter pendant 15 mn.
- Introduire l'électrode du pH mètre dans le bécher, puis lire la mesure en plongeant l'électrode dans la solution de KCl.



Figure 24. Mesure du pH du jus de tomate au moyen d'un pH-mètre (Originale.2016).

4.3.2.4. Acidité titrable du jus de tomate (%) 15.08.2016 :

Selon BOARD (1987), il s'agit de quantifier la teneur totale en acides organiques naturels. Le dosage étant effectué avec une base forte (NaOH 0, 1N) jusqu' au virage avec un indicateur coloré (phénophtaléine à 2 %).

Préparation des solutions :

Solution de phénophtaléine à 2 % :

- La solution est préparée de 2 g de phénophtaléine dans 100 ml d'eau distillée.

Solution de soude :

- Pour la solution de soude. Nous avons mis 222 g de Na OH (0,1 N) dans 500 ml d'eau distillé.

Mode opératoire :

- Couper la tomate, éliminer les pépins puis la mixer.
- Peser 25 g d'échantillon.
- Placer l'échantillon dans une fiole conique, ajouter ensuite 50 ml d'eau distillée, Préalablement bouillie, refroidie, puis bien mélanger.
- Chauffer le contenu au bain marie pendant 30 min.
- Refroidir puis transvaser le contenu de la fiole dans une fiole conique jaugée de 250ml.
- Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée bouillie, refroidie, puis filtrer.

- Prélever à la pipette 25 ml du filtrat, le verser dans un Becher.
- Ajouter deux à trois gouttes de la phénolphtaléine tout en agitant.
- la titration ns est faite au moyen d'une burette contenant la solution d'hydroxyde de sodium (0,1N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante, noter le volume de la solution de soude versée.



Figure 25. Acidité du jus de tomate par titration (Originale.2016).

Remarque :

- L'eau doit être légèrement bouillie pour éliminer le dioxyde de carbone dissous qui pourrait fausser les résultats.
- L'eau permet d'extraire les acides contenus dans le jus de tomate pour la doser.

Expression des résultats :

$$\text{Acidité titrable (\%)} = \frac{V_{\text{NaOH}}}{V_0} \times 100 \times C$$

V_{NaOH} (ml) : Volume titré de NaOH.

V_0 : 25 ml d'échantillon ;

C : Coefficient de l'acide citrique.

4.3.2.5. Détermination de l'extrait sec ou degré brix 14.08.2016:

Chez la tomate, les sucres représentent environ 48 % de la matière sèche totale. Ils sont essentiellement constitués de fructose et de glucose à part égale et d'une quantité très faible de saccharose (DAVIES et HOBSON 1981).

Le Brix est le principal paramètre technologique dans les concentrés de tomate. Il représente le degré de concentration du jus de tomate. Ce paramètre fait l'objet d'une réglementation très stricte (JORA, 2007). Le Brix est défini comme étant la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction, exprimé par le pourcentage en masse, ou en degré Brix.

Mode opératoire :

- Mettre une goutte sur le prisme.
- Diriger le refractomètre vers une source lumineuse.
- Lire le résultat sur le refractomètre.
- Relever le prisme mobile et nettoyer soigneusement les deux faces apparentes du prisme au moyen du papier hygiénique.



Figure 26. Mesure de l'indice réfractométrique du jus de tomate (Originale. 2016).

4.3.2.6. La teneur en vitamine C (g /100 ml) 31.08.2016:

L'acide ascorbique fond à 192 °C, il est très soluble dans l'eau. Son oxydation est accélérée le pH augmente (FRENOT ET VIERING, 2002).

Le dosage de la vitamine C se fait par la méthode iodométrique (BARKATOVET, 1979).

Mode opératoire :

- Mettre 50 ml de filtrat dans un Becher.
- Ajouter 3 ml de H₂SO₄ (0,1 N).
- Mettre quelques gouttes d'empois d'amidon à 0,5 % comme indicateur coloré.
- Titrer avec une solution d'iode (0,05 N).
- Apparition d'une coloration verte persistante.



Figure 27. Dosage de la vitamine C du jus de tomate (Originale.2016).

✓ **Expression des résultats :**

$$V_c \text{ (g/100 ml)} = V_i \times 4,4$$

V_i : Volume d'iode (ml).

4.3.2.7. Dosage du lycopène et du β -carotène dans la tomate (g /100 ml) 11.10.2016 :

Le dosage du lycopène est très intéressant pour la santé. Etant un antioxydant puissant indispensable pour la lutte contre les maladies dégénératives. La détermination du taux de lycopène se fait à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible à deux longueurs d'onde (503 nm et à 451 nm) (GROLIER et *al.*, 2000), La méthode la plus utilisée est celle de SADLER et *al.* (1990).

Mode opératoire :

- Peser 10 g échantillon broyés.
- Ajouter 30 ml d'acétone.
- Verser le mélange dans une ampoule à décanter (Figure) ayant un entonnoir avec un papier filtre.
- Mettre 50 ml d'éther de pétrole pour extraire le lycopène à doser.
- Agiter doucement et retourné les ampoules pour faire le dégazage.
- Pour faciliter la séparation des deux phases et pour rinçage, on rajoute 30ml d'eau distillée en 3 fois.
- Obtention de deux phases, la phase aqueuse est jetée et la phase organique est récupérer dans une fiole de 50 ml.

- Emballer les fioles contenant la phase organique avec l'aluminium pour éviter l'oxydation du contenu et les mettre au congélateur pendant 24h.
- La lecture est réalisée au moyen d'un spectrophotomètre UV-visible sur deux longueurs d'ondes 451 et 503 nm, qu'on doit d'abord étaler avec de l'éther de pétrole.



Figure28. Extraction du lycopène de la tomate et sa lecture au spectrophotomètre UV visible (Originale, 2016).

➤ **Expression des résultats :**

$$Cl \text{ (g/100 ml)} = 3,956 \times DO \text{ 503} - 0,806 \times DO \text{ 451}$$

$$Cc \text{ (g/100 ml)} = 6,624 \times DO \text{ 451} - 3,091 \times DO \text{ 503}$$

Où **Cl**: concentration en lycopène **Cc**: concentration en β -carotène

4.3.2.8. Dosage des sucres totaux (g/100g) 21.08.2016:

Le dosage des sucres chez la tomate est réalisé par la technique de DUBOIS et *al.*(1965).

✓ Préparation des solutions de Fehling A et B (figures 28.29)

1. Solution de Fehling A (solution bleu) :

- Mélanger dans un litre d'eau distillé 40g de CuSO_4 et 2ml de pur.



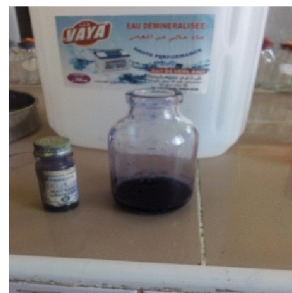
Figure 29. Solution de Fehling A (Originale.2016).

1. Solution Fehling B (solution non coloré):

- Mélanger dans un litre d'eau distillée 200 g de Tartrate de Na et K avec 150 g de NaOH solide.



(A)



(B)

Figure 30. Solution de Fehling B (A) et le bleu de méthylène (B) (Originale.2016).

3. préparation de la solution de Bleu de méthylène :

- Mélanger 2g de bleu de méthylène dans 100ml d'eau distillée

4. Acétate de plomb :

- Mélanger 5g d'acétate de plomb dans 100ml d'eau distillé.

Mode opératoire :

- Prendre 20 ml d'échantillon de tomate.
- Ajouter 5ml d'acétate de plomb.
- Ajuster avec de l'eau distillée jusqu'à 100ml.
- Filtrer le mélange avec du papier filtre.
- Prendre 50ml de ce filtrat.
- Ajouter 5 ml de Hcl concentré.
- Porter au bain marie pendant 5 min à 70° C.

Neutraliser avec NaOH (0.1N) en présence de deux gouttes de phénolphtaléine à 2 %, jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante.

- Mettre dans un bécher 25ml et 25ml des solutions de Fehling A et B +2 gouttes de bleu de méthylène.
- Le filtrat de tomate obtenu est introduit dans une burette.



Figure 31. Dosage des sucres du jus de tomate (Originale.2016).

- Ajouter deux gouttes de bleu de méthylène avant la titration. La fin de la titration est traduit par un virage de la couleur bleu vers la couleur marron brique avec formation d'un précipité d'oxyde cuivreux.
- Arrêter la titration puis noter le volume du filtrat.

✓ **Expression des résultats (g /100g) :**

$$\text{Sucre totaux} = \frac{240 \cdot 10}{V(V2-0,05)}$$

V : Volume de l'échantillon analysé.

V_2 : Volume de filtrat sur la burette.

4.3.2.9. Mesure des éléments minéraux dans la tomate :

L'analyse des éléments minéraux de la tomate a concerné les éléments jugés important pour la santé humaine à savoir le potassium, le calcium et le phosphore. Ces derniers sont réalisés au laboratoire privé « LABO-IDRES » de Bejaia.

4.3.2.9.1. Potassium (mg/100g) 21.08.2016 :

- Prendre 2g d'échantillon.
- Mettre dans une fiole de 100ml.
- Ajuster jusqu'au trait de jauge on aura une dilution de 2%.
- Pipeter 10 ml de cette dilution
- Mettre une autre fois dans une fiole de 100ml.
- Ajuster jusqu'au trait de jauge, on aura ainsi une dilution de 10%.
- Allumer le photomètre à flamme.



Figure 32. Appareil de mesure des éléments minéraux : Photomètre à flamme
(Originale.2016).

- Mettre la solution étalon de 7.5mg/l de pour étalonner l'appareil.
- Prendre la dilution de 10%.
- Mettre un petit asperseur du photomètre qui va aspirer le contenu.
- le résultat X s'affiche directement sur l'écran.

- Après l'obtention des résultats, on multiplie par l'inverse des deux dilutions ;
- Le résultat finale est exprimé en mg/l converti ensuite mg/100g.

$$X' = \frac{X \cdot 100}{10} = \text{dilution à 10\%}$$

$$X'' = \frac{X \cdot 100}{2} = \text{dilution à 2\%}$$

➤ $X' = \text{mg/l}$

$$1 \text{ kg} = 1 \text{ l}$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

✓ **selon la règle de trois :**

$$X' \rightarrow 1 \text{ kg} \times 1000 \text{ g}$$

$$X'' \rightarrow 100 \text{ g}$$

➤ $X'' = \frac{X' \cdot 100}{1000} = \text{mg/100g}$

4.3.2.9.2. Phosphore (mg/100 g) :(analyse par colorimétrie)

Solution témoin :

- Mettre 100 ml d'eau distillée dans un flacon.

Échantillon :

- Préparer une solution de filtrat diluée en deux fois (2%).
- Pipeter 1ml de la dilution de 2%.
- Ajuster avec de l'eau distillée jusqu'à 100ml pour avoir une dilution de 1%.
- Ajouter 4 ml de réactif molybdique + 1ml SnCl_2 Pour les deux expériences (témoin et échantillon).
- Apparition d'une couleur bleue.
- régler le spectrophotomètre à 880 nm.



Figure 33. Dosage du phosphore par Spectrophotomètre (Originale.2016).

- faire la lecture pour le témoin suivi de l'échantillon
- Le calcul se fait par rapport à une courbe d'étalonnage ;
- Le résultat est multiplié par l'inverse des deux dilutions et il est exprimé en mg/100 g Po_4^- .

M de Po_4^- : 94.97moles

M de p : 30.97moles

➤ **Extraire la valeur du phosphore par rapport à la courbe d'étalonnage :**

X → valeur donné par le spectrophotomètre Po_4^- (vdp)

Y → veq de Po_4^-

$$X = \frac{Y \cdot vdp}{veq \text{ de } \text{Po}_4^-}$$

✓ Y et veq de Po_4^- : les valeurs des deux échantillons sur la courbe détalonnage

Y v [mg/l]	V eq de Po_4^-
0,1	0,018
0,2	0,036
0,3	0,052
0,4	0,07
0,5	0,088

Tableau 14. Courbe d'étalonnage (Originale.2016).

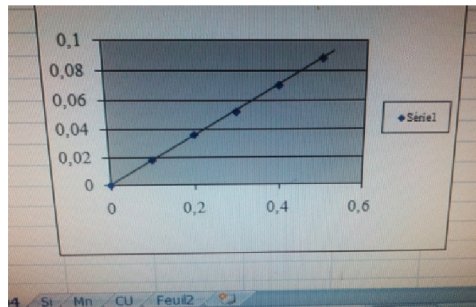


Figure 34. Courbe d'étalonnage (original.2016)

X : on fait l'inverse de dilution à 2% puis à 1% :

$$\frac{X \cdot 100}{1} = \text{dilution à 1\%}$$

$$\frac{X \cdot 100}{2} = \text{dilution à 2\%}$$

$$X = \text{mg} / 1000\text{g de } \text{Po}_4^-$$

$$X \longrightarrow 1000\text{mg}$$

$$X' \longrightarrow 100\text{g}$$

$$X' = \text{mg} / 100\text{g en } \text{Po}_4^-$$

$$X' \longrightarrow \text{Po}_4^- (94.97\text{mol})$$

$$X'' \longrightarrow \text{P (30.97)} \quad X'' = \text{mg} / 100\text{g en P}$$

4.3.2.9.3. Calcium (mg/100g)22.08.2016 :

- Prendre 10g du filtrat
- Ajuster jusqu'à 100ml pour une meilleur observation du virage de couleur
- Ajouter 2ml de NaOH à 2M (molaire) : milieu basique + précipiter le
- Mettre une pincé de murexide à 0.2% de NaCl (indicateur coloré)
- Titrer avec EDTA 0,02 N avec un facteur de correction de 0.09, jusqu'à apparition d'une couleur rose violet.

✓ Expression des résultats :

$$\text{cb.N.fc} = \frac{1000}{PE} \cdot \text{Meq.ca}^{2+} = X$$

Selon la règle de trois

x mg \rightarrow 1000g

y \rightarrow 100g

$Y = mg/100g$

cb : Chute de burette

N : Normalité (0.02)

fc : Facteur de correction (0.09)

Meq Ca^{2+} : Masse équivalente de Ca^{2+} (20)

5. Etude statistique :

L'interprétation des résultats obtenus est basée sur l'analyse statistique effectuée par le logiciel STAT –BOX.

Ce traitement consiste en une analyse de la variance. Si l'analyse révèle des différences significatives, une comparaison multiple de moyennes est effectuée à l'aide du test de NEWMANKEULS qui nous permettra de faire un classement au seuil de 5 %.



Résultat et discussion



Paramètres agronomiques

1. Résultats des Paramètres agronomiques :

1.1. Rendement réel :

Le tableau montre que la valeur maximale du rendement réel est obtenue avec le fertilisant compost et la valeur la plus faible est obtenue avec le fumier, la figure illustre ces différences.

Tableau 15 Valeurs moyennes du rendement réel en fruits de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
449,333±72,61	346,335±31,427	362,775±39,342

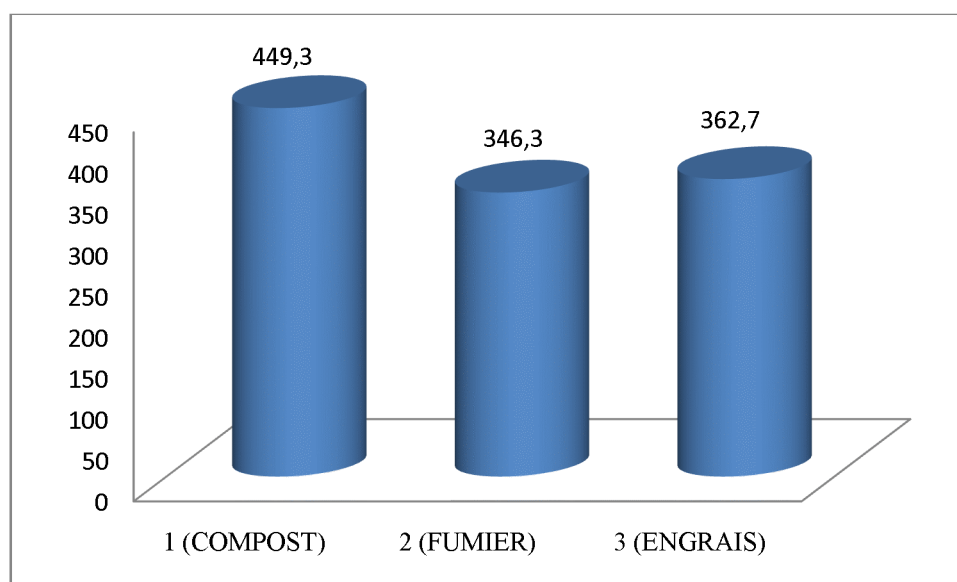


Figure 34: Effet du compost, du fumier et de l'engrais minéral sur le rendement réel

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence significative du facteur étudié sur le rendement réel de la tomate.

Tableau 16. Résultats d'analyse de la variance du rendement réel

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	47917,53	11	4356,139				
VAR.FACTEUR 1	24494,61	2	12247,3	4,706	0,03963		
VAR.RESIDUELLE 1	23422,93	9	2602,547			51,015	13,21%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupes homogènes pour le facteur fertilisant, avec en groupes A la fertilisation au compost (449.333) , et en groupe B la fertilisation à l’engrais minéral (362.775) et au fumier (346.335)

Tableau 17. Test de Newman Keuls sur le rendement réel

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	COMPOST	449,333	A	
3.0	ENGRAIS	362,775		B
2.0	FUMIER	346,335		B

1.2. Nombres de tiges :

Le tableau montre que la valeur maximale du nombre de tiges est obtenue avec la fertilisation au fumier et la valeur la plus faible est obtenue avec le traitement au compost, la figure illustre ces différences.

Tableau 18. Nombre de tige

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
5,667±0,955	6,5±0,748	6,333±1,232

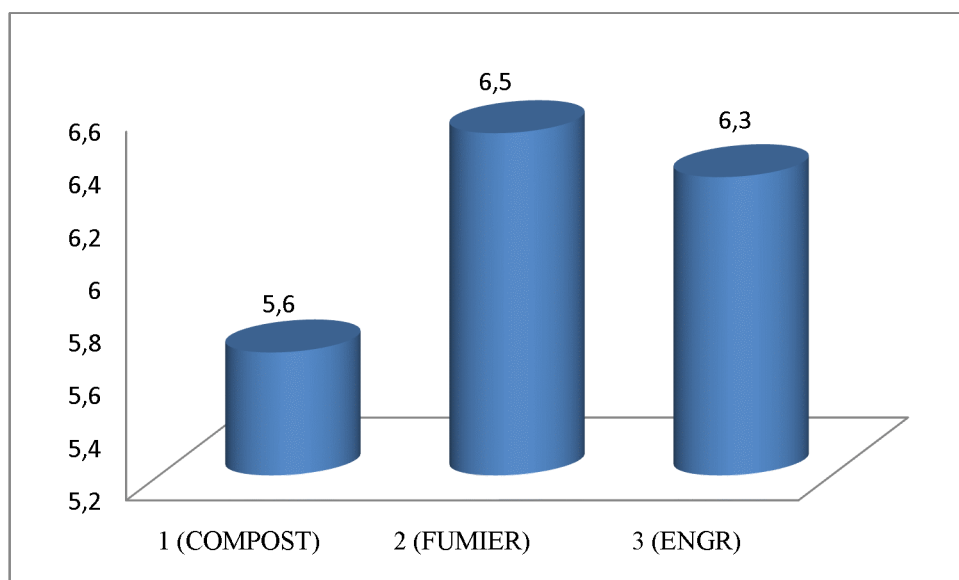


Figure 35: Effet du compost, du fumier et de l’engrais sur le nombre de tige par plant

Les résultats de l’analyse de la variance (tableau) ne montrent aucune différence significative du facteur étudié sur le nombre de tige.

Tableau19. Analyse de la variance du nombre de tige par plant

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	49	35	1,4				
VAR.FACTEUR 1	4,667	2	2,333	1,703	0,20205		
VAR.FACTEUR 2	4,667	2	2,333	1,703	0,20205		
VAR.INTER F1*2	4,667	4	1,167	0,851	0,5086		
VAR.BLOCS	2,111	3	0,704	0,514	0,68035		
VAR.RESIDUELLE 1	32,889	24	1,37			1,171	18,98%

1.3.Diamètre de la tige :

Le tableau montre que la valeur maximale du diamètre de la tige est obtenue avec la fertilisation au fumier et la valeur la plus faible est obtenue avec la fertilisation à l’engrais, la figure illustre ces différences.

Tableau 20. Diamètre de la tige

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
0,995±0,145	0,943±0,067	0,817±0,06

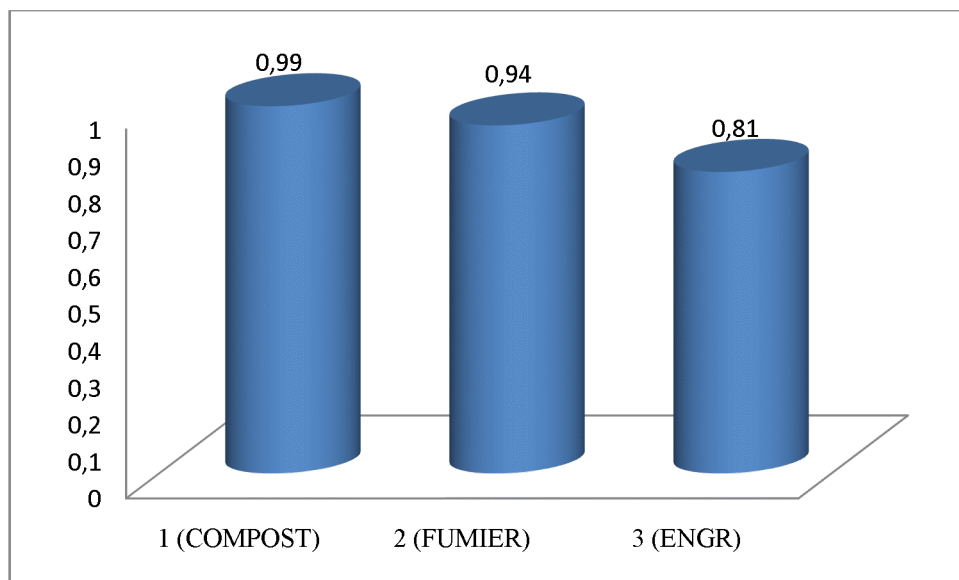


Figure 36 : Effet du compost, du fumier et de l’engrais sur le diamètre du fruit

Tableau21. D'analyse de la variance du diamètre de fruit.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,396	35	0,097				
VAR.FACTEUR 1	0,234	2	0,117	1,264	0,30072		
VAR.FACTEUR 2	0,051	2	0,025	0,273	0,76648		
VAR.INTER F1*2	0,204	4	0,051	0,553	0,70154		
VAR.BLOCS	0,688	3	0,229	2,477	0,08466		
VAR.RESIDUELLE 1	2,22	24	0,093			0,304	14,62%

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) ne montrent aucune différence significative du facteur étudié sur le nombre de tige.

1.4. La hauteur de la tige :

Le tableau montre que la valeur maximale de la hauteur des plants de tomate est obtenue avec le fertilisant fumier et la valeur la plus faible est obtenu avec le compost, la figure illustre ces différences.

Tableau22. Hauteur finale de la tige principale

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
0,872±0,047	0,956±0,079	0,949±0,068

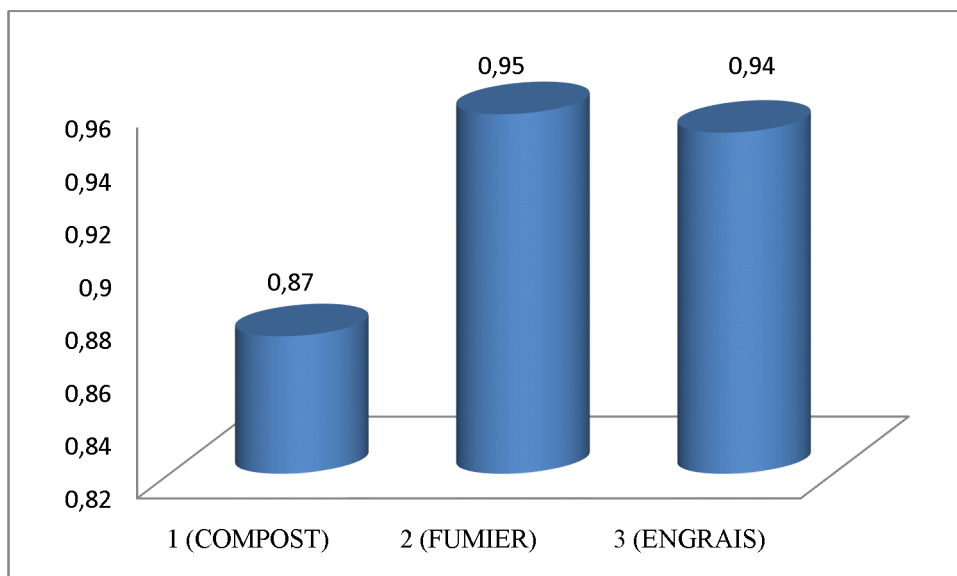


Figure 37 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la hauteur de la tige

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence significative du facteur étudié sur la hauteur de la tige.

Tableau23. Analyse de variance de la hauteur de la tige

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,221	35	0,006				
VAR.FACTEUR 1	0,053	2	0,026	4,377	0,02357		
VAR.FACTEUR 2	0,009	2	0,004	0,717	0,50252		
VAR.INTER F1*2	0,008	4	0,002	0,331	0,85502		
VAR.BLOCS	0,008	3	0,003	0,453	0,72088		
VAR.RESIDUELLE 1	0,144	24	0,006			0,077	8,37%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation, avec en groupe A le traitement au fumier (0.956) et à l'engrais minéral (0.949) et en groupe B le traitement au compost (0.872)

Tableau24. Test de Newman Keuls sur la hauteur de la tige

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	FUMIER	0,956	A	
3.0	ENGRAIS	0,949	A	
1.0	COMPOST	0,872		B

1.5.Nombre total de bouquet floraux par plant :

Le tableau montre que la valeur maximale du nombre de bouquets est obtenue avec la fertilisation au compost et la valeur la plus faible est obtenue avec l'engrais minéral, la figure illustre ces différences.

Tableau 25. Nombre de bouquet floraux par plant

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
26,75±0,735	25,5±0,898	24,333±0,88

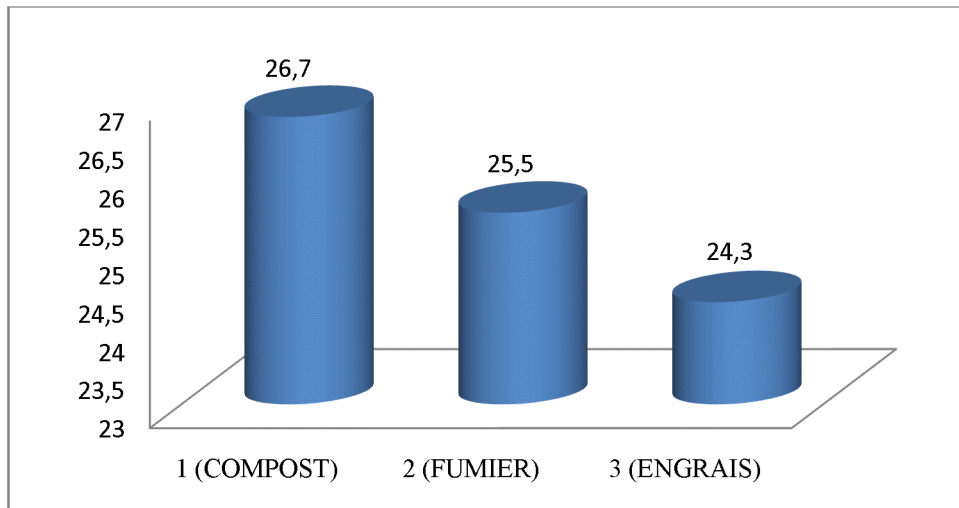


Figure 38 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le nombre de bouquet floraux

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié.

Tableau 26. L'analyse de la variance du nombre de bouquets floraux par plant

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	68,972	35	1,971				
VAR.FACTEUR 1	35,056	2	17,528	18,029	0,00002		
VAR.FACTEUR 2	2,389	2	1,194	1,229	0,31079		
VAR.INTER F1*2	4,778	4	1,194	1,229	0,32509		
VAR.BLOCS	3,417	3	1,139	1,171	0,34168		
VAR.RESIDUELLE 1	23,333	24	0,972			0,986	3,86%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation, avec en groupe A le traitement au compost (26.75), en groupe B le traitement au fumier (25.5) et en groupe C la fertilisation à l'engrais minéral (24.333)

Tableau27. Test de Newman Keuls du nombre total de bouquets floraux par plante

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0	COMPOST	26,75	A		
2.0	FUMIER	25,5		B	
3.0	ENGRAIS	24,333			C

1.6. Nombre total de fleurs par plant :

Le tableau montre que la valeur maximale du nombre de fleur de tomate est obtenue avec le fertilisation au compost et la valeur la plus faible est obtenue avec l'engrais, la figure illustre ces différences.

Tableau 28. Nombre de fleurs total par plant

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
160,5±4,411	153±5,385	146±5,283

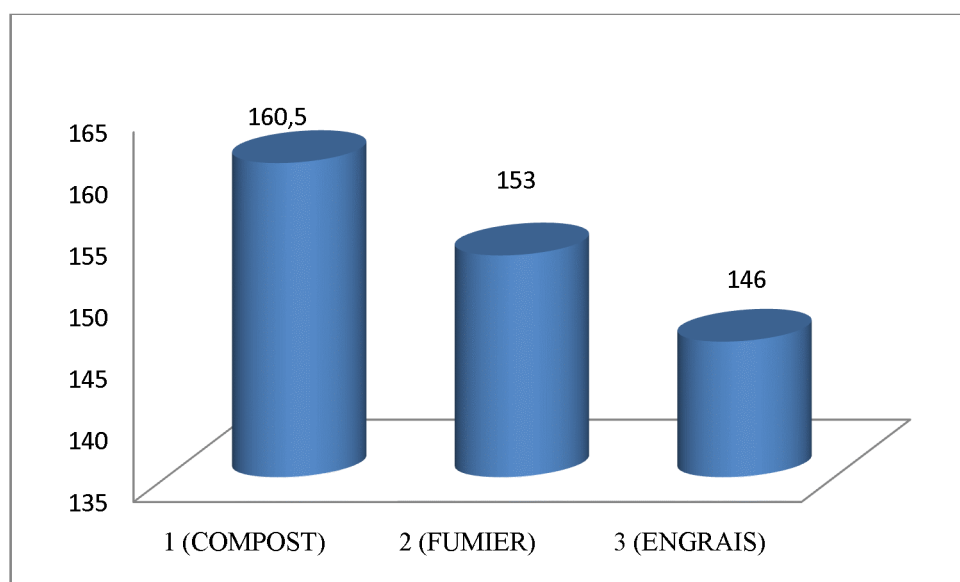


Figure 39: Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le nombre total de fleurs par plant

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur le nombre total de fleurs.

Tableau 29. Analyse de la variance du nombre total de fleur par plant

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2483	35	70,943				
VAR.FACTEUR 1	1262	2	631	18,029	0,00002		
VAR.FACTEUR 2	86	2	43	1,229	0,31079		
VAR.INTER F1*2	172	4	43	1,229	0,32509		
VAR.BLOCS	123	3	41	1,171	0,34168		
VAR.RESIDUELLE 1	840	24	35			5,916	3,86%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation, avec en groupe A le compost (160,5) , en groupe B le fumier B (153) et en groupe C la fertilisation à l’engrais minéral (146).

Tableau 30. Test de Newman Keuls sur le nombre de fleur

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0	COMPOST	160,5	A		
2.0	FUMIER	153		B	
3.0	ENGRAIS	146			C

1.7.Nombre de fruit par plant :

Le tableau montre que la valeur maximale du nombre de fruit de tomate est obtenue avec la fertilisation au compost et la valeur la plus faible est obtenue avec l’engrais minéral , la figure illustre ces différences.

Tableau 31. Nombre de fruit par plant

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
57±0,82	55,833±1,126	55,333±1,441

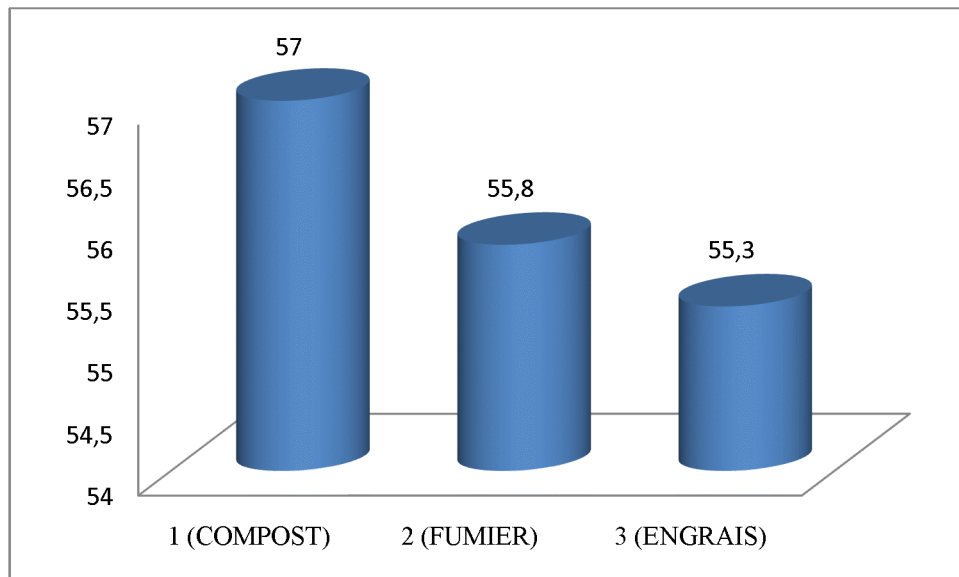


Figure 40 : Effet du compost, du fumier et de l’engrais nombre de fruit par plant.

Les résultats de l’analyse de la variance (tableau) montrent une différence significative du facteur étudié (la fertilisation) sur le de fruit par plant.

Tableau 32. L'analyse de la variance du nombre de fruit par plant

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	73,889	35	2,111				
VAR.FACTEUR 1	17,556	2	8,778	4,77	0,0178		
VAR.FACTEUR 2	2,389	2	1,194	0,649	0,53605		
VAR.INTER F1*2	7,444	4	1,861	1,011	0,42216		
VAR.BLOCS	2,333	3	0,778	0,423	0,74157		
VAR.RESIDUELLE 1	44,167	24	1,84			1,357	2,42%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation avec en groupe A le traitement au compost (57) , et en groupe B le traitement au fumier fumier(55.833) et engrais (55.333).

Tableau 33. Test de Newman Keuls sur le nombre de fruit par plant

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	COMPOST	57	A	
2.0	FUMIER	55,833		B
3.0	ENGRAIS	55,333		B

1.8. Calibre des fruits :

Le tableau montre que la valeur maximale du calibre du fruit de tomate est obtenue avec le fertilisant compost et la valeur la plus faible est obtenue avec l'engrais minéral, la figure illustre ces différences.

Tableau 34. Calibre moyen d'un fruit par plant

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
8,067±0,456	7,667±0,48	6,517±0,499

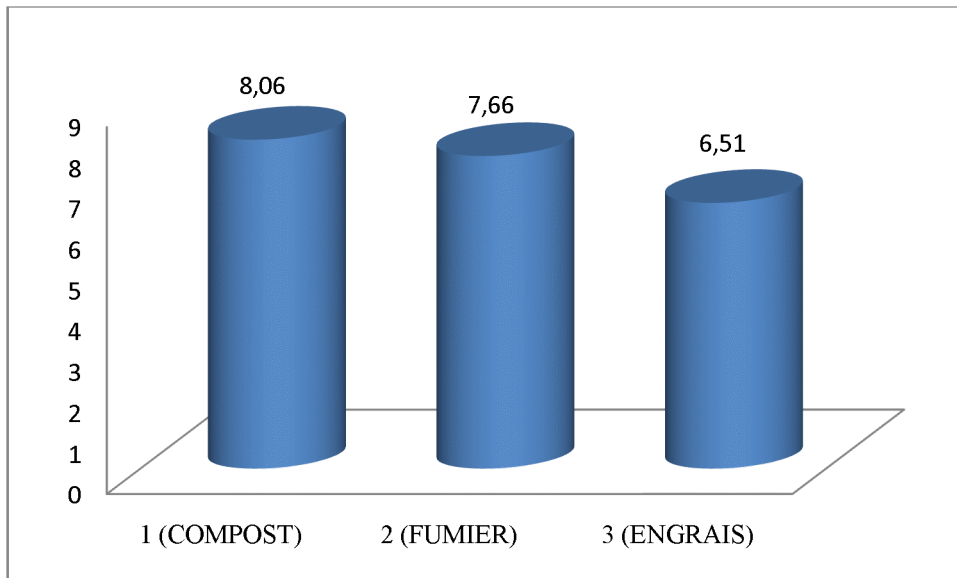


Figure 41 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le calibre du fruit

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montre une différence très hautement significative du facteur étudié (la fertilisation) sur le calibre du fruit de tomate, trouvant aussi que la différenciation des types de fertilisant à un effet sur le calibre des fruits

Tableau 35. D'analyse de la variance du calibre de fruit

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	30,45	35	0,87				
VAR.FACTEUR 1	15,54	2	7,77	24,652	0		
VAR.FACTEUR 2	1,505	2	0,752	2,387	0,11156		
VAR.INTER F1*2	4,575	4	1,144	3,629	0,01888		
VAR.BLOCS	1,266	3	0,422	1,338	0,28501		
VAR.RESIDUELLE 1	7,564	24	0,315			0,561	7,57%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupes homogènes pour le facteur fertilisant, avec un groupe A compost (8.067) et fumier (7.667) et un groupe B engrais (6.517)

Tableau 36. Test de Newman Keuls sur le calibre des fruits

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1.0	COMPOST	8,067	A
2.0	FUMIER	7,667	A

3.0	ENGRAIS	6,517		B
-----	---------	-------	--	---

1.9. Poids moyen des fruits :

Le tableau montre que la valeur maximale du poids de fruit de tomate est obtenue avec le fertilisant compost et la valeur la plus faible est obtenu avec l'engrais, la figure illustre ces différences.

Tableau 37. Poids moyen des fruits

1 (COMPOST)	2 (FUMIER)	3 (ENGRAIS)
275,083±9,595	274,083±10,729	204,5±10,472

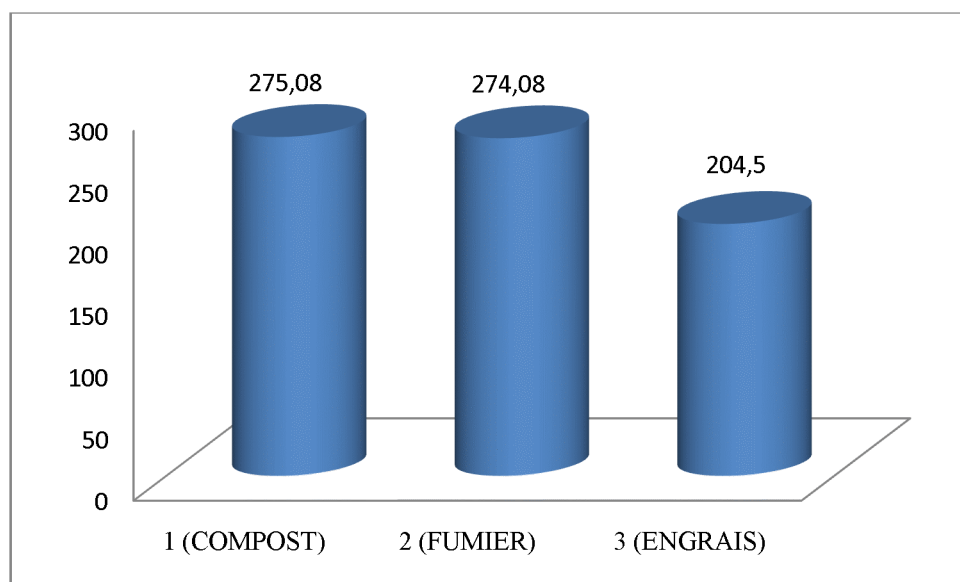


Figure 42: Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le poids moyen des fruits

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montre une différence très hautement significative du facteur étudié (la fertilisation) sur poids moyen d'un fruit par plant

Tableau 38. L'analyse de la variance du poids moyen des fruits

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	44342,23	35	1266,921				
VAR.FACTEUR 1	39299,39	2	19649,7	135,31	0		
VAR.FACTEUR 2	47,727	2	23,863	0,164	0,8502		
VAR.INTER F1*2	1021,605	4	255,401	1,759	0,1693		
VAR.BLOCS	488,227	3	162,742	1,121	0,36099		
VAR.RESIDUELLE 1	3485,273	24	145,22			12,051	4,80%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour le facteur fertilisant, avec un groupes A engrais (91.12) , fumier B (81.36) et un groupe C engrais (75.277)

Tableau 39. Test de Newman Keuls sur le poids moyen d'un fruit

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	COMPOST	275,083	A	
2.0	FUMIER	274,083	A	
3.0	ENGRAIS	204,5		B

1.10. Poids total des fruits par plant :

Le tableau montre que la valeur maximale du poids total par plant est obtenue avec le fertilisant au compost et la valeur la plus faible est obtenue avec l'engrais minéral , la figure illustre ces différences.

Tableau 40.Poids total des fruits par plant (g)

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
15,687±0,649	15,281±0,79	11,318±0,681

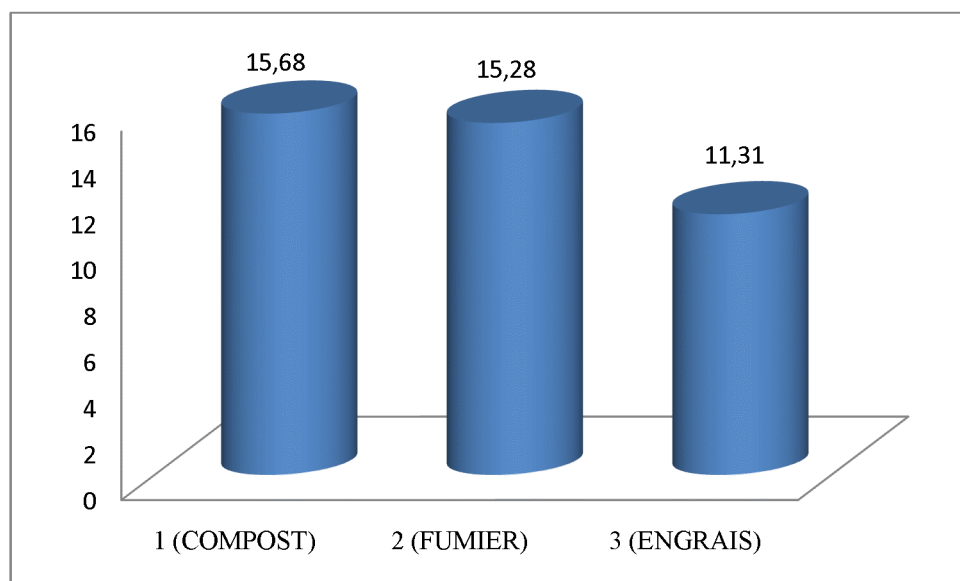


Figure 43 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais minéral sur le poids total des fruits.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montre une différence très hautement significative du facteur étudié (la fertilisation) sur le poids total des fruits de la tomate, trouvant aussi que la différenciation des types de fertilisant à un effet sur le poids total des fruits

Tableau 41. D'analyse de la variance du poids total des fruits

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	161,651	35	4,619				
VAR.FACTEUR 1	139,842	2	69,921	101,047	0		
VAR.FACTEUR 2	0,334	2	0,167	0,241	0,79018		
VAR.INTER F1*2	2,352	4	0,588	0,85	0,50944		
VAR.BLOCS	2,516	3	0,839	1,212	0,32702		
VAR.RESIDUELLE 1	16,607	24	0,692			0,832	5,90%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupes homogènes pour le facteur fertilisant, avec un groupes A compost (15.687) , fumier A (15.281) et un groupe B engrais (11.318)

Tableau 42. Test de Newman Keuls sur le poids total des fruits

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	COMPOST	15,687	A	
2.0	FUMIER	15,281	A	
3.0	ENGRAIS	11,318		B

1.10.Taux de nouaisons :

Le tableau montre que la valeur maximale du taux de nouaison est obtenue avec la fertilisation minérale et la valeur la plus faible est obtenue avec le compost, la figure illustre ces différences.

Tableau 43. Taux de nouaisons

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
35,578±1,113	36,545±1,777	37,556±1,377

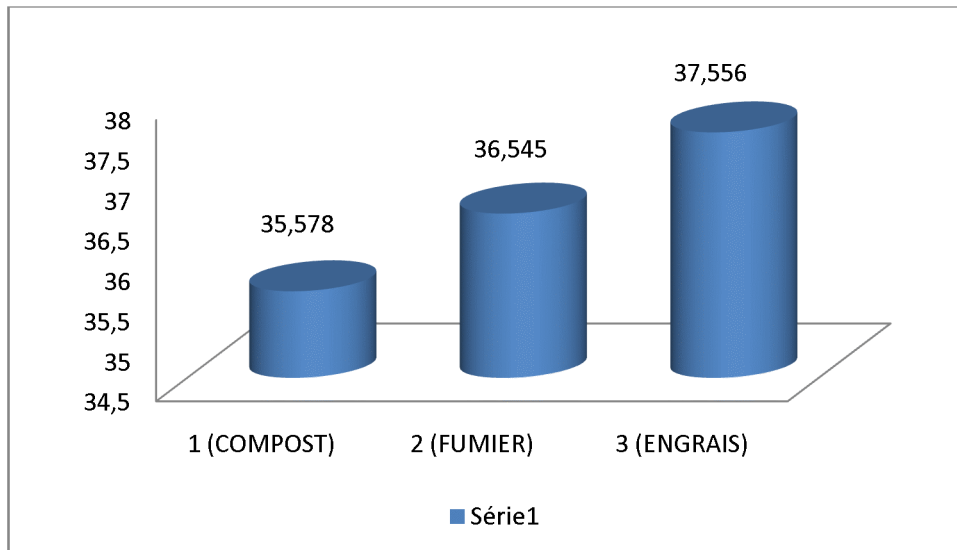


Figure 44 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le taux de nouaisons

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence significative du facteur étudié (la fertilisation) sur le taux de nouaison.

Tableau 44. L'analyse de la variance du taux de nouaison

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	120,085	35	3,431				
VAR.FACTEUR 1	23,487	2	11,743	4,073	0,02945		
VAR.FACTEUR 2	2,688	2	1,344	0,466	0,63812		
VAR.INTER F1*2	14,63	4	3,658	1,269	0,3096		
VAR.BLOCS	10,087	3	3,362	1,166	0,34363		
VAR.RESIDUELLE 1	69,194	24	2,883			1,698	4,64%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation, avec en groupe A l'engrais minéral (37.556) et en groupe B les deux autres types de fertilisation au fumier (36.545), et au compost (35.578).

Tableau 45. Test de Newman Keuls sur le taux de nouaison

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	ENGRAIS	37,556	A	
2.0	FUMIER	36,545	A	B
1.0	COMPOST	35,578		B

1.12. Rendement potentiel :

Le tableau montre que la valeur maximale du rendement potentiel est obtenue avec la fertilisation minérale et la valeur la plus faible est obtenue avec le fumier, la figure illustre ces différences.

Tableau 46. Rendement potentiel en fruit par plant (Qt/ha)

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
2955,442±68793,364	2628,366±14316,058	3341,567±15736,151

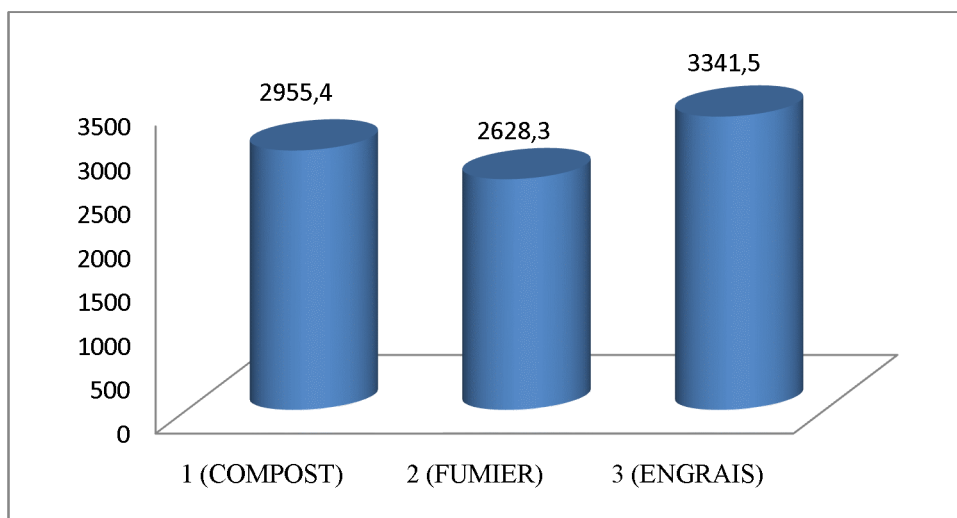


Figure 45 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le rendement potentiel

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) ne montrent aucune différence significative du facteur étudié sur le rendement potentiel de la tomate.

Tableau 47. L'analyse de la variance du rendement potentiel

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	86753570000	35	2478674000				
VAR.FACTEUR 1	5650547000	2	2825273000	1,189	0,32244		
VAR.FACTEUR 2	5509382000	2	2754691000	1,159	0,33145		
VAR.INTER F1*2	11812480000	4	2953121000	1,243	0,31957		
VAR.BLOCS	6745022000	3	2248341000	0,946	0,43565		
VAR.RESIDUELLE 1	57036140000	24	2376506000			48749,419	411,68%

1.13. Nombre de fleur avorté :

Le tableau montre que la valeur maximale de fleurs avorté est obtenue avec le fertilisant engrais minérale et la valeur la plus faible est obtenu avec le composte, la figure illustre ces différences.

Tableau 48. Nombre de fleur avorté

1 (COMPOST)	2 (FUMIER)	3 (ENGR)
94,667±7,85	97±12,166	103,083±13,187

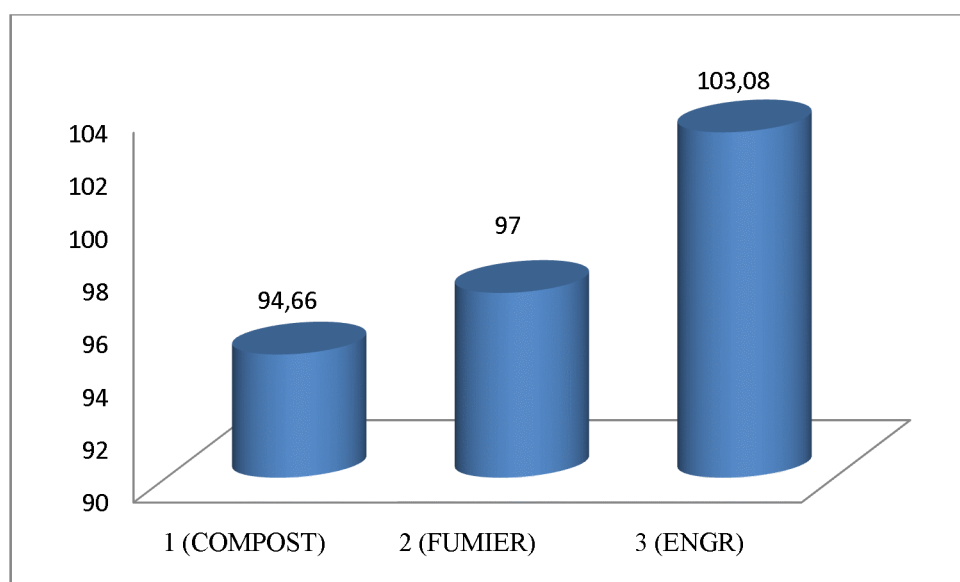


Figure 46: effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le nombre de fleur avorté

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) ne montre aucune différence significative du facteur étudié (la fertilisation) sur l'avortement de fleur de tomate, trouvant aussi que la différenciation des types de fertilisant ne favorise pas l'avortement des fleurs de tomate

Tableau 49. L'analyse de la variance de fleur avortée

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6042,75	35	172,65				
VAR.FACTEUR 1	453,167	2	226,584	1,289	0,29394		
VAR.FACTEUR 2	22,167	2	11,083	0,063	0,93865		
VAR.INTER F1*2	931,667	4	232,917	1,325	0,28895		
VAR.BLOCS	416,972	3	138,991	0,791	0,51363		

VAR.RESIDUELLE 1	4218,778	24	175,782			13,258	13,49%
------------------	----------	----	---------	--	--	--------	--------

2. Discussions des résultats :

Les principales discussions que nous pouvons faire sont

- Tous les pieds de tomates obtenus après fertilisation au fumier et au compost sont vigoureux, ils présentent un diamètre de tige très important, ce qui a fait que ceux-ci sont plus résistants aux maladies, et présentent un taux d'avortement très faible vu que le compost et le fumier ont une bonne capacité de rétention de l'eau dans le sol et le gardent humide, contrairement à l'engrais qui reste sec et provoque un taux d'avortement très important
- Les plants de tomates fertilisés à l'engrais minéral produisent plus de fruits comparés aux deux autres types de fertilisation au fumier et au compost. Mais de plus faible calibre et de petit poids contrairement aux parcelles du fumier et du compost qui ont produit moins de fruits mais plus gros, allant jusqu'à 300g par fruit et d'un diamètre de 11 cm.

On peut dire que l'engrais minéral assure le rendement mais pas la qualité des fruits et sont sensibles aux maladies et moins résistants aux chaleurs estivales. Les pertes enregistrées par les maladies sont plus élevées sur les parcelles traitées à l'engrais minéral.

Notre étude rejoint celle de GIANQUINTO et BORIN (1990), qui ont enregistré un bon rendement des tomates industrielles plantées sur un sol argileux et fertilisées avec du fumier, comparées à celles sans fumier où le rendement est plus faible et les pertes en pieds de tomate sont considérables.

STIVERS *et al* (1991) ; ZHANG *et al.* et OIKEH *et al* (1993) ont trouvé des effets positifs du compost sur la croissance et production de tomate industrielle, ceci reste en relation avec le degré de décomposition du compost et de sa qualité

Par contre d'autres chercheurs comme En sol lourd, LOCASIO et *al* (1989), sur sol lourds, ils n'ont pas trouvé d'effets positifs de l'engrais minéral sur le rendement et la croissance de la tomate industrielle.

Entre autre, on peut signaler les observations suivantes sur sol :

- Les parcelles fertilisées avec de l'engrais minéral ne contient que peu de vers de terre.
- Les parcelles fertilisées compost et du fumier présentent une richesse faunistique et floristique très importante. Les résultats sur la richesse en vers de terre dans le sol nous révèlent r parfois plus de vers de terre qu'on a mis au début.
- Le sol fertilisé au compost et au fumier est devenu plus aéré et léger, facile à labourer contrairement au sol fertilisé à l'engrais qui est resté plus dure et compact.



Paramètres technologiques

3. Résultat des paramètres technologiques :

De l'ensemble des variables technologiques étudiées à différents types de fertilisations (compost, fumier et engrais minéral), il ressort les résultats suivants :

3.1. Pourcentage de la teneur en eau du fruit :

Le tableau montre que la valeur maximale de la teneur en eau de la tomate est obtenue avec la fertilisation minérale et la valeur la plus faible est obtenue avec le fumier, la figure illustre ces différences.

Tableau 51. Teneur en eau des fruits selon le type de fertilisant

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
81,36±0,843	75,277±0,909	91,12±0,44

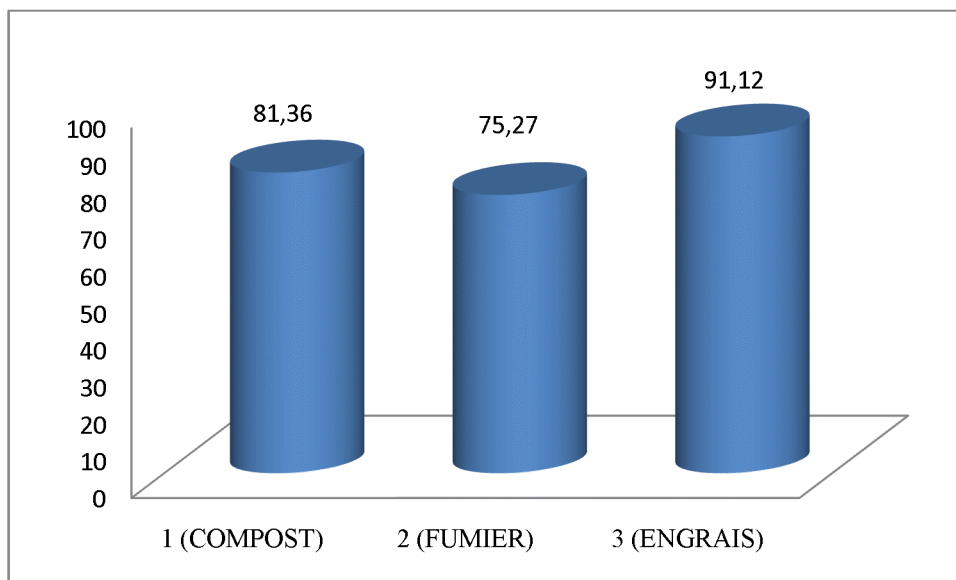


Figure 47: Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la teneur en eau du fruit.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur fertilisation sur la teneur en eau de la tomate. En effet, la figure montre que la fertilisation minérale fait accumuler plus d'eau dans le fruit par rapport au fumier et au compost.

Tableau 52. Résultats de l'analyse de la variance de la teneur en eau de la tomate en fonction du type de fertilisation

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	386,748	8	48,344				
VAR.FACTEUR 1	383,276	2	191,638	331,126	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	3,472	6	0,579			0,761	0,92%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes avec en groupe A l'engrais minéral (91.12%), le compost en groupe B (81.36%) et le fumier en groupe C (75.27%).

Tableau 53. Test de Newman et Keuls de la Teneur en eau du fruit

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	ENGRAIS	91,12	A		
1.0	COMPOST	81,36		B	
2.0	FUMIER	75,277			C

3.2. Pourcentage de la teneur en eau de la partie aérienne de la plante :

Le tableau montre que la valeur maximale de la partie aérienne de la plante est obtenue avec le fumier et la plus faible valeur avec de l'engrais, la figure illustre ces différences.

Tableau 54. Teneur en eau de la partie aérienne de la plante selon le type de fertilisation

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
77,217±0,354	85,037±0,239	74,01±0,894

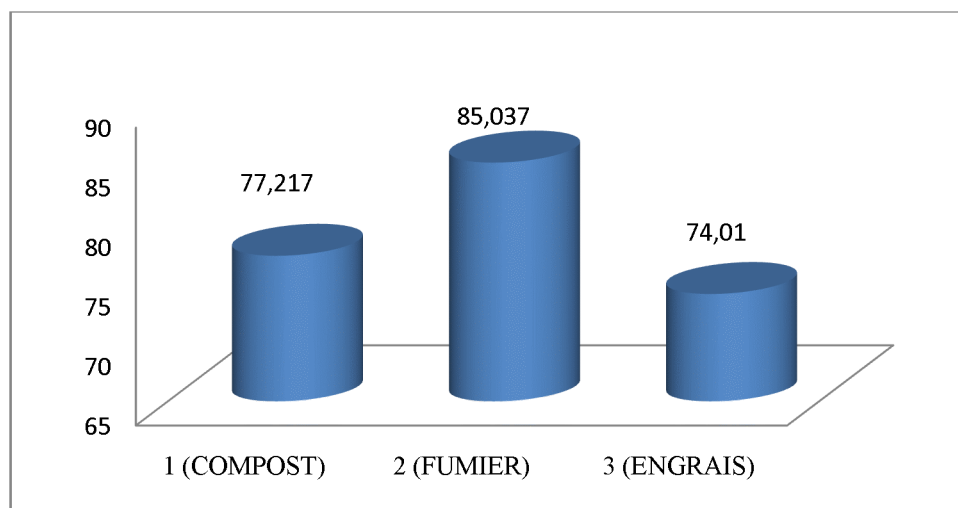


Figure 48 : effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la teneur de en eau l'appareil végétal

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur la teneur en eau de la partie aérienne de la plante.

Tableau 55. Résultats de l'analyse de la variance de la teneur en eau de la partie aérienne de la plante selon le type de fertilisation

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	194,985	8	24,373				
VAR.FACTEUR 1	193,023	2	96,511	295,07	0,00002		
VAR.RESIDUELLE 1	1,962	6	0,327			0,572	0,73%

De ce fait, le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour ce facteur, avec en groupe A le fumier (85.03%), le compost en groupe B (81.36%) et l'engrais en groupe C (75.27%).

Tableau 56. Test de Newman Keuls de teneur en eau de la partie aérienne de la plante

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0	FUMIER	85,037	A		
1.0	COMPOST	77,217		B	
3.0	ENGRAIS	74,01			C

3.3. Teneur en eau de la partie souterraine de la plante :

Le tableau montre que la valeur maximale de la teneur en eau des racines est obtenue avec le traitement engrais et la plus faible est obtenue avec le fumier, la figure illustre ces différences.

Tableau 57. Teneur en eau de la partie souterraine de la plante selon le type de fertilisation

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
87,77±0,325	80,48±0,17	89,137±0,79

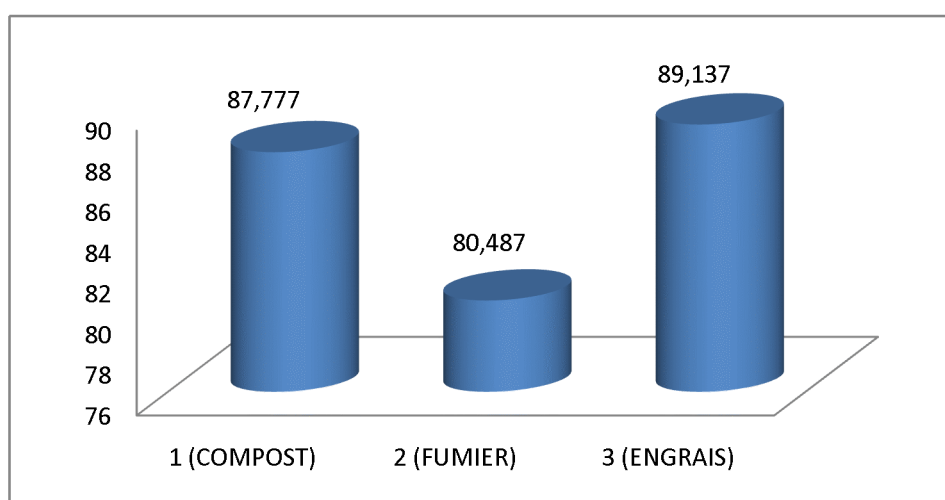


Figure 49 : effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la teneur en eau des racines

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur la teneur en eau des racines de la tomate.

Tableau 58. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en eau de la partie souterraine de la plante selon le type de fertilisation

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	131,335	8	16,417				
VAR.FACTEUR 1	129,816	2	64,908	256,408	0,00002		
VAR.RESIDUELLE 1	1,519	6	0,253			0,503	0,59%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour le facteur étudié, avec en groupe A l'engrais minéral (89.13%), le compost en groupe B (87.77%) et en groupe C le fumier (80.78%).

Tableau 59. Test de Newman- Keuls

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	ENGRAIS	89,137	A		
1.0	COMPOST	87,777		B	
2.0	FUMIER	80,487			C

3.4. Pourcentage de la matière sèche de la partie aérienne :

Le tableau montre que la valeur maximale de la richesse en matière sèche de l'appareil végétal est obtenue avec l'engrais et la plus faible valeur est obtenue avec le fumier, la figure illustre ces différences.

Tableau 60. Teneur en matière sèche de la partie aérienne selon le type de fertilisation

1 (COMPOST)	2 (FUMIER)	3 (ENGRAIS)
23.78±0,9	14,963±0,239	25,657±1,305

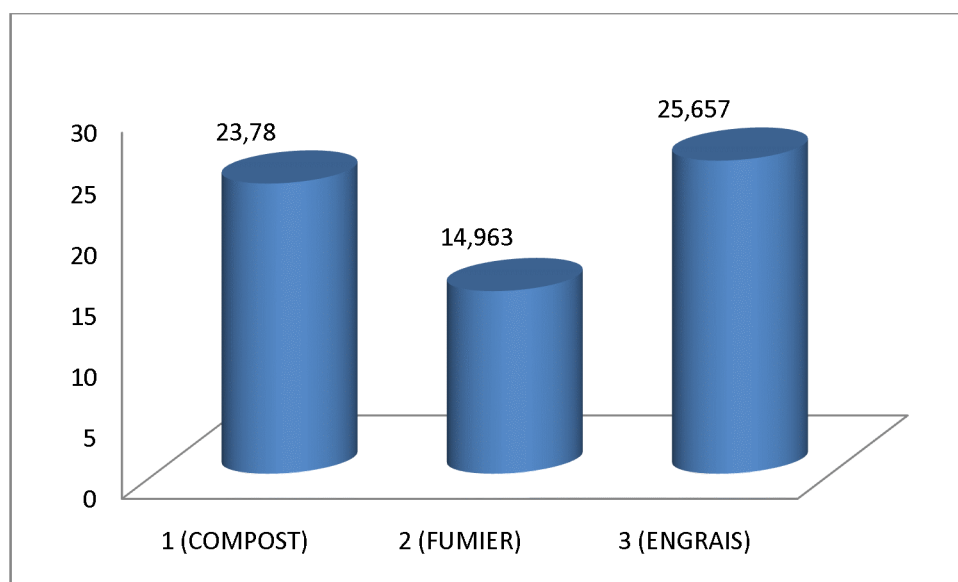


Figure 50: Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la matière sèche de la partie aérienne

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) ne montrent aucune différence significative du facteur étudié sur la teneur en matière sèche de la partie aérienne de la plante.

Tableau 61 Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en matières sèche de la partie aérienne

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4462984	8	557873				
VAR.FACTEUR 1	1124971	2	562485,5	1,011	0,42017		
VAR.RESIDUELLE 1	3338013	6	556335,5			745,879	275,96%

3.5 Pourcentage de la matière sèche des racines :

Le tableau montre que la valeur maximale de la matière sèche des racines est obtenue avec le fumier et la valeur la plus faible est obtenue avec l'engrais minéral, la figure illustre ces différences.

Tableau 62. Teneur en matière sèche des racines selon le type de fertilisation

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
12,223±0,325	19,513±0,17	10,713±0,925

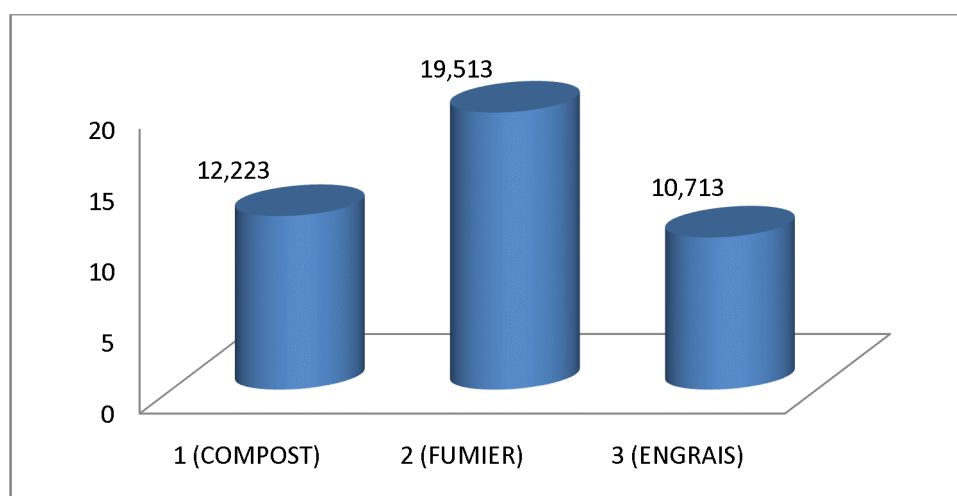


Figure 51: Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la matière sèche des racines

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur la teneur en matière sèche de la partie souterraine de la plante.

Tableau 63 Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en matière sèche de la partie souterraine de la plante

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	134,844	8	16,856				
VAR.FACTEUR 1	132,864	2	66,432	201,234	0,00003		
VAR.RESIDUELLE 1	1,981	6	0,33			0,575	4,06%

De ce fait, le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes, avec en groupe A le fumier (19.51), en groupe B le compost (12.22) et en groupe C l'engrais minéral (10.713).

Tableau 64. Test de Newman Keuls de la teneur en matière sèche de la partie souterraine

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0	FUMIER	19,513	A		
1.0	COMPOST	12,223		B	
3.0	ENGRAIS	10,713			C

3.6. Teneur en matière sèche des fruits de tomate :

Le tableau montre que la valeur maximale de la teneur en matière sèche de la tomate est obtenue avec le fumier et la valeur la plus faible est obtenue avec l'engrais, la figure illustre ces différences.

Tableau 65. Teneur en matière sèche des fruits

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
18,64±0,843	24,723±0,909	9,08±0,156

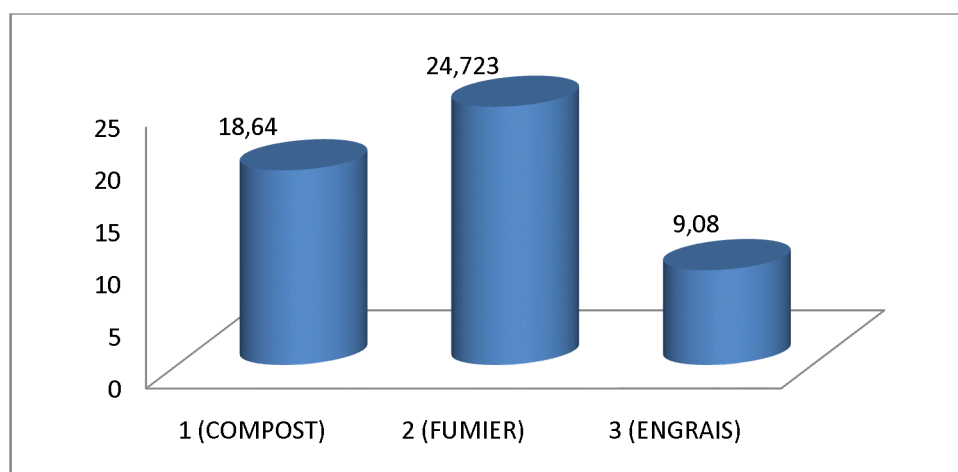


Figure 52 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la matière sèche des fruits de tomate

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur la teneur en matière sèche des fruits de tomate.

Tableau 66.d'analyse de la variance matière sèche du fruit

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	376,239	8	47,03				
VAR.FACTEUR 1	373,114	2	186,557	358,239	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	3,125	6	0,521			0,722	4,13%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) fait apparaître trois groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation, avec en groupe A le fumier (24.72), en groupe B le compost (18.64) et en groupe C l'engrais minéral (9.08).

Tableau 67.Test de Newman Keuls sur la teneur en matière sèche du fruit

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0	FUMIER	24,723	A		
1.0	COMPOST	18,64		B	
3.0	ENGRAIS	9,08			C

3.7. PH du jus de tomate :

Le tableau montre que la valeur maximale du pH du jus de tomate est obtenue avec la fertilisation minérale et la plus faible valeur est obtenue avec le compost, la figure illustre ces différences.

Tableau 68. PH du jus de tomate :

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
4,26±0,066	4,37±0,159	4,757±0,09

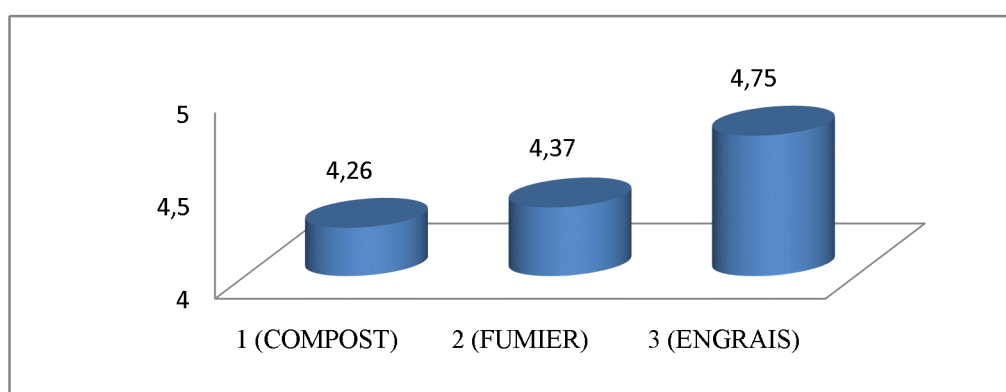


Figure 53. Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le ph du jus de la tomate

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence hautement significative du facteur étudié sur le pH du jus de tomate.

Tableau 69. L'analyse de la variance du ph

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,484	8	0,06				
VAR.FACTEUR 1	0,408	2	0,204	16,274	0,00432		
VAR.RESIDUELLE 1	0,075	6	0,013			0,112	2,51%

Le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupe homogène pour le facteur fertilisant, avec en groupes A l'engrais minéral (4.74), en groupe B le fumier (4.37) et en groupe C le compost (4.26)

Tableau 70. Test de Newman et Keuls sur le pH du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	ENGRAIS	4,757	A	
2.0	FUMIER	4,37		B
1.0	COMPOST	4,26		B

3.8. Indice réfractométrique du jus de tomate(Brix) :

Le tableau montre que la valeur maximale du brix ou indice réfractométrique du jus de tomate est obtenue avec le fumier et la valeur la plus faible est obtenue avec l'engrais minéral. La figure illustre ces différences.

Tableau 71. Indice réfractométrique du jus de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
6,667	7	4,333

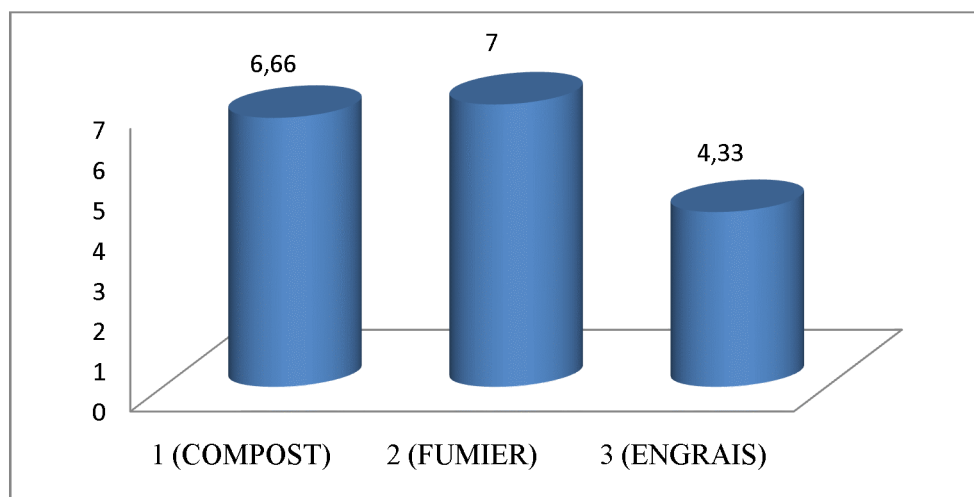


Figure 54 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le Brix du jus de la tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence hautement significative du facteur étudié sur le Brix du jus de tomate.

Tableau 72. Résultats de l'analyse de la variance sur l'indice réfractométrique du jus de tomate

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	16	8	2				
VAR.FACTEUR 1	12,667	2	6,333	11,4	0,00967		
VAR.RESIDUELLE 1	3,333	6	0,556			0,745	12,42%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupes homogène, avec en groupe A les traitements au fumier (7) et au compost (6.66) et en groupe B le traitement minéral (4.333).

Tableau 73. Test de Newman Keuls de l'indice réfractométrique du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	FUMIER	7	A	
1.0	COMPOST	6,667	A	
3.0	ENGRAIS	4,333		B

3.9. Acidité titrable du jus de tomate :

Le tableau montre que la valeur maximale de l'acidité titrable du jus de tomate est obtenue avec le fumier et la plus faible avec l'engrais mnéral, la figure illustre ces différences.

Tableau 74. Acidité titrable du jus de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
3,69±0,243	3,817±0,333	3,273±0,106

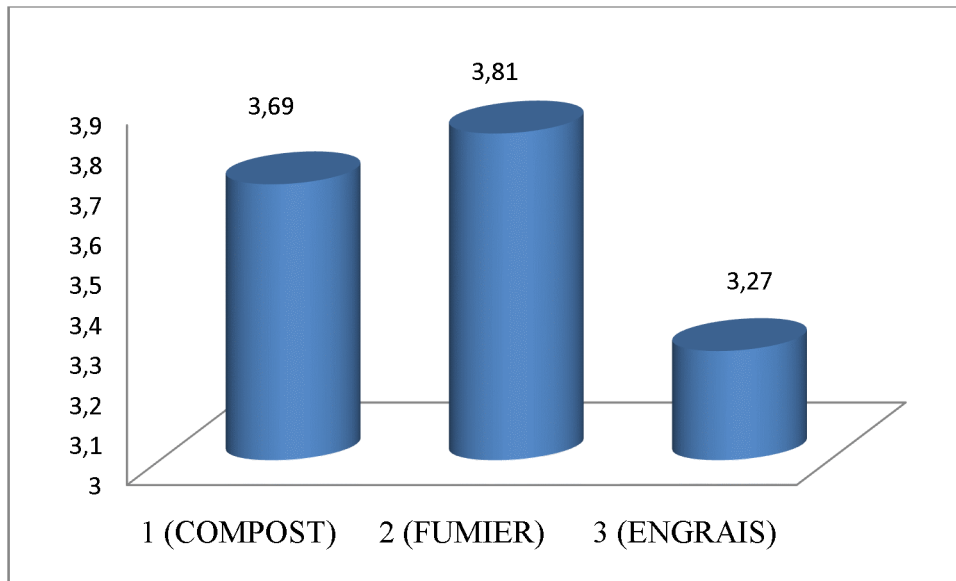


Figure 55: Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur l'acidité du jus de la tomate

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) ne montrent aucune différence significative du facteur étudié sur l'acidité titrable du jus de tomate.

Tableau 75 .Résultats de l'analyse de la variance sur l'acidité titrable du jus de tomate

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,847	8	0,106				
VAR.FACTEUR 1	0,485	2	0,242	4,019	0,07793		
VAR.RESIDUELLE 1	0,362	6	0,06			0,246	6,84%

3.10. Sucres totaux du jus de tomate (mg/100ml) :

Le tableau montre que la valeur maximale des sucres totaux du jus de la tomate est obtenue avec le traitement au compost, et la plus faible valeur est obtenue avec l'engrais minéral, la figure illustre ces différences.

Tableau 76.Teneurs en sucres totaux du jus de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
1,947±0,057	1,903±0,051	1,787±0,015

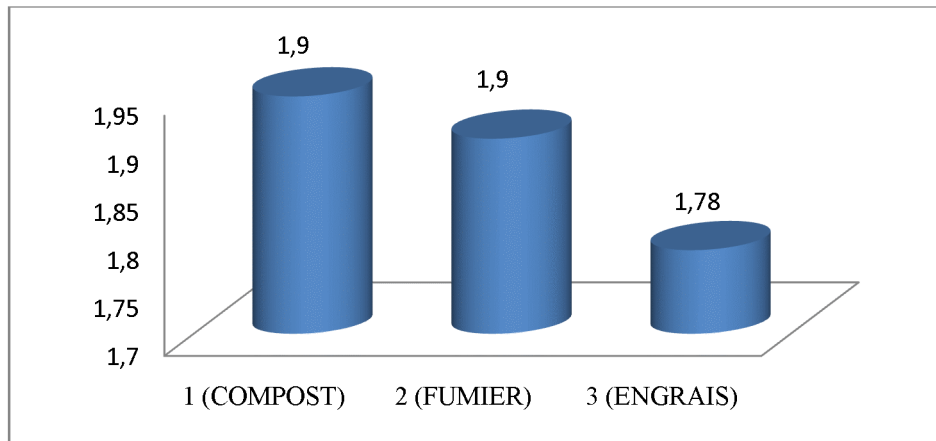


Figure 56: Effet du compost, du fumier et de l’engrais sur les sucres totaux du jus de la tomate.

Les résultats de l’analyse de la variance (tableau) montrent une différence significative du facteur étudié sur la teneur en sucres totaux du jus de la tomate.

Tableau 77. Résultats de l’analyse de la variance de la teneur en sucres totaux du jus de tomate.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,053	8	0,007				
VAR.FACTEUR 1	0,041	2	0,021	10,111	0,0126		
VAR.RESIDUELLE 1	0,012	6	0,002			0,045	2,40%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupe homogènes pour le facteur fertilisant, avec en groupes A le traitement au compost (1.947) et fumier(1.903) et en groupe B l’engrais (1.787)

Tableau 78. Test de Newman Keuls des sucres totaux du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	COMPOST	1,947	A	
2.0	FUMIER	1,903	A	
3.0	ENGRAIS	1,787		B

3.11. La vitamine C du jus de la tomate :

Le tableau montre que la valeur maximale de la vitamine C du jus de tomate est obtenue avec le traitement au fumier, et la plus faible valeur est obtenue avec l’engrais minéral, la figure illustre ces différences.

Tableau 79. Teneur en vitamine C du jus de tomate selon le type de fertilisation

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
14,1±0,52	16,6±0,721	13,767±0,404

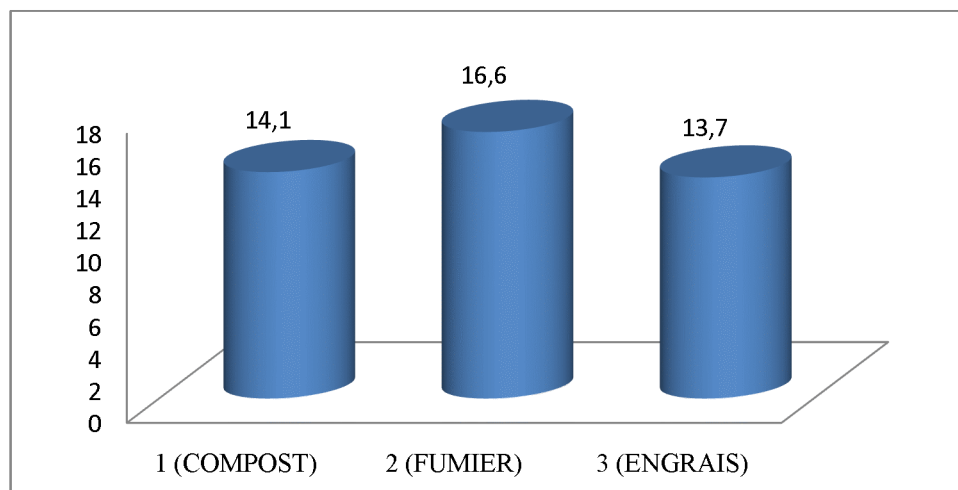


Figure 57: Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la vitamine C du jus de la tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence hautement significative du facteur étudié sur la teneur en vitamine C du jus de tomate.

Tableau 80. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en vitamine C du jus de la tomate

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	16,296	8	2,037				
VAR.FACTEUR 1	14,389	2	7,194	22,64	0,00202		
VAR.RESIDUELLE 1	1,907	6	0,318			0,564	3,80%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) fait apparaître deux groupes homogènes avec en groupe A le traitement au fumier (16.6). Et en groupe B les deux autres traitements à l'engrais minéral et au compost avec les valeurs respectives de : 13,73 mg/l et 14.1mg/l

Tableau 81. Test de Newman Keuls sur la teneur en vitamine C du jus de la tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	FUMIER	16,6	A	
1.0	COMPOST	14,1		B
3.0	ENGRAIS	13,767		B

3.12. Teneurs en éléments minéraux du jus de tomate :

3.12.1. Teneur en potassium du jus de tomate :

Le tableau montre que la valeur maximale du potassium du jus de tomate est obtenue avec l'engrais minéral et la plus faible valeur est obtenue avec le fumier, la figure illustre ces différences.

Tableau 82. Teneur en potassium du jus de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
218,667±3,055	215,667±6,658	288,333±7,095

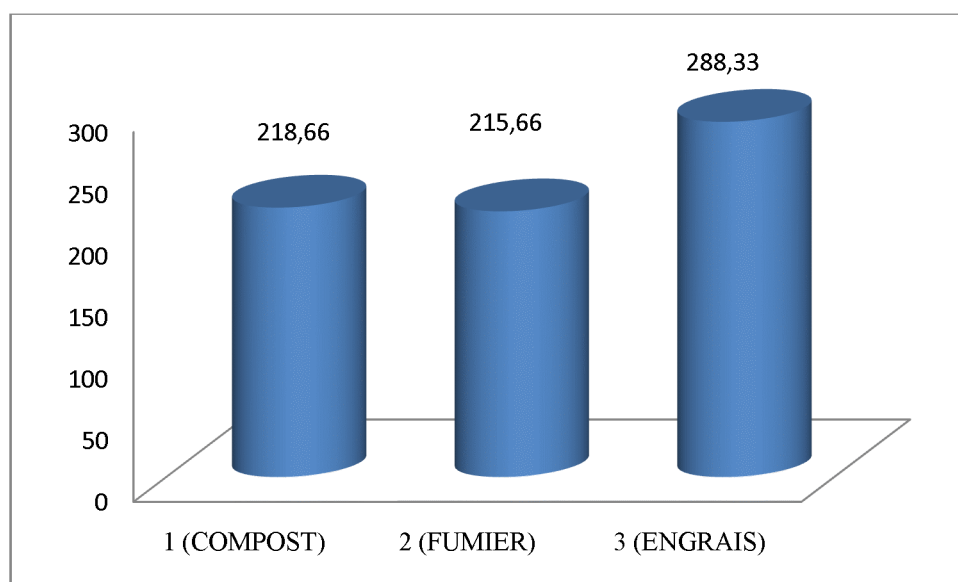


Figure 58: Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le potassium du jus de la tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur la teneur en potassium du jus de la tomate.

Tableau 83. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en potassium du jus de tomate

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10350,89	8	1293,861				
VAR.FACTEUR 1	10142,89	2	5071,444	146,292	0,00004		
VAR.RESIDUELLE 1	208	6	34,667			5,888	2,44%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) montre deux groupes homogènes, avec en groupe A le traitement à l'engrais minéral (288.33mg/100g de fruit) et en groupe B les deux

autres traitements au compost et au fumier avec les valeurs respectives de : 218.66mg et 215,66mg/100g de fruit.

Tableau 84. Test de Newman et Keuls sur la teneur en potassium du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	ENGRAIS	288,333	A	
1.0	COMPOST	218,667		B
2.0	FUMIER	215,667		B

3.12.2 Teneur en phosphore du jus de tomate :

Le tableau montre que la valeur maximale en phosphore du jus de tomate est obtenue avec l'engrais minéral et la plus faible valeur est obtenue avec le compost, la figure illustre ces différences.

Tableau 85. Teneur en phosphore du jus de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
13,333±0,451	14,9±0,2	16,2±0,458

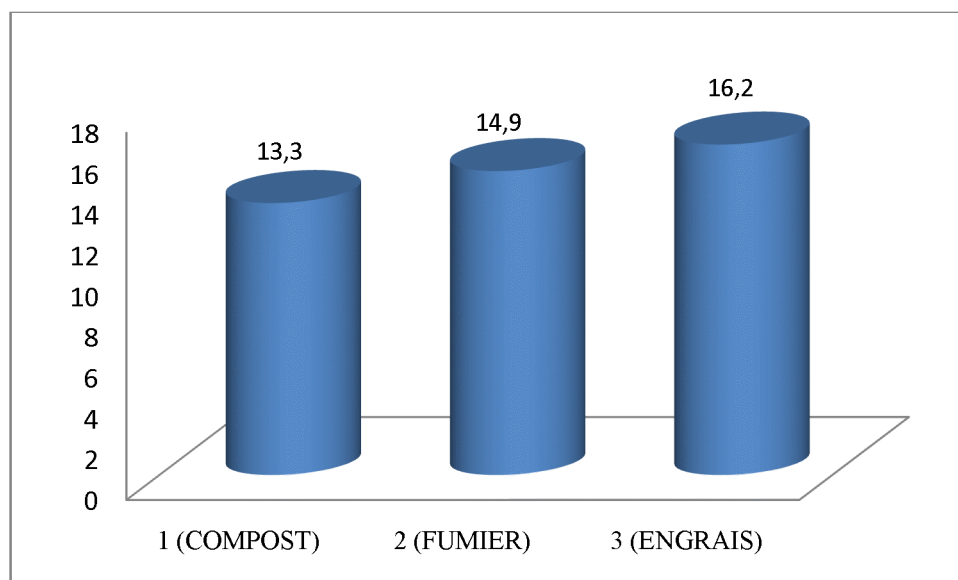


Figure 59 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur le phosphore du jus de la tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur la teneur en phosphore du jus de la tomate.

Tableau 86. Résultats de l'analyse de la variance de la teneur en phosphore du jus de tomate

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	13,269	8	1,659				
VAR.FACTEUR 1	12,362	2	6,181	40,904	0,00053		
VAR.RESIDUELLE 1	0,907	6	0,151			0,389	2,62%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation, avec en groupe A l'engrais minéral (16.2mg), en groupe B le fumier (14.9mg) et en groupe C le compost (13.33mg).

Tableau 87. Test de Newman et Keuls sur la teneur en phosphore du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	ENGRAIS	16,2	A		
2.0	FUMIER	14,9		B	
1.0	COMPOST	13,333			C

3.12.3. Teneur en calcium du jus de tomate :

Le tableau montre que la valeur maximale du calcium du jus de tomate est obtenue avec le traitement au compost et la plus faible est obtenue avec le fumier, la figure illustre ces différences.

Tableau 88. Teneur en phosphore du jus de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
9,75±0,105	8,93±0,157	9,62±0,226

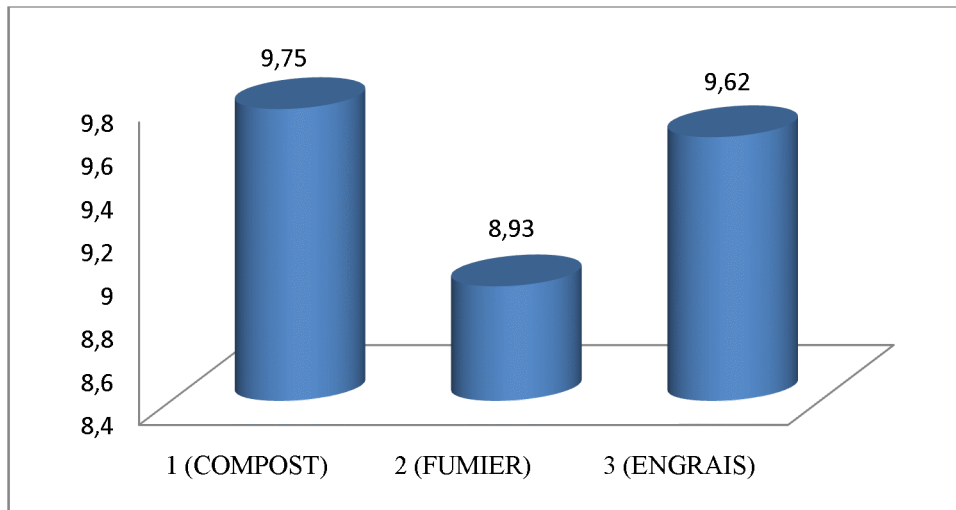


Figure 60 : Effet du compost, du fumier et de l’engrais sur le calcium du jus de la tomate.

Les résultats de l’analyse de la variance (tableau) montrent une différence hautement significative du facteur étudié sur la teneur en calcium du jus de tomate.

Tableau 89. Résultats de l’analyse de la variance sur la teneur en calcium du jus de tomate

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,339	8	0,167				
VAR.FACTEUR 1	1,165	2	0,583	20,12	0,00265		
VAR.RESIDUELLE 1	0,174	6	0,029			0,17	1,80%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation, avec en groupe A le compost (9.75 mg) et l’engrais minéral (9.62mg) ; cependant le fumier se trouve classé en groupe B(8.93mg).

Tableau 90. Test de Newman Keuls sur la teneur en calcium du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	COMPOST	9,75	A	
3.0	ENGRAIS	9,62	A	
2.0	FUMIER	8,93		B

3.13. Teneur en lycopène du jus de tomate (mg l) :

Le tableau montre que la valeur maximale du lycopène du jus de tomate est obtenue avec le traitement au fumier et la plus faible la plus faible valeur est obtenue avec l’engrais minéral, la figure illustre ces différences.

Tableau 91. Teneur en phosphore du jus de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
7,773±0,067	8,583±0,126	4,937±0,059

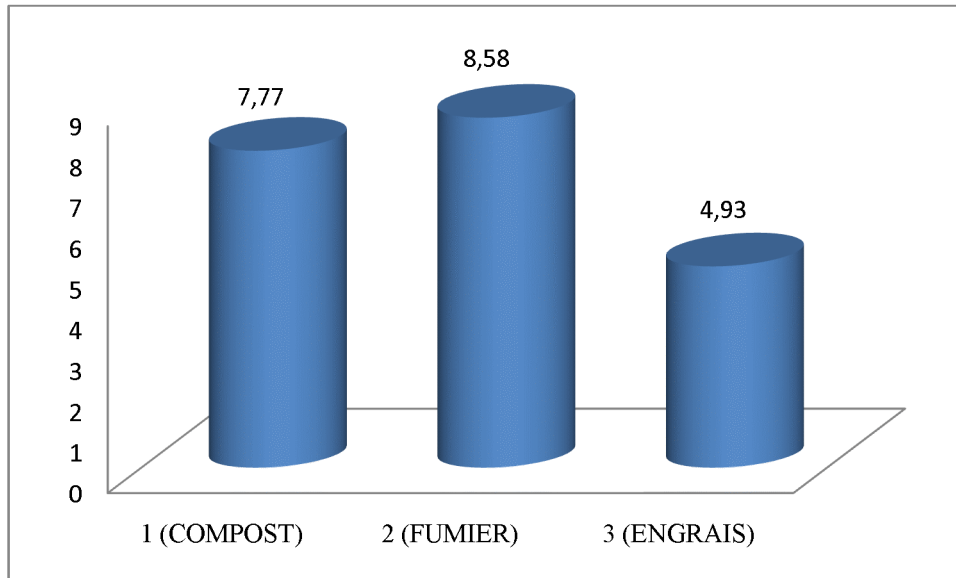


Figure 61 : Effet du compost, du fumier et de l'engrais sur la teneur en lycopène du jus de tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur la teneur en lycopène du jus de fruit.

Tableau 92. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur en lycopène du jus de tomate

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	22,048	8	2,756				
VAR.FACTEUR 1	22,001	2	11	1392,479	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,047	6	0,008			0,089	1,25%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation, avec en groupe A le traitement au fumier (8.583mg l), en groupe B le compost compost B (7.773mg l) et en groupe C l'engrais minéral (4.937mg l)

Tableau93. Test de Newman et Keuls sur la teneur en lycopène du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0	FUMIER	8,583	A		
1.0	COMPOST	7,773		B	
3.0	ENGRAIS	4,937			C

3.14. Teneur en Beta- Carotène du jus de la tomate :

Le tableau montre que la valeur maximale du Béta- Carotène du jus de tomate est obtenue avec l’engrais minéral et la plus valeur est obtenue avec le fumier, la figure illustre ces différences.

Tableau94. Teneur en Béta-carotène du jus de tomate

COMPOST	FUMIER	ENGRAIS
4,493±0,012	2,877±	5,643±0,045

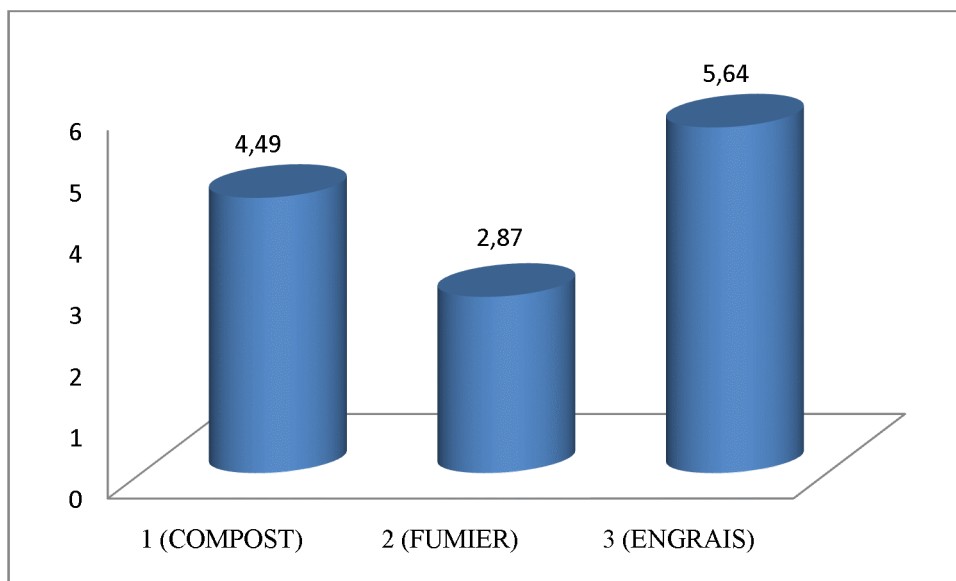


Figure 62 : Effet du compost, du fumier et de l’engrais sur le bêta- carotène du jus de la tomate.

Les résultats de l’analyse de la variance (tableau) montrent une différence très hautement significative du facteur étudié sur la teneur du Béta-Carotène du jus de tomate.

Tableau 95. Résultats de l'analyse de la variance sur la teneur du jus de tomate

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	11,596	8	1,449				
VAR.FACTEUR 1	11,591	2	5,795	6686,362	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,005	6	0,001			0,029	0,68%

En effet, le test de Newman-Keuls (tableau) montre trois groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation avec en groupe A l'engrais minéral (5.643mg l), en groupe B le traitement au compost (4.493mg l) et en groupe C le traitement à l'engrais minéral (2.877mg l).

Tableau 96. Test de Newman et Keuls sur la teneur en potassium du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	ENGRAIS	5,643	A		
1.0	COMPOST	4,493		B	
2.0	FUMIER	2,877			C

. Discussion des résultats

Selon les statistiques les fruits fertilisés par fumier et compost sont de bonne qualité vu que il représente un pourcentage important au niveau de la matière sèche, richesse en lycopène, sucre totaux, calcium, acidité, brix, contrairement au fruits de l'engrais qui sont gorgé d'eau, est fait signe d'un ph élevé et richesse en phosphore, potassium,

De nos principaux résultats obtenus, on peut dire que la fertilisation au fumier et au compost donne de meilleurs résultats que ceux obtenus à l'engrais minéral. Notre présente étude confirme celle menée par le professeur LEIFERT de l'université de Newcastle, notamment sur la richesse en éléments minéraux des fruits et légumes menés au fumier et compost ont de meilleurs résultats par rapport à leurs cultures intensives aux engrais minéraux.



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion générale et perspectives

Dans l'objectif d'améliorer le rendement et la qualité nutritionnelle des fruits de tomate, tout en préservant notre santé et notre environnement, on s'est intéressés dans ce travail, à l'effet de différents types de fertilisations : naturelle (fumier et compost) et chimiques (engrais minéral) chez la tomate cultivée en plein champ. En effet, Il s'agit de voir l'impact de ces derniers sur les paramètres agronomiques, notamment du rendement et des paramètres technologiques, en particulier la teneur en vitamine C, en glycogène et en bêta-carotènes ainsi que les éléments minéraux tels que le potassium, le calcium et le phosphore.

Durant cette expérience on a pu répondre aux questions posées, notamment, l'amélioration de la qualité de la tomate, la protection de l'environnement et voir même une voie d'enrichissement du sol en éléments minéraux par la fertilisation naturelle, favorisant une agriculture durable par la préservation de la structure du sol grâce aux engrais naturels. C'est une politique d'une agriculture de conservation des sols.

Pour mener à bien l'objectif de cette expérience, notre choix a porté sur une variété de tomate hybride : Baghera F1. Durant l'essai, plusieurs variables sont étudiées :

- Des paramètres agronomiques de croissance et de production
- Des paramètres technologiques sur fruit de tomate à la récolte
- Teneur en éléments minéraux du fruit après les différents traitements.

De l'ensemble des résultats obtenus, nous apportons les observations suivantes :

- Pour les paramètres agronomiques, nous avons enregistré une meilleure croissance au niveau de la hauteur de la tige et de la densité du feuillage pour les parcelles de l'engrais minérale contrairement aux engrais organiques ou on a enregistré une floraison assez importante avec un taux d'avortement très faibles vu que les plants sont vigoureux. Les fruits obtenus sur sol fertilisé au compost et au fumier sont de calibre et poids plus important que ceux fertilisés à l'engrais minéral.
- Pour les paramètres technologiques, les fruits des parcelles fertilisées au fumier et au compost ont enregistré une augmentation de la teneur en sucre totaux, calcium, brix , acidité, contrairement au fruit des plants fertilisés à l'engrais minéral qui sont gorgés d'eau et moins riche en matières sèche. La matière sèche dans le fruit est un bon indice de qualité lors de la transformation.

Conclusion générale et perspectives

Notre contribution à promouvoir l'utilisation des engrais naturels plutôt que des engrais minéraux à montrer beaucoup d'intérêt dans l'amélioration de la qualité des fruits chez la tomate. Ce travail de terrain nous ouvre les portes à une fertilisation naturelle garante d'une agriculture saine et durable.

Enfin, il est conseillé de revenir à la fertilisation biologique par l'usage du fumier et compost pour assurer la préservation de notre patrimoine sol pour une production durable sans nuire à la santé et à notre environnement.

En perspective pour une agriculture raisonnée il est envisageable :

- ✓ que les divisions agricoles exigent aux agriculteurs de faire une analyse de leurs sols avant plantation pour éviter l'excès de fertilisation. IL est important de mettre à la disposition des agriculteurs les moyens nécessaires pour effectuer les analyses de leur sol et surtout que ces prestations ne soient pas chers.
- ✓ de sensibiliser les agriculteurs à développer les élevages pour une meilleur qualité et quantité du fumier, il est claire que les conditions d'élevage actuel devront encore évoluer, malgré les avancés réglementaires significatives qui ont été réalisées ces dernières année. Il serait judicieux d'assurer aux éleveurs des facilités d'achat de leurs fumiers tout en créant des centres de récupération et de distribution.
- ✓ De sensibiliser les gens à faire les tris de leurs déchets pour contribuer à développer notre agriculture et préserver notre environnement, et leurs faire part de l'importance que joue le compost sur la qualité nutritionnelle des produit alimentaires, en créant des centres de récupération des déchets, et de production de compost
- ✓ Créer une chaine de suivis des agriculteurs par les divisions agricoles en les dotant de moyens nécessaires. Chaque agriculteur doit avoir à consulter un écologiste, et un biologiste de nutrition pour s'assurer de la qualité du produit tout en protégeant l'environnement.

Référence bibliographique :

AMGHAR et BENHADDADI, (2013) : contribution la connaissance du volet de la fertilisation minéral des terre agricoles à la wilaya Tizi Ouzou , mémoire d'ingénieurs, université de Tizi Ouzou ; 9,16.22 p

AMEUR et BENSEBBA, (2005) : contribution à l'étude de l'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires dans la wilaya de Tizi Ouzou) mémoire d'ingénieur, université de Tizi Ouzou ; 4.12 p

CHAABANE et IABDIOUENE, (2007) : contribution à l'étude des contraintes de l'usage de l'engrais dans la céréaliculture dans la wilaya de Tizi Ouzou, mémoire d'ingénieurs, université de Tizi Ouzou ; p34.61

ZAGHIB, (2009) : évaluation et impacts des projets de proximité de développement durable rurale, (PPDR) sur l'agriculture et le développement rural local, université de Sétif ; 24. 25. 26.p

CHRISTIAN,(2001) les déchets sensibilisation à un geste écologique, 2ed, TEC, Paris New York

MOLETTA.R., (2009). Le Traitement des déchets. Ed TEC & DOC, Paris.685 P.

C .LEVEQUE, (2005) développement durable, ED Dunod Paris.756 p

ANONYME : Pas d'engrais chimiques dans le jardin (Revue agricole 2008)

ANONYME : Tomate Revue Wikipidia 2014

(CHAUX CL, et FOURY, 2008) : Cultures légumières. Tome 3. Ed. Lavoisier, paris. Pp 145-231

ABDOUSSALAM et TOUZARI : effet de trios doses de potassium sur les paramètres agronomiques et technologiques de la tomate. Thèse d'ingénieur en agronomie. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, (2005, 2006).

MOUHOUCHE B. : l'influence du rationnement de l'eau sur la production de la tomate industrielle . journée d'études sur la tomate industriel l'IDCMI, 1988 p 25

BACI L : les contraintes au développement de la tomate industrielle et de sa transformation, communication, 26 et 27 avril 1993.W de Djidjel

ROGERS, (2009), consommation et production de la tomate dans le monde, conso globe. com

FAISAL. MEDJAHED : L'Algérie continue d'importer la tomate journal de LIBERTE 2014.

Bernard LE CLECH, (1998). Environnement et agriculture, édition SYNTHÈSE AGRICOLE, Bordeaux, 1998 15.21.p

ANONYM,(2007). Danger pour la santé humaine, 15.décret du 7 décembre ; INRS ED 984

ADDOU .A.(2009).Développement durable ,traitement des déchets valorisation élimination . Ed Ellipses. Paris.284P.

DENIS LAFRANCE, (2010). la culture biologique des tomates .2 ED BERGER et CCDMD, Austen

DESACHY.C., (2001) .Les déchets, sensibilisation à une gestion écologique des déchets. Ed. TEC & DOC. Paris .70P.

MUSTIN M. (1987). Le compost, Ed F. Dubusc, Paris ; 953p

PRETTY J . et KOOHAFKAN P. (2003). Les terres et l'agriculture : de la conférence de Rio, 1992, au sommet de Johannesburg, 2002 compendium des études de cas sur l'aménagement des terres et de l'agriculture et le développement rural durables (A D R D) publication de la FAO et université d'Essex 77 P

Yohann THELEMAQUE. (24.06.2014). Culture intensive (Anova plus). www.anova-plus.com. Blogs. Culture in

OOREKA(2007). Fumier composté : quelle utilisation ?
[https //engrais.ooreka.fr](https://engrais.ooreka.fr)

Peter LANG(2002) ZACCAIE. Le développement durable. Dynamique et constitution d'un projet. Berne-Bruxelles.

LENNTECH BV(2016). Le phosphore. www.lentech.com.data.perio.p.htm

PAC (2014.2020). [https//www.supagro.fr.reform-de-la-pac](https://www.supagro.fr.reform-de-la-pac)

NATIONS UNIES (22.09.2014). La situation de la population mondiale en 2014. Division de la population. DAES. New York

Gianquinto-G ; Borin-M, 1990. Effect of organic and mineral fertilizer application and soil type on the growth and yield of processing tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Rivista-di-Agronomia*. 1990, 24: 4, 339-348

Locascio-SJ; Smajstrla-AG; 1989. Drip irrigated tomato as affected by water quantity and N and K application timing. *Proceedings of the florida state horticultural-Society*. 1989, 102: 307-309

Stivers-LJ; Shannan-C,1991.Meeting the nitrogen needs of processing tomatoes through winter cover cropping . Journal-of-production –Agriculture. 1991,4: 3 , 330-335

Zhang-CL; Zhang-YD; Gao-ZM; Xu-GH; Wang-LY; Zhou-QS, 1988. Effects of combined use of inorganic and organic fertilizers on the yield and quality of tomato. Journal-of soil-sience, china . 1988, 19: 6, 276- 278

Oikeh-SO; Asiegbu- JE 1993. Growth and yield responses of tomatos to sources and rates of organic manures I ferralitic soils . Bioresource-Technology. 1993, 45: 1, 32: 159-161

Carlo LEIFERT (14.07.2014). Les fruits et légumes bio plus riche en antioxydants, selon une étude scientifique. Actu environnements



CHAPITRE I



La Tomate