

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

Ministère de L'enseignements Supérieur Et de La Recherche Scientifique

Université de Blida 1



Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département science Alimentaire

**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master II**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences Alimentaire

**Spécialité :** Nutrition et Diététique Humaine

**Thème**

**Impact de l'utilisation du compost ménagère et organique sur la qualité des tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill).**

• **Réalisé par :**

ABDELMOUMENE Manel

MEKKIOU Ines

• **Soutenu devant le jury d'examen composé de :**

**Présidente :** Mme BOULKOUR. S

**Examinatrice :** HAMZI. W

**Promotrice :** BOUDJEMA. N

**Co-promoteur :** KHERAT. M

**Année universitaire 2020 / 2021**

## *Remerciements*

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui on voudrait témoigner toute notre reconnaissance, sans qui ce travail nous aurait été autrement plus ardu. On ne remerciera jamais assez, et comme bon nombre de mes devanciers, on serait toujours infiniment reconnaissante envers celle qui nous a donné l'occasion de faire ce mémoire, notre promotrice Mme Boudjema.N, qui nous a fait confiance tout au long de ce travail et a su nous guider à sa manière, humaine, sensible, attentive, tout en nous laissant une grande liberté d'initiatives et d'actions. On la remercie pour avoir su trouver les mots justes à chaque étape, parfois réconfortants, parfois encourageants et remobilisant, parfois enseignants !*

*Nos sincères et vifs remerciements s'adressent à notre Copromotrice M Kherat Mohamed Enseignant chercheur, qui a guidé nos premiers pas dans ce travail et qui nous a toujours accordé un soutien sans faille, nos discussions avec lui ont été très enrichissantes à travers sa capacité à resituer le sujet dans un contexte plus large, et ses encouragements très motivants, on le remercie très sincèrement de nous avoir poussé à dépasser nos limites et de d'avoir fait sortir le meilleur de nous-mêmes grâce à ses remarques pertinentes, et ses réponses qui ont éclaircies nos doutes, on lui est redevable.*

*On tient ensuite à remercier chaleureusement, Mme Boulkour. S et Mme Hamzi. W qui nous font l'honneur de présider le jury, et examiner ce travail, pour leurs consécration particulières indispensables à l'amélioration de ce document.*

*Notre profonde reconnaissance va à Mr Mohamed qui a su nous accueillir dans sa pépinière pour pouvoir réaliser notre travail et qui nous a comblé avec son aide physique et son savoir dans le domaine tout au long de cette expérimentation.*

*Toute notre reconnaissance va à Mme Ketfi S et Aïssé H ingénieurs de laboratoire pédagogique science-alimentaire, pour leur présence, pour leur patience et leur accompagnement tout au long de nos essais expérimentaux et d'avoir répondu à toutes nos questions, et dieu sait qu'il y'en a eu, on vous dit merci d'avoir été aussi généreux en informations.*



*« Quand les mots naissent des profondeurs de l'âme, ils ne peuvent être que l'essence de ses ressentis »*

*Je dédie ce mémoire a :*

***Ma Chère Maman « Samia » :** la personne qui m'importe le plus dans ce monde. Elle a toujours été mon modèle et ma source d'inspiration. Ces conseils, sa présence et sa tendresse m'ont été et me seront toujours indispensables. Pour elle j'aurai toujours beaucoup de gratitude elle est un Symbole de la force et c'est à chaque fois que j'accomplis des choses c'est grâce à elle Je lui suis donc éternellement reconnaissante. Que ce modeste travail soit l'exaucement de tes vœux tant formulés, le fruit de tes innombrables sacrifices.*

***Mon Papa chéri « Toufik » :** Merci pour ta gentillesse, ton soutien, ton humour et ton originalité qui ont soufflé sur moi Sans ton poussée et tes encouragements constants, je n'aurais pas la force de poursuivre mes rêves.*

***Ma chère sœur « Wissam » :** qui m'a toujours encouragé dans mes projets et dans mes rêves les plus fous; elle me fait toujours sentir qu'elle est derrière moi et que qu'elle croit en moi et son support fait une grande différence dans ma vie.*

***Mes deux chers frères « Mohamed amine et Imad Eddine » :** vous êtes le meilleur appui et soutien que dieu m'a donné dans la vie.*

***Ma chère Binôme et copine « Inès » :** être les deux à la fois été très dur pour nous mais seul le temps confirme l'amitié.*

***Mes chers amis (e):** Yasmine, Nahla, seifeddine.*

*MANEL.*



*Je dédie ce mémoire à :*

***Ma très chère mère « Karima » :*** elle avait de beaux rêves, mais elle l'est a souvent abandonnés. Pour me permettre de vivre les miens, elle me couvrait souvent de tendresse et prières qui m'ont été d'un grand secours pour mener mon parcours. Son amour est à l'origine de mon bonheur, le socle sur lequel j'ai grandi, Il a été ma plus belle arme pour me construire. Quoiqu'il m'ait manqué, J'ai l'est toujours eu. Que ce modeste travail soit le fruit de tes sacrifices.

***Mon très cher père « Nourdine » :*** il a su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Ses conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ses sacrifices sans fin, sa compréhension et son encouragement sont pour moi le soutien indispensable. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance.

***Ma chère sœur « aya » :*** celle qui anime ma vie Dans mes bras tu seras choyée Crois-moi tu seras adorée Pour la vie, pour l'éternité A jamais sur toi je veillerai Ma petite sœur chérie.

***Mes chers frères « Mohamed Islam et Mehdi » :*** mon pilier dans cette vie, j'aimerai que ce modeste travail vous serez un modèle et un encouragement pour le futur

***Ma chère Binôme et copine « Manel » :*** mon acolyte, celle qui est toujours prête pour le terrain, je ne te remercierais jamais assez pour ton énergie, ta patience et pour la personne que tu es, ce travail aurait été fade sans ta présence.

***Mes chers amie (e) :*** pour leur présence et soutiens Nanou, Nahla, wissem, Abir, Raffik, Idris, Seifeddine.

## Résumé

Cette étude a été conçue pour la valorisation des déchets organique et ménagère traités par étu-compost (engrais biologique) dans la culture maraichère de la tomate (*Lycopersicon esculentum mill*).

La partie expérimentale de la présente étude consiste à une caractérisation physico-chimique du sol (pH, Conductivité et dosage des carbones organique total) avant et après traitement. Une nouvelle méthode du traitement par compost 'étu-compost' par étuvage a été appliquée sur les déchets organiques et ménagers. Le pilote expérimental est composé de deux lots d'échantillonnage (T0) témoin, (T1) tomate traitée par l'étu-compost et le (T2) des tomates vendu dans le marché

Les résultats de l'ajout d'étu-compost sur la culture ont montré que le fruit est de bonne qualité bactériologique et physico-chimique. Les analyses biochimiques ont montré la richesse des tomates traitées par le compost biologique en élément antioxydants (avec une moyenne de 21.9µg EAG/ml MS de polyphénols, 199µg ER/ml MS de flavonoïdes et 0.105µg / ml de lycopéne). Le dosage des métaux lourds a démontré que les tomates traitées ne dépassent pas le seuil toxicologique. Enfin les analyses sensorielles ont fait preuve face à 30 jurys dégustateurs qui ont validé avec excellence les tomates traitées pas le compost biologique. L'ajout d'étu-compost a montré son impact positif sur le rendement de la tomate en comparant avec les tomates traitées par les produits chimiques.

**Mots clés :** Valorisation, déchets, tomate, rendement, qualité bactériologique, étu-compost,

## Abstract

This study was designed for the valorization of organic and household waste treated 'étu-compost' (biological fertilizer) in the vegetable culture of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill).

The experimental part of the present study consists first of a physico-chemical characterization of the soil (pH, Conductivity and dosage of total organic carbons) before and after treatment. A new method of compost treatment 'étu-compost' by steaming has been applied on organic and household waste. The experimental pilot is composed of two sample batches (T0) control and (T1) treated tomato.

The results of the addition of etu-compost on the crop showed that the fruit is of good bacteriological and physicochemical quality. The biochemical analyses showed the richness of the tomatoes treated by the organic compost in antioxidant elements (with an average of 21.9µg EAG/ml MS of polyphenols, 199µg ER/ml MS of flavonoids and 0.105µg / ml of lycopene). The heavy metal assay showed that the treated tomatoes did not exceed the toxicological threshold. Finally, the sensory analyses have been proven by tasting panels that have validated with excellence the tomatoes treated with organic compost. The addition of etu-compost showed its positive impact on the tomato yield comparing with the tomatoes treated with chemical products.

**Key words:** Valorization, waste, tomato, yield, bacteriological quality, etu-compost.

## الملخص

تم تصميم هذه الدراسة لاستعادة النفايات العضوية والمنزلية المعالجة "Etu-compost" (سماد عضوي) في حديقة سوق الطماطم (*Lycopersicon esculentum mill*). يتكون الجزء التجريبي من هذه الدراسة أولاً من التوصيف الفيزيائي الكيميائي للتربة (الأس الهيدروجيني، والتوصيل، وتحديد إجمالي الكربون العضوي) قبل و. بعد العلاج. تم تطبيق طريقة جديدة لمعالجة السماد العضوي عن طريق التبخير على النفايات العضوية والمنزلية. يتكون الطيار التجريبي من مجموعتين (T0) تحكم و (T1) طماطم معالجة.

أظهرت نتائج إضافة سماد الإيتو للمحصول أن الثمار ذات جودة بكتريولوجية وفيزيائية كيميائية جيدة. أظهرت التحليلات الكيميائية الحيوية ثراء الطماطم المعالجة بالسماد العضوي في العناصر المضادة للأكسدة (بمتوسط 21.9 ميكروغرام EAG / مل MS من البوليفينول ، 199 ميكروغرام ER / مل MS من الفلافونويد و 0.105 ميكروغرام / مل من اللايكين). وقد أظهر تحديد المعادن الثقيلة أن الطماطم المعالجة لا تتجاوز عتبة السموم. أخيراً، تم اختبار التحليلات الحسية أمام لجنة التذوق الذين تحققوا بامتياز من صحة الطماطم المعالجة بالسماد العضوي. أظهرت إضافة etu-compost تأثيره الإيجابي على محصول الطماطم عند مقارنته بالطماطم المعالجة كيميائياً.

**الكلمات الأساسية:** الاسترداد، النفايات، الطماطم، المحصول، الجودة البكتريولوجي، السماد العضوي

## **Abréviation**

**A.D.E.M.E** : Agence de l'Environnement et de Maitrise de l'Energie.

**A.N.D** : Agence Nationale des Déchets.

**DMA** : Déchets Ménagers Assimilés

**DMS** : Déchets Ménager Spéciaux

**M.A.T.E** : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

**PRO.GDM** : Programme de la Gestion Intégrée des Déchets Municipaux

**PNAE-DD** : le Plan National d'Actions Environnementales et du Développement Durable

**P.N.U.D** : Programme des Nations Unies pour le Développement

**S.N.E** : Stratégie Nationale Environnementale

**S.P.E** : Société Suisse pour la Protection de l'Environnement

**CNFE** : Le Conservatoire National des Formations à l'Environnement

**PED** : pays en développement

**MO** : matière organique

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Processus de compostage.....	6
<b>Figure 02</b> : Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage...	7
<b>Figure 03</b> : Les principaux producteurs de la tomate en Afrique.....	13
<b>Figure 04</b> : Les principaux producteurs de la tomate en Afrique.....	14
<b>Figure 05</b> : les phases de cycle biologique de développement de la tomate.....	17
<b>Figure 06</b> : Installation de l'essai de tomate <i>Lycopersicon esculentum miller</i> .....	25
<b>Figure 07</b> : préparation du mélange de la terre et le terreau .....	26
<b>Figure 08</b> : Transplantation Sol A et Pots B ( lot1 et lot 2 )des plantule de la tomate <i>Lycopersicon esculentum mill</i> .....	27
<b>Figure 09</b> : les étapes de traitement d'Etu-compost .....	28
<b>Figure 10</b> : Séchage des déchets à l'étuve 70°C .....	29
<b>Figure 11</b> : Boite de confiture de fraises JUMEL .....	29
<b>Figure 12</b> : les étapes d'application des traitements d'Etu-compost .....	30
<b>Figure 13</b> : les étapes de changement de couleur des tomates cultivées (1 : 2 <sup>er</sup> mois après la culture/ 2 : après 8 jours / 3 : après 20 jours) .....	30
<b>Figure 14</b> : observation du changement du diamètre des feuilles et des tiges pour les plantules du sol et les pots (1 : 1 <sup>er</sup> s jours de la transplantation 2 : 20 jours après la transplantation) .....	31
<b>Figure 15</b> : Procédure de séchage des 3 échantillons de tomate tomates .....	35
<b>Figure 16</b> : Préparation des dilutions pour les analyses bactériologiques.....	38
<b>Figure 17</b> : les échantillons utilisés lors de dosage des métaux lourds .....	41
<b>Figure 18</b> : Fiche d'analyse sensorielle .....	42

<b>Figure 19</b> : Evaluation de la teneur des paramètres de l'étude morphologique des échantillons de la tomate. ....	47
Figure 20 : évaluations des moyennes des paramètres Biochimique pour les échantillons T0 (témoin), T1 (traité par l'étu-compost) et T2 (traité par des engrais chimique) .....	50
<b>Figure 21</b> : Evaluation des résultats des métaux lourds obtenus pour les échantillons T0, T1 et T2 .....	54

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Production des déchets par habitants dans plusieurs villes.....	5
<b>Tableau 02</b> : Teneur des éléments essentiels dans un compost.....	8
<b>Tableau 03</b> : Paramètre physico-chimique du compost.....	9
<b>Tableau 04</b> : le rôle, les actions et les avantages des amendements organique sur le sol .....	12
<b>Tableau 05</b> : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate .....	21
<b>Tableau 06</b> : Echantillonnage du sol destiné à la culture de la tomate .....	23
<b>Tableau 07</b> : Répartition des plantules pour les essais dans le sol et hors sol .....	26
<b>Tableau 08</b> : les déchets sélectionnés lors de tri pour la culture de la tomate .....	28
<b>Tableau 09</b> : Paramètre et nombre d'échantillon de l'étude morphologique .....	31
<b>Tableau 10</b> : Echantillonnage de la tomate et les paramètres étudié .....	33
<b>Tableau 11</b> : Caractéristique physico-chimique du sol utilisé avant la plantation (T0) et après l'ajout d'éto-compost (T1) .....	44
<b>Tableau 12</b> : Normes de la méthode de la conductivité (C.E) .....	45
<b>Tableau 13</b> : Valeurs moyennes de température et humidité sous serre pendant les 5 mois de culture de la tomate ( <i>Lycopersicon esculentum mill</i> ) .....	46
<b>Tableau 14</b> : Résultats des moyennes et l'écart-type des différents paramètres étudiés pour l'ensemble des échantillons du lot T1 et lot T0.....	48
<b>Tableau 15</b> : Résultats de pH obtenus des différents échantillons .....	49
<b>Tableau 16</b> : Résultat de la teneur en eau .....	49
<b>Tableau 17</b> : Résultats des moyennes et l'écart-type des différents composés Phénoliques de la tomate.....	50
<b>Tableau 18</b> : Résultats bactériologique des échantillons des tomates traitées.....	52
<b>Tableau 19</b> : résultats des métaux lourds dans les échantillons 1(chimique), 2(témoin) et 3 (traité) .....	53
<b>Tableau 20</b> : Résultats des analyses organoleptiques et sensorielles des tomates.....	55

**Table des matières**

Introduction générale .....	1
<b>Chapitre 1 : Partie bibliographique</b>	
I. Déchets et leur valorisation .....	3
1. Définition.....	3
2. Classification des déchets.....	3
2.1. Déchets agricoles .....	3
2.2. Déchets ménagers et assimilés .....	3
2.3. Déchets industriels.....	3
3. Cadre Institutionnel et Juridique en Algérie .....	4
4. Production des déchets en Algérie .....	5
II. Valorisation des déchets.....	5
1. Compostage .....	5
1.2. Eléments essentiels du compost.....	8
1.3. Paramètres du compostage .....	8
1.3.1. Paramètres biologiques .....	8
1.3.2. Paramètres physico-chimique.....	8
1.3.3. Azote et le rapport Carbone /azote .....	9
1.4. Intérêt du compostage .....	9
2.3. Impact de l'amendement sur le sol.....	11
2.3.1. Impact sur les propriétés physiques .....	11
2.3.2. Impact sur les propriétés chimiques.....	11
2.3.3. Impact sur les propriétés biologiques .....	11
2.4. Impact sur la plante .....	11
2.5. Avantage de l'amendement organique .....	12
2.6. Inconvénients de l'amendement organique .....	12
III. Généralités sur la tomate.....	13
1. Origine et historique.....	13
2. Importance économique.....	13
2.1. Production dans le monde.....	13
2.2. Production en Afrique .....	14

## Table des matières

2.3. Production en Algérie.....	14
3. Classifications botaniques de la tomate .....	15
4. Exigences pédoclimatiques .....	15
5. Mode de Cultures de la tomate.....	17
6. Cycle biologique du développement de la tomate.....	17
7. Exigences nutritionnelles .....	18
7.1. Exigences hydriques.....	18
7.2. Exigences en éléments fertilisants .....	18
8.1. Poly- phénols .....	18
8.2. Caroténoïdes .....	18
8.3. Lycopène .....	19
9. Critère d'une bonne qualité des fruits.....	19
9.1. Qualité morphologique de la tomate .....	19
9.2. Qualité nutritionnelle de la tomate.....	20
9.3. Qualité sensorielle de la tomate .....	21

### Chapitre 2 : Matériel et Méthode

1. Objectifs de l'étude.....	22
II. Etude du sol .....	22
1. Protocole expérimental de la culture « tomate » .....	22
2. Prélèvement et préparation des échantillons de sol .....	22
3. Mesure de pH (NF T90-008).....	23
4. Mesure de la conductivité (NF T90-031).....	24
5. Dosage du carbone organique totale (Nelson D.W et Sommers, 1996) .....	24
III. Culture de la tomate sous serre.....	25
1. Réalisation de la culture.....	25
1.1. Préparation du sol.....	26
1.2. Choix de la culture .....	26
1.3. Système d'arrosage .....	27
IV. Préparation de l'etu-compost et le sirop de confiture de fraise.....	28
1. Préparation du compost « etu-compost ».....	28
2. Préparation du sirop de confiture de fraise .....	29
3. Analyse physico-chimique de la confiture de fraise .....	30
4. Application du traitement etu-compost.....	30

## Table des matières

V.	Etude de la culture (fruit).....	31
1.	Etude morphologiques des tomates .....	31
2.	Prélèvement et échantillonnage.....	32
3.	Analyses physico-chimiques de la tomate .....	33
	3.1. Détermination du pH.....	34
	3.2. Détermination de la teneur en eau.....	34
4.	Analyse Biochimique.....	34
	4.1. Préparation de la matière première .....	34
	4.2. Détermination de lycopène .....	35
	4.3. Dosage des phénols totaux et les flavonoïdes totaux .....	35
	4.3.1. Extraction .....	35
	4.3.2. Dosage des polyphénols totaux .....	36
	4.3.3. Dosage des flavonoïdes.....	37
5.	Analyse bactériologique.....	37
	5.1. Préparation de la suspension mère et dilutions décimales.....	37
	5.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobies mésophiles à 30°C (flore totale) .....	38
	5.3. Recherche de Salmonella (Joffin et Joffin, 1999).....	38
	5.4. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (NF ISO 4832).....	39
6.	Analyse toxicologique .....	40
	6.1. Dosage des métaux lourd (LSA-INS-0084- Version 06 -2018) .....	40
7.	Analyse sensorielle des tomates .....	41
VI.	Etude statistique .....	42

### Chapitre 3 : Résultats et Discussion

I.	Résultats de l'analyse physico-chimique.....	44
1.	Caractérisation du sol .....	44
	1.1 Potentiel d'hydrogène pH.....	45
	1.2 Conductivité électrique.....	45
	1.3 Carbone organique total (COT) .....	45
2.	Etude de la culture 46	
	2.1. Condition pédoclimatique.....	46
	2.2. Etude morphologique .....	47
	2.3. Analyses physico-chimiques .....	48
	2.4. Analyse biochimique.....	49

## Table des matières

---

---

2.5. Analyse bactériologique .....	52
2. Analyse sensorielle du fruit de tomate.....	54
Conclusion et perspective .....	57
Liste des Références .....	58
Liste des Annexes.....	70

## *Introduction Générale*

### Introduction générale

La mise en décharge des déchets organiques devient un défi pour de nombreux pays, car l'utilisation de déchets organiques bruts pourrait détériorer l'environnement. Selon l'Agence Nationale des Déchets, les déchets ménagers et assimilés contiennent en Algérie en moyenne 63% de matières organiques putrescibles dans leurs matières sèches, ce qui représente une production quotidienne de l'ordre de 12 000 tonnes de matières organiques. Plus spécifiquement, la production annuelle de déchets issus de fruits et légumes est évaluée à plus de 3 600 000 tonnes (**Benabdeli et Moulay, 2011**). Bien que ces déchets soient caractérisés par une cinétique de décomposition rapide notamment sous climats intertropicaux, impliquant des risques pour l'environnement et la santé humaine (**Tchobanoglous et al., 1993**).

Au même temps, ils sont particulièrement adaptés aux processus de valorisation matière/énergie par traitements biologiques (**Bayard et Gourdon, 2009**). C'est un moyen alternatif pour solutionner la problématique de pollution agricole. Il s'agit en effet d'utiliser les fertilisants organiques dont le compost, le fumier, les engrais verts afin de remplacer des engrais chimiques qui ont un effet néfaste sur la vie humaine (l'infertilité masculine, des cancers, les avortements spontanés ou de graves malformations fœtales pour les consommateurs), et pour les utilisateurs professionnels des effets allergisants, dermatologiques et respiratoires.

Le but de l'utilisation intensive d'engrais et parfois même de moyens abusifs est de maximiser la productivité des rendements agricoles.

En Algérie, la culture de la tomate occupe une place importante dans la socio-économie et elle est considérée comme l'une des cultures prioritaires. En 2018, la superficie totale avoisinait les 22 323 hectares, avec une quantité estimée de 1 309 745 tonnes et 58.6729 hg/ha (**FAO, 2020**). Elle se positionne au premier rang mondial des fruits cultivés avec une production d'environ 152 millions de tonnes en 2010 (**FAO, 2012**).

Elle occupe une place importante dans l'alimentation humaine, car elle renferme selon les aspects, des quantités variable de protéine, lipide, d'hydrates de carbone, de différents éléments minéraux et de vitamines divers permettant ainsi la satisfaction qualitative des besoins nutritionnels (**Si Mohammed, 2017**).

## Introduction Générale

---

C'est dans ce contexte, nous avons orienté notre travail dans le but de déterminer l'impact de l'utilisation des composts organique et ménagères sur la qualité de la culture maraichère tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) en déterminant les caractéristiques physico-chimique, bactériologique du sol et évaluation biochimique, toxicologique et sensorielle du fruit.

*Chapitre 1 : Partie Bibliographie*

### I. Déchets et leur valorisation

#### 1. Définition

Selon la **loi du 15 juillet 1975**, est considéré un déchets tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit, ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. » (Code de l'Environnement, partie législative, article L 541-1), Selon **Bertolini et al. (1996)** définissent un déchet comme un produit dont la valeur d'usage et/ou la valeur d'échange est nulle pour son détenteur ou propriétaire. Sur le plan environnemental, on englobe sous le terme « déchet », tous les déchets solides, liquides et gazeux, (**Maystre, 1994**).

#### 2. Classification des déchets

##### 2.1. Déchets agricoles

Selon **Koller (2004)**, les déchets agricoles correspondent aux déchets d'élevage, des cultures et de l'industrie agroalimentaire. Selon **Damien (2004)**, les activités agricoles génèrent principalement 05 types de déchets :

1. Les sacs ou bidons vides d'engrais, d'herbicides, de pesticides
2. Les produits phytosanitaires non utilisables correspondant au stock de produits périmés
3. Les résidus liés aux activités d'élevage
4. Les filme agricoles
5. Les déchets verts (pailles, pelouses, etc.).

##### 2.2. Déchets ménagers et assimilés

Les déchets ménagers correspondent à ceux produit par l'activité domestique des ménages, et les déchets assimilés sont issus des commerces, de l'artisanat, des bureaux et des industries (verre, papiers, emballage, métaux, etc.) (**Koller, 2004**)

##### 2.3. Déchets industriels

Deux types de déchets industriels sont mentionnés à savoir :

### **a. Déchets industriels banals (DIB)**

Ce sont des déchets non dangereux, assimilables aux ordures ménagères (OM) et relevant de même traitement, tels que les emballages, le papier carton, les matériaux à base de bois et de plastiques (**Damien, 2004 ; Koller, 2004**).

### **b. Déchets industriels spéciaux (DIS)**

Contenant des éléments nocifs en grandes quantités, ils présentent de grands risques pour l'homme et son environnement et doivent être éliminés avec des précautions particulières (**Atouf, 1990**). Ils contiennent des éléments polluants nécessitant des traitements spéciaux : huiles usagées, matière de vidange, déchets de soins, déchets des polluants organiques persistants, diverses épaves (**Koller, 2004**).

## **3. Cadre Institutionnel et Juridique en Algérie**

Sur le plan institutionnel les différents acteurs intervenant dans la gestion des déchets solides ménagers sont les Ministères en charge de l'Environnement le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), de la santé, les communes et la société civile associée ou non à des professionnels de la filière de gestion des déchets.

Sur le plan réglementaire, un important arsenal juridique a été mis en place par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE). Ce dernier est principalement chargé d'établir la Réglementation et de faire respecter la loi cadre sur l'environnement, les préoccupations écologiques et la santé individuelle. A cet effet, de nombreuses lois pour un développement durable ont été promulguées :

- ✓ Loi N 01-19 du 12 Décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets.
- ✓ Loi N 03-10 du 19 juillet 2003, relative la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- ✓ Décret N 02-372 du 11 novembre 2002, relatif aux déchets d'emballages.
- ✓ Décret N 02-175 du 20 mai 2002, portant création, organisation et fonctionnement de l'Agence Nationale des Déchets.
- ✓ Décret N 04-199 du 19 juillet 2004, fixant les modalités de création, organisation, fonctionnement et de financement du système public de reprise et de valorisation des déchets d'emballages « Eco-Jem ».

### 4. Production des déchets en Algérie

Selon l'Agence National des Déchets (AND) en Algérie, la production des déchets ménagers est estimée à 7 millions tonnes/an en 2010, En constante augmentation (tableau 1). Les estimations chiffrées font état de 0.7Kg/hab/j dans les grandes villes, contre 0.5Kg/Hab/Jour dans les villes moyennes. En 2013, l'Algérie a produit 10,3 millions de tonnes de déchets domestiques. Ce qui équivaut à 278 kg par an et par Algérien (**Agence National de Déchets, 2010**).

**Tableau 01** : Production des déchets par habitants dans plusieurs villes (**Mezouari, 2011**).

Ville	Pays(PED)	Production des déchets (Kg/hab/j)
Alger	Algérie	0,75 - 1
Ouagadougou	Burkina Faso	0,62
Uberlândia	Brésil	0,51
Yaoundé	Cameroun	0,85
Hong-Kong	Chine	0,7
Moyenne nationale	Inde	0,41
Kuala Lumpur	Malaisie	1,7
Grand Casablanca	Maroc	0,89
Nouakchott	Mauritanie	0,21

## II. Valorisation des déchets

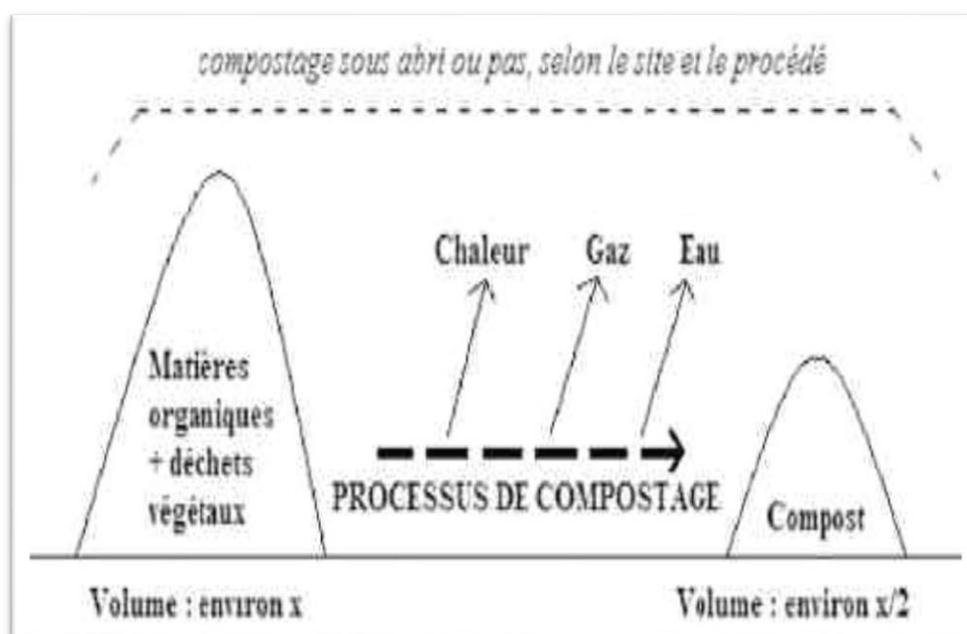
### 1. Compostage

#### 1.1.Compostage et processus

L'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture définit le compostage comme un processus naturel de «dégradation» ou de décomposition de la matière

organique (MO) par les micro-organismes dans des conditions bien définies (FAO, 2005). Il est l'équivalent du processus de formation de l'humus en milieu naturel (Albrecht, 2007).

Le compostage est un procédé de transformation aérobie (en présence d'oxygène, contrairement à la méthanisation qui est une réaction anaérobie) (Il fait intervenir successivement des populations microbiennes (bactéries, champignons et protozoaires) qui, en présence d'oxygène, produisent une montée en température, une perte en eau, une minéralisation en CO<sub>2</sub> et une production de substances humiques.) (Henry et Harrison, 1996 ; Charnay, 2005) (Figure 1).



**Figure 01** : Processus de compostage (Charnay, 2005)

Il est généralement admis que le processus de compostage passe essentiellement par 4 phases (figure2) (Diaz et al., 2007 ; Dinesh, 2014) :

**a) La phase mésophile**

Lors de cette phase, la bactérie principalement mésophile s'attaque aux composés facilement biodégradables, tels que les glucides, les lipides et les protéides. La température augmente graduellement jusqu'à 40°C (Michaud, 2007).

**b) La phase thermophile**

La phase thermophile peut durer plusieurs jours à plusieurs semaines en fonction

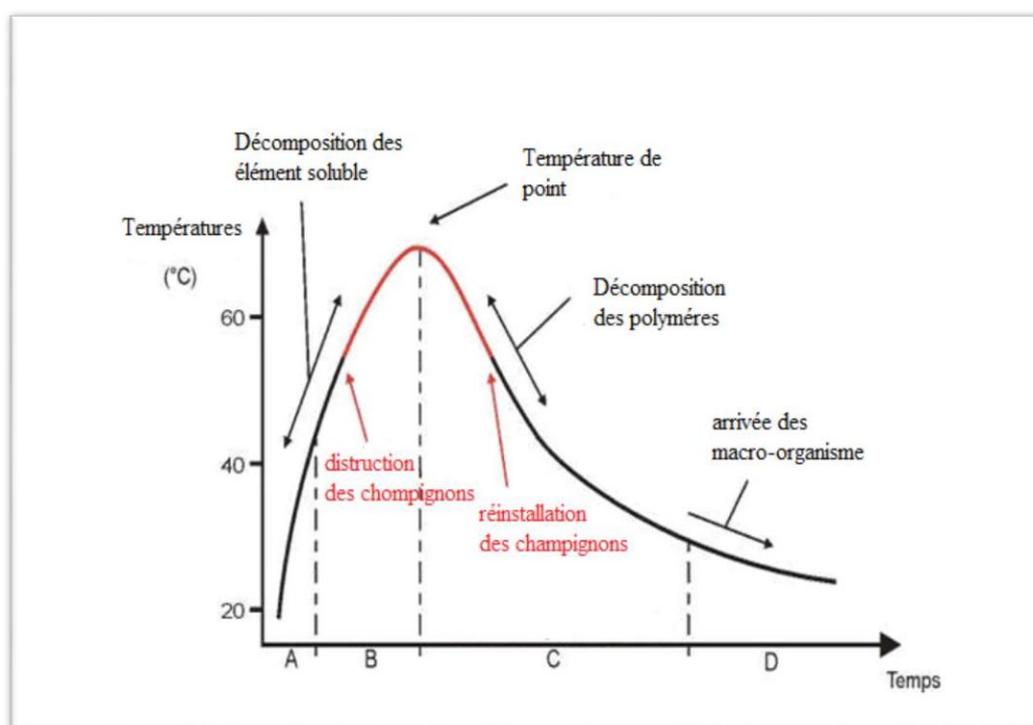
essentiellement de la nature des composés organique dans les matériaux compostés (**Dinesh, 2014**). Dans cette phase les bactéries de type mésophile meurent progressivement pour laisser la place aux bactéries de type thermophile (45-68°C) (**Michaud, 2007**). Malgré la destruction de la plupart des micro-organismes au-delà de 65°C, la température peut dépasser 80°C (**Diaz et al., 2007**).

### c) La phase de refroidissement

Cette phase commence lorsque l'activité bactériologique diminue en raison d'un manque de quantité de matière organique facilement dégradable. Il y a alors moins de chaleur produite que de chaleur qui se dissipe. Le compost perd alors lentement de la chaleur et descend vers 40-50° C (**Dinesh, 2014**).

### d) La phase de maturation

La température finale dans cette phase baisse jusqu'à atteindre la même température que le sol, selon le climat entre 15 et 25°C (**Inkel et al., 2005**). Les champignons et les actinomycètes prennent la relève pour attaquer les composés qui sont plus difficiles à décomposer tels que la cellulose et la lignine et la colonisation du compost par des vers de terre et des insectes (**Michaud, 2007**).



**Figure 02** : Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage (**Kabore et al., 2010**)

## 1.2. Eléments essentiels du compost

Les teneurs des éléments essentiels dans un compost sont présentés dans le tableau 02

**Tableau 02** : Teneur des éléments essentiels dans un compost

Eléments	Teneurs	Références
Oxygène (%)	18	(Bertoldi et <i>al.</i> , 1982).
Phosphor (mg P/kg/MS)	1030 - 5285	(Koledzi, 2011).
Potassium (MS) (%)	0,4 -1	(Compaoré et <i>al.</i> , 2010)
<b>Traces métallique (mg/kg/MS)</b>		(NF U44-095, 2002)
<b>Cd</b>	2	
<b>Cr</b>	150	
<b>Pb</b>	100	
<b>Zn</b>	300	

## 1.3. Paramètres du compostage

### 1.3.1. Paramètres biologiques

Les micro-organismes sont les organismes les plus actifs dans le processus de décomposition. Les principaux qui interviennent dans la décomposition de la matière organique sont les bactéries, les premières arrivées dans le tas de compost. Les champignons sont essentiellement actifs pendant la phase de maturation et sont responsables de la dégradation des polymères complexes et quant aux actinomycètes, ils apparaissent essentiellement lors de la phase thermophile et celle de maturation (Mustin, 1987 ; Michaud, 2007).

### 1.3.2. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques qui peuvent influencer le fonctionnement du compostage sont en général comme suit : la température, le teneur en eau, le pH, carbone

organique totale et la matière organique (tableau 3). Et aussi l'azote et son rapport avec le carbone

**Tableau 03** : Paramètre physico-chimique du compost

Paramètres	Teneurs (%)	Références
Eau	50	(Bernon et Lebault, 1992 ; Misra <i>et al.</i> , 2005)
pH	5,5-8	(Bertlodiet <i>al.</i> , 1982)
Température	Phase initiale 20 à 45°C Phase ultérieure 50 et 70°	(Misraet <i>al.</i> , 2005)
MO	20 à 60% Déchets Brut : 20 à 30% Déchets Vert : 25 à 50%	(Iannotti <i>et al.</i> , 1994 ; Canet et Pomares, 1995 ; Atkinson <i>et al.</i> 1996).
COT	Déchets Ménagers : 30 à 40	(Riffaldi <i>et al.</i> , 1986 ; Garcia <i>et al.</i> , 1992 ; Vallini <i>et al.</i> , 1993 ; Diaz-Burgos <i>et al.</i> , 1993 ; Ayuso <i>et al.</i> , 1996 ; Bernal <i>et al.</i> , 1998).

### 1.3.3. Azote et le rapport Carbone /azote

L'azote est avec le carbone, l'un des éléments les plus importants entrant dans la constitution des matières organiques. Au cours du compostage, l'azote organique des déchets se minéralise. Les formes principales de l'azote minéral des composts sont l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), et les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), lorsque la nitrification va jusqu'à son terme (**Larsen et McCartney, 2000**). La décomposition est optimale lorsque le mélange des intrants tend vers un rapport C/N de 30/1. Un rapport C/N adéquat au départ est une condition indispensable pour le bon déroulement du processus de compostage (**Luxen *et al.*, 2006**). De façon pratique les bactéries ont besoins de 30g de carbone pour décomposer 1 gramme d'azote (**Michaud, 2007**).

### 1.4. Intérêt du compostage

Le compostage a montré son intérêt dans plusieurs domaines à savoir :

### 1.4.1. Domaine Ecologique

Il assure une réduction de la masse et du volume de déchets par rapport aux déchets initiaux (Mustin, 1987 ; Jacomijn, 1996 ; Francou, 2003). Le compost produit peut être utilisé autant qu'amendement organique à rapport C/N faible (<20) évitant ainsi une immobilisation de l'azote généralement retrouvé lors de l'apport de matière organique à C/N élevé au sol (Farinet et Niang, 2005). Le processus de compostage permet de lutter contre l'effet de serre additionnel en séquestrant le carbone dans le sol (Houot et al., 2002).

### 1.4.2. Domaines agronomiques

L'utilisation de compost favorise ainsi le processus de reforestation en améliorant la nutrition et la croissance des plantes mais surtout en augmentant leur potentiel de survie pendant les périodes de sécheresse (Guittonny-Larchevêque, 2004 ; Cefrepade, 2008). Il atténue également le risque de toxicité aluminique (Sawadogo et al., 2008) du fait de la réduction de la mobilité de l'aluminium.

## 2. Amendements Organiques

### 2.1. Définition

Par définition et selon Afnor (2006), les amendements organiques, sont toutes « matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, fermentées ou fermentescibles, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de matière organique (MO) du sol et à l'amélioration de ses propriétés physiques et/ou chimiques et/ou biologiques ».

### 2.2. Caractéristiques agronomiques des amendements organiques

L'efficacité d'un amendement organique est appréciée à travers les critères suivants (AFNOR, 2006) :

- ✓ La teneur en matières sèches par rapport au produit brut (MS)
- ✓ La teneur en matière organique par rapport au produit brut (MO)
- ✓ Les teneurs en éléments fertilisants majeurs : azote (N), phosphate (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et potasse (K<sub>2</sub>O)
- ✓ Les teneurs en éléments fertilisants secondaires : oxyde de calcium (CaO) et oxyde de magnésium (MgO)
- ✓ La minéralisation potentielle du carbone et de l'azote.

### 2.3. Impact de l'amendement sur le sol

#### 2.3.1. Impact sur les propriétés physiques

D'après les études de **Tedjada et al. (2006)** sur la stabilité structurale d'un sol 4 ans après l'enfouissement d'amendements organiques, ils obtiennent un effet notable de la perméabilité hydrique du sol et de la capacité de rétention en eau et de la densité apparente du sol. Ces résultats montrent que l'effet des amendements organiques sur les propriétés physiques du sol est perceptible uniquement lorsque les épandages se font sur une période assez longue.

#### 2.3.2. Impact sur les propriétés chimiques

Selon **Snapp et al. (1998)** la décomposition de la matière organique libère plusieurs éléments nécessaires à la croissance des plantes. C'est en effet la source de presque la totalité de l'azote et du soufre absorbés par les plantes ainsi que le phosphore, de potassium, de calcium, de magnésium, de bore, de molybdène, du cuivre et du zinc dans un sol n'ayant pas reçu d'apport de ces éléments sous forme d'engrais. La libération de ces éléments est lente et progressive, en harmonie avec les besoins nutritionnels de la plante qui sont échelonnés dans le temps.

#### 2.3.3. Impact sur les propriétés biologiques

L'enrichissement des sols en matières organiques par épandage d'amendements organiques influence significativement les propriétés biologiques du sol (**Tedjada et al., 2006**). Les travaux de **Cuinier (1975)**, ont montré que le compost a un rôle proche de celui du fumier dans la stimulation de la micro flore d'un sol de vignoble. Cette stimulation peut jouer un rôle important dans l'absorption des éléments nutritifs. Et d'après **Onwuene et Sinha (1991)**, la matière organique en se décomposant fournit un substrat nutritif pour la multiplication d'organismes du sol dont l'activité est en retour bénéfique au sol et aux plantes.

### 2.4. Impact sur la plante

Les divers effets d'une application des amendements organiques sur les caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques du sol se traduisent le plus souvent sur la plante par une meilleure croissance et une augmentation de rendement par rapport aux témoins. Cet effet est plus perceptible sur le rendement frais que sur le rendement sec, même en condition d'alimentation d'eau favorable. De tels effets ont été constatés sur laitue par les travaux de **Juste et Solda (1977)**, sur la morelle africaine (noire) par **Mbogning, (2000)** et sur l'amarante potagère par **Nzila et al. (2007)**.

## 2.5. Avantage de l'amendement organique

Les amendements organiques permettent d'améliorer les propriétés du sol. Le Tableau 04 ci-après résume leurs actions et leurs avantages sur le sol.

**Tableau 04 :** le rôle, les actions et les avantages des amendements organique sur le sol

Rôle	Action (s)	Avantages
Amélioration physique	Stabilisation et aération du sol	– Amélioration de la pénétration et du stockage de l'eau – Limitation du stockage de l'eau
Amélioration chimique	Stimulation de l'activité biologique  (Activité microbienne, versde terre, champignons)	– Augmentation de la dégradation, de la minéralisation, et de l'humification du sol – Aération du sol
Amélioration biologique	Dégradation, minéralisation, humification...	– Augmentation de la disponibilité des éléments minéraux (N, P, K, oligo-éléments, etc.)

## 2.6. Inconvénients de l'amendement organique

Plusieurs inconvénients de l'amendement organique ont été observés tels que :

- ✓ Un effet durable : risque de sur-fertilisation en azote, (pollution du sol) et cout de transport et l'épandage.
- ✓ Suivant la qualité des composts des Éléments Traces Métalliques (ETM) ou des résidus de plastiques peuvent se retrouver dedans.
- ✓ Faut plusieurs quantités pour fournir les mêmes niveaux d'éléments nutritifs au sol qu'à l'engrais chimique
- ✓ Les micro-organismes sont nécessaires pour bien nourrir le sol, puisqu'ils ont besoin de chaleur et d'humidité pour y parvenir, l'efficacité des amendements organiques est limitée en saison. Pendant les mois les plus froids, ces derniers peuvent ne pas être aussi efficaces.

- ✓ La croissance des plantes à base d'amendements organique est plus lente.

### III. Généralités sur la tomate

#### 1. Origine et historique

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est une espèce de plantes herbacées de la famille des Solanacées, elle est originaire des plantes andines du Pérou (**Mazoyer, 2000**). Plusieurs espèces ont par la suite existé dans ces régions, *Lycopersicon cesariforme*. Elle a été d'abord cultivée et améliorée par les indiens du Mexique (**Bénard, 2009**). Ensuite elle a été introduite en Europe en 1544 par les espagnols et Depuis le 16ème siècle, les tomates ont été cultivés et consommés en Europe du Sud, mais ils ne se sont pas répandus en Europe du nord-ouest jusqu'à la fin du 18ème siècle. De là, sa culture s'est propagée en Asie du sud et de l'est, en Afrique et au Moyen orient où elle a connu une large utilisation culinaire. Puis au Japon et aux USA (**Atherto, 2005**).

En Algérie se sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne, qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (**Lartigu, 1984**).

#### 2. Importance économique

##### 2.1. Production dans le monde

D'après les statistiques fournies par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (**FAO, 2020**), dans le monde la Chine est le plus grand producteur de tomates avec une quantité mesurée de plus de 56 millions de tonne par an, et lorsqu'en compare entre 1961 et 2019, la production mondiale de tomates a passé de 27,6 millions de tonnes à 182,3 millions de tonnes (figure 3).

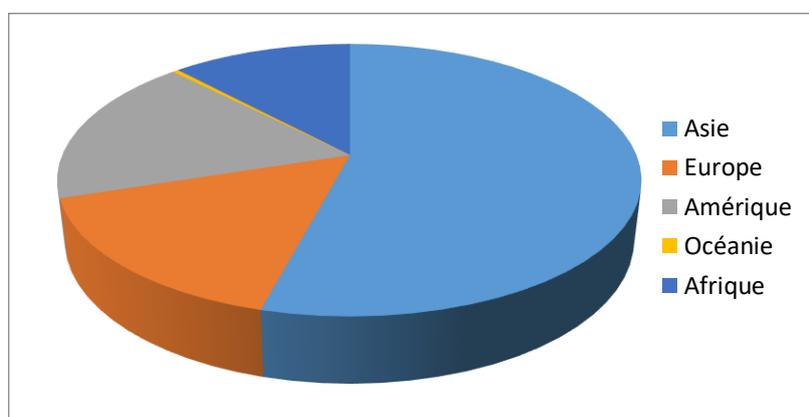


Figure 03 : Les principaux producteurs de la tomate en Afrique (FAO stat, 2020)

La majeure partie de cette progression est toutefois à mettre au crédit de l'Asie, dont leur pourcentage de la production de tomates dans le monde est de 54,1% (figure 03) passant de 7,6 millions de tonnes à 111,7 millions de tonnes. En Afrique, la production de tomates a également fortement augmenté, passant d'environ 2 millions de tonnes à 20,8 millions de tonnes avec un pourcentage de production de 11.9% (FAO, 2020). Les autres continents ont connu une augmentation dans la production mais de proportions minimales et des pourcentages qui t'égale à (Europe = 15,9%, Océanie = 0,4%, Amériques = 17,7%).

### 2.2. Production en Afrique

L'Égypte, le Nigeria, le Maroc, la Tunisie et l'Algérie sont les plus grands producteurs de tomates dans le continent africain, ils fournissent 80% de la production totale de la tomate. Chacun de ces pays a enregistré des taux élevés de la croissance de la production durant l'année 2018 (FAO, 2020) (figure 04).

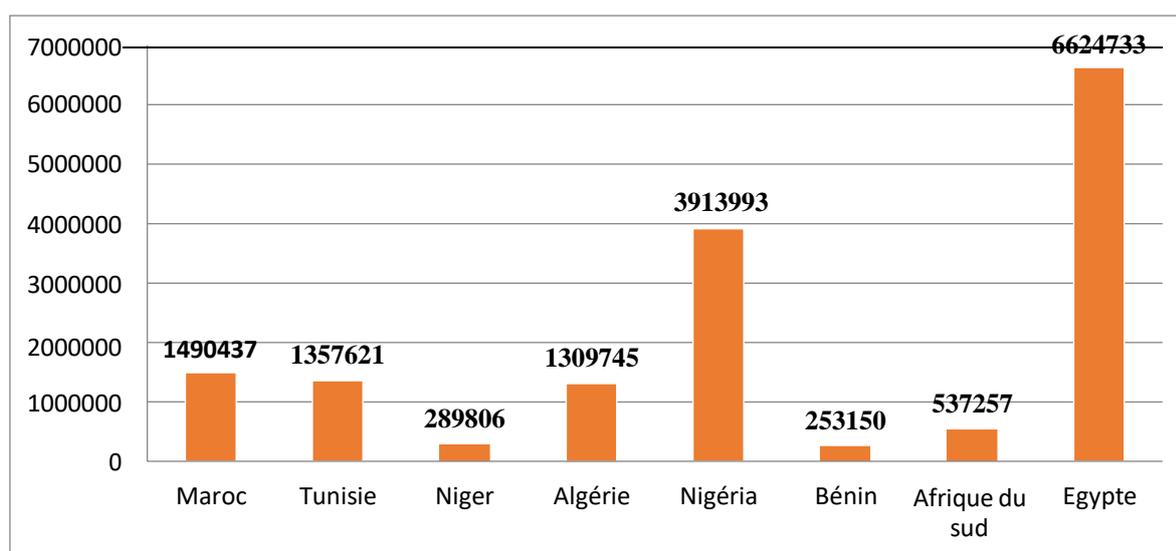


Figure 04 : Les principaux producteurs de la tomate en Afrique (Faostat, 2020).

### 2.3. Production en Algérie

La consommation des légumes frais a beaucoup augmenté en Algérie à la suite de l'essor démographique et à la relative amélioration du niveau de vie. La tomate est le second produit maraîcher suite à la place qu'elle occupe dans les habitudes alimentaires des algériens (Bacci, 2008). Elle a connu ses débuts à partir des années 1900. Près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne d'environ 7 millions de quintaux (Bacci, 2008).

A titre d'exemple, la production nationale de 2017 a atteint 1,2 millions de tonnes (**FAO, 2019**), couvrant ainsi plus de 80 % des besoins du marché national, alors que ce taux était, en 2014, de 50 % (**Aps, 2015**). En revanche, et pour ce qu'est de la tomate maraîchère sous serres, l'essentiel soit plus de 28,06% (**Dsa, 2019**). En effet durant l'année 2019, la superficie dédiée à la culture de la tomate était estimée à plus de 22 mille hectares avec un rendement mesurant 587 mille kg/ha.

### 3. Classifications botaniques de la tomate

La tomate dont l'appartenance à la famille des Solanacées avait été reconnue par les botanistes et classée par **Linne (1753)**, comme *Solanum lycopersicon*. D'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicum*, *Solanum esculentum*, *Lycopersicon licopersicum*, c'est finalement *Lycopersicon esculentum* attribué par Philip Miller en 1754, qui a été retenue par **Munroe et Small (1997)**.

La systématique de la tomate est la suivante **Cronquist, 1981** :

**Règne** : Plantae

**Sous règne** : Trachenobionta

**Classe** : Magnoliopsida

**Ordre** Solonales

**Famille** Solanaceae

**Genre** *Lycopersicon*

**Espèce** : *Lycopersicon esculentum*

### 4. Exigences pédoclimatiques

#### a) Température

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Et elle s'adapte à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (**Naikaet al., 2005**). La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 40 °C, les tissus des plantes seront endommagés. Un équilibre entre la température diurne et nocturne est nécessaire pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison (**Rey et Costes, 1965 ; Shankara et al., 2005**).

### **b) Lumières**

La tomate est une plante exigeante en énergie lumineuse, il est donc important de maintenir une longueur appropriée d'obscurité afin de contrôler sa croissance et son développement. De plus, l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la mise et la couleur des fruits (**Cirad, 2002**), Elle peut fleurir avec des jours de durée inférieur à 12 heures mais la floraison est moins importante et la production du pollen est difficile.

### **c) Sol**

Selon **Laumonier (1979)**, la tomate pousse bien sur la plupart des sols, ayant en général une bonne capacité de rétention d'eau, une bonne aération, riche en humus et légères. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20 cm est favorable à la bonne croissance d'une culture saine.

### **d) pH**

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité), ce taux de pH toléré varie de (4,5 à 8,5) mais Le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7 (**Chaux et Foury, 1994**). Néanmoins sur des sols à pH basique, certains microéléments (Fe, Mn, Zn, Cu) restent peu disponibles pour la plante.

### **e) Humidité du sol**

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

### **f) Salinité du sol**

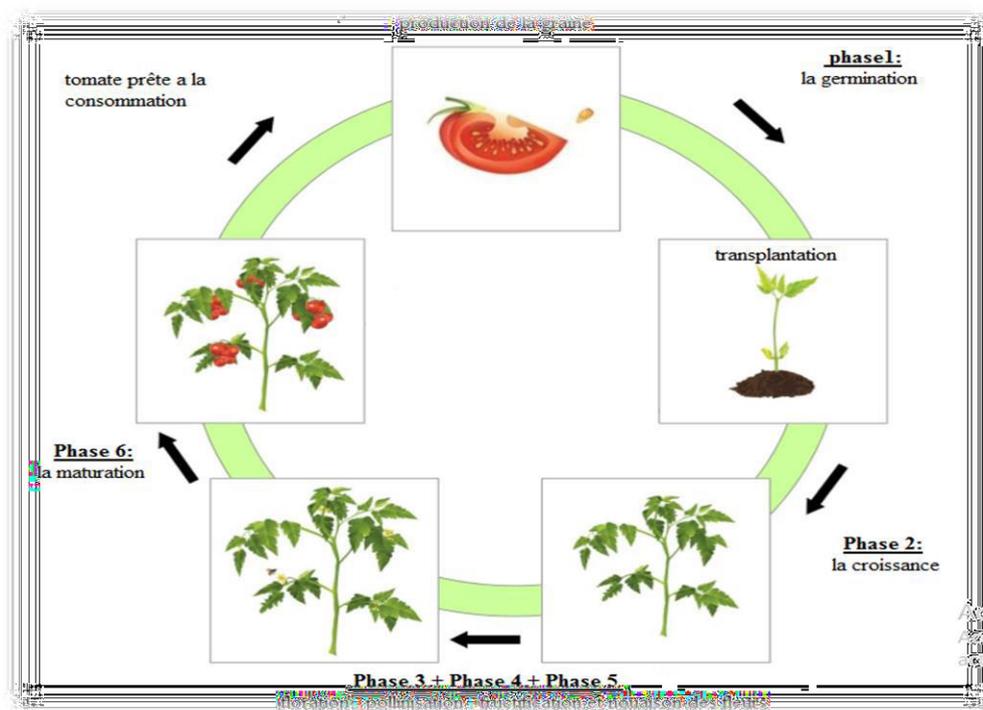
La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels, allant de 2 à 4g/l. La période pendant laquelle la tomate est plus sensible à la salinité, correspond à la germination et au début du développement de la plante (**Bentvelsen, 1980**).

### 5. Mode de Cultures de la tomate

La tomate est cultivée selon deux systèmes principaux : soit en plein champ, qui est le système de culture le plus utilisé. Si l'irrigation est disponible, les plantations peuvent être faites en saison sèche. La mécanisation est souvent réduite à la préparation du sol (Cirad, 2002). Ou bien en culture sous abris, qui est un système de culture visant à produire les tomates au long de l'année. Il permet de développer des productions hydroponiques, supprimant ainsi certaines contraintes liées au sol (Cirad et Gret, 2002).

### 6. Cycle biologique du développement de la tomate

Le cycle végétatif complet, du semis de la graine à l'obtention du fruit de tomate, varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture (Gallais et Bannerot, 1992), il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit) (Chaux et Foury, 1994 ; Mémento de l'agronome, 2003 ; Corbineau et Core, 2006). Ce cycle comprend six phases successives qui sont les suivantes (figure 05) :



**Figure 05 :** Phases de cycle biologique de développement de la tomate (Rey et Costes, 1965)

### 7. Exigences nutritionnelles

#### 7.1. Exigences hydriques

Les besoins de tomate en plein champ se situent entre 4000 et 5000 m<sup>3</sup>/ha. Le stress causé par une carence en eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits. Par contre, lorsque les averses sont très intenses, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importants (**Naika et al., 2005**)

#### 7.2. Exigences en éléments fertilisants

Afin d'obtenir un bon rendement lors de la culture des tomates, on a besoin de fertilisant, les différents types de fumier qu'on peut utiliser sont :

- ✓ Fumier organique : c'est les engrais vert préparée à partir des déchets d'origine végétale ou animale et ils sont très appréciés par la tomate (**Andrey, 2012**)
- ✓ Fertilisant organique : leurs buts c'est d'enrichir le sol en-y apportant des éléments nutritifs et ils sont relativement couteux, et provoque plusieurs dangers pour la santé des consommateurs et utilisateurs
- ✓ Fertilisant chimique composé : c'est un mélange 12 % d'azote, 24% phosphore et 12% potassium. (**Shankara et al., 2005**)
- ✓ Fertilisant chimique simple : utiliser lorsque la culture présente une déficience précise

### 8. Composition biochimique du fruit (Principaux antioxydants)

#### 8.1. Poly- phénols

Les poly-phénols sont capables de piéger les radicaux libres découlant aussi bien des réactions d'oxydation de différents nutriments que de celles de l'organisme. Les composés phénoliques de la tomate sont des antioxydants actifs (**Ramandeep, 2005**) et contribuent en synergiques avec le lycopène contre l'oxydation de LDL (Low-density lipoprotein) (**Krinsky, 1989**).

#### 8.2. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles, peuvent être de couleur rouge, jaune, ou orange, qui est largement distribués dans la nature. Plus de 700 caroténoïdes naturels identifiés jusqu'à présent, dont 50 peuvent être absorbés et métabolisés par le corps humain. Cependant, seulement 14 caroténoïdes ont été identifiés dans le sérum humain, dont (le lycopène) comme étant le plus abondant.

### 8.3. Lycopène

Le lycopène appartient à la famille des caroténoïdes, il est absorbé plus facilement par le corps humain lorsqu'il est préparé dans le jus, la sauce, la pâte, et le ketchup (**Gartner, 1997**), ceci peut se produire en partie parce que le lycopène est inclus dans la matrice de fruit frais et des cellules végétales, ce qui empêche son dégagement complet

## 9. Critère d'une bonne qualité des fruits

### 9.1. Qualité morphologique de la tomate

La qualité de fruit de tomate prend en compte la qualité visuelle qui est composée de critères de forme, de couleur, de calibre et même la notion de fraîcheur et de tenue des fruits qui entre également en compte pour les variétés récoltées en grappe (**Theuer, 2006**).

#### a) Aspect

La description de l'aspect fait appel à des notations quelquefois subjectives que l'on tente de codifier comme la brillance, la fraîcheur ou pédoncule ou des défauts plus facilement identifiables tels que microfissures, blessures. En ce qui concerne la grappe, la norme précise que les tiges doivent être fraîches, saines, propres et exemptes de toute feuille et toute matière étrangère visible (**Camps, 2010**).

#### b) Coloration

Elle sert à repérer pour un stade de récolte choisi (tournant, orangé, rouge) une échelle colorimétrique (code couleur) permet d'être plus précis et donc plus rigoureux dans les appréciations et informations à fournir. La coloration doit être rouge brillant, attrayante et uniforme pour tous les fruits. Tout fruit présentant tache et collet sera écarté (**Grasselly et al., 2000**).

#### c) Forme

Elle dépend de la variété et peut être assimilée à des standards selon la norme : « suivant la forme ou présentation, on distingue 3 types commerciaux de tomates y compris les tomates en grappe : rondes, de type sphérique, y compris les tomates cerise à côtes oblongues ou allongées ». La forme de chaque tomate doit être typique de la variété et ne pas présenter d'asymétrie et facettes excessives (**Grasselly et al., 2000**)

### d) Présentation

Elle est liée aux soins apportés lors du conditionnement : homogénéité des couleurs, positionnement des fruits, régularité des emballages. Elle doit mettre en avant la fraîcheur et l'homogénéité d'aspect sur l'ensemble de lot (**Grasselly et al., 2000**)

### e) Tenue

La tenue est représentée par 2 critères la durée de vie et la résistance aux chocs (**Grasselly et al., 2000**).

## 9.2. Qualité nutritionnelle de la tomate

La tomate possède un rôle important pour la santé humaine, plusieurs études prospectives et épidémiologiques ont démontré qu'une consommation élevée de fruits et de légumes diminuait le risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies chroniques (**Bazzano et Serdula, 2003**). La tomate joue plusieurs rôles :

- La prévention du cancer grâce à son teneur en pigments caroténoïdes antioxydants notamment sa forte concentration en Lycopène (3.5mg/125g de tomate). Ces principales qualités font d'elles un régime alimentaire très apprécié (**Basu et Imrhan, 2006**).
- Riches en acides aminés essentiels, en sucres, en fibres alimentaires (**Wenzel et Lajolo, 2007**).
- Possède un effet protecteur contre les grandes pathologies chroniques qu'ils s'agissent du certain cancer, des maladies cardiovasculaires, de l'obésité, de l'ostéoporose (**Aga.rwal et Rao, 2000 ; Naika et al., 2005**).

**Tableau 05** : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate (**Roudant et Lefranq, 2005**)

<b>Comportement de la tomate crue valeur nutritionnelle pour 100 g</b>		
<b>EAU</b>		93.80
<b>Valeur calorique</b>		19.00 Kcal
<b>Matière sèche</b>		5%
<b>Eléments énergétiques</b>	Protéines	0.80 g
	Glucides	3.50 g
	Lipides	0.30 g
	Vitamine B1	0.06 mg
	Vitamine B2	0.05 mg
	Vitamine C	18.00 mg
	Vitamine PP	0.60 mg
	Vitamine E	1 mg
<b>Minéraux</b>	Fer	0.40 mg
	Calcium	9.00 mg
	Magnésium	11.00 mg
	Phosphore	24.00 mg
	Potassium	226.00 mg
	Sodium	5.00 mg
	Soufre	11.00 mg
	Chlore	40.00 mg
<b>Fibres</b>	1.20 g	
<b>Cellulose</b>	0.60 g	

### 9.3. Qualité sensorielle de la tomate

La tomate possède une très bonne image. A la fois légume et fruit, elle occupe une place centrale et s'inscrit dans une certaine modernité due à sa facilité de consommation. Son aspect attractif lié à sa qualité organoleptique notamment sa couleur et sa forme, est un atout puissant. Il y a un fort consensus sur la beauté intrinsèque des tomates. Comme pour l'ensemble des fruits et légumes, la qualité organoleptique de la tomate est due aux plusieurs critères : La fermeté, La texture, L'arôme, La couleur (**Theuer, 2006**) et Le goût (**Grasselly et al., 2000**).

## *Chapitre 2 : Matériel et Méthodes*

### 1. Objectifs de l'étude

Cette présente étude a pour objectifs d'évaluer l'impact de la réutilisation des déchets organiques ménagères par une nouvelle méthode du compost, et industriel par la réutilisation d'une confiture de fraise dont le délai de consommation est expiré, dans une culture maraichère (tomate : *Lycopersicon esculentum miller*).

Le plan de cette étude est établi comme suit :

- Etude du sol destiné pour la culture
- Culture de la tomate sous serre
- Préparation de l'etu-compost par les déchets organiques et le sirop de confiture de fraise
- Application des traitements
- Etude de la culture (fruit)
  - Etude morphologique
  - Analyse des paramètres physico-chimiques (pH, COT, etc.)
  - Analyse des paramètres bactériologique (bactéries de contamination et pathogènes).
  - Analyse des paramètres toxicologiques (métaux lourds).
  - Analyse des paramètres biochimiques (polyphénol, flavonoïdes, lycopéne)
  - Analyse organoleptique
- Etude statistique

### II. Etude du sol

#### 1. Protocole expérimental de la culture « tomate »

La préparation du sol et la culture maraichère des tomates ont été effectués au niveau d'une serre localisée près de l'université de Blida 1.

#### 2. Prélèvement et préparation des échantillons de sol

**Avant l'installation de la culture « tomate », des échantillons du sol ont été réalisés à l'aide d'une sonde à tube creux de 2 cm de diamètre. Des carottes de terre ont été prélevées**

aléatoirement pour Lot1 et Lot 2 dans des sacs en plastiques afin d'obtenir un échantillon représentatif et homogène. Ces derniers ont fait l'objet d'une étude physico-chimique (**pH, COT, conductivité**) (**tableau 06**).

**Tableau 06** : Echantillonnage du sol destiné à la culture de la tomate

<b>Paramètres</b>	<b>Quantité de prélèvement</b>	<b>Nombre d'essais</b>	<b>Laboratoire d'essais</b>
pH	40 g	3	Laboratoire pédagogique science-alimentaire (U. Blida) Le : 28/ 01 / 2021
Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ ).	10 g	3	Laboratoire d'analyse de l'écolenational Polytechnique de El- Harrach
Carbone organique totale (COT) (%)	50 mg à 200 mg	3	Le : 01/02/2021

Après avoir appliqué le traitement, des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur le sol de la même façon que celle d'avant le traitement avec les mêmes paramètres à étudier, pour voir l'effet que les traitements ont donné

### 3. Mesure de pH (NF T90-008)

- **Principe**

C'est une mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de référence plongeant dans une même solution (annexe1).

- **Mode opératoire**

- Allumer le pH-mètre puis rincer les 2 électrodes avec l'eau distillée ;
- Etalonner l'appareil au moyen de deux solutions tampon de pH connu et de préférence située de part et d'autre à mesurer. L'étalonnage se fait sur place juste avant la mesure ;

- Peser 40 g de sol sécher et tamiser
- Mélanger dans un bécher de 100ml ; 40 ml d'eau distillé avec 40g de sol
- Homogénéiser le mélange à l'aide d'un agitateur et un Baromètre pendant 5min
- Tremper l'électrode avec les précautions habituelles dans le bécher, laisser stabiliser un moment, puis noter le résultat.

#### 4. Mesure de la conductivité (NF T90-031)

- **Principe**

La conductivité électrique est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau (phénomène conducteur dépend de la concentration et de la nature des ions, de la température et de la viscosité de la solution). La détermination directe se fait grâce à un instrument approprié de la conductivité électrique de solution aqueuse.

- **Mode opératoire**

- Allumer le conductimètre (Annexe 2) puis rincer les deux électrodes avec l'eau distillée ;
  - Plonger la sonde dans le bécher contenant d'un échantillon de sol (10g) une solution de pâte saturée en eau distillée (50ml).
  - Régler la température puis appuyer sur la touche (COND) pour mesurer la conductivité.
- Lecture finale se fait lorsque la valeur devient stable, la conductivité électrique est exprimée en siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ ).

#### 5. Dosage du carbone organique totale (Nelson D.W et Sommers, 1996)

- **Principe**

La matière organique en présence d'un excès d' $\text{O}_2$  et un catalyseur est complètement oxydés qui va donner du  $\text{CO}_2$  et de l'eau

- **Mode opératoire**

Le carbone organique total du sol a été mesuré à l'aide d'un COT-mètre (Analytik Jena) (Annexe 3).

Le dosage du carbone organique total se fait en deux étapes. :

- ✓ La première étape est le dosage du carbone total (module TC). L'échantillon (200 mg) est introduit dans un four chauffé à  $105\text{ }^\circ\text{C}$  pendant 3h sous un flux d'oxygène. Le  $\text{CO}_2$

émis est quantifié par un NDIR (infrarouge non dispersif) préalablement étalonné avec du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) 12 % en carbone.

- ✓ La deuxième étape est le dosage du carbone inorganique (module IC). L'échantillon est mis en contact avec de l'acide phosphorique 40-45 % (volume 2 ml) et chauffé à  $80^\circ$ . Le  $\text{CO}_2$  émis issu du carbone inorganique est quantifié par un détecteur NDIR préalablement étalonné avec du  $\text{CaCO}_3$ .

### III. Culture de la tomate sous serre

#### 1. Réalisation de la culture

Pour la mise en place de l'expérimentation, nous avons réalisé les essais en deux méthodes de culture au niveau d'une pépinière sous serre à côté de l'Université de Saad Dahleb Blida 1 :

- ✓ Essais dans les pots (hors sol)
- ✓ Essais dans le sol



**Figure 06 :** Installation de l'essai de tomate *Lycopersicon esculentum mill*

La répartition des plantules de tomate est déterminée dans (tableau 07) suivant :

**Tableau 07** : Répartition des plantules pour les essais dans le sol et hors sol

	Lot 1 (Sol)	Lot 2 Pots (hors sol)
Témoin (T0)	20	20
Traités (T1) Etu-compost	20	20
Total	40	40

Nous avons utilisé 80 plantules de tomate réparties sur 20 plantules dans les pots traités (hors sol) et 20 d'autres plantées dans les sols traités, en gardant 20 plantules témoins pour chaque méthode.

### 1.1. Préparation du sol

Le sol utilisé dans l'expérimentation a été prélevé dans une parcelle non cultivée de Blida, il est de nature sableuse et pauvre en matière organique. Une quantité de 7 kg est pesée et placée dans chaque pot. Nous avons mélangé une quantité de terre végétale avec une quantité de terreau bio composée des déchets des animaux (figure 07)



**Figure 07** : préparation du mélange de la terre et le terreau

### 1.2. Choix de la culture

L'étude a porté sur une variété hybride de tomate : Diagrama '*Lycopersicon esculentum mille*, Les plantules (Annexe 4) de cette variété sont achetées au niveau d'une pépinière – A Mozaiia Wilaya de Blida. Nous avons choisi d'appliquer nos essais sur une culture de tomate en plus de sa disponibilité, son faible coût ainsi qu'à sa forte consommation par le peuple algérien.

La transplantation a été effectuée le 2 février 2021 comme suit (figure 08),

- a) **Lot 1 dans le sol** : nous avons placé le couvre-sol transplanté dans le trou préparé et inondent de vrac terre végétale et tourbe. En appuyant doucement sur les doigts autour

de la base de la plante autant que possible pour éliminer les poches d'air dans le sol. Nous avons continué le remplissage avec le sol jusqu'à ce que les racines soient complètement couvertes

- b) **Lot 2 dans les pots** : nous avons remplis la moitié des 40 pots en plastique de 30 cm de diamètre par la terre préalablement préparée, en réalisant l'implantation de la même façon que le sol. Les pots sont perforés pour laisser l'eau s'écouler.



**Figure 08** : Transplantation Sol A et Pots B (lot1 et lot 2) des plantules de la tomate  
*Lycopersicon esculentum mill*

### 1.3. Système d'arrosage

Suivant les 3 phases physiologiques correspondant à des besoins en eau différents, le système d'arrosage a été établi comme suit :

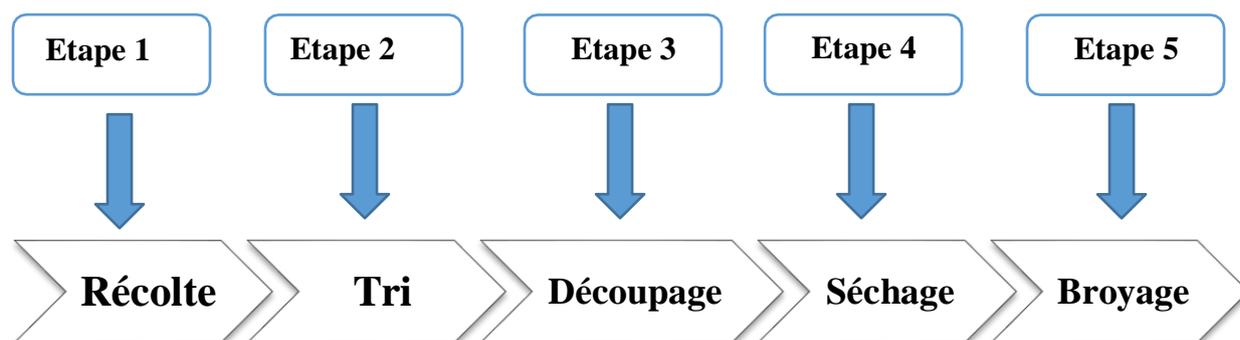
- **De la plantation à la 1<sup>ère</sup> floraison** (Février et Mars) : phase de croissance lente, les besoins en eau sont peu élevés. Un arrosage de deux fois par semaine à raison de 500 ml/pot /sol.
- **De la floraison à la maturation** (Avril et Mai) : phase de croissance rapide, les besoins en eau sont élevés. Un arrosage de jour par jour à raison de 1 à 1.5 L/pot/sol.
- **En fin de récolte** (Juin) : phase de vieillissement, les besoins en eau sont réduits. L'arrosage a été effectué 2 fois par semaine avec une dose de 800 ml/pot/ jusqu'au dernière récolte (20 Juin 2021).

A l'aide d'un thermomètre placé sous serre, la température et l'humidité ont été suivis afin d'assurer les conditions optimales de la culture

#### IV. Préparation de l'etu-compost et le sirop de confiture de fraise

##### 1. Préparation du compost « etu-compost »

Les déchets organiques utilisés dans cette étude sont à l'origine domestique issu de l'utilisation des fruits est légume. Le procédé de traitement est une combinaison de 5 étapes qui doivent être simultanés (figure 09) :



**Figure 09** : les étapes de traitement d'etu-compost

a) **La récolte** : La première étape du procédé de traitement consiste à récolter les ordures organiques domestiques et des restaurants d'Alger et de Tipaza.

b) **Tri** : Au cours de notre étude, nous avons fait le tri afin d'éliminer les déchets ayant un impact négatif sur la culture et le sol. Le tableau 08 montre les différents déchets sélectionnés.

**Tableau 08** : les déchets sélectionnés lors de tri pour la culture de la tomate

Déchets utilisés	Déchets à éliminer
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les épluchures de pomme de terreles épinards,</li> <li>- La peau des bananes, les reste des pommes, les déchets des (haricots vert, carotte, aubergine, courgettes, artichaut, concombre, céleri, laitue, pois)</li> <li>- Les fleurs fanées, les marc de café, Les sachets de thé, les coquillesdes œufs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les agrumes, les éplucheurs destomates, l'aile.</li> <li>- L'oignon et le poivron, les fraises.</li> </ul>

c) **Découpage** : Nous avons découpé les déchets en petits morceaux et en lamelles de la même taille pour un bon séchage.

d) **Séchage** : Les déchets découpés sont séchés à l'étuve à 70°C pendant 48h (figure 10) afin d'éliminer les particules d'eau (H<sub>2</sub>O),



**Figure 10** : Séchage des déchets à l'étuve 70°C

e) **Broyage** : cette étape consiste à broyer les déchets séchés à l'aide d'un broyeur au niveau du laboratoire de zoologie de l'Université de Blida.

Après le procédé de traitement, les déchets organiques traités sont présentés sous forme de poudre que nous avons nommé « etu-compost ».

### 2. Préparation du sirop de confiture de fraise

Sur ce valet, nous avons effectué une réutilisation d'un déchet issu de l'industrie agroalimentaire qui est une confiture de fraise de la marque JUMEL (figure 11) dont la date limite de consommation (DLC) est le 1/12/2020.



**Figure 11** : Boite de confiture de fraises JUMEL

### 3. Analyse physico-chimique de la confiture de fraise

Nous avons ajusté le pH acide de la dilution de la confiture (Annexe 6), pour pouvoir l'utiliser comme une source de carbone. Une quantité de 2.74kg (137 boîtes JUMEL) a été diluée dans un volume de 13.7 L d'eau distillée. La solution est homogénéisée à l'aide d'un agitateur pendant 30 min.

### 4. Application du traitement etu-compost

Nous avons commencé à appliquer l'etu-compost sous forme de poudre dans le sol (T1) et dans les pots (T2) pendant 2 mois à raison une fois par semaine. Les pots sont placés selon un dispositif en bloc aléatoire complet présenté dans la figure 12.



**Figure 12** : les étapes d'application des traitements d'Et-compost

Durant toute la période de l'expérimentation, une observation visuelle (décoloration, jaunissement, pigmentation, nécroses, etc.) et une mesure de croissance de la partie aérienne des plantes (longueur et le diamètre de la tige principale) sont réalisées après 2 mois de la culture (figures 13). (Annexe 9)



**Figure 13** : les étapes de changement de couleur des tomates cultivées (1 : 2ème mois après la culture/ 2 : après 2mois et 8 jours / 3 : après 2mois et 20 jours)



**Figure 14 :** observation du changement du diamètre des feuilles et des tiges pour les plantules du sol et les pots (1 : 1<sup>er</sup> jour de la transplantation 2 : 20 jours après la transplantation)

## V. Etude de la culture (fruit)

### 1. Etude morphologiques des tomates

La collecte de ces données a porté sur des paramètres morphologiques étudiés et nombre d'échantillon après la récolte des tomates (tableau 09)

**Tableau 09 :** Paramètre et nombre d'échantillon de l'étude morphologique

Paramètre étudié	Nombre d'échantillon	
	Lot1	Lot2
Hauteur des tiges		
Calibre	T0 : 8	T0 : 8
Poids	T1 : 8	T1 : 8

### a) Poids moyen (Pm)

La pesée est faite sur l'ensemble de l'échantillon et le poids moyen d'une tomate est obtenu en divisant le poids total par le nombre de tomate de l'échantillon (**Alavoine et al., 1988**).

$$Pm = Pt/n$$

Pm : poids moyen d'une tomate

Pt : poids total de l'échantillon N : nombre des unités de l'échantillon.

### b) Calibrage

Il est fondé sur la densité du fruit et est déterminé par son diamètre maximum de la section équatoriale, il faut donc contrôler et ajuster le calibrage régulièrement (**Grasselly et al., 2000**).

Les calibres autorisés à l'exportation selon les normes en vigueur sont les suivants (**PNTTA, 1999**) :

Calibre I : 82 -102 mm de diamètre

Calibre II : 77 -82 mm

Calibre III : 67mm

Calibre IV : 57-67 mm

$$C = \text{Hauteur moyenne du fruit (cm)} / \text{Diamètre moyen du fruit (cm)}$$

### c) Hauteur des tiges

A l'aide d'une règle, nous avons mesuré la hauteur à la base de la plante, et noté mesure trouvée.

## 2. Prélèvement et échantillonnage

Après la fructification et le grossissement des fruits, Nous avons prélevé soigneusement et séparément des fruits de tomate dans des sacs stériles, conservés et transportés dans une glacière à 4 °C. Les échantillons de tomate ont fait l'objet de plusieurs analyses. (Tableau 10).

**Tableau 10** : Echantillonnage de la tomate et les paramètres étudiés

<b>Analyses et paramètres étudiés</b>	<b>Lots</b>	<b>Nombre d'échantillon (s) (tomates) pour chaque paramètre étudié</b>	<b>Nombre d'essai (s)</b>
<b>Physico-chimique</b> (Potentiel d'hydrogène, teneur en eau)	T0	/	/
	T1	2	3
	T2	/	/
<b>Bactériologique</b> Flore mésophile aérobie à 30°C (flore totale), <i>Escherichia coli</i> , salmonelles	T0	/	/
	T1	2	3
	T2'	/	/
<b>Biochimique</b> Détermination de lycopène, Dosage des polyphénols totaux, Dosage des flavonoïdes totaux	T0	2	2
	T1	2	2
	T2	2	2
<b>Toxicologique :</b> Dosage des métaux lourds ; (Fer, Chrome, Manganèse, Nickel etc.)	T0	3	1
	T1	3	1
	T2	3	1
<b>Sensorielle</b> Caractéristiques organoleptiques des tomates ; (gout, odeur, texture etc.)	T0	8	30
	T1	8	30
	T2	8	30

### 3. Analyses physico-chimiques de la tomate

Les fruits de tomate sont découpés et broyés pour extraire le jus. Le jus de tomate est filtré par les filtres Wathman (Alavoine *et al.*, 1988).

### 3.1. Détermination du pH

Nous avons préparé un jus à partir de 2 tomates du (Lot 1) traité par l'étu-compost, et à l'aide d'un mixeur, Après étalonnage du pH mètre avec une solution tampon dont pH est de 7 et 4. L'électrode est complètement plongée dans 100ml de la solution de tomate et la lecture se fait directement sur le pH mètre.

### 3.2. Détermination de la teneur en eau

- **Principe**

La teneur en eau est la différence entre le poids frais et le poids sec d'un gramme de pelure de tomate broyée (AFNOR, 1982).

- **Mode opératoire**

Nous avons placé 1g de pelure des 2 tomates (T1) traité par l'étu-compost, dans l'étuve réglée à  $105 \pm 2$  °C pendant 3 heures ; jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Cette différence est exprimée en pourcentage par rapport à la matière fraîche selon la formule déterminée par la relation (Miller, 1998 ; Calvo et al., 2007). :

$$\text{TRE en \%} = (\text{PF} - \text{PS}) \times 100 / \text{PF}.$$

**TRE** : teneur en eau de pelure (en %)

**PF** : poids frais juste après récolte (en g)

**PS** : poids sec après séchage à l'étuve (en g).

## 4. Analyse Biochimique

### 4.1. Préparation de la matière première

Deux tomates des T0, T1 et T2 ont été vidées de leur contenu de graines et découpées en lamelles. Les échantillons (chaire plus pelure) sont ensuite séchés à une température de 50°C pendant 48 heures (figure 15). Ils sont réduits en poudre à l'aide d'un mortier



**Figure 15** : Procédure de séchage des 3 échantillons de tomate tomates

### 4.2. Détermination de lycopène

- **Principe**

Lycopène dans la tomate on peut l'extraire en utilisant l'Hexane ; Ethanol et l'Acétone (2 ; 1 ; 1) (v/v) et on homogénéise le tout en utilisant la méthode de (**Liana et al., 2002**).

- **Mode opératoire**

- Peser 0,001g de la poudre de tomate et ajouter 1ml d'eau distillée
- Homogénéiser le tout par un vortex et laisser dans un bain marie à 30°C pendant 1h
- Ajouter 1ml d'éthanol et acétone et 2ml d'hexane
- Homogénéiser la solution à l'aide d'un vortex et incubé pendant 1h
- Rajouter 1ml d'eau distillé
- Laisser la solution sur la paillasse jusqu'à ce qu'on remarque que la solution dans les tubes se sépare en phase. La lecture est effectuée contre un blanc sans extrait à l'aide d'un spectrophotomètre à 503nm Et à l'aide de l'équation suivante on peut déterminer le taux de lycopéne :

$$\text{Lycopene (mg/kg fresh WT)} = (A_{503} \times 537 \times 8 \times 0.55) / (0.10 \times 172) \text{ Or ; } = A_{503} \times 137.4$$

### 4.3. Dosage des phénols totaux et les flavonoïdes totaux

#### 4.3.1. Extraction

- **Principe**

Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le solvant utilisé dans cette présente étude est le méthanol pur (80%), (**Benakmoum, 2008 ; Diallo, 2004**). Celui-ci possède l'avantage d'être éliminé facilement sous vide. Il donne en plus un meilleur rendement d'extraction

dépassant celui de l'eau (Vercauteren et al., 1996 ; Owen et Johns, 1999 ). Le rendement d'extraction en polyphénols augmente aussi avec le temps de contact.

- **Mode opératoire**

Nous avons introduit 4g de la poudre de chaque échantillon dans un mortier avec de l'Éthanol à 80% le mélange obtenu est filtré par un papier filtre WHATMAN les cycles sont à 100°C et le temps dépend de la couleur et le produit.

### 4.3.2. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux, nous donne une estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenus au niveau de l'extrait hydro-alcoolique de la poudre des pelures et fruits (Annexe 07). Ce dosage dans les extraits des deux échantillons a été effectué par spectrophotométrie selon la méthode du réactif de Folin – Ciocalter (Singleton et al., 1999).

- **Principe**

Ce dosage est fondé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Folin – Ciocalter consiste en une solution jaune acide (Ac) contenant un complexe polymérique d'ions (hétéro polyacides). En milieu alcalin, le réactif de Folin – Ciocalter oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéros polyacides d'où la formation d'un complexe bleu (Daels, 1999).

- **Mode opératoire**

Dans un tube à essai nous avons introduit 0.5 ml de l'échantillon -2.5 ml d'eau ultra pure, ensuite ajouter 0.25 ml du réactif de Folin- Ciocalter fraîchement préparé (10 fois dilué) par la suite une agitation a été effectuer et nous avons laissé la solution se reposé pendant 5min, par un volume de - 0.75 ml de la solution de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 20% et 1 ml de l'eau ultra pure a été ajouter , laisser incuber à une température de 60° pendant 20 min. La lecture est effectuée contre un blanc sans extrait à l'aide d'un spectrophotomètre à 750nm

### 4.3.3. Dosage des flavonoïdes

- **Principes**

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (Zhishen et al., 1999 ; Kim et al., 2003)

- **Mode opératoire**

Dans un tube à hémolyse en verre, 400 µl d'extrait, ou d'étalon, ou de l'eau distillée pour le témoin et dans d'autre tube On a pesé 0.16 ml de notre échantillon et on rajoute 0.66 ml d'eau ultra pure par la suite on rajoute à nos échantillon 0.83 ml de tampon Acétate et on fait une agitation pour avoir un mélange homogène à l'aide d'un vortex par la suite on rajoute 0.5 ml AlCl<sub>3</sub> ensuite on agite de la même façon après on rajoute 2ml de méthanol.

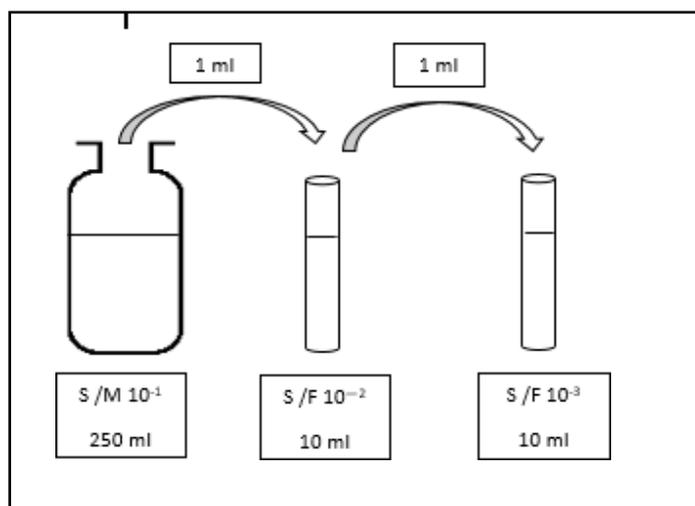
L'incubation pendant 30 min à température ambiante. L'absorbance est lue immédiatement est entre 392.5 nm à **510 nm** contre le témoin. Une solution méthanolique de quercétine a été préparée. Des solutions filles préparées à partir de la solution mère à différentes concentrations comprises entre 0 et 1000 µg/ml, permettront de tracer la courbe d'étalonnage.

### 5. Analyse bactériologique

Ce contrôle a eu pour but d'apprécier la qualité bactériologique des tomates (T1) traitées par etu-compost. À l'aide d'un mixeur nous avons mixé plusieurs échantillons des tomates traitées pour avoir une purée de tomate facile à diluer. Les bactéries recherchées selon, JORA 2017 sont flore aérobies mésophiles, Salmonella et les coliformes totaux et fécaux.

#### 5.1. Préparation de la suspension mère et dilutions décimales

Nous avons pesé 25g de la purée de tomate (Annexe 08), la mettre dans 225ml de diluant TSE (Tryptone, sel, eau), la dilution doit être homogénéisée, la solution mère correspond à la dilution 250 ml. A partir de cette dilution mère (DM), préparer les dilutions décimales. Prélever 1ml de la dilution précédente dans 9ml de TSE donnant une nouvelle dilution $10^{-1}$ , et prélever 1ml de la dilution  $10^{-1}$  dans 9ml de TSE donnent une nouvelle dilution $10^{-2}$ , on complète de la même façon pour la dilution $10^{-3}$  (Figure16).



**Figure 16 :** Préparation des dilutions pour les analyses bactériologiques

### 5.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobies mésophiles à 30°C (flore totale) (ISO 4833-2)

- **Mode opératoire**

-A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 1 ml dans trois boîtes de Pétri (pour chaque dilution) vide préparée à cet usage et numérotée. Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA (Plate Count Agar) fondue puis refroidie à  $45 \pm 1$  °C.

-Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée. Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses. Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 h. la lecture se fait caque 24h pendant 3jours.

-Les colonies des germes aérobies mésophiles totaux se présentent sous forme lenticulaire en masse. Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.

### 5.3. Recherche de Salmonella (Joffin et Joffin, 1999)

Les salmonelles peuvent être d'origine animale ou humaine. Elles prolifèrent dans le tube digestif des animaux ou des sujets atteints et sont éliminées dans les matières fécales, donc la présence dans les tomates est témoin de la contamination fécales (**Bouza, 2009**).

Leurs nombres étant en général faibles dans les produits. Il est nécessaire de procéder à un pré-enrichissement et un enrichissement dans des milieux sélectifs. L'isolement est réalisé sur milieux sélectifs classiques (SS, Hektoen gélose VBRP).

- **Enrichissement**

A l'aide d'une pipette stérile, placer 10 ml de la SM (après incubation à 37°C pendant 24 heures (pré-enrichissement)) dans un tube contenant 100ml de bouillon au sélénite-cystine (SFB), et incubé à 37°C pendant 24h. Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positif.

Après avoir fondu la gélose Hektoen au bain marie à 100°C, couler le dans une boîte de Pétri et laisser prendre en masse. Faire un isolement à l'aide d'une anse de platine par épuisement en surface à partir de tube SFB positif. Incuber à 37°C pendant 24h. Les colonies Salmonella sont vertes à centre noir.

### 5.4. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (NF ISO 4832)

La recherche et le dénombrement des coliformes est faite en milieu liquide par la technique du NPP (Nombre le Plus Probable) par la série de trois tubes.

- **Mode opératoire**

Cette technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir : le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes totaux et le test de confirmation : appelé encore test de Mac Kenzie et réservé à la recherche des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

- **Test de présomption**

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif (VBL) à raison de trois tubes par dilution ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ). A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée. Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady.

- **Test de confirmation (Mac Kenzie)**

Les tubes de VBL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans à la fois sur un tube de VBL muni d'une cloche, et sur un tube d'eau peptonée exempte d'indole. Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux dans les tubes de VBL,
- un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par Escherichia Coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs dans le tube d'eau peptonée exempte d'indole.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Gradyen tenant compte du fait qu'Escherichia Coli est à la fois productrice de gaz et d'indole à 44°C.

Etant donné que les Coliformes fécaux font partie des Coliformes totaux, il est pratiquement impossible de trouver plus de Coliformes fécaux que de Coliformes totaux.

## 6. Analyse toxicologique

### 6.1. Dosage des métaux lourds (LSA-INS-0084- Version 06 -2018)

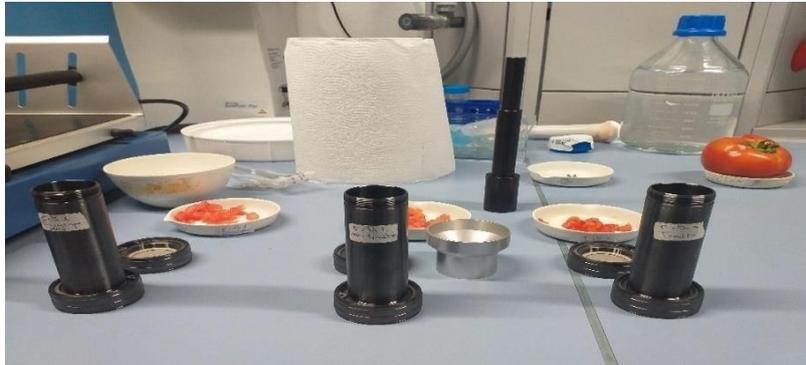
**Ce dosage a été effectué au niveau de l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie National de BOUCHAOUI ,Le 02 juin 2021.**

- **Principe**

Pour la mise au point d'un protocole d'extraction des métaux lourds à partir des échantillons de tomate par la méthode Extraction par digestion « Ethos EasyMilestoneconnect » qui est Un récipient de digestion de type Ethos Easy résistant aux acides et à la température. Avec une gamme d'étalonnage (annexe 11).

- **Mode opératoire**

- Pesé 2g de chaque échantillon (figure 17), et l'introduire dans l'appareil, la température de chauffage est de 37°C à 200°C (temps de chauffage 20min) et maintenue pendant 15 min, suivi par une pression 100 bar, puis un refroidissement pendant 15 min.



**Figure 17 : les échantillons utilisés lors de dosage des métaux lourds  
(Echantillon 1 : tomate chimique, 2 : témoin et 3 : traité)**

### 7. Analyse sensorielle des tomates

Le test sensoriel permet de mieux identifier les caractéristiques organoleptiques des tomates et d'appréhender les attentes des consommateurs (**Lespinasse et al., 2002**). Au cours de cette présente étude, un test hédonique a été réalisé sur les tomates des différents lots (témoin, traité, chimique).

- **Technique**

Type d'épreuve : on utilise le test hédonique pour enregistrer le niveau de satisfaction et d'appréciation du consommateur dans une fiche (figure 18), après chaque dégustation il faut cocher la case qui correspond au niveau et au critère de satisfaction.

**La fiche d'analyse sensorielle**

**Thème :** impact de l'utilisation de composte ménager et organique sur la qualité des tomates.

Nous vous proposons de déguster 3 tomates différentes et de nous donner votre avis sur leur qualité gustative

Veuillez déguster chaque tomate et cocher la case qui correspond à votre niveau et critère de satisfaction.

Qualité sensorielle	Critère	Tomate témoins	Tomate traité	Tomate chimique
<b>Odeur</b>	Sans odeur			
	Odeur moyenne			
	Odeur forte			
<b>Acidité</b>	Sucrée			
	Moyennement acide			
	Fortement acide			
<b>Fermeté</b>	Mou			
	Souple			
	Ferme			
<b>Texture en bouche</b>	Sèche			
	Farineuse			
	Jouteuse			
<b>Couleur</b>	Vert			
	Orange			
	Rouge			

Merci pour votre participation.

**Figure 18 :** Fiche d'analyse sensorielle

Leur principe consiste à proposer à 30 dégustateurs de déguster 3 tomates T0, T1 et T2 pour chacun et de donner leurs avis sur la qualité gustative selon la fiche précédente (figure 18), Les échantillons sont codés d'une manière aléatoire par des chiffres en numéros et l'ordre de dégustation à une importance (Pineau, 2006)

## VI. Etude statistique

Dans notre étude les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel JAMOVI, cette dernière a traité les données en deux parties : étude morphologique (poids, calibre et hauteur de la tige) et l'analyse biochimique (flavonoïde totaux, polyphénols totaux et lycopène). Nous avons considéré un seuil de significativité de 5% pour toute l'analyse. Nous avons effectué une analyse descriptive en calculant les moyennes et les écarts-types pour les variables quantitatives. L'analyse de distribution a été réalisée par le test de Kolmogorov Smirnov.

## Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

---

Le but c'est de comparer la moyenne des variables quantitative entre les différents échantillons étudiés afin d'évaluer l'effet du traitement (éto-compost) sur le rendement des tomates ayant fait l'objet de notre travail, nous avons appliqué la méthode ANOVA (condition de normalité respectée  $p > 0.05$ ).

## *Chapitre 3 : Résultats et Discussion*

### I. Résultats de l'analyse physico-chimique

Dans cette étude deux grand facteurs ont été traités (le sol, et la tomate). La caractérisation du sol sur le plan physico-chimique est entamée pour le sol avant et après traitement par l'ajout d'étu-compost et le sirop de jus de confiture JUMEL que nous avons utilisé comme source de carbone.

Avant la réutilisation de jus de confiture JUMEL comme solution d'irrigation pour la culture tomate, nous avons procédé à la neutralisation du son pH =7, dont initialement été très acide 3.53. Selon les normes de l'OMS (2006) et de JORA (2012) l'intervalle de pH des eaux destinées à l'irrigation est de 6.5 à 8.5.

#### 1. Caractérisation du sol

Une caractérisation du sol a été réalisée avant et après traitement du sol par l'ajout de l'étu-compost comme engrais biologique pour la culture de la tomate *Lycopersicon esculentum mill.* Les résultats des paramètres physico-chimiques, sont représentés dans le tableau 11 suivant.

**Tableau 11 :** Caractéristique physico-chimique du sol utilisé avant la plantation (T0) et après l'ajout d'étu-compost (T1).

Paramètre physico-chimique	Avant traitement			Après traitement			Moyenne	
	T0			T1			T0	T1
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 1	Essai 2	Essai 3		
pH	6	6.2	6.1	7	6.2	6.3	6.1	6.5
Conductivité CE (mm/hos/cm)	2	1.9	2.2	1.1	1	0.96	2.03	1.03
Teneur du COT (%)	1.2	1.3	1.5	6	4	3.5	1.2	4.5

### 1.1 Potentiel d'hydrogène pH

Une légère modification de pH est observée entre T0 (6,1) et T1 (6,5). D'après **Shankara et al. (2005)**, la tomate pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8.

### 1.2 Conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) définit la quantité totale des sels solubles correspondant à la salinité globale du sol. Elle dépend de la teneur et de la nature des sels présents dans le sol (**Guessoum, 2001**). Les moyennes obtenues ont montré une décroissance de la conductivité électrique en fonction du temps en comparant entre T0 (2.03 mmhos/cm) et T1 (1.03mmhos/cm).

La réutilisation d'étau-compost dans un sol pendant 2 mois, a permis d'enregistrer des moyennes entre  $1 \leq 2$ . D'après les normes citées dans le tableau 12 ; le sol de la présente étude (avant et après ajout de l'engrais biologique) est de la catégorie du sol non sal. Nous n'avons constaté que le taux de salinité à diminuer après le traitement, ce qui est bien pour le cycle, car dans le cas contraire la salinité a un impact néfaste sur le rendement export, suite à la réduction du calibre du fruit. À cette effet un contrôle de la CE durant tout le cycle de la culture est indispensable (**Chibane, 1999**).

**Tableau 12** : Normes de la méthode de la conductivité (C.E)

Norme : JORA 2013	CE mm hos/cm	Effet sur le cycle de la tomate et le rendement
Sol non sal	CE<2	Rendement idéal
Sol peu sal	2<CE< 4	Chute de rendement imperceptible
Sol sal	4<CE<8	Baisse de rendement de 10% à 9.3
Sol très Sal	8<CE<16	Baisse de rendement de 100% à 12.5
Sol extrêmement sal	CE>16	/

### 1.3 Carbone organique total (COT)

La teneur en carbone organique totale a nettement augmenté dans le sol après ajout de étau-composte (T1) qui est d'une moyenne de 4.5% par rapport au témoin (T0)1.5%.

D'après ces résultats le sol de T0 est faible en teneur de carbone organique total (1.2 %), devant T1. Ce dernier est plus riche suite à une fertilisation organique, via les apports en matières organiques exogènes tels que le sirop de confiture JUMEL. Le sol est irrigué par une solution préparée à base de la confiture JUMEL. Selon plusieurs recherches menées sur les Statuts organique et potentiel de minéralisation du Carbone et de l'azote des sols d'un réseau de parcelles en agriculture biologique, les teneurs en COT varient entre 0.80 et 4.98 %. Cette large gamme de valeurs s'explique notamment par la diversité de situations rencontrées en termes d'affectation des sols (grandes cultures, maraîchage, prairies temporaires, vergers), de types de sols et de régions agricoles. En règle générale, les pratiques mobilisées en agriculture biologique permettent de maintenir de bons taux de matières organiques (**Lori et al., 2017**).

## 2. Etude de la culture

### 2.1. Condition pédoclimatique

L'apparition des différents organes de la plante (feuilles, tiges, rameaux, fleurs etc), ainsi que leurs formes et leur croissance sont influencées par l'environnement et en particulier par le climat. Les conditions climatiques favorables à la production dépendent à la fois des variétés considérées et du stade de développement (**Wacquand, 1995**). Pour cela, un suivi de température et d'humidité a été effectué depuis la plantation jusqu'à la première récolte (juin), L'ensemble des moyennes de la température et de l'humidité prise lors de notre étude sont représentés dans le tableau suivant 13 :

**Tableau 13** : Valeurs moyennes de température et humidité sous serre pendant les 5 mois de culture de la tomate (*Lycopersicon esculentum mill*)

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Moyenne de température (Jours /Nuit)	18-20° J 6 – 8 ° N	20-25°C/J 9-12°C/ N	20-30°C/J 9-14°C/ N	25-37°C/J 14-18°C/N	30-44°C/J 19-22°C/N
Moyenne d'humidité	47%	84%	79%	80%	89%

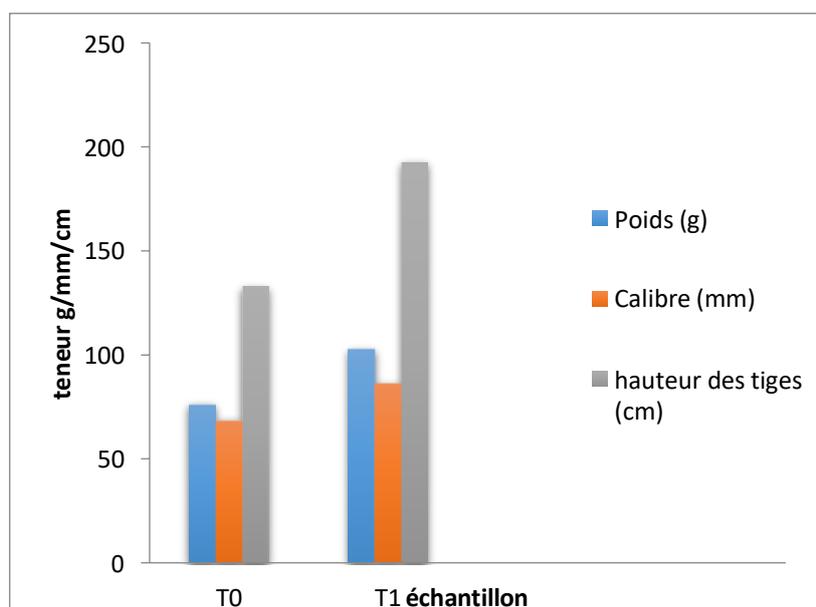
Les valeurs de température enregistrées varient entre 18-44°C dans la journée et entre 6-22°C pendant la nuit pendant le cycle de culture. Ces résultats sont dans l'intervalle optimal pour garantir un meilleur rendement du développement. Selon l'institut technique de développement de l'agriculture **saharienne (2005) et Polese (2007)** ; la plante de tomate réclame à l'évidence un minimum de chaleur et exposition ensoleillée. Elle craint le froid et est détruite au-dessous de 2°C. Les semences germent à une température supérieure à 14°C et inférieure à 40°C.

Le taux d'humidité noté au cours de l'étude, varie entre 47-89%, ces valeurs conviennent à tous les stades de développement de la tomate (**Chaux, 1971**). Les conditions sous serre sont favorables au développement de la culture maraîchère.

### 2.2. Etude morphologique

La figure 19 représente les résultats des paramètres morphologique (poids, calibre, auteure) des 8 échantillons de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) récoltés pour l'étude. La hauteur des tiges de T1 (193cm) et nettement supérieure à celle du T0 (133cm), ces résultats concordent avec ceux trouvés par **Shankara (2005)**.

Une meilleure augmentation du calibre et du poids a été observée dans les échantillons de T1 en comparaisant avec le témoin. Nos résultats sont similaires avec ceux obtenus par **Pntta (1999)**.



**Figure 19** : Evaluation de la teneur des paramètres de l'étude morphologique des échantillons de la tomate.

D'après l'analyse statistique (ANOVA), les valeurs pondérales enregistrées pour les échantillons de la tomate du Lot 1 (T0) varient entre  $76.6 \pm 21.3$  g comme valeur minimale et de  $103 \pm 11.8$  g comme valeur maximale T1 (traité) (tableau 14). Les résultats des poids dans l'ensemble des échantillons prélevés varient d'une manière significative ( $p < 0,05$ ), nous avons constaté que les fruits de tomate sont plus petits en comparaison avec ceux traités par Etu-compost. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par **Dossou (2007)**. De même pour les résultats du calibre et de la hauteur des tiges varient de manières significatives ( $p < 0,05$ ) pour l'ensemble des échantillons analysés au cours de cette étude.

**Tableau 14 :** Résultats des moyennes et l'écart-type des différents paramètres étudiés pour l'ensemble des échantillons du lot T1 et lot T0.

Paramètres				
Lots		Poids (g)	Calibre (mm)	Hauteur (Cm)
Lot	Témoïn	$76.6 \pm 21.3$	$68.9 \pm 4.79$	$133 \pm 35.5$
	Traité	$103 \pm 11.8$	$86.5 \pm 7.51$	$193 \pm 29.2$
Pi Value		0.008	0.001	0.002

### 2.3. Analyses physico-chimiques

Le pH joue un rôle non négligeable dans l'appréciation de la qualité organoleptique des produits à base de tomate. Les résultats indiqués dans le (tableau 15) ont montré des valeurs variables du pH pour l'ensemble des échantillons analysés. En comparant au produit local traité par les produits chimiques (tomate du marché). T0 et T1 sont moins acide que T2.

**Tableau 15** : Résultats de pH obtenus des différents échantillons

Echantillons	pH	Normes CODEX pour les tomates (CODEX STAN 293-2008)
Echt T0 : Témoin	4	$\leq 4,5$
Echt T1 : Traité	4.5	
Echt T2 : chimique	3.8	

L'ajout de l'étu-compost a un effet positif sur le pH des tomates, Ces valeurs sont considérées comme satisfaisantes, car elles sont proches de la majorité des valeurs rapportées par de nombreux auteurs, tel que les normes recommandées par **Miladi (1970)**, qui préconisé une meilleure valeur du pH est de 4.5 dans le Jus de tomate.

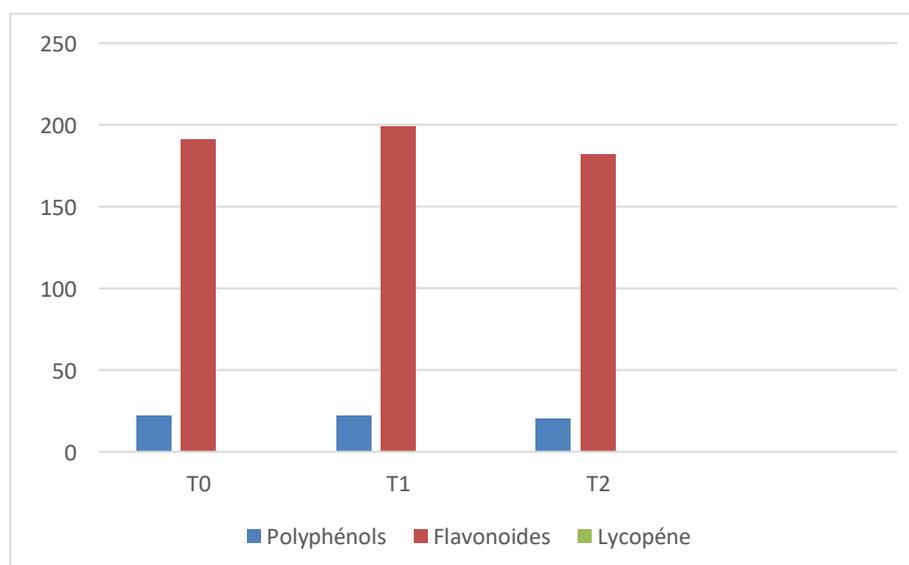
Selon les résultats obtenus de la teneur en eau (tableau 16) de 93.87 %, cette dernière répond aux valeurs nutritionnelles préconisées par FAO. Nos résultats sont similaires à la valeur nutritionnelle de celle trouvée par **Roudant et Lefranq (2005)**, qui est de 93.80%, et aussi se situe dans l'intervalle trouvé par **Martin et al. (2010)** qui est entre 93.05% et 95% pour les tomates séchées. Les tomates traitées contiennent une bonne quantité d'eau et c'est une bonne source d'hydratation.

**Tableau 16** : Résultat de la teneur en eau

Paramètres	Valeurs
<b>Poids frais juste après la récolte (g)</b>	75.1
<b>Poids sec après séchage à l'étuve (g)</b>	4.6
<b>Teneur en eau %</b>	93.87

### 2.4. Analyse biochimique

La figure 20 montre les résultats obtenus des différents dosages des paramètres étudiés lors de cette étude.



**Figure 20** : évaluations des moyennes des paramètres Biochimique pour les échantillons T0 (témoin), T1 (traité par l'étu-compost) et T2 (traité par des engrais chimique)

Le dosage des polyphénols totaux, nous a donné une estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenus au niveau de l'extrait hydro-alcoolique de la poudre. En comparant la teneur moyenne en polyphénols, il s'est avéré que cette dernière est plus élevée dans les tomates témoin (22.5 µg EAG/ml MS) par rapport aux tomates traitées T1 (étu-compost) (21.9 µg EAG/ml MS) et la tomate T2 (traité par l'engrais chimique (20.2 µg EAG/ml MS). L'étude statistique (ANOVA) du (tableau 17) a montré une différence non significative (P= 0.620), le taux de polyphénols est pratiquement identique entre les différentes échantillons (Tomate traité par l'etu-compost et la tomate traité par les engrais chimique)

**Tableau 17** : Résultats des moyennes et l'écart-type des différents composés phénoliques de la tomate.

Echantillons	Teneur de polyphénols totaux en µg EAG/ml MS	Teneur de flavonoïde en µg ER/ml MS	Teneur de Lycopène µg / ml
Tomate témoin T0	22.5 ±3.80	191 ±1.82	0.0790±0.0198
Tomate traité T1	21.9 ±0.742	199±0.311	0.105 ±0.00566
Tomate chimique T2	20.2 ±0.502	182 ±0.905	0.0780 ±0.0382
Pi value	0.620	0.002	0.747

D'après ces résultats, les tomates traitées ont une propriété antioxydant des composés phénolique similaire, que les tomates traitées par des engrais chimique. Les travaux d'Obrenovich et *al.* (2010), ont montré un fort impact des composés phénolique sur la réduction des risques de cancers et des maladies chronique. Et selon L'étude menée par Cieslik et *al.* (2006) sur la teneur en polyphénols de certains fruits a noté des valeurs de 28.1, 11.6 et 7.8 mg GAE /100ml pour le kiwi, pastèque et melon, cette grande différence est due à plusieurs facteurs comme :

- ✓ Période de récolte : c'est aussi lié à la période de maturité du fruit où le taux de polyphénols atteint son maximum (**Raffo et al., 2002**).
- ✓ Les conditions climatiques (qui diffèrent d'une région à une autre).
- ✓ Le solvant d'extraction : le choix du solvant (méthanol, éthanol etc) agit sur la quantité de polyphénols extraite.

La quantité de flavonoïdes dans nos extraits a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage de la rutine, nous avons trouvé une différence significative des flavonoïdes totaux entre les différents lots qui ont fait l'objet de cette étude avec une  $P = 0.002$  ( $p < 0.005$ ). Donc le taux de flavonoïdes trouvé dans les tomates traités par l'etu-compost (199  $\mu\text{g ER/ml MS}$ ) est plus élevé que celle des tomates chimique (182  $\mu\text{g ER/ml MS}$ ). Les valeurs trouver pour les teneurs en flavonoïdes totaux sont déférent à celle des flavonoïdes donnés par **Haddadi (2005)**, des fruits et légumes : mandarines, pamplemousses, pommes, fraises qui sont respectivement de 3.22, 7.12, 2.10 et 17.53 mg/100g, respectivement.

En comparant la teneur moyenne en lycopène, les valeurs sont légèrement variables entre les différents échantillons. Pour les tomates traitées par l'etu-compost est de 0.105  $\mu\text{g /ml}$  par rapport aux tomates témoins 0.0790 $\mu\text{g/ml}$  et la tomate chimique 0.0780  $\mu\text{g/ml}$ . Une différence non significative ( $P = 0.747$ ) a été notée par ANOVA,

Selon d'autres études **Botsoglou et al., (2004)** ont signalé une teneur en lycopène de 281mg/100g du poids sec, tandis que **Lahmari et al. (2012)** ont signalé la teneur en lycopène de la tomate séchée entre 14.76 et 15.45 mg/100 g (MS). La variation de la teneur en lycopène de la tomate obtenue est probablement due à des différences dans leurs conditions de croissance **Toor (2005)**. Beaucoup de facteurs y compris la maturité, la chaleur et la variété utilisé peuvent affecter la concentration de lycopène contenue dans le fruit de tomate (**Sharma et al., 1996 ; Thompson et al., 2000**).

### 2.5. Analyse bactériologique

Le tableau 18 englobe les résultats de l'analyse bactériologique pour les tomates traitées (T1) par l'étu-compost.

**Tableau 18** : Résultats bactériologique des échantillons des tomates traitées

Germes	Dilutions	Nombre de germes	Normes de Limites bactériologique (ufc/g) JORA (2017)	
			m	M
Flore aérobies mésophiles à 30°C	10 <sup>-1</sup>	Abs	5. 10 <sup>6</sup>	5. 10 <sup>7</sup>
	10 <sup>-2</sup>	Abs		
	10 <sup>-3</sup>	Abs		
	10 <sup>-4</sup>	128		
	10 <sup>-5</sup>	Abs		
Coliformes totaux et fécaux	10 <sup>-1</sup>	Abs	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
	10 <sup>-2</sup>	Abs		
	10 <sup>-3</sup>	Abs		
	10 <sup>-4</sup>	Abs		
	10 <sup>-5</sup>	Abs		
Salmonella	10 <sup>-1</sup>	Abs	Absence dans 25 g	
	10 <sup>-2</sup>	Abs		
	10 <sup>-3</sup>	Abs		
	10 <sup>-4</sup>	Abs		
	10 <sup>-5</sup>	Abs		

## Chapitre 3 : Résultats et Discussion

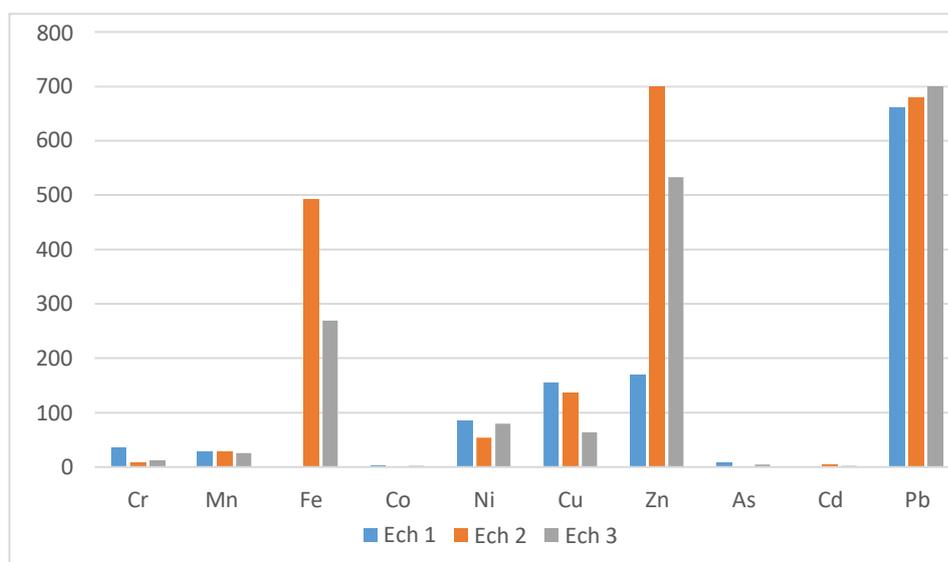
Les résultats des analyses bactériologiques ont montré qu'aucune contamination bactérienne n'a été détectée chez les tomates traitées, Une absence totale a été notée que ce soit pour les germes de contamination (coliformes fécaux, *E. coli*) ou pour les germes Pathogènes (Salmonelle). Nous pouvons déduire que sur l'ensemble des échantillons analysés, les fruits de tomate (traité par l'étu-compost) présentent une excellente qualité bactériologique.

### 3.6. Analyse toxicologique

Afin d'interpréter les résultats des dosages des ETM (tableau 19), (Cr, Mn, fer, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd et Pb), nous avons calculé la moyenne des concentrations de chaque élément cité dans les échantillons obtenus.

**Tableau 19** : résultats des métaux lourds dans les échantillons 1(chimique) ,2(témoin) et 3 (traité)

Catégories	T0 témoin	T1 traité	T2 chimique	Seuil de toxicité (OMS /FAO) ppb
<b>52Cr (KED)</b>	7.081 ppb	12.640 ppb	35.442 ppb	<b>50</b>
<b>55Mn (KED)</b>	28.457 ppb	25.946 ppb	28.901 ppb	<b>50</b>
<b>57Fe (KED)</b>	492.080 ppb	269.611 ppb	1,661.796 ppb	<b>200</b>
<b>59Co (KED)</b>	1.503 ppb	2.541 ppb	3.522 ppb	-
<b>60Ni (KED)</b>	54.055 ppb	80.138 ppb	85.123 ppb	<b>50</b>
<b>63Cu (KED)</b>	137.610 ppb	64.244 ppb	155.377 ppb	<b>3000</b>
<b>66Zn (KED)</b>	698.689 ppb	532.902 ppb	170.554 ppb	-
<b>75As (KED)</b>	1.238 ppb	4.522 ppb	8.510 ppb	<b>10</b>
<b>111Cd (KED)</b>	3.535 ppb	2.575 ppb	0.360 ppb	<b>50</b>
<b>208Pb (KED)</b>	679.518 ppb	699.276 ppb	660.303 ppb	<b>100</b>



**Figure 21** : Evaluation des résultats des métaux lourds obtenus pour les échantillons T0, T1 et T2

D'après les résultats obtenus (figure 21), nous avons noté que T2 comporte plus de (Chrome, Manganèse, fer, Nickel, Cuivre, Cobalt et l'Arseenic), et moins de (Zinc et Cadmium et Plomb) que T0 et T1. Et entre T0 et T1 nous avons constaté une légère différence de valeur sur tous les résidus analysés. Selon les valeurs de seuil de toxicité donnée par les normes **FAO/OMS (1984)** dans les denrées alimentaires, les valeurs trouvées par la présente étude sur les tomates traitées ne dépassent pas le seuil sauf pour le plomb et cela est probablement dû aux eaux utilisées pour l'irrigation. D'après **AFNOR (2006)**, les teneurs en métaux lourds qui sont en dessous des seuils se justifient par l'absence de toute activité industrielle importante dans les zones d'origine de ces amendements. L'épandage de ces amendements dans les fruits et légumes ne présente pas de risques de contamination des sols en métaux lourds.

### 2. Analyse sensorielle du fruit de tomate

La qualité organoleptique de la tomate réunit l'ensemble de composantes évaluées par cinq sens. La vue (une attention particulière sera apportée à la couleur), la fermeté qui nous permet d'estimer la texture en bouche du fruit tel que la friabilité, la jutosité, la peau gênante, le fondant, le croquant (**Barrett et al., 1998**). L'odorat et le goût interviennent au moment de la consommation pour la perception des saveurs (saveur et arômes) du fruit elle est caractérisée majoritairement par des composantes chimiques associées à la teneur en sucres et en acides (**Causse M et al. 2001**).

## Chapitre 3 : Résultats et Discussion

L'analyse sensorielle des tomates est faite sur un panel de 30 personnes, leur moyenne d'âge est de 15 à 55 ans, (tableau 22), ci-dessous représente les résultats finaux des analyses organoleptiques et sensorielles.

**Tableau 22** : Résultat des analyses organoleptiques et sensorielles des tomates

Qualité sensorielle	Critère	Tomate témoins	Tomate traité	Tomate Chimique
		Nombre de sujet préférant chaque catégorie		
Odeur	Sans odeur	/	/	16
	Odeur moyenne	10	/	14
	Odeur forte	20	30	/
Acidité	Sucrée	8	2	/
	Moyennement acide	22	28	/
	Fortement acide	/	/	30
Fermeté	Mou	/	/	12
	Souple	21	/	18
	Ferme	9	30	/
Texture en bouche	Sèche	/	/	15
	Farineuse	20	/	15
	Jouteuse	10	30	/
Couleur	Vert	/	/	/
	Orange	/	/	20
	Rouge	30	30	10

Afin de montrer l'influence des 2 traitements (Etu-compost et le sirop) sur la qualité et faire la différence entre nos tomate et les tomates chimique que l'en trouve sur le marché, nous avons

établi ci-dessous un classement représentatifs des résultats que nous avons déduis à partir du tableau de l'analyse sensorielle :

1. La tomate traitée (par l'étu-compost)
2. Tomate témoins (elle n'a subis aucun traitement)
3. Tomate chimique (traité par les engrais chimique)

Les critères de la tomate chimique par rapport à l'odeur sont faibles en comparent avec la tomate témoins et la tomate traité qui représente une forte odeur prouvée par les 30 jurys.

Les résultats des critères de la tomate par rapport à l'acidité montrent que les tomates témoins et les tomates traité sont plus au moins acide que les tomates chimiques car les 30 jurys ont été d'accord que les tomates chimiques sont fortement acide.

Dans les résultats des critères de la fermeté les tomates témoins et les tomates traitées ont garanties leur place dans les tomates de type extra (tomate traitée) et type I (tomate témoins) selon (**CODEX STAN 293-2008**), donc ils sont de meilleures qualités par rapport à la tomate chimique.

De la même façon, la plupart des jurys ont donné des notes probablement élevées pour le critère de texture en bouche, surtout pour les échantillons de la tomate traitée et par rapport aux échantillons des tomates chimiques, 50% des jurys disent qu'elles sont sèches et 50% disent qu'elles ont une texture farineuse.

La couleur est l'une des indicateurs de maturation, pour les échantillons de la tomate chimique plus de 60% ont qualifié leurs échantillons d'une couleur rouge le reste que leurs échantillons d'une couleur orange. Par rapport aux échantillons des tomates témoins et traitées les jurys ont été bien d'accord que toutes les tomates ont une couleur rouge. et selon **Grasselly et al. (2000)**, la coloration doit être rouge brillant, attrayante et uniforme pour tous les fruits. Tout fruit présentant tache et collet sera écarté.

## *Conclusion et Perspectives*

### Conclusion et perspective

La valorisation des déchets organiques et ménagers est une technique en pleine expansion principalement associée à l'agriculture. L'objectif de ce travail est de démontrer l'intérêt de cette réutilisation autant qu'un étu-compost dans la culture maraichère de la tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*). Elle se fixe comme but d'évaluer l'impact du ce dernier qui paraît être une réserve d'éléments nutritifs. Sur la fertilité et le rendement de la tomate.

Les études réalisées ont touché l'aspect physico-chimique du sol destiné à la culture en suivant son amélioration avant et après l'application de l'étu-compost.

L'ajout de l'étu-compost a induit : dans l'étude morphologique à un effet significatif sur les composants externes de la tomate (poids, calibre et hauteur), et un aspect physico-chimique d'un pH positif de la tomate et d'une teneur en eau de 93.87 % qui répondent aux valeurs nutritionnelles recommander. Une richesse en antioxydants (avec une moyenne de 21.9µg EAG/mlMS de polyphénols, 199µg ER/ml MS de flavonoïdes et 0.105µg / ml de lycopéne) et a des résultats toxicologique, bactériologique avec une absence totale de la flore aérobie mésophiles, les coliformes totaux et fécaux et les salmonella et sensorielle satisfaisantes en termes d'hygiène et en qualité organoleptique.

Les perspectives portent sur une application sur terrain de l'étu-compost sur d'autre culture légumineuse vu son efficacité approuvée par plusieurs études.

## *Liste des références*

**Liste des Références**

- **Abeysekera D., 1991.** Seed pre-treatment with plant growth regulators and osmoticum to improve germination and seedling performances of vegetables grown at different temperatures and salinity levels. Philippines Univ., Los Banos, College, Laguna (Philippines). P59-111.
- **AFNOR (Association Française de Normalisation), 1982.** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de Fruits. Ed. AFNOR, 325
- **AFNOR, 2006.** Qualité des sols, méthodes de prélèvement d'échantillon de terre. Norme Française Homologuée. 80p. AFNOR, 2006. Qualité des sols, méthodes de prélèvement d'échantillon de terre. Norme Française Homologuée. 80p.
- **Agarwal S and Rao A.V., 2000.** Tomato Lycopene and its role in human health and chronic diseases. Canadian Medical Association Journal/163(6): 39-744.
- **Alavoine F. et al., 1988.** La qualité gustative des fruits : méthodes critiques d'analyse. Ed: CEMAGREF. Pp: 22-30.
- **Alavoine F. et al., 1988.** La qualité gustative des fruits : méthodes pratiques d'analyse. Ed : CEMAGREF. Pp : 22-30.
- **Albrecht, R., 2007.** Co-compostage des boues de station d'épuration et de déchets verts : nouvelle méthodologie de suivi des transformations de la matière organique. PhD Thesis. Université Paul Cezanne Aix-Marseille III Accessed 17 November 2015.
- **Andrés F., Lopez Camelo.Ph.D., 2007.** Manuel pour la préparation et la vente des fruits et des légumes du champ au marché. Bulletin des services agricoles de la FAO 151. Argentine.
- **APS, 2015.** Algérie presse service <https://www.aps.dz/economie/tag/Agriculture>
- **Article 1 de la loi du 15 juillet 1975.** Codifié à l'article L 541-1 du code de l'environnement (Loi n° 92-646 du 13 juillet 1992, article 1er – I).
- **Atherton D., Gand Harris G.P., 1986.** Flowering in the tomato crop. A scientific basis for improvement. Ed. ATHERTON J.G and RUDICH J.London, New York. Pp167-200.
- **Atherton J., 2005.** Tomatoes .Ed. Ep Heuvelink Wageningen University, The Netherlands .USA, 29p.
- **Atigui A., 1984.** Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de magister .INA El-Harrach.

- **Atkinson C. F., D. D. Jones., J. J. Gauthier. 1996.** Biodegradabilities and microbial activities during composting of municipal solid waste in bench-scalereactors. *Compost Science &Utilization*, 4, 4:14- 23.
- **Atouf, F., 1990.**Caractérisation du lixiviat de la décharge d'Oued Smar et estimation de son impact sur la nappe souterraine. Projet de fin d'études en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en génie de l'environnement. ENP. 102p.
- **Avnimelech Y., M. Bruner I., Ezrony R., Sela M. Kochba. 1996.** Stability indexes for municipal solidwaste compost. *Compost Science &Utilization*, 4, 2:13-20.
- **Avnimelech Y., M. Bruner I., Ezrony R., Sela M. Kochba. 1996.** Stability indexes for municipal solidwaste compost. *Compost Science &Utilization*, 4, 2:13-20.
- **Ayala Zavala .J. F., Rosas-Domínguez C., Vega-Vega V., González-Aguilar G-A., 2010.**Antioxydant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own by-products: looking for integral exploitation. *Journal of Food Science*, 75(8), pp. 175-181. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01792.x>
- **Ayuso M. J. A., Pascual. C. Garcia., T. Hernandez., 1996.** Evaluation of urbanwastes for agricultural use. *Soil Sci.PlantNitri.*, 42, 1:105-111.
- **Barrett D M., Garcia E., Wayne J E.,1998 .**Textural modification of processing tomatoes.*CRC Critical Reviews in food science and nutrition* 38:17-258.
- **Basu A., Imrhan V., 2006.** Tomatoes versus lycopene in oxidative stress and carcinogenesis: conclusions from clinical trials. *Eur J Clin Nutr* 2006 August, 16, 55p.
- **Beck-Friis, B., M. Pell, U. Sonesson, H. Jonsson, and H. Kirckmann. 2000.** Formation and emission of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> from compost heaps of organichouseholdwaste. *Environmental Monitoring and Assessment*, 62:317-331.
- **Benakmoum, A., Abbedou, S., Ammouche, A., Panagiotis, K., Dimitrios, G (2008).** Valorisation of low quality edible oil with tomato peels waste. *Food Chemistry* 110:684-690.
- **Benard C., 2009.** Étude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en poly-phénols chez la tomate. Thèse de doctorat. Nancy Université-INRA Agronomie et Environnement, 265 p.
- **Bengtson G. W., ND Cornette J. J., 1973.** Disposal of composted municipal waste in a plantation of young slash pine. Effect on soil and tree, *J. Environ. Qual.*, 2, p.441-444.
- **Benoît G., 2007.** Cours d'agriculture, 13-20p.
- **Bentvelsen C.L.M., 1980.**Réponse des rendements à l'eau. Ed. Dunod. 235p.

- **Bernal M.P., A. F. Navarro., M. A. Sanchez-monedero., A. Roig .J egarra. 1998.** Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Soil Biol. Biochem*, 30, 3:305-313.
- **Bernal M.P., Paredes C., Sanchez-Monedero M.A., Cegarra J., 1998.** Maturity and stability parameters of compost prepared with a wide range of organic wastes, *Bioresource Technology* 63, pp. 91–99
- **Bertoldi M., G. Vallini et A. Pera., 1982.** The biology of composting: a review. *Waste Management & Research* (1983).p157, 176.
- **Besford R.T and G.A Maw., 1975.** Effect of potassium nutrition on tomato plant growth and fruit developpment. *Plant Soil*, 42 : 395-412
- *Bioresource Technology* 63, pp. 91–99
- **Briefert c et Perraud., 2004.** Chimie de l'environnement : Air, Sol, Eau et Déchets. Ed. De Boack. 477p.
- **Bourgois C. M., Leveau J. Y., 1991.** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. 2erne édition, Lavoisier. Paris. Pp: 380.
- **Bouza A.K., 2009.** Les taxi-infections alimentaires collectives dans l'est Algérien. Mémoire de post-graduation spécialisée. Université de Constantine. Pp: 194.
- **Brinton W. F. and E. Evans. 2000.** "Plant performance in relation to depletion, CO<sub>2</sub>-rate and volatile fatty acids in container media composts of varying maturity. »
- **Bustamante M.A., Parede C. S., Moral R., Agullo E., Pérezmurcia M.D., Abad M., 2008.** Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production, available in <http://www.aginternetnetwork.net>. p. 15
- **C.E., 2000.** Commission Européenne 2000 : Direction de l'environnement ; Guide pour la gestion des déchets en montagne office des publications officielles des communautés européennes. 75p.
- **Calvo M M., Garcia M.L., Selgas M.D., 2007.** Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science* xxx .P125.
- **Canet R., F. Pomares. 1995.** Changes in physical, chemical and physico-chemical parameters during the composting of municipal solid wastes in two plants in valencia. *Bioressource Technology*, 51:259-264.
- **Causse M., Saliba-Colombani V., Lesschaeve I., Buret M 2001.** Genetic analysis of organoleptic quality in fresh market tomato. 2. Mapping QTLs for sensoriel attributes. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 273-283.
- **Charnayf ., 2005.** Compostage des déchets sur bains dans les Pays en Développement.

## Liste des références

---

- **Chaux C., Foury L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc Lavoisier, Paris ,563p.
- **CODEX STAN 293-2008.** Norme codex pour les tomates.
- **Corbineau F et Core A., 2006 .**Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules. Ed .Tec et Doc. Lavoisier. 226p.
- **Cronquist A., 1981.** An antegrated system of classification of following plant. Calambia University. 1256p
- **Cuinier C., 1975.** Recherche sur la microflore édaphique des terroirs viticoles de Touraine. Application culturelle. Thèse, Fac. Sci. Clermont Ferrand. 277 p.
- **Cummingsdc., 2014.** The Organic Composting Handbook: Techniques for a Healthy, Abundant Garden. New York. Ed. Sky horse Publishing. p52, 59, 60.
- **Daelsrakotoarison D. (1999).** Extraits phénoliques d'aubépine, de cola et d'églantier. Thèse de doctorat, université de Lille-II, France
- **Desbordes D., 2003.** Qualité microbiologique des fruits et légumes : flores, altérations, risques sanitaires, prévention. Sous la direction de Marie Jeanne Blachier. LYON. DESS Ingénierie documentaire. Pp : 50
- **Diallo D., Sanogo R., Yasambou H., Traoré A., Coulibaly K., Maïga A., 2004.** Étude des constituants des feuilles de Ziziphus mauritian aLam.(Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. C. R. Chimie 7, pp 1073–1080.
- **Diaz-Burgos M. A., B. Ceccanti ., A. Polo. 1993.** Monitoring biochemicalactivityduringsewagesludgecomposting. Biol. Fertil. Soils, 16:145-150.
- **Diazl F., Debertoldim., Bidlingmaie W., Stentiforde., 2007.***Compost Science and Technology*, Volume8 (Waste Management),Amsterdam–Boston –Heidelberg ,London , New York , Oxford , Paris , San Diego , San Francisco , Singapore , Sydney ,Tokyo, Med . ELSEVIER.P 381.
- **Dinesh K., Maheshwari . 2014.** Composting for Sustainable Agriculture, India, ed.SPRINGER, 295p.
- **Dore C et Varoqaux F., 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées, Paris, France, INRA, 698p.
- **DSA., 2019.** Bilan final des statistiques de la direction des services agricoles de la wilaya de Biskra, 2013-2018.
- **Duplessis J. 2006.** Le compostage facilité : guide sur le compostage domestique. NOVA Envirocom.Canada. p112.

- **Eklind Y., Kirchmann H. 2000.** "A Composting and storage of organic household waste with different litter amendments. I: carbon turnover." *Bioresource Technology*, 74: 115-124.
- Élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de doctorat. Université de Limoges. Ecole Doctorale Science Technique. 448 p.
- **FAO. 2019.** Food and Agriculture Organization <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>
- **FAO. 2020.** Food and Agriculture Organization <http://www.fao.org/3/y2779f/y2779f03.htm#P82167>
- **FAOSTAT, 2020.** Food and Agriculture Organization Statistics <http://faostat.fao.org/>
- **Farinet J., Niang S., 2005.** Le recyclage des déchets et effluents en agriculture. Publications de CRDI sur le Développement durable, 27p.
- **Fioramonti S., Marty J. R., 1966.** Contribution à l'étude du compost obtenu par fermentation des ordures ménagères de la ville de Toulouse, Bull. Assoc., Et. Sol., p. 18-43.
- **Francou C. 2003.** "Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage - Recherche d'indicateurs pertinents, " Thèse de Doctorat, Institut national agronomique Paris- Grignon : 289.
- **Gallais A., et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p.
- **Garcia C.T., Hernandez F., Costa A., Pascual. 1992.** Phytotoxicity due to the agricultural use of urban wastes. Germination experiments. *J. Sci. Food Agric.*, 59:313-319.
- **Garcia-Gomez A., M. P. Bernal., A. Roig. 2003.** Carbon mineralization and plant growth in soil amended with compost samples at different degrees of maturity. *Waste Management & Research*, 21:161-171.
- **Gartner C., Stahl W., Sies H., 1997.** Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. *Am. J. Clin. Nutr.* 66:116-122.
- **Gillet R., 1985.** Traité de gestion des déchets solides urbains V1 ; ordures ménagères. Nettoyage et élimination des déchets. Ed. O.M.S, 397p.

- **Gobat J.M., Aragno M., Matthey W., 1998.** Le sol vivant. Bases de la pédologie. Biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Collection Gérer l'Environnement N°14. Lausanne, Suisse. 519 pages.
- **Godden B., 1986.** Etude du processus de compostage du fumier de bovin. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles. Laboratoire de microbiologie, 136 pages+annexes.
- **Gould N., 1992.** Tomato production, processing and technology. CTI publishing, Baltimor
- **Grasselly D., Brigitte N., et Letard M., 2000.** Tomate, pour un produit de qualité. Ed CTIFL (Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes). Paris. Pp: 6-30, 41-162.
- **Gret N., 2003.** Cirad Mémento de l'agronome
- **Grigatti M., Ciavatta C., Gessa C. 2004.** Evolution of organic matter from sewage sludge and garden trimming during composting. *Bioresource Technology* 91, P163-169.
- **Guitttony-larchevêque M., 2004.** Valorisation d'un compost de boues urbaines en garrigue pour le reboisement, comportement des jeunes arbres d'une plantation et modification de la dynamique de la végétation naturelle après amendement. Thèse de Doctorat, université de Provence, 227p.
- **Gustavsson A., Rehm J., Jacobi F., Oleson J., Faravelli C., Svensson M., 2011.** The size and burden of mental disorders and other disorders of the brain in Europe
- **He Y., Y. Inamori M., Mizuochi H., Kong N., Iwami T. Sun. 2000.** Measurements of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> from aerated composting of food waste. *Sci. Total Environ.* 254:65-74.
- **Hébertm., 2012.** Les critères de qualité des composts du BNQ et du CCME
- **Heller R., 1981.** Physiologie végétale. Tome I : nutrition. 2ème Edition Masson.
- **Hoitink H.A.J., 1995.** The Composting Process. Cité par ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001.
- **Houot S., Francou C., Vergé-Leviel C., Michelin J., Bourgeois S., Linères M., Morel P., Parnaudeau V., Le Bissonnais Y., Dignac M.-F., Dumat C., Cheiab A. et Poitrenaud M., 2003.** Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine: variation avec la nature du compost. *Les Dossiers de l'environnement de l'INRA*, 25:107- 125.
- **Houot S., Francou C., Vergé-Leviel C., Michelin J., Bourgeois S., Linères M., Morel P., Parnaudeau V., Le Bissonnais Y., Dignac M.-F., Dumat C., Cheiab A.**

- et Poitrenaud M., 2003.** Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine: variation avec la nature du compost. *Les Dossiers de l'environnement de l'INRA*, 25:107- 125.
- **Huang G. F., Wong J. W. C., Wu Q. T., Nagar B. B. 2004.** Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust. *Waste Management* **24**, 805-813.
  - **Iannotti D. A., M., E Grebus B. L., Toth L. V., Madden A. J., Hoitink. 1994.** Oxygen respire ometry to assess stability and maturity of composted municipal solid waste. *J. Environ. Qual.*, 23:1177-1183.
  - **Iglesas-jimenez A., Alvarez E.C. 1993.** "Apparent avaibility of nitrogen in composted municipal refuse". *Biol. Fertil. Soils*, 16: 313-318.
  - **Inkelm. Desmetp., Tersmettet., Eldkamp T., 2005.** La fabrication et l'utilisation .Ed. Agronomisa.73p.
  - **ISO 4833-2: 2013 :** Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes.
  - **ITAB, 2001.** Guide des matières organiques, tome 2, 91p. 37. ITAB, 2001. Guide des matières organiques, tome 2, 91p.
  - **Jacomijn P., 1996.** Composting of organic householdwaste. UWEP working Document, 196p.
  - **Joffin C. et Joffin J-N, 1999.** Microbiologie alimentaire.5ème Ed. Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, Bordeaux. Pp : 109-166.
  - **Juste, C. et Solda P., 1977.** Etude des possibilités d'utilisation des composts d'ordures ménagères comme supports des cultures maraichères. Dans « Actes du 1er symposium sur la recherche en matière de sol et déchets solides », Ministère de la culture et de l'environnement, Paris. 30 p.
  - **kaboré, T.W.T., Houot, S., Hien, E., Zombré, P., Hien, V., Masse, D., 2010.** **Effect of the raw materials and mixing ratio of on the dynamic of organic matters abilization and nitrogenavailability in composts of Sub-Saharan Africa.** **Bioresour. Technol.** **101**, 1002-1013.
  - **Kapetanios E. G., Loizidou M., Valkanas M. 1993.** "Compost productionfrom greek domèstic refuse. *Bioressource Technology*, 44: 13-16.
  - **Kolani L., 2007.** Effets de différents types de composts élaborés à base de coques de grains de coton sur le rendement en grain de maïs; mémoire d'Ingénieur agronome, 91p.

- **Koledzi K. E., 2011.** Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo): Approche méthodologique pour une production durable de compost. Mémoire de Thèse de Doctorat, 224p.
- **Koledzi K. E., Baba G., Tchangbedji G., Agbeko K., Matejka G., Feuillade G., Bowen J., 2011.** Experimental study of urban waste composting and evaluation of its agricultural valorization in Lomé (Togo). *Asian J. Appl. Sci.*, 4 (4):378-391.
- **Kolev N., 1976.** Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.
- **Koller., 2004.** Traitement des pollutions : Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, Ed. Dunod, Paris, 424p. Damien E., 2004-Guide du traitement des déchets. Ed. Dunod 3ème édition, Paris. 430p.
- **Krinsky.N.I., 1989.** Antioxidant functions of carotenoids. *Free Radic. Biol. Med* 7(6):617-35.
- La rousse, p 769
- **Laos F., Mazzarino M.J., Walter I., Roselli L., Satti P., Moyano S. 2002.** Composting of fish offal and biosolids in northwestern Patagonia. *Bioresource Technology* 81, P179-186.
- **Laufenberg Günther., Kunz Benno., Nystroem Marianne., 2003.** Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology*, 87(2), pp. 167-198.
- **Laumonier R., 1979.** Cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris. 279p.
- **Lebeaultj M. et Bernon M. 1992.** Les biotechnologies appliquées au traitement des déchets en Europe et aux Etats Unies de l'Amérique. Etat de l'art. 420p.
- **Leclercb., 2012.** Compostage : Les Principes  
<http://www.scribd.com/doc/184237540/4-Compostage-Principes-pdf>
- **Loi N 03-10 du 19 juillet 2003** .Cette loi a pour objet la mise en œuvre d'une politique nationale de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Elle fixe les principes fondamentaux et les règles de gestion de l'environnement : la protection, la restructuration et la valorisation des ressources naturelles ; la restauration des milieux endommagés, la prévention et la lutte contre toute forme de pollution et nuisance ; l'amélioration du cadre et de la qualité de la vie, la promotion de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles disponibles. 3Aina, M.P., 2006 : Expertises des centres d'enfouissement techniques des déchets urbains dans les PED :

- contribution à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa validation expérimentale sur site. Université de Limoges, Thèse, inédit.
- **Lori, M., Symnaczik S., Mäder P., Dedeyn G., Gattinger A. 2017.** Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—A meta-analysis and meta-Regression. PLoS One 12, 1–25. doi:10.1371/journal.pone.0180442
  - **Martin A., Mohand A. 2010.** Valorisation de résidus de transformation industrielle des tomates. Mémoire ingénieur agronome, science alimentaire, université Saad Dahleb de Blida.
  - **Martin H., 2005.** Introduction au compostage agricole, Fiche Technique du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, Ontario, Mars 2005.
  - **Maystre Ly., 1994.** Déchets urbains, naturel et caractérisation, Lausanne., pp 01et 02
  - **Mazoyer, .2002.** La rousse agricole. Le monde agricole au XXIe siècle .Ed.
  - **Mbogning J. B., 2000.** Effet de la fumure organique et minérale sur la croissance et le rendement de trois variétés de morelle noire (*Solanumscabrum*) à Dschang. Mémoire d'ingénieur agronome. UDs. FASA.
  - **Mezouari F., 2011.** Conception et exploitation des centres de stockage des déchets en Algérie et limitation des impacts environnementaux. Thèse de doctorat. Ecole polytechnique D'Architecture et d'Urbanisme.
  - **Michaud L., 2007.** Tout sur le compost : le connaître, le faire, l'acheter et l'utiliser ÉdMulti Mondes.
  - **Michel F. C., C. A. Reddy. 1998.** Effect of oxygenation level on yard trimmings composting rate, odor production, and compost quality in bench-scale reactors. Compost Science & Utilisation, 6, 4:6-14.
  - **Michel F.C., Reddy C.A. L.J. 1995.** "Microbial- degradation and humification of the lawn care pesticide 2, 4- dichlorophenoxyacetic acid during the composting of yard trimmings. »Applied and Environmental Microbiology 61: 2566-2571.
  - **Miladi. 1970.** Introduction à la composition et la technologie de la tomate.INN Ed grand magreb, Tunisie, p. 99.
  - **-Miller E R., Appel L J., Risby TH., 1998.** Effect of dietary patterns on measures of lipid per oxidation results from a randomized clinical trial.98:23905.
  - **Miller E R., Appel L J., Risby TH., 1998.** Effect of dietary patterns on measures of lipid per oxidation results from a randomized clinical trial.98:23905.

- **Misra R.V., Roy R.N., Hiraoka H., 2005.** Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, Rome, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.51p.
- **Murat M., 1981.** Valorisation des déchets et de sous-produits industriels. Ed, Masson. Paris.326p.
- **Mustin M., 1987.** Le compost : gestion de la matière organique. Eds François Dubusc, 954p.
- **Naïka S., de Jeude J. L., de Goffau M., Hilmi M. et Dam B., 2005.** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Ed. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen. 105 p.
- **Navarro A., 1994.** Gestion et traitement des déchets. Techniques de l'ingénieur, traités généralités et construction, 32 p. Paradis O., Poirier M., Saint-pierre L. ,1983. Ecologie un monde à découvrir. Ed. HRW. Itée Montréal.371p.
- **Navarro A., Blanchard J.M., Bouster C., Gourdon, R., Manfe C., Maraval S., Mathurin D., Mehu J., Murat M., Naquin P., Perrodin Y., Revin P., Rousseaux P., Veron J., 1993.** Gestion et traitement des déchets, France, art. p.32
- **Ngnikam E et Tanawa E., 2006.** Les villes d'Afrique face à leurs déchets, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, p.280.
- **Normes FAO/OMS, 1984 dans les denrées alimentaires**
- **NZILA, J. D., WATHA-NDOUDY, N., et NTANGOU, M., 2007.** Impact de la fertilisation organique et minérale sur la production des cultures maraichères (Basella alba et Amaranthus cruentus) sur sols sableux de la région de Brazzaville (Congo). CRCRT, Congo-Brazzaville, pp87-88.
- **Owen, P. L., & Johns, T. (1999).** Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. Journal of ethnopharmacology, 64(2), 149-160.
- **Pfeiffer E., Koepff H., 1991.** Biodynamie et Compostage, 123p.
- **Philouze J., Hedde I., 1995 .**The tomato .scientific american, 59, 85-146p.
- **Polese J.M., 2007.**La culture de la tomate. Ed Artémis .95p.
- **Ramandeep K., Toor.Geoffrey P. Savage., 2005.** Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food Research International 38 (2005) 487-494.
- **Renaud V., 2006.** Les tomates qui ont du goût, Eugen Ulmer, Paris. Rice-Evans C., Miller N.Paganga G. (1997). "Antioxidant properties of phenolic compounds."Trends in Plant Science 2(4): 152-159.

- **Rey Y., et Costes C., 1965.** La physiologie de la tomate, étude bibliographique .INRA.111p
- **Riffaldi R. R., Levi-Minzi A. Pera, and M. de Bertoldi. 1986.** Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analyses. *Wastes management & research*, 4:387-396.
- **Sanchez-Monedero M.A., ROIG A., PAREDES C. & BERNAL M.P. (2001).** "Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, Ec and maturity of the composting mixtures." *Bioresource Technology* 78: 301-308.
- **Sawadogo H., Bock L., Lacroix D., Zombre N. P., 2008.** Restauration des potentialités des sols dégradés à l'aide du Zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina-Faso). *BASE*, 12 (3): 279- 290.
- **Shankara N., Joep Van Lidtde Jeudi, Gauffou M., Hilmi M., et VanDam B., 2005.** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Pays Bas : PROTA : 105p.
- **Shankara N., Lidt J F., Goffau M., Hilmi M., V. Damla B., 2005.** Culture de la tomate (production, transformation et commercialisation). Ed ISBN Agromisa . Germany.17, 70- 79, 82,85.
- **Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos., 1999.** «Analysis of total phenols and other oxidant substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu agent. *Methods Enzymol* 299: 152-178.
- **Snoussi A., 2010.** Étude de base sur la Tomate en Algérie. Rapport de mission .FAO. Rome. 53p.
- **Snoussi S. A., 2010.** Rapport de mission : Algérie-programme de coopération technique sur : l'étude de base sur la Tomate en Algérie. Univers Saad Dahlab de Blida.
- **Snoussi SA., 2010 .**Rapport de mission Etude de base sur la Tomate en Algérie P11-25.
- **Tejada., M., Hernandez M.T., Garcia C., 2006.** Application of two organic amendments on soil restoration: Effects on the soil biological properties. *J. Environ. Qual.* 35, p. 1010 – 1017
- **Terman. G.L., Soileau J.M., Allen S.E., 1973.** Municipal waste compost: effects on crop yields and nutrient content in greenhouse pot experiments. *J. Environ. Qual.*, 2, pp. 84-89

## Liste des références

---

- **Theuer R.C., 2006.** Les fruits et légumes biologiques ont-ils meilleur goût que les fruits et légumes conventionnels (Rapport sur l'état des connaissances scientifiques). The Organic Center. Pp : 9.
- **Vallini G., A. Pera., M. Vadrighi., F. Cecchi. 1993.** Process constraints in source-collected vegetable waste composting. Wat. Sci.Tech, 28, 2:229-236.
- **Vishnu P.G., Sabeha K.O., TONY, H., 2008.** Remediation of copper and cadmium in contaminated soil using compost within organic amendments, Water Air Soil Pollut., Springer Sci. + Business Média, p.14.
- **Wenzel E., Lajolo F.M., 2007.** Food composition and biodiversity. FAO International Expert Consultation. University of Sao Paulo. Brazil. Pp: 189.
- **Zella L., Smadhi D., 2009.** Micro-irrigation de la tomate sous serre. Université de Biskra. Publie par: Courrier du Savoir N°09. Pp: 119-126.
- **Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W (1999).** Research on antioxidant activity of flavonoids from natural materials. Food Chem. 64: 555-559.
- **Ziegler D., Héduit M. (1991).** Engrais de ferme, valeur fertilisante, gestion et environnement. ITCF, ITP, ITEB, France 35p.

### Site internet :

- <http://www.eurostat.org/>
- <http://www.faostat.fao.org/>
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Tomate>
- <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr>

*Liste des Annexes*

# Liste des annexes

---

## Liste des Annexes

**Annexe 01** : calcul de Ph du sol



**Annexe 02** : lecture de la CE à l'aide du conductimètre



**Annexe 03** : Analyseur de COT (Analyticjena) (original 2021)



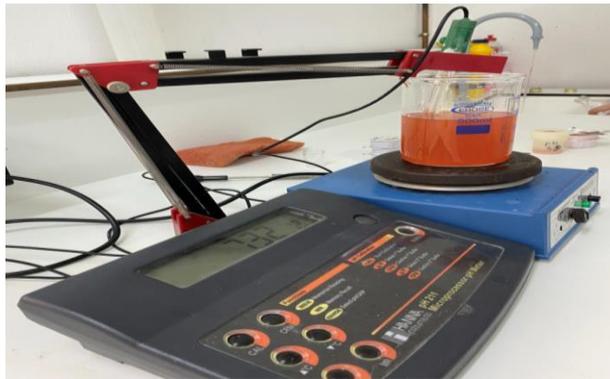
## Liste des annexes

---

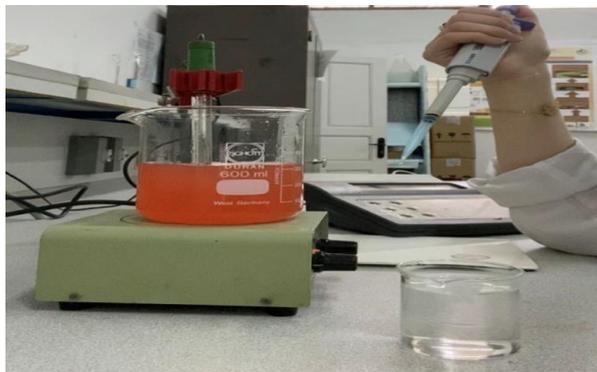
**Annexe 04** : Plaques alvéolées de 80 plantules de la tomate



**Annexe 05** : mesure du pH de sirop de la confiture



**Annexe 06** : neutralisation du sirop en l'aide du NaOH



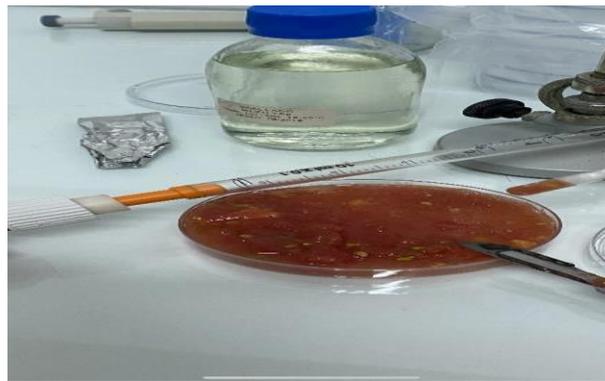
## Liste des annexes

---

**Annexe 07** : poudre de la tomate des 3 échantillons



**Annexe 08** : purée de tomate pour l'analyse bactériologique



**Annexe 09** : état de la tomate après 2 mois de la culture.



**Annexe 10** : état de la tomate dans le premier Jours de la récolte Le 03/06/2021

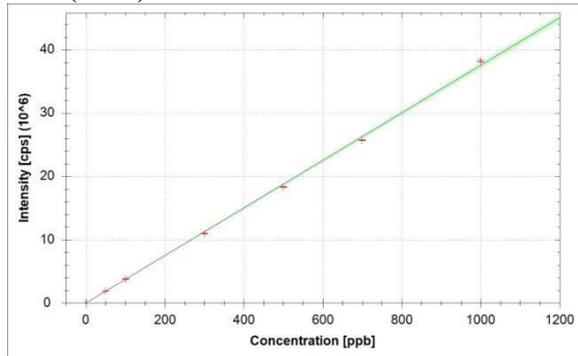


# Liste des annexes

## Annexe 11 : gamme d'étalonnage de dosage des traces des Métaux Lourds par l'analyse (ICP-MS)

### Calibration Curves :

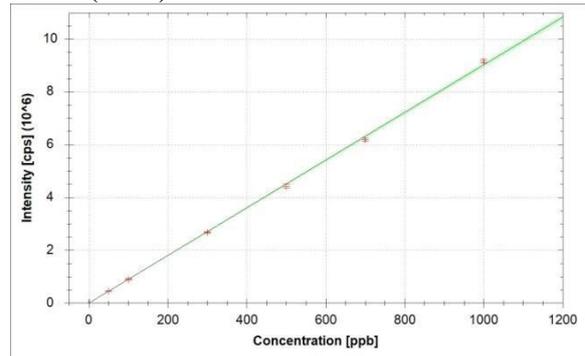
**<sup>52</sup>Cr(KED)**



$$f(x) = 37537.3673 * x + 4158.3609 \quad R^2 = 0.9992$$

BEC = 0.111 ppb  
LoD = 0.0090 ppb

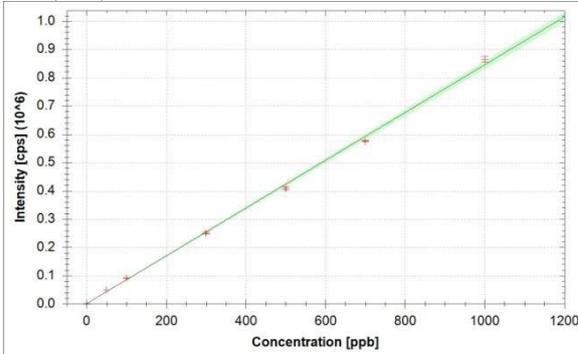
**<sup>55</sup>Mn (KED)**



$$f(x) = 9016.4495 * x + 1022.0423 \quad R^2 = 0.9994$$

BEC = 0.113 ppb  
LoD = 0.0089 ppb

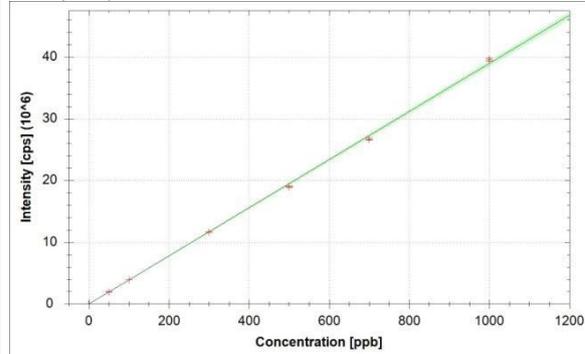
**<sup>57</sup>Fe(KED)**



$$f(x) = 844.4691 * x + 1306.0689 \quad R^2 = 0.9984$$

BEC = 1.547 ppb  
LoD = 0.1963 ppb

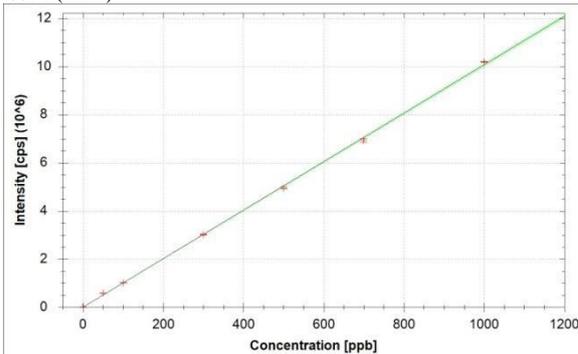
**<sup>59</sup>Co(KED)**



$$f(x) = 38965.7737 * x + 733.6886 \quad R^2 = 0.9992$$

BEC = 0.019 ppb  
LoD = 0.0026 ppb

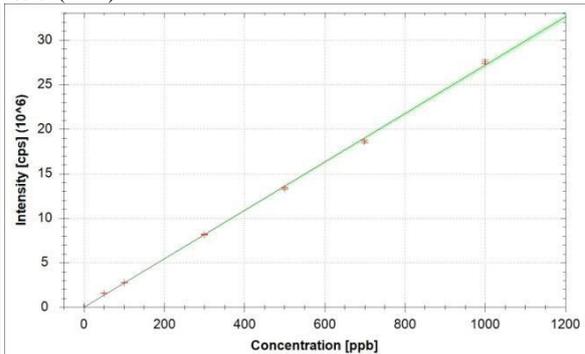
**<sup>60</sup>Ni (KED)**



$$f(x) = 10064.9765 * x + 8696.0385 \quad R^2 = 0.9995$$

BEC = 0.864 ppb  
LoD = 0.0615 ppb

**<sup>63</sup>Cu(KED)**



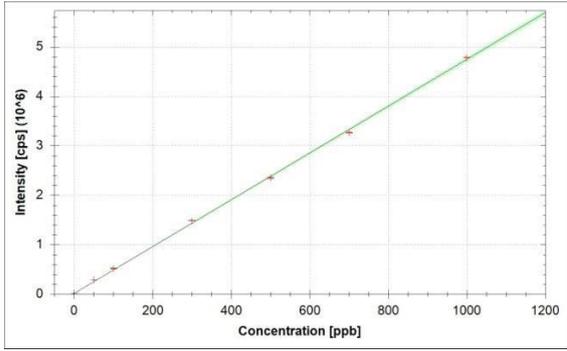
$$f(x) = 27154.3930 * x + 5628.2684 \quad R^2 = 0.9993$$

BEC = 0.207 ppb  
LoD = 0.0071 ppb

**<sup>66</sup>Zn(KED)**

**<sup>75</sup>As(KED)**

# Liste des annexes

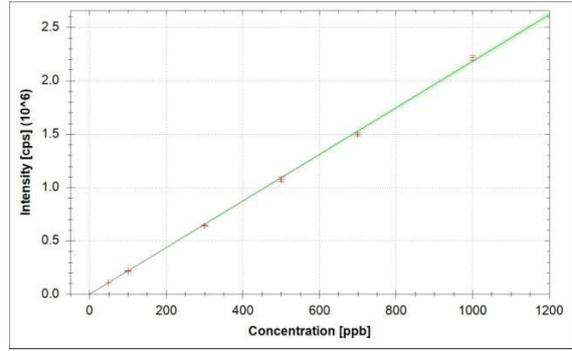


$$f(x) = 4728.3984 * x + 17388.0984 \quad R^2 = 0.9994$$

BEC = 3.677 ppb

LoD = 0.0494 ppb

111Cd (KED)

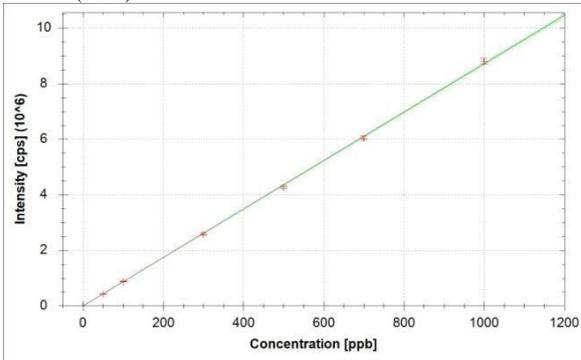


$$f(x) = 2181.7766 * x + 34.6667 \quad R^2 = 0.9994$$

BEC = 0.016 ppb

LoD = 0.0068 ppb

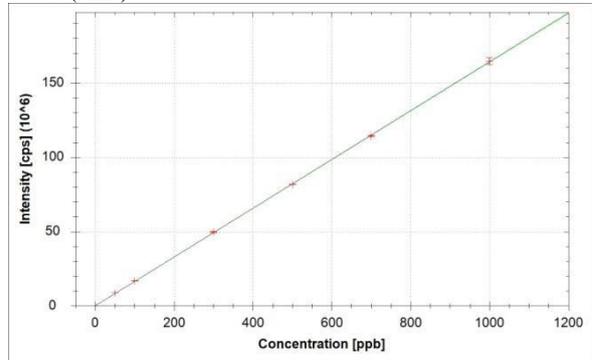
208Pb (KED)



$$f(x) = 8713.1715 * x + 119.0006 \quad R^2 = 0.9997$$

BEC = 0.014 ppb

LoD = 0.0023 ppb



$$f(x) = 164117.9686 * x + 36552.7525 \quad R^2 = 0.9999$$

BEC = 0.223 ppb

LoD = 0.0051 ppb