



République Algérienne Démocratique et Populaire

N série :.....

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمدة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

Effets d'utilisation aléatoire des pesticides sur la valeur nutritionnelle des tomates (*Solanum lycopersicum* L)

Présentés Par :

Melle MENNAI Khadidja

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. DJAHRA Ali Boutlilis	(MCA)	Université d'El Oued.
Examineurs :	Mr. ALIA Zaid	(MCB)	Université d'El Oued.
Promoteur :	Melle. GUEMMOUDA Messaouda	(MCB)	Université d'El Oued.

Année universitaire 2018/2019

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*À la personne sans qui, cette mémoire, ni rien d'autres, n'aurait été possible. Je veux bien entendu parler de mon père. Qui a attendu avec patience le fruit de ma bonne éducation, aucune dédicace ne saurait exprimer mon immense amour, mon profonde estime et ma reconnaissance pour tous les sacrifices consentis pour mon bonheur et ma réussite. C'est pour toi papa; **Youcef**.*

*À la femme qui ses paroles, ses prières et son "Doua'a" ont toujours été ma lumière dans les moments difficiles: ma mère; **Nadjet**. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers toi.*

*À ma belle sœur **Chaima**, pour son aide précieuse, son exigence, sa disponibilité, ses encouragements, et ses conseils très précieux. J'ai adoré partagé cette mémoire avec toi et parler de tomate et les pesticides pendant des heures. Et comme tu dis toujours "I love you; you know"*

*À mon grand frère **Ahmed**. Qui me beaucoup encouragé, aidé et soutenus durant les moments difficiles pendant la réalisation de ce travail.*

*À celle qui a été là chaque seconde, pour tous les bons moments et aussi les plus difficiles. **Atika**, ta bonne humeur, et ton soutien me donnent des ailes pour avancer. Tu es un cadeau précieux et je suis fière d'être ta sœur.*

*À mon cher frère **Abdessemed** : tu as le génie des révoltés et la folie des grands génies. je suis immensément reconnaissant pour m'aide*

*À ma tante "**Aicha**", je regrette de ne pas t'avoir parmi nous en ce moment tant attendu. Dans notre cœur et notre esprit en toute circonstance. (Allah yarhmak).*

*À ma formidable amie **Sirine**, qui avec elle j'ai partagé les souffrances et dépassé les obstacles, mais malgré ça nous avons passé des bons moments qui je les n'oublie jamais.*

Remerciements

*Tout d'abord je remercie **ALLAH** le Tout Puissant de m'avoir guidé durant toute cette année et m'a permis de réaliser ce travail en me donnant la force, la patience et la volonté*

*Je tiens à adresser mes remerciements à Melle. **GUEMOUDA Messaouda** Maître de conférence (B) à la faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'Université ECHAHID HAMMA LAKHDAR-El oued, ma promotrice qui m'a permis de réaliser ce travail dans les meilleures conditions. Ainsi que pour ses conseils, sa confiance, ses encouragements et le soutien m'a donné pour finir ce travail.*

Je tiens tout particulièrement à remercier les membres de jury :

*Monsieur **Docteur Ali Boutlilis DJAHRA** Maître de conférence (A) à la faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'Université ECHAHID HAMMA LAKHDAR-El oued de m'avoir fait l'honneur de présider le jury et évaluer ce travail*

*Monsieur **Mr ALIA Zaid** Maître de conférence (B) à la faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'Université ECHAHID HAMMA LAKHDAR-El oued d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Je remercie tous les enseignants de mon cursus universitaire qui ont contribué à ma formation.

Finalement, je remercie du fond du cœur toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé

Ce travail a été réalisé dans le cadre de protection de la santé humaine, pour faire des études comparatives de certains paramètres influence la qualité et d'identifier l'effet d'utilisation aléatoire des engrais et les pesticides sur la valeur nutritionnelle des tomates. Nous avons effectué une analyse phytochimique des feuilles de tomate sur trois échantillons: l'échantillon témoin, traité par les pesticides selon les normes et autre traité aléatoirement. Ce test a révélé la présence d'alcaloïdes, de tanins, de flavonoïdes, de terpènes, de saponines et de stéroïdes. En outre, le polyphénol a été trouvé: 14.56, 13.73 et 13.58 (mgEAG / mg par échantillon) respectivement. Le deuxième test en laboratoire était une analyse biochimique des feuilles de tomates et du fruit. En ce qui concerne les feuilles, nous avons étudié les activités antioxydants (CAT et GSH). Nous avons constaté que les valeurs suivantes pour le CAT: 132.11, 145.99 et 148.1 (Umoles / min / mg de protéines) dans les trois échantillons, respectivement. Les résultats du GSH étaient les suivants: 0.66, 0.65 et 0.57 (umoles / mg de protéines) dans les trois échantillons, respectivement. Pour comparer les valeurs nutritionnelles entre les échantillons, nous avons examiné la quantité totale de protéines et de sucre dans le fruit. Nous avons constaté que la valeur la plus élevée de protéines et de sucres dans le échantillon témoin était de 60.66 (ug / mg) et 0.17 (mg / g), contre 55.42, 51.86 (ug / mg) et 0.16, 0.13 (mg / g) dans échantillons selon le norme et aléatoires, respectivement.

Mots clés: Pesticides, stress oxydatif, valeur nutritionnelle, tomates

تم القيام بهذا العمل في إطار حماية صحة الإنسان ، لإجراء دراسات مقارنة لمعايير معينة تؤثر على الجودة وتحديد تأثير الاستخدام العشوائي للأسمدة والمبيدات الحشرية على القيمة الغذائية للطماطم. أجرينا تحليلًا كيميائيًا نباتيًا لأوراق الطماطم على ثلاث عينات: عينة التحكم ، التي عولجت بالمبيدات الحشرية وفقًا للمعايير وأخرى عولجت بشكل عشوائي. كشف هذا الاختبار عن وجود القلويدات، التانينات، الفلافونويدات، التربينات، السابونينات والستيرويدات. بالإضافة إلى ذلك ، تم العثور على البوليفينول: 14.56 ، 13.73 و 13.58 ملغ معبر بحمض الغاليك / مغ بالنسبة للمستخلص المنقوع لكل عينة على التوالي. وكان الاختبار المختبري الثاني هو التحليل الكيميائي الحيوي لأوراق الطماطم والفواكه. بخصوص الأوراق ، درسنا أنشطة مضادات الأكسدة (CAT) و (GSH). وجدنا أن القيم التالية لل (CAT): 132.11 ، 145.99 و 148.1 (ميكرومول/ دقيقة/ ملغ من البروتينات) في العينات الثلاث ، على التوالي. كانت نتائج (GSH): 0.66 ، 0.65 و 0.57 (ميكرومول/ ملغ من البروتينات) في العينات الثلاثة ، على التوالي. لمقارنة القيم الغذائية بين العينات ، درسنا الكمية الإجمالية للبروتين والسكر في الفاكهة. وجدنا أن أعلى قيمة للبروتين والسكريات في عينة التحكم كانت 60.66 (ميكروغرام / ملغ) و 0.17 (ملغم / غ) ، مقارنة بـ 55.42 ، 51.86 (ميكروغرام / ملغ) و 0.16 ، 0.13 (ملغم / غ) في العينات القياسية والعشوائية ، على التوالي.

الكلمات المفتاحية: تأثير المبيدات ، صحة الإنسان ، البيئة ، القيمة الغذائية ، الطماطم.

Abstract:

This study has been done in the framework of human health protection, to make comparative studies of certain parameters influences the quality and to identify the effect of random use of fertilizers and pesticides on the nutritional value of tomatoes. At first, we conducted a phytochemical analysis of the tomato leaves on three samples: the control sample, treated with pesticides according to the standards and another randomly treated. This test revealed the presence of: alkaloids, tannins, flavonoids, terpenes, saponins and sterols. In addition, the polyphenol was found: 14.56, 13.73 and 13.58 (mgEAG / mg per sample) respectively. The second laboratory test was a biochemical analysis of tomato leaves and fruit. Regarding the leaves, we studied antioxidant activities (CAT and GSH). We found that the following values for CAT: 132.11, 145.99 and 148.1 (Umoles / min / mg protein) in the three samples, respectively. The GSH results were: 0.66, 0.65 and 0.57 (umol / mg protein) in the three samples, respectively. To compare nutritional values between samples, we examined the total amount of protein and sugar in the fruit. We found that the highest value of protein and sugars in the control sample was 60.66 (ug / mg) and 0.17 (mg / g), compared to 55.42, 51.86 (ug / mg) and 0.16, 0.13 (mg / g). in standard and random samples, respectively.

Keywords: Pesticides impact, human health, environment, nutritional value, tomatoes.

LISTE DES ABREVIATIONS

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius

A : Échantillon de tomates traitées par les pesticides aléatoirement

AFNOR: Association Française de Normalisation.

ANOVA: Analysis of Variance

ASS: Acide Sulfosalicylique

BBC: Coomassie Brilliant Blue R-250

BSA: Bovine serum albumin.

Ca : Calcium

Ca Co₃: Carbonates de calcium

CaCO₃ : carbonate de calcium

CAT: Catalase.

CE: Conductivité électrique

DO: Densités optiques

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

Fig : Figure

g : Gramme

GSH: Glutathion

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

M: Molarité

MF: Matière fraîche

Mg de prot: mg de protéines.

mg EAG/g d'extrait : mg équivalent en acide gallique par g d'extrait.

min : Minute.

ml : Millilitre.

mm : millimètre.

mmol: Millimole

MO : matiere organique

MS: Matière sec

N : Échantillon de tomates traitées par les pesticides selon les normes

pH: Potentiel d'hydrogene

R(%):Rendement

ROS: Réactives de l'oxygène

SOD: Superoxyde dismutase

T : Échantillon de tomates non traitées par les pesticides (témoin)

T: Température

tr/min : Tour par minute.

UV-VIS : Ultra-Violet Visible

μ: Micron

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 01	Système racinaire de la tomate	08
Figure 02	Tige de tomate	09
Figure 03	Feuille de tomate	09
Figure 04	Fleur de tomate à l'anthèse	10
Figure 05	Coupe longitudinale d'une fleur de tomate montrant les différentes structures telles que l'ovaire, les étamines, le pistil, les pétales et les sépales	10
Figure 06	Coupes transversale (a) et longitudinale (b) d'un fruit de tomate à maturité	11
Figure 07	Coupe longitudinale d'une fleur de tomate	13
Figure 08	Différentes formes de tomates utilisées pour décrire une variété	13
Figure 09	Systèmes de défense contre les radicaux libres.	24
Figure 10	Eclatement des fruits de la tomate	27
Figure 11	Adulte de <i>Tetranychusurticae</i>	28
Figure 12	situation géographique de la région d'El Oued	31
Figure 13	Répartition des enquêtés selon l'utilisation de moyen de protection	41
Figure 14	Les pesticides plus utilisés dans la région d'el Oued	45
Figure 15	Répartition des enquêtés selon l'utilisation de tomate	46
Figure 16	Répartition des enquêtés selon les maladies.	47
Figure 17	Résultat de la mesure de PH	48
Figure 18	Résultat d'analyse de conductivité	49
Figure 19	Résultat de pourcentage Taux de calcaire	51
Figure 20	Contenue de sucres solubles des feuilles des trois échantillons de tomate.	52
Figure 21	Contenue de protéine des feuilles des trois échantillons de tomate.	53
Figure 22	Activité de catalase des trois échantillons de tomate	54
Figure 23	Activité du glutathion (GSH) des trois échantillons de tomate.	55
Figure 24	Contenu de protéines dans les fruits des trois échantillons de tomate.	56
Figure 25	Contenu de sucres solubles dans les fruits des trois échantillons de tomate.	57
Figure 26	Contenu de Polyphénol dans les trois échantillons de tomate.	60

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	Teneurs des constituants majoritaires de la tomate (pour 100g de produit frais).	16
Tableau 02	Production mondiale de la tomate (2008-2018)	19
Tableau 03	La gamme de pH des sols selon (Le référence pédologique, 1995).	33
Tableau 04	Echelle de salinité du sol	34
Tableau 05	Classification des sols d'après leurs teneurs en calcaire	35
Tableau 06	Répartition des enquêtés selon les maladies	41
Tableau 07	Les différents pesticides de tomates utilisent par les agriculteurs	43
Tableau 08	Pourcentage de l'extrait brut aqueux des feuilles de tomates des échantillons étudiés	57
Tableau 09	Différents composants secondaires dans les feuilles des tomates	58

Sommaire

Titre	Page
Dédicace	
Remerciement	
Résumé et mots clés	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	
Partie Bibliographique	
Chapitre I : Généralité sur le sol	
Généralité et structure du sol	03
I.1. Définition du sol	03
II. Propriétés physicochimiques du sol	04
II.1. Propriétés physiques du sol	04
II.1.1. Structure	04
II.1.2. Texture	04
II.1.3. Porosité	05
II.1.4. Connectivité	05
II.2.1. Ions	05

II.2.2. Complexe argilo-humique	05
II.2. 3. Capacité d'échange cationique	06
II.2. 4. Taux de saturation en cations basiques	06
II.2.5. pH	06
Chapitre II : Généralité sur la tomate	
I. Généralités	07
II. Description botanique	07
II.1. Racines	08
II.2. Tiges	08
II.3.Feuilles	09
II.4.Fleurs	09
II.5.Fruits	10
II.6. Graines	11
III. Biologie	12
IV. Caractéristique du fruit mature	14
V. Importance nutritionnelle	14
V.1. Composition des feuilles	14

V.2. Composition des fruits	15
V.2.1. Constituants majeurs	15
V.2.2. Constituants mineurs	15
V.3. Qualité et valeur santé du fruit	18
VI. Production de la tomate	18
VI.1. Production mondiale de la tomate	18
VI.2. Production de la tomate en Algérie	20
Chapitre III : Métabolites chez les plantes	
I. Métabolites primaires et secondaires chez les plantes	21
I.1. Métabolites primaires	21
I.2. Métabolites secondaires	21
I.2.1. Composés phénoliques (ou polyphénols)	21
II. Activité antioxydant	22
II.1. Radicaux libres	22
II.2. Antioxydant	22
II.2.1. Antioxydants primaires	23

II.2.2. Antioxydants secondaires	23
Chapitre IV : Maladies de la tomate	
I. Exigences climatiques de la tomate	25
II. Maladies de la tomate	26
II.1. Alternariose	26
II.2. Mildiou	26
II.3. Fentes de croissance	26
II.4. Adventices	27
II.5. Noctuelle de la tomate	27
II.6. Pucerons	27
II.7. Thrips	27
II.8. Mineuse de la tomate	28
II.9. Acariens	28
II.9. Virus	29
III. Lutte contre les ravageurs et les maladies de la tomate	29
III.1. Pesticides	29
III.2. Effets des pesticides sur la santé humaine	29
Partie pratique	
Chapitre I : Matériels et méthodes	

I. Situation géographique de la région d’El Oued	31
II. Enquête	32
III. Détermination des paramètres physico-chimiques du sol	32
III.1. Préparation des échantillons étudiés	32
III.2. Détermination du pH	32
III.3. Détermination de la conductivité électrique	33
III.4. Détermination du taux de calcaire	34
IV. Paramètres physiologiques de tomate	35
IV.1.Contenu biochimiques des feuilles	35
IV.1.1. Dosage des sucres solubles	35
IV.1.2. Dosage des protéines totales	36
IV.1.3. Dosage des antioxydants	36
IV.1.3.1. Dosage de l'activité de la catalase(CAT)	36
IV.1.3.2. Dosage du glutathion réduit (GSH)	36
IV.2. Analyses phytochimiques	38
IV.2.1. Préparation des extraits aqueux	38
IV.2.2. Alcaloïdes	
IV.2.3.Tannins	
IV.2.4. Flavonoïdes	39

IV.2.5. Saponines	39
IV.2.6. Sucres réducteurs	40
IV.2.7. Terpénoïdes	40
IV.2.8. Stéroïdes	40
IV.2.9. Dosage des composés phénoliques totaux des extraits	40
Chapitre II : Résultats et discussion	
I.1 Résultats et discussion d'enquête	41
I.1.1 Enquête d'agriculteurs	41
I.1.2 Enquête des vendeurs	43
I.1.3 Enquête des consommateurs	46
II. Résultats et discussion de tomate	47
II.1 Caractérisation physico-chimique des sols	47
II.1.1 pH	47
II.1.2 Conductivité électrique	49
II.1.3 Taux de calcaire	50
II. 2 Paramètres physiologiques de tomate	51
II.2.1 Contenu biochimiques	51
II.2.1.1 Contenu biochimiques des feuilles	51
1. Sucres totaux dans les feuilles	51
2. Dosage de protéines totales dans les feuilles	52
3. Dosage des antioxydants	53
3.1. Activité enzymatique de la Catalase(CAT)	
3.2. Taux de glutathion réduit (GSH)	54

II.2.1.2 Contenu biochimiques des fruits	55
1. Protéines dans les fruits	55
2. Sucres totaux dans les fruits	56
III. Analyses phytochimiques dans les feuilles	57
1. Rendement des extraits aqueux des feuilles	57
2. Tests phytochimiques des feuilles	58
3. Dosage des polyphénols totaux	59
Conclusion général	61
Références	
Annexes	

Introduction générale

Introduction générale

Les fruits et légumes sont d'une importance vitale pour maintenir un régime alimentaire sain et réduire le risque de nombreuses maladies. Ils ont mis en évidence un grand nombre d'études qui prouvaient déjà qu'une alimentation riche en fruits et légumes variés pouvait réduire les risques de maladies cardiovasculaires, de tension artérielle, de cancer, de diabète, de poids, de santé gastro-intestinale et de vision (**Muraki et al., 2013 ; Mursu et al., 2013 ; Wang et al., 2014; Yokoyama et al., 2014; Farvid et al., 2016, Farvid et al., 2018; Harvard, 2019**). L'importance des fruits et des légumes dans notre pratique alimentaire tient principalement à leur richesse en vitamines, minéraux, composés phytochimiques et en fibres alimentaires (**Slavin & Lloyd, 2012**). Certaines espèces comme le brocoli, les épinards, l'ail et les tomates ont été reconnues comme étant un super aliment en raison de leurs avantages supplémentaires (**Dairy Council of California [DCC], 2019**).

Les tomates sont des sources importantes de caroténoïdes, fournissant environ 80% de l'apport quotidien en lycopène, folate, acide ascorbique, flavonoïdes, a-tocophérol et potassium (**Erba et al., 2013**). Les tomates sont également riches en vitamine C et en composés phénoliques, dont les avantages pour la santé humaine et la prévention de certaines maladies sont indéniables (**Willcox et al., 2003**). À l'échelle mondiale, le développement agricole était encadré par les politiques des Nations Unies visant à réduire la pauvreté et la malnutrition dans les pays en développement et à fournir de la nourriture et du bétail pour le monde. La vision des Nations Unies pour 2015 a déjà vu certains progrès en ce qui concerne cet objectif, sauf dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, dont la pauvreté reste un sujet de grave préoccupation (**FAO, 2002**).

Le développement de l'agriculture à El Oued n'est pas différent du reste des pays du monde. L'investissement du gouvernement dans la Wilaya pour faire progresser l'agriculture visait en premier lieu à stimuler l'économie. La région a connu une accélération du passage d'un secteur agricole très traditionnel et rural doté d'outils primitifs à une agriculture apparemment avancée (**Mebarki, 2015**). Cette évolution résulte de l'expansion des terres agricoles entre 2000 et 2014, avec la création de 41 concessions agricoles pour 2215 bénéficiaires (**Wilaya El Oued,**

2015). La wilaya a contribué massivement à l'économie nationale en dirigeant le pays dans la production de pommes de terre en particulier et en concurrençant les autres wilayas dans la production de tomates et d'autres produits (DAA, 2014).

L'aidé de cette recherche est commencé à partir des observations dans notre région sur les excès des agriculteurs utilisant différents types de produits chimiques sur les légumes et les fruits plantés.

Il n'y avait aucun respect des doses fixées dans les normes concernant les pesticides qui traitent différentes maladies. Ces observations ont commencé à se transformer en inquiétudes après la propagation inexplicable du cancer dans notre région, qui a coïncidé avec le développement agricole de la Wilaya d'El Oued.

Ce travail a été réalisé dans le cadre de protection de la santé humaine, pour faire des études comparatives de certains paramètres influence la qualité et d'identifier l'effet d'utilisation aléatoire des engrais et les pesticides sur la valeur nutritionnelle des tomates.

Ce travail va diviser en deux parties ; la première sacrifié pour les informations bibliographiques basées sur les tomates, leurs métabolites primaires et secondaires, leurs milieu de vie, les maladies atteintes les tomates, les bio marqueurs de stress. La deuxième est sacrifiée pour les différentes méthodes expérimentales utilisées dans notre travail et en termine par la présentation des résultats obtenus avec les différentes interprétations, et en fin une conclusion générale.

Partie

Bibliographique

Chapitre I :

Généralité sur le sol

I. Généralité et structure du sol

Les sols sont des systèmes multiphasiques complexes et hétérogènes, composés d'air, d'eau et de solide (sable, limon, argile, matière organique (MO), nutriments, écosystèmes...etc.) en outre, les sols sont des médias ouverts et dynamiques, échangeant de la matière et de l'énergie avec l'atmosphère, la biosphère et l'hydrosphère (**Sposito, 1997**), ils doivent accomplir cinq fonctions principales de base :

- Offrir un habitat physique, chimique et biologique pour les organismes vivants;
- Réguler les flux d'eau, le stockage et le recyclage des cycles des nutriments et d'autres éléments.
- Maintenir les activités et diversités biologiques pour subvenir à la croissance des plantes et la productivité des animaux;
- Filtrer, tamponner, transformer, immobiliser et détoxifier les substances organiques et inorganiques;
- Fournir un support mécanique aux organismes vivants et à leurs structures (**Nortcliff, 2002**).

I.1. Définition du sol

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre, présentant une épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organiques, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (**Glossary, 1965; Legros, 2007**).

Qui est dénommée couverture pédologique, est la résultante au cours du temps de plusieurs facteurs:

- ❖ La roche-mère sur laquelle s'est développé;
- ❖ Environnementaux tels que le climat, le relief et la végétation (**Duchaufour, 1984; Boulaine, 1989**).

II. Propriétés physicochimiques du sol

II.1. Propriétés physiques du sol

II.1.1. Structure

La structure d'un sol est l'assemblage, a un moment donné, de ses constituants solides. La stabilité structurale dépend de la matière organique des sols. Le complexe argilo-humique joue un rôle structural, ce rôle est plus ou moins important selon les teneurs en eau du sol et varie en fonction du type d'argile. La matière organique augmente la stabilité des agrégats. Une mauvaise structure peut donc empêcher l'écoulement des eaux dans le sol, les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Une bonne structure va assurer une grande facilité de circulation d'eau, donc laisse s'écouler l'excès, assure une bonne aération des racines, une bonne germination, une pénétration profondes des racines et une bonne exploration par les racines des ressources nutritives du sol (**Soltne, 2004**).

II.1.2. Texture

La texture du sol est à la base de toutes les autres propriétés, c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine (**Gobat, 2010**).

La texture constitue un caractère fondamental du sol, car elle influe sur :

A. Perméabilité du sol à l'eau et à l'air

La perméabilité est indépendante du taux de la matière organique. Le critère tenu pour mesurer la perméabilité est la vitesse de percolation de l'eau exprimée en Cm³/h. Le taux élevé de la matière organique n'implique pas forcément une bonne perméabilité (**Redlich,1975**). Cependant, son degré de décomposition a une influence sur cette dernière; plus la matière organique est décomposée, plus la perméabilité est faible et vice-versa.

B. Rétention de l'eau

Sous forme de vapeur ou liquide, l'eau occupe environ un quart du volume d'un sol, quand ce dernier est saturé, l'eau qui percole à travers une tranche du sol le fait sous l'influence de la gravité (**Emilian, 2004**).

La teneur en air est complémentaire de la teneur en eau, puisque ces deux fluides se partagent l'espace poral (**Blanc, 1985**).

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

II.1.3. Porosité

La porosité d'un sol est une grandeur physique qui exprime le rapport entre le volume occupé par ses pores et son volume totale. Considérons un échantillon de matériau terreux. Soient v_a le volume total de cet échantillon qui est qualifié d'apparent puisque c'est le volume qui est directement aperçu et v_s le volume occupé par les particules du sol. La porosité totale θ_t est définie par l'équation (Calvet, 2003).

$$P_t = (1 - v_s)/v_a$$

P_t: Porosité Total

V_s : Volume Solide

V_a : Volume Apparent

II.1.4. Connectivité

Elle exprime l'importance des connexions entre les pores qui est un déterminant de la continuité de la phase gazeuse, donc de l'écoulement de l'air (Boudouch, 2009).

II.2. Propriétés chimiques du sol

Le sol est une matrice réactive qui est composée d'éléments chargés, minéraux et organiques. Ces éléments interagissent entre eux et confèrent au sol des propriétés chimiques qui interviennent, entre autres, dans la nutrition des plantes.

II.2.1. Ions

Les ions présents dans les sols proviennent essentiellement des processus de dégradation de la roche mère et de minéralisation de la matière organique. Ils peuvent également être introduits par l'intermédiaire de fertilisants chimiques et d'amendements organiques.

II.2.2. Complexe argilo-humique

Le complexe argilo-humique (CAH), ou complexe adsorbant est le résultat de l'association de l'humus et des argiles. Ces deux substances s'associent par l'intermédiaire de ponts calciques, de ponts constitués d'hydroxydes de fer et d'aluminium et de ponts aluminium positionnés aux points de rupture des feuillets d'argile. Le CAH présente une charge globale

négative qui lui permet de fixer des cations, et dans une moindre mesure des anions. Les ions sont retenus sous forme échangeable et sont en équilibre avec la solution du sol. Lorsque la concentration en ions est modifiée dans la solution du sol (prélèvement par les racines des plantes, par exemple), certains ions fixés sur le CAH passent en solution (désorption) et sont remplacés par d'autres ions présents auparavant dans la solution du sol (adsorption) (**Gobat *et al.*, 2010**).

II.2. 3. Capacité d'échange cationique

La capacité d'échange cationique (CEC) est la quantité totale de cations qu'un poids déterminé de sol (habituellement 100 grammes) peut adsorber sur son complexe argilo humi que et échanger avec la solution du sol dans des conditions de pH données. Autrement dit, c'est la somme des charges négatives du sol disponible pour la fixation des ions H^+ et Al^{3+} ainsi que les cations basiques Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+ . La CEC dépend donc de la nature des colloïdes présentant un nombre variable et spécifique de sites négatifs et, bien sûr, du pH du sol (**Gobat *et al.*, 2010**).

II.2. 4. Taux de saturation en cations basiques

Le taux de saturation est le rapport entre la somme des cations basiques échangeables divisé par la CEC. Pour une même valeur de la CEC, le taux de cations basiques peut varier d'un sol à l'autre en fonction de la composition chimique de la roche mère, de l'ajout de fertilisant et du lessivage du sol (**Gobat *et al.*, 2010**).

II.2.5. pH

L'acidité, exprimée par le pH, est définie par la concentration d'ions H^+ qui sont fixés sur le CAH ou en mouvement dans la solution du sol. L'alcalinisation d'un sol se traduit généralement, pour les colloïdes négatifs, par une augmentation des charges négatives ce qui tend à accroître la CEC. Inversement, l'acidification du sol se traduit par une diminution de la CEC du sol (**Gobat *et al.*, 2010**).

Chapitre II :

Généralité sur la

tomate

I. Généralités

La tomate (*Solanum lycopersicum L.*) est une espèce de plante herbacée de la famille des solanacées, originaire du nord-ouest de l'Amérique du Sud, largement cultivée pour son fruit **(Chanforan, 2010)**. Le terme désigne à la fois la plante et le fruit charnu qui, bien qu'il soit biologiquement un fruit, est considéré comme un des légumes les plus importants dans l'alimentation humaine **(Ranc, 2010)**. À l'échelle mondiale, la production annuelle de tomates fraîches s'élève à environ 160 millions de tonnes. En comparaison, trois fois plus de pommes de terre et six fois plus de riz sont cultivées dans le monde **(FAO, 2016)**.

La tomate se consomme, soit cru, en mélange avec d'autres ingrédients ou en jus, soit cuit sous la forme de préparations variées à partir de produits frais ou transformés industriellement. De cela se dégagent deux grands types de cultures de la tomate : la culture de frais, réalisée en général sous abris et récoltée manuellement et la culture d'industrie, réalisée en plein champs et récoltée mécaniquement **(Ranc, 2010)**. Compte tenu de son importance économique, elle est l'objet de nombreuses recherches scientifiques et est considérée comme une plante modèle pour les études scientifiques sur les fruits charnus **(Chanforan, 2010)**.

La tomate est un aliment diététique riche en eau et pauvre en calories, le fruit renferme aussi beaucoup d'éléments minéraux et de vitamines, dont la plus importante en quantité est la vitamine C (ou acide ascorbique). Lorsque le fruit est mûr, il contient aussi des pigments de la famille des caroténoïdes. Le β -carotène possède une activité de provitamine A. Le lycopène, aussi présent en grande quantité dans le fruit mûr (entre 3 et 8 mg/100 g de matière fraîche) mais surtout dans les concentrés de tomate (30 mg pour 100 g de concentré), joue un rôle d'anti-oxydant dans l'alimentation humaine et la prévention de certains cancers. Son importance économique ainsi que la disponibilité d'importantes ressources génomiques et génétiques pour cette plante, font d'elle, un modèle pour l'étude des solanacées et pour les études sur le développement du fruit charnu **(Ranc, 2010)**.

II. Description botanique

La tomate (*Solanum lycopersicum L.*) est une plante climactérique, diploïde à $2n=24$ chromosomes, qui appartient à l'ordre des solanales et à la famille des solanacées. C'est une

plante herbacée, vivace à l'état naturel, et annuelle en culture (**Bénard, 2009**), la tomate appartient à la classification suivante :

Règne.....Plantae.
Sous règne.....Trachenobionta.
Division.....Magnoliophyta.
Classe.....Magnoliopsida
Sous classe.....Asteridae.
Ordre.....Solonales.
Famille.....Solanaceae.
Genre.....*Solanum ou Lycopersicon*
Espèce.....*Lycopersicon esculentum*Mill (**Bouzaata, 2016**)

II.1. Racines

Le système racinaire est puissant, très ramifié à tendance fasciculée. Il est de type pivotant important qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus (figure 01). La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventives (**Bouzaata, 2016**)

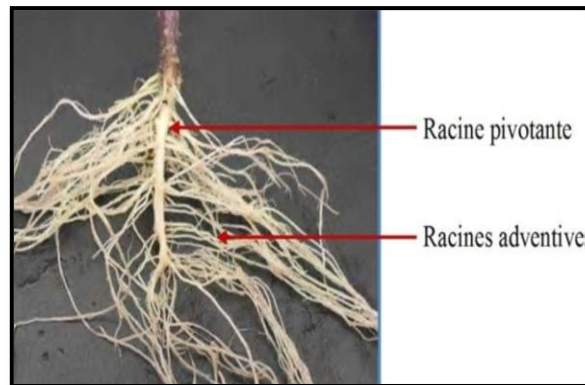


Figure 01: Système racinaire de la tomate (Bouzaata, 2016).

II.2. Tiges

Elles sont vertes, épaisses aux entre-nœuds. Elles disposent de deux types de poils blanchâtres : des poils simples et des poils glanduleux qui contiennent une huile essentielle, qui donne l'odeur de la tomate et la coloration verte. Elles portent les feuilles, les fleurs et les fruits. Une tige peut porter de nombreuses ramifications (appelées axillaires) et a une croissance indéterminée ou déterminée selon les variétés (**Bouzaata, 2016**) (figure 02).



Figure 02: Tige de tomate (Bouzaata, 2016)

II.3.Feuilles

Les feuilles sont composées de 5 à 7 folioles principales, Elles ont une disposition alterne sur la tige, longues de 10 à 25cm et d'un certain nombre de petites folioles intercalaires ovales, un peu dentées sur les bords. Elles sont souvent repliées en forme de cuillères ou même à bords roulés en dessus (**Bouzaata, 2016**)(figure 03).



Figure 03: Feuille de tomate (Bouzaata, 2016).

II.4.Fleurs

Les fleurs de la tomate sont des organes bisexués. Elles sont hermaphrodites et autofécondes et regroupées sur le même pédoncule en bouquet lâche en inflorescence formant des grappes plus ou moins bifurquées de 3 à 8 fleurs chez les variétés fixées et au-delà chez les hybrides.

Le tube du calice est court et velu, comporte 5 sépales, il est persistant après la fécondation et subsiste au sommet du fruit. Androcée comporte 5 étamines latérales, les anthères allongées forment un cône resserré autour du pistil ; celui-ci est constitué de deux carpelles soudés formant un ovaire super biloculaire à 2 loges et à placenta. En général la formule florale de la fleur est la suivante : 5 sépales + 5 pétales + 5 étamines + 2 carpelles (**bouzaata, 2016**) (figures 04, 05).

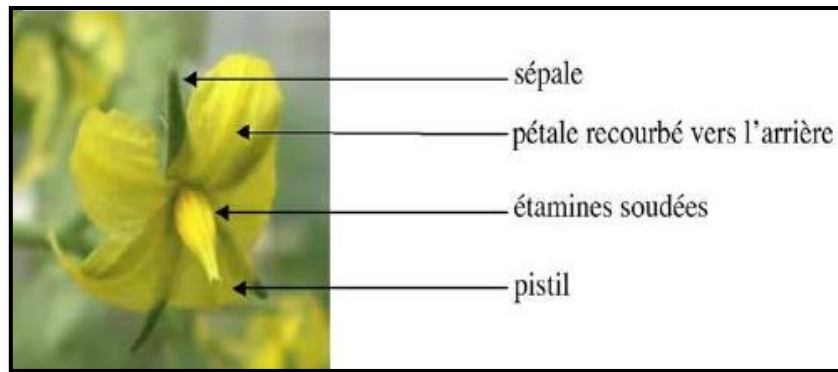


Figure 04: Fleur de tomate à l'anthèse (Bouzaata, 2016)

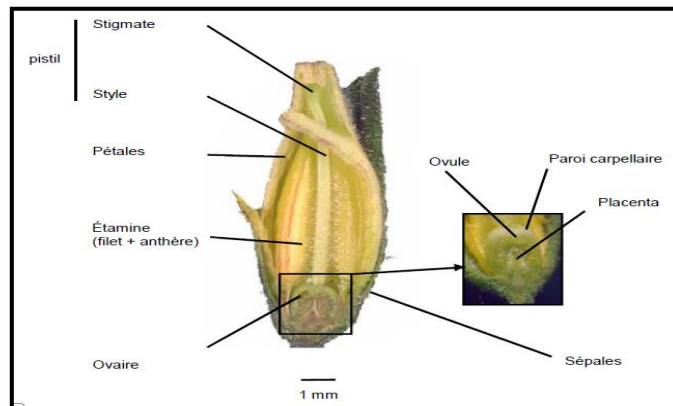


Figure 05: Coupe longitudinale d'une fleur de tomate montrant les différentes structures telles que l'ovaire, les étamines, le pistil, les pétales et les sépales (Petit, 2013)

II.5.Fruits

Le fruit est une baie plus ou moins grosse (fig8), avec épiderme lisse brillant de forme variable (sphérique, oblongue, allongée), et de couleurs variées (blanches, rose, rouge, jaune, orange, verte, noire) selon les variétés (**Bénard, 2009 ; Bouzaata, 2016**).

Le fruit de tomate est composé du péricarpe (peau et partie charnue) et de la pulpe (placenta et graines) qui renferme les graines (figure 6). Le péricarpe provient de la différenciation des parois carpellaires de l'ovaire. Il peut être divisé en péricarpe externe, péricarpe radial ou « septum » (qui divise le fruit en plusieurs locules) et péricarpe interne ou « columelle ». Le péricarpe externe est constitué de l'épicarpe (peau du fruit), du mésocarpe (partie charnue) et de l'endocarpe qui délimite les locules. L'épicarpe est composé d'une couche

externe, l'épiderme, recouverte en surface d'une cuticule lipidique, et de 2 à 4 couches internes de cellules, l'hypoderme.

Le placenta, à partir duquel se développent les ovules, évolue et s'étend dans les locules. Dans le fruit immature, le placenta est ferme et compact puis progressivement, à partir du stade Mature Green (MG), les parois des cellules placentaires sont dégradées. Le tissu loculaire devient alors gélatineux et homogène (on le désigne sous le terme de gel) et il finit par remplir la cavité loculaire. Les ovules fécondés vont évoluer pour donner naissance aux graines dans lesquelles va se former l'embryon. Les tissus vasculaires s'organisent en 2 réseaux distincts. Le premier part du pédicelle à travers le péricarpe externe de manière plus ou moins parallèle à la périphérie du fruit, le second passe à travers la columelle et le péricarpe interne pour se diriger vers les grains (**Ranc, 2010 ; Petit, 2013**).

II.6. Graines

Les graines sont nombreuses, réparties dans des loges remplies de gel (figure 06). En forme de rein ou de poire, poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large. Elles sont recouvertes d'un mucilage, L'embryon est enroulé dans l'albumen. Le poids de mille graines est en moyenne de 3 g. Le cycle de la graine à la graine, est variable selon les variétés et les conditions de culture, il est en moyenne de 3.5 à 4 mois (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit) (**Bouzaata, 2016**).

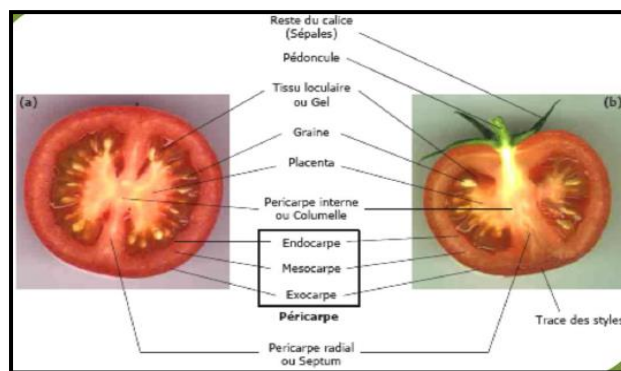


Figure 06: Coupes transversale (a) et longitudinale (b) d'un fruit de tomate à maturité (Bouzaata, 2016).

III. Biologie

La tomate est une plante à croissance indéterminée (tige monopodiale), mais il existe certaines variétés à croissance déterminée (tige monopodiale puis sympodiale après 4 ou 5 feuilles). Le type de croissance déterminée a permis le développement de la récolte mécanisée, impossible sur les autres variétés qui doivent être tuteurées. Les feuilles sont alternes, composées, imparipennées (nombre impair de foliole) et comprennent 5 à 7 folioles aux lobes découpés. L'appareil reproducteur est formé par des inflorescences de type déterminé. La tomate est généralement autogame mais des allofécondations sont possibles.

Les fleurs (Figure 07) sont hermaphrodites et actinomorphes. Le calice compte cinq sépales ou plus, de couleur verte. La corolle compte autant de pétales que de sépales, soudés à la base. L'androcée compte cinq étamines ou plus, à déhiscence latérale, introrses. Les anthères allongées forment un cône resserré autour du pistil. Ce dernier est constitué de plusieurs carpelles soudés, formant un ovaire supère biloculaire ou multiloculaire et à placentation centrale. Selon le cultivar et les conditions environnementales, le style peut être en position interne dans le cône d'étamine (fleur brévistyle), affleurant, ou dépasser légèrement (fleur longistyle). Cette caractéristique va jouer sur la possibilité du cultivar à subir des intercroisements naturels. En culture sous abris, la pollinisation est assurée par des bourdons d'élevage la *Bombus terrestris* (le bourdon terrestre, est un insecte hyménoptère de la famille des *Apidae* (de *Apis*: abeille), Il recrée de nouvelles colonies tous les ans, établies sous la terre) ou par vibrage manuel des fleurs. En plein champ, le vent assure le vibrage des fleurs et permet la fécondation. En milieu naturel, une abeille de la famille des *Halictidae* (*Augochloropsis signata*) a été décrite comme pollinisateur naturel potentiel (**Ranc, 2010**).

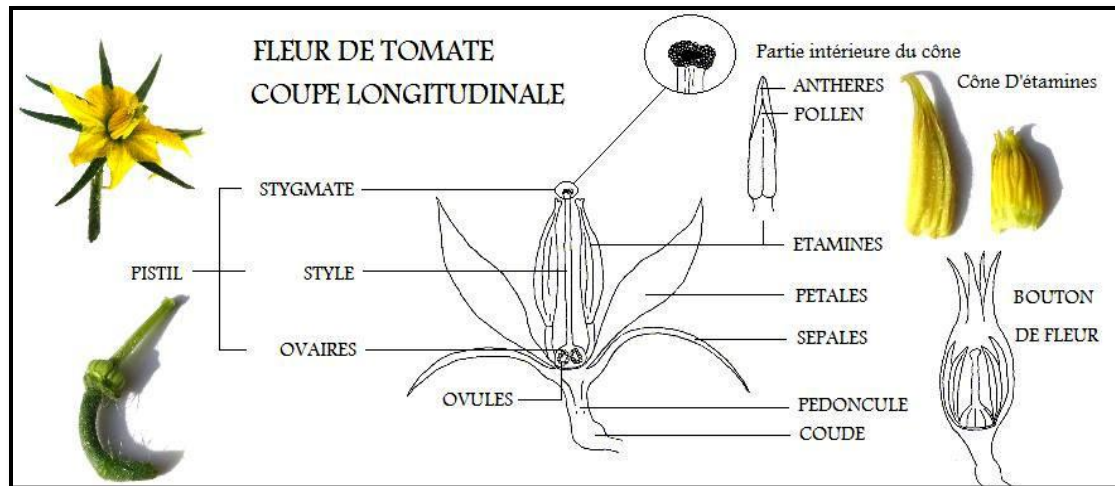


Figure 07: Coupe longitudinale d'une fleur de tomate (Ranc, 2010).

Les fruits charnus sont des baies présentant deux ou plusieurs loges. Ils peuvent peser de quelques grammes à près de deux kilogrammes. Leur forme est généralement sphérique mais peut être plus ou moins aplatie, plus ou moins côtelée, en forme de cœur ou de poire (Figure 08). Les fruits sont verts puis virent généralement au rouge à maturité. Ils peuvent cependant être de couleur jaune, rose, orange, blanche, noire voire bicolore à maturité (Ranc, 2010).

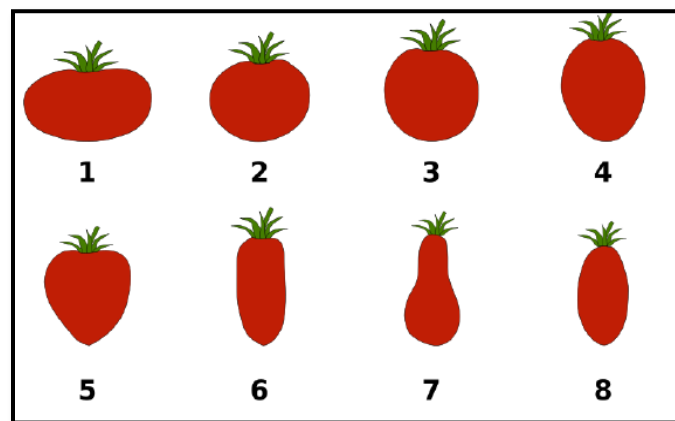


Figure 08: Différentes formes de tomates utilisées pour décrire une variété (Ranc, 2010).

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1 : aplati | 5 : cordiforme |
| 2 : légèrement aplati | 6 : cylindrique |
| 3 : arrondi | 7 : pyriforme |
| 4 : allongé arrondi (ovoïde) | 8 : obovoïde (forme de prune) |

IV. Caractéristique du fruit mature

Les modifications majeures du mûrissement sont les suivantes:

- **Couleur** : les chloroplastes sont transformés en chromoplastes, avec dégradation concomitante des chlorophylles et synthèse de caroténoïdes, en particulier le lycopène.
- **Goût** : l'acidité du fruit diminue suite à la dégradation de l'acide malique. Les teneurs en hexose augmentent sous l'effet de la dégradation des réserves d'amidon et par une importation massive dans le fruit au cours du développement. Les hexoses sont importés puis stockés dans la vacuole.
- **Arômes** : de nombreux composés aromatiques (esters, aldéhydes) sont synthétisés.
- **Texture** : la perte de fermeté du fruit résulte de la dégradation de certains des constituants des parois cellulaires (hémicelluloses, celluloses, pectines insolubles) et concorde avec une diminution de la résistance aux agents pathogènes (**Petit, 2013**).

V. Importance nutritionnelle

Très longtemps considérée comme toxique à cause de son appartenance à la famille de la belladone et de la morelle noire et de la présence d'alkaloïdes toxiques (tomatine et solanine) dans les feuilles et les fruits verts, la tomate possède un rôle important étant données sa consommation et ses propriétés physico-chimiques. Tout d'abord, la tomate est très riche en eau (90 à 95 % de sa matière fraîche) ce qui en fait un aliment très pauvre en calories (18 à 20 kcal pour 100 grammes). Elle est pauvre en lipides et exempte de cholestérol. Par ailleurs, la tomate est une source de minéraux, et notamment de potassium (237 mg pour 100 g) qui est un micronutriment essentiel à l'Homme pouvant réduire les risques d'hypertensions. Elle est aussi source de bien d'autres substances bénéfiques pour l'Homme (**Gilbert, 2009**).

V.1. Composition des feuilles

Les feuilles sont des organes puits au début de leur développement, puis des organes sources qui vont accumuler du saccharose via leur activité photosynthétique. Les feuilles possèdent donc des pigments photosynthétiques : de la chlorophylle a et b et des caroténoïdes dont le bêta-carotène et la lutéine. Les teneurs en saccharide y sont relativement importantes, l'amidon et le saccharose étant majoritaires, mais des hexoses (fructose et glucose) sont également présents. Elles contiennent également des acides organiques, les acides citrique et malique étant les plus abondants (**Bénard, 2009**).

V.2. Composition des fruits

V.2.1. Constituants majeurs

Les fruits de tomate sont majoritairement composés d'eau, environ 95%, et possèdent peu de lipides et protides, ce qui en fait un aliment peu calorique, 15 à 20 calories pour 100g (Tableau 01). La matière sèche des fruits est principalement composée de sucres, environ 50% de la MS. Le saccharose importé des feuilles, est hydrolysé dans les fruits en glucose et fructose. Le jeune fruit peut également stocker des sucres sous forme d'amidon qui sera dégradé au cours de la maturation **(Bénard, 2009)** 25% d'acides organiques (acides citrique et malique), 8% de minéraux, 2% d'acides aminés, de caroténoïdes et autres métabolites secondaires **(Bouzaata, 2016)**

V.2.2. Constituants mineurs

La tomate contient aussi de nombreux minéraux et oligoéléments et comme la plupart des fruits et légumes, elle peut fournir 50 à 160 mg de vitamine C et 22,5 à 90 mg de vitamine E **(Bouzaata, 2016)**, ainsi que des fibres (1.8g pour 100g MF), des acides aminés essentiels **(Bénard, 2009)**, des sels minéraux (potassium, chlore, magnésium, phosphore) elle apporte beaucoup de potassium (245,0 mg/ 100g) ce qui fait d'elle une source appréciable de cet important minéral **(Bouzaata, 2016)**, et des oligoéléments (fer, zinc, cuivre, cobalt, bore, nickel, iode) (Tableau 01), ce qui en fait un aliment particulièrement recommandé par les diététiciens. L'intérêt nutritionnel de la tomate réside également dans le fait que ce fruit contient de nombreux métabolites secondaires, et des antioxydants. En effet, la tomate contient des polyphénols, des flavonoïdes comme la rutine et des dérivés d'acides hydroxycinnamiques comme l'acide chlorogénique. Le fruit de tomate contient également des caroténoïdes, comme le lycopène et le bêta-carotène, responsables de la couleur rouge et jeune respectivement de la tomate. Les teneurs en lycopène et en bêta-carotène sont respectivement d'environ 3 et 1 mg pour 100g de MF. Enfin des alcaloïdes ont également été mis en évidence dans les fruits de tomate, leur concentration diminuant nettement avec la maturation du fruit. En effet les teneurs en α -tomatine sont de 500 mg/kg de MF dans les fruits verts et d'environ 5 mg/kg MF dans les fruits rouges. Ces composés sont également impliqués dans la valeur santé du fruit de tomate, puisque par exemple la tomatine (mélange de déhydrotomatine et de l' α -tomatine) diminue les taux de triglycérides, voire de cholestérol dans le sang **(Bénard, 2009)**.

Tableau 01: Teneurs des constituants majoritaires de la tomate (pour 100g de produit frais). (Chanforan, 2010).

Composés	Teneur	Composés	Teneur
Eau (%)	94,50	Acides aminés :	
Energie (Kcal)	18	Tryptophane (g)	0,006
Protéines (g)	0,88	Thréonine (g)	0,021
Lipides (g)	0,20	Isoleucine (g)	0,020
Centres (g)	0,50	Leucine (g)	0,031
Carbohydrates (g)	3,92	Lysine (g)	0,031
Fibres (g)	1,20	Méthionine (g)	0,007
Sucres (g)	2,63	Cystine (g)	0,011
Glucose (g)	1,25	Phenylalanine (g)	0,022
Fructose (g)	1,37	Tyrosine (g)	0,015
Minéraux :		Valine (g)	0,022
Calcium (mg)	10	Arginine (g)	0,021
Fer (mg)	0,27	Histidine (g)	0,013
Magnésium (mg)	11	Alanine (g)	0,024
Phosphore (mg)	24	Acide aspartique (g)	0,118
Potassium (mg)	237	Acide glutamique (g)	0,313
Sodium (mg)	5	Glycine (g)	0,021
Zinc (mg)	0,17	Proline (g)	0,016

Cuivre (mg)	0,059	Sérine (g)	0,023
Manganèse (mg)	0,114	Vitamines :	
Lipides :		Vitamine C (mg)	12,7
Acides gras saturés (g)	0,045	Thiamine (µg)	37
C16:0 (g)	0,033	Riboflavine (µg)	19
C18:0 (g)	0,013	Niacine (mg)	0,594
Acides gras monoinsaturés (g)	0,050	Acide pantothénique (µg)	89
	0,002	Vitamine B6 (µg)	80
C16:1 (g)	0,049	Folates (µg)	15
C18:1 (g)	0,135	Vitamine A (µg)	42
Acides gras polyinsaturés (g)	0,130	α-tocophérol (mg)	0,54
C18:2 (g)	0,005	γ-tocophérol (mg)	0,12
C18:3 (g)	7	Vitamine K (µg)	7,9
Phytosterols (mg)		Caroténoïdes :	
		α-Carotène (µg)	101
		β-Carotène (µg)	449
		Lycopène (µg)	2573
		Lutéine + Zéaxanthine (µg)	123

V.3. Qualité et valeur santé du fruit

La qualité est une notion complexe puisque sa définition varie selon que l'on se place dans la situation du producteur, du distributeur ou du consommateur. Pour le producteur les critères importants sont le rendement, la résistance aux maladies, et les capacités d'adaptation aux contraintes pédo-climatiques.

Le distributeur s'intéresse plus à la durée de vie du produit, l'homogénéité des lots, et à sa bonne tenue lors de la conservation et du transport. Enfin pour le consommateur, la qualité du fruit est l'association de plusieurs paramètres : son aspect (couleur), sa texture (fermeté), son goût (saveur, arôme), sa valeur-santé.

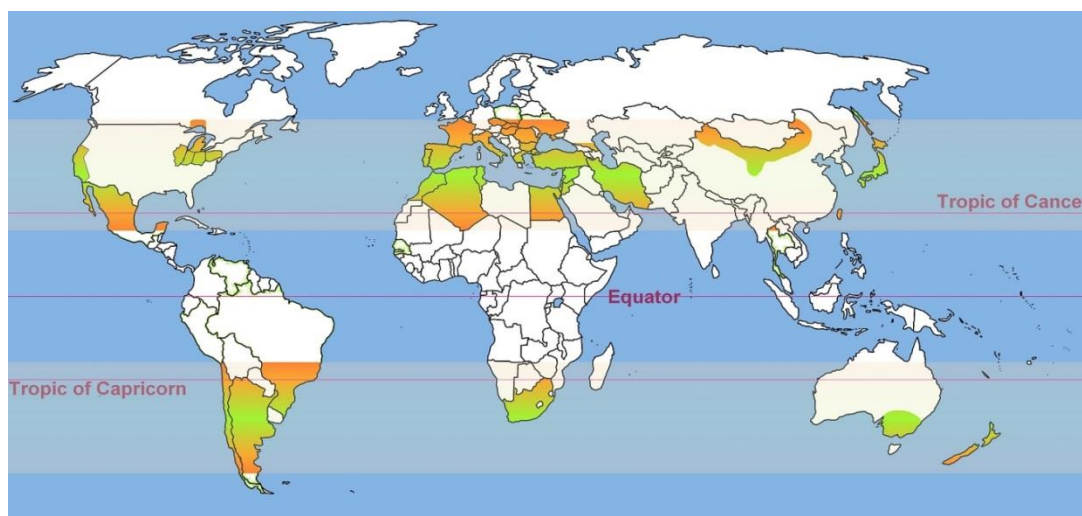
La qualité gustative des fruits peut se décomposer en trois parties : la texture, la saveur et les arômes. La texture est principalement caractérisée par la fermeté du fruit. L'arôme du fruit est défini par la concentration en composés aromatiques volatiles, sachant que plus de 400 composés ont été identifiés chez la tomate, et enfin la saveur est relative aux teneurs en sucre et acide (**Bénard, 2009**).

Dans la nutrition humaine, il est reconnu qu'une alimentation variée et riche en fruits et légumes frais permet de diminuer les risques de maladies cardiovasculaires et de cancers. Selon les études, 7 % à 31 % des cancers pourraient être évités par une consommation quotidienne d'au moins 400 g de fruits et de légumes (**Petit, 2013**). En effet les tomates sont riches en substance potentiellement actives, comme les vitamines, les minéraux, les micronutriments ou les fibres. Cependant l'effet réel de la consommation est difficile à établir puisque par exemple, les méthodes d'analyses utilisées dans les expérimentations ne sont pas toujours les mêmes. De plus à l'heure actuelle les études épidémiologiques sont encore peu nombreuses et leurs résultats sont parfois contradictoires. En outre peu d'études donnent des indications sur les doses efficaces (consommation en repas par jour à base de tomate), un seul apport pourrait être suffisant, sachant qu'un apport important de lycopène pourrait être néfaste (**Bénard, 2009**).

VI. Production de la tomate

VI.1. Production mondiale de la tomate

Les principales régions de production sont situées dans des zones tempérées, proches du latitudes nord et sud 40, comme illustré sur la carte suivante. Cependant, la majeure partie de cette production est basée dans l'hémisphère Nord.



La production mondiale de la tomate est passée de 131.295.264 tonnes en 2006 à 170.750.767 tonnes en 2014 faisant de la tomate le premier légume en termes de volume de production devant la pastèque et le chou (**Faostat, 2017**). La superficie totale allouée à sa culture était supérieure à 5 millions d'hectares en 2014. Soixante pour cent de la production mondiale est assurée par les cinq plus grands producteurs qui sont la Chine (30,7%), l'Inde (11,1%), les Etats-Unis (7,7%), la Turquie (7,2%) et l'Egypte (5,2%). L'Afrique avec l'Egypte représente seulement 12% de la production mondiale (**Faostat, 2017**). Ces chiffres ne tiennent compte que de la production commercialisée, et n'incluent pas les productions familiales qui sont non négligeables dans certaines régions (**Son, 2018**) (Tableau 02).

Tableau 02: Production mondiale de la tomate (2008-2018)(Faostat, 2017).

Top 10 processing countries											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Spain	1 730	2 700	2 350	1 985	1 935	1 650	2 700	3 028	2 950	3 350	2 800
Greece	670	810	640	324	390	425	470	500	440	400	320
Italy	4 900	5 747	5 080	4 950	4 500	4 080	4 914	5 393	5 180	5 200	4 650
Portugal	998	1 242	1 280	1 065	1 190	997	1 197	1 660	1 507	1 554	1 198
Iran	2 060	2 400	1 400	1 850	1 750	1 900	2 200	1 350	1 150	980	300
Tunisia	800	750	850	868	840	618	720	920	650	643	638
Turkey	2 700	1 800	1 280	1 940	1 750	2 150	1 800	2 700	2 100	1 900	1 300
Ukraine	100	340	280	440	385	330	470	550	550	650	735
California	10 720	12 073	11 155	11 067	11 464	11 020	12 707	13 018	11 470	9 492	11 065
China	6 405	10 700	7 500	6 792	3 230	3 850	6 300	5 600	5 150	6 200	3 800
Brazil	1 200	1 150	1 796	1 590	1 294	1 670	1 400	1 300	1 450	1 450	1 400
Chile	510	619	864	794	668	682	810	850	800	1 080	1 211
S/Total Top 10	32 183	39 372	33 555	32 901	28 621	28 617	34 748	35 819	32 407	31 849	28 362
Top 10 vs Global	88%	88%	87%	87%	86%	86%	87%	87%	85%	84%	83%
other	4 486	5 140	5 192	4 733	4 798	4 580	5 148	5 555	5 665	5 948	5 966
Global processing	36 669	44 512	38 747	37 634	33 419	33 197	39 896	41 374	38 072	37 797	34 328

VI.2. Production de la tomate en Algérie

La tomate en Algérie est en pleine expansion, à la faveur de nombreux programmes mis en place par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Pour son développement de nouvelles techniques de production sont introduites ces dernières années permettant plus de rendement à l'hectare **(Chougar, 2011)**.

La tomate est cultivée selon deux modes de production à savoir en culture maraîchère et en culture industrielle. La superficie totale réservée est de 32962Ha représentée par 63,06% pour la tomate maraîchère et 36,93% pour la tomate industrielle. La tomate représente 7,94% de la superficie totale réservée aux cultures maraîchères et industrielles **(Rekibi, 2015)**.

Chapitre III :

- Métabolites chez les plantes**
- Activité antioxydant**

I. Métabolites primaires et secondaires chez les plantes

Les métabolites sont les molécules issues du métabolisme des végétaux (ou des animaux), on distingue deux classes: métabolites primaires et métabolites secondaires.

I.1. Métabolites primaires

Ils sont caractérisés par leur propriété nécessaire et vitale à la survie de la cellule ou de l'organisme. Ils sont divisés en trois groupes; les glucides, les lipides et les acides aminées (**Ghedjati, 2014**).

I.2. Métabolites secondaires

Ils ne sont pas vitaux pour la cellule ou l'organisme, ces molécules sont présentes en très grand nombre et d'une variété structurale extraordinaire. Il est impossible de montrer une fonction commune à l'ensemble des métabolites secondaires, mais on peut remarquer de nombreuses interactions entre les plantes qui les élaborent et les autres organismes vivants. Ces métabolites sont divisés en trois groupes; les composés phénoliques, les terpénoides et stéroïdes, et les composés azotés ou alcaloïdes (**Ghedjati, 2014**).

I.2.1. Composés phénoliques (ou polyphénols)

Regroupent plusieurs milliers de molécules caractérisées chez les végétaux (**Albrecht et al., 1999; Clé et al., 2008**). Ils possèdent tous un ou plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles (OH-) (**Royer, 2013**).

A. tannins: Les tannins sont des composés phénoliques très abondants chez les angiospermes, les gymnospermes (tannins condensés) et les dicotylédones (tannins hydrolysables). Ces composés ont la capacité de se combiner et de précipiter les protéines. Ces combinaisons varient d'une protéine à une autre selon les degrés d'affinités (**Harrar, 2012**).

B. Flavonoïdes: Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal, appartiennent à la famille des polyphénols, ce sont des molécules aromatiques poly substituées. Ces dernières sont des pigments quasiment universels des végétaux. En générale localisés dans les feuilles (dans l'épiderme ou entre l'épiderme et le

mésophylle), dans les fleurs (cellules épidermiques) ou encore dans les fruits (tégument externe) (Hadjali, 2017).

I.2.2. Stéroïdes

Sont des dérivés des triterpènes. Ils consistent en un squelette de cholestane (27 atomes de carbone) avec un atome d'azote incorporé dans le cycle F. Leur élaboration nécessite la polymérisation d'unités isopréniques et la cyclisation de l'ensemble (Royer, 2013).

I.2.3. Alcaloïdes

Sont des substances organiques le plus souvent d'origine végétale, azotées, basiques et douées à faible dose de propriétés physiologiques marquées. Ils portent tous la terminaison « ine ». A l'état normal, ils sont généralement salifiés par les acides organiques (tartrates, malates...) ou combinés à des tanins (Ghedjati, 2014).

II. Activité antioxydant

Il existe de nos jours un intérêt croissant vis-à-vis de la biologie des radicaux libres. Ce n'est pas seulement dû à leur rôle dans des phénomènes aigus tels que le traumatisme ou l'ischémie, mais aussi à leur implication dans de nombreuses pathologies chroniques associées au vieillissement tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires et inflammatoires et la dégénérescence du système immunitaire (Yakhlef, 2010).

II.1. Radicaux libres

Dérives instable et toxique de l'oxygène qui réagissent et dégradent l'ADN, les lipides, les protéines. Augmentées par situation : Stress, tabac, alcoolisme, surpoids, exercices physique mal géréetc. L'essentiel des RL provient de l'activité mitochondrial mais également d'autres origines cellulaires telles que les peroxysomes, les lipo-oxygénases, la NADH oxygénase, le cytochrome P450. Un radical libre est défini comme un seul électron (électron célibataire) sur orbital externe (couche de valence). Cet électron célibataire offre une très grande réactivité chimique au "radical libre" (Boughellout & Amara, 2015).

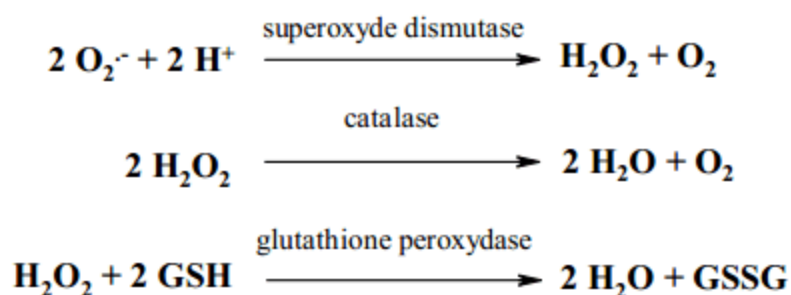
II.2. Antioxydant

Un antioxydant est une molécule ou enzyme capable, en petite quantité, de prévenir ou retarder l'oxydation d'un substrat. Il est capable de neutraliser les formes actives de l'oxygène et

permet de maintenir au niveau de l'organisme des taux non toxiques des radicaux libres. Il existe deux types de systèmes antioxydants (**Ghanemi & Haggani, 2017**).

II.2.1. Antioxydants primaires

La cellule est pourvue d'enzymes antioxydantes qui sont des systèmes de défense très efficaces. Cette ligne de défense est constituée de superoxydedismutase (SOD), de catalase et de peroxydase (glutathion et ascorbate) (**Favier, 2006**). Ces enzymes antioxydants permettent l'élimination des radicaux libres primaires, selon les réactions suivantes :



De ce fait elles préviennent la formation de radicaux libres organiques à partir des lipides membranaires et contribuent donc à la protection des membranes de la peroxydation lipidique (**Harrar, 2012**).

II.2.2. Antioxydants secondaires

Ce sont des molécules exogènes. Contrairement aux enzymes antioxydants, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Pour pouvoir fonctionner à nouveau, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes. Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydants *in vivo* ont été proposés. Elles incluent : la vitamine E, l'acide ascorbique, la B-carotène, les flavonoïdes, les composés phénoliques,...etc. Elles peuvent stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (**Yakhlef, 2010**)(figure 09).

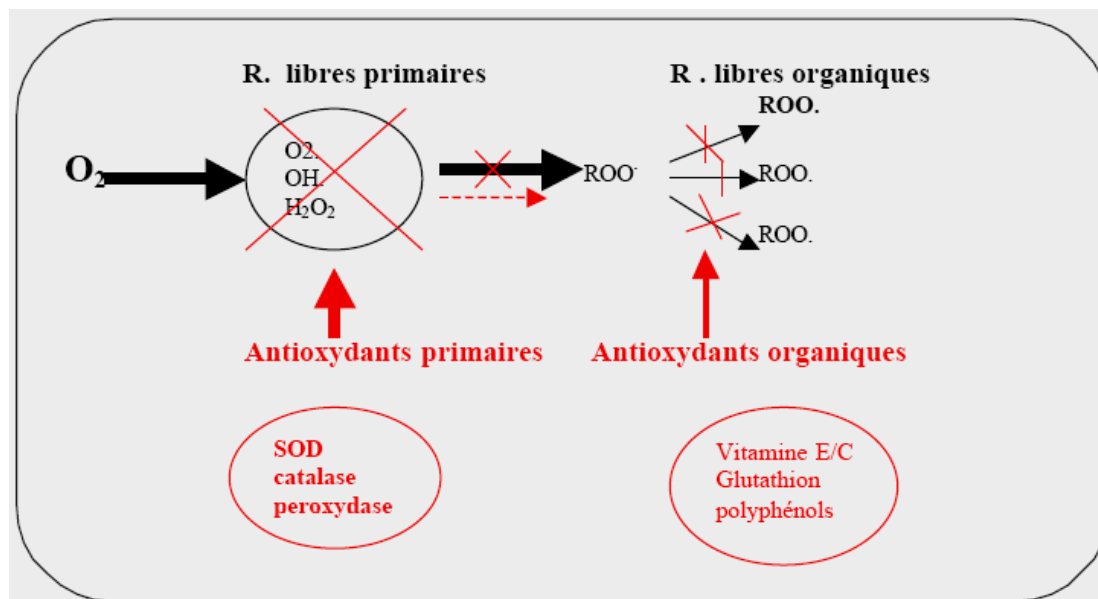


Figure 09: Systèmes de défense contre les radicaux libres. (Yakhlef, 2010)

Chapitre IV :

Maladies de la tomate

I. Exigences climatiques de la tomate

La tomate s'adapte à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (**Chougar, 2011**).

a) Température

La tomate est une plante des régions chaudes dont le développement optimum requiert des températures comprises entre 21°C et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais, en dessous de 10°C et au-dessus de 38°C, les tissus des plantes seront endommagés. La température critique est de -2°C, alors que le zéro de végétation est de +14°C minimum et +35°C maximum (**Kere, 2016**).

b) Eau et humidité

La tomate est très sensible à l'hygrométrie, il semble qu'une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65% soit la meilleure. L'humidité atmosphérique doit être de 76% lors de la germination, 75-80% durant l'élevage des plantes, 70-80% lors de développement végétatif, 60-80% pendant la floraison et 60-70% lors de développement des fruits. Les besoins en eau de la plante, estimés à environ 600 mm et sont dépendants des facteurs climatiques et biologiques (**Marcel, 2016**).

c) Lumière

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. Une intensité lumineuse inférieure à 1000 lux retarde la croissance et la floraison. La tomate est sensible à la longueur du jour (**Kere, 2016**).

d) pH

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH, mais, pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5.5 et 6.8 (**Toufouti, 2013**).

e) Sol

La tomate préfère des sols riches en matière organiques, meubles et profonds, à forte capacité de rétention en eau, mais bien aérés. Elle tolère modérément l'acidité du sol où son optimum est entre 5,5 et 6,8 (**Oukala, 2014**).

II. Maladies de la tomate

La tomate est sensible à des maladies cryptogamiques, bactériennes et virales. En outre, cette plante est aussi sujette à des accidents physiologiques encore appelés maladies non parasitaires. Plus de 200 maladies ont été répertoriées sur la tomate. Quelques maladies rencontrées en culture de tomate sont la fonte des semis, l'alternariose, le mildiou, le flétrissement bactérien et certaines viroses, dont le TYLC (TomatoYellowLeafCurl) (**Kere, 2016**).

Les maladies suivantes sont les plus présentes au niveau de la Wilaya d'El Oued. Pour collecter le plus d'informations possible, nous avons fait des enquêtes auprès des agriculteurs et des vendeurs des pesticides (annexe 1 et 2).

II.1. Alternariose

Le mycète responsable est *Alternariatomatophila*. Il s'attaque à tous les organes aériens de la tomate et à tous les stades de croissances de la plante. Il occasionne surtout, des taches foliaires vert sombres, puis deviennent rapidement brunes à noires. Sur les tiges des taches assez comparables sont aussi constatées. Sur les fruits des taches concaves, peut se couvrir d'une moisissure noire, veloutée. Les lésions sur fruits peuvent engendrer leur chute (**Toufouti, 2013**)

II.2. Mildiou

Le Mildiou de la tomate est dû au champignon *Phytophthora infestans*. Sur les feuilles, le mildiou forme de larges taches, d'abord jaunâtre, puis brunes estompées. Le centre se dessèche rapidement, alors que, si les conditions sont favorables, le pourtour reste clair à la face supérieure et couvert d'un duvet blanchâtre à la face inférieure (**Kere, 2016**).

II.3. Fentes de croissance

Elles apparaissent sur la moitié supérieure du fruit, près du calice. Peuvent être annulaire ou concentrique. Elles affectent surtout les variétés anciennes. Leurs causes sont multiples, notamment en appliquant un arrosage excessif (**Chougar, 2011**).

Les symptômes se manifestent par l'éclatement du fruit en mûrissant : La cause c'est l'arrosage excessif pendant les périodes sèches. Pour y lutter : Il faut maintenir l'humidité constante pendant le développement des tomates (**Chougar, 2011**).



Figure 10: Eclatement des fruits de la tomate. (Chougar, 2011).

II.4. Adventices

La gestion des mauvaises herbes dans la culture de tomate est importante pour éviter les baisses de rendement, dues à la concurrence de ces mauvaises herbes. La gestion des adventices permet également d'éviter que ces plantes ne servent de réservoirs à divers nuisibles (insectes, champignons parasites, nématodes) (**Kere, 2016**). Rappelent que les mauvaises herbes de la tomate en plein champ sont : *Solanum nigrum*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Datura stramonium* (**Chougar, 2011**).

II.5. Noctuelle de la tomate (*Helicoverpa armigera*)

La noctuelle de la tomate est un insecte de l'ordre des lépidoptères. Ce papillon a une activité nocturne (d'où le nom donné à sa famille, noctuelle, nom issu de nocturne). L'adulte mesure 3 à 4 cm d'envergure et il est de couleur assez variable. Le mâle est généralement gris-vert et la femelle brun orangé. Les ailes inférieures sont transparentes (**Adamou et al., 2017**).

II.6. Pucerons (*Aphidae*)

Les pucerons sont des insectes mous, allongés, avec une longueur d'environ 2,5 mm. Il existe des pucerons ailés ainsi que des espèces sans ailes. Des dommages directs sont produits lorsqu'ils apparaissent en grands nombres sur la culture, où ils préfèrent les feuilles et les tiges les plus tendres. En outre des dommages directs qu'ils peuvent provoquer, les pucerons transmettent également différents virus (**Naika et al., 2005**).

II.7. Thrips (Thripidae)

Les thrips sont des insectes très petits, ils ne mesurent que 0,5 à 2 mm de long, il faut regarder attentivement pour pouvoir les remarquer. En général, ils ont des ailes.

Les thrips déposent leurs œufs sur les feuilles. Les larves apparaissent après environ 10 jours. Les larves de thrips et les adultes sucent la sève des feuilles, ce qui cause des taches argentées sur la surface des feuilles en question. Les thrips adultes déposent également leurs excréments sur les feuilles, on le voit comme des petits points noirs. Quelques espèces de thrips sont des vecteurs de la maladie bronzée de la tomate (TSWV). La phase de croissance en cocon a lieu dans le sol (Naika *et al.*, 2005).

II.8. Mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*)

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* est un insecte déprédateur inféodé à la tomate. La larve creuse de grandes galeries dans les feuilles, dans des tiges, au niveau des bourgeons apicaux, et des fruits verts et mûres, causant des pertes de rendements parfois jusqu'à 100%. La larve peut s'alimenter sur toutes les parties de la plante de tomate (*Lycopersicon esculentum*). La mineuse de la tomate cause des pertes substantielles de rendement de la tomate cultivées aussi bien sous serre, qu'en plein champs (Chougar, 2011).

II.9. Acariens

Les acariens sont des sortes d'araignées de petite taille, presque invisibles à l'œil nu. En agriculture, certains sont connus sous le nom d'araignées rouges ou jaunes (*Tetranychus*). Ils causent surtout des dégâts aux feuilles, provoquant des décolorations. Une attaque sévère provoque la chute des feuilles. Les acariens dépouillent les feuilles, les tiges et les fruits de leur contenu cellulaire. Les tiges et les feuilles prennent une couleur « Bronzée » ou brun roux. Les feuilles se dessèchent et les plantes les plus touchées meurent (Chougar, 2011) (figure 11)



Figure 11: Adulte de *Tetranychus urticae* (Chougar, 2011)

II.9. Virus

La tomate est très sensible aux maladies virales. Un virus est un pathogène sub-microscopique ayant une structure de protéines que l'on ne peut pas discerner à l'œil nu. Il est souvent propagé dans la culture par des insectes vecteurs comme les mouches blanches, les thrips et les pucerons. Les dommages provoqués par ce virus sont généralement bien plus importants que les blessures physiques causées par l'insecte vecteur (**Naika et al., 2005**).

III. Lutte contre les ravageurs et les maladies de la tomate

La lutte chimique par les pesticides est la méthode la plus utilisée au Wilaya d'El Oued. Nous le savons grâce aux informations que nous avons recueillies auprès de les agriculteurs. Particulièrement à travers le questionnaire que nous avons distribué lors de la collecte de données. Ceci sera expliqué en détail plus tard dans cette mémoire.

III.1. Pesticides

Le terme "pesticide" est une appellation générique couvrant toutes les substances (molécules) ou produits (formulations) qui éliminent les organismes nuisibles, qu'ils soient utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications. La substance ou le microorganisme qui détruit ou empêche les organismes nuisibles de s'installer sur les végétaux, parties de végétaux ou produits végétaux est dénommée matière active, à laquelle sont associés dans la préparation, un certain nombre de « formulant » (mouillants, solvants, anti-mousses, ...) qui la rendent utilisable par l'agriculteur (**ACTA, 2000; FAO, 2015**).

Les pesticides ont des risques sur la santé humaine par l'accumulation de ces derniers dans la chaîne alimentaire, et donc ils vont être consommé par l'être humain, d'une autre part ils ont un impact sur la pollution des eaux, le sol, la vie de la faune et la flore et aussi la santé des agriculteurs (**Merghid, 2017**).

III.2. Effets des pesticides sur la santé humaine

Comme expliqué ci-dessus, l'un des objectifs de cette recherche est de montrer les effets nocifs des résidus de pesticides présents dans les tomates sur la santé humaine. En général, la littérature scientifique a prouvé les effets néfastes sur la santé humaine; y compris le consommateur et l'agriculteur, et l'environnement. Les raisons de cet impact négatif sont diverses. L'un d'entre eux est l'application imprécise de pesticides. Il a été estimé que seulement

0,1% des pesticides appliqués atteignent les organismes nuisibles ciblés, laissant la majeure partie des pesticides (99,9%) avoir un impact sur l'environnement (**Pimental, 1991**).

Horrigan et al (2002) ont présenté un certain nombre d'études visant à mettre en évidence la dérive des pesticides et ses effets néfastes sur de nombreuses espèces telles que les abeilles domestiques, les grenouilles et les dauphins (**Raloff, 1996; Ouelle, 1997; Repetto & Baliga, 1996**). Les maladies constatées chez ces espèces étaient le système immunitaire affaibli des abeilles et des dauphins, des phoques et des baleines et d'autres malformations observées chez les grenouilles.

D'autres études ont également rapporté des effets directs et à long terme sur la santé humaine. L'ONU a présenté il y a longtemps une estimation préoccupante selon laquelle deux millions d'empoisonnements et 10 000 décès seraient causés chaque année par des pesticides, avec une fraction de ceux qui se produisent dans les pays en développement (**Quijano et al., 1993**).

L'effet aigu sur l'homme se produit souvent après une inhalation directe ou une ingestion de pesticide. Ces effets sont souvent observés chez les agriculteurs et les ouvriers agricoles. Les symptômes d'effet aigu sont divers et incluent notamment: irritation des voies respiratoires, mal de gorge et / ou toux, sensibilisation allergique, irritation des yeux et de la peau, nausée, vomissements, diarrhée; maux de tête, perte de conscience, faiblesse extrême, convulsions et / ou décès (**Pesticide Action Network-UK [PAN-UK], 2017**).

Les effets à long terme résultent toutefois d'une exposition aux pesticides sur une période donnée (**Alewu & Nosiri, 2011**). Les groupes concernés par cette exposition sont les agriculteurs et les consommateurs de fruits et légumes traités. Il a été associé au développement de la maladie de Parkinson; asthme; dépression et anxiété; le cancer, y compris la leucémie et le lymphome non hodgkinien; et le déficit de l'attention et le trouble d'hyperactivité (TDAH) (**PAN-UK, 2017**).

Partie pratique

Chapitre I :

Matériels et méthodes

Matériels et méthodes

I. Situation géographique de la région d'El Oued

La Wilaya d'El Oued, située au Sud Est algérien à 700 km de la capitale et à 80 Km de la Frontière tunisienne, s'étend des confins septentrionaux de l'erg oriental jusqu'au Chott Melghigh ou se trouve un important patrimoine phoenicicole (figure 12). Elle est limitée:

- au Nord : les wilayas de Biskra, Khenchella et Tebessa,
- à l'Est : la frontière tunisienne,
- à l'Ouest : les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla,
- au Sud : la wilaya de Ouargla.

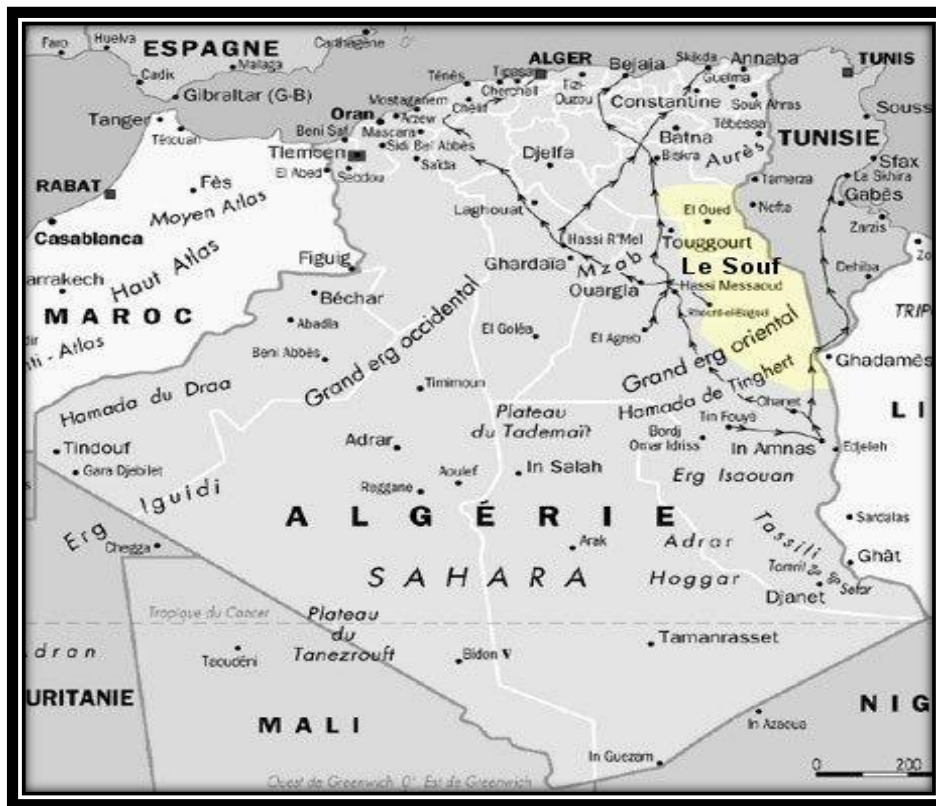


Figure 12: situation géographique de la région d'El Oued (Mennai, 2014)

II. Enquête

* **Vendeurs:** Questionnaire a été effectué auprès de 10 vendeurs des pesticides: (annexe 01) sur lequel nous avons mentionnés: Les maladies de tomate, nom et les photos des pesticides utilisés pour les tomates les plus vendus.

* **Agriculteurs :** Questionnaire a été effectué auprès de 20 Agriculteurs: (annexe 02) sur lequel nous avons mentionnés: Les maladies de tomate, les pesticides utilisés (préciser la période de vie des tomates), la quantité consommée pour chaque pesticide (par jour/semaine), la quantité de tomate produite, présent des maladies (digestives, cutané, cancer, infertilité/retard de la reproduction) chez les agriculteurs utilisant les pesticides.

* **Consommateurs:** Questionnaire a été effectué auprès de 112 personnes (familles): (annexe 03) sur lequel nous avons mentionnés: la quantité consommée (par semaine), présent des maladies digestives, cancer, infertilité/retard de la reproduction, mode d'utilisation des tomates (cru ou cuit).

III. Détermination des paramètres physico-chimiques du sol

III.1. Préparation des échantillons étudiés

Pour la plus par des analyses physico-chimiques, les normes AFNOR sur la qualité des sols (AFNOR, 1994) ont été utilisées.

La norme **NF X31-101** consiste à sécher l'échantillon dans un étuve à une température de 40°C jusqu'au la masse soit constaté. Les échantillons tamisés pour obtenir un diamètre inférieur à 2mm. Ainsi toutes les analyses physico-chimiques seront menées avec des échantillons préparés de cette façon.

III.2. Détermination du pH

La mesure du pH se fait le plus fréquemment dans une suspension aqueuse, le rapport de la masse De sol au volume d'eau varie suivant les méthodes, ou la texture du milieu. Le ratio le plus souvent rencontré est de 1/2,5 (**Guevara-Riba, 2004; Cappuyns, 2004**) et 1/5 (**Tack, 1996; Vandecasteele, 2002**). Les valeurs su pH obtenus par cette méthode de mesure sont considérées comme les plus proches du pH du milieu considéré. Elles expriment l'acidité réelle et prennent en compte les ions H_3O^+ libres dans la phase liquide.

Cette mesure est décrite par la norme **NF X31-103**. Le principe de la méthode est la mise en équilibre ionique d'une certaine masse de solide avec un volume donné déminéralisée. Le ratio de la masse de sol au volume d'eau étant fixé à $\frac{1}{2},5$.

Les échantillons (10 g) sont préparés pour analyse dans un bêcher. On y ajoute 25 ml d'eau distillée, on agite ensuite avec un agitateur magnétique pendant 60 min à la température ambiante 25°C. Cela permet de mettre en suspension la totalité de l'échantillon et d'obtenir ainsi un équilibre entre la phase solide et la phase liquide. La suspension est ensuite laissée au repos 2 heures, puis on mesure le pH de la suspension à l'aide d'un pH-mètre.

On compare les valeurs du pH avec les valeurs décrites par **(Le référence pédologique, 1995)** pour classer de nos échantillons (Tableau 03).

Tableau 03: La gamme de pH des sols selon (Le référence pédologique, 1995).

pH	Type de sol
< 3,5	Hyper acide
3,5 – 4,2	Très acide
4,2 – 5,0	Acide
5,0 – 6,5	Peu acide
6,5 – 7,5	Neutre
7,5 – 8,7	Basique
> 8,7	Très basique

III.3. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique est une mesure qui donne une approximation de la concentration des sels solubles présents dans l'échantillon. La norme utilisée est la **NF X31-113** qui est basée sur l'extraction des sels d'un échantillon, solubles dans l'eau, dans des conditions bien définies et dans un rapport sol sec/ eau égal à 1/5.

On pèse 10 g d'échantillon de sol préparé pour essai qu'on transvase dans un flacon en polyéthylène, on y ajoute 50 ml d'eau distillée, on ferme le flacon et on place dans l'agitateur

mécanique à mouvement horizontal, on agite pendant 30 min. après filtration , on mesure la conductivité des sédiments à l'aide d'un conductimètre.

Les valeurs sont comparées à une étude de salinité, résumées dans le tableau 04.

Tableau 04: Echelle de salinité du sol (USSL, 1981).

Conductivité électrique (ms/cm)	Salure
< 0,6	Non salé
0,6 – 1,4	Peu salé
1,4 – 2,4	Salé
> 2,4	Très salé

III.4. Détermination du taux de calcaire

La mesure du pourcentage du calcaire contenant le sol, selon la méthode de **Duchauffour (1970)**. Le principe est basé sur le volume de gaz carbonique dégagé lors de l'attaque d'un échantillon par l'acide chlorhydrique.

Peser 5 g du sol, le mettre dans un erlenmeyer, puis ajouter 50 ml d'acide chlorhydrique (HCl à 0,5 N). Ensuite mettre l'erlenmeyer sur une plaque chauffante jusqu'à voir la première goutte de la vapeur. Laisser refroidir et filtrer la solution. On prélève 20 ml de filtrat, le verser dans un bécher et on ajoute 2 gouttes de phénophtaléine, titré le mélange par NaOH jusqu'à que la solution aura une couleur rose. Le calcaire total est calculé selon la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3 (\%) = \frac{20 \text{ ml (HCl)} \times 0,5 \text{ N} - X \text{ ml (NaOH)} \times 0,25}{\text{Poids du sol (g)}} \times 5$$

La classification de nos échantillons se fait selon les teneurs en calcaire qui sont présentées dans le tableau 05.

Tableau 05: Classification des sols d'après leurs teneurs en calcaire, Duchaufour (1970).

Calcaire en %	Désignation des sols
0 – 5	Peu calcaire
5 – 15	Moyennement calcaire
15 – 30	Calcaire
> 30	Très calcaire

IV. Paramètres physiologiques de tomate

Le matériel végétal utilisé dans ce travail expérimental est constitué de trois échantillons de tomate (bio, traité par les pesticides selon les normes, et traité aléatoire par les agriculteurs). Les plantes étudiées ont été récoltées en Janvier 2019.

IV.1. Contenu biochimiques des feuilles

IV.1.1. Dosage des sucres solubles

Le dosage des sucres est réalisé selon la méthode **Dubois (1956)**. Le principe de la réaction est basée sur la coloration des produits de dégradation des oses neutres par l'acide sulfurique concentré, transforme à chaud les glucides en dérivés sulfuriques se colorant en jaune orange avec le phénol.

- Elle consiste à Peser 100 mg des feuilles vert Fraîche de chaque échantillon.
- Place des feuilles vert Fraîche dans des tubes à essais et ajoute 3ml d'éthanol à 80% et laisser 48h.
- Après 48 h nous évaporons totalement l'éthanol dans bain marquée (T=80°C).
- Ajoute 20ml de l'eau distillée.
- Prendre 1ml d'extrait puis on ajoute 1ml de phénol 5%, 5ml d'acide sulfurique concentré.
- Laisser les solutions dans bain marquée (T=30°C) durée de 15min.
- Lecture densité optique par spectrophotomètre sur longueur d'onde 490nm.

Pour déterminer le contenu des sucres solubles en se référant à la courbe d'étalonnage dressée à partir de concentrations connues de glucose.

IV.1.2. Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines est réalisé selon la méthode **Bradford (1976)** qui se basée sur changement couleur pigment de Coomassie Brilliant Blue R-250 (BBC) de la couleur rouge vers couleur bleu conséquence se liaison avec protéine.

- Peser 100mg des feuilles vert Fraîche de chaque échantillon.
- Broyage des feuilles vert Fraîche avec 5 ml de l'eau distillée dans un mortier ensuite faire filtration puis on ajoute 5ml de l'eau distillée des solutions.
- Prendre 0.2ml de solution puis ajoute 0.2ml de réaction de BBC et 1.6ml de l'eau distillée aux solutions.
- Agitation des solutions par vortex, Laisser les solutions durée de 5min à 1h.
- Lecture densité optique en longe d'onde 595nm.

Pour déterminer le contenu de protéines totales en se référant à la courbe d'étalonnage dressée à partir de concentrations connues de BSA.

IV.1.3. Dosage des antioxydants

Le mécanisme de défense antioxydant est impliqué directement ou indirectement dans le piégeage des ROS, Majeur antioxydants, à la fois enzymatiques et non enzymatique, protègent les organismes contre les dommages dus au stress oxydatif sont décrits. Les Caractéristiques biochimiques et moléculaires d'enzymes antioxydants super oxyde dismutase (SOD), catalase (CAT) et ascorbate peroxydase (APX) sont discutés car ils jouent un rôle crucial dans le nettoyage des ROS dans les différentes cellules compartiments et en réponse à des conditions de stress (**Racchi, 2013**). Et les réactions en chaîne oxydatives dans les tissus et membranes (**Vega-G´alvezetal, 2010**).

IV.1.3.1. Dosage de l'activité de la catalase(CAT)

La catalase ou CAT est une enzyme tétramérique, la décomposition du H_2O_2 en H_2O et O_2 (**Philippe, 2012**).Le dosage de l'activité de catalase(CAT) est réalisé selon la méthode de **Cakmak & Horst (1991)** comme suit:

- Peser 500mg des feuilles vert Fraîche de chaque échantillon.
- Broyage dans un mortier avec 25ml de solution tampon (à 50 mmol /l et pH=7) et récupérer le broyat dans des tubes à essais.
- Centrifugation pendant 5min à 5000 tr/min.
- Récupération du surnageant (extrait enzymatique).
- Dans des tubes à essais on ajoute 50µl d'extrait enzymatique et 2850µl de solution tampon (à 50 mmol /l et pH=7) puis on ajoute 20µl de l'eau d'oxygénée à 0,3% et agiter les solutions.
- Lecture de densité optique en longueur d'onde 240nm toute 20 seconde pendant 3 minute.

Estimation d'Activité du catalase (CAT) en µmol/min/mg de protéine, selon formule suivant:

$$\text{Activité catalase} = \frac{\Delta DO / \text{min}}{0.040 \times \text{mg protéines dans la cuve}}$$

ΔDO: Différence entre densité optique.

0,040: Coefficient d'extinction moléculaire de l'eau oxygénée à 240nm en cm-1.mme-1 .l

IV.1.3.2. Dosage du glutathion réduit (GSH)

Le taux du glutathion est quantifié selon la méthode de **(Weckberker & Cory, 1988)**, dont le principe repose sur la mesure colorimétrique de l'acide 2-nitro 5-mercapturique, résultant de la réduction de l'acide 5-5'- dithio-bis-2-nitrobénzoïque (DTNB) par les groupements thiol (-SH) du glutathion mesuré à une longueur d'onde de 412nm comme suit :

- Peser 25mg des feuilles vert Fraîche.
- Broyage dans mortier avec 2ml de solution tampon phosphate (0,1 M pH=6,5) ensuite on fait une filtration de broyage.
- Centrifugation du filtre pendant 15min à 5000 tr/ min puis récupération de homogénat.
- Prendre 0.8ml de homogénat dans tube à essais puis ajoute 0,2ml d'ASS à 0,25%.
- Agitation par vortex et laisser les solutions dans un bain de glace pendant 15min.

- Centrifugation pendant 5min à 1000tr / min puis récupération de surnageant (extrait enzymatique).

- Dans des tubes à essais on ajoute 0,5ml de surnageant et 1ml de tampon tris/EDTA à 0.02M puis on ajoute 0,025ml de DTNB, le volume de la solution finale est 1,525ml.

- La lecture de la densité optique en longueur d'onde de 412nm.

Le taux du glutathion (GSH) est exprimé en nmol/mg de protéines, et estimé selon formule suivante:

$$\text{glutathion (GSH)} = \frac{DO}{13.1} \times \frac{1}{0.8} \times \frac{1.525}{0.5} / \text{mg des protéines}$$

DO: Densité optique.

13,1: Coefficient d'absorption (concernant le groupement (-SH) à 412nm).

1: Volume total des solutions utilisées dans la déprotéinisation = 0.8ml d'homogénat + 0,2ml d'ASS.

0,8: Volume de l'homogénat trouvé dans 1(ml).

1,525: Volume total des solutions utilisées dans le dosage de la GSH au niveau du surnagent

(0,5ml surnagent +1ml Tris – EDTA+0,025ml DTNB).

0,5: Volume du surnagent trouvé dans 1,525.

mg des protéines : quantité des protéines exprimée en mg.

IV.2. Analyses phytochimiques

Les tests photochimiques ont été réalisé sur les extraits préparés de la plante macérât.

IV.2.1. Préparation des extraits aqueux

a) Macération

10 g de la plante sèche est broyés et mélangés avec 100 ml d'eau distillée puis macérés à température ambiante et dans l'obscurité. Après 48h la préparation est filtrée avec du papier

Wattman, ensuite évaporés à 60°C, à l'aide d'un évaporateur rotatif de type Büchi Rotavapor R-200 (Matkowski & Piotrowcka, 2006).

b) Calcule du rendement des extraits

Les rendements des extraits bruts aqueux, macérât et décocté isolés ont été quantifié selon la formule : $R \% = \text{PEB}/\text{PMV} \times 100$

R : Rendement.

PEB : Poids de l'Extrait Brut (g).

PMV : Poids de Matière Végétale (g).

IV.2.2. Alcaloïdes

Quelque goutte du chlorure d'hydrogène (HCl) concentré sont ajoutées à 1ml de la solution d'extrait aqueux, l'apparition d'un précipité brun-rouge, après l'ajout de deux gouttes du réactif de Dragendorff, indique la présence des Alcaloïdes (Prashant *et al.*, 2011).

IV.2.3. Tannins

Dans un tube à essai, introduire 5ml d'extrait à analyser et ajouter 1ml d'une solution aqueuse du chlorure ferrique (FeCl₃) à 2%, la présence des tanins est indiquée par une coloration bleu-noirâtre ou verte (Koffi *et al.*, 2009).

IV.2.4. Flavonoïdes

Dans un tube à essai, mettre 5ml d'extrait à tester (macérât ou décocté) plus 5ml d'ammoniaque (NH₃) dilué et 1ml d'acide sulfurique (H₂SO₄). L'apparition d'une couche supérieure avec une couleur jaune prouve la présence des flavonoïdes (Prashant *et al.*, 2011).

IV.2.5. Saponines

Test de mousse, Dans un tube à essai, introduire 1 ml de l'extrait à analyser, le tube est agité vigoureusement pendant 5 minutes puis laissé au repos 15 minutes. La formation d'une mousse persistante et supérieure à 1 cm indiquait la présence des Saponines (Koffi *et al.*, 2009).

IV.2.6. Sucres réducteurs

Dans un tube à essai, 1ml de liqueur de Fehling est ajouté à 1ml de l'extrait à analyser la préparation est incubé dans un bain marie de type MEMMERT, bouillant. L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence des sucres réducteurs (**Bekro et al., 2007**).

IV.2.7. Terpénoïdes

Dans un tube à essai, ajouter à 5ml d'extrait de plante, 2ml de chloroforme (CHCl_3) et 3ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré. La formation d'une couleur brune rougeâtre indique la présence des Terpénoïdes (**Dharmendra et al., 2012**).

IV.2.8. Stéroïdes

Dans 1 ml d'extrait végétal ajouter 0.5 ml de solution d'acide acétique ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$), suivi par 0.5 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré. Si la solution ne donne aucune couleur verte cela prouve la présence des stéroïdes non saturés. Dans un deuxième tube, le même volume de H_2SO_4 est ajouté à 1 ml d'extrait végétal. L'apparition d'une couleur rouge indique la présence des dérivés stéroïdes (**Dharmendra et al., 2012**).

IV.2.9. Dosage des composés phénoliques totaux des extraits

Les composés phénoliques totaux ont été estimé par méthode colorimétrique en utilisant le réactif de Folin Ciocalteu (**Singleton et al., 1999**). Pour cela 100 μl des extraits brut aqueux sont mélangés à 200 μl du réactif de Folin et 3,16 ml d' H_2O . Le mélange est incubé à température ambiante pendant 3 minutes. Ensuite 600 μl de la solution carbonate de sodium anhydre (Na_2CO_3) 20 % sont ajoutés au mélange. Après 2 heures d'incubation à température ambiante et dans l'obscurité, l'absorbance des préparations est déterminée à 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-VIS de type OPTIZEN POP 1A.

La quantification est faite selon une gamme-étalon établie dans les mêmes conditions avec de l'acide gallique (0 à 200 $\mu\text{g/ml}$). Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec.

Chapitre II :

Résultats et discussion

I.1 Résultats et discussion d'enquête

I.1.1 Enquête d'agriculteurs

Utilisation des pesticides selon la période de vie des tomates: chaque semaine tous la durée de vie des tomates

- 1- **la quantité consommé (semaine):** 400 à 600 L/ha de l'eau traité par deux pesticides différent et un engrais
- 2- **la durée de vie des tomates depuis la plantation jusqu'à la premier récolte:** 2 mois
- 3- **période de récolte:** 3- 4 mois
- 4- **la quantité produit:** 400- 600 quintaux/ ha
- 5- **L'utilisation de moyen de protection**

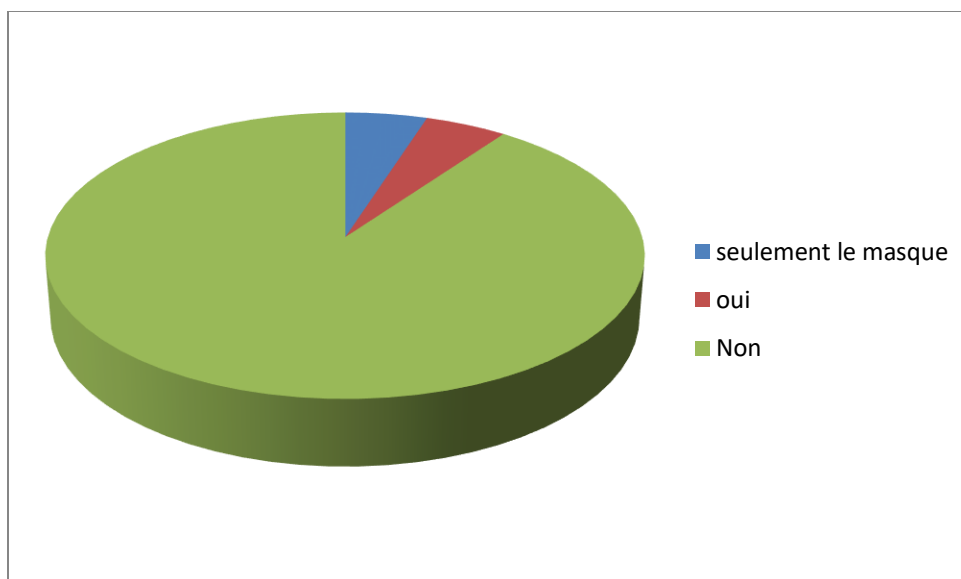


Figure 13: Répartition des enquêtés selon l'utilisation de moyen de protection

6- présentation des maladies:

Tableau 06: Répartition des enquêtés selon les maladies

les maladies	No des agriculteurs malades
rougeur de l'œil	10

Sensibilité de la peau	16
Démangeaisons	7
La toux continue	12
Essoufflement	8

7- Les maladies et ravageurs des tomates:

Les résultats de l'enquête montrent la présence de 9 maladies des tomates selon les agriculteurs à la région d'el Oued. Ils sont énumérés ci-dessous :

- Les fentes de croissance
- Eclatement des fruits de la tomate
- L'alternariose
- Le mildiou
- La noctuelle de la tomate
- Les pucerons
- Les thrips
- Tutaabsoluta
- Les Acariens

Les résultats obtenus à partir du questionnaire avec des agriculteurs nous montrent qu'il existe un effet négatif des pesticides sur la santé des agriculteurs. L'impact des pesticides se manifeste dans un certain nombre de maladies telles que: irritation des yeux, irritation de la peau et réactions allergiques, toux persistante et problèmes respiratoires. Nos résultats sont conformes aux études précédentes, comme cela a déjà été expliqué dans la partie bibliographique (**PAN, 2017; Zare et al., 2015**). Nous avons également constaté que 90% n'utilisent aucun outil de protection lors de l'utilisation de pesticides. Ceci est également conforme à l'étude de **Zare et al (2015)** et ils l'ont également associée à l'analphabétisme des agriculteurs. Nous avons également remarqué l'utilisation excessive de pesticides dans la vie des plantes de tomates, ce qui n'a pas empêché de réduire les maladies de la tomate. Les agriculteurs nous confirment qu'il y avait 9

maladies récurrentes chaque saison (question 8 du questionnaire), ce qui pourrait s'expliquer par une résistance développée aux pesticides. Selon l'organisation **Pesticide Environmental Stewardship**, plus de 600 organismes nuisibles ont développé une résistance à certains pesticides, ce qu'il n'empêchée d'éliminer les maladies.

I.1.2 Enquête des vendeurs:

Les résultats de questionnaire avec les vendeurs de pesticides sont représentés ci-dessous :

Tableau 07 : Les différents pesticides de tomates utilisent par les agriculteurs

Les pesticides	Les types
Tina	Acaricidespécifique
LAZER	Insecticide polyvalent adouble action
Masai	Acaricide
MEDAMEC	Insecticide Acaricide
CYM	Insecticide
ZORO	InsecticideAcaricide
ABACTIN	InsecticideAcaricide
ABANUTINA	InsecticideAcaricide
TRANSACT	Acaricide
METRY	Insecticide
Ampligo	Insecticide
Mospilan	Systémique à action Ovide, larvicide et Adulticide persistante
Pro Act	Insecticide
Hanaro	Insecticide
ARIZONATE	Insecticide
VERLAN	Insecticide Acaricide Total
PREVICUR ENERGY	Fongicide

VAPCOTOP	Fongicide
PELTHIO	Fongicide
HANARO	Fongicide
IMIDOR	Insecticide Systémique
Apron Star	mélange fongicide-insecticide





Figure 14: Les pesticides plus utilise dans la région d'el Oued (Photos originales, 2019)

Les résultats obtenus à partir des questionnaires des vendeurs de pesticides ont révélé qu'il existe plus de 20 types de pesticides utilisés pour traiter les tomates. Ce résultat n'est pas surprenant, car, comme indiqué précédemment dans le questionnaire destiné aux agriculteurs,

toutes les semaines, les tomates sont traitées aux pesticides pendant une période de 6 mois. Nous avons également constaté qu'il existe 16 types d'insecticides utilisés sur les tomates, dont 8 sont des acaricides. L'ingénieur en agriculture que nous avons consulté a interprété ce résultat comme suit: Les acariens sont les plus répandus dans les cultures de la région d'El Oued en raison des vents saisonniers.

I.1.3 Enquête des consommateurs

Les résultats obtenus du questionnaire avec 112 étudiant (e)s du département de biologie d'université d'El Oued sont représentés ci-dessous :

I.1.3.1 Type d'utilisation de tomate:

La figure montre les formes d'utilisation de tomate entre les enquêtés. Les statistiques montrent que 34 familles mangent des tomates crus et 74 des cuites.

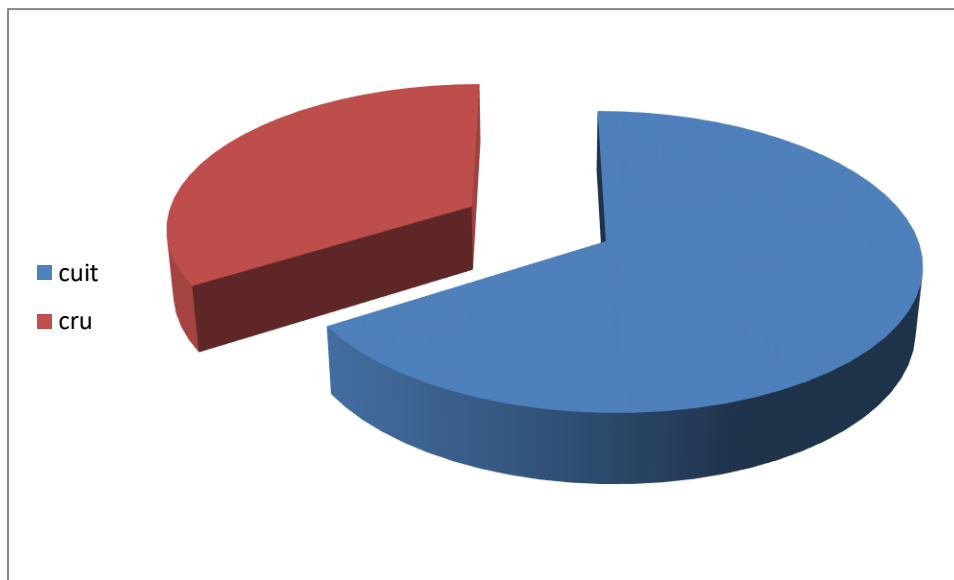


Figure 15: Répartition des enquêtées selon l'utilisation de tomate

I.1.3.2 Les maladies:

Les résultats des maladies entre les enquêtés sont représentés dans la figure 16. Nous avons remarqué que :

- (1) sont la maladie digestive,
- (2) des problèmes d'infertilité et,
- (3) le cancer

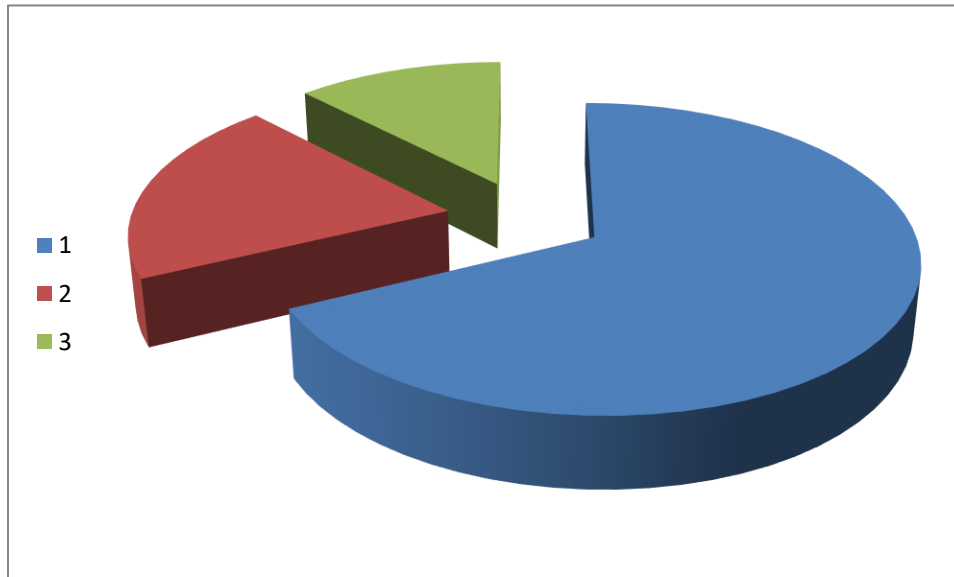


Figure 16 : Répartition des enquêtés selon les maladies.

Les 112 étudiants consommateurs de tomates du département de biologie de l'Université d'El Oued ont répondu au questionnaire et ont révélé que les tomates consommées se présentaient à la fois crues et cuites. Nous avons constaté que 34 familles le mangeaient crues et 74 familles l'avaient cuites. En outre, nous avons constaté que 74 familles avaient au moins un membre atteint d'une maladie digestive, 12 familles avaient des problèmes de fertilité et 4 un cancer dans leur famille.

II. Résultats et discussion de tomate

II.1 Caractérisation physico-chimique des sols

II.1.1 pH

Les analyses des données obtenues à partir des trois échantillons de sol sont représentées dans la figure 17 :

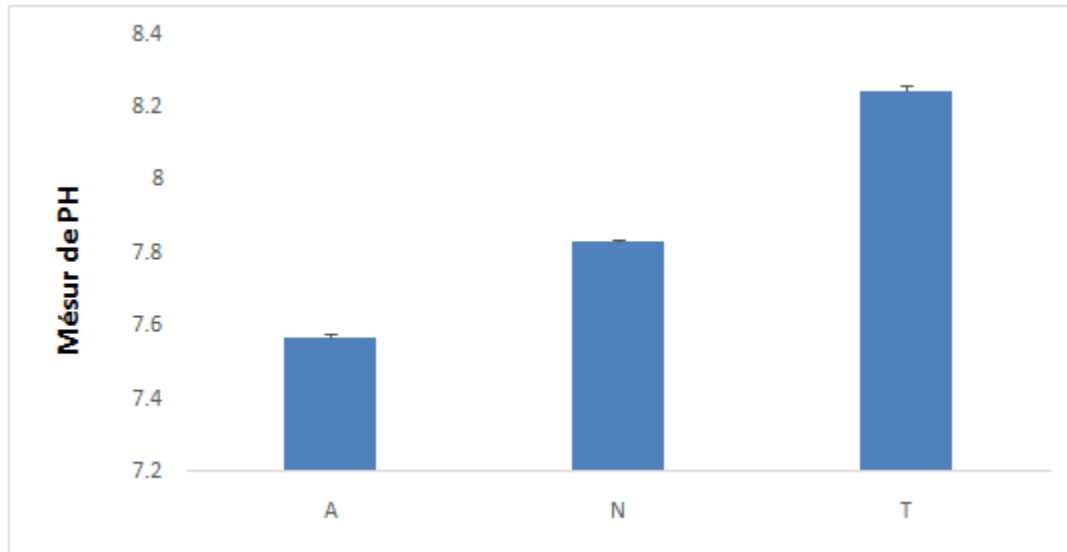


Figure 17 : Résultat de la mesure de PH

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH, mais, pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5.5 et 6.8 (**Toufouti, 2013**).

La mesure du pH d'un sol permet de définir son état d'acidité ou d'alcalinité. On remarque que le sol de nos échantillons (bio, traité selon les normes et aléatoire) est basique (Tableau 3). Les résultats montrent que la valeur la plus basique est notée chez la tomate bio avec une valeur de 8.25. Les valeurs les plus basses sont observées chez les tomates traitées selon les normes et aléatoire avec des valeurs 7.83 ; 7.57 respectivement. L'analyse statistique montre qu'il y a une différence très hautement significative ($p < 0.001$).

Le pH des sols étudiés est moyennement loin du pH préféré par la tomate qui peut exercer un effet sur la qualité de tomate plantée.

Ces résultats sont conformes aux études précédentes qui montraient une relation significative entre une augmentation des pesticides et une diminution du pH du sol (**Andreue & Pico, 2004; Aktar et al., 2009**). D'autres études ont montré que la sorption et la dégradation des pesticides sont plus efficaces dans les sols acides que dans les sols alcalins (**Topp et al., 1997 ; pal et al., 2006**). Cependant, comme observé également dans nos résultats, les échantillons traités (aléatoires et selon les normes) ne sont que moins alcalins que le bio-échantillon. Par conséquent, nous ne pouvons pas prétendre à des résultats définitifs sur l'impact des pesticides

sur le pH du sol et promouvoir la perfection du bio sol, mais on peut dire que la qualité de nos échantillons ne favorise pas la dégradation chimique des pesticides c'est-à dire l'utilisation des pesticides de la luttés de notre région capable d'augmenter l'accumulation des pesticides dans le sol, en conséquence l'augmentation de la chance d'élévation de facteur de biodisponibilité et le facteur de bioconcentration des pesticides vers les êtres vivant du sol soit les petits organisme soit les plantes vivantes de sol.

Nos résultats sont cohérents avec des revues bibliographiques in **Aquaportail (2019)**, qui montre que le pH du sol de 7,4-7,8 est classé comme légèrement alcalin et supérieur à 9 classé comme très fortement alcalin.

Hamaddache *et al.* 2016, ont constaté que le PH de sol des quatre stations étudiés est basique faible ($7,6 < \text{pH} < 8,08$). Cette basicité est due essentiellement à la nature géologique de la région et la présence de carbonate dans le site.

II.1.2 Conductivité électrique

Les résultats des mesures de la conductivité électrique réalisés sur les échantillons (bio, traité selon les normes et aléatoire) sont présentés dans la figure 18 :

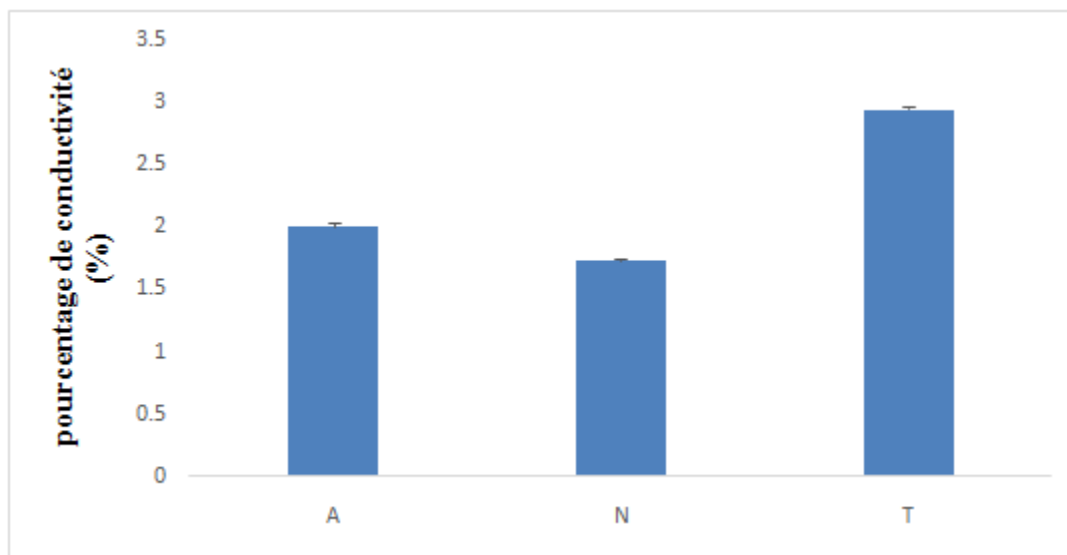


Figure 18 : Résultat d'analyse de conductivité

On observe les résultats obtenus montrent que tous les sols à analyser (bio, traité selon le normes et aléatoire), qui regroupe les sols très salé (Tableau 4) avec des valeurs de 2.94, 173,

201 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivement. L'étude statistique montre qu'il y a une différence très hautement significative ($p < 0.001$).

Selon **Pal et al (2006)**, les données disponibles sur l'impact des pesticides sur la salinité du sol sont limitées. Cependant, ils ont rapporté un résultat intéressant issu d'une étude montrant une dégradation plus rapide des pesticides dans les sols non salés que dans les sols salins (**Reddy & Sethunathan, 1985**). Dans cette recherche, la détermination de l'impact des pesticides sur la salinité et la conductivité électrique du sol n'est pas simple, à partir de nos seuls résultats. Cela est dû au processus naturel d'accumulation de sel dans les sols méditerranéens en général (**Zalidis et al., 1999**). Cela correspond à nos caractéristiques électriques des sols étudiés qui diminue la chance de dégradation des pesticides dans le sol. Une forte salinité enregistrée dans les trois échantillons étudiés en particulier dans l'échantillon témoin qui confirme que la présence des pesticides ne joue aucun rôle dans l'augmentation de la salinité. **Zalidis et al (2002)** ont reconnu l'intervention de multiples facteurs susceptibles d'affecter la salinité des sols, tels que: la gestion de l'eau, les activités humaines; y compris des erreurs dans la conception et la construction de projets d'irrigation et la dégradation continue de la qualité des eaux souterraines.

II.1.3 Taux de calcaire

Les résultats obtenus (figure 19) montrent que le taux de calcaire est élevée chez le sol de tomate traité aléatoire avec les pesticides de valeur moyenne de $7.83\mu\text{g}/\text{g}$ comparativement avec les sols de tomate traité selon les normes et bio 7.33 ; $6.81\mu\text{g}/\text{g}$ successivement. Donc selon **Duchauffour (1970)** tous les sols sont moyennement calcaires. L'étude statistique montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les trois échantillons ($p < 0.001$).

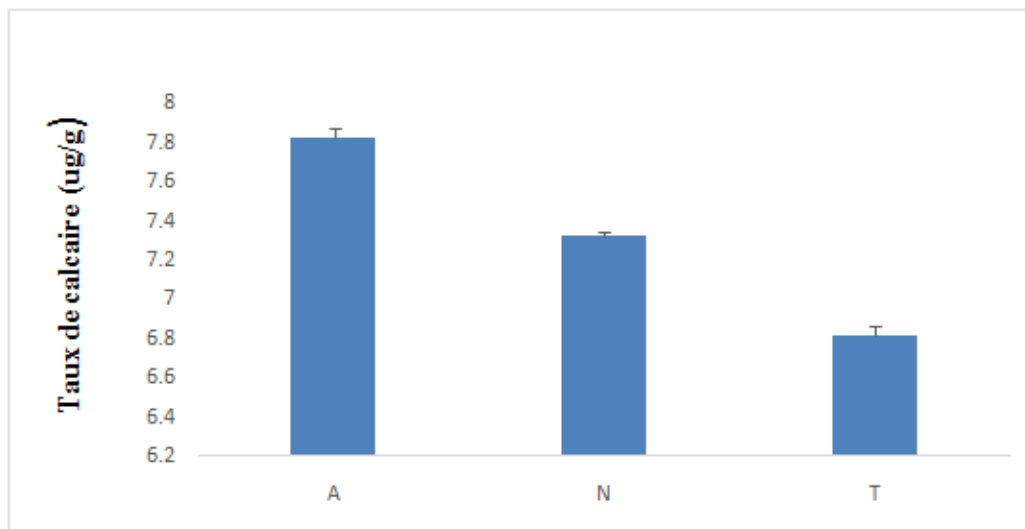


Figure 19 : Résultat de pourcentage Taux de calcaire

Des recherches antérieures ont montré que la calcite est inerte vis-à-vis des pesticides (**El Arfaoui, 2012, Clausen et al., 2001, Gulut et Sayin, 1998, Kovaïos et al., 2006**). Les sols alcalins sont caractérisés par la présence de carbonates. Le sol dans les zones calcaires près de la surface est alcalin en raison du carbonate de calcium présent dans le calcaire en mélange constant avec le sol (**in Aquaportail, 2019**).

Ces résultats contrindiqué aux résultats trouvés dans la mesure de pH, où le pH de sol témoin > pH de sol traité selon les normes > pH de sol traité aléatoirement, par contre le taux de calcaire de sol témoin < taux de calcaire de sol traité selon les normes < taux de calcaire de sol traité hors les normes.

II. 2 Paramètres physiologiques de tomate

II.2.1 Contenu biochimiques

II.2.1.1 Contenu biochimiques des feuilles

1. Sucres totaux dans les feuilles

A partir les résultats du dosage des sucres totaux présentés dans la figure 20 on révèle une diminution de ce paramètre chez les tomates traité selon les normes et aléatoire comparativement

avec les tomates témoin. Traitement statistique montre qu'il y a une différence hautement significative entre les trois échantillons ($p < 0.01$).

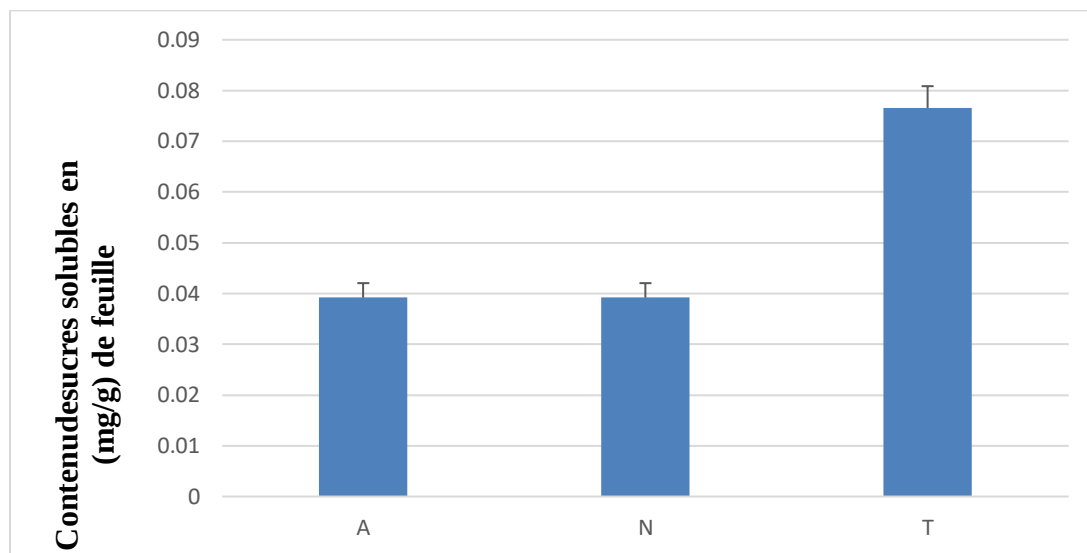


Figure 20 : Contenance de sucres solubles des feuilles des trois échantillons de tomate.

Nos résultats sont également en accord avec d'autres études qui ont montré la diminution du sucre total dans les feuilles dans des échantillons traités avec des pesticides (Yang *et al.*, 2002; Parween *et al.*, 2011; Shakir *et al.*, 2018). Nos résultats des paramètres de stress indiquent que les deux échantillons des tomates traités sont dans un état de stress, on peut lier ces résultats avec la diminution des sucres totaux qui sont expliqués par la faible production ou par la forte consommation des ressources énergétiques pendant les réactions de défense, la détoxification, et la réparation des tissus endommagés par les radicaux libres.

2. Dosage de protéines totales dans les feuilles

À partir des résultats du dosage des protéines totales présentés dans la figure 21, on révèle une diminution de ce paramètre chez les tomates traitées selon les normes et aléatoire comparativement avec les tomates témoin. Traitement statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les trois échantillons ($p > 0.05$).

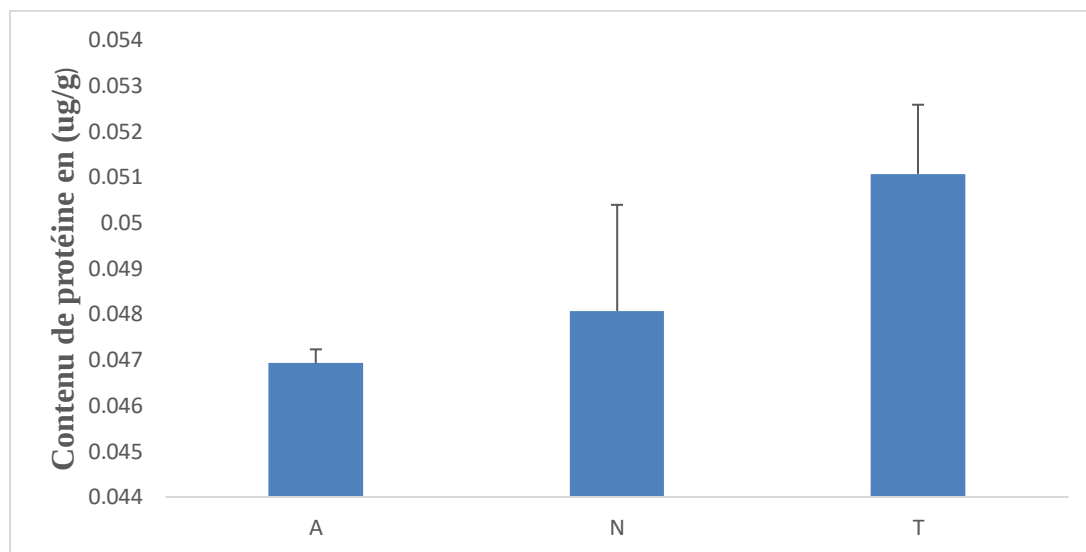


Figure 21 : Contenne de protéine des feuilles des trois échantillons de tomate.

Shakir et al (2018) ont expliqué la diminution de la teneur en protéines solubles totales en réponse à la toxicité des pesticides pourrait s'expliquer par le fait que les substances toxiques produites en raison de l'application de pesticides ont retardé la synthèse des protéines en induisant une altération de l'activité de la cytochrome oxydase, un blocage des voies respiratoires alternatives et la formation de succinat $(CH_2)_2(CO_2H)_2$.

3. Dosage des antioxydants

3.1. Activité enzymatique de la Catalase(CAT)

Les résultats obtenus dans la figure 22 montrent une présence des différences hautement significatives ($p < 0.01$) entre les trois échantillons étudiés, on observe une augmentation chez les tomates traité selon les normes et celles aléatoire 148.1, 145.99 ($\mu\text{moles} / \text{min/mg}$ des protéines) comparativement avec la tomate témoin (132.11 $\mu\text{moles} / \text{min/mg}$ des protéines).

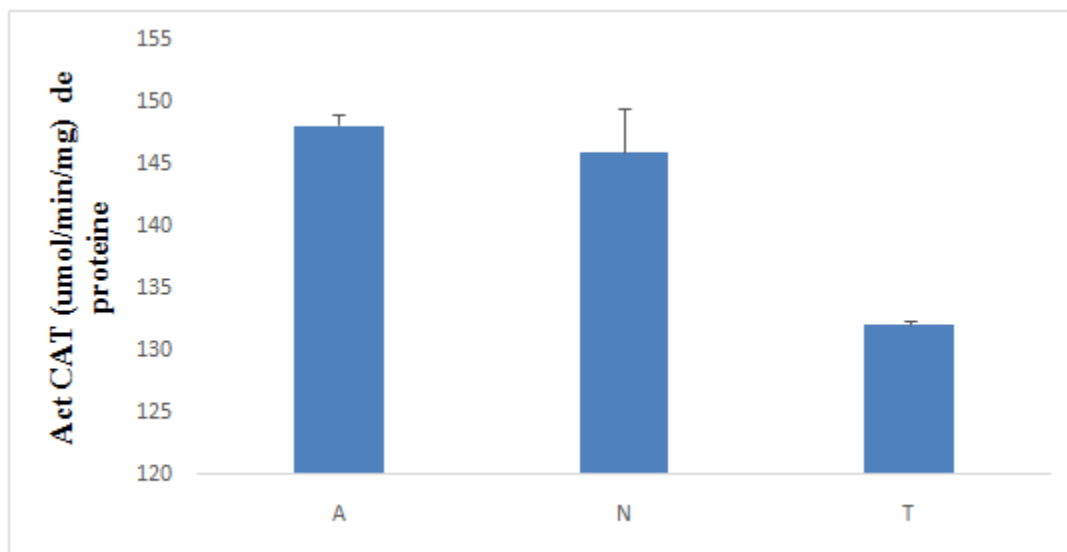


Figure 22 : Activité de catalase des trois échantillons de tomate

Nos résultats montrent une augmentation de l'activité de la catalase chez les tomates traitées d'une manière aléatoire plus que les tomates traitées en respectant les normes.

À l'instar de nos résultats, d'autres études ont montré qu'une concentration plus élevée de pesticides augmentait l'activité de la CAT (**Parween et al., 2012, Shakir et al., 2018**). D'autres études expliquent l'augmentation de l'activité des CAT car c'est le principal système de défense contre l'accumulation et la toxicité des ROS chez les plantes en éliminant le H₂O₂ toxique (**Singh et al., 2006; Jin et al., 2008**).

3.2. Taux de glutathion réduit (GSH)

Les résultats obtenus dans la figure 23 montrent une présence des différences significatives entre les échantillons étudiés ($p < 0.05$), on observe une diminution du taux de GSH chez les tomates traitées aléatoire (0.57 μ moles /mg des protéines) par rapport aux tomates témoin et traité selon les normes qui sont respectivement de 0.66 μ moles /mg des protéines, et de 0.65 μ moles /mg des protéines. Aussi on note qu'une légère diminution chez les tomates traitées selon les normes par rapport à la tomate témoin.

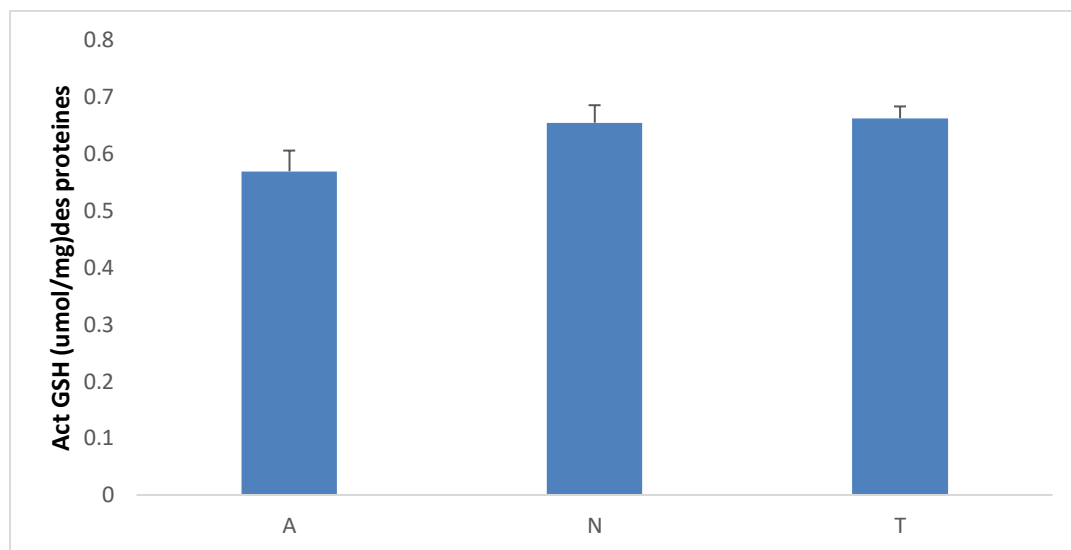


Figure 23 : Activité du glutathion (GSH) des trois échantillons de tomate.

En ce qui concerne le dosage du GSH, nos résultats sont conformes à ceux d'autres recherches qui ont montré la diminution du GSH dans les échantillons traités avec des pesticides (Selon Lushchak *et al.*, 2018), cela pourrait indiquer un changement de l'équilibre prooxydant-antioxydant, qui se produit souvent dans des conditions de stress induites par les pesticides (Atamaniuk *et al.*, 2013; Lushchak, 2012; Maher, 2005).

II.2.1.2 Contenu biochimiques des fruits

1. Protéines dans les fruits

Les résultats mentionnés dans la figure 24 montrent qu'une différence non significative entre les trois échantillons ($p > 0.05$), on constate une diminution de la concentration (0.16, 0.13 mg/g) des protéines chez les tomates traitées selon les normes et aléatoire comparativement avec les tomates témoin (0.17 mg/g).

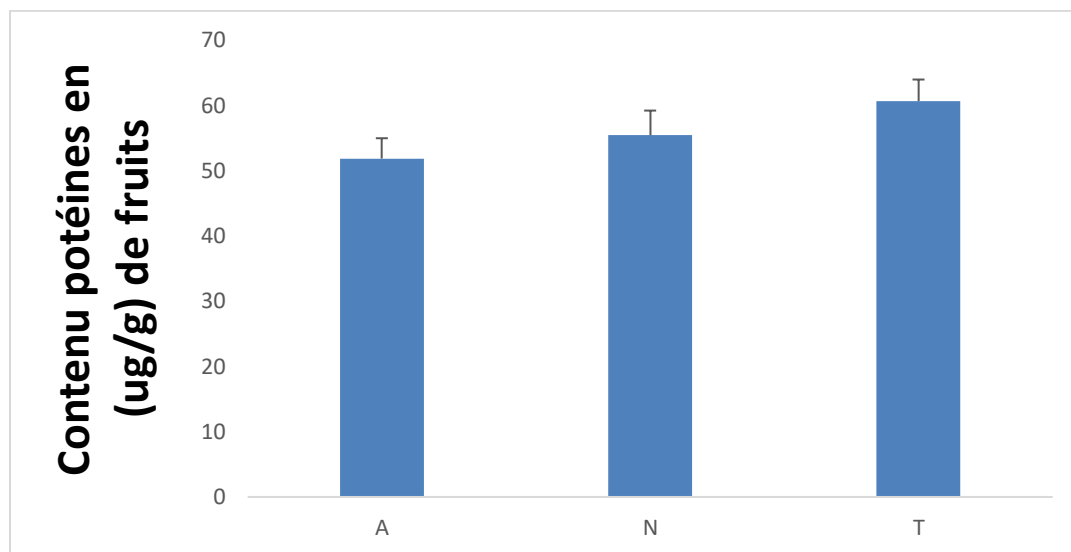


Figure 24 : Contenu de protéines dans les fruits des trois échantillons de tomate.

Nos résultats de dosage des protéines dans les fruits de la tomate sont conformes à d'autres recherches qui ont montré une diminution du nombre d'échantillons de tomates traités par rapport à l'échantillon biologique (**Parween et al., 2011**). De même que les résultats de quantité des protéines dans les fruits cohérentes à ceux dans les feuilles parce que les feuilles sont le lieu de la production et les fruits sont le lieu de stockage des produit provienne des feuilles.

2. Sucres totaux dans les fruits

Les résultats obtenus dans la figure 25 montrent une présence des différences très hautement significatives ($p < 0.001$), on remarque une diminution de la quantité des sucres chez les tomates traité selon les normes et aléatoire, par rapport à la tomate témoin.

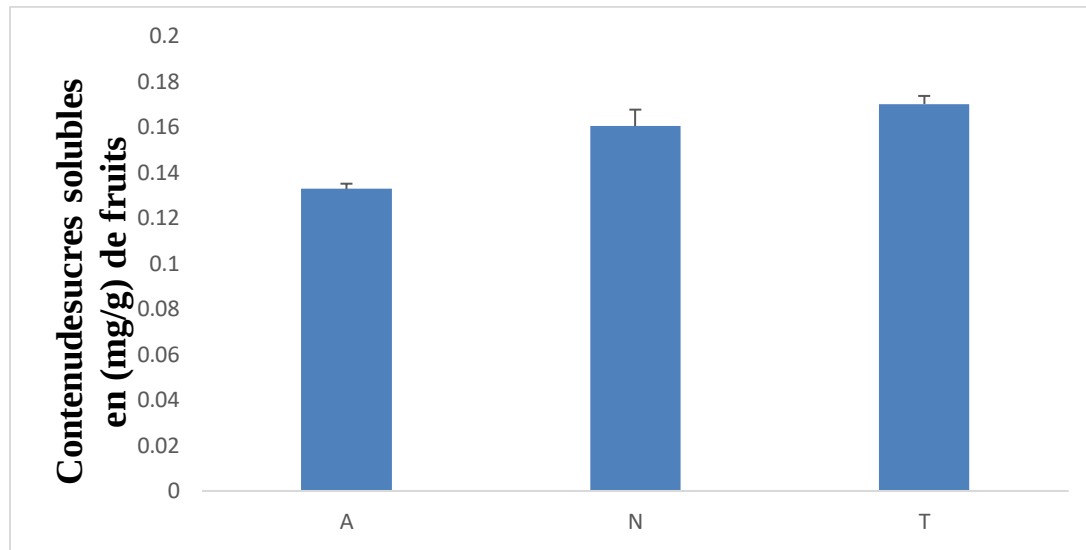


Figure 25 : Contenu de sucres solubles dans les fruits des trois échantillons de tomate.

En ce qui concerne ce résultat, il est conforme à d'autres études antérieures qui ont révélé des niveaux de sucre plus élevés dans les tomates biologiques que dans d'autres échantillons (Hallmann, 2012, Araujo & Telhado, 2015). Nos résultats de la diminution des sucres dans les fruits sont liés avec la diminution enregistrée dans les feuilles.

III. Analyses phytochimiques dans les feuilles

1. Rendement des extraits aqueux des feuilles

Les résultats obtenus du rendement de l'extrait brut aqueux sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 08 : Pourcentage de l'extrait brut aqueux des feuilles de tomates des échantillons étudiés

	Poids sec utilisé (g)	Poids d'extrait (g)	Rendement(%)
Bio (T)	10	1.46	14.6
Traité aux normes(N)	10	1.18	11.8
Traité aléatoires	10	1.25	12.5

(A)			
-----	--	--	--

On observe les extraits des feuilles de tomate (bio, traité selon les normes et aléatoire) a donné un rendement de l'ordre de 14.6%, 11.8%, 12.5%.ce qui montrent que les tomates témoin (sans aucune traitement) donnent un très bon rendement par rapport aux tomates traitées, en comparaison avec les tomates traitées nous avons trouvés les tomates traitées d'une manière aléatoire donnent un rendement supérieur aux tomates traitées selon les normes ces résultats due au traitement aléatoire par les engrais. La similarité des résultats trouvés dans les tomates traitées nous permette de préférer le traitement selon les normes au lieu de traitement aléatoire qui entraîne au cours du temps des mauvaises sur la santé de l'environnement.

2. Tests phytochimiques des feuilles

Les résultats des analyses phytochimiques des feuilles de tomate sont représentés dans le tableau 09.

Tableau 09 : Différents composants secondaires dans les feuilles des tomates

	Témoin	Echantillon N	Echantillon A
Alcaloïdes	+	+	+
Tannins	++	+	+
Flavonoïdes	+	+	+
Saponines	+	+	+
Sucresréducteurs	-	-	-
Terpénoïdes	+	+	+
Stéroïdes	+	+	+

- : absence, + : presence

A partir des résultats obtenus après l'analyse phytochimique, on remarque que les trois extraits obtenus de notre plante sont caractérisés par la présence des : Alcaloïdes, Tanins, Flavonoïdes, Saponines, Terpénoïdes et Stéroïdes et l'absence des sucres réducteurs. **Vinha et al en 2014**, les tomates biologiques étaient plus riches en tous les composants phytochimiques par rapport à l'échantillon de tomates conventionnel.

Les résultats enregistrés montrent qu'il n'existe pas une différence entre les échantillons témoin et traités sauf une forte présence des tannins dans l'échantillon témoin.

Le tanin est un composé phénolique qui précipite les protéines à partir de leurs solutions aqueuses. Les tanins sont présents en une grande quantité chez les arbres, dans les écorces, les racines, les feuilles et les fruits. Ils sont placés dans les vacuoles de cellules. En thérapeutique, les tannins ont des activités antiseptiques et bactéricides, ils ont la propriété antioxydant et empêchent le développement de microbes (**Biaye, 2002**).

3. Dosage des polyphénols totaux

Les résultats du dosage des polyphénols totaux présentés dans la figure 26 indiquent que la concentration d'extrait de tomate témoin (14.59 mg EAG /mg d'extrait) est la plus élevée comparativement avec les extraits des tomates traités selon les normes et aléatoire (13.73, 13.58 mg EAG /mg d'extrait) respectivement. L'étude statistique montre qu'il y a une différence très hautement significative ($p < 0.001$).

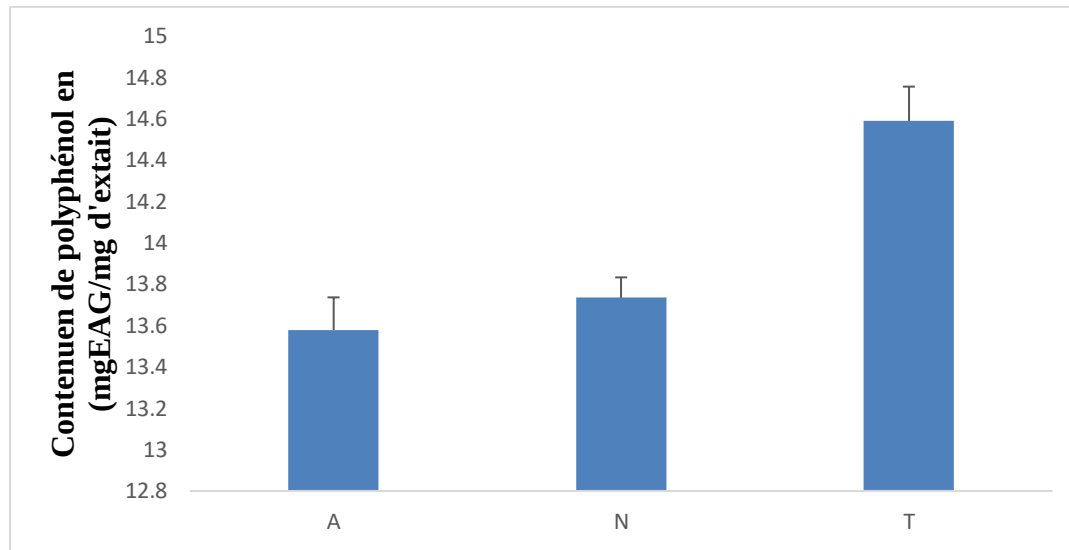


Figure 26 : Contenu de Polyphénol dans les trois échantillons de tomate.

Nos résultats sont conformes à un certain nombre d'études comparant la concentration en polyphénols dans des tomates biologiques à différents échantillons (**Borguini, 2006; Gyore et al, 2012; Vinha et al., 2014**). Il existe des preuves indiquant que l'augmentation des composants phytochimiques est en général davantage exposée au stress en agriculture biologique (**Oliveira et al., 2013**).

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion général

Cette recherche visait à comparer de certains paramètres influençant la qualité des tomates traitées par les pesticides et les engrais. Un objectif important de cette étude était d'étudier l'impact des pesticides sur la santé humaine et l'environnementale.

Les résultats d'analyse physicochimiques (pH, conductivité électrique, le taux de calcaire) du sol indiquent qu'il n'existe pas des différences importantes pour que le sol puisse affecter la qualité des tomates ce qui signifie que chaque changement sera lié au traitement par les pesticides.

Les données des paramètres de stress oxydatif montrent une diminution du taux de GSH, et une augmentation de l'activité enzymatique dans les feuilles chez les tomates traités par les pesticides particulièrement les tomates traités d'une manière aléatoire sans respecte les normes. Ce qui montre une probabilité d'un changement de structure.

Les résultats obtenus par le dosage des protéines et des sucres totaux dans les feuilles et les fruits montrent que les tomates traités sont dépourvu des éléments étudiés.

De même que les résultats de dosage des métabolites secondaires montrent la présence de tous les composants avec une quantité élevée de tannins dans les tomates témoins, qui caractérisé par son efficacité contre les microbes. Finalement on peut conclure que le traitement aléatoire des tomates par les pesticides et les engrais entraîne des perturbations chez la plante qui sera fragile, la fragilité de défense contre les maladies influence une mauvaise qualité des fruits de tomate qui diminue sa valeur nutritionnelle.

Recommandations

Nous espérons que ce travail va compléter par

- Dosage des résidus des pesticides dans les fruits des tomates.
- Le dosage des autres éléments essentiels (les sels minéraux (comme le calcium), les vitamines (comme vitamine C) dans les fruits.

Conclusion générale

- Analyses complètes des paramètres physicochimiques du sol qui influencent la bonne qualité des tomates (comme l'azote).
- Nous espérons que ce travail atteindra aux responsables, et les producteurs agricole pour faire un programme d'utilisation des pesticides et les engrais sous un contrôle stricte.
- Espérons que nous donnons une valeur à la santé humaine et environnementale plus que celle donnée à l'économie.

Références

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Adamou, H., Adamou, B., Kimba, A., Delmas, P. (2017). *Gestion intégrée des principaux ravageurs et maladies des cultures maraîchères au Niger*. Récupéré de <http://www.reca-niger.org/spip.php?article1124>
- AFNOR. (1994). Recueil des normes françaises, Qualité des sols, AFNOR Edition. (1994). 250 p.
- Agriculture Development. (2010, April 29). Retrieved from <http://www.economywatch.com/agriculture/development.html>
- Aktar, M.W., Sengupta, D., Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdiscip Toxicol*, 2(1), 1–12. doi: 10.2478/v10102-009-0001-7.
- Alewu, B., Nosiri, C. (2011). Pesticides and Human Health. In M. Stoytcheva (Ed.), *Pesticides in the Modern World - Effects of Pesticides Exposure* (pp. 231-250). Retrieved from <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-effects-of-pesticides-exposure/pesticideand-human-health>
- Andreu, V., Pico, Y. (2004). Determination of pesticides and their degradation products in soil: critical review and comparison of methods. *Trends Anal Chemistry*. 23(10–11), 772–789. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2004.07.008>.
- Araujo, J.C., Telhado, S.F.P. (2015). Organic Food: A Comparative Study of the Effect of Tomato Cultivars and Cultivation Conditions on the Physico-Chemical Properties. *Foods*, 4(3), 263–270. doi: 10.3390/foods4030263
- Atamaniuk, T.M., Kubrak, O.I., Storey, K.B., Lushchak, V.I. (2013) Oxidative stress as a mechanism for toxicity of 2,4dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D): studies with goldfish gills. *Ecotoxicology*, 22,1498-508.
- Baize, D., Jabiou, B. (1995). Guide Pour La Description Des Sols, Collection Techniques Et Pratiques, INRA, Paris.
- Béguel, P.J. (2012). Étude de la capacité antioxydante en lien avec la reproduction chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Biologie animale. Université de Bretagne occidentale – Brest. 2012. Français. p:11-12.

Références bibliographiques

- Békrol, Y.A., Mamyrbekova, J. A., Boua, B. & Fézan, H. (2007). Étude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthamiana* (Baill.)Herend. et Zarucchi (Caesalpinaceae). *Sciences & Nature*, 4(2), 217 – 225.
- Bénard, C. (2009). Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en polyphénols chez la tomate. (These de Doctorat). Nancy Université, France.
- BLANC, D. (1985). Les Structures Hors Sol INRA Ed Louis.Paris.
- Bonnard, M. (2010). « Biodisponibilité-Genotoxicité-Ecotoxicité » Des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (Hap) Dans Les Sols De Friches Industrielles.
- Borguini R.G. (2006). Avaliação do Potencial Antioxidante e de Algumas Características Físico-Químicas do Tomate (*Lycopersicon esculentum*) Orgânico em Comparação ao Convencional. University of São Paulo, São Paulo, Brazil.
- Boudouch,O. (2009). Étude De Dépollution Des Sols Par Extraction Sous Pression Réduite .Application Au Traitement Des Composés Organiques Volatiles. Thèse De Doctorat. Institut National Des Sciences Appliquées De Lyon.
- Boughellout, M., Amara, T. (2015). *Les effets protecteurs des plantes médicinales contre le stress oxydant*. (Mémoire de Master). Université des frères Mentouri Constantine, Algérie.
- Boulaine, J. (1989). Histoire Des Pédologues Et De La Science Du Sol. Ed. INRA.
- Boulifa, k. (2012). Synthèse hydrogéologique sur la région d'El-Oued Sahara nord oriental -Est Algérien. Mémoire Magister. Université Constantine 1, 3.
- Bouzaata, C. (2016). *Valorisation des sous produits de quatre variétés de tomate industrielle (Solanum esculentum L) dans l'Est Algérien*. (These de Doctorat). Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- Calvet, R. (2003). Le Sol : Propriétés Et Fonctions. Tome 1 : Constitution Et Structure, Phénomènes Aux Interfaces. Ed. France Agricole.
- Cappuyns, V., Swennen, R., Verhulst, J. (2004). Assessment of acid neutralizing and potential mobilisation of trace metals from land-disposed dredged sediments. *Science of the Total Environment*, 333, 233-247.

Références bibliographiques

- Chanforan, C. (2010). *Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation: études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate*. (These de Doctorat). Université d'avignon et des pays de vaucluse, France.
- Chougar, S. (2011). *Bioécologie de la mineuse de la tomate Tuta absoluta (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou*. (Mémoire Magister). UNIVERSITE Mouloud MAMMERI de TIZI-OUZOU, Algérie.
- Ciccone, M.M., Cortese, F., Gesulato, M., Carbonara, S., Zito, A., Ricci, G., De Pascalis, F., Scicchitano, P., Riccioni, G. (2013). Dietary intake of careotenoids and their antioxidant and anti-inflammatory effects in cardiovascular care. *Mediators Inflamm*. doi: 10.1155/2013/782137
- Clausen, L., Fabricius, I., Madsen, L. (2001). Adsorption of Pesticides onto Quartz, Calcite, Kaolinite, and α -Alumina. *Environmental Quality Abstract - Ground Water Quality*, 30(3), 846-857. doi:10.2134/jeq2001.303846x.
- Consortium De Recherche Pour Les Métaux De Haute Technologie (BRGM). (2003, Juin). Les Enjeux Des Éléments Du Groupe Du Platine Dans La Filière Catalyse.
- Consortium De Recherche Pour Les Métaux De Haute Technologie (BRGM). (2003, Juin). Les Enjeux Du Rhénium Dans La Filière Superaliages.
- Consortium De Recherche Pour Les Métaux De Haute Technologie (BRGM). (2003, Juin). Les Enjeux Du Germanium Dans La Filière Ntic.
- Dharmendra, S., Poonam, S., Abhishek, G., Shikha, S., Ekta, S. & Rajeev N. (2012). Qualitative Estimation of the Presence of Bioactive Compound in Centella Asiatica: An Important Medicinal Plant. *International Journal of Life Science and Medical Science*, 2 (1), 5-7.
- Diouf, M. M. (2016, Novembre). *La tomate industrielle du Sénégal: une filière en danger*. Retriever de <https://lavoixdelavallee.wordpress.com/2016/11/15/tomate-industrielle-senegal-filiere-en-danger>
- Duchaufour, P. (1984). *Abrégés De Pédologie*. Ed. Masson. Paris.
- Duchaufour, P. H. (1970). *Précis de Pédologie*. Eds, Masson, Paris.

Références bibliographiques

- El Arfaoui, A., Sayen, S., Paris, M., Keziou, A., Couderchet, M., Guillon, E. (2012). Is organic matter alone sufficient to predict isoproturon sorption in calcareous soils? *Science of The Total Environment*, 432, 251-256. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.05.066>
- Erba, D.M., Casiraghi, C., Ribas, A., Cáceres, R., Marfà, O. (2013). Nutritional value of tomatoes ([i]Solanum lycopersicum[/i] L.) grown in greenhouse by different agro-nomic techniques. *Journal of Food Composition and Analysis, Elsevier*, 31 (2), 245-251. HAL Id: hal-01292344 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01292344>
- Farvid, M.S., Chen, W.Y., Michels, K.B., Cho, E., Willett, W.C., Eliassen, A.H. (2016) Fruit and vegetable consumption in adolescence and early adulthood and risk of breast cancer: population based cohort study. *BMJ*.
- Farvid, M.S., Chen, W.Y., Rosner, B.A., Tamimi, R.M., Willett, W.C., Eliassen, A.H. (2018) Fruit and vegetable consumption and breast cancer incidence: Repeated measures over 30 years of follow-up. *International journal of cancer*.
- Food and Agriculture in National and International Settings. (2002). Retrieved from <http://www.fao.org/3/Y3557E/y3557e07.htm#h>
- Ghedjati, N. (2014). *Toxicité aigue et subaigüe des alcaloïdes naturels et synthétiques des graines du Datura stramonium*. (Mémoire Magister). Université Ferhat Abbas Sétif 1
- Gilbert, L. (2009). *Etude de la biosynthèse de l'ascorbate et des métabolismes associés chez la tomate*. (These de Doctorat). Université de Bordeaux II, France.
- Glossary Of Soil Science Terms. (1965). Ed. Soil Science Society Of America. Am. J. Potato Res. 42, 346. [Online] <https://www.soils.org/publications/soils-glossary>.
- Gobat .J.M., ARAGNO, M., Matthey, W. (2010). Le Livre (Le Sol Vivant : Base De Pédologie Et Biologie Des Sols). 3eme Edition Revue Et Augmentée, 150-165
- Guevara-Riban, A., Sahuquillo, A., Rubio, R., Rauret, G. (2004). Assessment of mobility in dredged harbour sediments from Barcelona, Spain. *Science of the Total Environment*, 321: 241-255.

Références bibliographiques

- GÜLÜT, K.Y., Sayin, M. (1998). Sorption of Aldicarb Sulfoxide by Samples of Some Calcareous Soils From Turkey. *agriculture and Forestry*, 22, 419-423.
- Györe-Kis, G., Deák, K., Lugasi A., Csúr-Varga, A., Helyes, L. (2012). Comparison of conventional and organic tomato yield from a three-year-term experiment. *Acta Aliment*, 41, 486–493. doi: 10.1556/AAlim.41.2012.4.10.
- Hadjali, I. (2017). *Contribution à l'étude phytochimique des métabolites secondaires (tanins, flavonoïdes et alcaloïdes) des feuilles de Carlina acaulis L. (Tafgha) de la région de Tlemcen.* (Mémoire de Master). Université Abou-Bekr Belkaïd de Tlemcen, Algérie.
- Haggani, L., Ghanemi, F. (2017). *Effet de séchage au micro-onde et à l'étuve sur la composition phénolique et l'activité antioxydante de Pistacia lentiscus L.* (Mémoire de Master). Université A. MIRA, Bejaia, Algérie.
- Hallmann, E. (2012). The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. *Science of food and agriculture*, 92(14), 2840-2848. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5617>
- Harrar, A. (2012). *Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnus alaternus L.* (Memoire Magister). Université Ferhat Abasse Sétif, Algérie.
- Health Benefits of Tomatoes. (2019). Retrieved from <https://www.healthyeating.org/Healthy-Eating/All-Star-Foods/Vegetables/Article-Viewer/Article/196/Health-Benefits-of-Tomatoes>
- Hillel, D. (1982). *Introduction To Soil Physics*. Ed. Academic Press. New York, USA.
- Hocquard, C. (2001). *Le Scandium, Un Métal High-Tech Du Futur*, Economiegîtologie. La Tribune.
- Hocquard, C. (2005). *Les Enjeux Des Nouveaux Matériaux Métalliques*. Revue Ecomine (Ministère De l'Économie, Des Finances Et De l'Industrie).
- Horrigan, L., Lawrence, R.S., Walker, P. (2002). How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human Health Harms of Industrial Agriculture. *Environmental Health Perspectives*, 110(5), 445–456. doi: [10.1289/ehp.02110445](https://doi.org/10.1289/ehp.02110445)
- Impacts of pesticides on health. (2017). Retrieved from <http://www.pan-uk.org/health-effects-of-pesticides/>

Références bibliographiques

- Impacts of pesticides on health. (2017). Retrieved from <http://www.pan-uk.org/health-effects-of-pesticides/>
- Jeannot, R., Lemièrre, B., Chiron, S., Augustin, F., Darmendrail, D. (2001). Guide Méthodologique Pour L'analyse Des Sols Pollués. Editions BRGM, Orléans, France.
- Jeannot, R., Lemiere, B., Chiron, S., Augustin, F., Darmendrail, D. (2001)- Guide méthodologique pour analyse des sols pollués (Document du BRGM 298).
- Jin X.F., Yang X.E., Islam, E., Liu, D., Mahmood, Q., Li, H., Li, J. (2008). Ultrastructural changes, zinc hyperaccumulation and its relation with antioxidants in two ecotypes of *Sedum alfredii* Hance. *Plant Physiol Biochem*, 46(11), 997–1006. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2008.06.012>
- Kere, W.A. (2016). *Etude de l'entomofaune de trois variétés de tomate (Lycopersicum esculentum) à L'oues du Burkina Faso*. (Mémoire d'ingénieur). Université polytechnique de Bobo-Dioulasso.
- Khechana, S., Mega, N., El Fadel, D., Drouiche, A. (2012). Cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution à l'aide d'un SIG dans la région d'El-Oued (se algé.... Université d'El-Oued. Algérie, p: 178.
- Koffi, N., Beugré, K., Guédé, N., Dossahoua, T. et Laurent, A. (2009). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6(2), 1 – 15.
- Koller, E. (2004). Traitement Des Pollutions Industrielles. Edition DUNOD Paris.
- Koller, E. (2004). Traitement des pollutions industrielles : Eau, Air, Déchets, Sols, Boues.
- Kovaios, I.D., Paraskeva, C.A., Koutsoukos, P.G., Payatakes, A.C. (2006). Adsorption of atrazine on soils: Model study. *Journal of Colloid and Interface Science*, 299(1), 88-94. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2006.01.057>
- Laperche, V., Dictor, C.M., Clozel-Leloup, B., Baranger, P. (2004) Guide Méthodologique Du Plomb, Appliqué A La Gestion Des Sites Et Sols Pollués. BRGM/RP-52881-FR. Étude Réalisée Dans Le Cadre Des Actions De Service Public Du BRGM 2003-POLA06
- Le référentiel pédologique (AFES). (1995). D. Baize et M.C. Girard coord. INRA Éditions, Paris. 332pp.

Références bibliographiques

- Legros, J.P. (2007). Les Grands Sols Du Monde. Ed. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. Lausanne, 574.
- Lemière B., Seguin J.J., Le Guern C., Guyonnet D., Baranger P., Darmendrail D. & Conil P. (2001). Guide Sur Le Comportement Des Polluants Dans Les Sols Et Les Nappes. Applications Dans Un Contexte d'Evaluation Détaillée Des Risques Pour Les Ressources En Eau. Bureau De Recherches Géologiques Et Minières.
- Lushchak, V.I. (2012). Glutathione homeostasis and functions: potential targets for medical interventions. *J Amino Acids*. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/736837>
- Lushchak, V.I., Tetiana, M. Matviishyn, T.M., Viktor V. Husak, V.V., Storey, J.M., Kenneth B. Storey, K.B. (2018). Pesticide Toxicity: A Mechanist Approach. *EXCLI*, 17, 1101–1136. doi: 10.17179/excli2018-1710
- Maher, P. (2005). The effects of stress and aging on glutathione metabolism. *Ageing Res Rev*, 4(2), 288-314. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2005.02.005>
- Matkowski, A., Piotrowska, P. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activities of some medicinal plants from the Lamiaceae. *Fitoterapia*. 77(5), 346-353.
- Mennai, A. (2014). Contribution a l'étude des pathologies dominantes chez le dromadaire dans la région d'El Oued. (These de Doctorat). Université de Chadli Ben Djedid, Taref, Algerie.
- Muraki, I., Imamura, F., Manson, J.E., Hu, F.B., Willett, W.C., van Dam, R.M., Sun, Q. (2013). Fruit consumption and risk of type 2 diabetes: results from three prospective longitudinal cohort studies. [BMJ](#).
- Mursu, J., Virtanen, J.K., Tuomainen, T.P., Nurmi, T., Voutilainen, S. (2013) Intake of fruit, berries, and vegetables and risk of type 2 diabetes in Finnish men: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study–. [The American journal of clinical nutrition](#), 99(2), 328-33.
- Naika, S., Juede, J., Goffau, M., Hilmi, M., Dam, V. (2005). La culture des tomates: Production, transformation et commercialization. *Agromisa/ CTA*. Revised edition, 2005 Agrodok-series No 17
- Nortcliff, S. (2002). Standardisation Of Soil Quality Attributes agriculture. *Ecosystems & Environment* 88(2), 161-168

Références bibliographiques

- Nowak, C., Mossmann, J.R., Saada, A. (2003). Etat Des Connaissances Sur L'atténuation Naturelle : Mécanismes Et Mise En Oeuvre. Bureau De Recherches Géologiques Et Minières.
- Oliveira, A.B., Moura, C.F.H., Gomes-Filho, E., Marco, C.A., Urban, L., Miranda, M.R.A. (2013). The Impact of Organic Farming on Quality of Tomatoes Is Associated to Increased Oxidative Stress during Fruit Development. *PLoS ONE*, 8(2), 1-6. doi: 10.1371/journal.pone.0056354.
- Ouassa, B. (2014). Biodiversité de l'arthropodofaune dans la région d'Oued Souf. Memoire D'ingénieur. Université Kasdi Merbah. Ouargla. Algérie, pp: 5-8.
- Ouellet, M., Bonin, J., Rodrigue, J., DesGranges, J.L., Lair, S. (1997). Hind-limb deformities (ectromelia, ectrodactyly) in free-living anurans from agricultural habitats. *J Wildl Dis*, 33(1), 95–104. DOI: [10.7589/0090-3558-33.1.95](https://doi.org/10.7589/0090-3558-33.1.95)
- Oukala, N. (2014). *Etat sanitaire des cultures de tomate sous serre et étude de l'impact des pratiques culturales sur le développement de la pathologie dominante*. (Mémoire de Magister). Université A. MIRA, Bejaia, Algérie.
- Pal, R., Chakrabarti, K., Chakraborty, A., Chowdhury, A. (2006). Degradation and Effects of Pesticides on Soil Microbiological Parameters-A Review. *International Journal of Agricultural Research*, 1, 240-258. DOI: 10.3923/ijar.2006.240.258
- Pansu, M., Gautheyrou, J. (2001). L'analyse Du Sol Minéralogique, Organique Et Minérale. Edition Springer.
- Parween,T., Jan, S., Mahmooduzzafar., Fatma, T. (2011). Alteration in nitrogen metabolism and plant growth during different developmental stages of green gram (*Vigna radiata* L.) in response to chlorpyrifos. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33, 2321–2328. DOI 10.1007/s11738-011-0772-2.
- Pedro, G. (1985). Les Grandes Tendances Des Sols Mondiaux. Cultivar.
- Pesticide Environmental Stewardship. Introduction to Pesticide Resistance. Retrieved from <https://pesticidestewardship.org/resistance/>
- Petit, J. (2013). Identification et validation fonctionnelle de gènes candidats controlant la composition de la cuticule chez le fruit de tomate. (These de Doctorat). Université de Bordeaux I, France.
- Pimentel, D., Greiner, A., Bashore, T. (1991). Economic and environmental costs of pesticide use. *Arch Environ Contam Toxicol* 21:84–90 (1991).

Références bibliographiques

- Prashant, T., Bimlesh, K., Mandeep, K., Gurpreet, K. et Harleen, K. (2011). Phytochemical screening and Extraction: A Review . *Internationale Pharmaceutica Scientia*. 1, 104.
- Quijano, R., Panganiban, L., Cortes-Maramba. N. (1993). Time to blow the whistle; dangers of toxic chemicals. *World Health*, 46(5), 26–27.
- Raloff, J. (1996). Growers bee-moan shortage of pollinators; pan-demic devastating wild and commercial honeybee populations. *Sci News*, 149 (26), 406.
- Ranc, N. (2010). Analyse de polymorphisme moléculaire de gènes de composantes de la qualité des fruits dans les ressources génétiques sauvages et cultivée de tomate; recherche d'associations gènes/QTL. (These de Doctorat). Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France.
- Reddy, B.R., Sethunathan, N .(1985). Salinity and the persistence of parathion in flooded soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 17(2), 235-239. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(85\)90120-8](https://doi.org/10.1016/0038-0717(85)90120-8).
- Redlich, G.C., Verdure. (1975). Le Comportement Physique Des Tourbes En Cours De Culture *PHM.Revue Horticole*.160, 13-20
- Rekibi, F. (2015). Analyse compétitive de la filière tomate sous serre Cas de la Wilaya de Biskra. (Memoire de Magister). Université de Mohamed Khider Biskra, Algérie.
- Repetto, R., Baliga, S.S. (1996). Pesticides and the Immune System: The Public Health Risks. Washington, DC:World Resources Institute.
- Robert, M. (1996). Le Sol : Interface Dans L'environnement, Ressource Pour Le Développement. Ed. Masson.
- Royer, M. (2013). *Etude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans biogresseurs*. (These de Doctorat). Université de Lorraine, France.
- Shakir, S.K., Irfan, S., Akhtar, B., Rehman, U.S., Daud, M.K., Taimur, N., Azizullah, A. (2018). Pesticide-induced oxidative stress and antioxidant responses in tomato (*Solanum lycopersicum*) seedlings. *Ecotoxicology*, 27(7), 919–935. <https://doi.org/10.1007/s10646-018-1916-6>.

Références bibliographiques

- Singh, S., Eapen, S., D'Souza, S.F. (2006). Cadmium accumulation and its influence on lipid peroxidation and antioxidative system in an aquatic plant *Bacopa monnieri* L. *Chemosphere*, 62(2), 233–246. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.05.017>
- Singleton, V.L., Orthofer, R. & Lamuela, R. Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology. Orlando Academic Press*, 152-178.
- Slavin, J., Lloyd, B. (2012). Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Adv Nutr*, 3(4), 506-516. doi: [10.3945/an.112.002154](https://doi.org/10.3945/an.112.002154)
- SOLTNER, D. (2004). Distribution Liquid Et Voie Métabolique Chez Quatres Bactéries Gramnégative Hydrocarbonoclaste. Variation En Fonction De Sources De Carbone. Docteur De L'université PARIS 6
- Son, D. (2018). Analyse des risques liés à l'emploi des pesticides et mesure de la performance de la lutte intégrée en culture de tomate au Burkina Faso. (These de Doctorat). Université de Liege – Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique.
- Sposito, G. (1997). The Chemical Composition Of Soils. The Chemistry Of Soils. Oxford University Press. New-York: P3-27
- Sposito, G. (2008). The Chemistry Of Soils. Oxford University Press, New York.
- Tack F. M., Callewaert O. W. J. J. & Verloo M. G., 1996. Metal solubility as a function of pH in a contaminated dredged sediment affected by oxidation. *Environmental Pollution*, 91(2), 199-208.
- Topp, E., Vallaes, T., Soulas, G. (1997). *Pesticides Microbial Degradation and Effects on Microorganisms*. In: Modern Soil Microbiology, Van Elsas, J.D., J.T. Trevors and E.M.H. Wellington (Eds.). Marcel Dekker, Inc., New York, USA, 547-575.
- Toufouti, Z. H. (2013). Contribution à l'étude des maladies bactériennes de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivée en serres dans l'Est Algérien. (Mémoire de Magister). Université Constantine-1, Algérie.
- Vance, T.M., Su, J., Fontham, E.T.H., Koo, S.I., Chun, O.K. (2013). Dietary antioxidants and prostate cancer: a review. *Nutr Cancer*, 65(6), 793-801.

Références bibliographiques

- Vandecasteele, B., De Vos, B., Tack, F. M. G. (2002). Heavy metal contents in surface soils along the Upper Scheldt river (Belgium) affected by historical upland disposal of dredged materials. *The Science of the Total Environment*, 290, 01-14.
- Vegetables and Fruits. (2019). Retrieved from <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/what-should-you-eat/vegetables-and-fruits/>
- Vinha, A.F., Barreira, S.V.P., Costa, A.S.G., Alves, R. C., M. Beatriz P.P. Oliveira, M.B.P.P. (2014). Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. *Food and Chemical Toxicology*, 67, 139-144. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.02.018>.
- Wang ,X., Ouyang, Y., Liu, J., Zhu, M., Zhao, G., Bao, W., Hu, F.B. (2014) Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ*.
- Willcox, J.K., Catignani, G.L., Lazarus, S.(2003).Tomatoes and cardiovascular health. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 43(1), 1–18.
- Yakhlef, G. (2010). *ETUDE DE L'ACTIVITE BIOLOGIQUE DES EXTRAITS DE FEUILLES DE Thymus vulgaris L. ET Laurus nobilis L.* (Mémoire Magister). Univeristé EL Hadj Lakhdar, Batna, Algérie.
- Yang, C., Lee, C., Chou, C.(2002). Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: I. Inhibition of supply-orientation. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 43, 299-304.
- Yokoyama, Y., Nishimura, K., Barnard, N.D., Takegami, M., Watanabe, M., Sekikawa, A., Okamura, T., Miyamoto, Y. (2014). Vegetarian diets and blood pressure: a meta-analysis. *JAMA internal medicine*, 174(4),577-87.
- Zalidis, G., Gerakis, A., Misopolinos, N., Prodromou, K., Apostolakis, A. (1999). The impact of soil and water resources management on salt accumulation in Greece. In: Leone, A.P., Steduto, P. (Eds.), *Salinity as a Limiting Factor for Agricultural Productivity in the Mediterranean Basin. Proceedings of the First Trans-National Meeting*, Naples, 24–25 March 1997, 87–95.

Références bibliographiques

- Zalidis, G., Stamatiadis, S., Takavakoglou, V., Eskridge, K., Misopolinos, N. (2002). Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 88(2), 137-146. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00249-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00249-3)
- Zare, S., Behzadi, M., Tarzana, M., Mohamadi, M.b., Omid, L., Heydarabadi, .B., Kazemi, S. (2015). The impacts of pesticides on the health of farmers in Fasa, Iran. *Electron Physician*, 7(4), 1168–1173. doi: 10.14661/2015.1168-1173
- الوادي ولاية صحراوية رائدة في الإنتاج الفلاحي (2015, October 31). Retrieved from <http://www.wilaya-eloued.dz/Portal/Article.aspx?ArticleId=78a5fed2-813a-4d36-abec-e06110ca37b8&CategoryId=18>

Annexes

Annexe 01

إستبيان البائعين

أرجو من حضراتكم تزويدي ببعض المعلومات لمساعدتي في انجاز مذكرة نهاية الدراسة (ماستر بيولوجيا) وذلك من خلال اجابتكم عن أسئلتي التالية :

مناطق الفلاحين الأكثر تعاملًا معكم

الامراض التي تصيب الطماطم

المبيدات المختلفة المستعملة للطماطم

الكمية المشتراة من هذه المبيدات خلال (الاسبوع / الشهر / العام)

كمية البيع من هذه المبيدات خلال (الاسبوع / الشهر / العام)

المبيدات الأكثر مبيعا

Annexe 02

إستبيان الفلاحين

أرجو من حضراتكم تزويدي ببعض المعلومات لمساعدتي في انجاز مذكرة نهاية الدراسة (ماستر بيولوجيا) وذلك من خلال اجابتكم عن أسئلتي التالية :

المساحة المزروعة بالطماطم :

مدة حياة الطماطم من الزراعة إلى الحصاد:

فترة الحصاد:

الكمية المنتجة من الطماطم:

الامراض التي تصيب الطماطم:

أنواع المبيدات المستخدمة الحشرية:

متى تستخدمون المبيدات الحشرية والأسمدة (حدد فترة حياة الطماطم):

الكمية المستهلكة من المبيدات (في اليوم / الأسبوع):

هل تستخدم أدوات الوقاية خلال الرش :

هل تعاني من:	- احمرار العين	☐	- حساسية الجلد	☐	- الحكة	☐	أمراض الجهاز	☐
التنفسي	☐	- ضيق في التنفس	☐	- الكحة المستمرة	☐			☐

Annexe 03

إستبيان الطلبة

أرجو من حضراتكم تزويدي ببعض المعلومات لمساعدتي في انجاز مذكرة نهاية الدراسة (ماستر بيولوجيا) وذلك من خلال اجابتكم عن أسئلتي التالية :

عدد أفراد العائلة :

الكمية المستهلكة من الطعام (أسبوعياً) :

الطعام غالباً ما تستخدم : - طازجة ☐ - مطبوخة ☐

هل يعاني أحد أفراد العائلة من: - أمراض الجهاز الهضمي :

- السرطان ☐ - العقم ☐ - تأخر الانجاب ☐