



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



*Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique*

جامعة الشهيد حمّة لخضر الوادي

*Université Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED*

كلية العلوم الطبيعية والحياة

*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*

قسم البيولوجيا

Département de Biologie

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

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

Spécialité : biodiversité et physiologie végétale

### **THEME**

**Evaluation de la qualité nutritionnelle de  
la tomate séche (variete cultivé dans la wilaya  
de Oued souf)**

Présenté Par :

M<sup>elle</sup> : LEKHOUIMES Soumaya

M<sup>elle</sup> : RAHAL Bahjet fouad

M<sup>elle</sup> : TERCHA Assma

M<sup>elle</sup> : OMANE Hala

Devant le jury composé de :

Présidente Dr. LANEZ Elhafnaoui Université d'El Oued.

Examinatrice Dr. LAABED Soumaia Université d'El Oued.

Promoteur M<sup>r</sup>. BEN KADDOUR Mounia Université d'El Oued.

Année universitaire: 2021/2022

## *Remerciement*

*Avant tout, je remercie Dieu de nous avoir donné du courage et de la patience et de nous avoir permis d'étudier et de suivre le chemin de la science.*

*Tout d'abord, nous tenons à exprimer ma plus profonde gratitude à notre encadrante : Madame Ben Kadour*

*Mounia,*

*C'est un honneur pour nous de travailler avec elle, nous la remercions pour son acceptation*

*Pour la conduite de ce travail, ses encouragements, son humilité, sa disponibilité, ses chères orientations et ses précieux conseils.*

*Nous tenons également à remercier les membres du jury .*

# الإهداء

باسم الله أول مجاري ألفاظنا وآخرها.

في دراساتي ثلثها كمنه تتاح لنا الفرصة لتبليغ الأهداءات المحبوسة بشكل أفضل خاصة بحرفتي  
عربي فبين. ....

أهدي هذا العمل:

إلى من أفتخر وأعتز بوجوده، إلى سيدي وبطلتي الذي مهد لي طريق العلم والذي ثمر بن  
محمد حفظه الله ورعاها، دمتك السند وبهجة الروح.

إلى من تجاهد دوماً أملاً في رفعتي وإخوتي، حبا وليس إلزاماً... إلى السيدة أمي، وطننا إلى  
هنا بفضل التتمتع على سجادك، دمتك بخير وعافية.

إلى كل الرفاق الذين كانوا لنا دعماً وسنداً ولو نذق منهم مرارة الخذلان والجفاء، أميتهم لنا  
صحة اختياراتنا دمتهم في حياتنا، أخص بالذكر منهم رفيفة الروح بهجة الفؤاد.

إلى نعمة الله علي: إخوتي عائلتي السند دمتهم نعمة لا تزول.

إلى أبنائي طلبة وطالبات القرآن، ندمكم الله بعلمه ونفع بكم بالامة.

إلى المستضعفين المسلمين في مشارق الأرض ومغاربها والمرابطين في ساحات المسجد  
الأقصى دامت معانكم قوية.

كم شمية

## الإهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ قَالَ تَعَالَى: (يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا  
الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ)

تم هذا بفضل الله أولاً باسمه يُبارك في أي عملٍ وجهدٍ وقولٍ آمننا به وكفينا به معيناً...

التي من أحمل اسمه بكل فخر، السند الذي تمنيت وجوده معي الآن لتكتمل بصفتي به والنعمة  
التي تمنيت لو أنها تطول، التي روح والدي رحمه الله بوبكر، جمعني الله بك في جنات النعيم.

التي أمني وأمني التي من خاتمت معي لومة الليلي الطوال وكاتب لنا أما بأبي، أمي بريزة  
دمت السند وأجمل نعم الله كتبت اسمك هنا بفضل تمتامته دعائك في ليح الليل.

إلى إخوتي وأخواتي، من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب، دمت السند  
وهفائق الروح.

التي رفاق الدرب والعمل:

الساحبة والأخص والمعين في الطريق سمية، دام ودنا وجعلنا الله رفقة في الدارين.

التي رفيقتي سمية، أسماء، هالة... نفع الله بكم ونفعكم بعلمه.

التي كل من أحب.

نسأل الله أن ينفعنا بما علمنا ويستعملنا ولا يستبدلنا في خدمة الأمة.

بهدية الفؤاد

# الإهداء

باسم الله به نبداً وبه نُكمل ونختتم.

الحمد لله الذي وفقنا لتتضمن هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بإكمال مذكرة التخرج،

ثمرة الجهد والنجاح هذه مهداة بفضلته تعالى الي من قال فيهما الرحمن {وقضى ربه ألا

تعبدوا إلا إياه وبالوالدين إحسانا}

الي الوالدين الكريمين حفظهما الله وأدامهما سنداً وفخراً، أمي المحببة، أبي العزيز.

الي كل العائلة الكريمة التي ساندتني ولا تزال تفعل هذا، اخوتي واخواتي والى أبنائهم

وبنائتهم دمتهم بحبة البيت وفرحتهم.

الي رفيقاتي هذا الطريق اللاتي قاسمتني جميع لحظاته أنتن نعم الله وأفضلها وماكن الله

ووفقكن لما يحبه ويرضاه.

والي صويحباتي في فوج شبل الوصول، أتمنى لي ولكم الوصول للمدفع الأسمى " ختم القرآن

الكريم."

الي كل من مر في حياتنا حلوا حيننا خفيف الروح قولاً وعملاً، الي كل من ذكرهم القلب

وتخلت عنهم اليد لكتابة اسمهم .



بهم أسماء

# الإهداء

الحمد لله وكفى والصلوة والسلام على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى

أما بعد

نشكر الله عز وجل الذي بتوفيق منه تمكنا من انجاز هذه المذكرة

أمدي نجاحي هذا

الى من لم يدخرنا نفسا في تربيتي أمي العنونة وأبي الغالي

الى زوجي الغالي زين

الى اختي الغالية

واخواتي سندي مصعب ومعز

الى عائلتي الكبيرة والصغيرة

الى استاذتنا الفاضلة

وجزيل الشكر الى زميلاتي بهجة وسمية واسماء

وفى الأخير أرجو ان يكون عملنا هذا طالما لوجه الله وان تكون فيه الفائدة.

مع هالة

# Résumé

### Résumé

En raison de l'importance des tomates (*Lycopersicon esculentum Mill*) et de leur demande croissante tant au niveau mondial que local, le processus de séchage des tomates est utilisé dans de nombreux pays comme solution pour maintenir et améliorer la qualité des produits. . Dans le secteur agricole (Salima) et (Petra), ces deux espèces ont été sélectionnées comme sèches et les plus cultivées dans la zone de Oued Souf. Les tomates ont été achetées sur le marché de El- Magran et Zgoum - Oued Souf et les expériences ont été menées à l'Université de Hama Lakhdar dans la vallée, Faculté des sciences naturelles et biologiques dans le laboratoire n ° 9 Avant 2022 et après avoir mené les expériences, il a été trouvé ceci :

Le séchage des tomates peut réduire les niveaux d'humidité et il a été démontré qu'il augmente la matière sèche.

Le séchage des tomates n'a aucun effet sur la formation de matière organique.

Le séchage des tomates peut également réduire le niveau de lycopène dans les tomates.

Le niveau de caroténoïdes a augmenté dans les tomates séchées par rapport aux tomates fraîches.

Concernant l'acidité titrée, il a été constaté que les tomates séchées restaient les mêmes que les tomates fraîches avec peu de différence entre elles.

**Mots clés** : tomate, bonne, fraîche, intacte, petra, physico-chimique.

### **Abstract**

Due to the importance of tomatoes (*Lycopersicon esculentum Mill*) and their growing demand both globally and locally, the tomato drying process is used in many countries as a solution to maintain and enhance product quality. . In the agricultural sector (Salima) and (Petra), these two species were selected as dry and most cultivated in the Oued Souf area. Tomatoes were purchased from the market in Magran and Zgoum – Oued Souf and the experiments were carried out at the University of Hama Lakhdar in the valley, Faculty of Natural and Biological Sciences in Laboratory No. 9 Before 2022 and after conducting the experiments, it was found that :

Drying tomatoes can reduce moisture levels and has been shown to increase dry matter.

Drying tomatoes has no effect on the formation of organic matter.

Drying tomatoes can also reduce the level of lycopene in tomatoes.

The level of carotenoids increased in dried tomatoes compared to fresh tomatoes.

Regarding the titrated acidity, it was found that it remained the same in dried tomatoes as in fresh tomatoes with little difference between them.

**Key words:** tomato, good, fresh, intact, petra, physico-chemical.

## ملخص

نظراً لأهمية الطماطم (*Lycopersicon esculentum Mill*) وازدياد الحاجة اليها على المستويين العالمي والمحلي فقد تمّ اللجوء الى عملية تجفيف الطماطم في كثير من البلدان كحل للحفاظ على جودة المنتج وتثمينه على القطاع الفلاحي ، وبغرض دراسة تأثير التجفيف على الخصائص الفيزيوكيميائية للطماطم فُمننا بدراسة على صنفين من الطماطم وهي (Salima) و (Petra) تمّ اختيار الصنفين على أنهما قابلين للتجفيف و الأكثر زراعة في منطقة واد سوف ، أشترت الطماطم من سوق المقرن و الزقم - وادي سوف ، وأجريت التجارب على مستوى جامعة حمه لخضر بالوادي كلية علوم الطبيعة والحياة في المخبر رقم ٩ لعام 2022، و بعد إجراء التجارب وُجد أن:

تجفيف الطماطم يُقلل من مستوى الرطوبة وهذا ما توكده الزيادة في كمية المادة الجافة.  
تجفيف الطماطم ليس له أي تأثير على تكوين المادة العضوية.  
كما يقلل تجفيف الطماطم من مستوى الليكوبين في الطماطم.  
يزداد مستوى الكاروتينويد في الطماطم المجففة مقارنة بالطماطم الطازجة.  
أما بالنسبة للحموضة القابلة للمعايرة وجد أنها في الطماطم الجافة تظل تقريباً مكافئة للطماطم الطازجة مع اختلاف قليل بينهما.

**كلمات البحث :** الطماطم ، المجففة ، الطازجة ، سليمة ، البترا ، الفيزيوكيميائية.

## Liste des Figures

<b>figure 1:</b> Le cycle biologique de la tomate (fr.dreamstime.com) .....	7
<b>figure 2 :</b> Séchoir solaire hybride .(B.Warda ,.2009).....	18
<b>figure 3:</b> Exemples des séchoirs solaires directs simples (B.Warda,.2009) .....	20
<b>figure 4 :</b> Séchoir solaire indirect (B.Warda,.2009).....	21
<b>figure 5 :</b> Séchoir solaire mixte. (Wrda,.2009) .....	22
<b>figure 6 :</b> Variété Salima .....	25
<b>figure 7 :</b> Variété Petra.....	25
<b>figure 8:</b> Teneur en eau des tomates séchées et fraîches de deux types .....	32
<b>figure 9:</b> Détermination du potentiel d'hydrogène « pH » de la tomate fraîche et séchée .....	33
<b>figure 10:</b> Détermination de l'acidité titrable de la tomate séchée et fraîche chez les deux variétés.....	34
<b>figure 11:</b> La matière organique des tomates séchées et fraîches de deux variétés .....	35
<b>figure 12 :</b> Détermination de la teneur en glucides des tomates séchées et fraîches de deux variétés.....	36
<b>figure 13:</b> dosage des caroténoïdes des tomates séchées et fraîches de deux variétés.....	36
<b>figure 14:</b> Dosage du lycopène des tomates séchées et fraîches de deux variétés .....	38
<b>figure 15 :</b> séchage à l'air chaud.....	46
<b>figure 16:</b> Séchage au soleil .....	46
<b>figure 17</b> .....	46
<b>figure 18:</b> Les tomates sèchent au soleil pendant 8 jours .....	47
<b>figure 19:</b> courbe standard en glucose .....	47
<b>figure 20:</b> Balance analytique de précision de paillasse .....	47
<b>figure 21:</b> Spectrophotomètre .....	47
<b>figure 22 :</b> PH mètre.....	48
<b>figure 23:</b> Four à moufle (Hereaus) .....	48
<b>figure 24:</b> Etuve réglée à 50°C (MEMMERT) .....	48
<b>figure 25:</b> Centrifugeuse à 6000 tour par minute.....	48
<b>figure 26:</b> Cendres de poudre de tomates séchées .....	48
<b>Figure27:</b> Agitateur plaque chauffante .....	48
<b>figure 28:</b> Détermination de la teneur en glucides (tomate sèche) .....	49
<b>figure 29:</b> Détermination de la teneur en glucides (tomate fraîche) .....	49
<b>figure 30:</b> tomates fraîches cendrées.....	49
<b>figure 31:</b> Détermination de la teneur en acidité titrable des tomates fraîches.....	49

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Classification botanique de la tomate ( <i>Lycopersicon esculentum Mill</i> ).....	6
<b>Tableau 02:</b> Symptômes, dégâts et moyens de lutte(Blancard.2009).....	8
<b>Tableau 03:</b> Production mondiale de la tomate en fonction des superficies et des pays en 2018 (Fao stat 2019) .....	14
<b>Tableau 04:</b> Evaluation de la production de la tomate en la wilaya d'El-Oued (2018-2020) . (DSA, 2020).....	15
<b>Tableau 05:</b> Avantages et inconvénients du séchage sous séchoir solaire et du séchage à l'air libre. (Slimane ,2010) .....	22
<b>Tableau 06 :</b> caractères Principaux variétés ( Salima et Petra) dans la région de Souf CAPA (2022 ).....	25

## Liste des abréviations

<b>Abs</b>	Absorbance.
<b>AFNOR</b>	Association française de normalisation.
<b>E.A.Asc</b>	Equivalent acide ascorbique.
<b>E. <math>\beta</math>.C</b>	Equivalent $\beta$ -carotène.
<b>FAO</b>	Food and agriculture organization.
<b>TCA</b>	Acide trichloracétique.

## Sommaire

Remerciement .....	
الإهداء .....	
الإهداء .....	
الإهداء .....	
الإهداء .....	
Liste des Figures .....	
Liste des tableaux .....	
Liste des abréviations .....	
Sommaire.....	
Introduction générale.....	1

### Partie théorique

#### CHAPITRE I : ETUDE THEORIQUE

<b>1- Généralité sur la tomate :</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1 -Définition :</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2-Historique de la tomate :</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3- classification :</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4- Le cycle biologique de la tomate :</b> .....	<b>6</b>
1-4-1 La germination: .....	6
1-4-2 La croissance: .....	6
1-4-3 La floraison :.....	7
1-4-4 La pollinisation :.....	7
1-4-5 La fructification et nouaison des fleurs : .....	7
1-4-6 La maturation du fruit :.....	8
<b>1.5- Maladies et ravageurs de la tomate :</b> .....	<b>8</b>
1.5-1- Insectes et ravageurs :.....	11
1.5.2-Les adventices :.....	13

<b>1.6- production de tomate :</b>	<b>13</b>
1.6.1- Dans le monde:	13
1.6.2- En Algérie:	14
1.6.3 – dans la Wilaya d’El-Oued :	15
<b>2- Généralité Sur Séchage de la tomate :</b>	<b>15</b>
<b>2.1- généralités sur le séchage :</b>	<b>15</b>
2.1.1-Importance de séchage :	16
<b>2.2-Les types des séchoirs :</b>	<b>17</b>
2.2.1- Les séchoirs solaires :	17
2.2.1.1-Les systèmes actifs (les séchoirs hybrides) (P. Dudez,1999) :	17
2.2.1.2- Les systèmes passifs :	18
2.2.2 - Le séchage a l’air libre :	22
<b>2.3- Caractéristiques physiques du séchoir : (G. Nonhebel ,1971) :</b>	<b>23</b>
<b>2.4- Performances thermiques : (Bhattacharya ,2002) :</b>	<b>23</b>
<b>2.5 - Qualité du produit séché : (Bhattacharya, 2002) :</b>	<b>23</b>

## Partie pratique

### CHAPITRE II : Matériel et méthode

<b>I. MATERIEL:</b>	<b>25</b>
<b>1-Matériel végétal :</b>	<b>25</b>
1.1-Séchage de la tomate :	25
1-1-1. Préparation du produit (fig: 17):	25
1-1-2.Protocole expérimental :	26
<b>2- Méthodes d'analyse :</b>	<b>26</b>
2.1- Analyses physico-chimiques:	26
2.1.1- Détermination de la teneur en eau : (Afnor, 1982) :	26
2-1-2. Détermination du potentiel d'hydrogène « pH » :	27
2-1-3. Détermination de l'acidité titrable « A° » :	27
2-1-4. Détermination de la teneur en cendre :	27
2-1-5. Détermination de la teneur en glucides :	28

2.2- Analyses biochimiques: .....	29
2.2.1- Extraction et dosage des caroténoïdes : .....	29
2.2.2 - Dosage du lycopène : .....	29

### **CHAPITRE III : Résultats et discussion**

<b>1-Résultats des analyses physico-chimiques : .....</b>	<b>32</b>
<b>1-1. Détermination de la teneur en eau : .....</b>	<b>32</b>
<b>1-2. Détermination du potentiel d'hydrogène « pH » : .....</b>	<b>33</b>
<b>1-3. Détermination de l'acidité titrable « A° » : .....</b>	<b>34</b>
<b>1-4. La matière organique(MO) : .....</b>	<b>34</b>
<b>1.5 - Détermination de la teneur en glucides : .....</b>	<b>35</b>
<b>2- Résultats des analyses biochimiques : .....</b>	<b>36</b>
<b>2-1. dosage des caroténoïdes : .....</b>	<b>36</b>
<b>2-2. Dosage du lycopène : .....</b>	<b>37</b>

<b>Conclusion .....</b>	<b>40</b>
-------------------------	-----------

<b>Références bibliographique .....</b>	<b>42</b>
---	-----------

<b>ANNEX.....</b>	<b>45</b>
-------------------	-----------

<b>ANNEXE 01: chapitre 1 .....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE 02 : chapitre 02 : .....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE 03 : Le dispositif expérimental : .....</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXE 04 : Produits et réactifs chimique : .....</b>	<b>50</b>

# **Introduction générale**

## Introduction générale

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est une plante de la grande famille des solanaceae aux côtés de la pomme de terre, de l'aubergine, du poivron et du piment. Elle est originaire des Andes d'Amérique et elle est très cultivée pour son fruit consommé à l'état frais ou transformé (Chaux et Foury 1994). C'est l'une des cultures consommées et les plus répandues dans le monde (Blancard ,2009), du fait qu'elle constitue une source très importante en vitamines une rente non négligeable pour les petits exploitants et les agriculteurs commerciaux qui ont une exploitation moyenne ( Shankara , 2005) .

En Algérie la filière de la tomate constitue l'une des activités essentielles de la branche agroalimentaire de par sa contribution dans la croissance du secteur agricole et l'absorption de la main d'œuvre (Onagri ,2015). Elle occupe de 33 000 ha donnant une production moyenne 13,7 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2017-2018 (Madr ,2018). Néanmoins ces derniers demeurent faibles et assez éloignés de ceux enregistrés dans d'autres pays du bassin méditerranéen producteurs de tomate (Tunisie, Maroc ,Espagne , France ,Italie) où les rendements varient entre 350 qx/ha à 1500 qx/ha (FAO ,2010). Par ailleurs, dans la wilaya d'El Oued, les rendements en plein champs ont connu une augmentation très remarquable de 1.960.000qx à 2.100.000qx durant la période 2018-2020, (D.S.A. 2020 ) .

En raison du fait que les tomates sont une denrée très périssable en raison de leur forte teneur en eau et de leurs activités physiologiques, d'énormes pertes sont enregistrées. En Algérie, ces pertes ont été estimées à 40-60% des récoltes (Fagbohoun et Kiki, 1997 ) , Toutefois, la transformation de la tomate permet de réduire les pertes post-récoltes et d'assurer sa disponibilité à moindre coût en toute période , la tomate coûtant très chère en période de pénurie (5 fois le prix en période d'abondance) donc elle n'est pas accessible aux consommateurs moyens. Ainsi, il est important de développer des stratégies de transformation et de conservation de la tomate. Actuellement les technologies modernes de transformation ou de conservation de tomate sont par exemple le jus de tomate, la conserve et la stérilisation de coulis ou sauces de tomate, la conserve de tomate fraîche, la congélation de tomate fraîche, le concentré de tomate, etc. Par contre, les technologies traditionnelles de transformation ou de conservation de tomate sont la pelée de tomate, la pulpe de tomate, la purée de tomate et le séchage de tomate . .( Montcho et al. 2012)

Le séchage des tomates est l'une des méthodes les plus populaires actuellement utilisées pour conserver les tomates, comme alternative à l'utilisation de tomates en conserve et pour

réduire le coût de la mise en conserve , Le séchage est une opération importante dans le domaine agro-alimentaire et industriel, il consiste à éliminer totalement ou partiellement l'eau d'un produit humide(Daguenet,1985) Le séchage direct au soleil est la méthode la plus utilisée dans la plupart des pays en voie de développement, pour préserver les produits agro-alimentaires

(P. N. Sarsavadia,2002)

Les tomates séchées sont considérées comme une source importante de devises fortes en raison de la demande croissante de certains marchés internationaux, dont les plus importants sont les marchés italien, allemand et espagnol en Europe et le marché américain en plus du Brésil Et les tomates séchées sont un modèle très important pour montrer la valeur ajoutée des légumes, car une tonne de tomates séchées fournit 45 jours ouvrables (30 jours ouvrables pour le tranchage + 12 jours ouvrables pour la collecte, le tri et l'emballage + 3 jours ouvrables pour (2020، بهاء إسماعيل،) les services ).

Dans ce cadre, nous avons mené notre étude sur deux variétés de tomates (*Solanum lycopersicum*) « Salima et Petra » aptes au séchage afin de connaître les propriétés physico-chimiques de chaque type avant et après séchage.

Ce travail est constitué par trois chapitres :

Le premier chapitre : renferme des généralités sur la tomate et les techniques de séchage.

Le deuxième chapitre : matériels et méthodes

Le troisième chapitre : résultats et discussion.

A la fin, une conclusion et des perspectives achèvent ce travail.

# **Partie théorique**



**CHAPITRE I**  
**ETUDE THEORIQUE**

## **1- Généralité sur la tomate :**

### **1.1 -Définition :**

La tomate est une plante cultivée dans le but d'obtenir des fruits lisses, ronds et juteux, et le mot tomate est donné aux fruits et aux plantes. Les fruits ont un léger goût acide. Il y a plus de 4000 variétés et c'est une plante qui a un fort arôme et il y a de petits poils sur les tiges de la plante(DOMINIQUE,2009), et le plant de tomate se propage pendant la croissance, et produit des grappes de petites fleurs jaunes, et les fleurs sont des fruits mûrs pendant une période comprise entre 40 et 75 jours selon la variété. Les fruits des tomates sont initialement verts, mais la plupart deviennent rouges (SHANKARA et al, 2005), oranges ou jaunes à maturation. Les tomates poussent bien dans des terres chaudes, fertiles et bien drainées, et dans des zones directement exposées au soleil pendant une période d'au moins 6 heures par jour (DOMINIQUE,2009).

### **1.2-Historique de la tomate :**

La tomate est originaire d'Amérique du Sud (NAIKA et al., 2005). Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. Elle s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et au Moyen Orient. Plus récemment, la tomate sauvage a été introduite dans d'autres régions de l'Amérique du Sud et au Mexique (WAGENINGEN, 2005) ;en Algérie, ce sont les cultivateurs du sud de l'Espagne qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont favorables. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, s'est étendue vers le centre, notamment au littoral Algérois (LATTIGUI, 1984).

### **1.3- classification :**

La tomate (*solanum lycopersicum.l*) à partir de l'ordre Solanales et la famille solanacées (Atheron et Rudich,1986) . C'est une plante herbacée, vivace à l'état nature.

Selon,( Cronquist ,1981), la classification de la tomate est suivante :

**Tableau 01:** Classification botanique de la tomate ( *Lycopersicon esculentum* Mill )

Règne	Plantae .
Sous règne	Trachenobionta .
Division	Magnoliophyta .
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	Solanum ou Lycopersicon

### 1.4- Le cycle biologique de la tomate :

D'après (Gallais et Bannerot ,1992), le cycle végétatif complet de la graine à la graine de tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture ; mais il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Le cycle comprend six phases qui sont les suivantes :

#### 1-4-1 La germination:

La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de se croître normalement (Corbineau et Core, 2006). La germination chez la tomate est épigée. A une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% sont nécessaires (Chaux et Foury,1994).

#### 1-4-2 La croissance:

La croissance c'est l'augmentation de dimension d'un végétal Selon (Laumonier ,1979), la croissance de plants de tomates se déroule en deux phases et en deux milieux différents.

##### En pépinière

De la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines non fonctionnelles et des pré feuilles.

##### En plein champ

Après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines fonctionnelles, les plantes continuant leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuille.



*figure 1: Le cycle biologique de la tomate (fr.dreamstime.com) .*

### **1-4-3 La floraison :**

C'est le développement des ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif, à l'état de la reproduction.

(Chaux et Foury, 1994)

A un certain moment de la croissance de la plante qui dure environ 1mois, la tomate entre en parallèle avec la mise à fleur. Ces fleurs étaient auparavant des boutons floraux. La floraison dépend de la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante, car celle-ci ne peut fleurir que si elle reçoit la lumière pendant une durée qui lui est propre, en plus d'un apport équilibré sous serre (Chaux et Foury, 1994 )

### **1-4-4 La pollinisation :**

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui est capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen (Chaux et Foury, 1994).

La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatiques.

Si la température nocturne est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates et de cela résulte la difficulté du dépôt du pollen (Pesson et Louveaux, 1984)

### **1-4-5 La fructification et nouaison des fleurs :**

La nouaison est l'ensemble de gamétogenèse, pollinisation, croissance du tube pollinique la fécondation des ovules et le développement des fruits( fructification) La température de nouaison est de 13°C à 15°C. Les nuits chaudes à 22°C sont Défavorables à la nouaison (Rey et Costes, 1965).

### 1-4-6 La maturation du fruit :

La maturation du fruit se caractérise par grossissement du fruit, changement de couleur du vert ou rouge.

La lumière intense permet la synthèse active de matière organique qui est transporté rapidement vers les fruits en croissance, pour cela il faut une température de 18°C la nuit et 27 ° C le jour (Rey et Costes, 1965 ).

### 1.5- Maladies et ravageurs de la tomate :

La tomate est sujette à diverses attaques de ravageurs (acariens, insectes et nématodes) et de maladies cryptogamiques, bactériennes et virales. Elle peut être également concurrencée par des mauvaises herbes et agressée par des facteurs abiotiques dont l'importance varie selon plusieurs facteurs, comme le mode d'installation en plein champ ou sous abris (Chibane ,1999).

*Tableau 02: Symptômes, dégâts et moyens de lutte(Blancard.2009)*

des maladies	Symptômes et dégâts	Moyens de lutte
Maladies cryptogamiques		
Alternaria	<p><u>Sur feuille:</u> Apparition de taches arrondies noirâtres montrant des cercles concentriques. Des taches chancreuses peuvent se manifester sur tige.</p> <p><u>Sur Fruit:</u> la maladie s'attaque en premier lieu aux sépales qui se nécrosent, puis passe aux calices.</p>	Utilisation des variétés résistantes, destruction des fanes des , Cultures précédentes , rotation culturale adéquate aération des tunnels, traitement chimique
Oïdium	<p>Apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc , sur la face inférieure</p> <p>Après jaunissement des feuilles, elles se dessèchent et tombent. Une malnutrition minérale accentue la maladie La</p>	Assurer une bonne aération des serres pour éviter l'excès de chaleur, éviter les assoiffements des plants supprimer les feuilles basales attaquées par la maladie, stimuler la

	maladie ne se manifeste jamais sur fruit .	croissance par un apport azoté, traitements chimiques
Mildiou	Apparition des taches jaunâtres qui brunissent rapidement. Sur la face inférieure de feuilles on voit un duvet blanc grisâtre qui désamine les spores. Les tiges attaquées noircissent et la plante meurt en quelques jours	Eviter les excès d'azote et d'eau, bonne aération des tunnels élimination des plants, maladies effeuillage régulier· traitements chimiques préventifs, alterner les produits pour éviter l'accoutumance
Botrytis (ou pourriture Grise)	<u>Sur feuille et tige:</u> Apparition des taches brunâtres accompagnées d'un duvet grisâtre. Ces taches peuvent évoluer en chancre sur tiges et pétioles. Sur fruit, on observe une pourriture molle grise. Chute des fleurs et fruits.	Réduire les sources d'infection, destruction des débris végétaux· choix de variétés résistantes, éviter l'excès d'eau, éviter l'excès d'azote, aération adéquate des serres, traitement chimique, en préventif essayer d'alterner les produits de la famille benzimidazoles et les dicarboximides
Maladies bactériennes		
Chancre bactérien	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total. Des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres. En cas de forte chaleur et HR élevée, on observe des	Eviter les terrains infestés Aération convenable des Serres Eviter l'apport excessif d'azote Eviter les excès d'eau Eliminer les plants Malades Appliquer des fongicides à base de cuivre

	<p>chancres ouverts sur tiges et pétioles. Sur fruit, se forment des taches blanchâtres dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair, d'où le nom de "œil d'oiseau"</p>	<p>qui ont un effet bactériostatique</p> <p>Désinfection des abris-serre avant plantation</p> <p>Utilisation de semences Certifiées Traitement de semences Variétés résistantes</p>
Moucheture de la tomate	<p>Sur feuillage : Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune.</p> <p>Ces taches peuvent se joindre et forment une plage nécrotique brune-sombre.</p> <p>Les folioles se dessèchent et tombent. Si l'attaque est précoce, on assiste à une coulure importante des fleurs.</p> <p>Sur fruit, on observe des taches brunes nécrotiques.</p>	
Gale bactérienne	<p>Apparition des taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune.</p> <p>De nombreuses taches entraînent dessèchement de folioles et la chute des feuilles.</p> <p>Sur fruit, de petits chancres pustuleux apparaissent et prennent un aspect liégeux .</p>	
Moellenoire	<p>Les plantes atteintes présentent des taches</p>	

	<p>sombres sur tige, pétioles et pédoncules. Une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vacuoles. Les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe dans le cas d'une maladie vasculaire.</p>	
Viroses(TYLCV)	<p>Ralentissement de la Croissance Jaunissement des folioles Fruits petits et nombreux Enroulement des feuilles en forme de cuillère Rabougrissement des plants infectés.</p>	<p>Lutte préventive contre le vecteur Bemisia tabaci Lutte biologique par l'utilisation de prédateurs naturels: Eucarsia formosa contre la mouche blanche Lutte culturale: éliminer les sources primaires et secondaires du</p>
Nématodes à galles	<p>Apparition de galles sur les racines des plants atteints. La tige rabougrit les feuilles</p>	<p>Eviter le sol infesté , désinfection avant plantation à l'aide de Nématicides, utilisation de variétés résistantes recours aux portes greffes Résistants</p>

### 1.5-1- Insectes et ravageurs :

#### - Les Acariens

Les acariens ne sont pas des insectes, mais 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 (Tétranyques) Ils causent surtout des dégâts aux feuilles provoquant des décolorations Une attaque sévère provoque la chute des feuilles (N'djamena, 1995)

Selon (Ruocco ,2010), 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.

#### **Aleurode ou mouche blanche**

La mouche adulte est de couleur blanche, a une longueur de 1 à 2 mm, tout comme les larves elle se nourrit de la sève des feuilles. Lorsqu'on retourne la plante, tout un groupe de mouches pourra s'envoler. Elles déposent leurs œufs sur le côté inférieur des feuilles. Les œufs éclosent après environ une semaine afin de se métamorphoser. Les insectes présentent surtout un problème au cours de la saison sèche (Naika et al,2005). D'après (Alabouvette et al. 2003), l'aleurode a la capacité de transmettre des virus tels que le TYLCV (le virus de la maladie des feuilles jaunes, en cuillère de tomate)

#### **Les thrips (Thripidae)**

Les thrips sont des insectes très petits, ils ne mesurent que 0,5 à 2 mm de long. Ils ont des ailes en général. Les thrips déposent leurs œufs sur les feuilles Les larves apparaissent après environ 10 jours. Les larves des 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 les voit comme des petits points noirs. Quelques espèces de thrips sont des vecteurs de la maladie bronzées de la tomate (TSWV). La phase de croissance en cocon a lieu dans le sol (Naika et al, 2005) .

#### **Les cicadelles**

Ce sont des petits insectes très actifs de couleur claire à vert jaunâtre, dont les ailes sont translucides, elles sont brillantes. Les adultes ont environ 2,5 mm de long. Les larves se déplacent latéralement. Les adultes et les larves infestent le feuillage et sucent les feuilles, ils provoquent une décoloration des feuilles et peuvent transmettre des virus. La lutte généralement n'est pas nécessaire (N'dajmena, 1995)

#### **Les papillons et les noctuelles**

Les papillons et les noctuelles sont des ravageurs courants dans les cultures de tomates. Des œufs verts ou bruns sont déposés sur les feuilles et les fruits. Les larves qui sortent des œufs se nourrissent des feuilles, des fleurs, des fruits et même des racines .Alors qu'elles se nourrissent, les chenilles grandissent et traversent un certain nombre de phases de croissance larvaire.

#### **Les vers gris**

Sont les chenilles de papillons de nuit, de la famille des noctuidées, espèce : *Peridromasauca*. Les femelles pondent dans le sol au niveau des tiges. Les larves sont gris brun et ne sortent que la nuit. Le jour, elles se cachent dans le sol à quelques centimètres sous

la surface. Les dégâts occasionnés par le vers gris s'observent généralement au printemps, après la transplantation sur le collet des plantes, mais ces derniers peuvent également s'attaquer aux feuilles, aux fruits ou aux racines. Ils attaquent aussi les cucurbitacées, le chou, le maïs...etc. aussi le vers On l'appelle gris panaché (Leboeuf, 2004 )

### **La mineuse de la tomate : *Tuta absoluta***

La mineuse de la tomate est subtropicale. Elle attaque la tomate et les autres cultures de la famille des solanacées. Certaines mauvaises herbes de cette famille comme : la morelle de la caroline (*Solanum carolinense.L.*) peuvent servir d'hôtes secondaires La mineuse de la tomate s'attaque également aux feuilles et aux fruits Les galeries que ses larves creusent à l'intérieur des feuilles sont les lésions les plus communes.

Au début, la galerie est longue et étroite puis s'élargit et prend la forme d'une tâche boursouflée .

Lorsque l'infestation est grave toutes les feuilles sont attaquées, ce qui donne aux plants un aspect grillé. Les plants de tomate peuvent subir des dommages plus directs.

quand certaines larves âgées rentrent dans les fruits qui se trouvent à leurs portées, en creusant une galerie au-dessous du calice L'entrée des galeries est un très petit trou d'épingle (Wang et al., 1998 ).

### **1.5.2-Les adventices :**

La gestion des mauvaises herbes dans les cultures de tomate est importante pour éviter les baisses du rendement, du fait de la concurrence des adventices et limiter les infestations Ces plantes pouvant servir de réservoirs à divers organismes, tels que les insectes ravageurs champignons, parasites, nématodes (NAIKA et al. 2005) rappellent que les mauvaises herbes de la tomate en plein champ sont: *Solanumnigrum* , *Chenopodium Album* , *Chenopodium Murale* , *Datura stramonium*.

## **1.6- production de tomate :**

### **1.6.1- Dans le monde:**

Les données économiques mondiale de la production de la tomate et leur importance sont affichées dans le tableau 3.

**Tableau 03:** Production mondiale de la tomate en fonction des superficies et des pays en 2018 (Fao stat 2019)

Les pays	Production (tonnes )	Rendement (hg/ha )	Superficie récoltée (ha)
Chine	61631581	592539	1040126
Inde	19377000	246527	786000
USA	12612139	968079	130280
Turquie	12150000	688658	176430
Egypte	6624733	409689	161702
Iran	6577109	413679	158991
Italie	5798103	597174	97092
Espagne	4768595	849593	56128
Mexique	4559375	504785	90323
Brésil	4110242	719404	57134
Russie	2899664	352046	82366
Maroc	1409437	883383	15955
Tunisie	1357621	561114	24195
Algérie	1309745	586729	22323
Grèce	835940	521810	16020
France	712019	1240019	5742
Canada	497438	814271	6109
Australie	386376	806462	4791
Allemagne	103266	2597555	398

Selon le tableau 3, le premier pays producteur mondial est la Chine avec une production dépasse 60 millions de tonnes en 2018. Il est suivi par l'Inde en deuxième place, les Etats Unis en troisième place et Turquie qui occupe le quatrième rang mondial. De nombreux pays tels que l'Egypte, L'Italie, l'Iran, le Brésil, l'Espagne produisent également chaque année plus de 4 millions de tonnes de tomates, alors que l'Algérie produite à peine 1,3 millions de tonnes/an.

#### **1.6.2- En Algérie:**

La production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,72 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2017-2018 (Madr ,2018). Le rendement a été de 428 qx/ha pour la tomate plein champ et 1 225 qx/ha pour la tomate sous serre ( Madr ,2018). Les plus grandes

wilayas productrices de la tomate fraîche sont Biskra avec une production de 2,3 millions de qx, Mostaganem avec une production de 1,3 million de qx, Tipaza avec 1,0 million de qx et Ain Defla avec 728 250 qx. Outre la tomate fraîche, la production de la tomate industrielle (destinée à la transformation), elle a été de 15,4 millions de qx durant la campagne 2017-2018, avec un rendement de 651 qx/ha. Les plus grandes wilayas productrices de la tomate industrielle sont Skikda avec une production de 4,7 millions de qx, Tarf avec 3,5 millions de qx, Guelma avec 2,1 millions de qx et Ain Defla avec 1,7 million de qx (Madr, 2018).

### 1.6-3 – dans la Wilaya d’El-Oued :

Le tableau ci-dessous (Tab. 4) montre l’importance de la production de tomate à la wilaya d’El-Oued pendant 2018-2020

**Tableau 04:** Evaluation de la production de la tomate en la wilaya d’El-Oued (2018-2020).  
(DSA, 2020)

Tomate	Année	Type de saison	Production (qx)	Superficie (ha)
Plein champs	2018	Arrière -saison	1960000	2800
		saison	306300	440
	2019	Arrière -saison	2030000	2900
		saison	301000	430
	2020	Arrière –saison	2100000	3000
		Saison	-	-
Sous serre	2018	-	72000	72
	2019		67000	67
	2020		65000	65

qx : Quintaux ; ha : hectare ; - : absent . (DSA, 2020)

La production de la tomate à El-Oued subit de grandes variations durant la période 2018-2020. La direction de services agricoles a indiqué qu’il y a un développement remarquable en rendement de la tomate en plein champs durant cette période allant de 1.960.000qx à 2.1000.000 qx avec l’augmentation des superficies cultivées de 2.800ha à 3000ha. Par contre en sous serre, une diminution du rendement et de la superficie cultivée furent remarquées durant la même période 72.000 qx / 72 ha à 65.000 qx / 65 ha, (Dsa, 2020)

## 2- Généralité Sur Séchage de la tomate :

### 2.1- généralités sur le séchage :

Le séchage est une opération importante dans les domaines agricole et industriel. Il consiste à éliminer totalement ou partiellement l’eau d’un produit humide (M. Kouhila, 1998). Il s’agit d’une technique faisant intervenir des transferts simultanés de chaleur et de masse entre le produit et l’air environnant. ( B. Touati, 2001).

Il existe un grand nombre de méthodes de séchage différentes. Les plus courantes sont le séchage au soleil, le séchage à l'air chaud, le séchage par contact, le séchage à l'infrarouge, la lyophilisation, le séchage sur lit fluidisé et le séchage diélectrique.

Selon la nature des produits à traiter, qu'il s'agisse de denrées alimentaires ou de matériel industriel, ces méthodes s'avèrent plus ou moins adaptées. (sairem.com.2020)

**Séchage à l'air chaud (fig: 15):** Le séchage à l'air chaud est la méthode de séchage la plus courante à l'heure actuelle. Elle est simple et efficace pour les produits industriels et alimentaires solides et constitue une solution peu coûteuse.

Toutefois, ce processus peut déshydrater complètement la surface du produit, ce qui entraîne des fissures ou un résultat hétérogène. Il peut également s'agir d'un processus lent, en fonction du produit et de la température de séchage admissible.

**Séchage au soleil:** Le séchage par exposition au soleil est la solution la plus ancienne et la plus économique. Elle est bien adaptée au séchage des fruits et légumes traditionnels dans les régions reculées, comme les abricots et les tomates, bien qu'elle ne préserve pas toutes les propriétés et les vitamines du produit.

Mais cette méthode nécessite beaucoup d'espace et de temps, et offre peu de contrôle du processus.

**Séchage des contacts:** Cette méthode de séchage consiste à sécher un produit en le mettant en contact avec des parois chauffées. La plupart du temps, le séchage se fait dans des tambours rotatifs pour une meilleure homogénéité. Cette technologie est surtout utilisée dans les procédés de séchage de l'industrie lourde.

Cependant, le contact direct du produit avec les parois chaudes peut entraîner la dénaturation du produit séché, et l'homogénéité du processus n'est pas garantie.

**Séchage à l'infrarouge (fig. 18) :** Le séchage par infrarouge permet d'évaporer l'eau ou le solvant à haute température. Il peut également être couplé à l'air chaud et est utilisé lorsque l'effet de séchage doit être concentré sur la surface du produit traité pour obtenir également un effet de torréfaction.

Cette solution est loin d'être idéale pour les produits qui ne doivent pas être exposés à des températures élevées.

### **2.1.1-Importance de séchage :**

Le séchage constitue l'un des principaux moyens de conservation des denrées alimentaires périssables. En effet, en éliminant l'eau, on inhibe l'action des germes microbiens (levures, moisissures, bactéries) responsables du pourrissement. C'est aussi une étape nécessaire dans la congélation de certains produits, car l'élimination de l'eau diminue

leur poids et leur volume. En effet, le séchage permet d'améliorer la conservation des produits, de faciliter leur transport, de réduire les risques de pertes de produits après récolte et surtout d'élargir la commercialisation de ces produits en les rendant disponibles toute l'année.

(A.R. Celma,2009)

## **2.2-Les types des séchoirs :**

### **2.2.1- Les séchoirs solaires :**

Le séchage naturel connu et pratiqué par nos ancêtres consiste à exposer le produit à sécher directement au soleil, en l'étalant au sol sur des nattes ou des claies. Ce type de séchage, bien qu'il soit simple et gratuit, a l'inconvénient de nécessiter de longues durées de séchage, d'exposer le produit à la poussière, à la pluie et aux insectes. D'où altération de la qualité et risque de pourrissement et de moisissures qui peuvent atteindre jusqu'à 50% des récoltes .( B. Amel , 2011)

Le séchage solaire, économe en énergie pourrait, constituer une solution pour les pays qui disposent souvent d'un gisement solaire important. Pour cette raison, plusieurs types des séchoirs solaires ont été conçus et étudiés. Ainsi, suivant qu'il s'agit de fruits, de grains ...etc., les structures des séchoirs varient (disposition des produits, dimensions, températures...). Suivant leur origine énergétique, on peut distinguer deux catégories générales : actif et passif.

#### **Les systèmes passifs :**

L'énergie solaire seule en assure le fonctionnement, ces séchoirs sont particulièrement adaptés aux régions éloignées de tout centre de distribution d'énergie.

#### **Les systèmes actifs (hybrides):**

Ils associent à l'énergie thermique solaire une énergie d'appoint fuel gaz pour le chauffage ou bien l'électricité pour la circulation de l'air. (Belghit ,1997)

### **2.2.1.1-Les systèmes actifs (les séchoirs hybrides) (P. Dudez,1999) :**

Les séchoirs hybrides utilisant une énergie d'appoint : Fuel, électricité, bois, gaz...

L'apport d'énergie supplémentaire peut se situer à deux endroits différents du séchoir :

- Maintien d'une température constante dans le séchoir par un brûleur à gaz, une résistance électrique, un feu de bois. Dans ce cas l'énergie solaire devient secondaire.

-Augmentation de la circulation de l'air par des ventilateurs électriques, ici l'énergie solaire reste la source de chaleur mais le séchoir a une capacité d'évaporation plus importante grâce à une meilleure ventilation. (P. Dudez,1999)

**Avantages :**

Affranchissement par rapport aux conditions climatiques .-

Meilleur contrôle du séchage. -

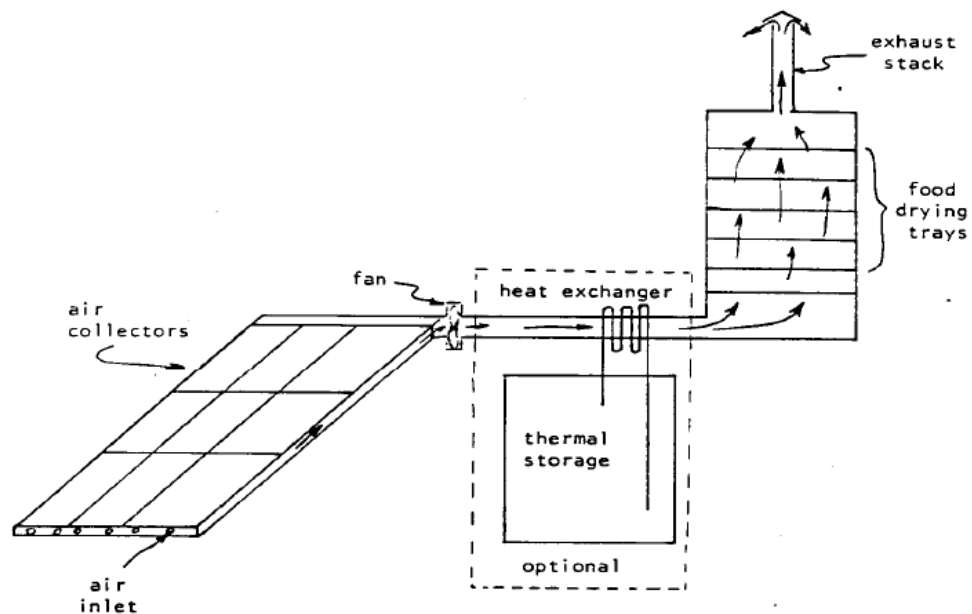
- Forte augmentation de la productivité par rapport aux autres types de séchoirs solaires, car le matériel peut fonctionner la nuit ou en saison des pluies si besoin.

**Inconvénients :**

- Coût de production et d'investissement élevé.

Nécessité d'approvisionnement local en carburant, électricité, gaz.-

Personnel qualifié pour la maintenance . -



*figure 2 : Séchoir solaire hybride .(B.Warda ,.2009)*

**2.2.1.2- Les systèmes passifs :**

Les séchoirs « passifs », ou séchoirs-serres sont constitués d'une enceinte dont le toit et (ou) les côtés en matériau transparent laissent pénétrer le soleil. Le rayonnement frappe donc directement les produits à sécher qui jouent alors le rôle d'absorbeurs. Dans ce cas, il est convenu de parler de séchoirs - serres directs. Toutefois, pour éviter que le rayonnement détériore certains produits, on interpose éventuellement entre ces derniers et la couverture transparente une surface opaque servant d'absorbeur et l'on dit que le séchoir-serre est indirect. Parfois, seule une partie du produit reçoit et absorbe le rayonnement : il s'agit alors de séchoirs-serres mixtes. Naturellement ces séchoirs passifs ne sont pas isenthalpiques. (Belghit ,1997)

**- Les séchoirs solaires directs :**

Les séchoirs solaires directs sont conçus de façon à laisser pénétrer le rayonnement solaire directement dans l'armoire de séchage où il est converti en chaleur par le produit à sécher lui-même et les diverses parois opaques qu'il rencontre.

En pratique, les séchoirs directs sont constitués d'un caisson de forme variable offrant au rayonnement solaire une couverture transparente: vitre ou film plastique. Des claies sont disposées à l'intérieur du caisson entre lesquelles l'air circule le plus souvent par convection naturelle (M. Daguenet ,1985).

**Avantages :**

- Meilleure protection contre les poussières, les insectes, les animaux et la pluie par rapport au séchage traditionnel .

- Pas besoin de main-d'oeuvre qualifié .

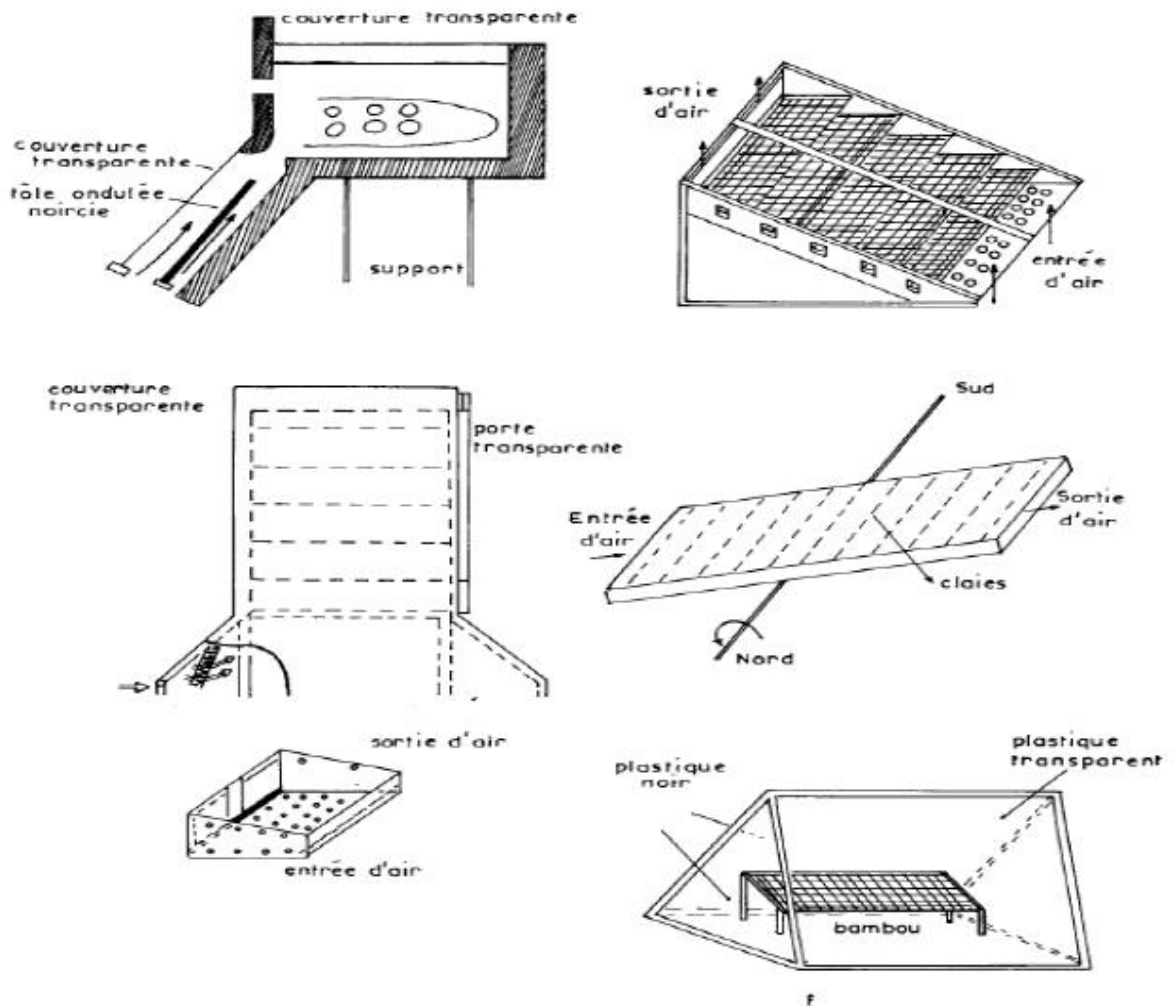
**Inconvénients :**

- Dégradation de la qualité par exposition direct au soleil, destruction de la vitamine A et C, flétrissement, décoloration .

- Fragilité des matières en polyéthylène qu'il faut changer régulièrement.

- Température relativement élevée dans le séchoir qui contribue avec l'exposition au soleil à la destruction des nutriments.

- Faible circulation de l'air qui limite la vitesse du séchage et augmente les risques de moisissure.



*figure 3: Exemples des séchoirs solaires directs simples (B.Warda,,2009)*

### - Les séchoirs solaires indirects

Le séchoir solaire indirect se compose de 2 parties: un collecteur qui convertit le rayonnement solaire en chaleur et une chambre de séchage qui contient le produit. L'air pénètre dans le collecteur; il est chauffé sa température augmente. L'air chaud monte par convection naturelle jusqu'à la chambre de séchage. La durée de séchage est très variable selon les conditions climatiques. (Dudez,1999)

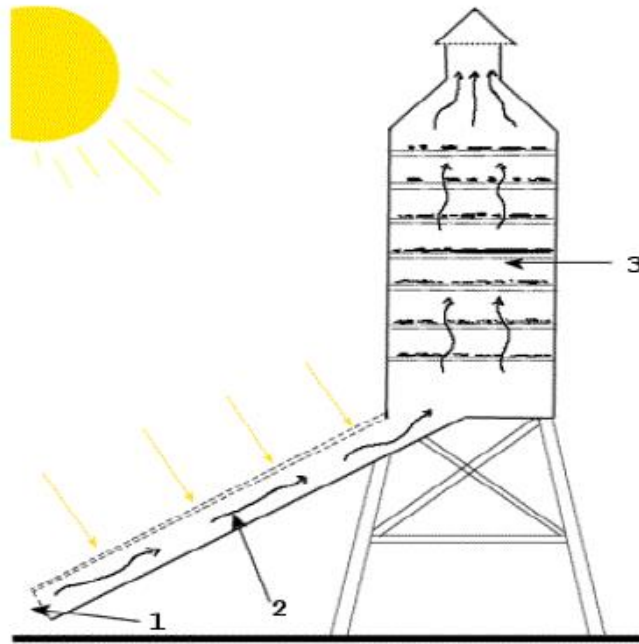
#### **Avantage :**

- Le produit n'est pas exposé directement au soleil. Il conserve mieux sa couleur et sa valeur nutritionnelle (notamment les vitamines A et C).
- Leur fonctionnement n'exige pas une énergie électrique ou des combustibles fossiles

#### **Inconvénients :**

Rapidité de séchage très variable suivant les conditions climatiques et la conception du séchoir.

Fragilité des matières en polyéthylène qu'il faut changer régulièrement.

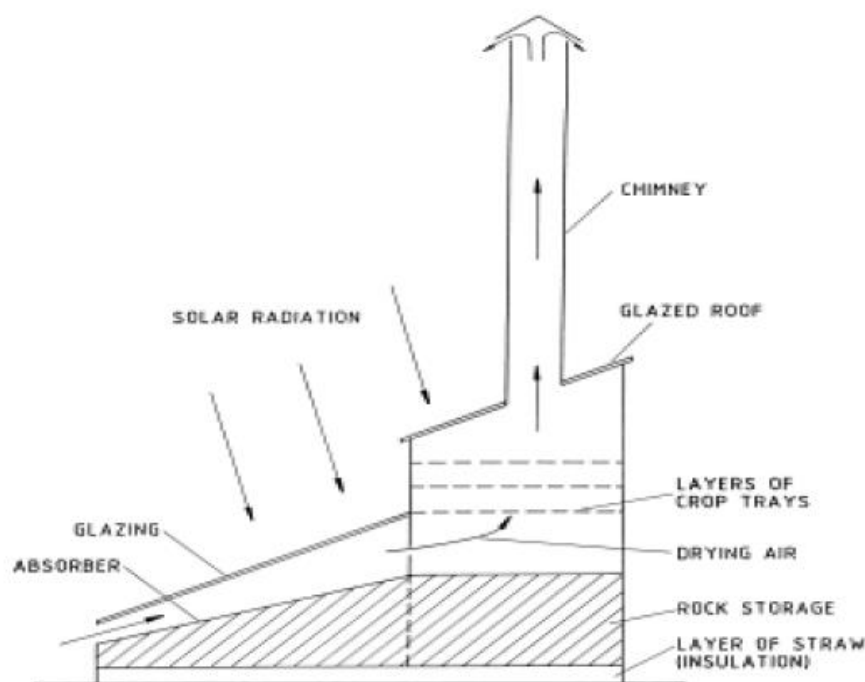


*figure 4 : Séchoir solaire indirect (B.Warda,.2009)*

1. Entrée d'air
2. Partie exposée aux rayons du soleil, sous une vitre
3. Claie
4. Cheminée

#### **Les séchoirs mixtes :**

Ces séchoirs combinent les dispositifs des séchoirs directs et indirects. Dans ce type de séchoirs, l'action combinée du rayonnement solaire direct sur le produit à sécher et le capteur solaire est de fournir la chaleur nécessaire pour le processus de séchage. (Mennouche, 2006)



*figure 5 : Séchoir solaire mixte. (Wrda,,2009)*

### 2.2.2 - Le séchage a l'air libre :

Méthode ancestrale utilisée jusqu'aujourd'hui, consistant à étaler en plein air les produits à sécher. C'est une technique facile et pas coûteuse, néanmoins elle peut causer des pertes importantes. Un tableau comparatif a été dressé mettant en évidence les avantages et les inconvénients du séchage à l'air libre et sous séchoir. Pour améliorer ces techniques traditionnelles, les professionnels se sont orientés vers le séchage artificiel en développant plusieurs prototypes de séchoirs solaires. (Slimane ,2010)

*Tableau 05: Avantages et inconvénients du séchage sous séchoir solaire et du séchage à l'air libre. (Slimane ,.2010)*

Séchage sous séchoir solaire	Séchage à l'air libre
<p><b><u>Avantages:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Réduction du temps de séchage</li> <li>*Maîtrise de la teneur en eau finale désirée .</li> <li>*Protection du produit contre le rayonnement ultraviolet.</li> <li>*A l'abri des intempéries, des</li> </ul>	<p><b><u>Avantages :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Procédé simple et non coûteux .</li> <li>*N'exige ni matériel ni main d'œuvre qualifiée.</li> <li>*Source d'énergie solaire gratuite et non polluante.</li> <li>*Pas de dépense d'énergie.</li> <li>*Séchage doux grâce à l'alternance jour et nuit.</li> </ul>

<p>insectes et des champignons.</p> <p>*Maîtrise de l'opération de séchage</p> <p style="padding-left: 40px;">*Energie gratuite</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Inconvénients:</u></b></p> <p>Consommation de l'énergie ,* conventionnelle (électricité, gaz bois....) si système hybride.</p> <p>*Investissement relativement important.</p> <p style="padding-left: 40px;">*Main d'œuvre qualifiée</p>	<p style="text-align: right;">*Peu de changement de couleur.</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Inconvénients:</u></b></p> <p>*Une longue durée de séchage (possibilité de moisissure).</p> <p style="padding-left: 40px;">*Altération de la qualité du produit par le rayonnement solaire.</p> <p>*l'efficacité du processus est faible compte tenu des nombreux aléas (météorologie, constituants du produit sensibles au rayonnements ultra- violets, insectes rongeurs, perte de vitamine...etc. ).</p>
---	---

### 2.3- Caractéristiques physiques du séchoir : (G. Nonhebel ,1971)

- \*Type, forme et dimension du séchoir.
- \*Capacité du séchage/ densité de charge.
- \*Surface de la claie et nombre de claie (applicable).
- \*Convenance de la charge et décharge des produits.

### 2.4- Performances thermiques : (Bhattacharya ,2002)

- \*Temps de séchage et vitesse de séchage.
- \*Température et humidité de l'air asséchant.
- \*Flux de l'air asséchant.
- \*Efficacité du séchoir.

### 2.5 - Qualité du produit séché : (Bhattacharya, 2002)

- Qualité organoleptique (couleur, saveur, goût, arôme, texture
  - Eléments nutritifs.
- Capacité de réhydratation



**CHAPITRE II :**  
**Matériel et méthode**

**I. MATERIEL:****1-Matériel végétal :**

Deux types de tomates (*Lycopersicon esculentum*) fraîches ont été achetées en 2022, des plus cultivées et de la vente de marchés de Oued- souf, de type (Salima et Petra).

Pour effectuer des tests sur les deux types dans le cas (fraîche et séchée) pour comparer la qualité des aliments pour les tomates séchées pour les tomates fraîches.



*figure 6 : Variété Salima*



*figure 7 : Variété Petra*

Dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 06 : caractères Principaux variétés ( Salima et Petra) dans la région de Souf CAPA (2022 )**

Période	Nom de variété	Principaux caractères
Arrière –saison	Salima (H1)	Plante résiste à l'oïdium, vigoureux, à rendement précoce élevé avec des fruits de gros calibre .
	Petra (H1)	Productive pour conduite de plein champs à plat ou tuteurée d'automne et s'adapte aux , différentes conditions climatiques très haute performance et résistance au TYLCV, vigoureux, bonne couverture foliaire, fruits ronde rouge intense calibre 250 à 300g homogène, tolérance au verticillium et fusarium .

H1 : Hybride 1 ; TYLCV : Tomato yellow leaf curl virus .

**1.1-Séchage de la tomate :****1-1-1. Préparation du produit (fig: 17):**

Les étapes nécessaires pour la préparation du produit sont :

- a. Le lavage du produit pour éliminer les impuretés, la boue, les résidus d'insecticides, et autres contaminations.
- b. Découpage de produit en rondelles de 1 cm d'épaisseur.
- c. Mettez les morceaux sur des étagères face au soleil pendant une période de 7 à 10 jours (jusqu'à ce qu'ils soient complètement secs).

### **1-1-2. Protocole expérimental :**

Le protocole expérimental consiste à réaliser quotidiennement le séchage de produit entre 8 h et 17h. A la fin de chaque journée le produit est stocké dans un endroit sec pour prévenir toute réhydratation, Avec agitation continue des morceaux pour éviter la pourriture.

La manipulation est arrêtée lorsque la teneur en eau souhaitée est atteinte.

## **2- Méthodes d'analyse :**

### **2.1- Analyses physico-chimiques:**

#### **2.1.1- Détermination de la teneur en eau : (Afnor, 1982)**

La teneur en eau est déterminée sur un échantillon de 3g et on la place dans l'étuve réglée à 103 °C jusqu'à obtention d'un poids constant.

#### **Mode opératoire :**

- Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 mn à une T° de 103°C.
- Tarer les capsules après refroidissement dans un dessiccateur.
- Peser dans chaque capsule 3 g d'échantillons et les placer dans l'étuve réglée à 103°C pendant trois heures.
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur et après refroidissement on les pèse.
- L'opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage 30mn) pour éviter la caramélisation.

La teneur en eaux par rapport à la masse humide est calculée par la formule suivante :

$$W_{mh} = (m_i - m_f) / m_i \times 100$$

**Où :**

**W<sub>mh</sub>** : masse, en gramme, humide

**m<sub>i</sub>** : masse, en gramme, initiale

**m<sub>f</sub>** : masse, en gramme, finale (après dessiccation).

**2-1-2. Détermination du potentiel d'hydrogène « pH » :**

On met la tomate/pelure séchée dans un bécher et on ajoute neuf fois son volume d'eau distillée (ED). On chauffe dans un bain marie pendant 30 minutes en remuant de temps en temps, ensuite le mélange et broyé dans un mortier (AFNOR, 1982).

Puis on étalonne le pH mètre avec une solution tampon dont pH est de 7 et 4, en plongeant l'électrode dans la solution de tomate et la lecture se fait directement sur le pH mètre. (En prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution).

**2-1-3. Détermination de l'acidité titrable « A° » :**

La méthode utilisée pour la détermination de l'acidité titrable est décrite par (Ilkay et Aziz ,2011) ; le titrage de l'acidité se fait avec une solution de NaOH (0.1N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur de couleur.

On pèse 10 g dans une fiole conique puis on ajoute 50ml d'ED récemment bouillis et refroidis, puis on mélange jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène.

On chauffe le contenu au bain marie pendant 30 minutes, après refroidissement, on verse le mélange dans une fiole jaugé de 100 ml en complétant jusqu'au trait de jauge avec l'ED.

Après filtration on prélève 10 ml du filtrat dans 10 ml d'ED, on ajoute des gouttes de phénolphtaléine et on titre avec NaOH (0.1N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

L'acidité titrable est calculée d'après la formule suivante :

$$A^{\circ} = \% ( 100 \times V_1 \times 100 ) / ( V_0 \times M \times 10 ) \times 0.07 = 175 \times V_1 / V_0 \times M$$

**Où :**

**M :** masse en gramme prélevée

**V<sub>0</sub> :** volume en millilitre de la prise d'essai

**V<sub>1</sub> :** volume en millilitre de solution NaOH à 0.1N

**0.07 :** facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique (« C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>8</sub> » pour 100 g de tomate).

**2-1-4. Détermination de la teneur en cendre :**

Selon (Afnor, 1982), cette méthode est basée sur la destruction totale de toute

Les particules charbonneuses et la pesée de la matière minérale restante.

La poudre de (2 g) est mise dans des capsules (M<sub>1</sub>) qui sont placées dans un four réglé à 550°C pendant cinq heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre, après refroidissement on pèse les capsules (M<sub>2</sub>).

On exprime la matière organique par la formule suivante :

$$MO \% = (M1 - M2 / P) \times 100$$

La teneur en cendre (cd) est calculée comme suit :

$$Cd = 100 - MO\%$$

Où :

**MO** : matière organique en %

**M<sub>1</sub>** : masse des capsules + prise d'essai

**M<sub>2</sub>** : masse des capsules + cendres

**P** : masse de la prise d'essai

### **2-1-5. Détermination de la teneur en glucides :**

Peser 0,5 (poudre de tomate sèche et jus de tomate fraîche), additionné de 5 ml de TCA, puis mettre le mélange dans un agitateur magnétique pendant 5 minutes, puis il est séparé par centrifugation pendant 10 minutes à une vitesse de 3000 tr/min.

Nous prenons le premier flotteur et estimons la teneur en glucides.

Le dosage des glucides a été effectué selon la méthode (1956 „DUBOIS et al). Comme décrit par (Ben Jamea, 2008) en suivant les étapes suivantes avec quelques modifications :

#### **- Préparez la solution étalon de glucose :**

Dissolution de 5 mg de glucose dans 5 ml d'acide sulfurique (IN) pour obtenir une solution à une concentration de 1000 µg/ml, et à partir de celle-ci une série de solutions étalons à des concentrations (0, 25, 100 et 200) µg/ml ont été préparé.

#### **- Étapes pratiques pour estimer :**

- Mettre 1 ml de la série standard préparée de solution et de l'extrait d'échantillon (le surnageant 1) dans des tubes à essai en verre.

- Ajouter 1 ml de phénol (5%), puis 2,5 d'acide sulfurique concentré.

- Agiter et laisser les échantillons pendant 15 minutes.

- Lecture de l'intensité d'absorbance à la longueur d'onde 490 nm par un spectrophotomètre.

- Dessiner la courbe étalon en utilisant les résultats de la lecture des solutions étalons qui déterminent la concentration de glucides dans chaque échantillon, comme indiqué dans le figure (19).

## 2.2- Analyses biochimiques:

### 2.2.1- Extraction et dosage des caroténoïdes :

La majorité des caroténoïdes sont lipophiles, solubles dans les solvants organiques mais insolubles dans l'eau. La classe des carotènes se solubilise facilement dans l'éther de pétrole, l'hexane et le toluène; la classe des xanthophylles sont solubles dans le méthanol (Rodriguez-Amaya, 2001).

La teneur en caroténoïdes est déterminée par la méthode décrite par (Sass-Kiss et al. , 2005) , elle consiste à ajouter 20 ml du mélange de solvants (hexane : acétone : éthanol / 2 :1 :1) à 2 g de broyat de tomate fraîche ou séchées . La solution est laissée sous agitation mécanique pendant 30 min. Après quelques minutes de repos et après séparation des phases, la phase hexanique est récupérée et la phase inférieure a subi une deuxième extraction avec 10 ml d'hexane dans les mêmes conditions. Les deux filtrats sont alors mélangés et leur absorbance est mesurée à 420 nm. Les concentrations en caroténoïdes sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue avec le  $\beta$ -carotène. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de  $\beta$ -carotène (E .  $\beta$ .C) par 100 g d'échantillon (mg E $\beta$ C /100 g).

### 2.2.2 - Dosage du lycopène :

La teneur en lycopène est déterminée sur le même filtrat préparé pour le dosage des caroténoïdes. La mesure de l'absorbance est déterminée à 472 nm. Les concentrations en lycopène sont calculées en utilisant le coefficient d'extinction molaire  $\epsilon$ : 3450 (Rodriguez-Amaya, 2001). Les résultats sont exprimés en mg E $\beta$  C/100 g d'échantillon selon la formule suivante:

$$\underline{C (mg E\beta C/100g) = Abs.FD.106 . V / \epsilon . 100 . P}$$

Où:

**F<sub>d</sub>** : Facteur de dilution .

**V** : Volume du solvant d'extraction .

**$\epsilon$  : 3450** : Coefficient d'extinction de l'hexane .

**P** : Poids de la prise d'essai

# **Partie pratique**

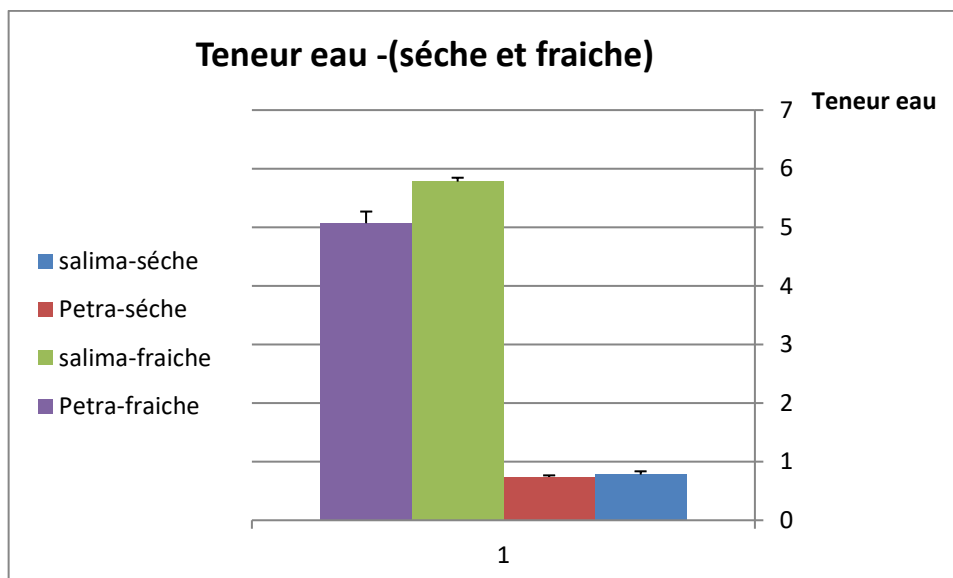


**CHAPITRE III :**  
**Résultats et discussion**

## 1-Résultats des analyses physico-chimiques :

### 1-1. Détermination de la teneur en eau :

Les résultats de figure (08) ont montré la supériorité des tomates fraîches dans la teneur en humidité des deux types (Salima à un taux de 78,5 et Petra à un taux de 0,77) sur les tomates séchées des deux types (Salima à un taux de 0,78 et Petra à un taux de 0,74) .



*figure 8: Teneur en eau des tomates séchées et fraîches de deux types*

Les fruits et légumes contiennent de grandes quantités d'eau proportionnellement à leur poids, les tomates contiennent environ 93% d'eau et la teneur en humidité est souvent liée à la qualité du produit .( Aboagye., 2018) ,

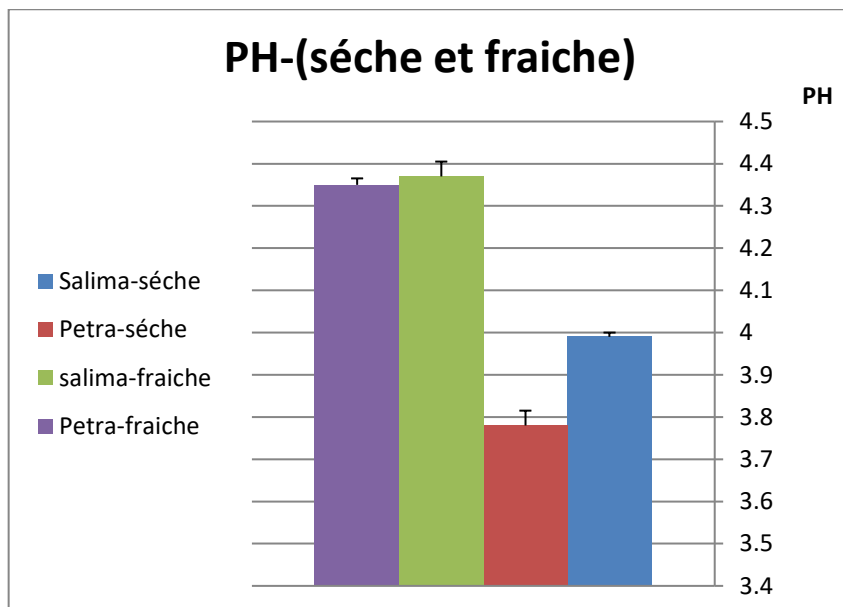
La teneur en humidité peut également avoir un effet sur le rythme respiratoire et les processus métaboliques, ce qui entraîne une détérioration de la qualité des fruits en raison de la destruction des glucides et des graisses dans les fruits (Kader et al .,1987) .

L'humidité permet de rendre compte des résultats des composants biochimiques de la matière sèche, et la faible teneur en eau explique la forte teneur en matière sèche, et cette corrélation négative se manifeste dans deux échantillons (Salima et Petra) aussi bien en tomates fraîches que sèches, comme indiqué sur la figure (8) .

L'humidité est élevée dans les tomates fraîches des deux types (Salima de 5.78, Petra de 5.07) de leur poids total, et cela reflète la faible teneur en matière sèche, et cela est comparé aux tomates sèches à faible humidité dans les deux types (Salima de 0.78 et Petra de 0,74) de son poids total, ce qui reflète la teneur élevée en matière sèche des tomates séchées .

## 1-2. Détermination du potentiel d'hydrogène « pH » :

Les résultats présentés dans la figure (9) indiquent que le pH des deux variétés de la tomate fraîche est plus élevé du pH de la tomate séchée.



*figure 9: Détermination du potentiel d'hydrogène « pH » de la tomate fraîche et séchée*

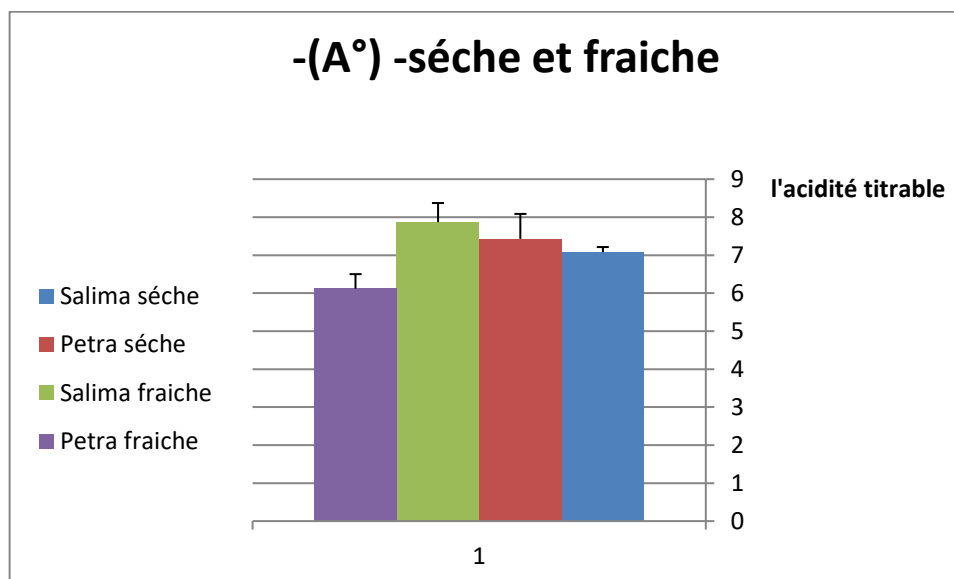
L'acidité des tomates résulte des acides organiques tels que les acides citrique, malique et inorganique dissous dans le sol (Amraoui, 2018). L'évolution des valeurs d'acidité est due à plusieurs facteurs dont les plus importants sont les stades de maturation et les différences climatiques (البوظة, 2013).

Au cours de la maturation, les acides organiques peuvent être transformés en sucres, ce qui entraîne une diminution de l'acidité et une augmentation du pH ; Le processus de séchage a également un rôle dans la modification des valeurs de pH, ce qui a été expliqué par (Aboagye ., 2018) dans son étude, qui a révélé que le processus de séchage affectait grandement l'acidité (Ph) des fruits de tomate, car les résultats obtenus dans notre étude ont donné la valeur la plus basse au degré de L'acidité (pH) des fruits secs est estimée à (3,78 pour la variété Petra) et la valeur la plus élevée est (3,99 Salima), tandis que dans les fruits frais, la valeur la plus élevée était (4,37 Salima) et le valeur la plus basse en elle (Petra 4.35 )

Le pH contribue à la sécurité alimentaire car il empêche la détérioration des aliments en limitant la propagation des micro-organismes (2000., Giordano) et est un facteur majeur dans la sélection des tomates (1998., Hong ).

### 1-3. Détermination de l'acidité titrable « A° » :

À la suite des résultats mentionnés dans la figure (10) on observe que les valeurs de l'acidité titrable pour la tomate fraîche variété Salima plus élevée que la tomate séchée de la même variété, en revanche, la variété Petra présente une acidité titrable à l'état sèche supérieures à l'état fraîche.



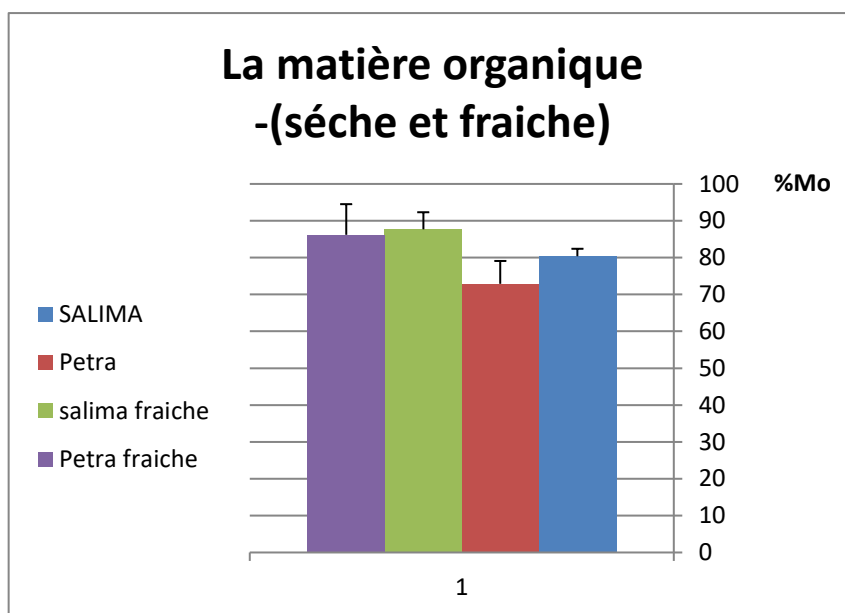
*figure 10: Détermination de l'acidité titrable de la tomate séchée et fraîche chez les deux variétés.*

L'acidité de titrage est une mesure de la concentration totale d'acide dans un titrage simple dans lequel elle détermine si tous les ions  $H^+$  sont ionisés.

La faible valeur du pH des tomates solaires peut être affectée par le temps de séchage et la fermentation partielle de l'échantillon en raison de l'activité enzymatique de la pectine pendant le séchage (Okanlawon, 2002).

### 1-4. La matière organique(MO) :

Les résultats obtenus dans de la Figure (11) montrent que le taux de la matière organique est affecté par le séchage. En effet, Le % de la MO chez Petra à diminué plus que pour celle de Salima.



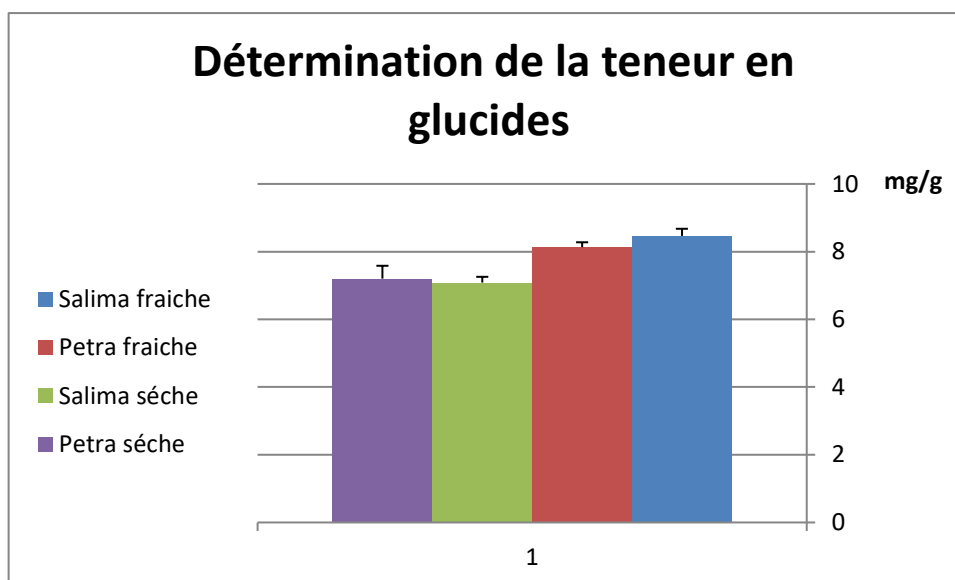
*figure 11: La matière organique des tomates séchées et fraîches de deux variétés*

La teneur en cendres des tomates séchées se situe dans les deux variétés (Salima 80,4 % et Petra 72,9 %), tandis que la teneur en cendres des tomates fraîches se situe dans les deux types (Salima 87,7% et Petra 86,2% ), le traitement thermique par évaporation de la poudre fait diminuer la teneur en sels minéraux et donc en taux cendres.

### 1.5 - Détermination de la teneur en glucides :

Les glucides sont des composés organiques isolés dans la famille de l'hydrogène, ils ont de nombreux groupes de travail d'alcool (-oh) et la plupart des sucres, ils sont donc utilisés pour fabriquer du sucre et des boissons, et des tomates qui leur sont bénéfiques. Il favorise le système immunitaire responsable du diabète de la tomate, en particulier de la leucémie.

Les résultats du document (12) ont montré que la teneur en glucides est affectée par le mécanisme de séchage, où la concentration la plus élevée était dans les tomates fraîches (Salima 8,46 mg/g) et la plus faible dans (Petra 8,13 mg/g), respectivement, tandis que la concentration la plus élevée dans les tomates séchées était dans (Petra 7,20 mg/g) et moins dans (Salima 7,08 mg/g) .



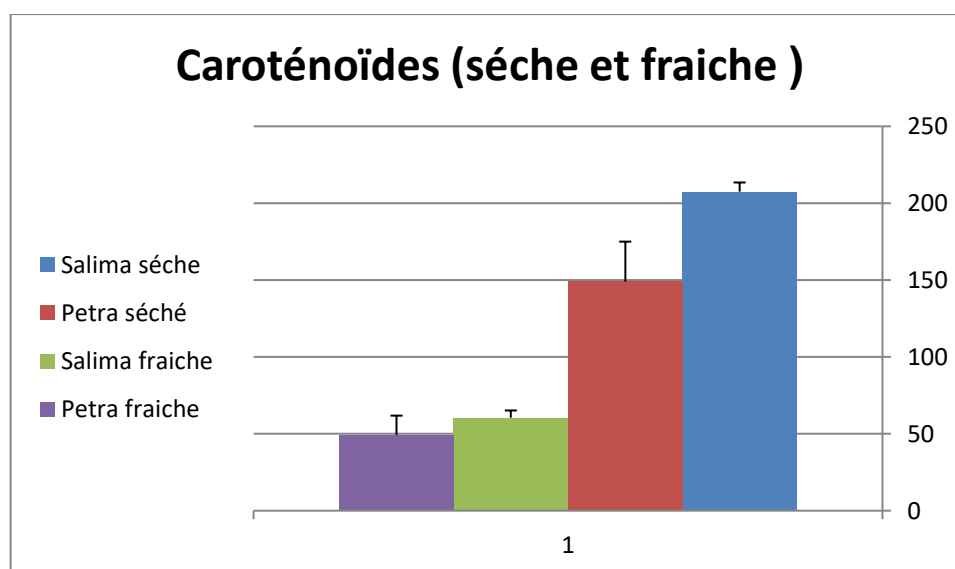
*figure 12 : Détermination de la teneur en glucides des tomates séchées et fraîches de deux variétés.*

Les résultats ont montré que les tomates séchées conservaient un pourcentage plus élevé de glucides, comme les tomates fraîches.

## 2- Résultats des analyses biochimiques :

### 2-1. dosage des caroténoïdes :

Les résultats de la figure (13) montrent que le pourcentage de caroténoïdes dans les tomates séchées était supérieur à celui des tomates fraîches dans les deux variétés (Salima et Petra) .



*figure 13: dosage des caroténoïdes des tomates séchées et fraîches de deux variétés*

Le bêta-carotène est un composé organique de couleur rouge-orange et abondant dans les champignons, les plantes et les fruits. C'est un membre des caroténoïdes, qui sont des trapézoïdes (isoprénoïdes) qui sont synthétisés biochimiquement à partir de 8 unités d'isoprène, ce qui signifie qu'ils ont 40 unités de carbone. Parmi les caroténoïdes, le bêta-carotène diffère de la présence de carotène aux deux extrémités de la molécule.

Le bêta-carotène est considéré comme un antioxydant et est utilisé pour éliminer les excès qui peuvent être endommagés par les radicaux libres dans le corps.

La teneur en caroténoïdes des échantillons examinés montre

que son taux dans les tomates sèches est supérieur à celui des tomates fraîches.

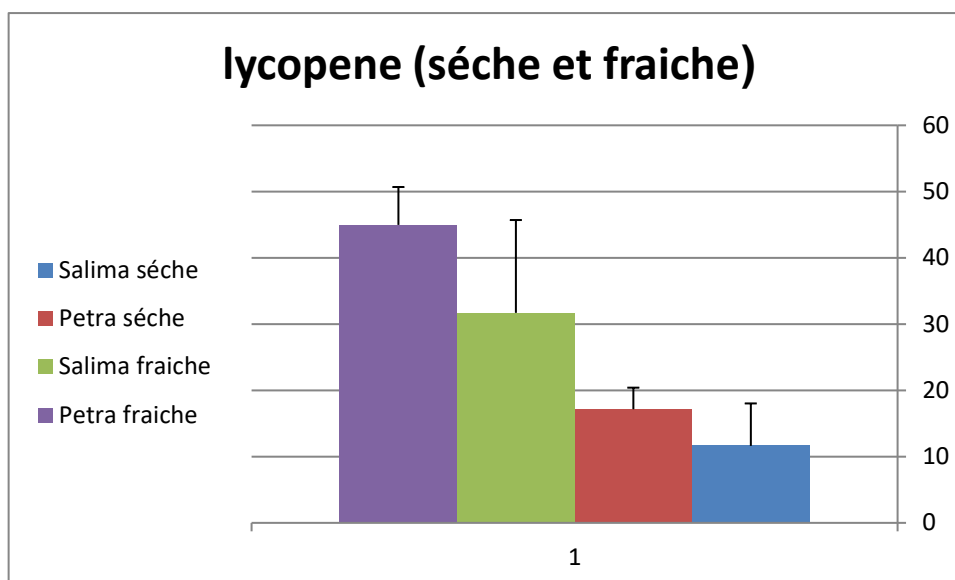
Où le taux de caroténoïdes dans les tomates sèches des deux types (Salima à raison de 207,55 mg E  $\beta$ C/100 g Ech, et Petra à raison de 148,955 mg E  $\beta$ C/100 g Ech), alors que le taux de caroténoïdes dans les tomates était frais dans les deux types (Slaima à un taux de 60,484 mg E  $\beta$ C/100 g Ech, et Petra à un taux de 49,238 mg E  $\beta$ C/100 g Ech ).

La teneur plus élevée en caroténoïdes ( $\beta$ .carotène) des tomates séchées par rapport aux tomates fraîches peut être due à :

L'exposition au soleil à long terme absorbe la lumière ultraviolette et bleue aux niveaux les plus bas possibles de lumière jaune et de lumière orange ou rouge éclatante .

## **2-2. Dosage du lycopène :**

Les résultats de la figure (14) montrent que la proportion de lycopène dans les tomates fraîches était supérieure à celle des tomates séchées .



*figure 14: Dosage du lycopène des tomates séchées et fraîches de deux variétés*

la teneur en lycopène des tomates fraîches est de 44,986 mg/100g, tandis que la teneur en lycopène des tomates séchées est au maximum de 16,17 mg/100g .

Selon l'étude, nous avons constaté que les tomates fraîches avaient une teneur en lycopène plus élevée que les tomates séchées dans les deux types, avec une teneur en lycopène dans les tomates fraîches des deux variétés (Salima 31,697 mg/100 g et Petra 44,968 mg/100 g ) , Alors que dans les tomates séchées, il atteint (Salima 11,62 mg/100 g et Petra 16,17 mg/100 g ).

La différence de teneur en lycopène dans les tomates obtenues peut être due à des différences dans leurs conditions de croissance (**Toor. 2005**) et de nombreux facteurs, notamment la maturation, la température et la variété utilisée, peuvent influencer la concentration de lycopène dans les tomates (Thompson et al, 2000 ; Sharma et al ., 1996)

# **Conclusion**

## Conclusion

La tomate, *Solanum lycopersicum*, qui appartient à la famille des solanacées, est l'une des cultures agricoles stratégiques et est également considérée comme l'un des légumes économiques les plus importants au monde, en raison de son utilisation quotidienne dans l'alimentation et de son utilisation dans une large gamme. car il est considéré comme l'une des cultures qui peuvent être cultivées pendant plus d'une saison par an pour répondre aux besoins de la population. De plus en plus, les agriculteurs ont travaillé à adopter le mécanisme de séchage pour le stocker plus longtemps et fournir un produit approprié afin de stabiliser le marché et parvenir à un équilibre entre l'offre et la demande.

Et pour connaître l'effet du mécanisme de séchage sur la qualité nutritionnelle de deux variétés cultivées dans la Wilaya d'Oued Souf (Salima et Petra) par les analyses physico-chimique (humidité et matière sèche, matière organique, quantité de cendres, acidité totale et PH,...)

Les résultats ont montré ce qui suit :

La teneur MO de la tomate sèche est moindre que celle des tomates fraîches.

Il existe une différence de pH entre la poudre de tomate sèche et le jus de tomate frais, où il est élevé dans la solution de poudre par rapport à la solution de jus frais, et en général les valeurs de pH étaient (3,78/4,37).

La teneur en lycopène est faible pour les deux variétés de tomates sèches par rapport aux tomates fraîches (Salima et Petra), par contre, les contenus en caroténoïdes sont élevés dans les tomates sèches par rapport aux frais.

L'acidité du titrage des tomates sèches reste proche de celle des tomates fraîches.

A l'issue de ces résultats, nous recommandons d'encourager le mécanisme de séchage sur les cultures agricoles, en particulier les cultures rapidement périssables, en raison de son rôle efficace pour assurer un stockage plus long en plus de répondre à la demande des consommateurs.

Cette étude intéressante peut être considérée comme un départ dans le domaine de l'agro-alimentaire.

## **Références bibliographique**

## Références bibliographique

- [1]-**CHAUX et FOURY C. L., 1994** - Cultures légumières et maraichères. Tom 3. légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc Lavoisier, Paris, 563 p
- [2]-**BLANCARD D., 2009** - Les maladies de la tomate. Identifier, connaître, maîtriser. Éditions Quae, Paris, France, 679p
- [3]-**BLANCARD D., 2009** – Les maladies de la tomate, identifier, connaître et maîtriser. Avec la collaboration de H. Laterrot, G. Marchoux et T. Candresse. Editions Quae c/o inra, 679p.
- [4]-**SHANKARA N., 2005** - La culture des tomates, production, transformation et commercialisation, Fondation Agromisa et CTA, 105p.
- [5]- **SHANKARA N., JEOP V., JEUDE A., MARJA DE GOFFAU. et MARTIN H., 2005** - La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation, Ed Arwen Floryn, Digigrafi, Wageningen, Pays-Bas, 107p.
- [6]**ONAGRI ., 2015** - Note d'analyse N° 4, La filière de la tomate industrielle en Tunisie: Enjeux et contraintes. (Direction Générale de la Production Agricole). P4-7.
- [7]- **MADR., 2018** - (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) , Direction des statistiques . P21
- [8]- **AGBOHOUN, O., DENIS , G., 1999** : Aperçu sur les principales variétés de tomate locale cultivées dans le sud du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique Numéro 24, mars, p. 10-21.
- [9]-**Montcho, M., Fagbohoun, O., 2004**: Production of tomato puree: an alternative to conservation of locally produced tomato in Bénin. Uganda Journal of Agricultural Science, 9,p 651-655.
- [10]-**M. Daguenet, "Les séchoirs solaires : théorie et pratique "**, Publication de l'UNESCO, Paris, France (1985).
- [11]-**D. R. Pangavhanc, R. L. Sawhcy and P. N. Sarsavadia**, "Design, development and performance testing of new natural convection", Energy 27(579-590) (2002).
- [12]-**SHANKARA N., 2005** - La culture des tomates, production, transformation et commercialisation, Fondation Agromisa et CTA, 105p
- [13]-**SHANKARA N., JEOP V., JEUDE A., MARJA DE GOFFAU. et MARTIN H., 2005** - La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation, Ed Arwen Floryn, Digigrafi, Wageningen, Pays-Bas, 107p.
- [14]-**DOMINIQUE BLANCARD avec la collaboration de h laterrot, G. Marchox et t .candress** les maladies de. la tomate 2009.

- [15]-**DAVIES J. N, HOBSON G. E., 1981.** The constituents of tomato fruit – The influence of environment, nutrition and genotype. *CRC Critical Rev.Food Sci. Nutrit.* 15, 205-28.
- [16]-**GALAISE A. et BANNEROT H., 1992.** Amélioration des espèces végétale cultivé objectif et critère de sélectionné. Ed INRA, Paris, P 765.
- [17]-**CHAUX C.L. et FOURYC.L., 1994.** Cultures légumières et maraîchères. Tome III : légumineuses potagères, légumes Fruit. Tec et Doc Lavoisier, paris.563p.
- [18]- **GALAISE A. et BANNEROT H., 1992.** Amélioration des espèces végétale cultivé objectif et critère de sélectionné. Ed INRA, Paris, P 765.
- [19]-**CORBINEAU F., et CORE A., 2006.** Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules. Ed, Tec et Doc .Lavoisier.226p.
- [20]-**CHAUX C et FOURY C .,1994** : Productions légumières, T3 éd : tec -doc Lavoisier, Paris, 235p.
- [21]-**BLANCARD D., 2009** - Les maladies de la tomate. Identifier, connaitre, maitriser. Éditions Quae, Paris, France, 679p.
- [22]-**BLANCARD D., 2009** – Les maladies de la tomate, identifier, connaitre et maîtriser. Avec la collaboration de H. Laterrot, G. Marchoux et T. Candresse. Editions Quae c/o inra, 679p.
- [23]-**CHIBANE A., 1999** - Tomate sous serre. Fiche Technique. Bulletin mensuel d'information et de liaison du P.N.T.T.A. N° 57, juin 1999, Edit M.A.D.R.P.M/D.E.R.D. Maroc, 4 p.
- [24]-B. Multon, "L'énergie sur la terre : Analyse des ressources et de la consommation. La place de l'énergie électrique", *Revue 3EL* (1998).
- [25]-S.El Mokretar et al. Etude du Bilan d'Énergie et de Masse d'un Séchoir de Type Serre-Applications au Séchage des d'un Séchoir de Type Serre-Applications au Séchage
- [26]-A. Boulemtafes et al. le séchage solaire des plantes médiçi nales et aromatiques-application au séchage de la menthe 1er Séminaire Maghrébin sur les Sciences et les Technologies de Séchage SMSTS, 17-18-19 Décembre 2006, à Tozeur Tunisie.
- [27]-A. Boulemtafes et al. Energy and Exergy analysis of the solar drying process of Mint 1st Conference & Exhibition Impact of Integrated Clean Energy on the Future of the Mediterraeen, Beirut Lebanon, April 14th -16th 2011.
- [28]-**Afnor., (1982).** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed. AFNOR : p325.
- [29]-**Goodon B. (1997).** Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales.Tec.et Doc .p346-354.

- [30]-**Mehdi Ghiafeh, Davidia P, Vijayanands K, Ramana .(2006)**. Effect of different pretreatments and deshydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder.LWT. 40:1832-1840.
- [31]-**Ribéreau-Gayon P.(1968)**. Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod Paris : p254.
- [32]-**Ilkay T., Aziz E. (2011)**. «Brix degree and sorbitol/xylitol level of anthntic pomegranate (Punica gramatum) juice. Food Chemistry 127: 1404-1407.
- [33]- **Sarni-Manchado, P ; Cheynier, V(2006)**. les polyphenols en agroalimentaire, Tec et Doc Lavoisier-Paris. 10: p31-32.
- [34]-**Rivero R. M., Ruiz J. M., Garcia P. C., Lopez-Lefebvre L. R., Sanchez E.Romero L. (2001)**."Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants." Plant Science 160: 315-321.
- [35]-**Rodriguez-Amaya B. D. (2001)**. A guide to carotenoid analysis in foods. Ed. International life Institue. pp 1-6
- [36]-**Rodriguez-Amaya D.B. et Kimura M. (2004)**. Harvest plus handbook for carotenoid analysis.
- [37]**Rodriguez-Amaya D.B. et Kimura M. (2004)**. Harvest plus handbook for carotenoid analysis. Ed. Technical Monograph Series 2. pp: 2-51
- [38]-**Rodrigues A.S., Pérez-Gregorio M.R., García-Falcón M.S. et Simal-Gándara J. (2009)**. Effect of curing and cooking on flavonols and anthocyanins in traditional varieties of onion bulbs.Food Research International. 42: 1331–1336.
- [39]-**Sassi-Kiss A., Kiss J., Milotay P., Kerek M. M. et Toth-Markus M. (2005)**. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables.vFood Research International. 38:1023-1029.

**Référence électronique:**

- [1]-. **ATLAS AGRO S.A.R.L. (2017)**. Kouba (Alger).
- [2]- **FAO STAT., 2019-** (<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/F>), Date accès 2018
- [3].**FAO., 2010** - Disponible sur : <http://faostate.fao.org> et <http://ecocrop.fao.org> .P4-5
- [4 ].**Fr.dreamstime.com** .

**المراجع بالعربية:**

1. إسماعيل بهاء، 2020- دليل انتاج الطماطم، ص2.
- 2.البوضه ي، عبود أ، 2013 - دراسة التغيرات النسيجية لثمار الطماطم عند مراحل القطف، مجلة العلوم الزراعية العراقية، مجلد 44، العدد 6.

**ANNEX**

**ANNEXE 01: chapitre 1**



*figure 15 : séchage à l'air chaud*



*figure 16: Séchage au soleil*

**ANNEXE 02 : chapitre 02 :**



A: lavage du produit



B: Découpage de produit

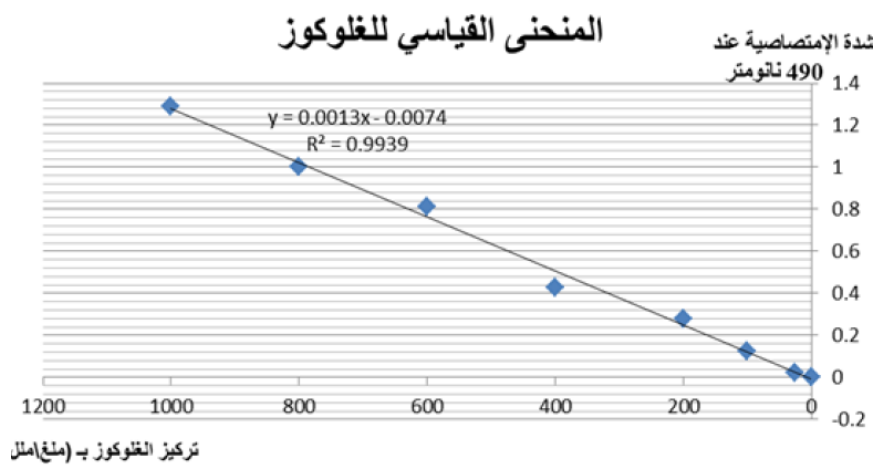


C : les morceaux font face au soleil

*figure 17*



*figure 18: Les tomates sèchent au soleil pendant 8 jours*



*figure 19: courbe standard en glucose*

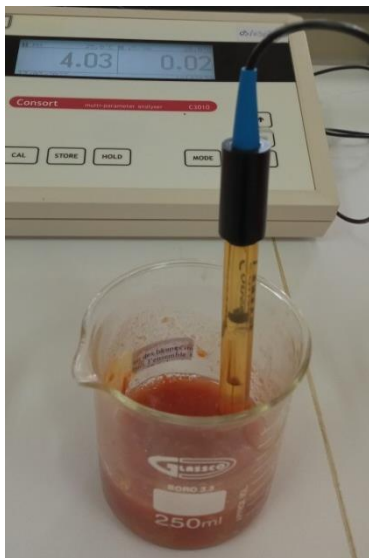
### ANNEXE 03 : Le dispositif expérimental :



*figure 20: Balance analytique de précision  
de paillasse*



*figure 21: Spectrophotomètre*



*figure 22 : PH mètre*



*figure 23: Four à moufle (Hereaus)*



*figure 24: Etuve réglée à 50°C  
(MEMMERT)*



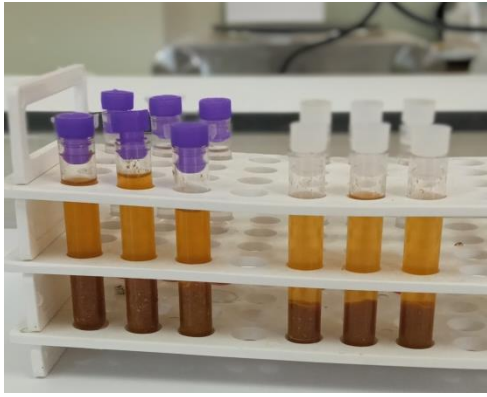
*figure 25: Centrifugeuse à 6000 tour par minute*



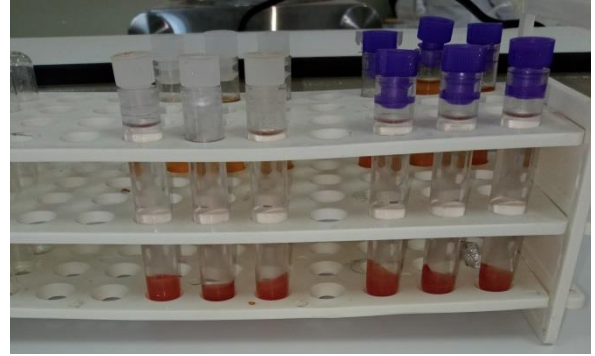
*Figure27: Agitateur plaque chauffante*



*figure 26: Cendres de poudre de tomates séchées*



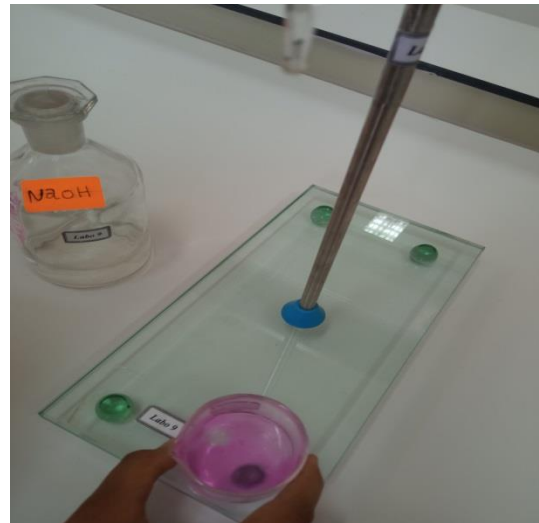
*figure 28: Détermination de la teneur en glucides (tomate sèche)*



*figure 29: Détermination de la teneur en glucides (tomate fraîche)*



*figure 30: tomates fraîches cendrées*



*figure 31: Détermination de la teneur en acidité titrable des tomates fraîches*

**ANNEXE 04 : Produits et réactifs chimique :**

- Eau distillée.
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0.1N
- Phénolphtaléine
- Méthanol
- Bicarbonate de sodium  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- Acide gallique  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$
- Nitrite de sodium  $\text{NaNO}_2$
- Acide chlorhydrique HCl
- Bisulfite de sodium  $\text{NaHSO}_3$
- Cyclohexane  $\text{C}_6\text{H}_{12}$
- Chlorure ferrique  $\text{FeCl}_3$
- Acide ascorbique  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$
- Phénol  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$
- Acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- glucose
- hexane
- acétone
- Trichloroacetic Acid