



DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

Mémoire de fin d'études

Présenté par

M. HATTOU Mohamed Amine

Pour l'obtention du diplôme de

Master en AGRONOMIE

Spécialité : Biotechnologie Alimentaire

Thème

Effets de l'incorporation des huiles essentielles extraites du thym et de l'origan sur la productivité, les qualités nutritionnelles et physicochimiques du poivron

Soutenue publiquement le : 23/06/2016

Devant le Jury

Président	M. BENAKRICHE Benmehel	Maitres de conférences « A »
Encadreur	M. BENABDELMOUMENE Djilali	Maitre de conférences « B »
Examineur	M. GHELAMALLAH Amine	Maitres de conférences «B»

Thème réalisé au Laboratoire pédagogique « Biochimie » - Université de Mostaganem

Remerciements

Remerciements

En tout premier lieu, je remercie **notre Dieu**, tout puissant de m'avoir donné courage, volonté et patience

Je voudrai remercier particulièrement mon promoteur **M. BENABDELMOUMENE Dj**, d'avoir acceptée de m'encadrer, pour toute son aide, sa disponibilité, son suivi et sa confiance.

J'exprime ma reconnaissance à l'égard de **M. BENAKRICHE B.M** d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance.

Il m'est agréable d'adresser mes plus vifs remerciements à **M. GHELAMALLAH A**, d'avoir bien voulu examiner le présent travail.

Merci enfin tous et celles qui nos aidé d'une autre lors de notre travail, nous les remercions du fond du cœur

Merci à tous.



Dédicaces

Dédicaces

*Avec l'aide de dieu tous puissant, j'ai pu réaliser ce modeste
travail que je dédie A :*

Ma mère, mon père

Ma sœur et mes frères

Chaque membre de mes famille ;

Mes amis proches Belkassem, Haïttus, Ahmed, Youcef, Adda,

Hani, Ali, Ghani, Saber, Mahmoudé, Islam, Amine, Idir,

Aboubeker, Abdrâhmenne, Hichâm, Hamid, Houssine, Abd

Krim, Amed, Toufik, Hammou, Zai Abedinne

Ce travail est dédié à mes collègues d'études et tous la

promotion de la 2ème année master Biotechnologie Alimentaire

Haïttou Mohamed Amine

Abstract

The goal sought through our work is to study the influence of essential oil of thyme and oregano on productivity, nutritional and physicochemical qualities of green pepper.

The study on a sample of green pepper F1 hybrid variety "**Magister**"; 3 samples were taken for each treatment with oils or in the powder.

The effects of essential oils are highly acclaimed on the physico-chemical properties (pH and dry matter). By cons there is no impact on the nutritional quality

Plants treated with the liquid thyme 30ml reveal a high rate of MS (8.4%) by cons, it is 20 ml of liquid oregano that the dry matter rate is high (10.3%).

The incorporation of essential oils in plants has a significant effect on the nutritional and physicochemical qualities of pepper, as well as the insect infestation rate.

Keywords: essential oils, pepper, thyme, oregano

ملخص

الهدف الذي تسعى من خلال عملنا هو دراسة تأثير الزيت العطري من الزعتر والزعيرة على الإنتاجية وعلى الجودة الغذائية و الجودة الفيزيائية لللفل الأخضر

الدراسة على عينة من الفلفل الأخضر إلى F1 الهجين "الماجستير". أخذت عشوائيا، وأخذت 3 عينات لكل معاملة مع الزيوت أو على مجموع 24 عينة مسحوق المعالجة.

بعد العلاج مع مسحوق والزيوت الأساسية من الزعتر والزعتر لجرعات مختلفة، وتبين أن هناك آثار على نوعية الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة و المادة الجافة) ولا وجود لأي تأثير على الجودة الغذائية

النباتات المعاملة مع 30مل الزعتر السائل تكشف عن ارتفاع معدل المادة الجافة (8.4 ، ± 0.693)، عن طريق سلبيات ، انها 20 مل الزعيرة السائل المادة الجافة مرتفع (10 ± 1.1273) . حامضي لعينات لا تحتوي على 30 مل من الزيت العطري المستخلص من السائل (7.30 مقابل 6.71) .

كلمات البحث: الزيوت العطرية واللفل والزعتر،الزعيرة الفيزيائية، والجودة الغذائية، وتجهيز

Résumé

L'objectif recherché à travers notre travail est d'étudier l'influence de l'huile essentielle du thym et de l'origan sur la productivité, qualités nutritionnelles et qualités physico-chimiques de poivron vert.

L'étude sur un échantillon du poivron vert variété hybride **F1 «Magister»**; 3 échantillons sont pris pour chaque traitement aux huiles ou bien à la poudre.

Les effets des huiles essentielles sont très remarquables sur les qualités physico-chimiques (pH et Matière sèche). Par contre il n'y a pas d'impact sur la qualité nutritionnelle

Les plantes traitées par le thym liquide à 30 ml révèlent un taux élevé de Ms (8,4%) par contre, c'est à 20 ml d'origan liquide que le taux de Matière sèche est élevé (10,3%).

L'incorporation des huiles essentielles dans les plantes a un effet significatif sur les qualités nutritionnelles et physicochimiques du poivron, ainsi que sur le taux d'infestation des insectes.

Mots clés : huiles essentielle, poivron, thym, origan.

ملخص:

الهدف الذي تسعى من خلال عملنا هو دراسة تأثير الزيت العطري من الزعتر والزعيرة على الإنتاجية وعلى الجودة الغذائية و الجودة الفيزيائية للفلل الأخضر

الدراسة على عينة من الفلل الأخضر إلى F1 الهجين "الماجستير". أخذت عشوائيا، وأخذت 3 عينات لكل معاملة مع الزيوت أو على مجموع 24 عينة مسحوق المعالجة.

بعد العلاج مع مسحوق والزيوت الأساسية من الزعتر والزعتر لجرعات مختلفة، وتبين أن هناك آثار على نوعية الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة و المادة الجافة) ولا وجود لأي تأثير على الجودة الغذائية

النباتات المعاملة مع 30مل الزعتر السائل تكشف عن ارتفاع معدل المادة الجافة (8.4 ، ± 0.693)، عن طريق سلبيات ، انها 20 مل الزعيرة السائل المادة الجافة مرتفع (10 ± 1.1273) . حامضي لعينات لا تحتوي على 30 مل من الزيت العطري المستخلص من السائل (7.30 مقابل 6.71) .

كلمات البحث: الزيوت العطرية والفلل والزعتر،الزعيرة الفيزيائية، والجودة الغذائية، وتجهيز

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Listes des Tableaux

Listes des Figures

Abréviations

Introduction Générale..... 1

Partie Bibliographique

Chapitre n°1 : Généralité du poivron

1. Systématique du poivron.....	2
2. Caractères physiologiques et botaniques du poivron	2
2.1. Système racinaire	2
2.2. Tige.....	2
2.3. Feuilles	2
2.4. Fleurs	2
2.5. Fruits.....	3
2.6. Graines	3
3. Culture du poivron	3
3.1. Choix du sol et le pH.....	3
3.2. Exigences en chaleur.....	3
3.3. Exigences en lumière.....	4
3.4. Exigences en eau	4
3.5. Rotation	4
3.6. Système de culture	4
4. Obtention des plants	4

4.1. Plantation.....	5
4.2. Tuteurage.....	5
4.3. Irrigation.....	6
5 . Choix variétal	6
6. Fertilisation minérale.....	7
7.Situation phytosanitaire du poivron	8
7.1. Contre les adventices.....	8
7.1.1. Culture en sol nu	8
7.1.2. Culture avec paillage du sol	8
7.2. Contre les maladies	8
7.3. Contre les ravageurs	9
7.4. Contre les nématodes	9

Chapitre n°2 : Qualité nutritionnelle du poivron

1. Différent caractéristiques du poivron.....	10
1.1. Caractéristiques physiques	10
1.2. Caractéristiques de composition.....	10
2. Composition nutritionnelle.....	10
2.1. Apport calorique et répartition des macronutriments.....	10
2.2. Analyses nutritionnelle.....	10
2.2.1. Macronutriments	11
2.2.2. Micronutriments	11

Chapitre n°3 : Les Huiles essentielles et Polyphénols

1. Généralités sur les huiles essentielles.....	13
1.1. Historique	13
1.2. Définitions	13

1.3. Domaines d'utilisation des huiles essentielles	13
1.4. Localisation des huiles essentielles	14
1.5. Classification des huiles essentielles	14
1.6. Propriétés des huiles essentielles.....	15
1.6.1. Propriétés physiques et organoleptiques	15
1.6.2. Propriétés chimiques	15
1.6.3. Propriétés antimicrobiennes	16
2. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	16
2.1. Distillation.....	17
2.1. 1. Hydrodistillation	17
2.1.2. Entraînement à la vapeur d'eau	17
2.2. Extraction aux solvants organiques.....	18
2.3. Extraction à froid.....	18
2.4. Extraction au CO ₂ supercritique	18
2.5. Extraction assistée par ultrasons	19
2. Polyphénols	19
2.1. Introduction	19
2.2. Définition	19
2.3. Rôles dans l'organisme	20
2.4. Sources dans les légumes et autres aliments	20
2.4.1. Champion des polyphénols	20
2.4.2. Aliments les plus riche en	20
2.4.3 Apports conseillés	21
2.5. Astuces / conseil de la nutritionniste.....	21

Chapitre n°4 : Thym et Origan

1. Thym	22
1.1. Noms vernaculaires	22
1.2. Description	22
1.2.1. Odeur	22
1.2.2. Saveur	22
1.3. Culture	23
1.4. Constituants	23
2. Origan	23
2.1. Noms vernaculaires	23
2.2. Description	24
2.2.1. Odeur	24
2.2.2. Saveur	24
2.3. Culture	24
2.4. Constituants	24

Partie Expérimentale

Matériels et Méthodes

1. Objectifs du travail	25
2. Site expérimental	25
2.1. Caractéristiques du sol de la zone d'étude	25
3. Matériels et méthodes	26
3.1. Matériels	26
3.1.1. Matériel végétal	26
3.1.2. Huile essentielle	26

3.1.3. Appareillage	27
3.1.4. Réactifs et produits chimiques	27
3.2. Culture du poivron	27
4. Méthodes	28
4.1. Extraction des huiles essentielles du Thym et Origan.....	28
4.1.1. Extraction par hydrodistillation.....	28
4.1.2. Extraction par l'entraînement par vapeur (la cocote).....	29
4.1.3. Calcul du Rendement	30
4.2. Préparation les dilutions	31
4.2.1. Préparation les dilutions de la poudre de thym et l'origan.....	31
4.2.2. Préparation les dilutions des huiles essentielles du thym et origan.....	31
4.3. Incorporation des dilutions sur le poivron.....	33
4.4. Échantillonnage	33
5. Techniques analytiques	33
5.1. Analyses physicochimiques du poivron	33
5.1.1. Détermination de la teneur en matière sèche	33
5.1.2. Détermination de la teneur en matière minérale	34
5.1.3. Détermination du pH.....	34
5.1.4. Dosage des lipides totaux par la méthode Soxhlet.....	35
6. Détermination de la teneur de polyphénols	36
6.1. Traitement statistique	38

Résultats et Discussion

1. Résultats	39
1.2. pH.....	39
1.3. Matière sèche.....	40

1.4. Matières minérales	41
1.5. Lipides	42
1.6. Polyphénols	43
1.7. Rendement d'huile des plantes.....	44
2. Discussion	45
Conclusion	47

Résumé

Références bibliographique

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Les besoins de poivron dépendent de son végétatif	p 08
Tableau n°2 : Localisation des huiles essentielles des quelques végétaux (Pibiri, 2005)	p14
Tableau n°3 : propriété physiques et organoleptiques de certaines huiles essentielles (Garnero, 2001).....	p15
Tableau n°4 : Tableau regroupant l'appareillage utilisés lors de l'expérimentation	p16
Tableau n°5 : Tableau exprimée l'échantillonnage du fruit de poivron traitée	p32
Tableau n°6 : Le pH du poivron	p38
Tableau n°7 : La Ms du poivron exprimées en pourcentage	p39
Tableau n°8 : La Mm du poivron exprimées en pourcentage.....	p40
Tableau n°9 : Les lipides du poivron exprimées en pourcentage	p41
Tableau n°10 : Les polyphénols du poivron en mg de 100 g	p42
Tableau n°11 : Le Rendement de huile essentielle de thym et origan à 100 g	p43

Listes des figures

Figure n°1 : les différents types du poivron.....	p07
Figure n°2 : Composition moyenne pour 100 g d'aliments crus. La teneur en eau n'est pas prise en compte.....	p10
Figure n°3 : Composition moyenne pour 100 g d'aliments cuits. La teneur en eau n'est pas prise en compte.....	p11
Figure n°4 : la structure de la molécule d'isoprène	p15
Figure n° 5 : La ferme expérimentale du département agronomie.....	p24
Figure n°6 : Exprimer la photo du poivron qui est utilisée.....	p25
Figure n° 7 : l'alignement des plants de poivron sous serre	p27
Figure n° 8 : Extraction huile essentielle par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger	p28
Figure n°9 : Extraction huile essentielle par entrainement de la vapeur.....	p29
Figure n° 10 : les huiles essentielles du plant de Thym et L'origan	p29
Figure n° 11 : Exemple comment faire les dilutions de huile essentielle du thym dans l'eau distille	p31
Figure n° 12 : pulvérisation la dilution sur la plante du poivron	p32
Figure n° 13 : pulvérisation la dilution sur la plante du poivron	p34
Figure n°14 : Etapes de dosage de polyphénols.....	p36
Figure n°15 : courbe l'étalonnage de l'acide gallique	p37
Figure 16 : Évolution du pH du poivron	p38
Figure 17 : Variations des teneurs en matière sèche du poivron exprimées en pourcentage.....	p39
Figure 18 : Teneurs en matière minérale du poivron exprimées en pourcentage	p40
Figure 19 : Teneurs en lipides totaux du poivron exprimées en pourcentage.....	p41
Figure 20 : Teneurs en polyphénols du poivron exprimées en pourcentage.....	p42

Introduction

Surmonter les carences alimentaires dont souffrent des millions d'êtres humains en couvrant pour l'avenir immédiat les besoins nutritionnelles de l'humanité, constitue une tâche capitale et urgente pour l'agriculture mondiale (**Labeyrie**, 1981).

Dans ces conditions, la lutte contre la carence alimentaire doit passer par l'optimisation des ressources végétales. Or, ce sont les cultures maraichères qui sont les plus prometteuses pour produire la majorité des nutriments dont le monde a besoin (**Lawton** et al., 1972). Toutefois, les cultures maraichères sont sujettes de plusieurs attaques d'insectes qui détériorent la qualité de ces dernières.

Les insecticides conventionnels sont très dangereux pour l'environnement et la santé des êtres vivants, ils pourraient être également à l'origine de l'élimination des ennemis naturels des déprédateurs des denrées stockées pouvant conduire non seulement au phénomène de réapparition des ravageurs mais aussi à sa pullulation (**Nyamador**, 2010).

Les recherches se sont concentrées actuellement sur les produits naturels bioactifs extraits à partir de nombreuses plantes.

Ce sont des substances de consistance huileuse, mais sans corps gras, plus ou moins fluides, voire rétinoides, très odorantes, volatiles et souvent colorées (**Bardeau**, 1978).

Le poivron, souvent confondu avec un légume, est un fruit qui permettra d'ajouter de la couleur dans les plats de bébé. Difficile à digérer, il devra faire l'objet d'une introduction tardive dans les repas des tous petits. La production mondiale de poivrons a dépassé 24.7 millions de tonnes en 2005. La Chine, le Mexique, la Turquie, l'Espagne et les Etats-Unis représentent 72% de cette production. La Chine est de loin le principal producteur avec une production moyenne annuelle de l'ordre de 10 millions de tonnes soit 44,5 % de la production mondiale totale. Les principales variétés produites sont les piments longs, fins éclisses. (**FAO**, 2005)

Le présent travail se propose d'étudier l'effet de l'incorporation de certaines huiles essentielles sur certains insectes, ainsi que sur les qualités nutritionnelles du poivron

1. Systématique du poivron

Le poivron vert (*Capsicum annuum* L.) appartient à la famille des *Solanaceae*. Le poivron est le deuxième légume le plus consommé dans le monde, c'est une épice très appréciée pour son arôme. Il existe différents types de poivrons : poivron doux, sucré...

Ils proviennent des régions tropicales et sont très sensibles aux basses températures, qui affectent leur développement végétatif (Guo, 2014).

2. Caractères physiologiques et botaniques du poivron

L'espèce poivron « *Capsicum annum* L.» est une solanée de type annuel. Le cycle végétatif dépend des variétés, des températures aux différents stades végétatifs (germination, floraison, et maturation), de la durée de jour, et de l'intensité lumineuse (Kolev, 1976).

2.1. Système racinaire

Chez le poivron le système racinaire est pivotant et peut atteindre 70 à 80 cm, les racines adventives se développent et acquièrent une forme barbue. Le développement horizontal des racines serait de 50 à 90 cm, par ailleurs sa faculté assimilatrice est relativement faible par rapport à celle de la tomate (Ducreux, 1975).

2.2. Tige

Elle est ligneuse à la base et herbacée plus haut, suivant les variétés et les conditions de cultures, la croissance étant déterminée, ou indéterminée (Bonnal, 1981).

2.3. Feuilles

Elles ont une forme ovoïde de couleur verte, très souvent dotée d'une base asymétrique, lisse ou très rarement couverte de poils fins selon la variété. Les variétés à gros fruits portent normalement des feuilles grandes, longues, alors que celle de petits fruits se distingue par des feuilles petites et étroites (Kolev, 1976).

2.4. Fleurs

Blanchâtres, pendantes ou dressées, elles sont situées à l'aisselle des feuilles, tandis que les pétales et les sépales sont soudés à la base. La grandeur de la fleur est l'un des critères de distinction des variétés (Laumonier, 1979).

2.5. Fruits

Le poivron porte des fruits sous forme de baies dont la forme, couleur, et grosseur change avec la maturation et suivant les variétés (**Kolev**, 1976). La couleur est vert brillant avant maturité, elle prend à maturité une couleur vive, en général rouge, mais aussi jaune, orangé, violet, marron, noir...etc. Les qualités gustatives, nutritives et diététiques du fruit sont excellentes. Celui-ci renferme 10 à 13 % de matière sèche, 4 à 6% de sucres, 1,5 à 2% de protéines et de grandes quantités de sels minéraux, particulièrement des sels de potasse, et des vitamines, surtout la vitamine C. en effet, le poivron est 4 à 5 fois plus riche en vitamine C que le citron (**Todorova et al.**, 1997 et **Ellatir et al.**, 2003). Le poivron se distingue du piment par des fruits plus gros et plus charnus, et surtout dépourvus de substance piquante "la capsaïcine" (**Ellatir et al.**, 2003).

2.6. Graines

Les semences ou les graines chez le poivron sont plates, lisses, petites et riches en huile (le poids de 1000 graine \approx 6 grs), leur pouvoir germinatif est étendu jusqu'à 3 à 5 ans. Chez cette espèce, il a été constaté que l'effet hétérosis s'exprime par une augmentation de la précocité et du rendement (**Invuflec**, 1968). D'après **Kolev**, 1976), les variétés hybrides du poivron sont de plus en plus recherchées surtout pour la production des primeurs.

3. Culture du poivron

3.1. Choix du sol et le pH

- Sol profond, bien drainé, chaud et bien pourvu en humus et en matières nutritives aisément assimilables, il humifère et alluvionnaire. (**Chaux**, 1994)
- Le pH doit être compris entre 5.5 et 7. L'irrigation dans les sols sableux est favorable à cette culture (**Valdez**, 1994)

3.2. Exigences en chaleur

Une plante exigeante en chaleur, son optimum de croissance se situe à 24°C; la croissance de la plante se ralentit à des températures inférieures à 13 °C; mais une plante très sensible aux températures basses. Les températures supérieures à 35°C réduisent la fructification et la photosynthèse. (**Chaux.**, 1994)

3.3. Exigences en lumière

Le poivron requiert une bonne luminosité, dans le cas contraire, le cycle végétatif du poivron se raccourcit. Les *Capsicum* sont des plantes de jours courts facultatifs, cela veut dire que la floraison se réalise mieux et est plus abondante en jours courts pourvu que la température et les facteurs climatiques soient adéquats. Les exigences photopériodiques varient de 12 à 15 heures (**Valdez**, 1994)

3.4. Exigences en eau

Une plante exigeante en humidité du sol : il faut 80-85 % d'humidité afin d'obtenir de bons rendements. Lorsque l'humidité relative de l'air est basse (inférieure à 60 %) et la température est élevée, les fruits ne grandissent pas. (**Chaux**, 1994)

Toute erreur en irrigation peut avoir des conséquences graves sur la production puisque la faculté restauratrice des racines du poivron est faible (**Skiredj et al.**, 2005)

3.5. Rotation

Le poivron fatigue rapidement le sol, la rotation des cultures est très exigeante en moyenne « 4 à 6 ans ». Mais le poivron est un bon précédent cultural pour les légumes racines. (**Chaux**, 1994)

3.6. Système de culture

- Semis suivi des transplantations (**Chaux et al.**, 1994)

4. Obtention des plants

La mise en place de plants sains et de qualité est indispensable.

L'élevage en mottes, mini mottes, petits pots plastiques de 5 par 6 ou en plaques alvéolées est recommandé. Cet élevage sera conduit en pépinière abritée, sur tablette, ou au niveau du sol sur bâche plastique en cas de grande surface à mettre en culture. Le semis se fait directement en pots ou mottes. Les semences petites sont peu enterrées (théoriquement, il est conseillé de ne pas dépasser 1,5 fois la taille de la graine). Le substrat est légèrement tassé avant le semis, et la graine est recouverte de perlite après semis. Le terreau doit être enrichi en minéraux (dans les éléments majeurs). Des applications foliaires complémentaires sont nécessaires, en particulier lorsque les irrigations par aspersion entraînent une lixiviation du terreau en éléments solubles (azote, potasse); les oligo-éléments compléteront utilement l'alimentation minérale (**Saint Louis et al.**, 2001).

Les semences de poivron étant sensibles à la chaleur, les semis réalisés en saison chaude seront recouverts d'une plaque de polystyrène blanc. En saison fraîche, les germinations seront améliorées par une couverture plastique transparente, qui a pour effet d'augmenter la température. Les matériaux seront retirés dès le début de la germination.

Les traitements phytosanitaires doivent commencer à la pépinière, afin d'éviter les contaminations précoces. (**Saint Louis et al.**, 2001)

L'utilisation des bacs en subirrigation assurant une alimentation en eau par remontée capillaire permet une meilleure efficacité des traitements et en conséquence une meilleure maîtrise des maladies bactériennes et cryptogamiques (infestations moindres et contrôle chimique plus efficace).

Le temps de présence en pépinière variera selon la saison, entre 30 jours en été à 40 jours en saison fraîche.

La taille optimum du plant à la mise en place sera d'environ de 20 cm de haut, à 8-10 feuilles, juste avant apparition du premier bouquet floral. Les plants ne devant pas être étiolés devront recevoir suffisamment de lumière. Leur écartement en cours d'élevage devra probablement être nécessaire, particulièrement par temps couvert, peu lumineux, et chaud. (**Saint Louis et al.**, 2001).

4.1. Plantation

La transplantation a lieu 1 à 2 mois après le semis ou au stade de 5 à 6 feuilles (hauteur 10 cm). Pendant le mois qui précède la transplantation : procéder à un labour profond à 30 cm. Ensuite, affiner le sol et niveler le terrain si nécessaire. Procéder aussi à l'épandage et à l'enfouissement de la fumure de fond (organique et minérale) sur l'ensemble de la parcelle.

Faire des plates-bandes de 1m de largeur. Juste avant la plantation, procéder à une irrigation pour humidifier le sol jusqu'à une profondeur de 30 à 40 cm.

- Densité : 200 plantes pour 1 are.

- Les manquants doivent être remplacés immédiatement après la reprise. (**Chaux Cl et Foury Cl**, 1994)

4.2. Tuteurage

Les plants sont fragiles, les branches cassent facilement sous l'effet du poids des fruits, du vent. Il faut donc les tuteurer. Deux méthodes sont praticables :

- plusieurs étages de deux ficelles horizontales tous les 20 à 30 cm tendues le long de la ligne des plants entrecroisés sur piquets d'un diamètre de 10 cm distants de 3-4 mètres. Ce système est mieux adapté aux rangs doubles.

- Une armature en double _ tous les 3-4 mètres sur la ligne de plantation soutenant de part et d'autre deux fils de fer à 60 et 40 cm du sol et un fil unique à environ 20 cm du sol au premier niveau de ramification. Ce système est bien adapté aux rangs simples.

Il est préférable en zone ventée d'attacher les plants à la ficelle se trouvant le plus près du sol. (**Saint Louis et al., 2001**).

4.3. Irrigation

Une production de qualité nécessite une irrigation bien contrôlée. Celle-ci doit être réalisée en fonction de la demande climatique et adaptée aux besoins de la plante. Ceux-ci par rapport à l'E.T.P. (évapotranspiration potentielle) sont corrélés selon le stade végétatif : 0,3 à 0,5 E.T.P. en début de culture, puis 1,0 à 1,2 E.T.P. dès la phase de grossissement des fruits et lors des récoltes.

La nouaison et le grossissement des fruits sont des phases critiques, donc l'irrigation doit être très régulière. (**Saint Louis et al., 2001**)

5 . Choix variétal

Le choix variétal est très important, en particulier lorsqu'une ou plusieurs résistances aux maladies complètent une bonne adaptation au climat. Dans ce cas, les risques au champ sont fortement limités. (**Saint Louis et al., 2001**)

Mais souvent le choix variétal est prioritairement dépendant de la demande du marché, caractérisée par une forme, une couleur, des dimensions précises de fruits. Les importateurs et les clients grossistes et détaillants jugent aussi d'après la bonne tenue du fruit à l'étalage, et donc entre autres d'après l'aptitude au transport et à la conservation (**Saint Louis et al., 2001**)

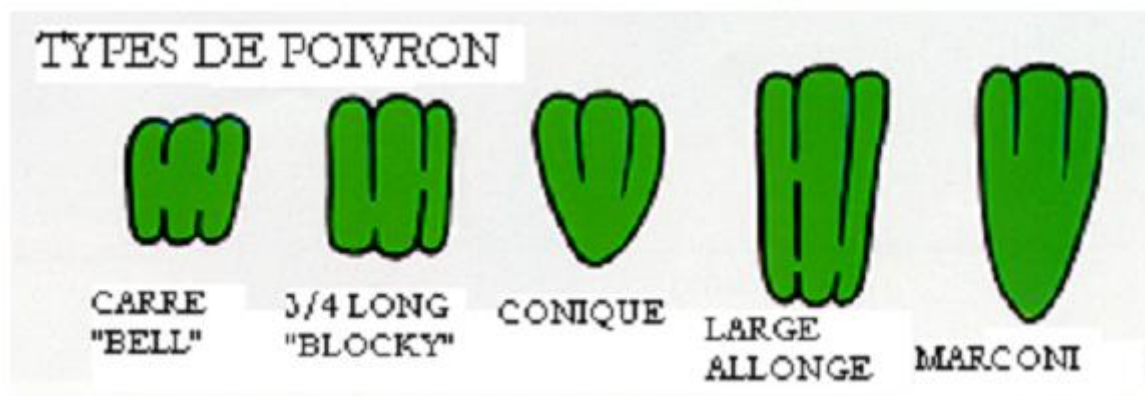


Figure n°1 : les différents types du poivron. (Saint Louis *et al.*, 2001)

6. Fertilisation minérale

Le poivron a un système racinaire sensible à l'asphyxie ; d'autre part il craint la sécheresse. Sa tolérance à la salinité est moyenne, sa sensibilité au manque de magnésium est forte. S'il préfère les sols à pH 6,5 – 7,0 il tolère des pH plus bas (5,5) ou plus élevé (8,5).

Les préparations de sol devront être profondes, la structure du sol grumeleuse, et le sol enrichi par une bonne fumure organique. Il est important de bien connaître le rythme d'absorption pour les différents éléments minéraux. (Saint Louis *et al.*, 2001)

Le poivron se révèle comme une plante très exigeante en fumier, son excès et son manque provoquent des troubles physiologiques, et des perturbations dans le métabolisme protéique (Nicola, 1970).

- Le poivron exige une grande quantité de fumures minérale et organique.
- L'épandage du sol se fait 15 à 30 jours avant transplantation.
- Les besoins de poivron dépendent de son stade végétatif, on distingue 03 stades :
(Chaux Cl et Foury Cl, 1994)

Tableau n°1 : Les besoins de poivron dépendent de son végétatif.

Stade	produit	Quantité
5 jours avant transplantation	NPK 11 22 16	4,5kg/are
	K ₂ SO ₄	1,6g/are
Floraison	NPK 11 22 16	2,7kg/are
	K ₂ SO ₄	2kg/are.
	Urée	0,4kg/are
Production	La consommation en éléments minéraux est plus forte.	

7.Situation phytosanitaire du poivron

7.1. Contre les adventices

7.1.1. Culture en sol nu

En préplantation utiliser la technique du faux semis avec parquat ou glyphosate selon les adventices présentes ; et (ou) linuron (500 g de matière active/ha) ou chloral 48 heures avant plantation.

En post plantation utiliser un anti graminée tel fluazifop-p-butyl et sur autres adventices des désherbants autorisés en cultures de poivron moyennant protection des plants (glyphosate, paraquat). . (Saint Louis *et al.*, 2001)

7.1.2. Culture avec paillage du sol

Le poivron supporte bien le paillage plastique du sol, couleur noire en saison fraîche, blanche sur fond noir en saison chaude, à condition d'assurer une irrigation localisée en goutte-à-goutte. . (Saint Louis *et al.*, 2001)

7.2. Contre les maladies

Le poivron est sensible à de nombreuses maladies dont certaines sont particulièrement agressives sur le Territoire.

- Fontes des semis entraînant des manques à la levée
- Flétrissements de plants causés par des champignons ou des bactéries du sol

- Maladies foliaires et des fruits. (**Saint Louis** *et al.*, 2001)

7.3. Contre les ravageurs

Plusieurs ravageurs sont préjudiciables à la culture du poivron, et surtout peuvent être des insectes de quarantaine dans les pays importateurs. Pour ce dernier point il faut se reporter au cahier des charges précisé par les Services phytosanitaires du Territoire qui donneront habilitation à exporter.

- les jeunes plants sont souvent attaqués
- La mouche mineuse, *Liriomyza sativae*
- Les aleurodes, mouches blanches, *Trialeurodes vaporarium*, *Bémicia tabaci*, *B. argentifolii*
- Les pucerons sont fréquents
- Les acariens sont dangereux
- Les attaques de Thrips sont fréquentes
- Les chenilles de plusieurs lépidoptères peuvent attaquer les poivrons
- Les larves des mouches des fruits – *Bractocera tryoni*, *B. curvipennis*. (**Saint Louis** *et al.*, 2001)

7.4. Contre les nématodes

Les nématodes sont des vers ronds microscopiques qui vivent dans le sol. Ils se nourrissent et se multiplient sur les racines des plantes (**Bélaïr**, 2003).

Les nématodes des racines noueuses présentent un problème important. Ils provoquent des galles (des tumeurs cancéreuses) sur les racines des plantes. Les symptômes apparents de l'infestation par les nématodes sont la chlorose, le retard de croissance, le flétrissement, la sénescence précoce et la chute de rendements (**Csizinszky** *et al.*, 2005).

1. Différents caractéristiques du poivron

1.1. Caractéristiques physiques

Le poivron, lorsqu'il est de couleur verte, n'est pas encore arrivé à maturité. Le pigment responsable de cette couleur est la chlorophylle (**Lightbourn**, 2008).

1.2. Caractéristiques de composition (hors macronutriments, vitamines et minéraux)

Le poivron contient des capsaïcinoïdes, dont les principales molécules sont la nordihydrocapsaïcine, la capsaïcine, la dihydrocapsaïcine, l'homocapsaïcine et l'homodihydrocapsaïcine (**Barbero et al.**, 2014). Le poivron vert est reconnu pour son contenu en fibres (**Hernandez-Carrion**, 2013).

2. Composition nutritionnelle

2.1. Apport calorique et répartition des macronutriments

Le poivron vert apporte en moyenne 21,30 kcal pour 100 g, soit 89,20 kJ lorsqu'il est cru et 28,50 kcal pour 100 g, soit 120 kJ lorsqu'il est cuit. Un poivron pèse en moyenne de 125 à 250 g. (**Ciqual**, 2013)

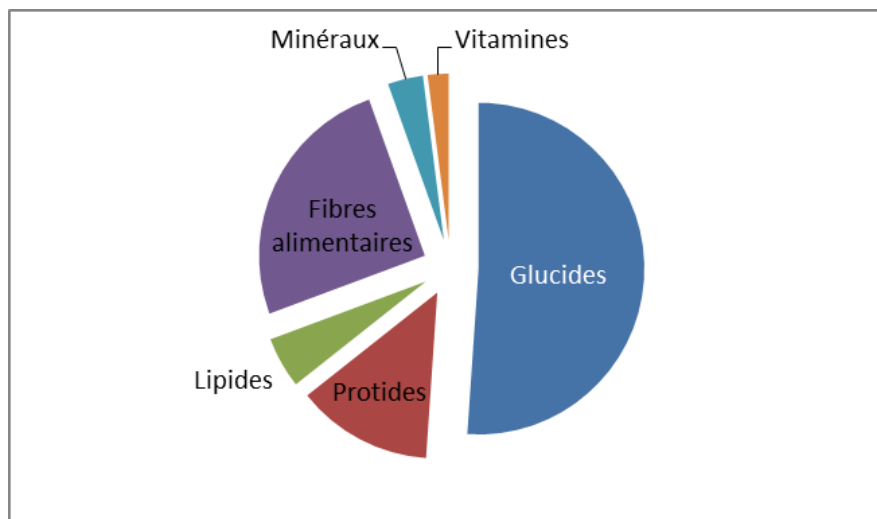


Figure n°2 : Composition moyenne pour 100 g d'aliments crus. La teneur en eau n'est pas prise en compte (**Ciqual**, 2013).

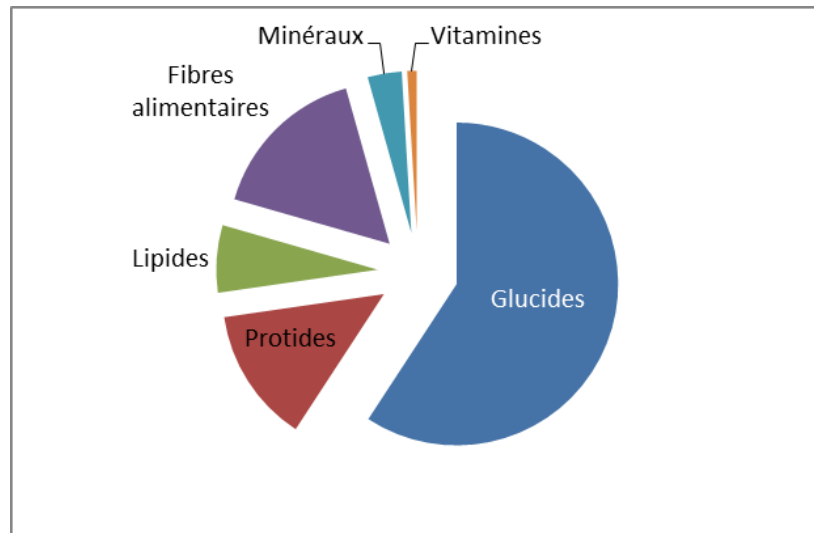


Figure n°3 : Composition moyenne pour 100 g d'aliments cuits La teneur en eau n'est pas prise en compte. (Ciquial, 2013)

2.2. Analyses nutritionnelle

2.2.1. Macronutriments

- **Poivron vert cuit :** La quantité de l'ensemble des macronutriments du poivron vert cuit est inférieure à la quantité moyenne présente dans les légumes (protéines : 1 g vs 2,21 g pour 100 g ; lipides : 0,5 g vs 0,57 g pour 100 g ; glucides : 4,39 g vs 6,35 g pour 100 g et fibres : 1,2 g vs 2,21 g pour 100 g).
- **Poivron vert cru :** Comme le poivron vert cuit, la quantité de l'ensemble des macronutriments du poivron vert cru est inférieure à la quantité moyenne présente dans les légumes (protéines : 0,8 g vs 2,21 g pour 100 g ; lipides : 0,3 g vs 0,57 g pour 100 g ; glucides : 3,08 g vs 6,35 g pour 100 g et fibres : 1,52 g vs 2,21 g pour 100 g). (Ciquial, 2013)

2.2.2. Micronutriments

a. Vitamines

- **Poivron vert cuit :** Il est riche en vitamine C, car 100 g apportent l'équivalent de 86,25 % des Valeurs Nutritionnelles de Référence (VNR), soit 69 mg pour 100 g. Il est également source de vitamine B6, car 100 g apportent l'équivalent de 18,57 % des VNR, soit 0,26 mg pour 100 g. Il apporte l'équivalent de 9,50 % des VNR en vitamine B9, soit 0,019 mg pour 100 g. (Afssa, 2002)

- **Poivron vert cru** : Il est riche en vitamine C, car 100 g de poivron vert cru apportent l'équivalent de 150 % des VNR, soit 120 mg de vitamine C. Il est également source de vitamine B6 et de vitamine B9, car 100 g apportent l'équivalent de 21,43 % des VNR en vitamine B6 (soit 0,30 mg pour 100 g) et de 16,50 % des VNR en vitamine B9 (soit 0,033 mg pour 100 g) (Afssa, 2002)

B/- Minéraux et Oligo-éléments

- **Poivron vert cuit** : Il apporte l'équivalent de 7% des VNR en potassium (soit 140 mg pour 100 g), de 5% des VNR en manganèse (soit 0,10 mg pour 100 g) et de 3,29% des VNR en phosphore (soit 23 mg pour 100 g).
- **Poivron vert cru** : Il apporte l'équivalent de 7,95% des VNR en potassium (soit 159 mg pour 100 g), de 5,33% des VNR en cuivre (soit 0,0533 mg pour 100 g) et de 4,69% des VNR en manganèse (soit 0,0938 mg pour 100 g) (Afssa, 2002)

C/- Polyphénols

Les polyphénols sont des substances à effet antioxydant. La teneur en polyphénols totaux du poivron vert cru est très faible (4,72 mg pour 100 g), comparée à la teneur moyenne contenue dans les légumes qui est de 52,01 mg pour 100 g.

Elle est toutefois supérieure à la teneur en polyphénols totaux du poivron rouge qui est de 0,81 mg pour 100 g (Neveu V et al., 2010).

1. Généralités sur les huiles essentielles

1.1. Historique

L'utilisation des huiles essentielles remonte aux plus anciennes civilisations. Tout d'abord dans l'orient et le Moyen-Orient et par la suite au nord de l'Afrique et en Europe.

Les hydrolats (eaux aromatiques) étaient utilisés en Chine il y a plus de 7000 ans. En Inde les plantes aromatiques figurent dans les « Veda », livres sacrés il y a environ 3500 ans. Entre 3000 et 2000 ans avant notre ère. Les Égyptiens faisaient un usage important des plantes aromatiques pour soigner les malades. Les 1^{ers} à utiliser l'hydro distillation semblent être les Perses, 1000 ans avant notre ère. Les Arabes ont apporté une amélioration dans la chimie et la distillation des huiles.

L'utilisation des huiles essentielles était une pratique courante chez les Grecs et plusieurs livres ont été publiés sur ce sujet un exemple de cette littérature est « histoire naturelle » écrite par Buffon.

Vers la fin de XVI^e et de XVII^e siècle, plus de 100 huiles essentielles sont utilisées (**Wichtl et Anton, 2003**)

1.2. Définitions

Les huiles essentielles (=essences = huiles volatiles) sont des produits de compositions généralement assez complexes renferment les principes volatils contenus dans les végétaux et les plus ou moins modifiés au cours de l'extraction vapeur et celui par expression (**Bruneton, 1999**)

La norme française **ANFNOR** a défini les huiles essentielles comme suite :

« Est un produit obtenu à partir d'une matière végétale par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerie des citrus, soit par distillation sèche » (**Pibiri, 2005**)

1.3. Domaines d'utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles occupent une place considérable sur le marché et dans différents domaines, pharmaceutique, l'industrie de cosmétique et des produits d'hygiène, parfumerie et surtout dans le secteur des industries agroalimentaires utilisées comme des épices et des aromates afin d'améliorer la qualité gustative des produits alimentaires (**Bruneton, 1999**)

1.4. Localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, il y'aurait environ 17500 espèces aromatiques, c'est tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer une huile essentielle la composition de cette dernière varie selon sa localisation « feuilles, tige, racine, graines ». (Bruneton, 1999)

Tableau n°2 : Localisation des huiles essentielles des quelques végétaux (Pibiri, 2005)

Exemple	Localisation	Exemples	Localisation
Ail	Bulbe	Cèdre	Bois
Gingembre	Rhizome	Cannelle	Écorce
Petites graines	Tige	Citronnelle	Feuille
Orange	Fruit	Pin	Bourgeon
Anis, muscade	Graines	Rose, Yiang-yalang	Fleur
Vétiver	Racine	Encens, Myrrhe	Sève

1.5. Classification des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et éminemment variables des constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques (Bruneton, 1999)

- Trapénoïdes
- Composés aromatiques

Trapénoïdes

Le terme terpénoïdes désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes (qui sont des hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte : leur formule brute est « $(C_5H_x)_n$ » avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, ect). Leur classification est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène (Malechy, 2008)

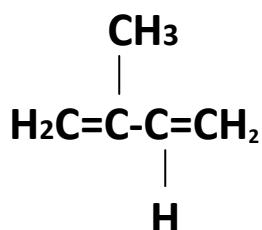


Figure n°4 : la structure de la molécule d'isoprène (Malechy, 2008)

1.6. Propriétés des huiles essentielles

1.6.1. Propriétés physiques et organoleptiques

Les huiles essentielles sont liquides volatiles à la température ambiante diffèrent des huiles « fixes », leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau à l'exception de quelques huiles essentielles de certaines espèces végétales comme le saffran, girofle et le cannelle. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée soluble dans des solvants organiques et elles sont liposolubles (Bruneton, 1999)

Tableau n°3 : propriété physique et organoleptique de certaines huiles essentielles (Garnero, 2001)

HE	Couleur	Odeur	Densité (g/ml)	Pouvoir rotatoire	Indice de réfraction
Rose	Jaune clair	Rosée	0.84	-4.8° à -2.2°	1.45
Thym	Brun-rouge	Légèrement épicé	0.91 à 0.93	-3° à 0°	1.49 à 1.50
Girofle	Jaune à brun clair	Odeur épicée	1.04 à 1.95	-1° à 1°	1.69
Romarin	Jaune pâle Au vert Jaunâtre	Captivée	0.90	-10° à -16°	1.47
Géranium	Jaune Ambrée à jaune vert	Rosée Légèrement Menthe	0.88	-14° à -10°	1.47
Citronnelle	Jaunâtre à brin	Rosée citrinée	0.89	-22° à -12°	1.48

1.6.2. Propriétés chimiques

Les huiles essentielles se caractérisent par indices, indice d'acide, indice d'ester, indice de saponification et indice carbonyle (Garnero, 2001)

1.6.3. Propriétés antimicrobiennes

Les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles diffèrent en fonction de la matrice à laquelle elles sont ajoutées, ou du fait du contact avec les macromolécules comme les lipides et les protéines qui protègent les micro-organismes de l'action des huiles essentielles (Malecky, 2008)

a-Activité antifongique

Les huiles essentielles (carvacrol et thym) deux espèces ont montré, *in vitro*, une forte activité antifongique contre tous les champignons de pourriture du bois. Ce grand pouvoir bioactif observé chez les deux huiles est attribué principalement à leurs teneurs élevées terpéniques (El Ajjouri *et al.*, 2008)

b-Activité antibactérienne.

Les huiles essentielles ont deux sortes d'activités sur les microorganismes, une activité létale « bactéricide » et l'autre inhibiteur de la croissance « bactériostase » (Pibiri, 2005)

2. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Les étapes de l'extraction des huiles essentielles restent identiques, quel que soit le type d'extraction utilisé. Il est nécessaire dans un premier temps d'extraire les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation (Lucchesi, 2005)

La méthode choisie pour l'extraction des huiles essentielles doit être la plus efficace et qui donnerait une huile essentielle de très bonne qualité, un rendement élevé avec un coût économique faible, l'huile essentielle obtenue doit être limpide concentrée, d'odeur fine caractéristique de la partie de la plante utilisée et ne doit contenir aucune trace de solvant, l'obtention des huiles essentielles fait appel à plusieurs méthodes :

- La distillation
- L'extraction aux solvants organiques
- L'expression à froid et d'autres méthodes (Garnero, 2001)

2.1. Distillation

La distillation à la vapeur d'eau est une méthode ancienne et très répandue pour l'extraction des huiles essentielles à partir des plantes aromatiques. Elle est simple dans son principe et utilise un équipement peu coûteux. Elle se présente sous trois (03) variantes : l'hydrodistillation ; l'entraînement à la vapeur et hydrodiffusion. (Silou *et al.*, 2004)

2.1. 1. Hydrodistillation

L'hydrodistillation est une méthode la plus employée pour extraire les huiles essentielles. Cette méthode consiste à immerger directement la partie de la plante à extraire dans l'eau chauffée jusqu'à l'ébullition pendant 3 heures.

L'huile essentielle est évaporée avec le vapeur d'eau. Ces derniers sont hétérogènes sont alors condensées à l'aide d'un réfrigérant. Le distillant est ensuite récupéré dans un erlenmeyer (Fackari *et al.*, 2005)

L'eau et molécule aromatiques du fait de leurs différences de densité, se séparant en une phase aqueuse et une phase organique : **l'huile essentielle.**

La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage de la phase aqueuse obtenue lors de la décantation (cohobation). La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement, mais également sur la composition de l'extrait. Afin de traiter des matières premières pour lesquelles il est difficile d'extraire l'huile essentielle ou pour les essences difficilement entraînables l'hydrodistillation à pression élevée représente une bonne alternative (Lucchesl, 2005)

2.1.2. Entraînement à la vapeur d'eau

Pour éviter certains phénomènes d'hydrolyse des composants de l'huile essentielle ou des réactions chimiques pouvant altérer les résultats de l'extraction. Cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale fraîche à traiter. La vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse le matériel, les cellules se distendent et les particules d'huile se libèrent, la vapeur circule et chasse la plupart des ses composés parfumés volatils. Puis traverse un tube froid où elle sera condensée. Après 3 heures, le distillat est récupéré dans une fiole réceptrice puis séparé puis séparé en une phase aqueuse et phase organique (Roldan-Gutiérrez *et al.*, 2008)

- **Hydrodiffusion**

Consiste à pulser de la vapeur d'eau à faible pression « 0.02-0.15 bar » à travers la masse végétale, de haut vers le bas. La composition des produits obtenus est qualitativement différente de celle des produits obtenus par les méthodes précédentes. Ce procédé permet un gain de temps et d'énergie (**Bruneton**, 1999)

2.2. Extraction aux solvants organiques

Consiste à placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charge en molécules aromatique, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. Le produit obtenu est appelé « concrète ». Cette concrète pourra être par la suite brassée avec de l'alcool absolu, filtrée et glacée pour en extraire les cires végétales et obtiendra une « absolue ».

Le solvant choisi, en plus l'être autorisé devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'O₂, sa température sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait.

Parmi les solvants utilisés, sont le méthanol, l'éthanol et l'éther de pétrole l'appareillage le plus utilisé est celui de Soxhlet (**Lucchesi**, 2005)

2.3. Extraction à froid

Les huiles essentielles de fruits d'agrumes sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpènes et aldéhydes. C'est pourquoi, spécifiquement pour cette catégorie de matière première, est utilisé un procédé totalement différent d'une distillation classique qui est l'expression à froid (**Lucchessi**, 2005).

Le principe de cette technique est basé sur la rupture des parois des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits; cette essence est ensuite entraînée par un courant d'eau froide. L'émulsion d'essence et d'eau isolée par décantation ou centrifugation. (**Ferhat et al.**, 2007)

2.4. Extraction au CO₂ supercritique

Il s'agit du procédé le plus récent d'extraction à froid, des matières premières végétales utilisant le gaz carbonique sous pression et à température supérieure à 35°C, le dioxyde de carbone est employé principalement comme un fluide supercritique parce que c'est un solvant sain, non combustible, peu coûteux, inodore, sans couleur, insipide, non-toxique, et aisément disponible. Sa viscosité basse lui permet de pénétrer la matrice pour atteindre le matériel à

extraire, et sa basse chaleur latente d'évaporation est un moyen élevé vitalité qui peut être facilement enlève sans laisser un résidu de solvant. (**Khajeh et al.**, 2005)

2.5. Extraction assistée par ultrasons

L'extraction des composés bioactifs sous l'irradiation d'ultrason est des hautes techniques d'extraction qui peuvent offrir un rendement élevé dans des périodes plus courtes, manipulation simplifiée, consommation de solvant réduite, température et absorption d'énergie faible. Les matériels est placé dans une chambre d'extraction qui est un cylindrique d'acide inoxydable fermée avec des couvercles à visser combinés à un système dynamique et rempli de solvant. La chambre est émergée dans un bain chauffé, ensuite l'échantillon est exposé le gonflement des cellules ou décomposition de paroi da la cellule, qui permet des taux élevés de diffusion à travers la paroi cellulaire. Le solvant éliminé des extraits par évaporation sous vide sur un évaporateur rotatif, puis gelé et lyophilisé pour enlever l'eau. (**Kamran Khan et al.**, 2010)

2. Polyphénols

2.1. Introduction

Les régimes alimentaires riches en fruits et légumes sont associés à un plus faible risque de développer des maladies telles que les maladies cardiovasculaires et le cancer. On estime que les composés alimentaires comprenant des polyphénols présents dans les aliments d'origine végétale contribuent à leur effet protecteur. Toutefois, en raison du fait que les polyphénols ne constituent pas une exigence absolue de notre alimentation et que leurs bienfaits pour la santé humaine font toujours l'objet d'un débat, il n'existe actuellement aucune recommandation alimentaire officielle concernant l'apport en polyphénols.

2.2. Définition

Les **polyphénols**, issus du métabolisme secondaire des plantes, sont une grande famille de composés regroupant plus de 8000 molécules, comme les flavonoïdes ou encore les catéchines.

Il y a plusieurs familles dont les plus connues sont les flavonoïdes et les tanins. Les quatre principaux groupes de flavonoïdes sont :

- les flavines dont fait partie la quercétine (flavonoïde le plus étudié)
- les flavonones
- les flavanols (dont les catéchines)

- les anthocyanines. colorants naturels des légumes à dominante violette-rouge (oignons violets, chou rouge), (**Manach., et al** 2004)

Le resvératrol, qui appartient à la famille des stilbènes, est également un *polyphénol* connu, notamment pour son usage en cosmétique (**Manach., et al** 2004).

2.3. Rôles dans l'organisme

Antioxydants : leur rôle d'antioxydants naturels permet d'éviter l'oxydation des cellules et ainsi de lutter contre le vieillissement cellulaire. Ceci est essentiel dans la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neurodégénératives.

Effet protecteur contre les maladies hormono-dépendantes telles que l'ostéoporose
Fonctions gustatives et visuelles : parmi les flavonoïdes, les flavonones sont responsables de l'amertume du pamplemousse, les tanins sont à l'origine de l'astringence de divers fruits (peau et pépins du raisin) et les anthocyanines, de la couleur des fruits rouges. (**Manach., et al** 2004).

2.4. Sources dans les légumes et autres aliments (Source : Ciquel)

2.4.1. Champion des polyphénols

le KAKI avec 1g/100g de polyphénols,

Aliments les plus riches en polyphénols : thé (vert ou noir), raisin, soja, fruits rouges (cassis, myrtille, cerise...). (**Ciquel**, 2013)

2.4.2. Aliments les plus riches en

a. Quercétine

Câpres (181 mg /100g), piment fort jaune et cru (51 mg/100g), cacao en poudre et oignon cru rouge (20 mg/100g), myrtille sauvage (18 mg/100g), cassis (6 mg/100g), pomme crue avec la peau (4,4 mg /100g), brocoli cru (3,2 mg/100g)

b. Catéchines

thé vert (65,7 mg/100mL), thé noir (49,5 mg/100mL)
anthocyanines : aubergine (750 mg/100g), cerise (350-400 mg/100g), myrtille et groseille (80-420 mg/100g), mûre (115 mg/100g), raisin rouge (30-750 mg/100g)

c. Resvératrol

Le raisin de cépage pinot noir (jusqu'à 11,9 mg/L et en moyenne, 5,4 mg/L) (**Ciquál**, 2013)

2.4.3. Apports conseillés

Il n'y a pas d'AJR ni d'ANC pour les polyphénols.

En moyenne, l'Homme ingère avec ses aliments environ 1g de polyphénols chaque jour, soit 10 fois plus que de **vitamine C** et 100 fois plus que de caroténoïdes ou de vitamine E.

- **Carences – excès**

Comme pour tous les antioxydants, une carence en polyphénols peut entraîner un excès de stress oxydatif à l'origine du vieillissement cellulaire.

- **Point faible**

Pas de point faible connu à ce jour. De plus, contrairement aux *vitamines*, les polyphénols ne sont pas sensibles à l'oxydation et à la lumière et sont donc bien conservés dans les aliments que nous mangeons. (**Ciquál**, 2013)

2.5. Astuces / conseil de la nutritionniste

Les polyphénols sont susceptibles de se polymériser, de précipiter et d'être alors inassimilables. Ils deviennent alors dépôts visibles dans les récipients. Ne les mélangez pas à une source de protéines (comme le lait, les œufs..) et consommez-les crus ou cuits. (**Ciquál**, 2013)

1. Thym

Classification d'après (Morales, 2002)

Règne : Plantes

S/Règne : Plantes vasculaires

Embranchement : Spermatophytes

S/Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

S/Classe : Dialypétales

Ordre : Labiales

Genre : Thymus

Espèce : Thymus vulgaris L

Famille : Lamiaceae (=Labiatae)

1.1. Noms vernaculaires

En Arabe : الزعتر

En anglais : Thyme

En français : Le Thym

1.2. Description

Sous-arbrisseau touffu et dressé, pouvant atteindre 40 cm de hauteur, à tiges fortement ramifiées, ligneuses et tortueuses à la base.

Les rameaux blanchâtres, car courtement velus, portent des feuilles persistantes, de petite taille (3 à 12 mm de long sur 0.5 à 3 mm de large), opposée, lancéolée ou linéaire, à limbe entier ; elles sont sessiles et de couleur vert grisâtre ; beaucoup sont le point de départ de ramuscules très court formant des faisceaux de petites feuilles issus de celles tiges, leur face inférieure est feutrée et ponctuée de poils sécréteurs, alors que leur face supérieure est glabre et marquée par une nervure centrale déprimée ; les marges du limbe sont généralement enroulées sur la surface ventrale, ce qui donne à la feuille une forme générale d'aiguille (Eberhard Teuscher *et al.*, 2005)

1.2.1. Odeur

forte, pénétrante, aromatique. (Eberhard Teuscher *et al.*, 2005)

1.2.2. Saveur

aromatique très prononcée, légèrement amère et chaude. (Eberhard Teuscher *et al.*, 2005)

1.3. Culture

Le thym pousse bien sur des endroits naturels, sur sols légers et calcaires, mais il prospère tout aussi bien sur sols fertiles argileux, mais non détrempés. Il nécessite des endroits bien ensoleillés et supporte relativement bien la sécheresse. C'est d'ailleurs sur sols pauvres (maquis, rocaille de garrigue) que se développe le mieux son arôme. Dans des endroits de fortes gelées, une protection est recommandée durant l'hiver.

1.4. Constituants

- Huile essentielle : **1.5 à 4%** dans le thym d'origine française et récolté en été, les teneurs peuvent même atteindre 6.5%
- Flavonoïdes
- Dérivés de l'acide hydroxycinnamique
- Dérivés de l'acétophénone

2. Origan

Classification d'après (Ietswaart, 1980)

Règne : Plantes

S/Règne : Plantes vasculaires

Embranchement : Spermatophytes

S/Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

S/Classe : Gamopétales

Ordre : Labiales

Genre : Origanum

Espèce : Origanum vulgare L

Famille : Lamiaceae (=Labiatae)

2.1. Noms vernaculaires

En Arabe : الزعيرة

En anglais : oregano

En français : origan ou marjolaine sauvage

2.2. Description

Sous-arbrisseau vivace, très ramifié, à racines rampantes émettant des tiges pouvant atteindre 50 cm (voire 1,2 m de hauteur) nombreux, dressées et quadrangulaires, elles sont souvent parcourues de rouge et duveteuses, car recouvertes de poils veloutés ou soyeux. (Eberhrd Teuscher *et al.*, 2005)

2.2.1. Odeur

agréablement aromatique.

2.2.2. Saveur

aromatique et épicée, légèrement amère et poivrée, un peu astringente. (Eberhrd Teuscher *et al.*, 2005)

2.3. Culture

L'origan affectionne les sols secs, poreux et riches en humus, localisés dans des endroits chaudes en ensoleillés, protégés du vent. Sa multiplication se fait par semis direct à partir de fin avril sur des rangées de 50 sur 50 cm. Il possible de réaliser une préculture à partir de février, voire de procéder par bouturage au printemps.

2.4. Constituants

- Huile essentielle : **0.3 à 1.5 %** (jusqu'à 4%)
- Flavonoïdes
- Dérives de l'acide hydroxycinnamique (Eberhrd Teuscher *et al.*, 2005)

1. Objectifs du travail

Le présent travail se propose d'étudier les effets de l'incorporation des huiles essentielles extraites des plantes « *Thym Vulgarus* et *l'origan vulgare* de la région de Relizane et Mostaganem » sur la qualité physico-chimique et qualité nutritionnelle du poivron vert.

2. Site expérimental

Le site retenu pour notre étude est situé entre la commune de Mostaganem au Nord, Mazagran à l'Ouest, Hassi Maméche au Sud et Doaur Djedid à l'Est (**Toudert**, 1991). Cette zone est caractérisée par un climat semi-aride avec une hygrométrie comprise entre 60 et 70 % pendant la période estivale, les températures moyennes oscillent 25 et 30 C° EN été et de 6 à 13 C° pendant l'hiver.



Figure n° 5 : La ferme expérimentale du département agronomie (**Google Earth**, 2016).

2.1. Caractéristiques du sol de la zone d'étude

Les caractéristiques du sol du site expérimental sont comme suit :

- Une proportion de sable élevé
- Un pH alcalin voisin de 8.5
- Une teneur plus ou moins faible en matière organique

- Pas de problème de salinité (Toudert, 1991).



Figure n°6 : Poivron utilisé (Originale, 2016)

3. Matériels et méthodes

3.1. Matériels

3.1.1. Matériel végétal

- Le matériel végétal utilisé est la variété hybride **F1 «Magister»**. Aucun pesticide chimique n'a été utilisé, c'est un poivron bio.
- Une tige haute 50 à 75 cm, vigoureuse, avec de grandes feuilles de couleur vert foncé. Son fruit de forme allongée avec une taille de 8 à 9 cm de largeur et de 20 à 22 cm de longueur. C'est une variété à bon rendement, très cultivé à Mostaganem, ce cultivar est très apprécié par les agriculteurs, qui la cultivent soit sous serre soit en plein champ

3.1.2. Huile essentielle

Les échantillons de Thym et d'Origan ont été récoltés de la manière suivante :
Les échantillons d'Origan ont été récoltés dans la wilaya de Relizane, et les échantillons de Thym récupérés dans les régions de Mostaganem.

3.1.3. Appareillage

Les différents appareils utilisés sont donnés dans le tableau n° 4 :

Tableau n°4 : Tableau regroupant l'appareillage utilisé lors de l'expérimentation.

Appareil	Firme
Balance de précision	Kern kb
Spectrophotomètre UV-Visible	Jenway
Étuve	Memmert
Appareil d'extraction des huiles essentielles	Clevenger et la cocotte
Appareil d'extraction des lipides	Soxhlt
Rotavapore	Buchi
Micropipette	Volac smart

3.1.4. Réactifs et produits chimiques

Les produits chimiques et les réactifs utilisés sont :

- **Solvants organiques** : Éther diéthylique
- **Sels** : carbonate sodium (Na_2PO_4)
- **Réactifs** : Folin-Ciocalteu

3.2. Culture du poivron

- La culture a été installée sous serre dans l'atelier agriculture (**Ferme de Mazagran**).
- L'installation des plants du poivron a été réalisée le 11/01/2016, dans une serre en plastique à 50 m longueur, et 8 m de largeur et 5 m de hauteur dont on a transplanté 260 plants sur 7 lignes dans la serre. (**Latif.B et fatiha.C**, 2016)



Figure n° 7: Alignement des plants de poivron sous serre (Latif.B et fatiha.C, 2016)

4. Méthodes

4.1. Extraction des huiles essentielles du Thym et Origan

Utiliser deux 02 techniques pour l'extraction :

4.1.1. Extraction par hydrodistillation

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (Clevenger, 1928). Trois distillations ont été réalisées par ébullition pendant une heure trente (3h) de 200 g de matériel végétal avec un litre d'eau distillée.

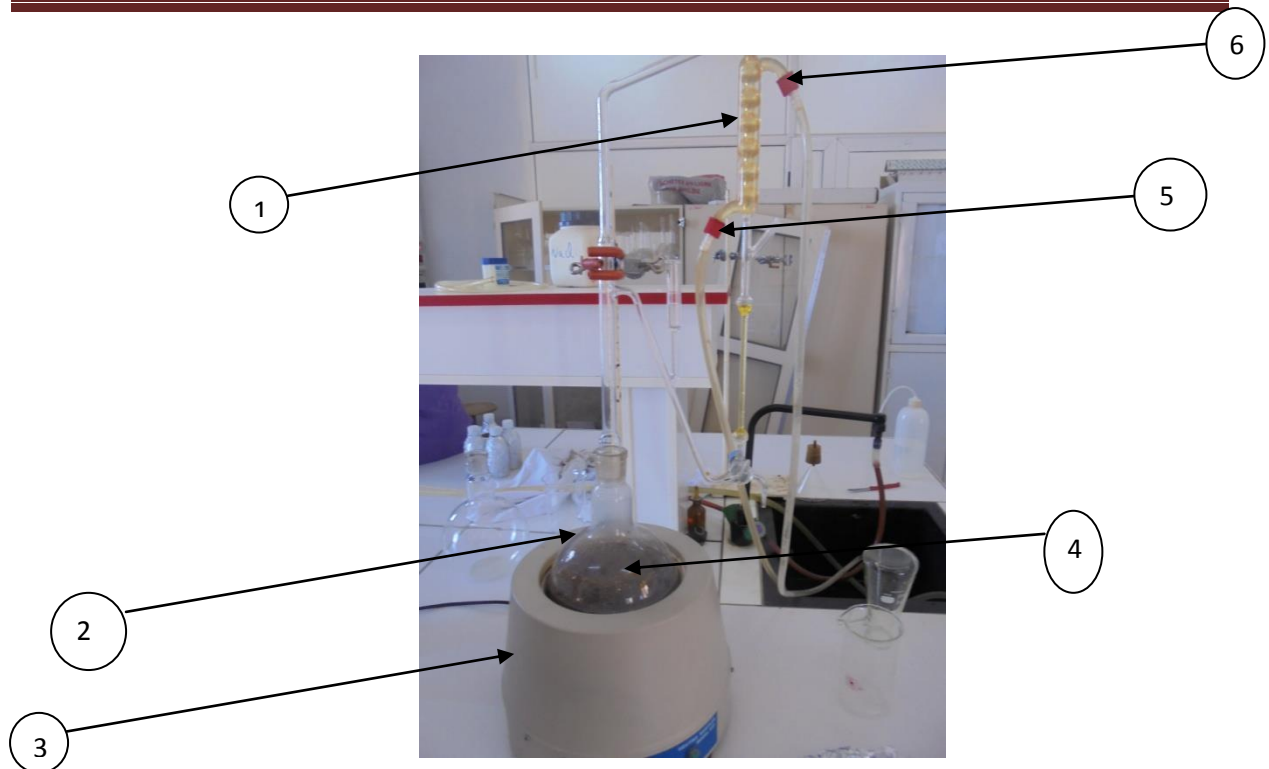


Figure n° 8: Extraction huile essentielle par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (**originale**, 2016)

- 1- Refroidisseur
- 2- Ballon
- 3- Chauffe ballon
- 4- la plante
- 5- Entrée d'eau
- 6- Sortie d'eau

4.1.2. Extraction par l'entraînement par vapeur (la cocote)

- Introduire environ 500g de la plante (thym ou origan) dans la cocotte de l'extraction et placer la sur une plaque chauffante
- Réaliser le montage de l'extraction
- Faire circuler l'eau froide dans le réfrigérant à eau
- Stopper l'extraction après épuisement du végétal après 3 heures environ
- Récupérer l'huile essentielle dans un tube



Figure n°9 : Extraction huile essentielle par entrainement de la vapeur (**originale**, 2016)

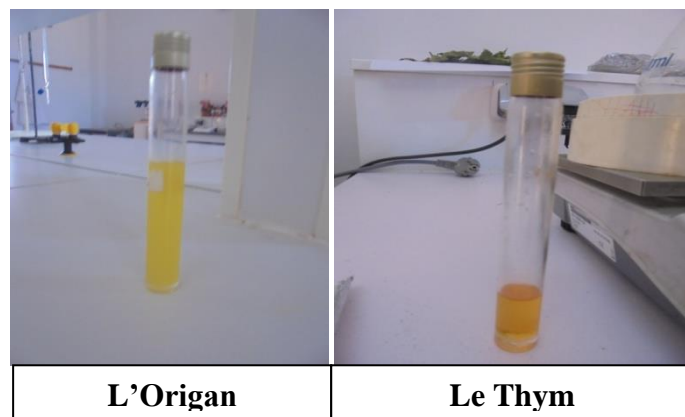


Figure n° 10 : les huiles essentielles du plant de Thym et l'origan (**Originale**, 2016)

4.1.3. Calcul du Rendement

Le rendement en huile essentielle a été déterminé en ml par rapport à 100g de matière sèche. L'huile essentielle obtenue a été stockée à 0 à - 3C° à l'obscurité.

L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation et l'entrainement par vapeur à partir des échantillons de thym et de l'origan, formule suivante :

$$R = (PH / PV) \cdot 100$$

R : rendement

PH : poids d'huile en g

PV : poids du matériel végétal en g

4.2. Préparation les dilutions

4.2.1. Préparation les dilutions de la poudre de thym et l'origan

Nous mélangeons la poudre du Thym et de l'Origan avec l'eau distillée. 100 g de poudre de thym ou d'Origan additionnée de 1L d'eau distillée, puis on filtre la solution en utilisant du papier filtrat jusqu'à l'obtention d'un litre d'eau distillée

4.2.2. Préparation les dilutions des huiles essentielles du thym et origan

10 à 30 gouttes d'huile essentielle du thym et d'Origan sont ajoutés à 1 L d'eau distillée (voir figure n° 11)

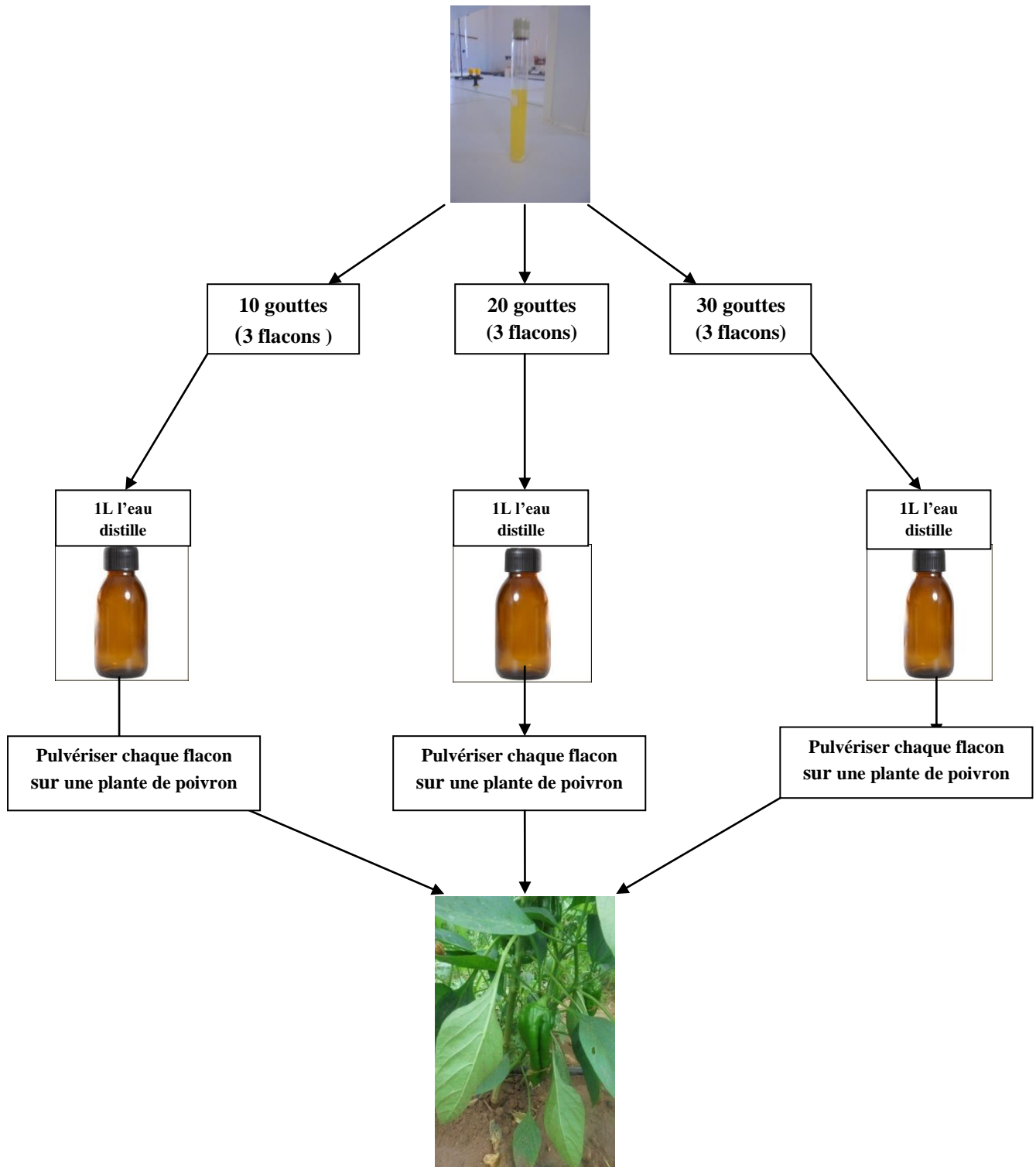
Huile essentielle du thym ou d'Origan

Figure n° 11 : Exemple comment faire les dilutions d'huile essentielle du thym dans l'eau distillé (Originale, 2016)

4.3. Incorporation des dilutions sur le poivron

Pulvériser les dilutions sur les plantes du poivron.



Figure n° 12 : pulvérisation la dilution sur la plante du poivron (**Originale**, 2016)

4.4. Échantillonnage

Après 10 jours de la pulvérisation les dilutions sur le poivron ; les échantillons ont été pris au hasard, 3 échantillons sont pris pour chaque traitement aux huiles ou bien à la poudre.

Tableau n° 5 : tableau exprimé l'échantillonnage du fruit de poivron traité

Échantillon	Poudre Thym	Poudre Origan	10 ml Thym	20ml Thym	30ml Thym	10 ml Origan	20 ml Origan	30 ml Origan
Nombre	03	03	03	03	03	03	03	03

5. Techniques analytiques

5.1. Analyses physicochimiques du poivron

5.1.1. Détermination de la teneur en matière sèche

Des échantillons de 5g sont placés, dans des creusets en porcelaine et en aluminium puis laissés déshydrater pendant 24 heures dans une étuve réglée à une température de 105°C.

Après le refroidissement des creusets dans le dessiccateur pendant 45mn, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite.

La teneur en eau ou en matière sèche des échantillons sont exprimés en pourcentage. (AFNOR ; 1985)

Calcul et expression des résultats

La teneur en matière sèche (MS) de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\text{MS (\%)} = \text{Masse MS (g)} / \text{Masse échantillon (g)}.$$

La teneur en eau de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\text{La teneur en eau (\%)} = 100 - \text{MS (\%)}.$$

5.1.2. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR, 1985)

La teneur en cendres est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par incinération à 550°C dans un four à moufle pendant 3 heures.

La teneur en matières minérales de l'échantillon est calculée par la relation suivante :

$$\text{Mm(g)} = (\text{poids du creuset} + \text{les minéraux bruts}) - \text{poids du creuset vide}$$

$$\text{Teneur en matière minérale (\%)} = \frac{(\text{M}_2 - \text{M}_0)}{\text{M}_1 - \text{M}_2} \times 100$$

Avec :

M_0 : Masse du creuset vide (en gramme).

M_1 : Masse totale du creuset contenant la prise d'essai (en gramme).

M_2 : Masse totale du creuset et les minéraux bruts (en gramme).

La teneur en matière minérale est exprimée en pourcentage.

5.1.3. Détermination du pH

Le pH des échantillons de poivron a été déterminé selon la norme (Rejsek, 2002). Une masse de 05 g de matière sèche est mise dans 100 ml d'eau distillée. La suspension est homogénéisée à l'aide d'un homogénéisateur pendant 15mn. La mesure du pH se fait directement par lecture sur un pH-mètre.

5.1.4. Dosage des lipides totaux par la méthode Soxhlet

Principe :

L'extraction par Soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première. Le schéma d'un appareil Soxhlet. Il est composé d'un corps en verre, dans lequel est placée une cartouche en papier-filtre épais (une matière pénétrable pour le solvant), d'un tube siphon et d'un tube de distillation. Dans le montage, l'extracteur est placé sur un ballon contenant le solvant d'extraction. Le ballon est chauffé afin de pouvoir faire bouillir son contenu. La cartouche contenant le solide à extraire est insérée dans l'extracteur, au-dessus duquel est placé un réfrigérant servant à liquéfier les vapeurs du solvant.



Figure n° 13: Appareil d'extraction des lipides totaux par chaud (**originale**, 2016).

L'extraction continue jusqu'à l'épuisement de la matière solide chargée dans la cartouche. La séparation du solvant de l'extract est faite à l'aide de l'appareil appelé Rotavapor. Dans cet appareil on réalise une évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide avec une vanne de contrôle. Pendant l'évaporation le ballon est mis en rotation et plongé dans un bain liquide chauffé. L'appareil est muni d'un réfrigérant avec un ballon- collecteur

de condensat. La rotation du ballon crée une surface d'échange plus grande et renouvelée permettant donc d'effectuer une évaporation rapide.

Ou bien par d'autres méthodes qui se font par la récupération du solvant (éther dithylique) et l'étuvage des ballons.

Mode opératoire

Un échantillon de 5g du poivron vert dans un cartouche après peser les ballons, puis mettre 200 ml d'éther dithylique dans chaque ballon avec la vérification d'installation d'eau et ensuite lancer l'opération, le temps d'extraction varie entre 3h.

À la fin de l'extraction, on récupère le ballon et on met dans le rotavapor pour récupérer le solvant puis le ballon doit être pesé à nouveau.

Lipides totaux (%) = $P_1 - P_0 / 5 * 100$.

P₁ : ballon + extrait

P₀ : ballon vide

6. Détermination de la teneur de polyphénols

La teneur est composée phénolique des différents extraits obtenus à partir de fruit du poivron a été estimé par la méthode de Folin-ciocalteu selon (Singlaton et Rossi, 1965) qui est basée sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungsting et phosphomolybdique du réactif du folin par le groupement réducteur des composés phénoliques, conduisant à la formation de produits de la réduction de couleur bleue. Ces derniers présentent un maximum d'absorbance à 760 nanomètres dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénol présent dans l'échantillon. Les solutions des différents échantillons à doser et le gramme étalon sont préparés de la même manière et dans la même condition.

À 125 µl de chaque extrait ou dilution, sont s'ajouter de 500 µl d'eau distillée puis 125 µl du réactif folin-ciocalteu, six minutes plus tard, 1,25 ml de solution aqueuse de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 7% sont additionnés au milieu réactionnel puis a mélange est ajusté à 3 ml avec l'eau distillée. Après 60 minutes l'incubation à température ambiante et à l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 760 nm au spectrophotomètre contre un blanc sans un extrait (figure n°14). La quantification des composés a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire de la forme de $y = a x$ réalisé a utilisent l'acide gallique comme une référence. Les résultats seront exprimés en équivalant l'eau distillée.

La quantité des polyphénols totaux est calculée à partir l'équation de régression du gramme l'étalonnage établi avec l'acide gallique (0-200 µg/ml) et exprimé en milligrammes équivalents d'acide gallique (EAG) par gramme de matière sèche totale du poivron.

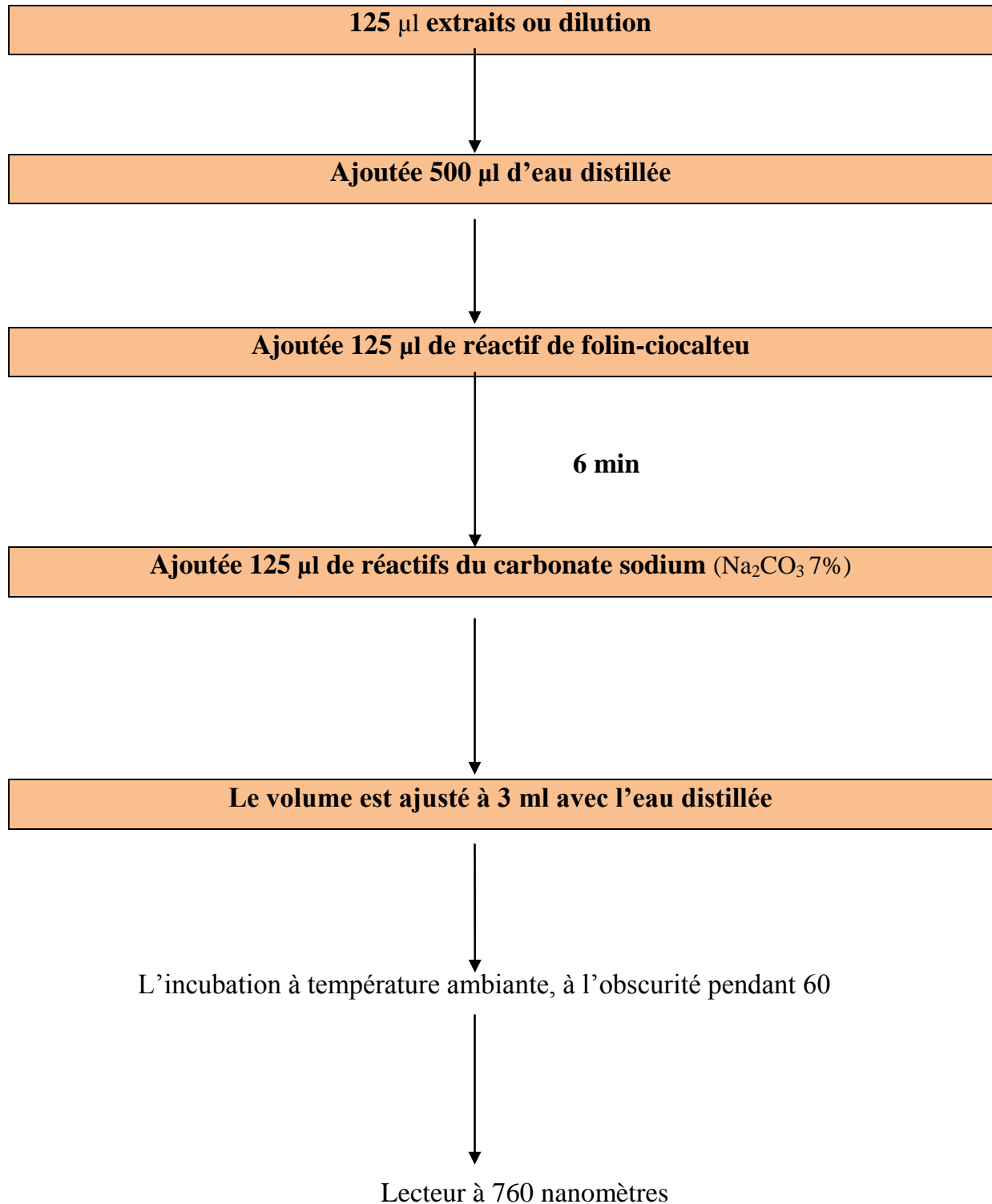


Figure n°14 : Étapes de dosage de polyphénols (Singlaton et Rossi, 1965)

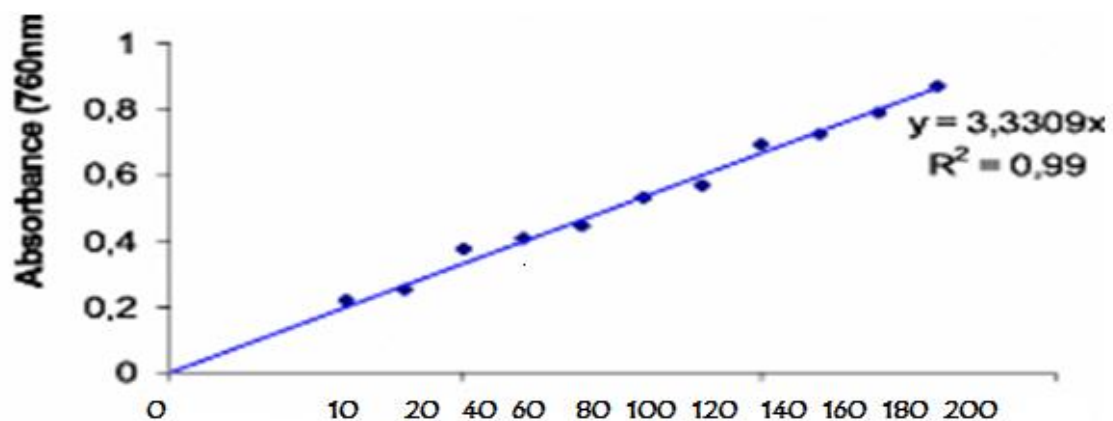


Figure n°15 : courbe l'étalonnage de l'acide gallique

6.1. Traitement statistique

Les échantillons ont été traités statistiquement par le test de Newmans et Keuls, une comparaison des moyennes a eu lieu par le logiciel statbox.

1. Résultats

1.2. pH

Les résultats du pH sont illustrés dans le tableau et la figure suivants

Tableau n° 6: pH du poivron

Thym en poudre	Origan en poudre	Thym liquide			Origan liquide		
		10 ml	20 ml	30 ml	10 ml	20 ml	30 ml
$6,73 \pm 0,17^c$	$6,99 \pm 0,04^{bc}$	$6,98 \pm 0,06^{bc}$	$7,30 \pm 0,11^a$	$7,07 \pm 0,09^b$	$6,85 \pm 0,08^{bc}$	$7,01 \pm 0,20^{bc}$	$6,71 \pm 0,14^c$

($n=5 \pm$ Ecartypes, les groupes affectés de lettres homogènes expliquent des différences significatives)

Les résultats révèlent que le pH le plus important est enregistré dans les échantillons additionnés de 20 ml de thym liquides contre un pH acide pour les échantillons additionnés de 30 ml d'huile essentielle extraite d'origan liquide (7,30 Vs 6,71).

L'utilisation du thym en poudre et de l'Origan en poudre n'a pas donné de différence significative pour le pH.

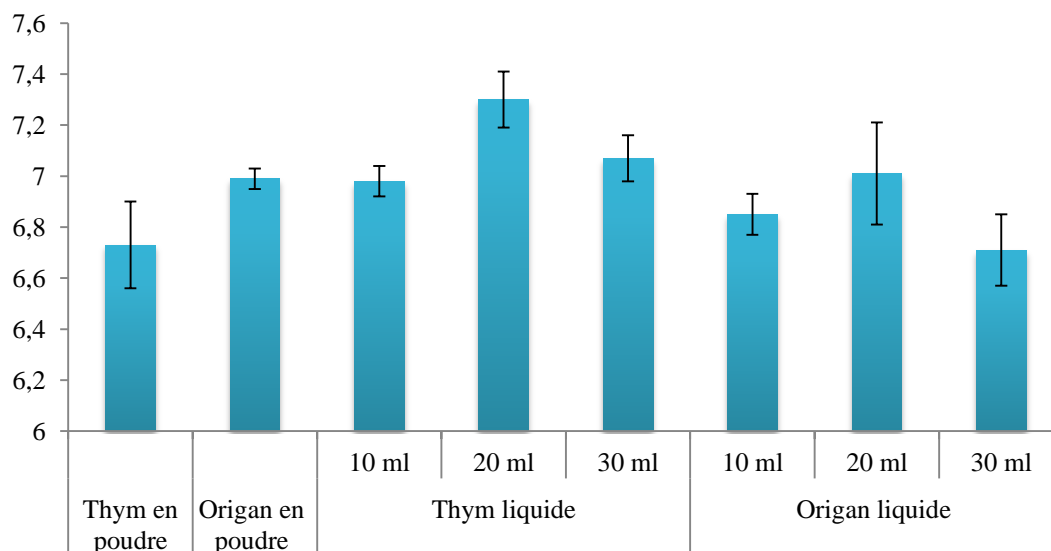


Figure 16 : Évolution du pH du poivron.

1.3. Matière sèche

Les résultats de la Matière sèche sont illustrés dans le tableau et la figure suivants

Tableau n°7: Matière sèche du poivron exprimé en pourcentage

Thym en poudre	Origan en poudre	Thym liquide			Origan liquide		
		10 ml	20 ml	30 ml	10 ml	20 ml	30 ml
6,93±0,50 ^b	6,67 ± 0,80 ^b	7,47± 0,64 ^b	7,93± 0,61 ^b	8,4± 0,69 ^b	8,53± 0,46 ^b	10,3± 1,12 ^a	7,8± 0,52 ^b

(n=5, ± Ecartypes, les groupes affectés de lettres homogènes expliquent des différences significatives)

D'après le tableau, on constate que les teneurs en matières sèches les plus importantes sont enregistrées dans les échantillons traités avec 20 ml d'origan liquide. Les valeurs les moins importantes sont enregistrées dans les échantillons traités avec l'Origan en poudre.

Le rapport de différence entre les échantillons traités avec 30 ml et les échantillons traités avec 10 ml du thym est estimé à 11%.

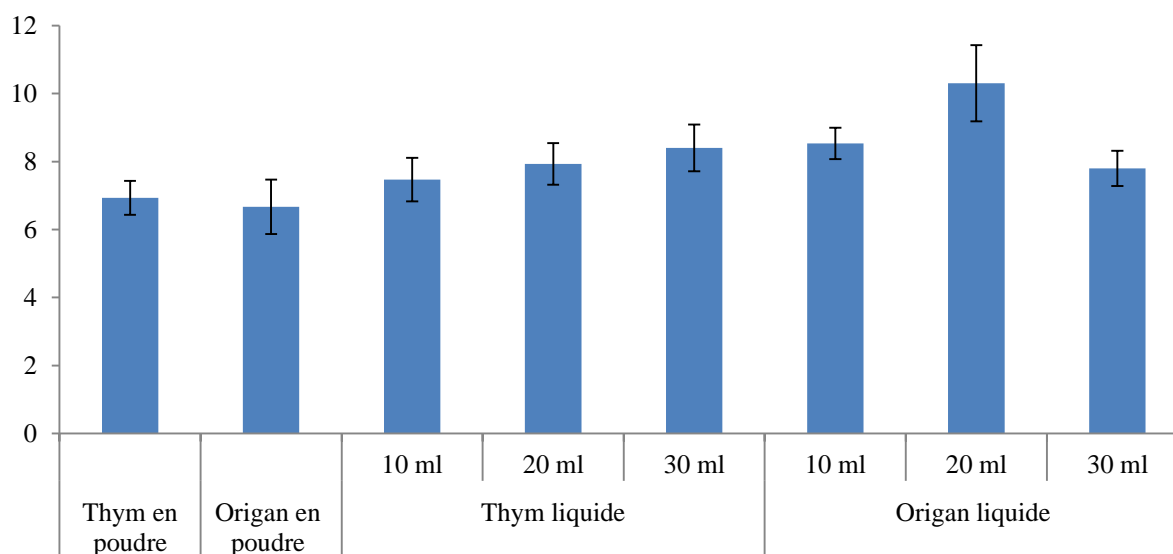


Figure 17: Variations des teneurs en matière sèche du poivron exprimées en pourcentage.

1.4. Matières minérales

Les résultats de matières minérales sont illustrés dans le tableau et la figure suivants

Tableau n° 8: Matière minérale du poivron

Thym en poudre	Origan en poudre	Thym liquide			Origan liquide		
		10 ml	20 ml	30 ml	10 ml	20 ml	30 ml
0,5 ± 0	1 ± 0	0,83±0,28	0,67±0,6	0,67±0,29	1±0,5	0,67±0,29	0,67±0,29

(n=5 ± Ecartypes, les groupes affectés de lettres homogènes expliquent des différences significatives)

Les différentes doses soit thym liquide ou en poudre, origan liquide ou en poudre, n'ont pas affecté la Matière minérale.

Aucune différence significative n'a été révélée entre les différentes proportions de matière minérale.

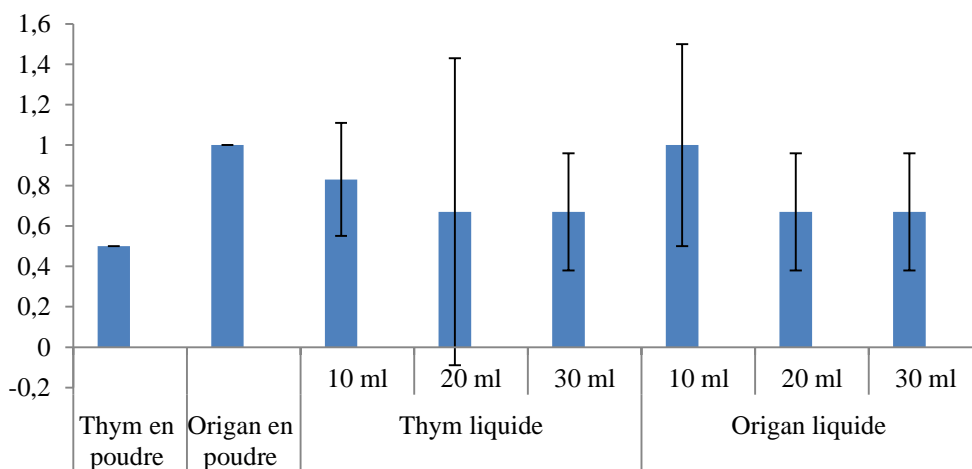


Figure 18: Teneurs en matière minérale du poivron exprimées en pourcentage.

1.5. Lipides

Tableau n° 9: les teneurs en lipides du poivron exprimés en pourcentage

Les résultats des lipides sont illustrés dans le tableau et la figure suivants

Thym en poudre	Origan en poudre	Thym liquide			Origan liquide		
		10 ml	20 ml	30 ml	10 ml	20 ml	30 ml
1,4±0,50	2,13±1,47	1,06±0,41	1,3±0,94	1,4±0,69	1,33±0,80	1,2±0,52	0,8±0,52

(n=5 ± Ecartype, les groupes affectés de lettres homogènes expliquent des différences non significatives)

D'après les résultats, aucune différence significative n'a été signalée en ce qui concerne l'effet de l'ajout sur les teneurs en lipides. Toutefois, 42 % de différence sont enregistrés entre le poivron additionné de 30 ml de thym liquide par rapport au poivron additionné de 30 ml d'origan liquide.

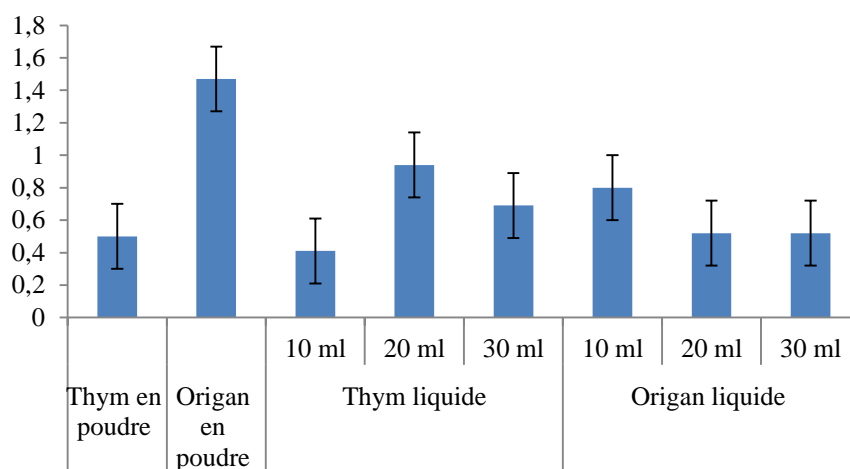


Figure 19: Teneurs en lipides totaux du poivron exprimées en pourcentage

1.6. Polyphénols

Les résultats des polyphénols sont illustrés dans le tableau et la figure suivants

Tableau n°10 : les Polyphénols du poivron exprimés en mg pour 100g

Thym en poudre	Origan en poudre	Thym liquide			Origan liquide		
		10 ml	20 ml	30 ml	10 ml	20 ml	30 ml
4.15± 2,01	4.99± 0	4.22±3,45	4.73± 1,88	4.75± 2,067	4.65± 1,68	4.79± 0,54	4.78± 0,60

(n=5 ± Ecartype, les groupes affectés de lettres homogènes expliquent des différences non significatives)

Les polyphénols sont des substances à effet antioxydant. La teneur en polyphénols totaux du poivron vert cru est très faible.

Aucune différence significative n'a été signalée en ce qui concerne les valeurs du polyphénol dans les poivrons.

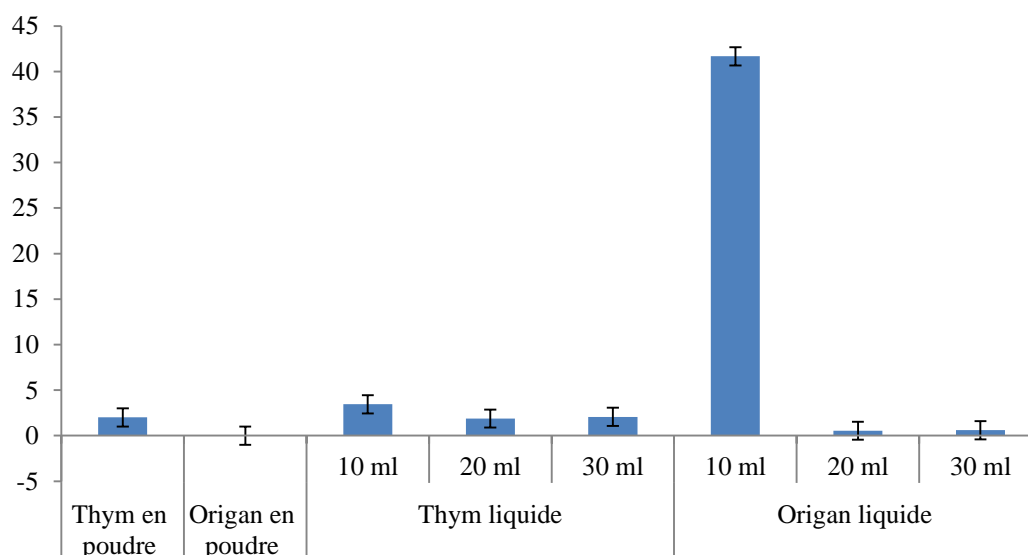


Figure 20: Teneurs en polyphénols du poivron exprimées en pourcentage

1.7. Rendement d'huile des plantes

Tableau n° 11 : le Rendement d'huile essentielle des plantes du thym et origan à 100 g

Plante	Thym	Origan
Quantité	3.6 %	2 %

À travers de l'extraction des huiles essentielles, nous concluons que le rendement de plante du thym est plus élevé que la plante d'origan.

2. Discussion

Les résultats figurant dans le tableau montrent que l'incorporation des dilutions en poudre et des huiles essentielles du thym et origan sur le poivron affectent le pH et la matière sèches de ce dernier.

Par contre, l'incorporation des huiles essentielles dans les plantes n'affecte pas les teneurs en matières minérales et en lipides du poivron.

En ce qui concerne les propriétés chimiques des huiles, les huiles essentielles se caractérisent par des indices d'acide, d'ester, de saponification et indice carbonyle important (**Garnero, 2001**)

Les scientifiques et les chercheurs biologistes, parmi ceux-ci ils sont dits Les HE sont utilisés en raison de leurs propriétés stimulantes notamment sur les activités cellulaires des plantes et des animaux, ou inhibitrices par exemple sur les microbes

Les huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des moisissures et des levures. Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs. Elles agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines. Pour les levures, elles agissent sur la biomasse et la production des pseudomycélium alors qu'elles inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures. (**Oussalah et al, 2007**)

Les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires sont également connus pour posséder des activités antimicrobiennes et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaires, et ce d'autant plus qu'ils sont pour la plupart classés "généralement reconnus comme sains" (Generally Recognized As Safe GRAS), ou approuvés comme additifs alimentaires par la Food and Drug Administration. Ils n'ont, par conséquent, pas besoin d'autorisation d'emploi dans les aliments, mais cependant des études préalables sont nécessaires afin de mieux cerner leur activité antimicrobienne. . (**Oussalah et al, 2007**)

De récentes études, pratiquées sur plus d'une centaine d'huiles essentielles et de

composés d'arôme, nous ont permis de sélectionner une trentaine d'huiles dirigées spécifiquement contre les quatre bactéries pathogènes les plus répandues et contre la bactérie de détérioration la plus couramment trouvée dans les aliments.

Parmi les huiles testées certaines sont extraites d'herbes et épices d'usage commun en cuisine (thym). Pour choisir des huiles essentielles comme agents de conservation alimentaires, il convient de connaître leur seuil d'efficacité (c'est à dire la plus faible concentration en huile capable d'inhiber toute croissance bactérienne), car selon l'effet recherché et les bactéries ciblées, la concentration ne sera pas la même. Chaque espèce microbienne réagit de façon particulière aux différents huiles essentielles, et certaines huiles ont des effets inhibiteurs spécifiques d'une bactérie. d'efficacité pour huile essentielle dirigée contre bactérie pathogènes alimentaires. Parmi les huiles sélectionnées, l'origan, est un plus efficace contre les quatre souches de bactéries. En outre, les huiles essentielles possèdent des propriétés antioxydants, et anti radicalaires qui améliorent la durée de vie de l'aliment et intéressent aussi le consommateur

Conclusion

L'objectif de notre travail est d'estimer les effets des huiles essentielles de certaines plantes du thym et de l'origan sur les qualités physicochimiques et nutritionnelles du poivron.

Au terme de cette étude, il importe de dégager les conclusions suivantes :

Les procédés d'extraction conventionnels des huiles essentielles sont nombreux et sont basés sur des techniques relativement anciennes. De plus, ces techniques bien qu'universelles possèdent des limites.

Le rendement des huiles essentielles de Thym est plus élevé que celui de l'huile de l'origan, et cette huile est très importante pour l'aromatisation et la protection de la plante.

Après le traitement à l'huile, on peut dire que :

- Pour la matière sèche, nous avons trouvés que les plantes traitées par le thym liquide à 30 ml révèlent un taux élevé de Matière sèche (8,4%), par contre, le taux le plus élevé est enregistré dans les échantillons traités avec 20 ml d'origan liquide (10,3%).
- Pour la matière minérale, Les différentes doses du thym (liquide ou poudre) et de l'origan (liquide ou poudre) n'ont pas affecté la Matière minérale.
- Le pH le plus important est enregistré dans les échantillons additionnés de 20 ml de thym liquides contre un pH acide pour les échantillons additionnés de 30 ml d'huile essentielle extraite d'origan liquide (7,30 Vs 6,71).

L'utilisation du thym en poudre et de l'Origan en poudre n'a pas donné de différence significative pour le pH.

- Pour les lipides, Les différentes doses n'ont aucun effet sur le taux des lipides
- La teneur en polyphénols totaux du poivron est très faible, le traitement par le thym et l'origan soit liquide ou soit poudre ont aucuns effets sur les taux de polyphénols

Il y a des propriétés antimicrobiennes importantes pour cette huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des moisissures et des levures. Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés

volatils majeurs. Elles agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines. Pour les levures, elles agissent sur la biomasse et la production des pseudomycelium alors qu'elles inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures.

En perspectives :

Il est souhaitable d'explorer d'autres options pour l'utilisation des huiles essentielles parmi lesquelles l'incorporation des huiles essentielles lyophilisées dans les aliments transformés ou des les utilisés sous forme liquide dans les plantes dès leurs jeunes âges.

Liste des Abréviations

Unité	Nom
g	Gramme
Mm	Matière minérale
Ms	Matière sèche
pH	Le potentiel d'hydrogène
ml	Centilitre
µl	Microlitre
cm	Centimètre
C °	Degré siliceuse
Are	Are
m	Mètre
E.T.P	Évapotranspiration potentielle
Kg	Kilogramme
Ha	Hectare
Bar	Barre
VNR	Valeurs Nutritionnelles de Référence
Mg	Milligramme

A

Afssa, 2002 : Les fibres alimentaires : définitions, méthodes de dosage, allégations nutritionnelles.

B

Barbero GF., Ruiz AG., Liazid A., Palma M., Vera JC., Barroso CG., 2014: Evolution of total and individual capsaicinoids in peppers during ripening of the Cayenne pepper plant (*Capsicum annuum* L.). Food Chem. 2014 Jun 15;153:200-6.

Bélaïr G., 2003 :Essai de contrôle des nématodes par l'utilisation du millet perlé comme engrais vert, AGRI-VISION .2002-2003

Bonnal A., 1981 : Formation de charge de gestion de domaine auto-géré. Outils et maraîchages

Bruneton J., 1999 :Pharmacognosie – photochimie ;plantes médicinales. 3 èmet édition Technique et documentation, Lavoisier, Paris

C

Chaux., Cl et Foury., Cl., 1994 : Fiche techniqu :Productions légumières. Tome 3, Agriculture d'aujourd'hui. Tec et Doc Lavoisier.

Ciqual., 2013 : Table de composition nutritionnelle des aliments via le site internet www.anses.fr, consultée le 12/04/2016.

Csizinszky A.A., Schutester D.J., Jones J.B. et Van Lenteren J.C., 2005: Tomatoes: Editer by Ep. Heuvelink. Crop production science in horticulture (13): CABA Publishing is a division of CAB International

D

Ducreux., 1975 : Les nouvelles techniques en Agronomie

E

Ellatir H., Skidedj A., Alfadl A., 2003 : Fiche technique V : La tomate, L'aubergine, le poivron et gambo. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N°100. Ministère de l'agriculture et de développement rural. Royaume de Maroc

El Ajjouri M., Satrani B., Ghanmi M., Aafi A., Farah A., Rahouti M., Amarti F et Aberchane M., 2008 : Activité antifongique des huiles essentielles de thymus bleicherianus Pomel et Thymus capitatus (L) Hoffm et Link contre les champignons des pourriture du bois d'œuvre. Biotechnol. Agro. Soc . Environ .

F

Fackari A.R., Salehi P., Heydari R., Ebrhimi S.N et Haddad P.R., 2005: Hydrodistillation – headspace solvent microextraction, a new method for analysis of the essential oil components of *Lavandula angustifolia* mill. Journal of Chromatography A.

Ferhat M. A., Meklati B. Y. et Chemat F., 2007 : Comparaison of different isolation methods od essential oil from citrus fruits : cold pressing, hydrodistillation and microwave 'dry' distillation. Flavour Fragr. J

G

Garnero J., 2001: les huiles essentielles. Technique des l'ingénieur, traité constantes physico-chimique. Code : K345

Guo WL., Chen RG., Du XH., Zhang Z., Yin YX., Gong ZH., Wang GY., 2014: Reduced tolerance to abiotic stress in transgenic *Arabidopsis* overexpressing a *Capsicum annuum* multiprotein bridging factor 1. BMC Plant Biol. 2014 May 20;14(1):138.

Google Earth., 2016: www.google.com/googleearth consulter le 05-05-2016

H

Hernandez-Carrion M., 2013. : Tissue microstructure, physicochemical properties, and bioactive compound locations in different sweet pepper types. Food Sci Technol Int. 2013 Aug 30.

I

Invuflec B., 1968 : Piments à gros fruits

Ietswaart J.H.A., 1980 : Taxonomic Revision of the genus *Origanum* (Labiatae), Leiden Botanical Series, Vol 4, Leiden University Press, The Hague, Netherlands

K

Kamran Khan M., Maryline Abreert-Vian M., Fabiano-Tixier A.S., Dangles O. et Chamet F., 2010 : Ultrasound-assisted extraction of polyphenols (flavanone glycosides) From orange (*Citrus sinensis* L) peel Food Chemistry

Khajeh M., Yadollah Yamini Y., bahramifar N., Sefidkom F., et Reza Pirmoradei M., 2005 : comparison of essential oils compositions of *ferula assa-foetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. Food Chemistry.

Kolev., 1976: Les cultures maraichères en Algérie : Légumes, fruits, Ed. j . Bailliere. Paris .V.I

L

Latif.B et fatiha.C, 2016 :Etude bioécologique de complexe parasitaire du puceron de poivrons sous serree dans la région de wilaya du Mostagnem.

Laumonier R., 1979: Cultures maraichères, tome 3 . Ed . J.B. Bailliere

Lucchesi M E., 2005 : Extraction Sans Solvant Assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles, thèse doctorat :Université de la Reunion, France

M

Malechy M., 2008: métabolisme des trapénoïdes chez les caprins these doctorat: l'institut des sciences et industries du vivant et de l'Environnement (Agro paris tech)

Morales R., 2002 : The history, botany and Toxonomy of genus Thumus. In : Thyume: the genus thymus. Ed. Talyor and Francis, London.

N

Neveu V., Perez-Jiménez J, Vos F, Crespy V, du Chaffaut L, Mennen L, Knox C, Eisner R, Cruz J, Wishart D, Scalbert A.,2010 : Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. Database, doi: 10.1093/database/bap024.

Nicola K., 1970 : Les cultures maraichères en Algérie tome 1.

P

Pibiri M., 2005 : Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes des ventilation au moyenne d'huiles essentielles. thèse doctorat : école polytechnique fédérale de Lausanne.

O

OUSSALAH M., CAILLET S., SAUCIER L., LACROIX M., 2007 :Inhibitory effects of selected plant essential oils on four pathogen bacteria growth: E. coli O157:H7, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes. Food Control

R

Roldan-Gutiérrez J.M., Ruiz-Jiménez J., Luque de Castro M.D., 2008 : Ultrasound-assisted dynamic extraction of valuable compounds from aromatic plants and flowers as compared with steam distillation and superheated liquid extraction. Talanta

S

Saint L., Daly P., Desvals I., Brinon I., Micoleau E., 2001 : Institut Agronomique néo-Calédonien, Programme Cultures Maraîchères et Horticoles, guide de la culture du poivron en nouvelle-Calédonie

Silou T., Malanda M., Loubaki L., 2004 : Optimisation de l'extraction de huile essentielle de cymbopogon citratus grace à un plan factoriel complet 23. Journal of food engineering.

Singlaton V.L., Rossi J.A., 1965 : colorimetry of totale phénolics with phosphomolybdic-phosphotungstics acid reagants. American journal of technol and viticulture

Skiredj A., Elattir H., ElFadl A., 2005 : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département d'horticulture. Site Interna : www.legumes-fruits-maroc.com, 2005. Consulté le 30 mai 2007.

T

Todorova T., Neykov S., Todorova Y., 1997 : Evaluation of local pepper accessions (capsicum annum L) in sadovo, Bulgaria. Plant genetic resources newsletter, N°111:75-76

Toudert D.J., 1991 : Etude agropédologique détaillée de l'atelier agricole et évaluation de la stabilité structurale, sous l'influence du couvert végétal et de la port organique(fumier)Mémoire de fin d'étude INFSA, Mostaganem.

V

Valdez V.S., 1994 : Cultuvo de Aji, Edition : Centro de Information de FDA

W

Wichtl et Anton R., 2003 : Plantes thérapeutiques : traditions, pratiques officinale, science et thérapeutique. 2eme Edition.

www.fondation-louisbonduelle.org/france/fr/connaitre-les-legumes/bienfaits-des-legumes. consultée le 10/05/2016

Partie Bibliographique

Introduction

Chapitre n°1 :
Généralité sur le poivron

Chapitre n°2 :
Qualité nutritionnelle du
poivron

Chapitre n°3 :
Les Huiles Essentielles et
Polyphénols

Chapitre n°4 :
Thym et Origan

Partie Expérimentale

Matériels et Méthodes

Résultats et Discussion

Résultats

Discussion

Conclusion

Résumé