

# Table de matières

<b>Introduction générale</b> .....	1
------------------------------------	---

## Première partie : Revue bibliographique

I. Présentation de l' espèce étudiée .....	3
1. Généralité.....	3
2. Classification taxonomique .....	4
3. Description botanique du genre <i>Origanum</i> .....	6
4. Répartition géographique .....	7
4.1. Dans le monde .....	7
4.2. Au Maroc .....	7
5. Exigences écologiques et culture.....	8
6. Exploitation des origans au Maroc .....	9
7. Utilisations.....	10
7.1. Usage en industrie alimentaire .....	10
7.2. Usage en industrie pharmaceutique et parapharmaceutique .....	11
7.3. Usage traditionnel.....	11
7.4. Activités biologiques et pharmacologiques.....	11
7.4.1. Activité antimicrobienne.....	11
7.4.2. Activité anticandidosique.....	12
7.4.3. Activité antifongique .....	12
7.4.4. Antioxydante .....	13
7.4.5. Activité insecticide.....	13
7.4.6. Activité herbicide.....	13
7.4.7. Usage en industrie agroalimentaire.....	13
7.4.8. Autres activités .....	14

---

---

II. Composition chimique.....	14
1.Huile essentielle d'origan.....	14
1.1. Composés volatils de l'HE d'origan.....	14
1.2. Polymorphisme chimique .....	15
1.3. Chémotypes de l'HE d'origan .....	16

## *Deuxième partie : matériels et méthodes*

I. Matériel .....	17
1.Objectif.....	17
2.Matériel	
végétal.....	17
3.Présentation du lieu d'étude .....	17
3.1.Domaine de Guich à	
Rabat.....	18
3.2.Domaine expérimental de l'Annoceur.....	
18	
II.Méthode.....	
.19	
1.Essai menés au domaine du Guich à	
Rabat .....	19
1.1.Semis des	
graines.....	19
1.2.Transplantation.....	19
2.Essai menés au domaine expérimental de	
l'Annoceur.....	21
2.1.Préparation du	
sol.....	21
2.2.Paillage.....	21
2.3.Système	
d'irrigation.....	21
2.4.Transplantation.....	21
III.Cractères morphologiques	
observées.....	22
1.Hauteur.....	22

---

2.Pilosité.....	22
3.Vigueur de la plante.....	23
4.Coleur des feuilles.....	24
5.Coleur de tige.....	24
6.Longueur des entre- nœuds .....	24
7.Etages foliaires.....	25
IV.Analyse statistique des données.....	25

### *Troisième partie : Résultats et discussion*

I.Cractères morphologiques.....	26
1.Hauteur de la plante .....	26
2.Longueur des entre-nœuds .....	26
3.Etages foliaires .....	27
4.Pilosité.....	28
5.Vigueur.....	28
6.Couleur des feuilles.....	29
7.Couleur de tige.....	30
II.Stades phénologiques.....	30
<b>Conclusion</b> .....	<b>et</b>
<b>perspective</b> .....	34
<b>Références bibliographiques</b> .....	36
<b>Annexes</b> .....	
.43	

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Structure moléculaire du carvacrol et du thymol.....	3
<b>Figure 2</b> : Aspects morphologiques d' <i>Origanum</i> . .....	6
<b>Figure 3</b> : Transplantation des plantules dans des mottes. ....	20
<b>Figure 4</b> : Plantules d'origan transplantées dans des pots sous ombrière au domaine du Guich.....	20
<b>Figure 5</b> : Plantules d'origan transplantées au le champ avec paillage plastique.....	22
<b>Figure 6</b> : Mesure de la hauteur des plantes .....	22
<b>Figure 7</b> : Mesure des étages foliaires .....	25
<b>Figure 8</b> : Hauteur moyenne de la tige des accessions d' <i>O. compactum</i> .....	26
<b>Figure 9</b> : Moyenne de longueur des entre-nœuds des différentes accessions d' <i>O. Compactum</i> ..	27
<b>Figure 10</b> : Moyenne d'étages foliaires des accessions d' <i>O. compactum</i> .....	27
<b>Figure 11</b> : Pilosité des accessions d' <i>O.compactum</i> .. .....	28
<b>Figure 12</b> : Vigueur des accessions d' <i>O.compactum</i> .. .....	29
<b>Figure 13</b> : Couleur des feuilles des accessions d' <i>O.compactum</i> .. .....	29
<b>Figure 14</b> : Couleur de tige des accessions d' <i>O.compactum</i> .....	30
<b>Figure 15</b> : Stades phénologiques d' <i>Origanum compactum</i> d'essai de Guich.....	31
<b>Figure 16</b> : Stades phénologiques d' <i>Origanum compactum</i> d'essai d'Annoceur.....	32

---

---

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Groupes et sections du genre <i>Origanum</i> , caractères morphologiques et espèces correspondantes (Ietswaart, 1980).....	15
<b>Tableau 2 :</b> Principaux constituants volatiles de l' HE d'origan (Benjilali et al., 1986).....	15
<b>Tableau 3:</b> Variations des teneurs des principaux constituants de l'HE d'O. <i>Compactum</i> et <i>O. elongatum</i> du Maroc (Benjilali, 1996).....	16
<b>Tableau 4 :</b> Chémotypes identifiés chez quelques espèces d' <i>Origanum</i> et leur répartition à travers le monde .....	16
<b>Tableau 5 :</b> Origine des accessions de <i>origanum compactum</i> étudiées .....	17
<b>Tableau 6 :</b> Données climatiques de Rabat en 2014 .....	18
<b>Tableau 7 :</b> Données climatiques de Annoceur en 2014.....	19
<b>Tableau 8 :</b> Niveaux et type de pilosité observée .....	23
<b>Tableau 9 :</b> Niveaux de vigueur observée chez les différents individus.....	23
<b>Tableau 10 :</b> Niveaux de couleur de feuille observée.....	24
<b>Tableau 11 :</b> Niveaux de couleur de tige observée .....	24

---

---

# *Liste des abréviations*

EACCE : Etablissement Autonome de Contrôle et de Coordination des Exportations

HM : Hauteur moyenne

HE : Huiles essentielles

INRA : Institut Nationale de la Recherche Agronomique

Moy(EF) : La moyenne des étages foliaires

Moy(LEN) : La moyenne de longueur des entre-nœuds

PAM : Plantes aromatiques et médicinales

---

## Introduction

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales (PAM) est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante dans la vie quotidienne des Hommes qui les utilisaient autant pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou se soigner.

De nos jours, les espèces à propriétés aromatiques et/ou médicinales sont estimées à environ 20.000 espèces (Hmamouchi., 2001). Leur rôle n'est plus à démontrer, notamment dans la recherche et la découverte de nouvelles molécules actives intéressant le monde industriel. Les PAM constituent de plus en plus le centre d'un enjeu scientifique, économique et environnemental international.

Par ses contrastes géographiques et sa diversité climatique, le Maroc dispose d'un potentiel important en PAM dont 15% des espèces sont endémiques (Hmamouchi., 2001). Au Maroc, près de 600 espèces végétales ont été qualifiées de PAM dont 80 exploitées (Rejdali et Birouk., 1996). Ce réservoir assez riche et varié permet une activité industrielle d'extraction d'huiles essentielles (HE) et de production de plantes sèches relativement importante. Les exportations dans ce secteur sont estimées à environ 200 millions de Dirhams d'HE et extraits aromatiques et environ 900 millions de Dirhams d'aromates et de plantes médicinales (EACCE., 2010). Malheureusement, toutes ces richesses n'ont pas pu être valorisées et exploitées industriellement : les herboristes les utilisent sans analyser leur composition et certaines entreprises les exportent uniquement à l'état brut.

L'origan est parmi les PAM les plus réputées par ses innombrables vertus thérapeutiques et dont l'usage traditionnel n'a jamais cessé d'augmenter. Ainsi, les puissantes activités antimicrobienne, antioxydante et bactéricide font de l'origan une plante de choix pour l'utilisation à des fins culinaires et pharmaceutiques.

L'exploitation excessive, non planifiée et irrationnelle des PAM constitue une menace sérieuse à la pérennité et à la diversité des espèces marocaines. Le risque de dégradation, voire même de disparition de certaines espèces autochtones est réel, ce qui incite à penser sérieusement à rationaliser la cueillette des espèces sur des bases écologiques et à favoriser leur culture comme une alternative à l'exploitation des peuplements menacés de disparition. La culture des espèces les plus exploitées pourrait ainsi contribuer à conserver le patrimoine

---

naturel en assurant un approvisionnement régulier en matière première de qualité. La domestication des PAM n'est pas encore très pratiquée au Maroc ; des études devraient être menées pour appréhender les différents aspects relatifs aux techniques appropriées à la mise en culture, tels que la multiplication, les pratiques culturales et l'exploitation.

Cette étude s'intègre dans le contexte global de la mise en valeur de la biodiversité des PAM marocaines. Le choix de l'origan est fondé sur les critères suivants :

- Les peuplements d'origan sont actuellement fortement exploités, ce qui menace leur pérennité. Dans quelques régions du Maroc, cette plante a pratiquement disparu de son milieu naturel.
- Ainsi, l'origan demeure encore une plante peu étudiée, malgré son importance économique, car jusqu'à présent peu de travaux ont été effectués sur sa domestication et l'amélioration de sa culture.

Dans le cadre du programme de recherche de l'INRA sur les PAM, un important programme de domestication de l'origan est entrepris. Différents axes de recherche sont associés à ce programme : collecte de germplasm, caractérisation chimique et moléculaires des différentes accessions collectées, études physiologique et phénologique des différentes population caractérisées, sélection clonale et généalogique, production de semences.

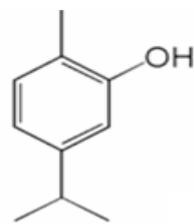
Notre recherche s'intègre dans ce schéma général de recherche sur l'origan.

L'objectif de ce travail est la caractérisation morphologiques et phénologique des accessions d'*Origanum compactum*. Deux essais ont été réalisés, le premier à l'INRA de Rabat et le deuxième à la Station expérimentale d'Annoceur.

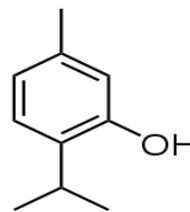
# I.Présentation de l'espèce étudiée

## 1.Généralité

Dans l'industrie des arômes et HE, on appelle « origan » des espèces dont l'HE est riche en carvacrol, critère analytique de l'HE d'origan. Ce critère permet de différencier l'HE d'origan de celle du thym, chimiquement voisine mais ayant comme constituant majoritaire le thymol au lieu du carvacrol. Ces deux phénols ont en fait une structure moléculaire assez voisine (figure 1).



**Carvacrol**



**Thymol**

Figure 1 :Structure moléculaire du carvacrol et thymol

Au niveau du marché international, quatre groupes d'origan sont identifiés :

- L'origan grec : *L'Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, réputé pour sa meilleure qualité parmi les différents taxa de *Labiatae* et de *Verbenaceae* (Fleisher et Sneer., 1982 ; Fleisher et Fleisher., 1988 ; Lawrent, 1984).
- L'origan d'Espagne qui est en fait un thym (*Thymus capitatus*). Ce dernier est commercialement le plus important et est souvent pris comme référence pour l'appellation « origan » sur le marché des HE (Benjilali., 1996).
- L'origan de Turquie ou *Origanum Onites*.
- L'origan de Mexique ou *Lippia graveolens*.

A ce titre, l'*Origanum compactum*, espèce endémique au niveau national, peut être qualifié d'origan du Maroc.

---

## 2. Classification taxonomique

L'origan suit la classification suivante :

- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous-embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones
- **Sous-classe** : Lamiidées
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : Lamiacées (Lamiaceae) ou Labiacée (Labiatae) ou Labiées
- **Genre** : *Origanum*

Le genre *origanum*, d'un point de vue taxonomique, a été complètement remanié par J. H. Ietswaart en 1980. Ietswaart a divisé le genre en 3 groupes, 10 sections, regroupant au total 38 espèces dont une avec 6 sous-espèces et une autre avec 3 variétés et 17 hybrides naturels. Depuis cette date, 5 nouvelles espèces (Carlstrom., 1984 ; Danin., 1990 ; Duman et al., 1995; Danin et Kunne., 1996) in (Taylor et Francis., 2002) et un autre hybride (Duman et al., 1998) in (Taylor et Francis., 2002) ont été inscrites et publiées, remontant ainsi le nombre d'espèces à 43 et le nombre d'hybrides à 18.

Tableau 1 : Groupes et sections du genre *Origanum*, caractères morphologiques et espèces correspondantes (Ietswaart, 1980)

Groupe	Caractéristiques morphologiques	Sections	Espèces
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Calices larges (4-12 mm) à 1 ou 2 lèvres.</li> <li>➤ Bractées larges (4-25 mm), membraneuses, généralement violacées et plus ou moins glabres.</li> </ul>	<i>Amaracus</i>	<i>O. boissieri</i> ; <i>O. calcaratum</i> , <i>O. cordifolium</i> ; <i>O. dictamnus</i> <i>O. saccatum</i> ; <i>O. solymicum</i> , <i>O. symes</i>
		<i>Anatolicon</i>	<i>O. akhdarensis</i> ; <i>O. cyrenaicum</i> <i>O. hypericifolium</i> ; <i>O. libanoticum</i> <i>O. scabrum</i> ; <i>O. sipyleum</i> ; <i>O. vetteri</i> ; <i>O. Pampaninii</i>
		<i>Brevifilamentum</i>	<i>O. acutidens</i> ; <i>O. bargyli</i> ; <i>O. brevidens</i> ; <i>O. haussknechtii</i> ; <i>O. leptocladum</i> ; <i>O. Rotundifolium</i>
		<i>Longitubus</i>	<i>O. amanum</i>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Calices petites (1,3-3,5 mm) à 1 ou 2 lèvres.</li> <li>➤ Bractées petites (1-5 mm), plus ou moins poilues ressemblent aux feuilles en texture et couleur.</li> </ul>	<i>Chilocalyx</i>	<i>O. bigleri</i> ; <i>O. micranthum</i> <i>O. microphyllum</i> ; <i>O. Minutiflorum</i>
		<i>Majorana</i>	<i>O. majorana</i> ; <i>O. onites</i> ; <i>O. syriacum</i> : (variétés : <i>syriacum</i> , <i>Bevanii</i> et <i>sinaicu</i> )
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Calices à 5 dents subégaux</li> </ul>	<i>Campanulaticalyx</i>	<i>O. dayi</i> ; <i>O. isthmicum</i> ; <i>O. ramonense</i> ; <i>O. petraeum</i> ; <i>O. punonense</i> ; <i>O. jordanicum</i>
		<i>Elongatispica</i>	<b><i>O. elongatum</i></b> ; <i>O. floribundum</i> ; <b><i>O. Grosii</i></b>
		<i>Origanum</i>	<i>O. vulgare</i> L. ssp. ( <i>Vulgare</i> , <i>Glandulosum</i> , <i>gracile</i> , <i>hirtum</i> , <i>viridulum</i> , <b><i>virens</i></b> )
		<i>Prolaticorolla</i>	<b><i>O. compactum</i></b> ; <i>O. Ehrenbergi</i>

### 3.Description botanique du genre *Origanum*

Le terme origan est dérivé des mots grecs oros et ganos qui signifient «ornement des montagnes» ou «joie des montagnes». L'origan appartient à la grande famille des Labiées (Lamiacées, Labiatae). C'est un petit arbuste pérenne plus ou moins rustique selon les espèces et les variétés (figure 2). Les feuilles sont simples, opposées, ovales ou elliptiques et portent des poils glandulaires ou non sur leur surface. Les fleurs, groupées aux sommités des tiges, sont pentamères, bisexuées, blanches ou pourpres, à calice tubuleux ou campanulé à 5 dents égales ou subégales. La corolle est exerte, gamopétale, finement pubescente, bilabiée à lèvre supérieure bilobée avec 2 pétales et inférieure généralement trilobée avec 3 pétales. L'androcée est à 4 étamines subégales ou inégales, divergentes ou droites, incluses ou saillies. L'ovaire est supère, les ovules sont anatropes, basilaires, très rarement en position axile.

Le style est bifide. Les fruits sont des tétrakènes ovoïdes, lisses et bruns, mesurant 1 à 1,5 mm de long sur 0,5 mm de large ; ils renferment 4 graines. Le collenchyme est surtout dans les angles des tiges, donnant à celles-ci une forme quadrangulaire. L'inflorescence est très rameuse et plus ou moins paniculée.



Figure 2 : Aspects morphologiques d'*Origanum vulgare* (Iserin., 2001)

## 4. Répartition géographique

### 4.1. Dans le monde

Le genre *origanum* est principalement réparti autour du bassin Méditerranéen dont 81% (35 sur 43 espèces) des espèces se distribuent exclusivement dans l'Est Méditerranéen, essentiellement en Turquie, en Grèce et au Moyen Orient. (Taylor *et Francis*, 2002)

Les sections *Amaracus*, *Brevifilamentum*, *longitubus*, *Chicocalyx*, *Majorana* et *Campanulaticalyx* sont limitées à l'Est Méditerranéen (Grèce, Turquie, Moyen Orient). *Anatolicon* présente une distribution très restreinte en Grèce, Turquie, Liban et Libye. *Elongataspica* comporte trois espèces endémiques de l'Afrique du Nord (Maroc et Algérie). *Prolaticorolla* est rencontrée dans deux endroits extrêmes à l'Est et l'Ouest Méditerranéen (Maroc, Espagne, Liban et Turquie). L'*Origanum* est une section mono spécifique comprenant l'espèce *O. vulgare* qui est largement distribuée en Euro-asie et en Afrique du Nord. L'aire géographique de la section *Origanum* s'étend jusqu'aux Açores, îles Canaries, Bretagne, Scandinavie et Chine et Taiwan. (Taylor *et Francis*, 2002).

### 4.2. Au Maroc

Au Maroc, le genre *Origanum* comporte quatre espèces spontanées dont deux sont endémiques:

✓ *Origanum grosii* est une espèce endémique du Maroc ; elle se rencontre spécialement dans le Rif central et occidental, dans les forêts claires et matorrals, sur substrats calcaires et sols rocailloux bien drainés (Atbib, 1985). Cette espèce occupe les étages bioclimatiques Sub-Humide, Humide et Per-Humide, correspondant à une variante allant depuis le tempérée jusqu'au très froide. Pour l'étage de végétation, cette espèce occupe essentiellement le Thermo-méditerranéen et le Méso-méditerranéen (Benabid, 2000).

✓ *Origanum Elongatum* est une espèce spécifiquement Marocaine. Son aire de répartition est relativement très vaste (Rif centro-oriental et Moyen Atlas oriental et central, entre 350 et

---

1600 m d'altitude). Elle abonde dans les forêts claires, matorrals et rocailles des montagnes, sur substrats siliceux et sols profonds et bien drainés (Atbib, 1985). Elle est caractérisée par une plasticité bioclimatique assez importante allant du Semi-aride jusqu'au Per-humide. les étages de végétation les plus favorables pour cette espèce sont le Thermo-méditerranéen et le Méso-méditerranéen (Benabid, 2000).

✓ *Origanum virens* se rencontre au Moyen et Haut Atlas dans les forêts claires des basses montagnes (500 à 800 m d'altitude) et sur substratum gréseux ou schisteux et sols profonds (Atbib, 1985). C'est une espèce appartenant aux étages de végétations Thermo-méditerranéen, Méso-méditerranéen et Supra-méditerranéen à bioclimat Sub-Humide et Humide. Son aire géographique s'étend au Portugal, Espagne, Iles Canaries et aux Açores (Benabid, 2000)

✓ *Origanum compactum* est largement répandue dans les forêts claires à base de tétraclinaies, subéraies et illiçaias, dans les matorrals et pâturages rocaillieux des plaines et des basses montagnes et sur sols bien drainés (Atbib, 1985). C'est une espèce appartenant aux étages de végétation Thermo-méditerranéen et Méso-méditerranéen à bioclimat Semi-Aride et Sub-Humide. *O. Compactum* est également localisée en Espagne méridionale (Benabid, 2000).

## 5.Exigences écologiques et culture

L'origan apprécie les sols calcaires plus ou moins rocaillieux, riches et bien drainés et tolère les pH de 4,5 à 8,7. La plante exige un emplacement chaud et protégé et peut croître à une température allant de 5 à 28°C et une pluviométrie allant de 400 mm à plus de 2000 mm. L'origan, considéré comme une plante de jours longs, est assez exigeant en humidité. En effet, bien que la plante soit bien adaptée aux conditions de sécheresse, des irrigations favorisent son développement notamment à la plantation et après la première coupe (De Mastro, 1996).

Le taux de germination est d'environ 60 % ; les graines d'*Origanum* peuvent entrer en dormance, ce qui explique ce taux de germination réduit (IPGRI, 1996). En effet, l'origan montre une germination plus importante à une température relativement basse avec un optimum de 15-20 C° (Costasetal., 1995). Un traitement par la lumière peut améliorer le taux germination (Van Tooren et Pons, 1988), ainsi qu'un traitement par l'acide gibbérellique ou le nitrate de potassium KNO<sub>3</sub> (Pirbalouti, 2007).

---

Concernant la culture d'origan, et en raison du faible taux de germination et de la très petite taille des semences (1000 grains pèsent entre 0,1 et 0,2g), le bouturage ou le semis en pépinière suivis d'un repiquage sont souvent recommandés (Putievsky., 1983). La graine prend généralement 2 à 3 semaines pour germer ; 1. La quantité de semences nécessaire pour ensemençer un hectare est de 10 à 15g (ITEIPMAI, 1998).

## 6.Exploitation des origans au Maroc

Le Zaâtar et/ou Zêetra, sont des noms génériques qui couvrent les divers *Origanum* et *Thymus* du Maroc. La désignation exacte de chacun des deux noms varie d'une région à une autre. Dans certaines régions, les deux termes désignent deux thymus différents. Dans d'autres cas, ils permettent de distinguer un *Origanum* d'un *Thymus*. Dans le Rif centro-occidental (Larrache, Tanger, Tetouan, Ouazzane etc.), le terme Saâhtar est souvent utilisé pour désigner l'*O. compactum*.

Au Maroc, plusieurs espèces ainsi désignées « Zaâtar » sont largement exploitées pour les besoins du marché local (aromates alimentaires et plantes médicinales) mais également et surtout pour l'exportation. Au Maroc, le genre *Origanum* est exploité sous deux formes, en tant que plantes séchées et HE. Selon les dernières statistiques de l'EACCE (2010), le Maroc aurait exporté 79 tonnes d'origan pour une valeur total d'environ 1.155. 086 millions de Dirham. Toutes les productions proviennent principalement des peuplements spontanés d'*O.compactum* (Benjilali, 1996).

Deux espèces d'*Origanum* sont particulièrement importantes, *O.compactum* et *O.elongatum*. est endémique du Rif central et particulièrement la région de Targuiste à laquelle il doit son nom. C'est un produit de qualité « thym à thymol » très réputé sur le marché international des HE où il est connu sous le label « Thym deTarguiste » du Maroc. *Origanum elongatum* a permis dans la région de Targuiste où elle abonde, le développement de l'apiculture. D'autre part, *O. Compactum* est la principale source de production d'HE d'origan au Maroc (Benjilali, 1996).

## **7.Utilisations**

Les utilisations des origans sont très variables et anciennes ; les feuilles vertes ou séchées d'origan, entières ou en poudre, sont largement utilisées comme l'assaisonnement des plats cuisinés, Pizza, sauces, viandes, poissons etc. L'origan est aussi utilisé comme agent conservateur de certains produits comme le beurre traditionnel (Smen), la viande sèche et les olives.

L'origan est aussi utilisé en tant que remède à plusieurs maladies en médecine traditionnelle. Les tisanes d'origan sont utilisées dans le traitement des dysenteries, des affections gastro-intestinales, de l'acidité gastrique et des affections broncho-pulmonaires (Yesilada *et al.*, 1993). L'origan est aussi considéré comme un remède populaire contre les douleurs menstruelles et rhumatismales (Honda *et al.*, 1996). L'origan peut être utilisé sous forme de fumigation pour traiter les rhumes, les gripes et les infections orales (Yesilada *et al.*, 1993).

En usage externe, l'origan peut être utilisé sous forme de lotions (infusion concentrée) ou de pommade ; il est très efficace contre les dermatoses, eczémas, prurits, pelades, psoriasis, mycoses et les pédiculoses. Grâce à ses propriétés antitoxiques, antivirales, cytophylactiques et cicatrisantes, il est aussi indiqué pour désinfecter des plaies et des ulcérations (Bardeau., 1976). La plante fraîche, passée au four, peut être appliquée en cataplasme sur un torticolis (Delaveau *et* Baja., 1982).

### **7.1. Usage en industrie alimentaire**

L'HE d'origan est utilisée en technologies alimentaires comme aromatisant et antioxydant. Ainsi, plusieurs travaux ont montré que l'HE d'origan exerce un effet inhibiteur sur la croissance et la toxinogénèse de plusieurs bactéries, champignons et mycotoxines responsables des infections alimentaires (Tantaoui-Elaraki *et* Lattaoui, 1997 ; Montes-Belmont *et* Carvajal, 1998 ; Nielsen *et* Rios, 2000)

---

L'HE d'origan est un excellent élément de conservation des aliments ; elle s'avère particulièrement être très efficace contre le rancissement des nourritures riches en lipide. Elle entre d'ailleurs dans la composition de certaines recettes gastronomiques méditerranéennes.

## **7.2. Usage en industrie pharmaceutique et parapharmaceutique**

L'HE d'origan est douée d'un excellent pouvoir désinfectant. Cette propriété lui vaut des applications dans diverses préparations pharmaceutiques et parapharmaceutiques. À titre d'exemple, l'HE d'origan entre dans la composition du Cicatrisia®, pommade dermique antiseptique et calmante, de l'Oxyplastine®, pommade protection cutanée et de l'Arnican®, pommade vulnérable (Vidal, 1990).

## **7.3. Usage traditionnel**

L'HE d'origan a été utilisée traditionnellement pour des troubles respiratoires et digestifs, contre la carie dentaire, la polyarthrite rhumatoïde et les troubles des voies urinaires. Elle aiguise également l'appétit, par stimulation de l'estomac. C'est un excellent médicament antiseptique et antibactérien, éliminant en l'occurrence les parasites et les champignons intestinaux et soignant la dysenterie (Bardeau., 1976).

## **7.4. Activités biologiques et pharmacologiques**

### **7.4.1. Activité antimicrobienne**

Les vertus antimicrobiennes de l'HE d'origan ne cessent de se confirmer. La composition de l'HE, et en particulier la nature de ses composés majoritaires sont responsables de cette activité antimicrobienne. Le carvacrol s'est révélé être un puissant inhibiteur de la croissance des bactéries telles *Baccillus cereus* et *Salmonella* (Hulin *et al.*, 1998 ; Ulteeet Smid., 2001). Le carvacrol exerce aussi un effet inhibiteur sur deux espèces de *Shigella* (Bagamboula *et al.*, 2004). Cependant, l'effet des composés quantitativement minoritaires ne serait pas forcément négligeable.

Une étude consacrée au pouvoir bactéricide des HE d'origan et de leurs constituants a permis de conclure que le mode d'action de l'HE d'origan sur *Escherichia coli* est similaire à

---

celui de la polymixine B, antibiotique réputé pour son effet contre les infections membranaires (Remmal., 1994).

Le pouvoir antimicrobien de l'HE d'origan a également été vérifié sur *Bacillus larvea*, *Bacillus alvea* (CalderoneetShimanuki, 1994), *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* (Bouchikhi, 1994), *Lactobacillus plantarum*, *Loconostoc mesenteroides* (Kivancet al., 1991), *Clostridium botulinum* (IsmaeletPierson, 1990), *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* (Derwiche et al., 2000) et les pathogènes gastro-duodénaux comme *Helicobacter pylori* (Shimoniet al, 1993).

#### **7.4.2. Activité anti-candidosique**

La candidose est une infection causée par *Candida Albicans*, un champignon de type levure. L'activité anticandidosique de l'HE d'origan a été mise en évidence dans plusieurs travaux (Hammeret al., 1999 ; Salgueiroet al., 2003 ; John et al., 1995). L'activité anticandidosique de l'origan serait due à son composé majoritaire phénolique, le carvacrol et peut aller de l'inhibition de la croissance des blastoconidies jusqu'à l'inhibition de la formation du tube germinatif (Manoharet al., 2001)

#### **7.4.3. Activité antifongique**

Plusieurs travaux ont souligné l'efficacité antifongique des phénols terpéniques et plus particulièrement celle du thymol et/ou du carvacrol (Crespo et al., 1990 ; Cosentino et al., 1999 ; Arras et Usai, 2001 ; Chebli et al., 2003 ; Hammeret al., 2003 ; Pepeljnjak et al., 2003 ; Chami, 2005).

Une étude consacrée à l'activité antifongique des HE d'*Origanum* a montré que cette dernière exerce une activité inhibitrice importante vis-à-vis des champignons *Alternaria Aterna*, *Penicellium roqueforti*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Fusarium semitectum*, *Fusarium oxysporum*, et *Mucor racemosus* (Korukluoglu et al., 2009).

L'HE d'origan a été examinée pour son activité antifongique contre les pathogènes humains *Malassezia furfura*, *Trichophyton robrum*, *Trichosporon beiyelii*. Les résultats obtenus ont montré que cette HE est douée d'une activité antifongique bien marquée. Le carvacrol et le thymol sont les composés majeurs responsables de cet effet antifongique (Konstantia *et al.*, 1998).

#### **7.4.4.Activité antioxydante**

Le thymol et le carvacrol sont de puissants composés antioxydants (Edris, 2007). Leur activité est en relation avec leur structure phénolique qui a des propriétés oxydo-réductrices et exerce un effet antioxydant important en neutralisant les radicaux libres et en décomposant les peroxydes (Braga *et al.*, 2006).

#### **7.4.5.Activité insecticide**

L'HE d'origan possède des propriétés insecticides importantes contre les insectes *dominica Rhizopertha* qui attaquent les céréales entre posées (Khalfi*et al.*, 2008) ; elle pourrait constituer une alternative aux insecticides de synthèse. Kordali *et al.*, 2008, ont montré que l'HE d'origan a entraîné la mortalité de 68,3% de *Sitophilus granarius* et 36,7% des adultes *Confusum tribolium*. Cet effet insecticide est attribué au carvacrol, composant majeur de l'HE d'origan

#### **7.4.6.Activité herbicide**

---

L'HE d'origan a complètement inhibé la germination des graines et la croissance des semis d'*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* et *Rumex crispus* ; elle a également montré un effet phytotoxique puissant contre ces même espèces (Kordaliet *al.*, 2008).

#### **7.4.7. Activité anticancéreuse**

L'HE d'origan a été évaluée pour son effet antiprolifératif des cellules MCF-7 cancéreuses du sein; les résultats obtenus ont montré une puissante inhibition de la prolifération cellulaires (Chawki *et al.*, 2010).

#### **7.4.8. Autres activités**

Selon des études effectuées précédemment, l'HE d'origan s'est révélée analgésique, emménagogue, décongestionnante, diaphorétique, digestive, vermicide, antipyrétique (Peirce., 1999), anti-inflammatoire (Gruenwald, 2000 ; Yoshino *et al.*, 2006), sédative (Fleming *et al.*, 1998), antimutagénique (Mezzoug *et al.*, 2007), larvicide (Cetin *et Yanikoglu*, 2006), laxative, nacrifique, pectorale, stimulante, tonique, diurétique, carminative et antimutagénique (Duke., 2002).

## **II. Composition chimique**

### **1. Huiles essentielles de l'origan**

L'origan renferme une essence de couleur jaune à brun foncé, d'odeur phénolique agreste, très aromatique et de saveur amère, chaude et épicée. L'HE d'origan est particulièrement pourvue en phénols : le carvacrol et son isomère, le thymol (Bardeau., 2009).

### **2. Composés volatils de l'HE d'origan**

---

La composition de l'HE d'origan varie sensiblement selon les espèces et leur provenance. Les principaux constituants volatiles identifiés dans les HE d'origan sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Principaux constituants volatiles de l' HE d'origan (Benjlali et al., 1986)

<b>Elément biochimique</b>	<b>Composés volatils</b>
<b>Hydrocarbures monoterpéniques</b>	Camphène, $\delta$ -3-carène, p-cymène, Limonène, Myrcène, cis-ocimène, trans-ocimène, $\alpha$ et $\beta$ -phellandrène, $\alpha$ et $\beta$ pinène, Sabinène, $\alpha$ et $\delta$ terpinène, Terpinolène, $\alpha$ -thujène.
<b>Hydrocarbures sesquiterpéniques</b>	Alloaromadendrène, Aromadendrène, trans $\alpha$ -bergamotène, $\beta$ -bisabolène, cis $\gamma$ -bisabolène, bicyclogermacrène, $\beta$ -bourbonène, $\delta$ et $\gamma$ -cadinène, Calaménène, $\beta$ -caryophyllène, iso-caryophyllène, Germacrène-D, $\alpha$ -copaène, $\alpha$ -cadinol, $\beta$ -élémente, $\alpha$ -farnesène, $\alpha$ -humulène, $\alpha$ -muurolène, $\gamma$ -muurolène.
<b>Ethers</b>	Carvacrylméthyléther, cinéole-1,8, Epoxy-4,5-p-menthène-1, Thymylméthyléther.
<b>Alcools</b>	Bornéol, p-cyménol-8, Géraniol, Hexèn-3-ol-1, Linalol, Octanol-3, Octèn-1-ol-3, Terpinèn-1-ol-4, $\alpha$ -terpinéol, cis-thujanol-4, trans-thujanol-4.
<b>Phénols</b>	Carvacrol, Thymol.
<b>Aldéhydes</b>	Cuminaldéhyde, trans-héxèn-2-al, Géraniol, iso-géraniol, Néral.
<b>Cétones</b>	Camphre, Carvone, cis-dihydrocarbène, trans-dihydrocarbène, Fenchone, Octanone-3, $\alpha$ -thujone, Undécanone-2.
<b>Esters</b>	Acétate de bornyle, Acétate de carvavryle, Acétate de géranyle, acétate de linalyle, Acétate d' $\alpha$ -terpényle, acétate de $\beta$ -terpényle.

### 3. Polymorphisme chimique

L'étude de la composition chimique de l'HE d'origan de différentes origines a fait l'objet de nombreux travaux et a montré une composition qualitative constante et des variations quantitatives importantes. Des écarts importants ont été notés dans la teneur de certains composés. La gamme de variations des six principaux constituants de l'HE d'*O. Compactum* et d'*O. elongatum* d'origine du Maroc sont présentées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Variations des teneurs des principaux constituants de l'HE d'*O. Compactum* et *O. elongatum* du Maroc (Benjilali, 1996).

Principaux constituants	<i>O. compactum</i> (%)	<i>O. elongatum</i> (%)
Carvacrol	36,6 à 76,6	6 à 17,6
Thymol	0,2 à 4,2	25,5 à 67,3
Carvacryl méthyl ether	Traces à 13,5	0 à 0,5
$\alpha$ -Térpinéol	0,3 à 8,4	0,3 à 0,5
1-Térpinène-4-ol	0,5 à 5,8	0,7 à 0,8
$\gamma$ -Terpinène	Traces à 16,65	0,2 à 3,5
<i>P</i> -cymène	Traces à 19,6	14,9 à 39

### 4. Chémotypes de l'HE d'origan

De nombreux travaux ont été réalisés sur l'HE d'origan ; nous nous limiterons aux plus récents. Le tableau 4 donne une étude comparative des chémotypes identifiés chez quelques espèces d'*Origanum*.

Tableau 4: Chémotypes identifiés chez quelques espèces d'*Origanum* et leur répartition à travers le monde

Espèce	Origine	Chémotypes	Référence
<i>O. vulgare ssp. hirtum</i>	Nord d'Italie	Thymol ; Carvacrol ; Carvacrol/Thymol ; $\delta$ -p-cymène/terpinène	(Antuono <i>et al.</i> , 2000)

	Sud d'Italie	Carvacrol/thymol thymol/ $\alpha$ -terpinéol et à linalyl acétate/linalol.	(De Martino <i>et al.</i> , 2009)
<i>O.vulgare</i> ssp. <i>Vulgare</i>	Lithuania	$\beta$ -ocimène-germacrène D; $\beta$ -caryophyllène ; germacrène D	(Mockute <i>et al.</i> , 2001)
<i>O.compactum</i>	Maroc	Thymol, Carvacrol	(Benjlali., 1996)
<i>O. majorana</i>	Chypre	Sabinène, $\alpha$ -terpinéol, sabinyl/ $\alpha$ -terpinéol.	(Novak <i>et al.</i> , 2008)
<i>O.syriacum</i>	Liban	Thymol, carvacrol, carvacrol/thymol et thymol/carvacrol.	(Cabassu <i>et al.</i> , 2005)
	Syrie	Thymol, carvacrol, carvacrol/thymol et thymol/carvacrol	(Lukas <i>et al.</i> , 2009)
<i>O. onites</i>	Turquie	Carvacrol, thymol	(Tonket <i>al.</i> , 2010)
	Grèce	Carvacrol	(Economou <i>et al.</i> , 2011)
<i>O.ehrenbergii</i>	Liban	Carvacrol, thymol, thymol/carvacrol, p-cymène/ $\delta$ -terpinène	(Figueredo <i>et al.</i> , 2005)

## Matériel et Méthodes

### 1.Objectif

Le présent travail a pour but l'étude de la caractérisation morphologique et phénologique de quelques accessions d'*Origanum compactum*.

### 2.Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour cette étude est sous forme des graines d'origan qui ont été récoltées en Juillet 2012 sur des pieds individuels à partir d'un essai conduit au domaine expérimental de l'INRA à Larache en juillet 2011. Après leur récolte, les graines ont été nettoyées et conservées au réfrigérateur.

Neuf accession sont été étudiées. Elles sont répartit comme suit : Accession 6 (5 individus); Accession 8 (5 individus); Accession 15 (5 individus); Accession 20 (5 individus); Accession 25 (5 individus); Accession 27 (5 individus); Accession 29 (2 individus) ; Accession 30 (5 individus); Accession 32 (5 individus). Les individus correspondent à des boutures provenant d'un même pied mère.

Tableau 5 : Origine des accessions de *origanum compactum* de pied mère

Accessions	Origine
6	Ksar Kebir
8	Ksar Kebir
15	Chefchaouen
20	Tetouaen
25	Ksar Kebir
27	Tetouaen
29	Tetouaen
30	Tetouaen
32	Chefchaouen

### 3.Présentation du lieu d'étude

L'étude a été menée dans deux sites :domaine du Guich de l'institute national de recherche agronomique à Rabat et domaine expérimental de l'Annoceur.

#### 3.1.Domaine du Guich à Rabat

➤ Données générales

Latitude: 34°03'N

Longitude : 006°46'W

Altitude : 75.3 m

➤ Données climatiques

Tableau 6 :Données climatiques de Rabat en 2014

Mois	Temp Moyen (°C)	Temp Max (°C)	Temp Min (°C)	Humidite Relative (%)	Précipitations (mm)	Vitesse du vent (km/h)
Janvier	12,5	17,7	7,4	78,5	85,1	8,8
Février	12,4	17,3	7,1	76,7	46,0	10,1
Mars	13,9	19,5	7,9	73	30,2	9

Avril	16,7	22,8	10,5	74,1	60,5	10,1
-------	------	------	------	------	------	------

### 3.2. Domaine expérimental de l'Annoeur

➤ Données générales

Implanté depuis 1936 en montagne du Moyen Atlas ( Province de sefrou-Wilaya de fes-Boulemane ).

Superficie totale :40 ha.

Altitude : 1350 m.

➤ Données pédoclimatiques

Sol : Hamri plus ou moins caillouteux.

Pluviométrie moyenne : 500 mm avec possibilité de neige

Températures max : 40°C-Température min : -7°C.

Tableau 7 : Données climatiques de Annoeur en 2014

Mois	T° MAX	T° MIN	T° SEC à (8h)	PLUV (mm)	Neige (cm)
Janvier	10	0,17	2,1	17,04	
Février	9,53	0,26	3,46	5,44	4
Mars	9,76	0,215	2,78	11,24	
Avril	14,23	6,63	10,21	11	

## Méthodes

### 1. Essai mené au domaine du Guich à Rabat

#### 1.1. Semis des graines

Les graines des individus de chaque accession ont été semis dans des plateaux alvéolées à raison de 4 graines par trou. Le substrat utilisé est constitué par un mélange contenant 50%

de tourbe et 50% de sable. Les plateaux de semis ont été installés sous serre. L'irrigation a été assurée à l'aide d'un pulvérisateur à raison d'une fois par jour.

## 1.2. Transplantation

Au stade 6 à 8 feuilles, les plantules ont été transplantées dans des mottes. Le substrat utilisé a été composé de 50% de sable et 50% de tourbe.



Figure 3: Transplantation des plantules dans des mottes

Les plantules ont été suivies sous serre jusqu'à leur transplantation au champ au domaine expérimental de l'Annoceur

Un autre essai a été installé en pots au Guich. Au stade 6 à 8 feuilles, Les plantules ont été transplantées en pots à raison d'une plantule par pot. Trois répétitions ont été utilisées. Un mélange contenant 50% de sable et 50% de tourbe a été utilisé comme substrat. Les pots ont été placés au Guich à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).



Figure 4: Plantules d'origan transplantées dans des pots sous ombrière au domaine du Guich

## **2. Essai mené au domaine expérimental de l'Annoceur**

### **2.1. Préparations du sol**

Le travail du sol s'est déroulé le 24/03/2014 par de passages croisés au cover-crop.

La parcelle a été irriguée la veille de la transplantation pour que les conditions d'humidité soient favorables à la reprise des jeunes plantules.

### **2.2. Paillage**

Le paillage est une technique qui consiste à recouvrir le sol de matériaux organiques, minéraux ou plastiques pour le nourrir et/ou le protéger. Ces matériaux sont déposés au pied des plantes dans les massifs.

Les avantages :

- évite le développement des mauvaises herbes autour des plantes dans les massifs, des arbres et des arbustes. Dans le potager comme c'est le cas pour l'origan, on l'étale entre les rangs.

- rétention de l'humidité au niveau du sol pendant la période estivale protection des souches de plantes contre les fortes gelées
- protection du sol contre le compactage du sol et évite son érosion par les pluies
- permet le développement de la microfaune nécessaire au bon équilibre de la terre

### **2.3.Système d'irrigation**

Un système d'irrigation en goutte à goutte a été installé, pour une meilleure gestion de l'irrigation.

### **2.4.Transplantation**

Le 25/03/2014, les plantules des mottes ont été transplantées au champ à l'annocour.



Figure 5: Plantules d'origan transplantées au le champ avec paillage plastique.

## **III.Caractères morphologiques observés**

### **1.Hauteur de la plante**

---

La hauteur de la plante a été mesurée à l'aide d'une règle graduée en cm depuis le sol jusqu'au sommet de la plus haute tige.



Figure 6: Mesure de la hauteur des plantes

## 2. Pilosité

La pilosité a été déterminée sur la surface des feuilles à l'œil nu. Cinq niveaux ont été identifiés, du moins poilue (niveau 1) au plus poilue (niveau 5). Le tableau suivant résume les niveaux et la pilosité correspondante des feuilles.

Tableau 8 : Niveaux et type de pilosité observée

Niveaux de pilosité	1	2	3	4	5
Pilosité correspondante en image					

### 3.Vigueur de la plante

La vigueur a été déterminée à l'œil nue. Cinq niveaux ont été identifiés, du moins vigueur (niveau 1) au plus vigueur (niveau 5). Le tableau suivant résume les niveaux et la vigueur correspondante des plantes.

Tableau 9 : Niveaux de vigueur observée chez les différents individus

Note	1	2	3	4	5
Image correspondante					

### 4.Couleur des feuilles

Deux couleurs des feuilles ont été observées

Tableau10 : Niveaux de couleur de feuille observée

Couleurs	Vert	Jaune
Photo		

## 5. Couleur de tige

Deux couleurs de tige également ont été observées.

Tableau 11 : Niveaux de couleur de tige observée

Couleurs	Vert	Mauve
Photos		

## 6. Longueur des entre-nœuds

La longueur entre le nœud de premier étage et de deuxième étage a été mesurée.

## 7. Etages foliaires

Il est déterminé par le nombre de nœud d'où partent les étages foliaires.



Figure 7 : Mesure des étages foliaires

## VI. Analyse statistique des données

---

Les données quantitatives et qualitatives ont été mesurées par accessions sur les sept paramètres ( hauteur, pilosité, vigueur, étage de feuille, longueur des entre-noeuds, couleur de feuille et couleur de tige). La saisie des données a été effectuée sur un tableau Excel 2010.

Ces données ont été soumises d'abord à une analyse statistique descriptive par la détermination des principaux paramètres statistiques (moyenne, écart type, maximum, minimum, médiane, coefficient de variation, etc.) puis une analyse de la variance (ANOVA) a été appliquée pour tester s'il y a des différences significatives des accessions entre les deux sites d'étude concernant la moyenne des paramètres quantitatifs.

L'ensemble des analyses statistiques a été réalisées par l'utilisation du logiciel statistique SAS (SAS, 2008).

## **Résultats et Discussion**

### **Résultats**

#### **I. Caractères morphologiques**

##### **1. Hauteur de la plante**

La figure 8 montre qu'il y a une variation de hauteur moyenne de la tige des différentes accessions d'*O. compactum* étudiées. Cette variation s'observe entre les deux sites (Rabat et l'Annoceur) ainsi qu'au sein du même site.

L'analyse de la variance a montré qu'il y a un effet très hautement significative ( $<.0001$ ) de ce paramètre aussi bien pour la même région (Rabat) (annexe 1), que pour les deux régions séparément (annexe 6).

---

---

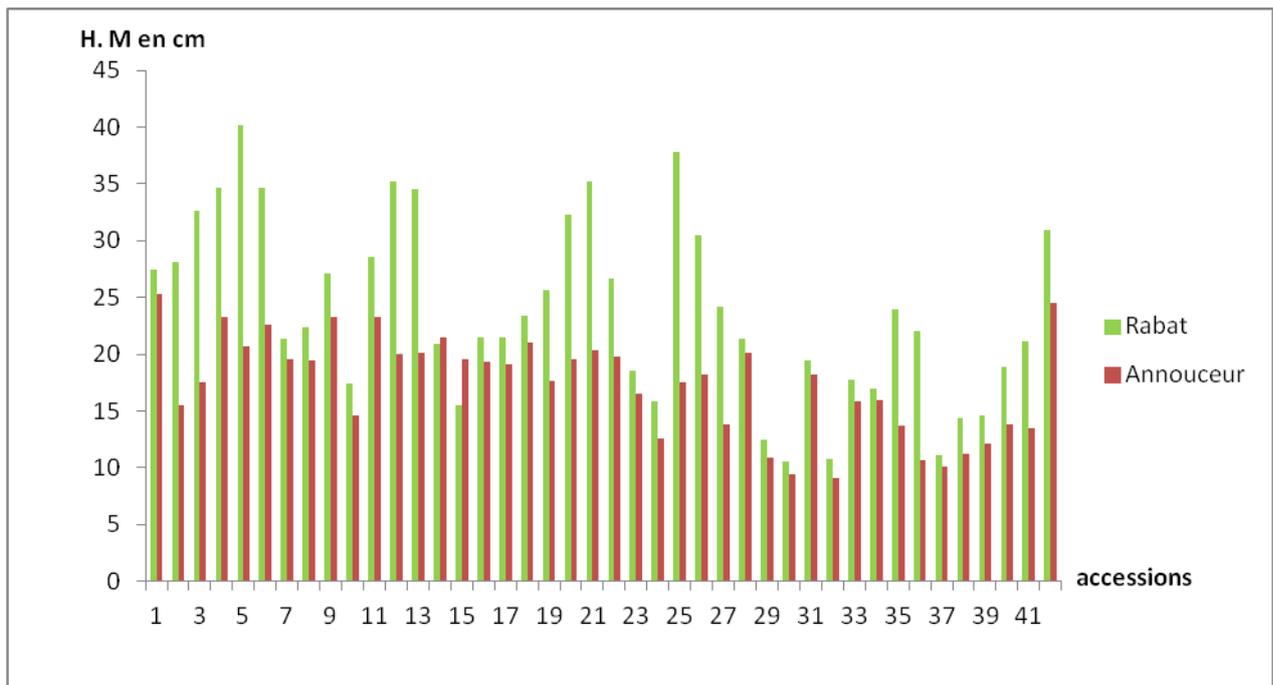


Figure 8 :Hauteur moyenne de la tige des accessions d'*O. compactum*

## 2.Longueur des entre-nœuds

D'après la figure 9 nous pouvons constater qu'il y a une variation de la moyenne de longueur des entre-nœuds des différentes accessions d'*O.compactum* aussi bien au sein de la même région, qu'entre les deux différentes régions.

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence hautement significative de cette hauteur au sein de la même région (annexe 2), et hautement significative pour les deux régions (annexe 7).

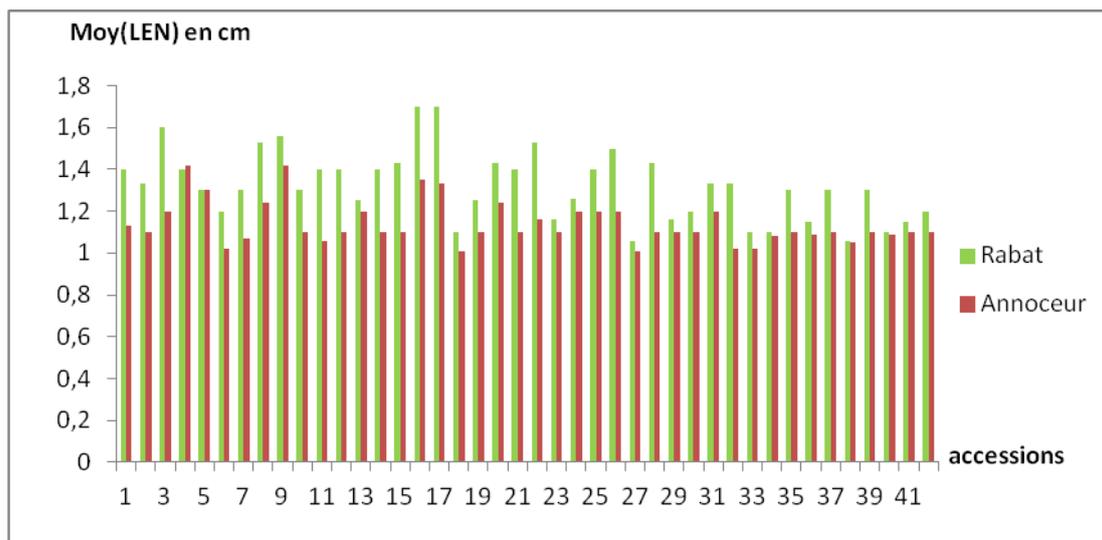


Figure 9 : Moyenne de longueur des entre-nœuds des différentes accessions d'*O. Compactum*

### 3. Etage de feuille

D'après la figure 10, nous remarquons qu'il y a une variation de la moyenne d'étage de feuilles des accessions d'*O. compactum* entre les deux régions d'étude, aussi au sein de la même région.

L'analyse de la variance montre que cette variation est hautement significative ( $P < 0,01$ ) entre les différentes accessions au sein de la même région (annexe 3) et significative ( $P < 0,05$ ) au niveau des deux régions séparées (annexe 8).

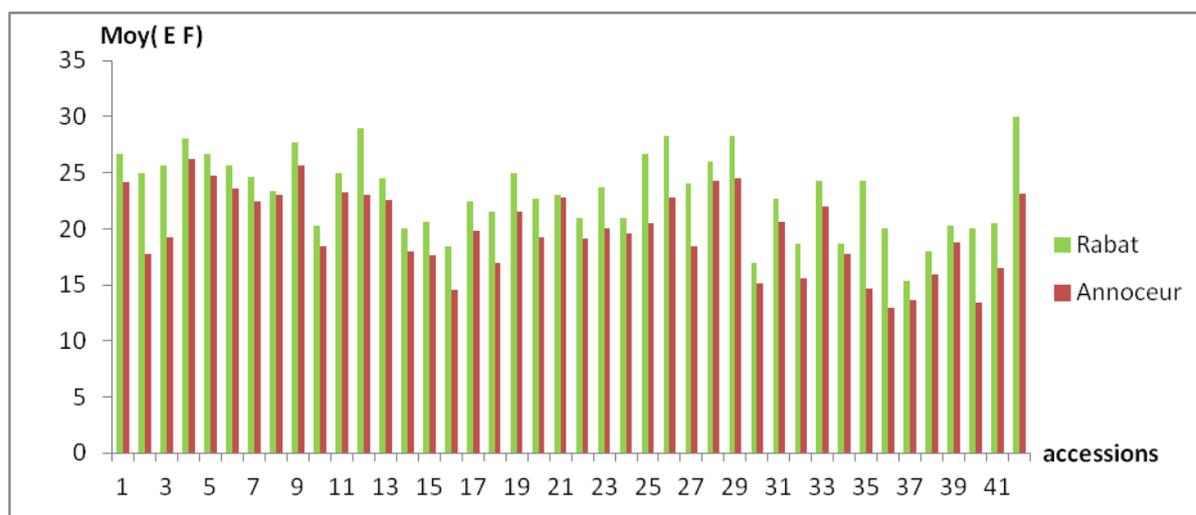


Figure 10 : Moyenne d'étages foliaires des accessions d'*O. compactum*

### 4. Pilosité

Nous avons observé une variation de pilosité entre les accessions d'origan . En effet, au sein de la même région, nous avons trouvé des accessions moins poilus (niveau 4) et d'autres plus poilus (niveau 9).

La figure 11 montre que les niveaux de pilosité les plus enregistrés au niveau de Rabat sont les niveaux 1,2,et3, par contre au niveau d'Annoceur les niveaux les plus enregistrés sont les niveaux 4 et 5. Les accessions d'*origanum compactum* qui se trouvent dans l'Annoceur , se montrent plus poilus que les accessions de Rabat.

L'analyse de la variance a montré qu'il y a une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les individus de la même région(annexe 4) et significative ( $P < 0,05$ ) entre les deux régions et ce, pour le facteur pilosité (annexe 9).

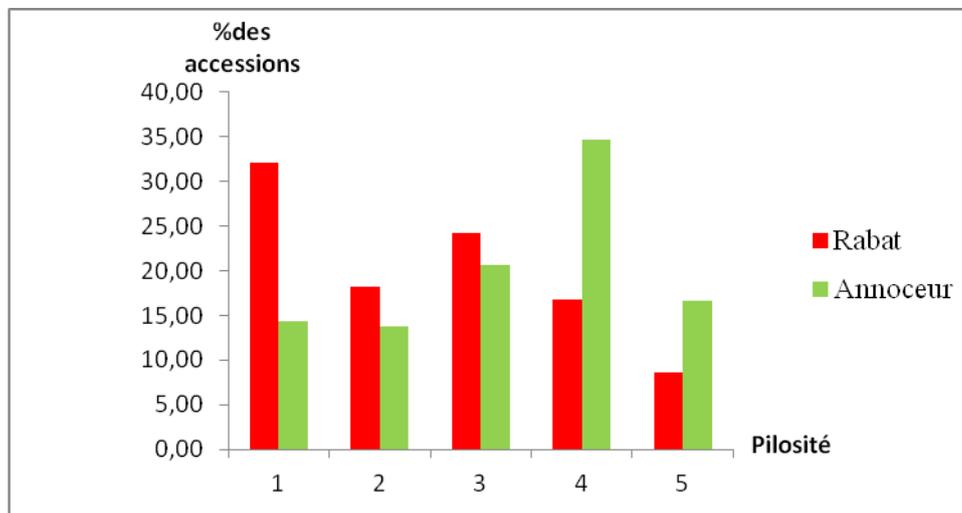


Figure 11 : Pilosité des accessions d'*O.compactum*

## 5.Vigueur

La figure 12 montre qu'il y a une variation de la vigueur des accessions d'origan. En effet, au sein de la même région , nous avons trouvé des accessions moins vigoureux (niveau 1) et l'autre plus vigoureux (niveau 5).

Les niveaux de la vigueur les plus enregistrés au niveau du Rabat sont les niveaux 4 et 5, par contre au niveau d'Annoceur les niveaux les plus enregistrés sont les niveaux 1,2, et 3.Ce

qui montre que les accessions d'*origanum compactum* qui élevées dans des pot à Rabat sont plus vigoureux que les accessions d'Annoceur .

L'analyse de la variance a montré qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0.0001$ ) de pilosité des individus au sein de la même région (annexe9), et significative ( $P < 0.05$ ) qu'entre les deux région (annexe 10).

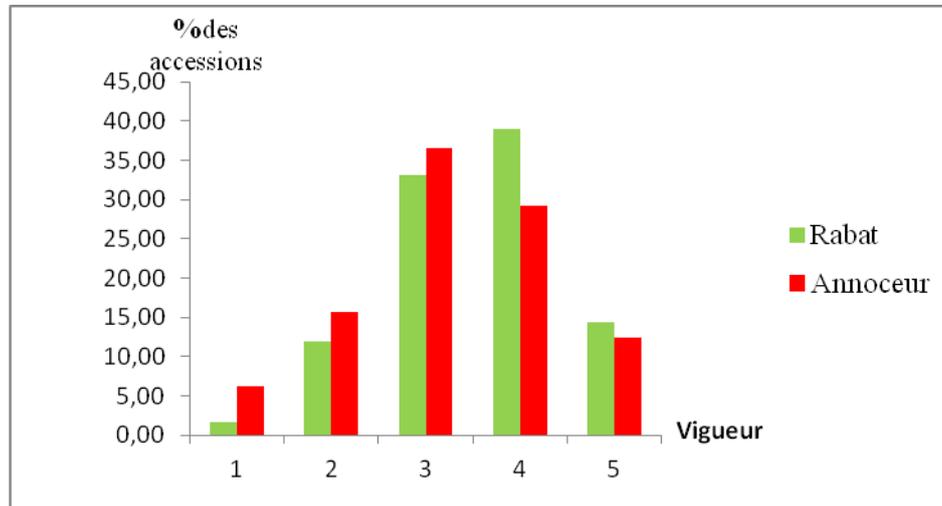


Figure 12: Vigueur des accessions d'*O.compactum*

## 6. Couleur des feuilles

La figure 13 montre qu'au niveau du Rabat presque toutes les accessions ayant la couleur verte (96.3%). La couleur jaune ne représente que 3.7%. Par contre, au niveau d'Annoceur, 44.9% des accessions ayant la couleur verte et 55.09% des accessions ayant la couleur jaune.

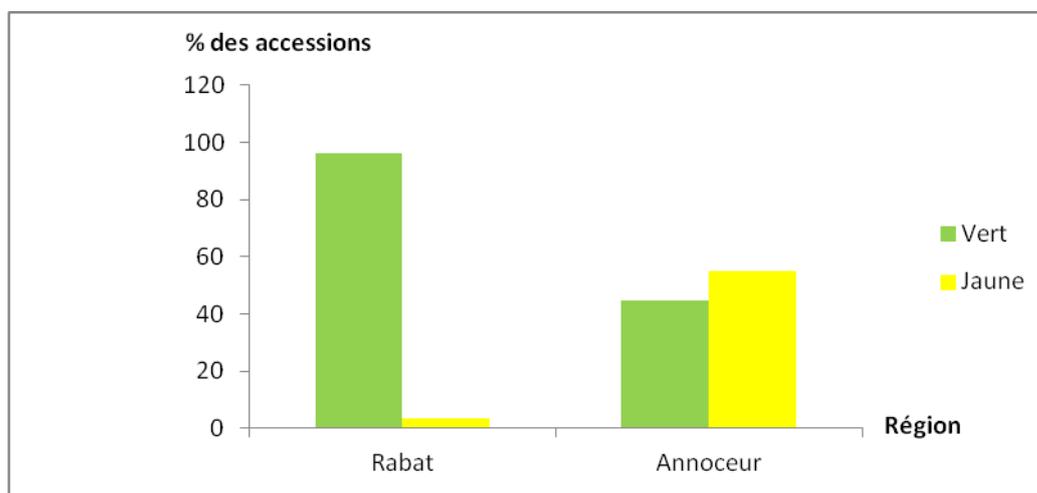


Figure 13: Couleur des feuilles des accessions d'*O.compactum*

## 7.Couleur de tige

La figure 14 montre qu'au niveau du Rabat presque 38.98% des individus ayant la couleur verte et 61.02 % des individus ayant la couleur jaune, alors qu'au niveau d'Annoeur 14.81% des individus ayant la couleur verte et 85.19% des individus ayant la couleur jaune.

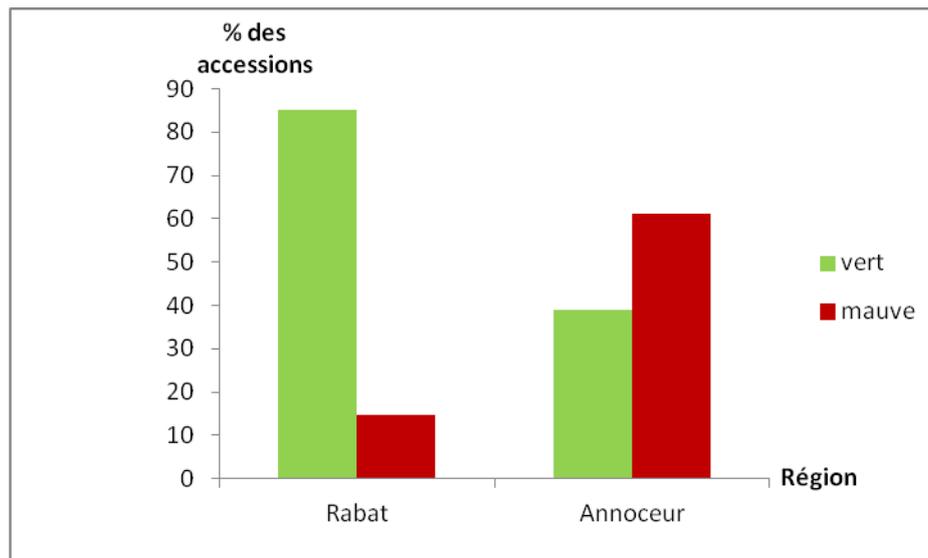


Figure14 : Couleur de tige des accessions d'*O.compactum*

## 8.Stades phénologiques

En absence de descripteur du cycle phénologique d'*origanum compactum*, la description phénologique d'origan a été adoptée pour suivre les différents stades de développement. La figure 15 montre les différents stades phénologiques d'*Origanum compactum*.

Levée : La levée correspond à l'émergence des cotylédons (germination épigée).Elle se manifeste 8 à 10 jours après la date de semis.

Stade apparition de deux feuilles : Les deux premières feuilles apparaissent 15 à 20 jours après le semis ; à ce stade les plantules sont très sensibles aux attaques des insectes.

Stade apparition de quatre feuilles : La deuxième paire de feuilles se déploie 30 à 45 jours après le semis ; La plantule montre lors de cette phase une certaine résistance au froid et à la

sécheresse ; ses feuilles tendres constituent cependant une alimentation de choix pour les insectes.

Stade d'apparition de six feuilles : L'apparition de la troisième paire de feuilles se produit 45 à 50 jours après le semis ; à ce stade, les cotylédons commencent à flétrir, l'apex végétatif est nettement protégé par les feuilles les plus âgées en particulier quand la plante est soumise à un stress hydrique ou salin.

Ramification : A partir du stade de huit feuilles, soit 50 à 70 jours après le semis, commence le développement des bourgeons axillaires au niveau des trois premiers nœuds.

Floraison : Les premiers boutons fleurissent environ 120 jours après la levée.

La pleine floraison : a lieu en général 5 à 6 mois après la levée.

---



Figure 15 : Stades phénologiques d'*Origanum compactum* d'essai de Guich

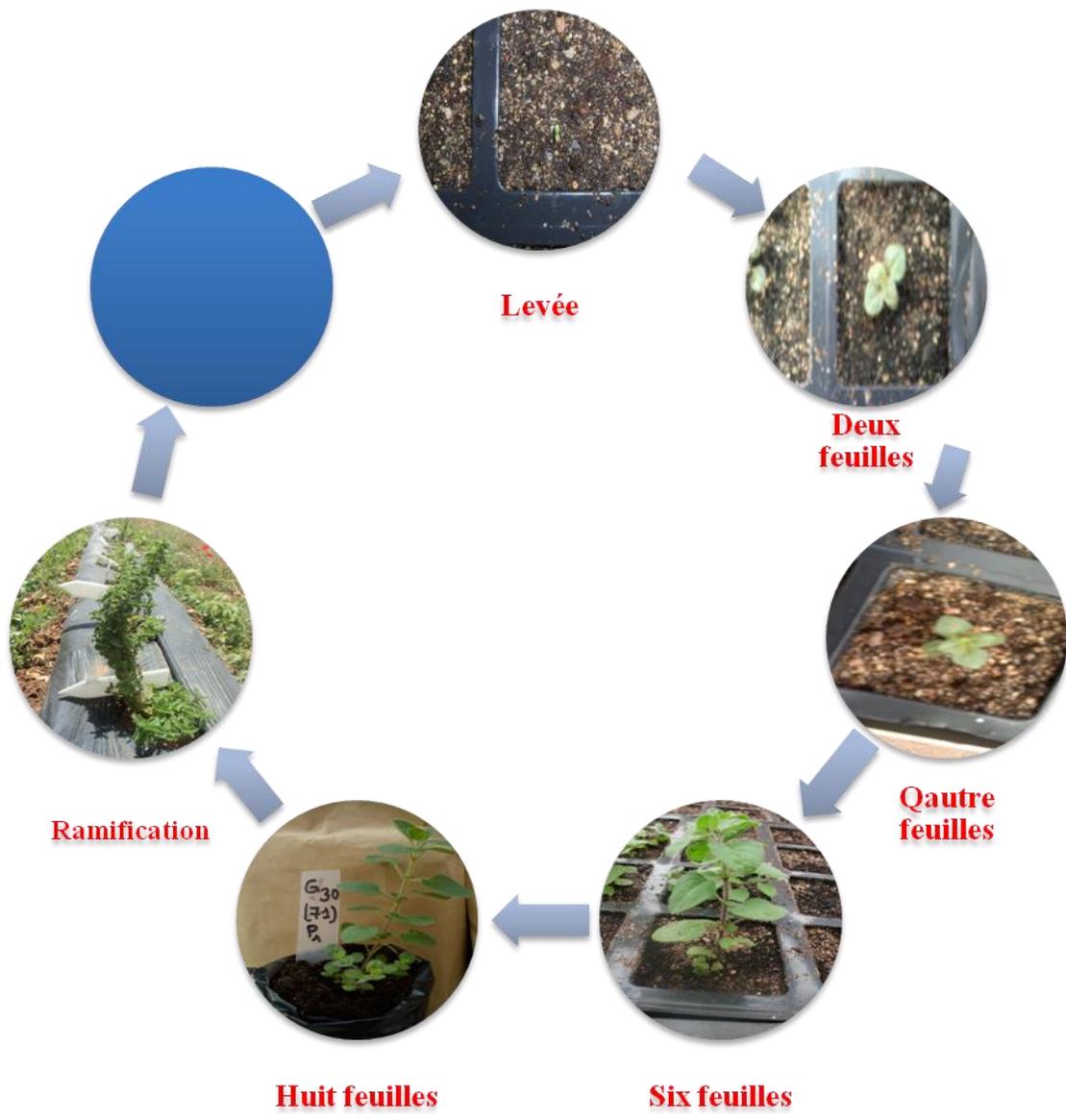


Figure 16 : Stades phénologiques d'*Origanum compactum* d'essai d'Annoceur

## Discussion

D'après l'étude de la caractérisation morphologique et phénologique de quelques accessions d'*origanum compactum* au niveau des deux sites ;domaine de Guich de l'institut national de la recherche agronomique et domaine expérimental d'Annoceur, nous avons constaté il y a une différence significative des différents caractères morphologiques étudiés entre les deux régions ainsi qu'au sein de la même région.

La présence de grande variation des caractères morphologiques au niveau de même région due à la variabilité génétique.

La variation des caractères morphologiques des mêmes accessions dans les deux régions d'étude pourrait être expliquée par ce qui suit :

- Au moment de la transplantation au plein champ les racines peuvent se dessécher ou bien peuvent être perdues.
- Ou pourrait être expliqué par le fait que l'Annoceur se trouve à une altitude d'environ 1350 m qui se caractérise par une nébulosité importante et une température basse, ce qui explique une croissance ( hauteur ,longueur entre noeuds,étage, et la vigueur) des accessions moins importante que par rapport à celle de la région de Rabat qui se trouve à une altitude plus basse 75,3 m et qui se caractérise par une température moyenne et une humidité atmosphérique sachant que l'origan exige un emplacement chaud, il est assez exigeant en humidité.

La pilosité est plus développée au niveau de l'Annoceur qu'à Rabat. Ceci peut être expliqué par le fait que l'origan afin de résister aux conditions difficiles du milieu, il développe plus de poils.La pilosité est un bon indicateur de la teneur en huile essentielle.

Nous avons noté bien que les accessions qui sont implantées dans le domaine Guich (INRA), présente moins de couleur jaune des feuilles et de couleur mauve de la tige par rapport aux accessions qui sont implantées dans le domaine expérimental d'Annoceur. Ceci est liée peut être à la présence d'un stress qui peut être biotique ou abiotique.

---

---

## Conclusion

Cette étude qui a été conduite dans l'objectif de caractériser morphologiquement et phénologiquement des accessions d'*origanum compactum*, nous a permis de soulever les conclusions suivantes :

- Les caractères morphologiques mesurés ont montré une grande variabilité pour les différentes accessions testées. Cette variabilité est significative au sein de la même zone, que dans les deux régions d'études.

- Concernant les paramètres de croissance (hauteur, étages foliaires, longueur des entrenœuds et la vigueur de la plante) des accessions dont l'essai a été mené au domaine du Guich montrent une différence significative par rapport aux accessions de l'essai qui a été mené au domaine expérimental d'Annoceur .

- La pilosité tant qu'indicateur de bon rendement en huile essentielle, nous a permis de distinguer entre les accessions les moins poilues rencontrées au domaine de Guich et les plus poilues rencontrées au domaine d'Annoceur.

- La couleur des feuilles et de tige montre une différence significative entre les accessions de la même population de la même région et aussi entre les deux régions séparés, en effet, le pourcentage des accessions ayant la couleur verte des feuilles et de tige est plus élevé dans le domaine expérimental de Guich.

- concernant le cycle phénologique d'*O.compactum*. nous avons trouvé que le cycle biologique est complet avec tous les stades de développement dans le domaine de Guich, chose qui n' a pas été observée dans le domaine d'Annoceur où le cycle biologique s'arrête au stade ramification.

## Perspectives

Comme perspectives à ce travail, nous pouvons proposer ce qui suit :

- Extraction des huiles essentielles d'*origanum compactum* des deux régions.

- Evaluer l'impact de l'environnement sur le rendement et la qualité de ces huiles essentielles.

---

-Mise en évidence de l'activité antimicrobienne et antifongique des huiles essentielles d'*O.compactum* des deux régions.

-Comparaison de ces huiles essentielles avec les huiles essentielles des plantes mères.

## Références bibliographiques

- **AL FAIZ C., 2006.** Plante du mois: origan. Lettre bimensuelle d'information, sur les plantes Aromatiques et Médicinales. Maroc-PAM. USAID (United States Agency, international Développement). p.4.
  - **AL FAIZ C., 2007.** Biological Diversity, cultural and Economic Value of Medicinal, Herbal and Aromatic Plant in Morocco. United States Department of Agriculture. Agriculture Research Service.
  - **ANTUONO L.F., GULLETTI G.C., BOCCHINI P., 2000.** Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. populations from a north Mediterranean area (Liguria Region, Northern Italy). *Annals of Botany*. 86, 471-478.
  - **ARRAS G., USAI M., 2001.** Fungitoxic activity of twelve essential oils against four postharvest Citrus pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* (L.) oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *J. Food Prot.* 64, 1025-1029.
  - **ATBIB M., 1985.** Contribution à l'étude morphologique des Origans du Maroc et leur utilisation médicinale. *Al Biruniya, Rev. Mar. Phar.*, 1 (2): 107.
  - **BAGAMBOULA C.F., UYTENDAELE M., DEBEVERE J., 2004.** Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiol.* 21, 33-42.
  - **BARDEAU F., 1976.** La médecine aromatique. Robert Laffont, Paris. 335p.
  - **BARDEAU F., 2009.** Les huiles essentielles. Découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale. p 227. Editeur : Lanore. 318 pages
  - **BELLAKHDAR J., EL IDRISSE A., 1996.** Composition chimique des huiles essentielles de trois origans endémiques du Maroc : *Origanum compactum* Benth., *Origanum grosii* Pau & F-Q, *Origanum elongatum* Emb & Mair. Ethnopharmacologie: sources, méthodes, objectifs : actes du 1<sup>er</sup> Colloque Européen d'Ethnopharmacologie. 488p.
  - **BENABID A., 2000.** Flore et écosystèmes du Maroc. Évaluation et préservation de la biodiversité. (pp.154). Paris: Ibiss Press
  - **BENJILALI B., 1986.** Etude de trois plantes aromatiques et médicinales du Maroc: armoises, thym et origan. Chimie de leurs huiles essentielles, chimiotaxonomie et propriétés antimicrobiennes. Doctorat ès-Sciences Agronomiques IAV Hassan II. Rabat - Maroc.
-

- **BENJILALI B., 1996.** Etude des origans. Rapport N°1 relatif à « l'action pilote pour la valorisation des plantes aromatiques et à huiles essentielles dans le Rif. Projet objet du contrat de service N° 14/96/GEF.RIFE »
  - **BENJILALI B., ETTALIBI M., ISMAILI-ALAOUI M., ZRIRA S., 1996.** Plantes Aromatiques et médicinales et leurs Huiles essentielles. Congrès International organisé par l'institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat (Maroc).
  - **BOUCHIKHI T., 1994.** Activité antimicrobienne de quelques huiles essentielles. Thèse de Doctorat. Université Blaise Pascal, 106p.
  - **BRAGA P.C., DAL SASSO M., CULICI M., GASASTRI L., MARCECA M., GUFFANTI E.E., 2006.** Antioxidant potential of thymol determined by chemiluminescence inhibition in human neutrophils and cell-free systems. *Pharmacology*. 76, 61-68.
  - **CABASSU P., FIGUEREDO G., CHALCHAT J., PASQUIER B., 2005.** Studies of Mediterranean oregano populations-V. Chemical composition of essential oils of oregano: *O. syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) Ietswaart, *O. syriacum* L. var. *sinaicum* (Boiss) Ietswaart, and *O. syriacum* L. var. *syriacum* from Lebanon and Israel. *Flavour Frag. J.*20:164-168.
  - **CALDERONE N.W., SHIMANUKI H., 1994.** An in vitro evaluation of botanical compounds for the control of the honeybee pathogens *Bacillus larvae* and *Ascosphaera apis*, and the secondary invader *B. alvei*. *J Essent Oil Res.* 6, 279-287.
  - **CETIN H., YANIKOGLU A., 2006.** A study of the larvicidal activity of *Origanum* (Labiatae) species from southwest Turkey. *Journal of Vector Ecology.* 31 (1), 118-122.
  - **CHAMI F., 2005.** Evaluation *in vitro* de l'Action Antifongique des Huiles Essentielles d'Origan et de Girofle et de leurs Composés Majoritaires *in vivo* Application dans la Prophylaxie et le Traitement de la Candidose Vaginale sur des Modèles de Rat et de Souris Immunodéprimés. Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences. Université Sidi Mohamed Ben Abdallah. Faculté des Sciences Dhar El Mehrez Fès.
  - **CHAWKI W., LEGER D.Y., ELJASTIMI J.L., HMAMOUCHE M., 2010.** [Antiproliferative effect of extracts from \*Aristolochia baetica\* and \*Origanum compactum\* on human breast cancer cell line MCF-7.](#) *Pharm Biol.* 48 (3), 269-74.
-

- **CHEBLI B., ACHOURI M., IDRISSE HASSANI L.M., HMAMOUCHE M., 2003.** Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea*. Pers: Fr. J. Ethnopharmacology, 89, 165-169.
  - **COSTAS Á., THANOS C., COSTAS C., SKAROU F., 1995.** Ecophysiology of germination in the aromatic plants thyme, savory and oregano (Labiatae). *Seed Science Research*. 5, 161-170.
  - **COSENTINO S., TUBEROSO C.I.G., PISNAO B., SATTI M., MASCIA V., ARZEDI E., 1999.** In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. Lett. Appl. Microbiol., 29 (2), 130-135
  - **CRESPO M.E., JIMENEZ J., GOMIS E., NAVARRO C., 1990.** Antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus serpylloides* subspecies *gadorenensis*. *Microbios*, 61, 181-184.
  - **DELAVEAU P., BAJA MF., (1982).** Preliminary Studies on the Extraction of Anthracene Derivatives in the Course of the Preparation of Tisanes. *Plantes Medicinales et Phytotherapie*. 15, 240-4.
  - **DE MARTINO L., DE FEO V., FORMISANO C., MIGNOLA E. SENATORE F., 2009.** Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils from Three Chemotypes of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart Growing Wild in Campania (Southern Italy). *Molecules*. 14, 2735-2746.
  - **DE MASTRO G. 1996.** Crop domestication and variability within accessions of *Origanum* genus. In: Padulosi S, ed. Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8-12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. Rome: IPGRI, 34-48.
  - **DERWICH E., BENZIANE Z., MANAR A., BOUKIR A., TAOUIL R., 2000.** Phytochemical activity of the essential oil of *Origanum vulgare* from Morocco. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*. 5 (2), 120-129
  - **DUKE, J.A., 1985.** Handbook of Medicinal Herbs, CRC Press, Boca Raton, FL: CRC Press. 870p.
  - **ECONOMOUA G., PANAGOPOULOSA G., TARANTILIS P., KALIVASC D., KOTOULASA V., TRAVLOSA I.S., POLYSIOUB M., KARAMANOSA A., 2011.** Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* (L.) and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. *Industrial Crops and Products*. 33, 236–241.
-

- **EDRIS A.E., 2007.** Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A review. *Phytother. Res.* 21, 308-323.
  - **FLEISHER A., SNEER N., 1982.** Oregano spices and *Origanum* chemotypes. *J. Sci.Food Agric.* 33 (5), 441-446.
  - **FLEISHER A., FLEISHER Z., 1988.** Identification of Biblical hyssop and origin of the traditional use of oregano group herbs in the Mediterranean region. *Econ. Bot.* 42, 232-241.
  - **FLEMING T., 1998.** PDR For Herbal Medicines. Montvale, N.J.: Medical Economics Co. Inc., 1244 pp.
  - **GRUENWALD, J., 2000.** PDR for Herbal Medicines, 2<sup>nd</sup> ed., Medical Economics Co., Montvale, NJ.
  - **FIGUEREDO G., CHALCHAT J., PASQUIER B., 2005.** A study of the mediterranean oregano populations. Chemical composition of essential oils of *Origanum ehrenbergii* boiss. from two populations in Lebanon. *The Journal of essential oil research A.* 17 (6), 593-596.
  - **HAMMER K.A., CARSON C.F., RILEY T.V., 1999.** Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol.* 86 (6), 985-990.
  - **HAMMER K.A., CARSON C.F., RILEY T.V., 2003.** Antifungal activity of the components of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. *J. Appl. Microbiol.* 95, 853-860.
  - **HMAMOUCI, M. 2001 :** Les plantes Médicinales et Aromatiques Marocaines. Utilisation, Biologie, Ecologie, Chimie, Pharmacologie, Toxicologie, Lexiques. 2<sup>ème</sup> Edition, 450 p.
  - **HMAMOUCI J., 2000.** Contribution à l'étude chimique et antimicrobienne de 94 plantes médicinales marocaines et valorisation pharmaceutique d'*Origanum compactum* Benth. Thèse de Doctorat National. Université Mohamed V, Faculté de médecine et de pharmacie. Rabat, Maroc.
  - **HONDA G., YESILADA E., TABATA E., SEZIK T., FUJITA Y., TAKEDA Y., TAKAISHI Y., TANAKA T., 1996.** Traditional medicine in Turkey VI. Folk medicine
-

in West Anatolia: Afyon, Kütahya, Denizli, Mugla, Aydin provinces. *J. Ethnopharm.* 53: 75-87.

- **HULIN V., MATHOT A.G., MAFART P., DUFOSSE L., 1998.** Antimicrobial properties of essential oils and flavor compounds. *Sciences des Aliments.* 18, 563–582.
- **ITEIPMAI (Institut Technique pour l'Exploitation Industrielle des Plantes Médicinales, Aromatiques et Industrielles), 1998.** Fiche technique : Origan. Editeur: Chemillé, France.
- **ISMAEL A., PIERSON MD., 1990.** Inhibition of growth and germination, outgrowth, and vegetative growth of *Clostridium botulinum* 67B by spice oils. *Journal of Food Science.* 53, 755–8.
- **ISERINP., 2001.** Encyclopédie des plantes médicinales. Identification, préparations, soins. Deuxième Edition : Larousse, Paris. 335p.
- **JOHN C., STILES MS., SPARKS W., ROBERT A., 1995.** The inhibition of *Candida Albicans* by Oregano. *Journal of applied nutrition.* 47 (4),
- **KHALFI O., SAHRAOUL N., BENTAHAR F., BOUTEKEDJIRET., 2008.** Chemical composition and insecticidal properties of *Origanum glandulosum* essential oil from Algeria. *J. Sci. Food Agric.* 89 (9), 1562-1566.
- **KORDALI S., CAKIR A., OZER H., CAKMAKCI R., KESDEK M., METE E., 2008.** Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresour. Technol.* 99, 8788–8795
- **KORUKLUOGLU M., GURBUZ O., SAHAN Y., 2009.** Chemical characterization and antifungal activity of *Origanum Onites* L. Essential oils and extracts. *Journal of food safety.* 29 (1), 144-161.
- **KONSTANTIA A., AFRODITI S., KOKKINI S., LANARAS T., ARSENAKIS M., 1998.** Antifungal Activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* Essential Oils against Human Pathogenic Fungi. *J. Agric. Food Chem.* 46 (5), 1739–1745.
- **KIVANC M., AKGUL A., DOGAN A., 1991.** Inhibitory and stimulatory effects of cumin, oregano and their essential oils on growth and acid production of *Lactobacillus*

*plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides*. *International Journal of Food Microbiology*. 13, 81-85.

- **LAWRENT B.M., 1984.** The botanical and chemical aspects of oregano. *Perfumer and Flavorist*. 9, 41-51.
  - **LUKAS B., SCHMIDERER C., FRANZ C., 2009.** Composition of Essential Oil Compounds from Different Syrian Populations of *Origanum syriacum* L. (Lamiaceae). *Journal of agricultural and food chemistry* (Print) A. 57 (4), 1362-1365.
  - **MANOHAR V., INGRAM C., GRAY J., TALPUR N.A., ECHARD B.W., BAGCHI D., PREUSS H.G., 2001.** Antifungal activities of *Origanum* oil against *Candida albicans*. *Mol. Cellular Biochem*. 228 (1-2), 111-117.
  - **MOCKUTE D., BERNOTIENE G., JUDZENTIENE A., 2001.** The essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* growing wild in Vilnius district (Lithuania). *Phytochemistry A*. 57 (1), 65-69.
  - **NIELSEN P.V., RIOS., 2000.** Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. *Int. J. Food Microbiol*. 60, 219-229.
  - **NOVAK J., LUKAS B., FRANZ C.M., 2008.** The Essential Oil Composition of Wild Growing Sweet Marjoram (*Origanum majorana* L., Lamiaceae) from Cyprus, Three Chemotypes. *The Journal of essential oil research A*. 20 (4), 339-341.
  - **PEIRCE A., 1999.** The APha Practical guide to natural Medicines, stonesong Press Book, Wm. Morrow and Co., Inc., New York
  - **PEPELJNJAK S., KOSALEC I., KALODERA Z., KUSTRAK D., 2003.** Natural antimycotics from Croatian plants. In: Rai M.K. & Rai R., eds. Plant-derived antimycotics. Binghampton, NY, USA: The Haworth Press, 49-81.
  - **PIRBALOUTI A.G., 2007.** The effect of different treatments on seeds dormancy and germination of five species of medicinal plants of Chahar Mahal & Bakhteyari Rubrique. *Pajouhesh & Sazandegi*. 74, 185-192
  - **PUTIEVSKY E., 1983.** Temperature and daylength influences on the growth and germination of sweet basil and oregano. *J. Hort. Sci*. 58, 583-587.
  - **REJDALI M., BIROUK A., 1997.** Diversité biologique et valorisation des plantes médicinales. Ed. Actes; 240 p.
-

- **REMMAL A., 1994.** Activités antibactérienne et antivirale des huiles essentielles d'origan, de girofle et de thym. Thèse de Doctorat d'état es-sciences naturelles. Université Sidi Mohammed Ben Abdallah, Fès.
  - **SALGUEIRO L.R., VACALEIRO C., PINTO E., PINA VAZ C., RODRIGUES A.G. PALMEIRA A., TAVARES C., COSTA-DE-OLIVEIRA S., GONCALVES M.J., MARTINEZ-DE-OLIVEIRA J., 2003.** Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Origanum virens* on *Candida* species. *Planta Medica*. 69 (9), 871-874.
  - **SCIMECA D., TETAU M., 2005.** Votre santé par les huiles essentielles. Le guide pratique pour prévenir et guérir tous les maux quotidiens. Edition : Alpen. 94p.
  - **SHIMONI M., REUVENI R., RAVID U., 1993.** Growth inhibition of plant pathogenic fungi by essential oils. *Hassadeh*. 74 (3), 306-308.
  - **TANTAOUI-ALARAKI A., LATTAOUI N., 1997.** Activité antimicrobienne des huiles essentielles de plantes aromatiques sur des bactéries d'intérêt hygiénique dans l'alimentation. Plantes Aromatiques et médicinales et leurs Huiles essentielles. Congrès International organisé par l'institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat (Maroc).
  - **TAYLOR., FRANCIS., 2002.** Oregano: The Genera *Origanum* and *Lippia*. Edited by Spiridon E. Kintzios. Agricultural University of Athens, Athens, Greece. 245p.
  - **TONK F. A., YUCE S., BAYRAM E., AKCALI GIACHINO R. R., SONMEZ I. D. TELCI S., FURAN M. A., 2010.** Chemical and genetic variability of selected Turkish oregano (*Origanum onites L.*) clones. *Plant systematics and evolution*. 288, 157-165.
  - **ULTEE A., SMID E.J., 2001.** Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. *International Journal of Food Microbiology*. 64, 373–377.
  - **VAN TOOREN B.F., PONS T.L., 1988.** Effects of Temperature and Light on the Germination in Chalk Grassland Species. *Functional Ecology*. 2, 303-310.
  - **VIDAL. L., 1990.** Dictionnaire Vidal. Edition 66. 1960 p.
  - **YESILADA E., HONDA G., SEZIK E, TABATA M., GOTO K., IKESHIRO Y., 1993.** Traditional medicine in Turkey IV. Folk medicine in the Mediterranean subdivision. *J. Ethnopharmacol*. 39: 31-38.
  - **YOSHINO K., HIGASHI N., KOGA K., 2006.** Antioxidant and anti-inflammatory Activities of oregano Extract. *Journal of Health Science*. 52 (2), 169-173.
-

## Annexes

Annexe 1 : Analyse de la variance de hauteur moyenne des accessions d'essais de domaine expérimentale de Rabat

<b>Source</b>	<b>Somme des carrés</b>	<b>Degrés de liberté</b>	<b>Moyenne des carrés</b>	<b>F de Fisher</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Génotype</b>	<b>9681.15</b>	<b>41</b>	<b>230.50</b>	<b>9.92</b>	<b>&lt;.0001</b>

Annexe 2 : Analyse de la variance de la moyenne de longueur des entre-nœuds des accessions d'essais de domaine expérimentale de Rabat

<b>Source</b>	<b>Somme des carrés</b>	<b>Degrés de liberté</b>	<b>Moyenne des carrés</b>	<b>F de Fisher</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Génotype</b>	<b>2.91</b>	<b>41</b>	<b>0.07</b>	<b>2.19</b>	<b>0.0015</b>

Annexe 3 : Analyse de la variance de moyenne des étage foliaires des accessions d'essais de domaine expérimentale de Rabat

<b>Source</b>	<b>Somme des carrés</b>	<b>Degrés de liberté</b>	<b>Moyenne des carrés</b>	<b>F de Fisher</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Génotype</b>	<b>1257.62</b>	<b>41</b>	<b>29.94</b>	<b>1.93</b>	<b>0.0064</b>

---

---

Annexe 4 : Analyse de la variance de la pilosité des accessions d'essais de domaine expérimentale de Rabat

<b>Source</b>	<b>Somme des carrés</b>	<b>Degrés de liberté</b>	<b>Moyenne des carrés</b>	<b>F de Fisher</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Génotype</b>	<b>121.55</b>	<b>41</b>	<b>2.89</b>	<b>1.66</b>	<b>0.0284</b>

Annexe 5 : Analyse de la variance de la vigueur des accessions d'essais de domaine expérimentale de Rabat

<b>Source</b>	<b>Somme des carrés</b>	<b>Degrés de liberté</b>	<b>Moyenne des carrés</b>	<b>F de Fisher</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Génotype</b>	<b>67.92</b>	<b>41</b>	<b>1.61</b>	<b>3.42</b>	<b>&lt;.0001</b>

Annexe 6 : Analyse de la variance de la moyenne de hauteur des accessions dans les deux région.

<b>Source</b>	<b>SC</b>	<b>ddl</b>	<b>MC</b>	<b>Valeur de</b>	<b>Probabilit</b>
<b>ACC</b>	<b>43192.32</b>	<b>41</b>	<b>58.36</b>	<b>4.15</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Région</b>	<b>21238.48</b>	<b>1</b>	<b>91.94</b>	<b>1.58</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>ACC*Régio</b>	<b>3314.10</b>	<b>41</b>	<b>19.38</b>	<b>3.33</b>	<b>&lt;0001</b>

Annexe 7 : Analyse de la variance de la moyenne de longueur des entre-nœuds des accessions dans les deux région.

<b>Source</b>	<b>SC</b>	<b>ddl</b>	<b>MC</b>	<b>Valeur de</b>	<b>Probabilit</b>
---------------	-----------	------------	-----------	------------------	-------------------

<b>ACC</b>	<b>361.13</b>	<b>41</b>	<b>0.48</b>	<b>36.62</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Région</b>	<b>1018.65</b>	<b>1</b>	<b>4.40</b>	<b>9.04</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>ACC*Régio</b>	<b>3314.10</b>	<b>41</b>	<b>19.38</b>	<b>2.70</b>	<b>0.0087</b>

Annexe 8 : Analyse de la variance de la moyenne des étage foliaires des accessions dans les deux région.

<b>Source</b>	<b>SC</b>	<b>ddl</b>	<b>MC</b>	<b>Valeur de</b>	<b>Probabilit</b>
<b>ACC</b>	<b>76.27</b>	<b>41</b>	<b>0.31</b>	<b>6.03</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Région</b>	<b>73.37</b>	<b>1</b>	<b>0.10</b>	<b>3.08</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>ACC*Régio</b>	<b>3314.10</b>	<b>41</b>	<b>19.38</b>	<b>0.33</b>	<b>0.038</b>

Annexe 9 : Analyse de la variance de pilosité des accessions dans les deux région.

<b>Source</b>	<b>SC</b>	<b>ddl</b>	<b>MC</b>	<b>Valeur de</b>	<b>Probabilit</b>
<b>ACC</b>	<b>76.27</b>	<b>41</b>	<b>0.31</b>	<b>6.03</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Région</b>	<b>73.37</b>	<b>1</b>	<b>0.10</b>	<b>3.08</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>ACC*Régio</b>	<b>3314.10</b>	<b>41</b>	<b>19.38</b>	<b>0.33</b>	<b>0.038</b>

Annexe 10 : Analyse de la variance de la vigueur des accessions dans les deux région.

<b>Source</b>	<b>SC</b>	<b>ddl</b>	<b>MC</b>	<b>Valeur de</b>	<b>Probabilit</b>
<b>ACC</b>	<b>1018.65</b>	<b>41</b>	<b>17.87</b>	<b>36.62</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Région</b>	<b>361.13</b>	<b>1</b>	<b>0.10</b>	<b>13.63</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>ACC*Régio</b>	<b>3.03</b>	<b>41</b>	<b>0.008</b>	<b>0.001</b>	<b>0.022</b>