

# République tunisienne

Université de Carthage.		Institution de la Recherche Et de l'Enseignement Supérieur Agricoles.
-------------------------	--	---

Institut National Agronomique de Tunisie

## THÈSE DE DOCTORAT

en Sciences Agronomiques Spécialité Génie rural, Eaux et Forêts

**Caractérisation phénologique, multiplication et Valorisation de deux espèces autochtones de la Kroumirie (nord-ouest tunisien): *Rosa canina L.* et *Rosa sempervirens L.***

Présentée par : Mme Hanène Ghazghazi-Albouchi

Soutenue publiquement le 28 Janvier 2012 devant le Jury d'examen composé par :

**Pr Hédi Daghari**

**: Président**

**Pr Brahim Hasnaoui**  
thèse

**: Directeur de**

**Pr Mohamed Bousaid**

**: Rapporteur**

**Pr Mohamed Larbi Khouja**

**: Rapporteur**

**Dr Houcine Sebei**

**: Examineur**

Laboratoire des Ressources Sylvopastorales de Tabarka

Je dédie ce travail à mes très chers parents, mes frères et soeurs, mon mari et mon fils Mohamed Khalil.

## *Avant propos*

Au terme de ce travail, je dois donc me soumettre à l'exercice imposé et au combien important, des remerciements. Cet exercice se justifie pleinement par les contributions diverses et variées qui ont été apportées à ce travail mais les sentiments sont partagés au moment d'écrire. D'un côté, la joie d'exprimer une profonde marque de reconnaissance, d'un autre côté, c'est aussi pour moi une angoisse plus forte que celle ressentie au moment de la rédaction du document puisqu'il faut être à la hauteur de la gratitude et de l'amitié que je porte aux nombreuses personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail.

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de thèse, Monsieur le **Professeur Brahim Hasnaoui**, pour m'avoir accueilli au sein de son équipe et permis de faire mon travail de thèse dans l'environnement stimulant d'un groupe de recherche. J'ai ainsi eu l'occasion de présenter quelques uns de mes résultats scientifiques lors de différents congrès nationaux et internationaux. Je suis également reconnaissant de la confiance qui m'a été accordée.

Je suis très honorée que Monsieur **Hédi Daghari**, Professeur à l'INAT, ait bien voulu présider ce Jury. Je le remercie bien vivement.

Mes vifs remerciements s'adressent également à Monsieur **Mohamed Bousaid**, Professeur à l'INSAT et Monsieur **Mohamed Laarbi KHOUJA**, Directeur de recherche

à l'INRGREF, qui ont accepté d'évaluer ce travail et apporter les corrections jugées nécessaires. Leurs critiques très appréciables m'ont permis d'améliorer le manuscrit tant sur le plan forme que fond.

Pareillement, je remercie Monsieur **Houcine SEBEI**, Maître de conférences à l'ESA Mograne, d'avoir accepté d'examiner et juger cette thèse.

Mes remerciements les plus profonds s'adressent à Monsieur **Mustapha Ksontini** Maître de recherche à l'INRGREF, à qui je suis redevable d'une aide matérielle pour la réalisation une partie de ma thèse. Qu'il reçoive avec mon plus profond respect, toute ma gratitude.

-Je remercie vivement Dr. Taher Sghair de m'avoir aidée dans le traitement statistique des donnée.

Ce travail n'a été possible que par l'appui et l'aide de plusieurs autres personnes que je tiens à remercier vivement :

-Tous les chauffeurs qui m'ont accompagnée lors de mes sorties sur le terrain ;

-Je ne saurais oublier d'adresser ma profonde reconnaissance à tous les ingénieurs et techniciens ainsi qu'à toute l'équipe relevant des arrondissements forestiers de Aïn Draham, Fernana et El Feija, de l'Institut Sylvo – Pastoral de Tabarka, de l'ESA Mograne et l'I.N.R.G.R.E.F.

J'adresse mes très vifs remerciements à mes chers collègues assistantes contractuelles à l'ISBB de Béja essentiellement Sondes A.

Enfin, j'adresse mes remerciements les plus chaleureux à tous ceux et celles que j'ai oubliés. Qu'ils trouvent ici toutes mes excuses les plus sincères.

<b>Table des Matières</b>	
<b>Chapitre 1 : Synthèse bibliographique</b>	
1. Taxonomie des Rosacées.....	1
.....	
1.1. Caractères généraux du genre " <i>Rosa</i> ".....	1
.....	
1.2. Description botanique des espèces du genre " <i>Rosa</i> " en Tunisie.....	1
1.2.1. <i>Rosa gallica</i> L.....	1
.....	
1.2.2. <i>Rosa agrestis</i> Savi.....	2
.....	
1.2.3. <i>Rosa sicula</i> .....	2
.....	
1.2.4. <i>Rosa sempervirens</i> (L).....	2
.....	
1.2.5. <i>Rosa stylosa</i> (Desv).....	3
.....	

1.2.6. <i>Rosa micrantha</i> (Sm. et Sow.)..... .....	4
1.2.7. <i>Rosa moschata</i> (J. Herrm)..... .....	4
1.2.8. <i>Rosa canina</i> (L)..... .....	4
1.3. Répartition géographique des deux espèces..... ....	8
1.3.1. En Tunisie..... .....	8
1.3.2. Dans le monde..... .....	8
1.4. Utilisation des espèces..... .....	8
1.4.1. Domaine ornemental et agronomique..... .....	8
1.4.2. Domaine médicinal..... .....	9
1.4.3. Parasites et ravageurs des Rosa..... .....	9
1.4.3.1. Maladies cryptogamiques..... .....	10
1.4.3.2. Les insectes..... .....	10
2 . Multiplication..... ..... .	10
2.1. Multiplication sexuée..... .....	10

2.1.1 Par graines.....	11
2.1.2 La dormance.....	11
2.1.2.1. La levée de dormance.....	12
2.1.2.1.1 Prétraitements physiques.....	12
2.1.2.1.2 Prétraitements chimiques.....	12
2.2. Multiplication végétative.....	13
3. Les huiles essentielles.....	14
3.1 Historique.....	14
3.2. Définitions.....	15
3.3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	16
3.4. Composition chimique.....	16
3.5. Variabilité des huiles essentielles.....	17
3.6. Localisation des huiles essentielles.....	17
3.7. Fonctions biologiques des huiles essentielles.....	18

3.8. Utilisation des huiles essentielles..... .....	18
3.9 Procédés d'extraction des huiles essentielles..... .....	18
3.9.1. Expression à froid..... .....	19
3.9.2 Hydrodistillation..... .....	
3.9.3 Extraction par micro-onde..... .....	19
3.9.4 Extraction à l'eau surchauffée..... .....	19
3.9.5 Extraction distillation s i m u l t a n é e (SDE)..... ...	19
<b>3.9.6 Extraction par le CO<sub>2</sub> à l ' é t a t supercritique..... .....</b>	19
<b>3.9.7 Extraction au moyen de solvants..... .....</b>	20
3.9.8 Extraction par solvants fixes..... .....	20
3.9.9 Extraction par solvants volatiles..... .....	20
3.10. Analyse des huiles essentielles..... .....	20

4. Mesure de l'activité antioxydante des huiles essentielles.....	22
4.1. Mesure des pouvoirs chélateur et réducteur.....	23
4.2. Mesure du pouvoir antioxydant en systèmes modèles.....	24
4.2.1 Tests de mesure du pouvoir de piégeage des radicaux libres.....	24
4.2.2 Mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH <sup>•</sup> .....	24
4.2.3 Piégeage du radical cation 2,2-azino bis - (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonate) (ABTS <sup>+</sup> ).....	26
<b>Chapitre 2 : cadre naturel d'étude</b>	
2. Cadre de l'étude.....	27
2.1. Description de la région : La Kroumirie.....	27
2.2. Données climatiques.....	27
2.2.1. Les précipitations.....	27
2.2.2. La neige.....	28

2.2.3. Les températures..... ..... .....	29
2.2.4. Le sol..... ..... .....	29
2.2.4.1. Les sols très peu évolués..... .....	30
2.2.4.2 Les sols peu évolués..... .....	30
2.2.4.3. les sols calcimorphes..... .....	30
2.2.4.4. Les vertisols..... ..... .	30
2.2.4.5. Les sols hydromorphes..... .....	30
2.2.4.6. Les sols bruns forestiers..... .....	30
2.2.4.7. Les sols bruns lessivés..... .....	30
2.2.4.8. Les sols lessivés podzoliques..... .....	31
2.2.4.9. Les sols lessivés..... .....	31
2.2.5. La végétation..... ..... .....	31
<b>Chapitre 3 : Matériel et méthodes</b>	

<b>3.1. Méthodes de prospection et de caractérisation écologique des sites des espèces <i>Rosa</i> en Kroumirie.....</b> .....	34
3 . 2 . S u i v i phénologique..... .....	36
3.3. Analyses physico – chimiques d u sol.....	36
3.4. Méthodes de multiplication de fruits..... .....	37
3.4.1. Multiplication sexuée..... .....	37
3.4.1.1 Collecte et germination des graines..... .....	37
3.4.1.2. Dispositif expérimental..... .....	39
3.4.1.3. Paramètres mesurés..... .....	39
3.4.2. Multiplication asexuée..... .....	40
3.4.2.1 . Echantillonnage..... .....	40
3.4.2.2. Protocole expérimental..... .....	40
3.4.2.3. Dispositif expérimental..... .....	41
3.4.2.4. Paramètres observés Analyse d e s données.....	41

3.5. Extraction et analyse des huiles essentielles..... ..	41
3.5.1. Matériel végétal..... .....	41
3.5.2. Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation.....	42
3.5.2.1 Analyse des huiles essentielles par chromatographie gazeuse-FID et GC-MS..... .....	42
3.5.2.1.1. Chromatographie gazeuse..... .....	42
3.5.2.1.2. GC-MS..... .....	43
3.5.2.1.3. Identification des composés..... .....	43
3.6. Préparation des extraits végétaux..... .....	43
3.6.1. Extraction continue par soxhlet..... .....	43
3.6.2. Préparation des différents extraits..... .....	44
3.7. Dosage des polyphénols..... .....	44
3.7.1. Phénols totaux..... .....	44
3.7.2. Flavonoïdes..... .....	45

3.8. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits.....	45
3.8.1. Evaluation de l'activité antioxydante des différents extraits .....	45
3.8.2. Pouvoir de piégeage des Radicaux ABTS.....	45
....	
<b>Résultats</b>	
<b>Chapitre 4: Analyse de la phénologie</b>	
Introduction.....	
.....	47
.....	
4.1. Caractérisation de développement annuel des deux espèces.....	48
4.1.1. Phénologie de <i>R. canina</i> .....	48
.....	
4.1.2 Phénologie de <i>R. sempervirens</i> .....	51
.....	
4.1.3. Comparaison des phénologies de <i>R. canina</i> et <i>R. sempervirens</i> .....	54
4.1.3.1. Phase de feuillaison.....	54
.....	
4.1.3.2. Phase de floraison.....	54
.....	
4.1.3.3. Phase de fructification .....	55
.....	
4-2- Analyse de la variabilité morphologique.....	58
.....	

4-3- Variabilité globale de provenances analysées pour les deux espèces....	64
Discussion..... ..... .....	
<b>Chapitre 5: La multiplication</b>	
<b>Introduction</b>	67
5.1. La multiplication sexuée..... .....	68
5.1.1. Facteurs influençant la germination des graines.....	68
5.1.1.1. Effet de la date de récolte des graines sur leur capacité germinative.....	68
5.1.2. Influence du substrat et de la provenance sur la germination des deux espèces..... .....	69
5.1.2.2. Les paramètres de croissance..... .....	70
5.1.2.2.1. Hauteur de la tige des plantules..... .....	70
5.1.2.2.2 Elongation du système racinaire..... .....	71
5.1.3. Influence de la durée et de la nature de conservation des graines sur la germination..... .....	74
5.1.3.1. La conservation à l'air libre..... .....	74

5.1.3.2. La conservation par le froid..... .....	75
5.1.3.3 La stratification..... .....	77
5.1.4. La levée de la dormance..... .....	78
5.1.4.1. <i>R. canina</i> ..... .....	78
5.1.4.1.1. La conservation à l'air libre..... .....	78
5.1.4.1.2 Conservation des graines par stratification..... .....	80
5.1.4.1.3 La conservation au froid..... .....	81
5.1.4.2. <i>R. sempervirens</i> ..... .....	83
5.1.4.2.1 La conservation à l'air libre..... .....	83
5.1.4.2.2. Conservation des graines par stratification..... .....	84
5.1.4.2.3 La conservation au froid..... .....	86
5.1.5 Cinétique de germination des graines et croissance des plants de <i>R. canina</i> ..... ..... .....	87
5.1.5.1. Cinétique de germination..... .....	87

5.1.5.2. Evolution des paramètres de croissance..... .....	91
5.1.5.2.1 Longueur de la racine principale..... .....	91
5.1.5.2.2. Nombre des racines..... .....	91
5.1.5.2.3. Nombre moyen des folioles..... .....	91
5.1.5.2.4. La longueur de la tige principale..... .....	92
5.1.6. Cinétique de germination des graines et croissance des plants de <i>R sempervirens</i> ..... ..... .....	93
5.1.6.1. Cinétique de germination..... .....	93
5.1.6.2. Evolution des paramètres de croissance..... .....	97
5.1.6.2.1 La longueur de la racine principale..... .....	97
5.1.6.1.2 Nombre de racines..... .....	97
5.1.6.1.3 Nombre moyen de folioles..... .....	97
5.1.6.1.4 La longueur de la tige principale..... .....	98
5.2. Multiplication asexuée : bouturage..... .....	99

5.2. 1. <i>Rosa canina</i> ..... .....	99
5.2.1.1. Enracinement des boutures en relation avec la provenance et la date d e prélèvement..... .....	99
5.2.1.2. Influence des traitements des boutures par l'AIB en relation avec la portion de rameau et la provenance de <i>R. canina</i> ..... .....	100
5.2.1.3. Les paramètres de croissance..... .....	101
5.2.1.3.1. Longueur des racines principales..... .....	101
5.2.1.3.2. Elongation de la longueur des racines en fonction du temps.....	102
5.2.1.3.3. Nombres de racines..... .....	103
5.2.1.3.4. Nombre de folioles..... .....	104
5.2. 2. <i>Rosa sempervirens</i> ..... .....	105
5.2.2.1. Enracinement des boutures en relation avec la provenance et la date d e prélèvement..... .....	105
5.2.2.2. Influence de l'AIB sur les n i v e a u x d e prélèvement.....	106
5.2. 2.3. Les paramètres de croissance..... .....	107

5.2.2.3.1. Longueur de la racine principale..... .....	107
5.2.2.3.2. Variations du nombre des racines en fonction de la provenance et du traitement à l'AIB..... .....	108
5.2.2.3.3. Variations du nombre de folioles en fonction de la provenance et du traitement à l'AIB..... .....	108
Discussion..... ..... .....	111
<b>Chapitre 6 : Les huiles essentielles et les composés phénoliques</b>	
<b>Introduction</b>	
6.1. Variation de la composition chimique des huiles essentielles des feuilles de <i>R. canina</i> et <i>R. sempervirens</i> ..... .....	116
6.2. Composition chimique de l'huile essentielle des fleurs de <i>R. canina</i> et <i>R. sempervirens</i> ..... .....	117
6.3. Analyses des extraits..... .....	119
6.3.1. <i>R. canina</i> ..... .....	119
6.3.1.1. Les feuilles..... .....	119
6.3.1.1.1. Concentrations en polyphénols totaux et flavonoïdes.....	119

6.3.1.1.2. Activité antiradiculaire..... .....	120
6.3.1.1.3. Activité antioxydante..... .....	121
6.3.1.2. Les fruits..... .....	122
6.3.1.2.1. Identifications des caroténoïdes..... .....	122
6.3.1.2.2. L'activité antioxydante des extraits des fruits..... .....	123
6.3.2. <i>R. sempervirens</i> ..... .....	124
6.3.2.1. Les feuilles..... .....	124
6.3.2.1.1. Concentrations en polyphénols totaux et en flavonoïdes..... .....	124
6.3.2.1.2. L'activité antiradiculaire..... .....	124
6.3.2.1.3. L'activité antioxydante..... .....	126
6.3.2.2. Les fruits..... .....	126
6.3.2.2.1. Identifications des caroténoïdes..... .....	126
6.3.2.2.2. L'activité antioxydante..... .....	128
Discussion..... ..... .....	129

<b>Référence bibliographique.....</b> .....	
<b>Annexes.....</b> ..... .....	

## ملخص

إن معرفة الأنواع النباتية تعد من أولويات البحث العلمي في بلادنا . تهدف هذه الدراسة إلى معرفة جيدة لـ *Rosa* في منطقة جبال خمير (شمال غرب تونس) من الناحية البيئية، الإحيائية، التكاثر والإنتاج. لقد اجتذبت عائلة *Rosa* الأنظار إليها نظرا لاستعمالاتها المتعددة . إن الاستغلال الأهم لهذا الصنف من النباتات تكمن أساسا في استخراج الزيت وماء الزهر كما تستعمل أيضا في الميدان الطبي ومستحضرات التجميل والمواد الغذائية.

لقد ساعدت الاستطلاعات والرحلات الاستكشافية في إيجاد نوعين من *Rosa*: *R. canina* و *R. sempervirens* وتحديد خصائصهما البيئية ، تكوينها الظاهري والاحيائي . كما أظهرت النتائج هاذين النوعين احتلتا مواقع جغرافية مختلفة : تقع *R. sempervirens* في مواقع منخفضة ومتوسطة الارتفاع في حين نجد *R. canina* في المواقع المرتفعة والرطبة . هذا ويمكن ان تتواجد في منطقة عين دراهم معا .

إن الدراسة الكيميائية للأوراق ، أزهار وثمار *R. canina* و *R. sempervirens* مكنت من التعرف إلى أهم مكوناتها : Polyphenoles et flavonoïdes مما يدل على أهميتهما الاقتصادية على الصعيد العالمي. أما بالنسبة لدراسة مكونات الزيوت المستخرجة من الأوراق فقد لاحظنا وجود اختلاف في المكونات كنتيجة لاختلاف الأقاليم المناخية والعوامل البيئية.

**كلمات المفاتيح: *Rosa* ، البيئة ، الاحيائية ، التكاثر ، الانتاج ، مكونات الزيت.**

## ***Résumé***

La connaissance des espèces forestières, principales et secondaires, autochtones et leur valorisation constitue des priorités de la recherche scientifique de notre pays. Ainsi, nous nous proposons, dans ce travail de contribuer à une meilleure connaissance des espèces du genre *Rosa* dans la région de la Kroumirie (Nord-ouest tunisien) des points de vue écologique, phénologique, multiplication et production. Les rosacées ont toujours attiré l'attention de l'homme pour leurs usages multiples. L'exploitation la plus courante

est celle de l'extraction de leurs huiles essentielles et leur eau de fleurs. Ces dernières étant des produits à haute valeur ajoutée, elles sont utilisées dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques et agroalimentaires.

Les tournées de prospection de terrain nous ont permis de déterminer et de localiser deux espèces du genre *Rosa*: *R. sempervirens* et *R. canina* et de décrire leur caractéristiques écologiques, leur phénologie. L'utilisation de l'analyse en composantes principales des caractères morphologiques (feuilles, fleurs et fruits) et les paramètres écologiques (sol, topographie, etc.) a permis de dégager les deux espèces qui occupent des zones géographiques séparées. En effet, *R. sempervirens* est localisée dans les sites de basses et moyennes altitudes alors que *R. canina* évolue plutôt à des altitudes plus élevées et donc plus continentales et plus fraîches. Il est à souligner qu'au niveau de la station d'Ain Draham, il est possible de constater une cohabitation de ces deux taxons.

Pour la multiplication des deux espèces, des essais de germination en présence de différents traitements (acide sulfurique, eau bouillante...) ont abouti à des résultats significatifs. Pour le bouturage, en présence d'une hormone de croissance, AIB, nous avons obtenu des résultats satisfaisants.

L'étude chimique des échantillons de feuilles, de fleurs et de fruits, a montré la richesse de ces organes en polyphénols, flavonoïdes et caroténoïdes ce qui révèle l'importance thérapeutique de ces deux espèces et donc leurs intérêts économiques à l'échelle internationale.

L'étude des huiles essentielles des feuilles montre des variations dans la composition chimique des points de vue qualitatif et quantitatif qui peuvent être dues à certains facteurs écologiques, à la partie de la plante utilisée, à l'âge de la plante et à la période du cycle végétatif ou même à des facteurs génétiques et environnementaux.

***Mots clés: Rosacées, Rosa canina, rosa sempervirens phénologie, multiplication, germination, bouturage, huiles essentielles.***

***Abstract***

Knowledge of forest species including primary, and secondary and indigenous ones and their possible valorization constitute one of the priorities of scientific research in our country. Thus, in this context, the aim of our work is to contribute to a better understanding of the genus *Rosa* in Kroumirie Region (North western of Tunisia) in ecological, phenological and production points of view.

Rosaceae have always attracted the attention of researchers for their multiple uses. The most common operation is the extraction of their flowers essential oils. These oils are products with high added value which are used in the pharmaceutical, cosmetic and food industries.

Our field survey allowed us on one hand to identify and locate two species of the genus *Rosa*: *R. sempervirens* and *R. canina* and on the other hand to describe their ecological and phenological characteristics. The application of principal components analysis (ACP) to morphological characters (leaves, flowers and fruit) and environmental variables (soil, topography, etc..) revealed that the two species characterise separate geographical areas. Indeed, *R. sempervirens* is located in sites with low and medium altitudes, while *R. canina* evolves to higher altitudes and cooler inland. It is noteworthy the station of Ain Draham is characterized obviously by the coexistence of these two species.

Concerning the propagation of these two species, seed germination tests with different treatments (sulfuric acid, boiling water ...) showed significant results. Result from vegetative propagation using indole-3-butyric acid (IBA) showed significant difference in response to the effect of IBA in rooting stem cuttings.

Furthermore, chemical study of leaves, flowers and fruits, showed the richness of these organs in polyphenols, flavonoids and carotenoids. This result confirms the therapeutic importance of these two species and their economic value.

The analysis of leaves essential oils composition showed qualitative and quantitative variability which could be due mainly to environmental factors, used organ, stage of vegetative cycle and also to genetics.

***Key words: Rosaceae, Rosa canina, Rosa sempervirens phenology,***

*propagation, seeds propagation, cuttings, essential oils.*

## Liste des Figures

- Figure 1:** Un arbrisseau de *R. sempervirens* (L) (Tabarka 2007).....3
- Figure 2 :** Inflorescence (a), fleurs (b) et fruit (c) de *R. sempervirens* (L) de la région de T a b a r k a e n 2007.....3
- Figure 3 :**Un arbrisseau de *R. canina* de la région d’El Feija en 2007.....6
- Figure 4 :** Inflorescence(a), fleur(b) et fruit de *R. canina*(c) de la région d’El Feija en 2007...6
- Figure 5 :** Identification des composés d’une huile essentielle par CPG/IK et CPG/SM.....22
- Figure 6:** Réaction du radical DPPH<sup>•</sup> avec un antioxydant AH.....25
- Figure 7 :** Formule chimique du radical 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH<sup>•</sup>).....25
- Figure 8 :** Structure chimique de l’ABTS et du radical cation correspondant.....26
- Figure 9 : situation géographique de la zone d’étude en Tunisie (a, b et c).....27
- Figure 10 :** Graines de *R. canina*(a) et *R. sempervirens*(b).....38
- Figure 11 :** Mise en évidence de la dormance tégumentaire des deux espèces.....39
- Figure 12:** Schéma d’un soxhlet.....43
- Figure 13:** courbe d’étalonnage de la concentration d’acide gallique.....45
- Figure 14:** Courbe d’étalonnage de la concentration de la Rutine.....45
- Figure 15:** Phases de développement de *R.canina* à El Feija du 1<sup>er</sup> janvier 2007 au 03 décembre 2007, les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).....49
- Figure 16:** Phases de développement de *R.canina* à El Feija du 1<sup>er</sup> janvier 2008 au 15 mars 2008, les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).....50

<b>Figure 17</b> : Phases de développement de <i>R. canina</i> à Ain Draham du 1 <sup>er</sup> janvier 2007 au 30 novembre 2007 : les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).....	50
<b>Figure 18</b> : Phases de développement de <i>R. canina</i> à Ain Draham du 1 <sup>er</sup> janvier 2008 au 31 décembre 2008, les courbes expriment les fluctuations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).....	51
<b>Figure 19</b> : Phases de développement de <i>R. sempervirens</i> à Tabarka du 5 janvier 2007 au 05 décembre 2007, les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).....	52
<b>Figure 20</b> : Phases de développement de <i>R. sempervirens</i> à Tabarka du 20 février 2008 au 22 décembre 2008, les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (Fe).....	53
<b>Figure 21</b> : Phases de développement de <i>R. sempervirens</i> à Ain Draham du 5 <sup>er</sup> janvier 2007 au 05 décembre 2007, les courbes expriment les fluctuations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (Fe).....	53
<b>Figure 22</b> : Phases de développement de <i>R. sempervirens</i> à Ain Draham du 5 <sup>er</sup> janvier 2008 au 05 décembre 2008, les courbes expriment les variations des taux de floraison (F), de fructification (FR) et de feuillaison (Fe).....	54
<b>Figure 23</b> : Cycle phénologique de <i>R. canina</i> .....	55
<b>Figure 24</b> : Phases phénologique de <i>R. sempervirens</i> .....	55
<b>Figures 25</b> : Les différents stades phénologiques de <i>R. canina</i> de la floraison jusqu'à la fructification (a : début de floraison ; b : début d'ouverture du bouton floral; c : bouton floral moyennement ouvert; d : pleine floraison ; e : fin de floraison; f : fruits matures ; g : fin de maturité).....	56
<b>Figures 26</b> : Les différents stades phénologiques de <i>R. sempervirens</i> de la floraison jusqu'à la fructification (a : début de floraison ; b : ouverture du bouton floral; c : pleine floraison; d : fin de floraison ; e : fruits immatures; f : fruits matures ; g : fin de maturité).....	57
<b>Figure 27</b> : Cercle de corrélation des variables morphologiques et abiotiques du premier plan factoriel de l'ACP.....	62
<b>Figure 28</b> : Projection des individus des deux espèces sur le plan défini par les axes 1 et 2 de l'ACP.....	63

**Figure 29:** Influence de la date de récolte des graines sur le taux de germination des graines.....68

**Figure 30:** RC (a): Taux de germination des graines de *R. canina* en fonction de la provenance, RS (b): Variation des taux de germination des graines de *R. sempervirens* en fonction de la provenance et selon le substrat.....69

**Figure 31:** Evolution de la hauteur de la tige (a : *R. canina* sur terreau, b : *R. sempervirens* sur terreau; c : *R. canina* sur tourbe+perlite, d : *R. sempervirens* sur tourbe+perlite).....71

**Figure 32:** Evolution de la longueur racinaire des plants cultivées sur deux substrats (Terreau, Tourbe+perlite) (a: plants de *R. canina* ; b: plants de *R. sempervirens*).....72

**Figure 33:** Evolution du rapport partie racinaire /partie aérienne des plantes élevées sur deux substrats : Terreau et Tourbe+perlite).....74

**Figure 34:** Influence de la durée de conservation des graines à l'air libre sur la germination des graines de *R. canina* (RC) et *R. sempervirens* (RS).....74

**Figure 35:** Influence de la durée de conservation des graines par le froid sur la germination des graines de *R. canina* (RC) et *R. sempervirens* (RS).....76.

**Figure 36:** Influence de la durée de conservation par stratification sur la germination des graines de *R. canina* (RC) et *R. sempervirens* (RS).....77

**Figure 37:** Pourcentage de germination des graines de *R. canina* conservées à l'air libre en présence des divers traitements (pour l'eau :  $Te_1$ :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15 min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$  : 1 heures).....79

**Figure 38:** Pourcentage de germination des graines stratifiées de *R. canina* en présence des divers traitements (pour l'eau :  $Te_1$ :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15 min ;  $Ta_2$ : 30 min ;  $Ta_3$  : 1 heure).....80

**Figure 39:** Pourcentage de germination des graines de *R. canina* conservées au froid en présence des divers traitements (pour l'eau chaude:  $Te_1$ :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15 min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$  : 1 heure).....82

**Figure 40:** Pourcentage de germination des graines de *R. sempervirens* en fonction des traitements (pour l'eau :  $Te_1$ :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$  : 1 heure) et de la durée de conservation à l'air libre (3, 6 et 9

mois).....83

**Figure 41:** Pourcentage de germination des graines de *R. sempervirens* en présence des divers traitements (pour l'eau :  $Te_1$ : 24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$ : 1 heure) et durant trois période de conservation par stratification.....85

**Figure 42:** Pourcentage de germination des graines de *R. sempervirens* en présence des divers traitements (pour l'eau:  $Te_1$ :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$ : 1 heure) et durant trois périodes de conservation au froid.....86

**Figure 43:** Cinétique de la germination des graines de *R. canina*, provenance Ain Draham, traitées à l'eau bouillie (a) et à l'acide sulfurique (b).....88

**Figure 44:** Cinétique de la germination des graines de *R. canina*, provenance El Feija, traitées à l'eau chaude (a) et à l'acide sulfurique (b).....90

**Figure 45 (a,b,c,d):** Evolution des paramètres de croissance des plants de *R. canina* en fonction des traitements préalables des graines.....93

**Figure 46:** Cinétique de la germination des graines de *R. sempervirens*, provenance Tabarka, traitées à l'eau bouillie (b) et à l'acide sulfurique (a).....95

**Figure 47:** Cinétique de la germination des graines de *R. sempervirens*, provenance Ain Draham, traitées à l'eau bouillie (c) et à l'acide sulfurique (d).....96

**Figure 48 (a,b,c,d) :** Nombre des racines (a) longueurs des racines principales en cm(b), nombre des folioles (c), hauteur de la partie aérienne en cm (d) de *R. sempervirens*.....98

**Figure 49 :** Effet de la date du prélèvement de la bouture sur l'enracinement des plants des deux provenances (El Feija et Ain Draham) de *R. canina*.....99

**Figure 50:** Influence des traitements sur les niveaux de prélèvements.....100

**Figure 51 :** Longueur (cm) des racines principales de *R. canina* après bouturage en fonction des concentrations d'AIB (ppm).....102

**Figure 52:** Evolution de la longueur des racines (cm) en fonction du temps et des concentrations en AIB.....103

**Figure 53:** Nombre des racines et des folioles de *R. canina* après bouturage en fonction des concentrations d'AIB en ppm.....104

**Figure 54:** Taux d'enracinement des boutures de deux provenances, Tabarka et Ain Draham, en fonction des dates de

prélèvements.....	105
<b>Figure 55:</b> Influence des traitements à l'AIB sur les niveaux de prélèvement.....	106
<b>Figure 56 :</b> Longueur de la racine principale en fonction de la provenance (Tabarka et Ain Draham) et du traitement à l'AIB à différentes concentrations.....	107
<b>Figure 57:</b> Evolution de la longueur de la racine principale en fonction du temps et des concentrations en AIB.....	108
<b>Figure 58:</b> Nombre des racines (a) et des folioles (b) par bouture, en fonction de la provenance (Tabarka et Ain Draham) et du traitement à l'AIB à différentes concentrations.....	.110
<b>Figure 59 :</b> Variation des concentrations en polyphénols dans les feuilles de <i>R. canina</i> en fonction de la provenance (1: Ain Zena, 2: Guoirya, 3: Bni Mtir, 4:Hammem Bourguiba, 5: Rad el Koura, 6: Blaket Statir, 7:Station Forestière d'El Feija, 8: Sraa).....	120
<b>Figure 60 :</b> Variation des concentrations en flavonoïdes dans les feuilles de <i>R. canina</i> en fonction de la provenance (1: Ain Zena, 2: Guoirya, 3: Bni Mtir, 4:Hammem Bourguiba, 5: Rad el Koura, 6: Blaket Statir, 7:Station Forestière d'El Feija, 8: Sraa).....	120
<b>Figure 61:</b> Variation des concentrations en b-Carotène et lycopène dans le péricarpe des fruits de <i>R. canina</i> .....	122
<b>Figure 62:</b> Chromatogramme des principaux composés des caroténoïdes. Les pics correspondent à 1, Lycopene; 2, b-Carotene.....	123
<b>Figure 63 :</b> Pourcentage d'inhibition provoqué par l'ABTS sur les extraits des fruits en fonction des provenances (Ain Draham et El Feija).....	123
<b>Figure 64:</b> Variation des concentrations en polyphénols dans les feuilles de <i>R. sempervirens</i> en fonction de la provenance (1: Taref, 2:Bni mtir, 3:Ordha, 4: Oued rnagha, 5: Gelta safra, 6: Oued tetrya, 7: oued Bouterfess, 8: Gantirt jini).....	125
<b>Figure 65:</b> Variation des concentrations en flavonoïdes dans les feuilles de <i>R. sempervirens</i> en fonction de la provenance (1: Taref, 2:Bni mtir, 3:Ordha, 4: Oued rnagha, 5: Gelta safra, 6: Oued tetrya, 7: oued Bouterfess, 8: Gantirt jini).....	125
<b>Figure 66 :</b> Variation des concentrations en b-Carotène dans le péricarpe des fruits de <i>R. Sempervirens</i> .....	.127
<b>Figure 67:</b> Profil chromatographique des principaux composés des caroténoïdes. Les pics correspondent à 1, b-Carotene.....	127
<b>Figure 68 :</b> Pourcentage d'inhibition provoquée par l'ABTS sur les extraits des caroténoïdes en fonction des provenances (Ain Draham et Tabarka).....	128

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1:</b> Caractéristiques des sous espèces de <i>R. canina</i> .....	7
<b>Tableau 2:</b> Les principales maladies ainsi que les symptômes et les moyens de lutte (Brossard et al, 1995).....	10
<b>Tableau 3:</b> Les principaux insectes ainsi que les symptômes et les moyens de lutte.....	10
<b>Tableau 4 :</b> La période de levée de la dormance.....	12
<b>Tableau 5 :</b> Précipitations mensuelles moyennes mesurées dans les trois zones d'étude durant la période 1900 à 1980 (mm).....	27
<b>Tableau 6 :</b> Précipitations mensuelles moyennes mesurées dans les trois zones d'étude durant la période 1981 – 2008 (mm).....	27
<b>Tableau 7:</b> Les températures (°C) dans les stations principales de l'étude entre 1900 et 1980.....	29
<b>Tableau 8 :</b> Les températures mensuelles (°C) moyennes de trois zones d'étude durant la période (1981 à 2008).....	29
<b>Tableau 9:</b> Choix des provenances pour les feuilles.....	42
<b>Tableau 10:</b> Choix des provenances pour les fleurs.....	42
<b>Tableau 11:</b> Températures moyennes mensuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station El Feija.....	49
<b>Tableau 12:</b> Précipitations annuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station El Feija.....	49
<b>Tableau 13:</b> Températures moyennes mensuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Ain	

Draham.....	50
<b>Tableau 14</b> Précipitations annuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Ain Draham.....	50
<b>Tableau 15:</b> Températures moyennes mensuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Tabarka.....	52
<b>Tableau 16:</b> Précipitations annuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Tabarka..	52
<b>Tableau 17:</b> Températures moyennes mensuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Draham.....	53
<b>Tableau 18</b> Précipitations annuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Ain Draham.....	53
<b>Tableau 19:</b> Résultats des analyses de variance relatives aux mesures faites sur les paramètres morphologiques.....	55
<b>Tableau 20:</b> Résultats des analyses de variance relatives aux mesures faites sur les paramètres morphologiques.....	59
<b>Tableau 21:</b> Valeurs propres et contribution à la variation totale relative et cumulée.....	60
<b>Tableau 22:</b> Corrélations des variables initiales avec les quatre premiers axes principaux...61	
<b>Tableau 23:</b> Analyse de variance, comparaison des taux de germination de deux provenances de <i>R. sempervirens</i> sur deux substrats.....	70
<b>Tableau 24: Analyse de variance, comparaison des taux de germination de deux provenances de <i>R. sempervirens</i> sur deux substrats.....</b>	<b>70</b>
<b>Tableau 25 :</b> Résultats de l'analyse de variance pour la longueur de la racine de <i>R. canina</i> sur deux substrats.....	72
<b>Tableau 26:</b> Comparaison de la longueur de la partie racinaire des deux provenances de <i>R. canina</i> sur deux substrats selon le Test de Newman et Keuls.....	72
<b>Tableau 27:</b> Résultats de l'analyse de variance pour la longueur de la racine de <i>R. sempervirens</i> sur deux substrats.....	73
<b>Tableau 28:</b> Comparaison de la longueur de la partie racinaire des deux provenances de	

*R.sempervirens* sur deux substrats selon,le Test de Newman et Keuls.....73

**Tableau 29:** Résultats de l'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation sur la germination des deux espèces.....75

**Tableau 30:** Comparaison des taux de germination des deux espèces sous l'effet de la durée de conservation à l'air libre.....75

**Tableau 31:** Résultats de l'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation par le froid sur la germination des graines des deux espèces.....76

**Tableau 32:** Comparaison des taux de germination des graines des deux espèces sous l'effet de la durée de conservation à l'air libre.....76

**Tableau 33:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation par stratification sur la germination des graines des deux espèces.....77

**Tableau 34:** Comparaison des taux de germination des deux espèces sous l'effet de la durée de conservation à l'air libre.....78

**Tableau 35:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation à l'air libre sur la germination des graines prétraitées de *R. canina*.....79

**Tableau 36:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur sur la germination des graines de *R. canina*.....79

**Tableau 37:** Comparaison des taux de germination des graines de *Rosa canina* à trois périodes de conservation à l'air libre.....80

**Tableau 38:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation des graines stratifiées sur leur propre germination pour *R. canina*.....81

**Tableau 39:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet des traitements sur la germination de *R. canina*.....81

**Tableau 40:** Comparaison des taux de germination de *Rosa canina* à partir de trois dates de conservation.....81

**Tableau 41: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation de graines prétraitées sur la réussite de la germination de *R. canina*.....82**

**Tableau 42: Résultats d'analyse de la variance montrant l'effet des traitements sur la germination des graines de *R. canina*.....82**

**Tableau 43: Comparaison des taux de germination de *Rosa canina* à trois dates de conservation.....82**

**Tableau 44: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation sur la germination de *R. sempervirens*.....84**

**Tableau 45: Résultats récapitulatifs des résultats de l'analyse de la variance pour l'effet des traitements sur la germination des graines de *R. sempervirens*.....84**

**Tableau 46: Comparaison des taux de germination de *Rosa sempervirens* à trois dates de conservation.....84**

**Tableau 47: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation sur la germination des graines de *R. sempervirens*.....85**

**Tableau 48: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet du traitement sur la germination de *R. sempervirens*.....85**

**Tableau 49: Résultats d'analyse de la variance à un facteur, montrant l'effet de la durée de conservation sur la germination des graines de *R. sempervirens*.....86**

**Tableau 50: Résultats d'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur montrant l'effet des traitements sur la germination des graines de *R. sempervirens*.....**

.....87

**Tableau 51:** Résultats de l'analyse de variance à un facteur (effet date) sur l'enracinement de *R. canina*.....99

**Tableau 52:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de la provenance sur l'enracinement de *R. canina*.....100

**Tableau 53:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet du traitement sur l'enracinement de *R. canina*.....100

**Tableau 54 :** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet du niveau de prélèvement sur l'enracinement de *R. canina*.....100

**Tableau 55:** Résultats de l'analyse de variance pour l'effet de l'auxine sur longueur de la racine principale des boutures d'El Feija.....102

**Tableau 56:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur la longueur de la racine principale des boutures d'Ain Draham.....102

**Tableau 57:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur le nombre de racines des boutures d'El Feija.....103

**Tableau 58:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur le nombre de racines des boutures d'Ain Draham.....103

**Tableau 59:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur le nombre de folioles des boutures d'El Feija.....104

**Tableau 60:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur le nombre de folioles des boutures d'Ain Draham.....60

**Tableau 61.** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet date sur l'enracinement des boutures de *R. sempervirens*.....105

**Tableau 62:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la

provenance sur l'enracinement de <i>R. sempervirens</i> .....	106
---	-----

<b>Tableau 63:</b> Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet du traitement sur l'enracinement de <i>R. sempervirens</i> .....	106
--	-----

<b>Tableau 64:</b> Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet du niveau de prélèvement sur l'enracinement de <i>R. sempervirens</i> .....	107
---	-----

<b>Tableau 65:</b> Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur la longueur de la racine principale.....	108
--	-----

<b>Tableau 66:</b> Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur la longueur de la racine principale des boutures d' Ain Draham.....	108
---	-----

<b>Tableau 67:</b> Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur le nombre des racines des boutures de Tabarka.....	109
--	-----

<b>Tableau 68:</b> Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur le nombre des racines des boutures d' Ain Draham.....	109
---	-----

<b>Tableau 69:</b> Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur le nombre des folioles des boutures de Tabarka.....	109
---	-----

<b>Tableau 70:</b> Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur le nombre des folioles des boutures d' Ain Draham.....	110
--	-----

<b>Tableau 71 :</b> La composition des huiles essentielles des feuilles des deux espèces.....	116
---	-----

<b>Tableau 72. :</b> La composition des huiles essentielles des fleurs des deux espèces.....	118
--	-----

<b>Tableau 73:</b> Analyse statistiques des concentrations en polyphénols et en flavonoïdes totaux avec leurs activités antioxydantes des feuilles de <i>R. canina</i> issues de différentes provenances.....	121
---	-----

<b>Tableau 74 :</b> Concentrations en caroténoïdes et activité antioxydante des extraits et des huiles essentielles.....	124
--	-----

<b>Tableau 75:</b> Concentrations en polyphénols et en flavonoïdes totaux avec leurs activités antioxydantes des feuilles de <i>R. sempervirens</i> .....	126
<b>Tableau 76:</b> Concentrations en caroténoïdes et l'activité antioxydante des extraits et des huiles essentielles.....	128

## Introduction

Par sa situation géographique particulière, la Tunisie bénéficie d'une grande diversité écologique ce qui lui confère une richesse remarquable en ressources naturelles en particulier en plantes aromatiques et médicinales (PAM), en regard de sa superficie et de sa diversité bioclimatique. Durant les vingt dernières années, les recherches scientifiques sur les PAM en Tunisie ont pris de plus en plus d'ampleur. Les collectes et les inventaires de ces plantes sont menés dans différentes régions géographiques et le nombre de publications portant sur les différents aspects des PAM s'est multiplié.

L'églantier est une espèce à usages multiples (fleurs, fruits, fleurs), du genre *Rosa*, famille des Rosacées. Cette famille est subdivisée en 4 genres: *Hulthemia* (Dumort) Focke, *Platyrhodon* (Hurst) Rehder, *Hesperhodos* Cockerell et *Rosa* (Wissemann et al. 2007) qui se répartissent dans les régions tempérées, subtropicales et tropicales. En Tunisie, le genre *Rosa* est représenté par 8 espèces : *Rosa gallica* L., *R. agrestis* Savi, *R. sicula* Tratt., *R. sempervirens* L., *R. stylosa* Desv., *R. micrantha* Borrer ex Sm., *R. canina* L., and *R. moschata* Herrm. (Pottier-Alapetite, 1979).

Les espèces du genre *Rosa* représentent des exemples extraordinaires de plantes pérennes à usages multiples ayant un grand potentiel pour la sélection et l'utilisation dans plusieurs domaines.

Ces espèces sont riches en composés phénoliques, en flavonoïdes et en huiles essentielles. Elles sont utilisées dans le domaine culinaire et en médecine traditionnelle pour leurs propriétés antiseptiques, antidiarrhéiques et antibronchiques (Özel et al., 2004).

En Tunisie, seule *Rosa canina* est exploitée pour ses huiles essentielles utilisées essentiellement dans le domaine culinaire dans la région de Zaghouan (60 km au sud de Tunis). Cette espèce, dans ladite région, est réputée allochtone (ramenée par les andalous lors de leur repli au Maghreb après la chute de l'Andalousie) et donc plantée dans les jardins.

Toutefois, le genre *Rosa* est assez bien représenté en Tunisie du Nord, soit dans les zones humides à subhumides et notamment en Kroumirie (Nord-ouest de la Tunisie). *Rosa canina* et *Rosa sempervirens* sont fréquemment rencontrées dans cette région, mais paradoxalement, elles sont presque totalement inexploitées par les populations locales, contrairement à celle de Zaghouan et ses environs.

En outre, les travaux de recherche portant sur ces deux espèces dans la région d'étude sont quasiment inexistantes et elles sont mal connues des points de vue écologiques, biologiques (multiplication, phénologie etc.) et économique.

Par le présent travail nous nous proposons d'apporter dans un premier temps, une contribution à l'amélioration des connaissances en matière de répartition géographique de ces deux espèces en Kroumirie. Ensuite, nous essayons de les caractériser écologiquement dans leur aire de répartition naturelle et de suivre les différents stades de leur développement ou leur suivi phénologique : l'étude de la dynamique de ces deux espèces consiste en un suivi expérimental, en pépinière et au laboratoire des potentialités de réussite de leur multiplication par semis et par boutures.

Ce travail serait incomplet sans un essai de valorisation des deux espèces étudiées montrant ainsi aux habitants de la région la manière d'en tirer les meilleurs profits. Cette valorisation se fait par l'extraction des huiles essentielles, les composés phénoliques, flavonoïdes qui débute obligatoirement par une étape de caractérisations et d'analyses.

Ainsi, nous nous sommes fixés comme objectifs de ce travail :

\*Essai de «cartographie » de la répartition de ces espèces au sein de la région d'étude de ce travail.

\*Etude de la diversité des provenances au niveau de leur aire de répartition afin d'évaluer l'importance de la variabilité aux niveaux inter- et intra-spécifique et en vue de dégager les caractérisations écologique et morphologique des provenances.

\*Etude des aptitudes germinatives en mettant en évidence les effets de l'inhibition endocarpique et de la dormance embryonnaire sur la germination et une étude des aptitudes de la multiplication végétative.

\* Une meilleure valorisation des ressources naturelles, une exploitation optimale du potentiel existant et une maîtrise de leur culture intensive pour une production économiquement plus rentable.

Le présent mémoire comprend six chapitres et est structuré comme suit :

- Un premier chapitre qui synthétise des données bibliographiques ayant trait avec le thème en question et notamment la taxonomie des Rosacées, la répartition des deux espèces étudiées dans le monde et en Tunisie, leurs utilisations, leurs modes de multiplication et leur valorisation par l'extraction des huiles essentielles et d'autres substances végétales ;

- Un deuxième chapitre qui présente le cadre de l'étude (cadre physique : orographie, topographie, climat, etc. et biologique des stations retenues pour cette étude),

- Un troisième chapitre qui expose la méthodologie et le matériel retenus pour la réalisation de ce travail. En effet, les méthodes suivies pour le choix des stations et des parcelles d'étude, pour la détermination des stades phénologiques des espèces en question et pour la caractérisation écologique du milieu, sont expliquées. Par ailleurs, les différentes méthodes d'études des multiplications par semis et par bouturage de *R. canina* et de *R. sempervirens* sont exposées. Enfin, les méthodes retenues pour les différentes extractions et analyses des huiles essentielles et des autres substances végétales sont précisées ;

- Les résultats sont consignés dans les chapitres 4, 5, et 6.

\* Le chapitre 4 comporte une caractérisation générale du milieu en relevant la topographie (altitude, pente, exposition), les données climatiques et notamment la pluviométrie et la température, les données pédologiques et enfin les paramètres biologiques (végétation). Les résultats du suivi phénologique des deux espèces occupent une bonne partie de ce chapitre. Enfin, des corrélations des différents paramètres biologiques et du milieu ont été dégagées par le biais de l'Analyse en Composantes Principales (ACP). Cette analyse a dégagé des répartitions géographiques des espèces étudiées largement influencées par la pluviométrie et la température qui varient

sensiblement avec l'altitude, la pente et l'exposition.

\* Le cinquième chapitre traite des modes de multiplication de chacune des deux espèces. De nombreux résultats sont obtenus concernant les multiplications par voies sexuée et asexuée.

Ainsi les différents traitements préalables des graines ont abouti à des résultats différents allant de l'augmentation des taux de germination à l'inhibition de ces germinations, ces résultats sont aussi corrélés avec les provenances, les substrats, les dates de récolte des semences, les conditions de conservation, etc.

\* Le chapitre six s'intéresse à la valorisation des deux espèces en question en étudiant la composition chimique, les propriétés antioxydantes de l'huile essentielle des feuilles et des fleurs et la composition des fruits en caroténoïdes.

- Ce mémoire se termine par une conclusion qui compare les deux espèces des points de vue écologique, phénologique, multiplication (par graines et par boutures) et compositions chimiques des extraits de feuilles et de graines et richesse en huiles essentielles, en flavonoïdes et en polyphénols.

# Chapitre 1: Synthèse biobliographique

## **1. Taxonomie des Rosacées**

La famille des Rosacées est une famille cosmopolite, présente spécialement dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord (Rodolphe et al, 2004). Elle constitue une importante famille tant par le nombre des espèces (plus de 3000) (Emberger, 1960, Rodolphe et al, 2004) que par les six genres qui sont très diversifiés.

Le genre *Rosa* a été étudié la première fois par François Crépin en 1860 (Melville, 1967). Il renferme 100 espèces sur l'Hémisphère Nord se trouvant dans diverses régions surtout dans le centre et le nord-est de l'Australie (Davis, 1997 ; Nilsson, 1997), dans les zones tempérées et les montagnes intertropicales (Emberger, 1960 ; Nilsson, 1997).

### **1. Caractères généraux du genre "*Rosa*"**

Le genre "*Rosa*" est représenté par des arbrisseaux épineux parfois grimpants. Ils portent des feuilles alternes, composées, exceptionnellement simples. Fleurs terminales ou disposées en corymbes, de type 5, parfois 4, nombreuses étamines (Mensier, 1957; Dominique, 2000).

Les carpelles se terminent par de longs styles qui sont réunis ou agglutinés en une sorte de colonne passant à travers le col de cette bouteille et venant étaler leurs stigmates au milieu des étamines. A la maturité, l'enveloppe de la bouteille devient plus ou moins charnue et tombe avec les carpelles qu'elle renferme, fruit charnu et rouge (Boudy, 1959) et sont riches en phénol, qui est utilisé dans les activités biochimiques (antioxydant, antimutagenique...). Les fruits sont utilisés aussi pour la modification de l'expression des gènes (Topiera et al. 2002; Nakamura et al, 2003).

Selon Pottier-Alapetite (1979), il existe en Tunisie, huit espèces appartenant au genre "*Rosa*" en Tunisie. Ces espèces peuvent être sauvages ou cultivées comme plantes d'ornement ou pour la production d'essence.

### **1. Description botanique des espèces du genre "*Rosa*" en Tunisie**

#### **1.2.1. *Rosa gallica* L.**

Les formes nombreuses que l'on peut grouper sous ce nom sont des arbrisseaux peu élevés dont la taille varie de 40 cm à 1,5 m environ, qui croissent dans les haies et

assez rarement dans les bois. Elles sont quelquefois subspontanées au voisinage des jardins. Les fleurs, d'un beau rose, d'un rose vif, rouges ou parfois d'un rouge velouté se montrent en juin et juillet. Toutes ces plantes ont les caractères communs suivants : Les aiguillons sont très inégaux, certains sont forts, droits ou un peu arqués. Les feuilles moyennes des rameaux florifères ont ordinairement 5 folioles, parfois 3 seulement. Ces folioles sont coriaces ou assez épaisses, présentant des nervures saillantes à la face inférieure et des dents peu profondes. Les fruits mûrs sont rouges, ovoïdes ou presque globuleux (Bossard R. et al, 1984).

**1.2.2. *Rosa agrestis* Savi:** Ce sont des arbrisseaux qui croissent dans les bois ou dans les haies, surtout dans les contrées montagneuses. Les fleurs sont de couleur blanche ou d'un rose clair. On connaît cette espèce aux caractères suivants : Les aiguillons sont inégaux, plus ou moins écartés. Ses folioles sont poilues ou non, ovales ou ovales- allongées. Les sépales sont non glanduleux extérieurement, renversés et tombant après la floraison. Les fruits deviennent charnus bien avant même d'être mûrs et sont ordinairement lisses (Rol et al, 1985).

**1.2.3. *Rosa sicula* :** Les formes assez nombreuses que l'on peut grouper sous ce nom sont constituées par des arbrisseaux de 30 cm. On le reconnaît par ses folioles bordées de cils glanduleux, très glanduleuses en dessous, largement ovales, parfois presque arrondies ; aiguillons inégaux, rapprochés entre eux, les uns droits, les autres peu crochus ou arqués. Les sépales sont plus ou moins glanduleux extérieurement, redressés et persistants après la floraison. Les fleurs sont d'un beau rose.

**1.2.4. *Rosa sempervirens* (L) :** se sont des arbrisseaux de 5 à 10 m de hauteur (figure 1). Des études récentes sur le rosier montrent que *R. sempervirens* ne supporte pas le froid, ce qui explique que l'élévation d'altitude représente une barrière à l'existence de cette espèce (Sezai, 2005). Les aiguillons sont sensiblement égaux, robustes, un peu courbés en faux, aplatis vers leur base. Les feuilles moyennes des rameaux florifères ont ordinairement 5 folioles, plus rarement 7, qui sont généralement sans poils et dépourvues de petites glandes odorantes ; ces folioles sont coriaces, luisantes sur leur face supérieure. Les fleurs sont de couleur blanche (figure 2a et 2b). Les fruits sont dressés, globuleux ou ovoïdes, de couleur orangé au rouge (Quezel et Santa, 1962) (figure 2c).

**Figure 1:** Un arbrisseau de *R. sempervirens* (L) (Tabarka 2007)

**Figure 2** : Inflorescence (a), fleurs (b) et fruit (c) de *R. sempervirens* (L) de la région de Tabarka en 2007.

**1.2.5. *Rosa stylosa* (Desv):** Rosier à longs styles. Les formes que l'on peut grouper sous ce nom sont des arbrisseaux pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur, que l'on rencontre dans les haies, les buissons, les bois ou sur les coteaux. Les fleurs blanches ou rosées s'épanouissent de mai à juillet. On reconnaît ces plantes par les caractères suivants : Les aiguillons sont crochus et comme courbés en demi-cercle. Les folioles sont sans poils ou couvertes de petits poils, petites glandes odorantes sur la face inférieure. Les styles sont agglutinés entre eux, au moins pendant la floraison et forment par leur ensemble une sorte de colonne saillante (Pottier-Alapetite, 1979).

**1.2.6. *Rosa micrantha* (Sm. et Sow.):** C'est un arbrisseau de 30 cm à 2 m de hauteur. Les folioles sont pour la plupart à contour elliptique, obtus au sommet ; aiguillons inégaux, le plus grand nombre crochus ou arqués. Les sépales glanduleux extérieurement, renversés après la floraison. Les fleurs sont roses, rarement blanches (Baston et al, 1990).

**1.2.7. *Rosa moschata* (J. Herrm) :** Souvent confondu avec *Rosa brunonui*. A peine sarmenteux, épines droites. Les folioles de *Rosa moschata* sont plus larges que celles de *Rosa brunonu*. Les fleurs sont plus grandes à odeur musquée, en corymbes lâches (Bossard et al, 1990).

**1.2.8. *Rosa canina* (L)**

*R. canina* est un arbrisseau localisé essentiellement en Europe et en Asie de l'ouest. Il a été introduit en Amérique du Nord et en Australie (Meusel et al. 1965, Hulten et Fries, 1986). L'Eglantier vrai est un arbrisseau sarmenteux, de 2 à 3 m (Bossard et Cuissance, 1990) (figure 3). On le rencontre aux détours des chemins, en bordure des

champs, en lisière des forêts, dans les clairières, sur des terrains vagues ou des friches, dans les régions de plaine et de basse montagne (Gaston et Robert, 1968). Les feuilles caduques, composées, alternes, comprenant 5 à 7 folioles de 2 à 4 cm ovales ou elliptiques non glanduleuses ou à rares glandes inodores (Pottier-Alapetite, 1979). On trouve parfois de petites glandes mais sur les nervures secondaires (Bossard et Cuissance, 1990). Les stipules des feuilles peu dilatées, pédicelles épais dépassant rarement les bractées (Pottier-Alapetite, 1979). Les sépales sont plus ou moins profondément divisés en un lobe terminal et des lobes latéraux situés à droite et à gauche, ils deviennent renversés et finissent par se détacher à la maturité complète. *R. canina* présente des sous espèces (Pottier-Alapetite, 1979) (Tab.1)

Les fleurs ou églantines, solitaires ou en corymbe de 4 à 5 cm de diamètre, sont d'un rose plus ou moins foncé en bordure, avec le centre blanc, s'épanouissent en mai et juin (figure 4a et 4b). Toutes ces formes présentent en général, les caractères communs suivants : les aiguillons sont de formes assez semblables, fortement crochues, dilatés à la base, comprimés et ordinairement robustes.

Les fruits, appelés cynorrhodons ou encore «gratte-culs», sont rouge orangé, lisses et luisants, ronds, plus ou moins rétrécis vers le sommet, de 15 à 25 mm de long sur 10 à 15 mm de diamètre (figure 4c). La chair jaune plus claire est charnue, entourée de petits poils fins soyeux et brillants, astringente et renfermant une trentaine de graines, ou akènes, jaunâtres. Les fruits parviennent à maturité en octobre–novembre. *Rosa canina* présente des sous espèces (tableau 1.1) (Baston et al. 1990).

Figure 3 : Un arbrisseau de *R. canina* de la région d'El Feija en 2007

Figure 4 : Inflorescence(a), fleur(b) et fruit de *R. canina*(c) de la région d'El Feija en 2007.

<b>Tableau 1:</b> Caractéristiques des sous espèces de <i>R. canina</i> et ces variantes			
Espèce	Sous-espèces	Caractéristiques	Variétés
		-Les feuilles et les jeunes rameaux sont verts. -Les aiguillons sont très dilatés à la base et de plus courts que leur zone d'insertion. Les	<i>Var.tomentella</i> (Lem.)

<i>Rosa canina</i>	<i>Obtusifolia</i> (Desv)	<p>zone d'insertion. Les pétioles et les rachis sont ordinairement à aiguillons nombreux.</p> <p>-Les folioles sont ovales plus ou moins petites, pubescentes sur les deux faces, à nervures secondaires saillantes.</p> <p>-Les sépales externes sont de 4 à 6 paires d'appendices largement lancéolés.</p>	<p>Crep</p> <p><i>Var. obtusifolia</i> R. Kell</p>
--------------------	---------------------------	--	--

<i>Pouzini</i> (tratt.) Crép.	<p>-Les feuilles et les jeunes rameaux sont rouge-vineux</p> <p>-Les rameaux sont grêles à aiguillons plus longs que leur base d'insertion, brusquement élargis à la base. Ses folioles atténuées aux deux bouts, doublement dentées.</p> <p>-Les pédicelles hispides-glanduleux.</p>	
----------------------------------	---	--

<i>Dumetorum</i> (Thuill) Batt	<p>-Les feuilles et les jeunes rameaux sont verts, aiguillons graduellement dilatés.</p> <p>-Les folioles sont ovales, arrondies au sommet, parsemées en dessus de poils apprîmes.</p>	
--------------------------------	--	--

<i>Vulgaris</i> Gams	<p>-Les feuilles et jeunes rameaux verts. Les aiguillons graduellement dilatés.</p> <p>-Les folioles sont grandes, glabres, à dents composées, à nervures secondaires lisses.</p>	
----------------------	---	--

## 1. Répartition géographique des deux espèces

### 1.3.1. En Tunisie

*R. canina* : En Tunisie, elle couvre tout le Nord: Zaghouan, Cap Bon, Mogods, Kroumirie, Kessra, Jebel Bargou et Jebel Ouslette. On rencontre l'Eglantier aux détours des chemins, en bordure des champs, en lisière des forêts, dans des clairières, sur des terrains vagues ou des friches, dans les régions de plaine et de basse montagne (Pottier-

Alapetite, 1979).

### **1.3.2. Dans le monde**

***R. canina*** : C'est une espèce originaire d'une vaste région de l'Europe, de la Méditerranée à la Scandinavie y compris les Iles britanniques et la Russie. Elle a été naturalisée notamment en Amérique du Nord (Etats-Unis) et en Océanie (Australie). Elle est répandue dans les régions tempérées surtout dans le Nord-Est de l'Anatolie et en Turquie (Davis, 1997), mais rare dans les régions chaudes. Les zones de végétation de *R. canina* se trouvent essentiellement en Afrique du Nord, aux îles Canaries et Madère ( Pottier-Alapetite, 1979). Elle se trouve également en Asie occidentale: Afghanistan, Iran, Irak, Palestine, Liban, Syrie, la région du Caucase et l'Asie centrale (Hulten et Fries 1986).

***R. sempervirens*** : Cette espèce se trouve en Europe du Sud en Espagne et vers l'Est en Grèce. On la retrouve aussi en Turquie et en Afrique du Nord (Anonyme 2002). *R. sempervirens* peut être rencontrée sur les dunes et les pistes à basse altitude (jusqu'à 500 m), en particulier dans le Nord-Ouest et le Sud de l'Anatolie (Nilsson, 1997). Des altitudes plus élevées représentent une barrière à son existence. *R. sempervirens* est considérée parmi les espèces les plus sensibles au froid (Bonnier et Down, 1990).

## **1.4. Utilisation des espèces**

### **1.4.1. Domaine ornemental et agronomique**

Pour *R. sempervirens* nous n'avons trouvé aucune référence qui nous informe sur son utilisation. *R. canina* est considérée parmi les rosiers qui présentent des qualités ornementales telles qu'elle peut être plantée dans les grands parcs et les vallonnements, pour augmenter les massifs et pour former les haies des sujets isolés (Bossard et Cuissance, 1990). Cette espèce s'intègre également dans les bouquets de fleurs fraîches ou séchées. Du point de vue

agronomique *Rosa canina* peut aussi servir de porte-greffes pour cultiver de nombreuses

variétés de rosiers (Gaston et Robert, 1990)

#### **1.4.2. Domaine médicinal**

Le cynorhodon est la partie la plus utilisée pour ses propriétés médicinales. Le fruit prévient les rhumes et les gripes (Chrubasik et al. 2006 ; Cosima et al. 2008). Il contiendrait aussi des antioxydants intéressants et aurait des propriétés anti-cancérigènes (Gaston et al, 1990 ; Wenzig et al, 2008 ;). Selon Ercicli (1996), les fruits ont un intérêt économique, ils sont utilisés surtout en médecine traditionnelle, source de vitamine C (acide ascorbique), tannins, tocopherol, pectine, sucre (Chai et al, 1995; Uggla et al, 2005; Ercisli, 2007). Les fruits sont caractérisés par l'abondance des composés phénoliques ( Fecka, 2009), carotène et tocopherol (Biacs et Dood, 1994 ; Ivanov et Aizetmueller, 1998), flavonoïdes (Asen, 1982 ; De Vries, 1980), acides aminés (Izhaki, 1998).

L'infusion des feuilles ou du fruit sert à soigner des diarrhées et constitue également un léger diurétique (Antonin, 1930).

Les fleurs sont la partie la plus utilisée de l'arbuste de l'églantier. D'une part, les pétales resserrent les pores de la peau et raffermissent le grain et d'autre part, l'eau issue de la distillation de ces fleurs procure à l'organisme un apport nutritif important sous une forme rapidement assimilable. Il est utilisé pour lutter contre les parasites intestinaux, comme fortifiant général et pour l'activité cardiaque (Krichen, 2001).

#### **1.4.3. Parasites et ravageurs des Rosa**

Outre les pucerons qui constituent leur principal parasite mais qui sont aisés à éliminer, oïdium, marssonina et rouille du rosier et par des insectes ; le tableau 2 rassemble les principales maladies qui affectent les rosiers ainsi que les symptômes et les moyens de lutte contre ces maladies, tandis que le tableau 3 montre les insectes qui touchent la même famille ainsi que les moyens de lutte.

### 1.4.3.1. Maladies cryptogamiques

**Tableau 2 : Les principales maladies ainsi que les symptômes et les moyens de lutte (Brossard et al, 1995).**

Causes	Symptômes	Lutte
Pourriture grise	-Taches brunes sur les feuilles et les tiges. -Dessèchement des pétales, lésions recouvertes d'une poussière grise	
Mildiou	-Tâches jaunâtres translucides sur feuilles et jeunes pousses, se recouvrant ensuite d'un feutrage blanc. -Chute des feuilles.	-Mélange cuivre, manèbe et zinèbe. -Mélange mancozèbe, oxadixyl et cymoxanil.
Oïdium	-Feuilles et rameaux recouverts d'un feutrage blanc, puis dessèchement.	- Soufre, triforine, myclobuertanyl.
Rouille	-Taches brunes sur la face supérieure des feuilles, correspondant à des pustules brunâtres sous la face inférieure.	-Triforine, myclobutanil et mancozèbe.

### 1.4.3.2. Les insectes

**Tableau 3 : Les principaux insectes ainsi que les symptômes et les moyens de lutte (Brossard et al, 1995).**

Causes	Symptômes	Lutte
-Pucerons	-Insectes jaunes, verts, gris cendré, violets ou noirs colonisant les pousses.	Pyrimicarbe, vamidothion, bifenthrine, rotenone
-Tenthrede (chenille)	-Fausse chenille verdâtre qui dévore les feuilles en dentelle.	-Bifenthrine, phosaline.

-Tordeuse	-Chenille dévorant bourgeons, jeunes tiges et feuilles après les avoir réunis par des fils.	-Cyperméthrine, delthméthrine
-Noctuelle	-Chenille verte dévorant les feuilles.	-Baccillus thuringiensis.
-Acariens : Araignées rouges et jaunes	-Feuilles prenant une teinte brun-grisâtre, comme lombées.	-Pulvérisation d'un acaricide à base de dicofol.

## 2. Multiplication

### 2.1. Multiplication sexuée

#### 2.1.1 Par graines

Le semis est la méthode la plus naturelle de reproduction qui a permis la dissémination des espèces dans les continents eux-mêmes, puis entre les continents (Giordano, 1982). Elle consiste à mettre des graines dans un milieu favorable en vue d'obtenir la germination puis la croissance d'une plantule (Jean-pierre, 1998 et Dominique, 2002). Selon Cuissance (1984), le semis constitue un moyen rapide et peu coûteux de propagation des espèces et parfois des variétés, notamment des variétés botaniques : il se produit des plantes relativement vigoureuses et rustiques, d'une bonne longévité. Selon Bossard et Cuissance (1984), pour les rosiers le semis est utilisé pour la propagation des sujets destinés au greffage, comme *R. canina*, de sa variété *inermis*, de ses races 'Pfanders', 'Dessiatos', *R. laxa* et *R. multiflora inermis*.

#### 2.1.2 La dormance

On définit la dormance d'une semence comme une inaptitude à germer correctement lorsque toutes les conditions de l'environnement sont apparemment favorables (présence d'eau, bonne oxygénation, température moyenne). Une semence est considérée comme dormante lorsqu'elle ne germe pas dans des conditions qui devraient permettre sa germination (Côme, 1968-1975 ; Humphrey, 1981).

Les semences d'une espèce donnée peuvent aussi ne pas germer parce que les

différentes composantes de l'environnement dans lequel elles se trouvent ne sont pas toutes satisfaisantes (absence d'eau, température trop faible, concentration d'oxygène...)

On distingue deux catégories de dormance :

- **Les dormances embryonnaires** : Appelées également dormances « vraies » ou encore dormances endonomes (Dominique, 2002) ; elles sont directement liées à l'embryon. Le siège de ces dormances est situé dans les cotylédons ou sur l'axe embryonnaire lui-même

Les causes de cette catégorie de dormance sont dues à un blocage des systèmes enzymatiques de l'embryon. L'origine du blocage serait soit génétique, soient au niveau membranaire sous le contrôle du photochrome et des régulateurs de croissance.

- **Les dormances tégumentaires** : Ce sont les enveloppes et éventuellement l'albumen qui s'opposent à la germination de dernier. Dans ce cas, elles sont dites :

- **Epicotylaire** : la radicule croît mais l'épicotyle ne se développe pas, une période de froid est alors nécessaire pour lever la dormance : *Prunis persica*.

- **Mixte (épicotylaire+ dormance racinaire)** : ces étapes se succèdent dans le temps.

### **2.1.2.1. La levée de dormance :**

#### **2.1.2.1.1 Prétraitements physiques**

C'est la méthode la plus simple qui consiste à percer le tégument des semences avant le semis permettant une meilleure pénétration de l'eau et de l'oxygène. Cette technique a donné les meilleurs résultats pour *Atriplex nummularia* (Bel-Haiza, 1969 et Al-Charchafchi, 1985).

#### **2.1.2.1.2 Prétraitements chimiques**

- **Traitement à l'acide**

Le produit le plus utilisé pour lever la dormance tégumentaire est l'acide sulfurique plus ou moins dilué. L'efficacité de l'acide pour lever la dormance des semences d'*Acacia tortilis*, *Argyrolobium uniflorum* et *Helianthemum lipii* a été mise en évidence par Neffati et al, (1986) pour des durées d'immersion variables.

- **Stratification** :

C'est un séjour plus ou moins prolongé au froid et à l'humidité. Ce séjour peut être fait à l'extérieur pendant la saison froide ou en chambre froide, en général entre 1 et

5°C.

**Exemple :** *Rosa canina* 6 mois à moins de 10 °C.

Selon Baskin et al, (2001), la stratification est recommandée pour les semences qui présentent une dormance physiologique tel est le cas de *Drosera anglica*. Les mêmes auteurs en 2002 ont signalé que ce prétraitement, précédé d'une stratification de 25/15°C, se révèle plus efficace pour les semences d'*Emptrum hermaphroditum*. Un certain nombre d'espèces ont également des exigences de température de germination très précises (Tableau 4).

**Tableau 4 : La période de levée de la dormance**

Végétaux	Température optimale	Durée
<i>Cotoneaster</i>	5°C	180 jours
<i>Crataegus</i>	1°C	70 à 80 jours
<i>Malus</i>	7°C	60 à 120 jours
<i>Sorbus</i>	4°C	60 à 70 jours
<i>Prunus armeniaca</i>	4°C	30 à 60 jours
<i>Abies</i>	5°C	40 à 60 jours
<i>Cupressus Juniperus</i>	5°C	90 à 120 jours
<i>Rosa canina</i>	5°C	180 à 250 jours

D'autres produits chimiques sont aussi utilisés pour lever la dormance tégumentaire (Dominique, 2002).

Exemples : Acide gibbérellique pour *Lavandula* (lavande), et hio-urée pour *Lactuca* (laitue).

Chez l'églantier (*R. canina*) la germination s'avère en effet assez délicate. Les auteurs ont remarqué la difficulté de germer des semences de cette espèce, ces graines sont très dures et ne germent qu'après une certaine période. Afin d'avoir de meilleurs résultats de germination, les semences doivent être complètement mûres, morphologiquement et physiologiquement. En effet l'amélioration du pourcentage de germination est basée sur différents paramètres tels que la date de la récolte, les traitements chimiques et mécaniques des graines et la température.

Le semis de *R. canina* se fait en terrain meuble, terreaté si possible (Fuchs, 1976), dressé en planche de 1,25 m de longueur, en rayon distant les uns des autres de 20 cm et de 1 cm de profondeur (Fuchs, 1961). Certaines graines doivent être semées dès la cueillette, sans leur laisser le temps de sécher, car la germination peut être retardée.

## 2.2. Multiplication végétative

Le **bouturage** est une technique traditionnelle en horticulture, elle est utilisée dans les programmes d'amélioration et de multiplication de nombreuses espèces forestières dans le monde (Epicéa, Eucalyptus, divers Pins, Merisier...) (Cornu-Boulay, 1986). Selon Giordano (1982) c'est le bouturage par tige qui est le plus connu et le plus facile à réussir qui s'applique essentiellement aux arbustes et arbres d'ornement. En cultures florales, elle se pratique sur quelques espèces et sur certains porte-greffes de rosiers (*R. indica*, *R. noisettiana*) (Domnique, 2002). Selon Giordano (1982), les rosiers sont bouturés par la méthode semi-aoûtés : les boutures se préparent sur des rameaux ayant fleuri ; elles se font à la fin de l'été.

Un très grand nombre d'espèces de plantes se propagent par bouturage ; celui-ci est certainement l'un des procédés de multiplication les plus couramment employés avec le semis. Pour *R. canina*, la multiplication peut se faire essentiellement par bouturage et peut se propager aussi par semis, drageonnage et greffage (Bossard et Cuissance, 1990).

Le drageonnage, peu courant, est réservé à certains rosiers anciens comme *R. gallica*, *R. centifolia* et aux rosiers botaniques de nature traçante.

En pépinière, on peut recourir surtout au greffage en écusson à œil dormant sur *R. canina*, *R. laxa* et *R. multiflora*, issus de semis. *R. canina* est choisie pour les rosiers à planter en sol nettement calcaire (Bossard et Cuissance, 1990).

Plusieurs facteurs interviennent dans le succès du bouturage :

- **Facteurs endogènes** : L'enracinement des boutures décroît avec l'augmentation de l'âge des pieds-mères, il est excellent pour de jeunes semis. Toutes les pousses d'un plant ne sont pas

susceptibles de fournir de bonnes boutures. Les gros rameaux mal aoûtés comme ceux très petits conduisant à un bon enracinement varient selon la saison de prélèvement.

- **Facteurs exogènes** : De très nombreux milieux de bouturage sont utilisés, soit inertes et simples (sable, gravier, perlite,...), soit composites à base de tourbe, de terreau ou d'écorces. L'environnement dans lequel sont placées les boutures joue un rôle important :

- 1-La température : les boutures ont besoin d'une certaine chaleur pour reprendre.

La température varie en fonction du milieu. En effet, il faut toujours maintenir un équilibre entre les différents facteurs qui influencent la photosynthèse : lumière, température, hygrométrie, teneur en gaz carbonique de l'atmosphère.

2-Le milieu doit être humide : il y a cependant une limite à ne pas dépasser car un excès d'humidité amène la pourriture des tissus, aussi, dès leur enracinement, il convient d'aérer progressivement les boutures. Il faut particulièrement tenir compte de l'humidité de l'air : le sol doit être frais, mais l'humidité relative de l'air doit se rapprocher de 100% (Cuissance, 1984)

3-Les substances rhizogènes : La formation des racines adventives est un pré-requis à la réussite du bouturage, c'est pourquoi l'utilisation des auxines (acide indole-acétique : AIA) semble nécessaire.

### **3. Les huiles essentielles**

#### **3.1. Historique**

Les huiles essentielles sont des substances naturelles utilisées depuis l'antiquité, on en trouve la trace en Egypte, 4000 ans environ avant Jésus Christ. Les huiles essentielles servaient alors à parfumer les onguents, à combattre la putréfaction lors d'embaumement des corps et à la conservation des aliments. Les arabes participèrent activement aux techniques de distillation des huiles essentielles, ils inventèrent l'alambic grâce auquel, ils purent obtenir des huiles très pures dont la médecine et la parfumerie ont fait grand usage (Odoul, 2003).

A l'apogée des conquêtes des arabes musulmans en Afrique du Nord et en Espagne, ils le firent connaître aux espagnols, lesquels, à leur tour, le propagèrent en Europe, à travers les possessions du royaume d'Aragon, échelonnées tout le long des côtes du nord de la Méditerranée (Berthier, 1980).

En 1885, nous marquons que depuis cette époque que les occidentaux commencèrent à absorber dans leur alimentation des colorants chimiques, des produits conservateurs précédant les antibiotiques et les hormones synthétiques. Les essences livrent progressivement leurs secrets d'utilisations depuis l'avènement de la chimie organique à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (Valnet, 1980).

### 3.2. Définitions

Il est difficile de donner une seule définition d'une huile essentielle, car « il n'y a pas une réponse mais des réponses à cette question (Naves, 1974). En effet la notion d'huile essentielle peut varier avec le point de vue auquel se placent des personnes de formations professionnelles aussi dissemblables que des botanistes, des phytochimistes, des industriels, des parfumeurs ou des pharmacologues (Belaiche, 1979).

Le nom d'essences ou huiles essentielles désigne les principes volatils généralement odoriférants synthétisés par l'organisme végétal. Ces composés ont la propriété de se solubiliser dans les huiles et les graisses. Par conséquent, ils ont reçu empiriquement le nom d'huile essentielle. Le terme « huile » souligne le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances et le terme « essentielle » désigne la caractéristique principale de la plante à travers ses exhalaisons (Bernard, 1988).

Conner, 1993 les définit comme suit : « Les huiles essentielles sont des produits odorants, volatiles du métabolisme secondaire d'une plante aromatique, normalement formés dans des cellules spécialisées ou groupes de cellules ».

L'association française de normalisation (AFNOR) définit une huile essentielle comme étant « un produit obtenu à partir d'une matière végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques » (AFNOR, 2000). Cette définition est restrictive car elle exclut aussi bien les produits extraits à l'aide de solvants que ceux obtenus par tout autre procédé.

Bruneton, 1999 définit les termes les plus couramment utilisés dans ce domaine, tels que :  
Pommade florale : Corps gras parfumé obtenu à partir de fleurs, soit par enfleurage à froid, soit par enfleurage à chaud.

Résinoïde : Extrait à odeur caractéristique, obtenu à partir d'une matière première sèche d'origine naturelle, par extraction à l'aide d'un solvant non aqueux.

Absolue : Produit ayant une odeur caractéristique, obtenu à partir d'une concrète, d'une pommade florale ou d'un Résinoïde par extraction à l'éthanol à température ambiante. La solution éthanolique obtenue est généralement refroidie et filtrée dans le but de supprimer les cires.

Concrète : Extrait à odeur caractéristique obtenu à partir d'une matière première fraîche d'origine végétale, par extraction au moyen d'un solvant non aqueux, suivi de l'élimination de ce solvant par procédés physiques.

### 3.3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.

En ce qui concerne les propriétés physico-chimiques, les huiles essentielles forment un groupe très homogène (Bruneton, 1999, Bernard, 1988). Les principales caractéristiques sont :

- o Liquides à température ambiante.
- o Volatiles et très rarement colorées.
- o Densité faible pour les huiles essentielles à forte teneur en monoterpènes.
- o Indice de réfraction qui varie essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnera un indice élevé, cependant une teneur élevée en dérivés oxygénés produira l'effet inverse.
- o Solubles dans les alcools à titre alcoométrique élevé et dans la plupart des solvants organiques mais peu solubles dans l'eau.
- o Douées d'un pouvoir rotatoire puisqu'elles sont formées principalement de composés asymétriques.
- o Très altérables, sensibles à l'oxydation et ont tendance à se polymériser donnant lieu à la formation de produits résineux, il convient alors de conserver les huiles à l'abri de la lumière et de l'air.

### 3.4. Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges (Odoul, 2003) très complexes de molécules organiques appartenant aux classes les plus diverses. Ces molécules sont généralement :

- des **hydrocarbures** : Au sein de ce groupe, on distingue les hydrocarbures aromatiques, monoterpéniques ( $C_{10}H_{16}$ ) et sesquiterpéniques ( $C_{15}H_{24}$ ) et plus rarement diterpéniques ( $C_{20}$ ). Quelques fois on rencontre des hydrocarbures saturés (heptane, octane, nonane, etc.).
- des **composés oxygénés** : A l'intérieur de ce groupe on rencontre des alcools

aliphatiques et cycliques, saturés et insaturés, des éthers oxydes, des phénols, des aldéhydes, des cétones, des esters, des acides, des aldéhydes phénols, des lactones, des composés sulfurés (Girod et al 1998). Il existe naturellement d'autres corps qui peuvent entrer en faibles proportions dans la constitution de certaines huiles essentielles : acides organiques, cétones de faible poids moléculaire, coumarines volatiles, flavonoïdes, etc. (Bernard, 1993).

Le nombre des molécules chimiquement différentes qui constituent une huile essentielle est variable. La plupart sont poly-moléculaires, (jusqu'à 500 molécules différentes dans l'huile essentielle de Rose) (Belaiche, 1979). A côté des composés majoritaires (entre 2 et 6 généralement), on retrouve des composés minoritaires et un certain nombre de constituants sous forme de traces (Pibiri, 2006). Il existe certaines huiles dites mono, bi ou tri-moléculaires selon qu'elles sont constituées presque exclusivement d'une, de deux ou trois molécules majoritaires.

### **3.5. Variabilité des huiles essentielles**

Une huile essentielle est très fluctuante dans sa composition, sur laquelle interviennent de nombreux paramètres, intrinsèques (génétique, localisation, maturité), ou extrinsèque (sol, climat...) ou technologique, c'est-à-dire liés aux modes d'extraction du matériel végétal (Bernard, 1993).

La composition d'une huile essentielle varie au sein d'un même genre et d'une même espèce. On parle alors de races chimiques ou de chémotypes. Citons à titre d'exemple le basilic qui possède 4 chémotypes : basilic doux à linalool, basilic à methyl chavicol, basilic à cinnamate de methyl et basilic à eugénol (Marotti, 1996).

Au cours du stade de développement, des modifications importantes dans la composition des essences peuvent être relevées.

Les caractéristiques écologiques ont un effet déterminant sur la composition des huiles essentielles : facteurs géographiques (altitude, latitude, etc.), nature du sol, climat (ensoleillement, température, pluviométrie, etc) sont autant de paramètres responsables de variations.

Certains facteurs biotiques peuvent aussi avoir une influence. Ainsi, par exemple, lorsque la menthe poivrée est parasitée par *Eriophyes menthae* (acarien), sa teneur en

menthofuranne chute (Bernard, 1993).

Enfin, une huile essentielle peut subir de profondes modifications lors de son exploitation (AFNOR, 2000) : récolte, séchage et stockage du matériel végétal, hydrodistillation, conditionnement.

### **3.6. Localisation des huiles essentielles**

Elles peuvent se rencontrer dans tous les organes végétaux comme les écorces chez le cannellier, les sommités fleuries chez le romarin et la menthe, les racines chez le vétiver, les rhizomes chez le gingembre, les fruits chez le fenouil, le bois chez le camphrier ...

Dans une même plante, elles peuvent être présentes dans différents organes avec des compositions différentes. Ainsi, on peut obtenir des composés différents en huiles obtenues à partir de la feuille, de la fleur et de l'écorce du fruit du citronnier.

Les essences peuvent être localisées dans des organes sécréteurs tels que les cellules sécrétrices et les poches sécrétrices, les poils et les canaux sécréteurs. Parmi, les espèces végétales (800 000 à 1 500 000 selon les botanistes), 10 % seulement sont dites «aromatiques », c'est-à-dire qu'elles synthétisent et sécrètent d'infimes quantités d'essence aromatique par l'intermédiaire de poils, poches ou canaux sécréteurs (Bruneton, 1999).

Les teneurs en huiles essentielles sont généralement très faibles, à l'exception de celle du bouton floral de giroflier où le rendement en huile essentielle atteint les 15 % en poids (Makhlouf, 2002).

### **3.7. Fonctions biologiques des huiles essentielles**

Bien que de nombreuses hypothèses aient été avancées pour expliquer les raisons de la synthèse de l'essence par la plante, nul ne sait avec exactitude les raisons pour lesquelles la plante fabrique son essence (Richard, 1992). Mais ce qui est probable, c'est que le rôle des huiles essentielles au niveau du matériel végétal est intimement lié à leur situation.

Il est toutefois vraisemblable qu'ils aient un rôle écologique aussi bien dans le domaine des interactions végétales (agent allopathique, notamment inhibiteur de la

germination) que celui des interactions végétal-animal (Protection contre les prédateurs, insectes, champignons, parasites telluriques et attraction des pollinisateurs) (Bruneton, 1999).

Certains terpènes linéaires interviennent dans le métabolisme de la plante, ils peuvent être employés comme source énergétique (Guignard, 1996).

### **3.8. Utilisation des huiles essentielles**

Les domaines d'application des huiles essentielles diffèrent selon la plante dont elles proviennent mais surtout de la partie du végétal dont elles sont extraites (la fleur, la feuille, les racines et la graine). D'une manière générale, les essences extraites des racines sont reconnues pour leur action sur le système nerveux, celles extraites des graines et des fleurs pour leur impact sur l'ensemble du système digestif et celles issues des feuilles pour leur bienfait sur les systèmes respiratoire et cardiaque (Anonyme, 2007). Les huiles essentielles sont recommandées en usage antibiotique, antiviral, antiseptique, fongicide, cicatrisant, digestif, anti-inflammatoire, sédatif, etc. (Richard, 1992). Elles sont utilisées comme agents naturels de conservation des aliments. Leur utilisation comme agents de conservation est due à la présence de composés ayant des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes (Conner, 1993).

Elles sont également employées comme agents aromatisants naturels. La part des huiles essentielles dans l'aromatisation ne cesse de croître au dépend des composés aromatiques de synthèse (Bruneton, 1999).

### **3.9 Procédés d'extraction des huiles essentielles**

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des «essences végétales», cette diversité est due à la variété des matières premières et à la sensibilité considérable de certains de leurs constituants. Le procédé d'obtention des huiles essentielles intervient d'une façon déterminante sur sa composition chimique.

**3.9.1. Expression à froid :** Dans le cas de certaines essences d'agrumes (citron, orange), on procède par expression à froid du zeste frais, soit manuellement ou à l'aide d'une machine.

#### **●Extraction à la vapeur d'eau**

Procédé utilisant la vapeur d'eau pour séparer les substances aromatiques.

### ● **Entraînement à la vapeur d'eau**

Ce procédé consiste à récupérer l'huile essentielle des plantes en faisant passer à travers ces dernières un courant de vapeur d'eau, ces vapeurs saturées en composés organiques volatils sont condensées et récupérées par décantation.

### **3.9.2 Hydrodistillation**

Consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition, les vapeurs hétérogènes vont se condenser sur une paroi froide et l'huile essentielle sera alors séparée par différence de densité.

### **3.9.3 Extraction par micro-onde**

Dans ce procédé, la plante est chauffée sélectivement par un rayonnement de micro-ondes dans une enceinte dont la pression est réduite de façon séquentielle, l'huile essentielle est entraînée dans le mélange formé avec la vapeur d'eau propre à la plante traitée. Très rapide et peu consommateur d'énergie, ce procédé fournit un produit en quantité supérieure à celle obtenue par l'hydrodistillation (Bruneton, 1999).

### **3.9.4 Extraction à l'eau surchauffée**

Ce mode d'extraction utilise l'eau surchauffée sous pression entre 125 et 175°C. Il utilise l'eau désoxygénée qui traverse une cellule où se trouve la matière végétale. Cette cellule est maintenue à une pression d'environ 20 bars et à température constante.

### **3.9.5 Extraction distillation simultanée (SDE)**

L'extraction distillation simultanées ou SDE (Simultaneous Distillation Extraction) est une extraction liquide-liquide qui est menée dans l'appareil de Likens et Nikerson modifié.

Les composés volatils entraînés par la vapeur d'eau sont extraits par des vapeurs de solvant que l'on condense ensuite dans un réfrigérant puis on recycle en continu le solvant.

### **3.9.6 Extraction par le CO<sub>2</sub> à l'état supercritique**

Ce procédé est basé sur le fait que le CO<sub>2</sub> dans des conditions dites critiques présente un pouvoir de dissolution accru vis-à-vis de divers composés tels que les huiles essentielles, les arômes et les colorants (Mayer, 1989).

Cette méthode utilisée d'abord en brasserie pour obtenir des extraits de houblon, semblait à priori intéressante d'une part pour augmenter le rendement d'extraction, d'autre part le CO<sub>2</sub> s'évaporant complètement ne laissait aucune trace toxique dans l'huile essentielle. Elle trouve un intérêt tout particulier au niveau des produits naturels, car elle conduit à des extraits « cœur de la nature » souvent très proches de l'odeur de la matière première traitée et exempts de solvants organiques (Pellerin, 2001).

### **3.9.7 Extraction au moyen de solvants**

Certains organes de végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation. C'est le cas des fleurs de jasmin, d'œillet, de tubéreuse, etc. Il faut donc, pour ces végétaux, recourir à d'autres méthodes d'extraction des composés odorants volatils. Ces autres méthodes sont l'extraction par les solvants fixes (enfleurage et macération) et volatils (Blakeway, 1987).

### **3.9.8 Extraction par solvants fixes**

● **Enfleurage** : Ce procédé met à profit le caractère liposoluble des composants odorants des végétaux (Bruneton, 1999). Il consiste, dès la récolte de fleurs fraîches, à les intercaler entre des couches de graisse animale qui retient le parfum. La « pommade » parfumée est lavée à l'alcool qui retient l'essence.

● **Macération** : Ce procédé exige que les graisses utilisées soient chaudes, ce qui a pour effet d'augmenter leur pouvoir adsorbant. Cette technique est rapide et s'applique aux fleurs dont l'activité physiologique cesse à la cueillette. L'extraction est réalisée par immersion des fleurs fraîchement cueillies et constamment renouvelées dans un bac de graisses chaudes jusqu'à atteindre la saturation. Un épuisement à l'alcool absolu est généralement appliqué sur cette graisse (Blakeway, 1987).

### **3.9.9 Extraction par solvants volatiles**

Elle consiste à la mise en contact de la matière végétale avec un solvant qui dissout et extrait les constituants odorants solubles de la plante, le solvant ainsi chargé (le miscella) est ensuite évaporé et récupéré. Les matières végétales renferment souvent à côté d'une très faible quantité de composants aromatiques, un ballast énorme, solide ou

liquide, qu'il faut séparer.

### **3.10. Analyse des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes constituées de plusieurs dizaines, voire de plusieurs centaines de composés, principalement des terpènes. Les terpènes sont « construits » à partir de plusieurs entités isopréniques, constituant une famille très diversifiée tant au niveau structural que fonctionnel. On rencontre principalement des mono et des sesquiterpènes (possédant respectivement 10 et 15 atomes de carbone) plus rarement des diterpènes (20 atomes de carbone). Les huiles essentielles peuvent contenir également des composés aliphatiques (non terpéniques) ou des phényles propanoïdes.

Ces produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée à différents secteurs d'activité tels que la pharmacie, la cosmétique, la parfumerie et l'agroalimentaire.

#### **•La chromatographie en phase gazeuse (CPG)**

Elle permet d'opérer la séparation de composés volatils de mélanges très complexes et une analyse semi-quantitative des résultats à partir d'un volume d'injection réduit (Arpino, 1995).

Pour chacun des composés, deux indices de rétention polaire et apolaire, peuvent être obtenus. Ils sont calculés à partir des temps de rétention d'une gamme étalon d'alcane ou plus rarement d'esters méthyliques linéaires, à température constante (indice de Kovats) ou en programmation de température (indice de rétention). Ils sont ensuite comparés avec ceux de produits de référence (mesurés au laboratoire ou décrits dans la littérature). Toutefois, il est fréquent d'observer des variations, parfois importantes, lorsque l'on compare les indices de rétention obtenus au laboratoire et ceux de la littérature (en particulier sur colonne polaire).

#### **•Le couplage CPG/SM**

Le couplage CPG/SM en mode impact électronique (SM-IE) est la technique la plus utilisée dans le domaine d'huiles essentielles. Il permet de connaître, dans la grande majorité des cas, la masse moléculaire d'un composé et d'obtenir des informations structurales relatives à une molécule à partir de sa fragmentation (Longevialle, 1981 ;

Constantin, 1996).

**Figure 5** : Identification des composés d'une huile essentielle par CPG/IK et CPG/SM.

#### **4. Mesure de l'activité antioxydante des huiles essentielles.**

Les radicaux libres sont connus pour prendre une part importante à la peroxydation des lipides. Ils sont aussi impliqués dans le vieillissement, les maladies cardiovasculaires, les diabètes, la maladie d'Alzheimer et le cancer dans les organismes vivants ainsi que diverses maladies chroniques (Cosgrove, 1987).

De nombreux substrats et systèmes de composition différente et de nombreuses méthodes analytiques sont employés dans les tests d'évaluation de l'efficacité des antioxydants. Ceci est évident du fait que plusieurs méthodes sont nécessaires pour évaluer des effets antioxydants différents.

L'efficacité d'un antioxydant est évaluée par sa capacité d'inhibition de l'oxydation d'un substrat approprié. Après avoir oxydé le substrat sous des conditions standard, l'étendue ou l'importance de l'oxydation (état final) est mesurée par des méthodes chimiques, instrumentales ou sensorielles. Les principaux traits de n'importe quel test sont : un substrat approprié, un initiateur d'oxydation et une mesure appropriée du point ou de l'état final. La combinaison du substrat, de l'initiateur et du point final qui ont été utilisés sont très nombreux. Aussi, pour les mêmes techniques analytiques, plusieurs stratégies analytiques sont possibles (Arnao et al, 1998 ; Robards et al, 1999).

On peut classer les tests de mesure de l'activité antioxydante dans les aliments et les systèmes biologiques dans deux groupes:

- ❑ Ceux utilisés dans l'évaluation de la **peroxydation des lipides** et dans lesquels le substrat utilisé est un lipide ou une lipoprotéine sous des conditions standards et où l'inhibition de l'oxydation est mesurée (Sanchez, 2002).
- ❑ Ceux utilisés dans la mesure du **pouvoir de piégeage** des radicaux libres

(Scavenging of free radicals).

On rencontre parfois aussi, des tests de mesure des pouvoirs chélateur et réducteur de métaux qui sont des initiateurs de l'oxydation lipidique.

Il ne faut pas confondre la mesure de **l'état d'oxydation** des lipides *in situ*, dans un aliment conservé dans les conditions normales de stockage ou de distribution et la mesure de la **résistance à l'oxydation** évaluée par des tests prédictifs du rancissement qui mettent en jeu un **vieillissement accéléré** au moyen d'une oxygénation intensive, d'un traitement thermique et/ou d'une initiation forcée. En effet, les phénomènes naturels d'oxydation sont des processus lents, se déroulant souvent sur plusieurs mois, ce qui est incompatible avec le contrôle de qualité en milieu industriel.

#### **4.1. Mesure des pouvoirs chélateur et réducteur**

Nous avons indiqué précédemment que les métaux de transition jouent un rôle important dans la génération des radicaux libres de l'oxygène et qu'ils sont les premiers activateurs des molécules d'oxygène. Les principaux métaux de transition présents au sein des tissus biologiques sont le fer et le cuivre. Ces derniers catalysent l'oxydation des lipides par des voies enzymatiques et non enzymatiques. Ainsi, parmi les méthodes utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante on rencontre la mesure des pouvoirs chélateur et réducteur des métaux.

#### **4.2. Mesure du pouvoir antioxydant en systèmes modèles**

Pour procéder à un rapide balayage des potentialités antioxydantes de composés chimiques ou d'extraits de composition connue ou inconnue ou pour étudier les mécanismes d'action des molécules à activité antioxydante, des systèmes simples ou systèmes modèles (acide linoléique par exemple) et des tests rapides sont nécessaires. Toutefois, la valeur du classement des espèces chimiques ou des préparations (huiles essentielles et autres extraits par exemple), en fonction de leur efficacité théorique, reste limitée aux conditions opératoires mises en œuvre, toute extrapolation à des systèmes ou milieux complexes (produits alimentaires ou cosmétiques) nécessite des études

supplémentaires.

#### 4.2.1 Tests de mesure du pouvoir de piégeage des radicaux libres

Un radical libre est une entité chimique (atome ou molécule) neutre ou chargée, contenant au moins un électron non apparié, et qui est capable d'avoir une existence indépendante (Halliwell et al, 1995).

Les radicaux libres peuvent se former selon différents mécanismes :

#### 4.2.2 Mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH<sup>•</sup>

La capacité de céder des hydrogènes par les huiles essentielles ou par certains composés purs, est mise en évidence par une méthode spectrophotométrique, en suivant la disparition de la couleur violette d'une solution méthanolique ou éthanolique contenant le radical libre (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl). Le temps au bout duquel on mesure le changement de couleur, n'est pas fixé : des temps allant de 2 à 30 minutes et même jusqu'à quelques heures se rencontrent dans la littérature, mais le temps moyen qu'on rencontre très souvent est de 30 minutes. La concentration de la solution de DPPH n'est pas elle aussi définie mais varie souvent d'un auteur à un autre. **Sanchez-Moreno** et *al* ont proposé en 1998, une nouvelle méthodologie d'évaluation de l'activité de piégeage du radical. Leur méthode consiste à déterminer parallèlement à l'activité antioxydante, la cinétique de la réaction du radical avec l'antioxydant.

Du point de vue méthodologique ce test est recommandé pour sa facilité relative et pour sa précision quant à la mesure de l'activité antioxydante. Les résultats de ce test sont hautement reproductibles et comparables à d'autres méthodes de piégeage des radicaux libres tel que l'ABTS ou 2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonate) (Gil et al, 2000).

Dans ce test le radical DPPH<sup>•</sup> fixe un radical H<sup>•</sup> qu'il arrache à l'antioxydant **AH**. Ainsi, il perd sa couleur violette et son absorbance à 517 nm pour se transformer en DPPH-H de couleur jaunâtre (figure 6). Ce test a lieu directement dans la cuve du spectrophotomètre en milieu méthanoïque sans oxygénation et on peut suivre à des

intervalles de temps réguliers la cinétique d'établissement de l'équilibre.

**Figure 6:** Réaction du radical DPPH<sup>•</sup> avec un antioxydant AH

On peut éviter à oxyder le substrat sur lequel on veut tester l'efficacité d'un antioxydant en choisissant de réduire un radical stable. C'est le cas **du 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH<sup>•</sup>)** dont la formule est représentée sur la figure 8.

**Figure 7 :** Formule chimique du radical 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH<sup>•</sup>)

**4.2.3 Piégeage du radical cation 2,2'- azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonate) (ABTS<sup>•+</sup>)**

Le test à l'ABTS est basé sur l'inhibition par les antioxydants de l'absorbance de ce radical cation qui possède une absorbance maximale à 415 nm. On trouve dans la littérature plusieurs variantes basées sur différentes stratégies analytiques relatives à ce test : méthodes basées sur la décoloration et l'inhibition dans lesquelles l'absorbance du mélange réactionnel est lue quand la couleur du mélange laissé à l'état d'incubation devient stable ou bien après un

temps préalablement fixé, et une autre méthode dans laquelle la durée de la phase qui

précède le démarrage de la réaction d'antioxydation est mesurée (figure 9).

**Figure 8** : Structure chimique de l'ABTS et du radical cation correspondant

# Chapitre 2: Matériel et méthodes

## **2. Cadre de l'étude**

### **2.1. Description de la région : La Kroumirie**

L'étude a été réalisée dans la région de la Kroumirie (Nord ouest de la Tunisie),

cette région englobe actuellement toute la zone comprise entre la frontière algérienne à l'ouest et la ligne Ghardimaou - Fernana - Cap Négro, au Sud et à l'Est, et la mer Méditerranée au Nord (figure 9). Elle est limitée au sud par une chaîne de hauteur qui domine les plaines de la vallée de la Medjerda (Selmi, 2006).

Figure 9: Situation géographique de la zone d'étude en Tunisie (a, b et c).

## 2.2. Données climatiques

La Kroumirie est caractérisée par un climat typiquement méditerranéen. Elle appartient, en majorité, à l'étage bioclimatique humide avec ses variantes : chaude (Tabarka) et tempérée à fraîche (Ain Draham, El Feija) (Bortoli et *al.*, 1969). Nombreux auteurs ont mentionné un gradient pluviométrique croissant d'Est en Ouest (de Bizerte à Tabarka) et de bas en haut (de Tabarka vers Ain Draham) (Hasnaoui, 2002).

### 2.2.1. Les précipitations

Cette zone est considérée comme la région la plus pluvieuse du pays (Emberger, 1942 ; 1954 ; 1955). La pluviométrie est de 1500 mm à Ain Draham, plus de 1000 mm à Tabarka et plus de 800 mm comme moyenne de la région (Sinan et *al.*, 2005).

Dans ce qui suit, nous comparons les valeurs moyennes des pluies de la période (1900 – 1980) avec celle de (1981 – 2008) (Tab 5; 6).

Les moyennes mensuelles de trois stations caractéristiques, à savoir Tabarka, Ain Draham, et El Feija.

**Tableau 5** : Précipitations mensuelles moyennes mesurées dans les trois zones d'étude durant la période 1900 à 1980 (mm).

MOIS/ STATIONS	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy Annuelle
Tabarka	164	130	88	70	40	17	4	10	53	123	141	173	1013
Ain Draham	241	203	161	137	79	29	6	14	67	151	197	263	1548
El Feija	205	165	136	105	57	23	5	13	46	69	128	202	1154



TIO NS													
<b>Tab arka</b>	11,1	11,4	13,4	15,2	18,7	22,5	24,9	25,6	23,9	19,8	15,6	12,3	17,9
<b>Aïn Dra ham</b>	6,6	7,2	9,7	13,3	15,9	20,2	23,7	24,8	21,8	16,9	11,9	7,9	14,9
<b>El Feij a</b>	6,2	6,9	9,1	11,5	15,4	20,5	23,2	23,9	20,3	16,2	11,2	7,7	14,3

**Tableau 8 :** Les températures mensuelles (°C) moyennes de trois zones d'étude durant la période (1981 à 2008).

MOI S ----- ----- ----- -- STA TIO NS	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy .
<b>Tab arka</b>	11,6 8	11,7 3	13,4 7	16,1 8	19,5 9	23,2 5	26,0 3	26,4 4	23,9 9	21,1 4	16,0 6	12,7	18,5 3
<b>Aïn Dra ham</b>	7,8	8,2	10,3	12,8 5	17,0 5	21,6	25	25,3 5	21,6	18,4	12,8	8,85	15,8
<b>El Feij a</b>	6,65	6,85	9,25	11,8	15,8 5	19,8	23,4 5	23,8	20,7 5	16,6	11,5	8,35	14,5 5

Ces tableaux montrent une légère élévation de la température moyenne annuelle pour les trois stations : Elle croit de 0,63°C à Tabarka. Pour Aïn Draham, elle croit de 0,9°C à (de 14,9 à 15,8°C).

Pour la station d'El Feija, on a enregistré une variation importante de la température. Elle augmente de 0,25°C entre la première et la deuxième période.

#### 2.2.4 Le sol

La Kroumirie est caractérisée par des montagnes au relief accidenté avec 800 à 1200 mètres d'altitude (Jebel Ghorra), une hétérogénéité au niveau du sol (Mendili, 1992) qui appartient surtout à la classe des sols à mull et podozols de la classe des sols bruns forestiers, développés sur des matériaux gréseux et gréso-argileux acides, le plus souvent lessivés.

Il existe aussi un autre type de sols : sols lourds et hydromorphes sur roche-mère argileuse, des sols bruns calcaires et des rendzines. Cette situation est rencontrée dans la plaine de Tabarka et la partie ouest de la plaine de Mekna (Yaccoubi, 2000 ; Bacha et al, 2005).

Les sols de la Kroumirie ont été étudiés par plusieurs pédologues ; Nous nous référons

principalement, ici, aux travaux de Selmi, 1985.

Les principales unités de sols décrites sont :

**2.2.4.1. Les sols très peu évolués :**

Ils sont localisés tout le long de la côte Tabarka-Cap Nègro et sont originaires des dépôts dunaires, caractérisés par une faible teneur en matière organique.

**2.2.4.2. Les sols peu évolués :**

Ils sont observés sur des dunes littorales anciennement fixées, ils sont caractérisés par une structure grumeleuse au niveau de la diffusion de la matière organique. Ce sont les sols typiques de la cocciferaie de Tabarka-Ain Sobah.

**2.2.4.3. Les sols calcimorphes :**

Ce sont des sols peu fréquents en Kroumirie, bruns calcaires, humifères qui sont caractérisés par un pH supérieur à 7 et un humus de type Mull calcique ou Moder.

**2.2.4.4 Les vertisols :**

Ce sont des sols très fréquents principalement dans la région de Fernana, qui se développent sur un substrat marneux et sont caractérisés par une structure très développée largement prismatique. L'argile y est du type gonflant.

**2.2.4.5. Les sols hydromorphes :**

Ce sont des sols répandus dans les plaines de Tabarka et Sejnene. Ils sont cantonnés dans les zones inondées par les pluies. De caractère hydromorphe temporaire ou permanent. Ces sols sont à texture fine et à humus de type Moder hydromorphe.

**2.2.4.6. Les sols bruns forestiers :**

Ce sont des sols très répandus dans la région de Fernana à Mull-Moder, non lessivés à profils AC ou ABC, appauvris en argile et en fer, sous l'horizon humifère A1, sans A2, se développant sur un substrat argileux. Ils sont assez riches mais leur texture fine crée des conditions défavorables pour les essences forestières ne supportant pas une certaine asphyxie. Le rapport C/N est de 12 à 15 tandis que le pH est peu acide.

**2.2.4.7. Les sols bruns lessivés :**

Ce sont des sols à humus de type Mull sous chêne-zeen et de type Moder ou Mull acide sous chêne-liège. Ils sont les plus répandus en Kroumirie, considérés même comme des sols climax de la forêt de chêne-zeen. Les sols bruns lessivés se distinguent des sols bruns forestiers par : l'individualisation d'un horizon A<sub>2</sub> faiblement décoloré sous A1 et d'un horizon B plus coloré et plus argileux, sous l'horizon A2. Ils offrent de bonnes possibilités pour l'utilisation forestière à condition qu'ils ne soient pas découverts brutalement.

**2.2.4.8. Les sols lessivés podzoliques :**

Ce sont des sols à humus doux, rencontrés particulièrement sous le Pin maritime quoi

qu'existant sous chêne-liège et même sous chêne-zeen. Ils semblent caractériser la forêt naturelle de pin maritime de Tabarka. Ils constituent une forme de dégradation des sols lessivés. La podzolisation n'est pas réalisée en Kroumirie, le lessivage ne jouant pas un rôle prépondérant en étant limité dans le temps par la sécheresse estivale qui le contrarie. "Le contraste de texture entre un horizon et un autre horizon s'accroît, de sorte que l'indice de lessivage est élevé (Hasnaoui, 1992).

#### **2.2.4.9. Les sols lessivés :**

Les caractères des sols bruns lessivés s'accroissent pour ces sols, l'horizon A2 et l'horizon B s'individualisent nettement. Ils sont plus défavorables à la végétation que les sols bruns forestiers.

#### **2.2.5. La végétation**

Si on considère la pluviométrie globale reçue au cours d'une année normale, la Kroumirie est une région bien arrosée et appartient généralement à l'étage bioclimatique humide avec ses différentes variantes : chaudes, tempérées et fraîches. Ces conditions climatiques sont favorables à l'épanouissement d'une végétation naturelle importante et riche du point de vue spécifique.

La répartition de cette végétation est nettement influencée par, outre la nature du sol, les facteurs altitude et exposition (donc humidité et température) et la proximité par rapport à la mer (Yacoubi, 2000). C'est ainsi qu'on rencontre dans les zones les plus élevées les groupements les plus alticoles et les plus frais qui furent décrits par « Braun Blanquet » sous le vocable de « groupement à *Quercus mirbekii* et *Ficaria veltiana* ». Ce sont aussi ces mêmes formations qui furent évoquées par Debazac et *al.*, en 1952 ; Debazac en 1959 ; Schoenenberger et *al.*, en 1967 ; ou par Timbal en 1971. Tous ces auteurs évoquaient une zénaie d'altitude, d'ambiance fraîche, où se côtoyaient les espèces des forêts médio européennes et le cortège floristique des zénaies nord africaines. Ces mêmes formations ont été reprises par Aimé et *al.*, en 1986. Ils contiennent, outre *Quercus canariensis*, *Luzula forsteri*, *Dryopteris lobata*, *Asperula loevigata*, *Viola riviniana*, *Stellaria holostea*, *potentilla micrantha*, *Teucrium scorodania* et *Galium ellipticum*. On note aussi la présence du *Moehringio – pentandree*, *Quercetum faginea* (Aimé et *al.*, 1986). *Erica arborea*, espèce indicatrice de l'ouverture du milieu, apparaît en abondance (Hasnaoui, 1992). On constate donc, une raréfaction des caractéristiques phytosociologiques des groupements sylvatiques alticoles et une abondance d'espèces banalisées qui sont liées à l'impact humain telles que *Urginea maritima* et *Asphodelus microcarpus*, taxons rarement touchés par le troupeau, qui tendent ainsi à occuper l'espace sans qu'ils aient une signification d'ambiance écologique particulière. On trouve des espèces plus spécifiques telles qu'*Aira tenori* et *Agrimonia eupatoria* (Hasnaoui, 1992).

Selon l'altitude et l'exposition, on peut distinguer les formations végétales suivantes (Barbero et

al., 1981 ; Saoudi, 1994) :

La zeeanaie à *Ilex aquifolium* (*Ilex aquifoli* – *Quercetum canariensis*) : occupe les stations les plus alticoles (800 – 1200 m), caractérisé par : *Ilex aquifolium*, *Festuca dreymeja*, *Sanicula europea*, *Teucrium atratum*, *Circaea lutetiana*, *Viola riviniana*, *Lapsana communis*, *Allium triquetrum* et *Geranium atlanticum*. Elle correspond à l'étage bioclimatique perhumide frais à froid (Djebel El Ghorra, Statir...)

La zeeanaie à *Moehringia pentendra* et *Agrimonia eupatoria*, (*Moehringia pentendreae* – *Quercetum canariensis*), se trouvant à des altitudes comprises entre 700 et 900 m, est caractérisée par : *Quercus canariensis*, *Agrimonia eupatoria*, *Galium aparine*, *Galium palustre*, *Myosotis collina*, *Campanula repuncula* et *Veronica hederiaefolia* et occupe l'étage bioclimatique perhumide frais à froid (Aïn Zana, Dar Fatma, Tegma, etc.,...). Entre 500 et 700 m d'altitude et occupe l'étage bioclimatique humide supérieur tempéré à frais (Aïn Draham, Oued Dhelma, Oued Zeen, etc...), on trouve la zeeanaie à *Moehringia pentendra* et *melica pyramidalis*, *Stellaria media*, *Carex distachya*, *Tortilis nodosa*, *Carex divulsa*, *Chlora grandiflora*.

La Zeenaie à *Phillyrea media* (*Phillyreo* – *mediae* – *Quercetum canariensis*), caractérisée par: *Phillyrea latifolia*, *Laurus nobilis*, *Rubus ulmifolius*, *Pteridium aquilinum*, *Viburnum tinus*, *Rhamnus alaternus*, *Clematis flammula*, *Arbutus unedo*, *Ruscus hypophyllum*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina* et *Hedera helix*, se rencontre entre 300 et 500 m d'altitude et occupe l'étage bioclimatique humide inférieur doux.

Au sud Ouest de Tabarka, on trouve la forêt de Pin maritime (*Pinus pinaster ssp.* Renoui) couvrant environ 6.000 ha. Cette espèce occupe l'étage bioclimatique humide à hivers doux à chauds, on la rencontre à l'état pur ou en mélange avec le Chêne – liège au détriment duquel évolue plus rapidement grâce à son excellent dynamisme et sa capacité de régénérer facilement surtout à la suite d'un incendie (Saidi, 2006). Le Pin maritime est une espèce calcifuge et s'installe sur les terrains gréseux argileux de l'Oligocène.

-Sur le littoral (sur les dunes de Tabarka, Mekna et Nefza) se développe une végétation caractéristique dont les groupements appartiennent tous à la cocciferaie et dont l'espèce principale est le Chêne–kermès (*Quercus coccifera*) qui se trouve essentiellement dans la région méditerranéenne occidentale où il occupe les zones côtières. C'est une espèce indifférente au sol du point de vue de son installation ; sa végétation peut se présenter, suivant les sols, soit comme un maquis arbustif de 2 à 3 m de hauteur sur sols sableux profonds, soit comme garrigue de 1 m de haut sur sols calcaires ; dans les dunes de Mekna. Il peut constituer des peuplements très denses de 3 à 4 m de haut, cette hauteur peut atteindre 8 à 10 m comme c'est le cas à Saouania (environ 15 km à l'est de Tabarka) (Hasnaoui, 1992).

-Les formations de Chêne–kermès constituent le stade final de la végétation des dunes et sont

donc climaciques. Elles englobent généralement des espèces comme le Genévrier oxycède (*Juniperus oxycedrus*, ssp. *macrocarpa*), le Genévrier de Phoenicie (*Juniperus phoenicea*), le Calicotome (*Calicotome villosa*), le Rétam (*Retama retam*), etc.

En bordure des oueds permanents ou semi – permanents ou dans les terrains marécageux où la nappe phréatique est superficielle même pendant la saison sèche, on rencontre des espèces indicatrices de l'abondance de l'eau appartenant à ce qu'on appelle la Ripisilve. On distingue plusieurs groupements (Hasnaoui, 1992) :

A basse altitude et le long des oueds permanents, on trouve le groupement à *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ulmus campestris*, *Fraxinus oxyphylla*, *Salix pedicellata*, *Nerium oleander*, *Quercus canariensis*, *Lythrum solitaria*, *Iris pseudocorus*, *Convolvulus durandoi*.

Au bord des mares stagnantes, on trouve : *Alnus glutinosa*, *Typha latifolia*, *Leersia hexandra*, *Mentha rotundifolia*.

Le long des oueds permanents et à moyenne altitude, on rencontre : *Prunus avium*, *Alnus glutinosa*, *Laurus nobilis*, *Quercus canariensis*, *Hypericum afrum*, *Ranunculus macrophyllus*.

Dans les tourbières (Dar Fatma à l'Est d'Aïn Draham), on trouve : les mousses à *Sphagnum subsecundum*, *Aulocumnium palustre*, *Juncus fontanesii* et *Bellis radicans*.

### **3. Matériel et méthodes**

#### **3.1 Méthodes de prospection et de caractérisation écologique des sites des espèces *Rosa* en Kroumirie.**

La méthode suivie comporte deux phases :

-Une phase de recherche bibliographique de l'existence de *R. canina* et *R. sempervirens*, elle commence par :

- Une consultation de la flore de Tunisie de Pottier-Alapetite (1979), qui donne une idée de la distribution géographique de ces deux espèces.

-Une consultation des agents forestiers et des citoyens qui connaissent parfaitement la forêt.

-Une phase de prospection de terrain qui va de Tabarka à El Feija en tenant compte des paramètres : altitude, latitude, longitude etc.

Nous avons retenu trois tranches d'altitude : 0-400 ; 401-800 ; >800 m. Les expositions considérées sont essentiellement celles Nord-Ouest (généralement humide et fraîche) et SE (généralement sèche et chaude). Ensuite nous avons parcouru les différents peuplements dans différentes situations topographiques et nous avons référencé les

placettes grâce à leurs coordonnées géographiques obtenues par GPS, où l'une ou les deux espèces sont rencontrées.

Le choix de l'emplacement de nos provenances est dicté par l'existence de l'une et /ou de l'autre de nos deux espèces qui poussent, généralement, d'une manière très dispersée. Ainsi à l'intérieur de chacune des trois tranches d'altitude, nous avons matérialisé des placettes de forme carrée d'un hectare chacune. A l'intérieur de chaque provenances, nous avons pris en considération tous les pieds de *Rosa* existants et dont les effectifs varient de 1 à 10 au maximum pour *R. sempervirens* et de 1 à 2 pour *R. canina*. Le nombre total de provenances de *R. sempervirens* est de 56 tandis que celui de *R. canina* est de 41.

Une seule provenance, celle d'oued Ghzala, à 530m d'altitude, est mixte (présence des deux espèces). Les paramètres climatiques (pluviométrie et température) sont estimés en prenant comme référence la station météorologique de Tabarka et en tenant compte de la relation entre l'altitude et ces deux paramètres : ainsi dans notre région, la pluviométrie augmente de 0.7 mm/an d'altitude et la température diminue de 0.5°C/100m d'altitude (Hasnaoui, 1992).

Sur la carte 1 ci-dessous, nous avons situé nos provenances, les tableaux donnant les coordonnées géographiques et les caractéristiques topographiques et climatiques de ces provenances figurent en annexes (annexes 1 et 2).

Carte 1 : carte de situation des placettes retenues.

### **3. 2. Suivi phénologique**

Elle consiste à observer toute modification qualitative des caractères morphologiques externes. La phénologie est donc un élément clé de l'autoécologie des «essences» car elle permet de mieux appréhender leur adaptation au contexte écologique local d'installation et de développement (Jackson et *al.*, 2001 ; Chuine, 2001). Cette étude se base sur l'aspect dynamique de la phénologie de *R. canina* et *R. sempervirens* au cours de l'année.

Dans notre étude le suivi phénologique a été réalisé sur des pieds que nous avons marqués par de la peinture et à raison d'un pied par placette choisi selon la facilité

d'accès. Les observations ont été effectuées tous les 15 jours environ et durant deux années. Les paramètres mesurés sont: Altitude, (Lr): longueur du rameaux (Nbrear): nombre aiguilles par rameaux (Nbrnr): nombre des nœuds par rameaux (Nbrfr), nombres des feuilles par rameaux ; largeur des feuilles (Larf): longueur des feuilles (Lonf): nombres des graines par fruits (Ngf); longueur des fruits ( $LF_1$ ), longueur des pétioles ( $Lp$ ), longueur des folioles ( $Lf_2$ ), largeur des folioles ( $Lf_3$ ), nombres des fleurs par inflorescence (Nrbfinf), diamètre des fleurs (Diaf), hauteurs des arbres (Hau), pH, Taux de carbone ( $T_c$ ), taux d'azote ( $T_{azote}$ ), Rapport C/N ( $R_{CN}$ ), Potassuim ( $K_2O$ ), Phosphore (P), précipitation (Pre), température (Temp), Pente faites respectivement sur les deux espèces.

### **3.3. Analyses physico – chimiques du sol :**

Au sein de chaque placette nous avons prélevé du sol à l'aide d'une tarière manuelle. Ensuite le sol a été séché à l'étuve à 40°C, par la suite les échantillons ont été réduits en poudre à l'aide d'un broyeur.

-Le pH du sol a été mesuré au moyen d'un pH-mètre électronique sur une suspension sol/eau dans un rapport 1/2,5 (50g de sol agité pendant deux heures dans 125 ml d'eau distillée).

- Le matière organique est estimée à partir du dosage de l'un de ces principaux constituants, le carbone, selon la méthode chimique de Pawels *et al.* (1992), qui admettent que la matière organique est obtenu par la formule :  $\%MO=1,725*\% C$ .

-L'azote total a été dosé selon la méthode de Kjeldahl (Brenner et Mulvaney, 1982).

-La teneur en phosphore assimilable a été déterminée par la méthode d'Olsen modifiée (Ryan *et al.*, 1996).

### **3.4. Méthodes de multiplication de fruits**

#### **3.4.1. Multiplication sexuée**

La région de Kroumirie étant étendue, la collecte des fruits a été opérée selon un échantillonnage aléatoire. Pour étudier les propriétés germinatives, il est nécessaire d'avoir un échantillon de graines représentatif. La procédure adoptée consiste à prélever, au hasard et de différentes provenances, des lots de fruits. Ces échantillons élémentaires sont prélevés à différents niveaux de l'individu (N, S, E et W).

#### **3.4.1.1 Collecte et germination des graines.**

Le suivi de la maturation des fruits a été réalisé en commençant tout d'abord par le choix d'une vingtaine d'arbustes au hasard dans chaque tranche d'altitude (correspondant, en gros, aux zones de Tabarka, Ain Draham et El Feija) pour les deux espèces: *R. canina* et *R. sempervirens*. Ces arbustes ont été matérialisés par de la peinture afin de les retrouver facilement. Pour déterminer la période de maturation des graines, la récolte a été effectuée toutes les deux semaines, du mois d'août 2006 jusqu'au mois de novembre de la même année. Une partie des graines sont mises à germer immédiatement après la récolte.

Il s'agit de récolter des fruits apparemment mûrs (figure 10), de Tabarka et Ain Draham pour *R. sempervirens* et d'El Feija et Ain Draham pour *R. canina*.

Les dates de récolte sont :

**Date 1** :10/08/2006.

**Date 2** :25/08/2006.

**Date 3** :10/09/2006.

**Date 4** :25/09/2006.

**Date 5** :10/10/2006.

**Date 6** :15/10/2006.

**Date 7** :5/11/2006.

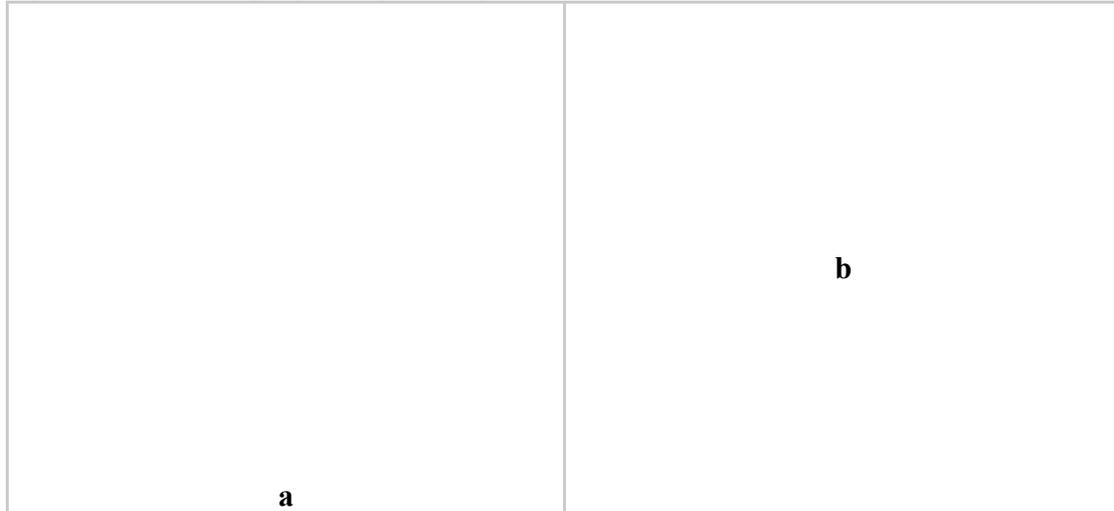
**Date 8** :25/11/2006.

Les graines sont sélectionnées, triées et immergées dans un fongicide (tween 20) afin d'éliminer d'éventuelles infections. Elles ont été subdivisées en trois lots par date, par station et par espèce, ensuite elles ont été lavées à l'eau pour être mises en germination dans des alvéoles. Deux substrats ont été utilisés :

-Tourbe+perlite

-Terreau

Les graines ont été mises à germer au mois d'octobre 2006, dans des alvéoles, dans la pépinière de l'INRGREF. Le nombre de graines est de 6 par alvéole avec trois répétitions. Un comptage des graines germées a été réalisé.



**Figure 10 :** Graines de *R. canina*(a) et *R. sempervirens*(b)

Concernant la levée de la dormance ; Les graines des deux espèces présentent une dormance tégumentaire (figure 11). En effet, elles possèdent des téguments durs qui empêchent leur imbibition et gênent la germination de l'embryon. Cette difficulté peut être surmontée en utilisant des prétraitements appropriés (Dominique 2002).

**a-Air ambiant:** Les graines sont conservées dans le laboratoire de l'INRGREF; (le premier lot de graine a été conservé pendant trois mois, le second pendant six mois et le dernier pendant neuf mois).

**b-Traitement au froid:** Les semences récoltées toutes les deux semaines sont placées dans une chambre froide à une température de 5C (le premier lot de graine a été conservé pendant trois mois, le second pendant six mois et le dernier pendant neuf mois). Ensuite, elles sont ressorties de celle-ci, 24 heures avant la manipulation.

**c- Stratification :** La stratification est une opération qui consiste à disposer des graines dans un récipient, par lits alternés avec du sable. On utilise des récipients non étanches pour permettre l'écoulement de l'eau, on place les graines et le sable par lits ou en mélange à raison de trois parties de sable pour une partie de graines, (le premier lot de graine a été conservé pendant trois mois, le second pendant six mois et le dernier pendant

neuf mois).

Après avoir déterminé la meilleure méthode pour la levée de la dormance et afin de mieux comprendre les conditions optimales de germination de ces graines, nous avons appliqué divers prétraitements notamment le traitement chimique et les chocs thermiques. Pour le traitement chimique, les graines ont été trempées dans une solution d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) concentré pendant des durées variables :  $T_1$  : 15min ;  $T_2$  :30 min ;  $T_3$  :1 heures. Elles sont ensuite rincées abondamment à l'eau de robinet et mises à germer à la température ambiante.

Pour l'étude de l'influence des chocs thermiques sur la germination des graines, les durées de trempage dans l'eau bouillie sont :  $T_1$ : 24 h ;  $T_2$ :36 h;  $T_3$ :48 h.

Le comptage de graines germées a été effectué tous les jours et les pourcentages de germination ont été déterminés quotidiennement. Une graine est considérée comme ayant germé lorsque la radicule devient visible (Come, 1968).

**Figure 11** : Mise en évidence de la dormance tégumentaire des deux espèces

#### **3.4.1.2. Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental adopté pour la germination est complètement randomisé. Il est à souligner que chacune des expériences a été répétée trois fois (annexe 3).

### **3.4.1.3. Paramètres mesurés**

Afin d'explorer la réponse des graines aux différents traitements, des mesures relatives à la croissance des plantes ont été réalisées. Les paramètres mesurés sont: pourcentage de germination, nombre de folioles formés, nombre de racines et longueur de la racine principale. Nous avons mesuré la hauteur des plantes, depuis le collet jusqu'au bourgeon terminal et ce, pour les différents traitements appliqués.

### **3.4.2. Multiplication asexuée**

#### **3.4.2.1. Echantillonnage**

Notre choix a porté sur deux stations bien distinctes de chaque espèce : *R. canina*, à Ain Draham et El Feija, dans l'étage bioclimatique humide supérieur à hivers tempérés sous étage inférieur à hiver frais.

Pour *R. sempervirens*, nous avons choisi Tabarka (humide inférieur à hivers chauds) et Ain Draham. Le prélèvement des échantillons se fait de manière aléatoire de chaque pied. De ces arbustes nous avons récolté les rameaux à raison de 5 rameaux par pied. Le nombre total de boutures est de 90 par station (5 rameaux par pied\*6 répétitions\* 3 types de boutures); les trois types de boutures correspondent chacun à l'emplacement du morceau de bois prélevé par rapport au rameau coupé.

Etant donnée l'influence probable de la date de bouturage sur l'enracinement des deux espèces, quatre dates de récolte s'échelonnant de la défeuillaison complète jusqu'au débourrement ont été retenues, correspondant chacune à un stade physiologique:

- Stade de croissance estivale (été).
- Stade de reprise d'activité (automne).
- Stade de repos végétatif (hiver).
- Stade de pleine activité (printemps).

#### **3.4.2.2. Protocole expérimental**

Par ailleurs, pour étudier l'effet d'une hormone sur la formation racinaire des

boutures des deux espèces, différentes concentrations en acide beta indol butyrique(AIB) ont été utilisées avec trois types de bouture (disposition par rapport au rameau):

a : bouture apicale,

i : bouture médiane,

b : bouture basale

Pour l'AIB, nous avons utilisé quatre concentrations :

-C<sub>0</sub> : témoin

-C<sub>1</sub> :1000 ppm

-C<sub>2</sub> :2000 ppm

-C<sub>3</sub> : 3000ppm

-C<sub>4</sub> :4000 ppm

Après trempage dans la solution correspondante (à chaque traitement) pendant 20 min à une hauteur d'immersion d'environ 5 cm, les boutures sont placées en pépinière à la station de l'INRGREF dans des sachets en polyéthylène perforés, remplis de substrat composé de 2/3 de terre végétale et 1/3 de sable.

#### **3.4.2.3. Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental adopté pour le bouturage est complètement randomisé (annexe 4).

#### **3.4.2.4. Paramètres observés :**

Les observations ont porté sur le calcul des taux de réussite et de débourrement ainsi que la mesure de la croissance en hauteur de la partie aérienne et le nombre moyen de foliole par bouture ainsi que la capacité à l'enracinement définie par les paramètres suivants : pourcentage d'enracinement ; nombre moyen de racines par bouture et longueur moyenne des racines.

#### **Analyse des données**

L'analyse de la variance a été effectuée en utilisant le logiciel (SAS 8.0) et Excel ; une comparaison des moyennes a été, ultérieurement, élaborée suivant le test (SNK).

Certaines variables ont été retenues pour faire l'analyse en composantes principales (A.C.P) qui consiste à transformer les p variables quantitatives initiales inter-

corrélées d'un tableau de données en p indices synthétiques, d'importance décroissante et non corrélées, appelés scores ou valeurs des composantes principales. Ces indices sont obtenus par combinaisons linéaires des variables initiales (Tomassone, 1974). Parmi tous les indices possibles, l'ACP recherche celui qui permet de voir au mieux les individus, c'est-à-dire celui pour lequel la variance des individus est maximale : cet indice est appelé première composante principale ou encore premier axe principal. Une certaine proportion de la variation totale des individus est expliquée par cette composante principale.

### 3.5. Extraction et analyse des huiles essentielles

#### 3.5.1. Matériel végétal

La collecte des différents organes a été effectuée dans des provenances différentes pour chaque espèce.

-Pour les feuilles (tableau 9).

**Tableau 9:** Choix des provenances pour les feuilles

<i>R. canina</i>		<i>R. sempervirens</i>
Ain Draham	El Feija	Ain Draham
-1 : Ain Zena	- 5: Rad el Koura	-1: Taref
-2 : Guoirya	- 6: Blaket Statir	-2:Bni mtir
-3 : Bni Mtir	-7:Station Forestière	-3: Ordha
-4 :Hammem Bourguiba	- 8: Sraa	-4: Oued rnagha

-Pour les fleurs (tableau 10).

**Tableau 10:** Choix des provenances pour les fleurs

<i>R. canina</i>	<i>R. sempervirens</i>
-Ain Draham	-Tabarka
-Fernana	-Ain Draham
-Boussalem	-Fernana
-El Feija	

Le choix a été effectué selon un transect Nord-Sud allant de Tabarka à El Feija en passant par Ain Draham.

#### 3.5.2. Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation

\*L'huile essentielle à partir des feuilles est extraite par hydrodistillation de 100g de feuilles pendant 3h en utilisant un montage d'hydrodistillation type Clevenger (AFNOR,

2000).

\* L'huile essentielle à partir des fleurs est extraite aussi par hydrodistillation de 200g de fleurs pendant 2h.

### **3.5.2.1 Analyse des huiles essentielles par chromatographie gazeuse-FID et GC-MS**

#### **3.5.2.1.1. Chromatographie gazeuse**

Les analyses chromatographiques ont été effectuées avec un chromatographe en phase gazeuse de type Perkin Elmer Autosystem XL, équipé de deux colonnes capillaires : DB-1 (30m x 0,25 mm, épaisseur du film 0,25  $\mu$ m) (J & W Scientific Inc., Rancho Cordova, CA, USA) et DB-17HT (30m x 0,25 mm, épaisseur du film 0,15  $\mu$ m) (J & W Scientific Inc.), d'un détecteur FID. La programmation de température va de 45 à 175 °C, avec un gradient de 3 °C/min. Les températures d'injection et de détection sont respectivement de 280 et 300 °C.

Le mode d'injection est split (rapport de fuite : 1/50). Le volume d'injection est de 0.2ml (pentane+huiles).

#### **3.5.2.1.2. GC-MS**

Le couplage a été effectué sur un appareil Perkin Elmer Autosystem XL, équipé d'une colonne capillaire en silice fondue de 30 m  $\times$  0,25 mm de type DB1 (30 m  $\times$  0,25 mm) (J & W Scientific, Inc.), opérant sous pression d'hélium avec un débit de 0,6 ml/min., et muni d'un détecteur sélectif quadripolaire, dans lequel le potentiel d'ionisation est fixé à 70 eV. La programmation de température est de 220 °C, avec un gradient de 30cm/s. L'identification des composés est déterminée par leur indice de rétention (C9 -C16 *n*-alkane)

#### **3.5.2.1.3. Identification des composés**

L'identification des composés dans chaque huile essentielle est basée:

- sur la comparaison de leur indice de rétention (IR) sur les colonnes apolaires et polaires, déterminé par rapport aux indices de rétention d'une gamme étalon d'alcane avec ceux des composés de référence.

### **3.6. Préparation des extraits végétaux**

#### **3.6.1. Extraction continue par soxhlet**

### **Figure 12:** Schéma d'un soxhlet

Ce système de distillation continue assure au solvant une circulation en continu au sein du milieu réactionnel. Un siphon permet au solvant de s'écouler de la cartouche pour retourner dans le ballon. Le solvant peut donc recommencer un nouveau cycle d'évaporation/condensation. Cependant, un temps de réaction long et un volume important de solvant sont les principaux inconvénients de cette méthode.

L'extraction des feuilles (30 g) a été effectuée par une méthode traditionnelle : Soxhlet (figure 12); en utilisant trois solvants n-hexane, dichlorométhane (DCM) et le méthanol. Chaque extraction a été achevée en deux journées et lorsqu' aucun colorant ne pourrait être observé. Les extraits ont été filtrés et concentré par un évaporateur relatif (Rotavapeur).

#### **3.6.2. Préparation des différents extraits**

##### **Détermination des caroténoïdes**

Des péricarpes de *R. canina* et *R. sempervirens* étaient broyés dans de l'azote liquide. La poudre ainsi obtenue est immédiatement extraite à l'acétone-méthanol-éther de pétrole (3:2:1) pendant 5 h à l'obscurité, afin d'éviter la dégradation des caroténoïdes. Les extraits ont été filtrés et évaporés. La saponification a été effectuée par l'addition d'éther pur et de l'eau bidistillée en ajoutant un ml de KOH (3%). Ensuite le mélange obtenu est laissé pendant 8 h avec un support magnétique. Les extraits ont été combinés et transférés à un entonnoir. Les caroténoïdes ont été extraits 3 à 4 fois successivement

par le diéthyl-éther. Les savons ont été éliminés et les caroténoïdes sont extraits avec le dichlorométhane (Hodisan et al, 1997).

### **3.7. Dosage des polyphénols**

#### **3.7.1. Phénols totaux**

Le dosage des polyphénols se fait avec le réactif de Folin-Ciocalteu (Slinkard et al 1977), qui en milieu alcalin se réduit en oxyde de tungstène et de molybdène donnant une couleur bleue en présence de polyphénols. Un ml de la solution (mélange de 1 ml de méthanol+4ml de l'extrait sec) a été mélangé avec 1,25 ml du réactif « Folin-Ciocaleu » et 1 ml de carbonate de sodium après incubation à l'obscurité pendant 30 minutes, la D.O est lue à 20°C à 765 nm. La courbe d'étalonnage a été préparée par le mélange 1 ml de 0,024; 0,048; 0,075 et 0.105 mg/ml d'acide gallique avec les mêmes réactifs comme décrits ci-dessus (figure 13). Les résultats sont exprimés en EAG (Equivalent Acide Gallique).

**Figure 13:** courbe d'étalonnage de la concentration d'acide gallique

#### **3.7.2. Flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont dosés par les méthodes colorimétriques élaborées par Popova et al. (2004). Une prise de 1 ml d'un extrait est mélangé avec 1ml de trichloride d'aluminium ( $AlCl_3$ ) (2%). Le mélange est ajusté à 25 ml avec le méthanol. Après 40 min, l'absorbance a été mesurée à 420 nm et une gamme étalon est préparée avec de la rutine à des concentrations croissantes et les teneurs en flavonoïdes sont exprimées en Rutine/ml (figure 14).

**Figure 14:** Courbe d'étalonnage de la concentration de la Rutine.

### **3.8. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits**

L'activité antioxydante a été évaluée *in vitro* par deux méthodes standards. Le pouvoir antioxydant d'extrait testé a été comparé à un ou plusieurs antioxydants de synthèse (acide ascorbique, trolox) et à un antioxydant naturel : le tocophérol.

#### **3.8.1. Evaluation de l'activité antioxydante des différents extraits**

Le test utilisant le DPPH<sup>•</sup> a été réalisé selon la méthode décrite par (Brand-Williams et *al.*, 1995); Ainsi 50 µL de chacune des dilutions des extraits testés sont mélangés dans la cellule placée dans la cuvette du spectrophotomètre avec 25 µl d'une solution méthanolique de DPPH (1,1-Diphenyl-2 Picruhydrozyl). Après une période d'incubation de 3 minutes, l'absorbance est lue à 517 nm. Les expériences sont réalisées en 3 répétitions successives. Le pourcentage d'activité (*I* %) est donné par la formule suivante :

Où : **A<sub>blanc</sub>** : Absorbance du témoin sous extrait ; **A<sub>éch.</sub>** : Absorbance de l'échantillon testé ;

**A<sub>blanc</sub>** : représente l'absorbance du DPPH au temps zéro avant addition de l'échantillon ou du témoin à une concentration donnée.

### **3.8.2. Pouvoir de piégeage des Radicaux ABTS**

Le radical cation ABTS (2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonate)) est généré en mélangeant à volume égal une solution de 2.45 mM de persulfate de potassium et une solution stock d'ABTS (Re et *al.*, 1999), le tout est conservé à l'abri de la lumière et à la température ambiante durant 24 h avant utilisation. La solution obtenue est diluée avec l'éthanol pour obtenir une absorbance de 0.7 à 734 nm. L'addition de 990 *ul* d'ABTS dilué avec 10 *ul* de l'extrait, la lecture de l'absorbance se fait à 30°C après 30mn en utilisant un spectrophotomètre de type Shimadzu 160-UV (Tokyo, Japan). Le Trolox est utilisé comme standard et le résultat final est exprimé en micromoles d'équivalent Trolox par gramme de matière sèche.

# Résultats

# *Analyse de la phénologie*

## **Introduction**

L'insuffisance des connaissances biologiques et écologiques sur la plupart des essences autochtones constitue une limite et un grand handicap pour l'aménagement, l'exploitation et la conservation des ressources génétiques des forêts. En ce qui concerne les phénomènes phénologiques des essences forestières, trop peu d'espèces ont fait l'objet d'études détaillées, il en est de même des espèces qui peuplent la forêt de la Kroumirie. Au cours de ce chapitre, nous nous proposons de donner un aperçu sur la répartition géographique des deux espèces, de contribuer à une meilleure connaissance de leur écologie et de leurs différentes phases phénologiques, comme les phénomènes de feuillaison et de défeuillaison, de floraison et de fructification, etc.

Ce travail peut nous permettre d'atteindre les objectifs spécifiques suivants :

- établir une carte de la répartition géographique des stations et placettes retenues pour notre étude.

- dégager le maximum d'informations sur les différentes phases phénologiques de *R. canina* et *R. sempervirens* dont notamment les phases de débourrement, de floraison, de fructification et de maturation des semences.

-déterminer les conditions écologiques qui permettent la réalisation de ces phases.

Par définition, la phénologie végétale est l'étude de l'apparition d'événements annuels, cycliques et périodiques dans la croissance déterminée par les variations saisonnières du climat (débourrement des bourgeons, fructification, etc.) (Beaugrand et al, 2008). Elle constitue un outil important dans l'étude des changements climatiques. Bien comprendre comment les conditions environnementales influencent directement le développement de l'arbre au jour le jour et durant une saison de croissance peut nous aider à anticiper les impacts des changements climatiques (Collie et al, 2008 ; Soudani et al. 2008).

#### **4.1. Caractérisation de développement annuel des deux espèces**

##### **4.1.1. Phénologie de *R. canina***

Les tableaux 12 et 13 présentent les spectres phénologiques en relation avec les conditions naturelles (température, pluviométrie).

Au niveau de la station d'El Feija, des totaux pluviométriques de 937,2 mm et 896,1 mm ont été enregistrés respectivement en 2007 et 2008 avec des répartitions mensuelles et annuelles inégales (tableaux 11, 12).

L'observation du spectre de développement d'El Feija (figure 15) permet de situer l'initiation de la phase de feuillaison : 2<sup>ème</sup> décennie de janvier. La feuillaison a atteint son maximum au cours de la 1<sup>ère</sup> décennie d'avril (05 avril 2007) alors qu'elle est plus retardée pendant l'année 2008. Le maximum de feuillaison est atteint pendant la 3<sup>ème</sup> décennie de mars (25 mars 2008) (figure 16). En 2007, on note une période de chute des feuilles à partir de la 1<sup>ère</sup> décennie de janvier. Cette défeuillaison se poursuit jusqu'à la 1<sup>ère</sup> décennie de mars. En 2008, la mise en place de la nouvelle feuillaison a commencé à la 2<sup>ème</sup> décennie de février. L'apparition des nouvelles feuilles a donc été plus précoce en 2008

qu'en 2007.

L'apparition du premier bouton florale a débuté pendant la 1<sup>ère</sup> décade de mars et a atteint son maximum pendant la 2<sup>ème</sup> décade du mois de mai en 2007. Par contre, en 2008 elle a été plus précoce : la floraison a commencé vers la fin du mois de février.

Pour la fructification, la maturité des fruits se situe entre le mois d'octobre et le mois de novembre en 2007, alors qu'elle est entre les mois d'août et de septembre en 2008 (figure 16). On peut également signaler une élévation importante de la température en 2008, elle est de 33,1°C (mois d'août). Cette situation s'explique par le fait que les moyennes de températures au cours de l'année 2008 étaient, en général, plus élevées que celles de l'année 2007.

Au niveau de la station d'Ain Draham, les quantités de pluie enregistrées sont de 1803 mm et 1500 mm respectivement en 2007 et 2008 (tableaux 13 et 14). Pour la température, l'analyse des graphiques montre une variation au cours de l'année. Cependant en 2007(figure 17), le maximum est atteint au mois d'août (25,9°C), alors qu'en 2008, il a été atteint au mois de juillet (25,9%). Ceci peut r la précocité de la fructification en 2008 par rapport à 2007. Dans cette zone, la phase de feuillaison s'étale du mois de février au mois d'octobre en 2007. Par contre en 2008, cette phase s'étale sur la période allant du mois de janvier au mois de septembre (figure 18).

La fructification a été très importante et a débuté pendant la 1<sup>ère</sup> décade du mois de septembre et la 3<sup>ème</sup> décade d'octobre (figure 17), alors qu'elle a commencé à la 3<sup>ème</sup> décade du mois de juillet et s'est achevée au début du mois d'octobre.

**Tableau 11:** Températures moyennes mensuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station El Feija.

	An née / moi s	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mo y.
tem pér atur es moy	200 6-20 07	6,5	6	6,4	9	11,9	16,4	18,1	19	27,7	17,1	11	8,3	13,1 1

enn																
es																
(en °c)		2007-2008	8,1	7,9	16	19,4	24	27,1	32,8	33,1	27,6	23,2	16	11,4	20,55	

**Tableau 12:** Précipitations annuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station El Feija.

		An née / moi s	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	So m.
Pré cipit atio ns ann uell es	2007	58,5	141	257	84	53	60,5	3,2	1,8	13	126	44	96	938	
(en mm )	2008	60	150	94,2	83	84	23,1	6,7	3,2	52	57,5	100	183	896,7	

**Figure 15:** Phases de développement de *R.canina* à El Feija du 1<sup>er</sup> janvier 2007 au 03 décembre 2007, les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).

**Figure 16:** Phases de développement de *R.canina* à El Feija du 1<sup>er</sup> janvier 2008 au 15 mars 2008, les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).

**Tableau 13:** Températures moyennes mensuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Ain Draham.

		An née / moi s	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mo y
tem pér atur e moy enn e	200 6-20 07		11	9,9	10	14,4	17,2	22,2	25,3	25,9	22,3	17,5	12	8,6	16,3 5
(en °C)	200 7-2 008		10, 1	10, 2	10, 4	14, 3	17, 9	21, 1	25, 9	27	22, 7	19, 1	12, 7	9,2	17, 30

**Tableau 14** Précipitations annuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Ain Draham

		An née / moi s	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	So m.
Pre cipit atio n moy enn e	200 6-20 07		77	208, 5	408	134, 4	54	67	5	8	28,1	258	226, 5	328, 5	180 3
(en mm )	200 7-2 008		86	127	291	53	127	34	11	0	171	107	179	314	150 0

**Figure 17** : Phases de développement de *R. canina* à Ain Draham du 1<sup>er</sup> janvier 2007 au 30 novembre 2007 : les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).

**Figure 18**: Phases de développement de *R. canina* à Ain Draham du 1<sup>er</sup> janvier 2008 au 31 décembre 2008, les courbes expriment les fluctuations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).

#### **4.1.2 Phénologie de *R. sempervirens***

Au niveau de la station de Tabarka, il est tombé 967mm de pluie durant l'année 2007, et nous avons calculé une moyenne de 18, 9°C de température pour la même

année. L'année 2008 a connu une chute des quantités de pluie enregistrées et qui n'ont pas dépassé les deux tiers des quantités moyennes annuelles qui tombent dans cette station, soit 689,1mm montrant ainsi un déficit énorme en ce paramètre. Quant à la température moyenne de cette année, elle est de 18,7°C et est très proche de la moyenne annuelle de l'année précédente mais elle enregistre une élévation de 0,8°C par rapport à la moyenne annuelle habituelle de la station en question.

Outre ces fluctuations annuelles importantes en ces paramètres, nous constatons des variations considérables tout au long de l'année et notamment au cours de l'année 2008 durant laquelle les pluies se sont concentrées sur la période s'étalant entre les mois de septembre et de décembre.

L'examen des tableaux 15 et 16 montre des variations des précipitations. En 2007, Les taux de précipitations tendent à augmenter à partir du mois de septembre pour atteindre son optimum au mois de décembre (133,8mm). En 2008, le maximum est de 98,8mm et est enregistré au mois de décembre.

Le spectre phénologique de *R. sempervirens* dans la région de Tabarka est représenté sur la figure 19. Pour la phase de feuillaison, cette espèce a gardé ses feuilles pendant toute l'année (feuilles persistantes).

En 2007, la floraison a commencé vers la 4<sup>ème</sup> décennie du mois de mars et s'est intensifiée vers le 20 mars, alors qu'en 2008, la phase de floraison s'étale sur les mois d'avril et de mai.

En ce qui concerne la phase de fructification, elle a commencé à partir de la 2<sup>ème</sup> décennie du mois d'octobre et s'est achevée vers la fin du mois de décembre de l'année 2007. Par contre, en 2008, elle a débuté vers le 3 octobre et s'est achevée vers la 3<sup>ème</sup> décennie du mois de décembre. Au niveau de la station d'Ain Draham, la floraison a débuté vers la fin du mois d'avril et a atteint son maximum à la 3<sup>ème</sup> décennie de mai. L'initiation florale, pour la même année, a commencé à partir de la deuxième moitié d'avril et a atteint son maximum au début de la deuxième semaine de mai (figure 21). La fructification a été très importante, la maturation a débuté à la 3<sup>ème</sup> décennie d'octobre et s'est achevée vers la

1<sup>ère</sup> décade de janvier 2009.

**Tableau 15:** Températures moyennes mensuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Tabarka.

		Année/ mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mo y.
température moyenne	2006-2007		13,3	13,5	13,2	17,4	20,3	23,1	26,4	26,5	23,8	20,9	15,6	12,8	18,9
(en °C)		2007-2008	12,4	12,1	13,3	17,2	20,8	22,6	26,5	25,9	24,6	20,8	15,8	12	18,7

**Tableau 16:** Précipitations annuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Tabarka

		Année/ mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Som
Précipitations annuelles	2006-2007		38,8	95,6	243	56	18,4	37,7	37,7	2,6	72,8	112,2	121,6	134	970,4
(en mm)		2007-2008	30	20,6	215	17,6	69,4	3,8	11,6	0	107,9	42,3	72	98,8	689

**Figure 19:** Phases de développement de *R. sempervirens* à Tabarka du 5 janvier 2007 au 05 décembre 2007, les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (FE).

**Figure 20:** Phases de développement de *R. sempervirens* à Tabarka du 20 février 2008 au 22 décembre 2008, les courbes expriment les variations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (Fe).

**Tableau 17:** Températures moyennes mensuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Ain Draham

	An née / mo is	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mo y.
tem pér atu res mo yen nes	200 7	11	9,9	10	14, 4	17, 2	22, 2	25, 3	25, 9	22, 3	17, 5	12	8,6	16, 35
(e n °C)	200 8	10, 1	10, 2	10, 4	14, 3	17, 9	21, 1	25, 9	27	22, 7	19, 1	12, 7	9,2	16, 71

**Tableau 18** Précipitations annuelles pour les années 2007 et 2008 pour la station Ain Draham

	An née / mo is	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	So m.
Pre cipi tati on mo yen ne	200 6-2 007	77	208 ,5	408	134 ,4	54	67	5	8	28, 1	258	226 ,5	328 ,5	180 3

ne															
(e		200													
n		7-2	86	127	291	53	127	34	11	0	171	107	179	314	150
m		008													0
m)															

**Figure 21:** Phases de développement de *R. sempervirens* à Ain Draham du 5<sup>er</sup> janvier 2007 au 05 décembre 2007, les courbes expriment les fluctuations des taux de floraison (FR), de fructification (F) et de feuillaison (Fe).

**Figure 22:** Phases de développement de *R. sempervirens* à Ain Draham du 5<sup>er</sup> janvier 2008 au 05 décembre 2008, les courbes expriment les variations des taux de floraison (F), de fructification (FR) et de feuillaison (Fe).

#### 4.1.3. Comparaison des phénologies de *R. canina* et *R. sempervirens*

Les caractéristiques phénologiques des deux espèces étudiées sont illustrées par les figures 23 et 24. La comparaison des spectres phénologiques avec les données

climatiques nous permet d'accéder à une analyse de l'influence des facteurs climatiques sur la phénologie de ces espèces.

#### **4.1.3.1- Phase de feuillaison**

La phase de feuillaison comprend le développement, l'allongement et la ramification des parties aériennes (tiges et feuilles) et des parties souterraines (racines). Pendant cette phase, on constate un développement des tiges et des feuilles. La phase de feuillaison coïncide avec la première moitié de la saison des pluies (saison humide) durant laquelle les précipitations sont abondantes et fortes. L'existence de cette corrélation montre que les deux espèces exigent de l'humidité en quantités suffisantes dans le sol pour déclencher puis maintenir le développement végétatif (figures 25 et 26).

#### **4.1.3.2- Phase de floraison**

Les premiers boutons floraux pour les deux espèces de *Rosa* rencontrées apparaissent au début du mois de mai. La phase de floraison s'étale sur les deux mois: mai et juin (figures 25 et 26).

L'émission de fleurs, l'intensité et le délai de l'étalement de la floraison varient avec les espèces mais en plus de ces conditions, quelques facteurs peuvent encore l'influencer comme l'intensité lumineuse, la photopériode, l'humidité, la température, etc.

#### **4.1.3.3- Phase de fructification**

Les espèces en question commencent à fructifier au mois de septembre. La maturation des fruits se termine au mois de novembre pour *R. canina* et au mois de décembre pour *R. sempervirens*.

**Figure 23:** Cycle phénologique de *R. canina*

**Figure 24:** Phases phénologique de *R. sempervirens*

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

**Figures 25:** Les différents stades phénologiques de *R. canina* de la floraison jusqu'à la fructification (a : début de floraison ; b : début d'ouverture du bouton floral; c : bouton floral moyennement ouvert; d : pleine floraison ; e : fin de floraison; f : fruits matures ; g : fin de maturité)

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

**Figures 26:** Les différents stades phénologiques de *R. sempervirens* de la floraison jusqu'à la fructification (a : début de floraison ; b : ouverture du bouton floral; c : pleine floraison; d : fin de floraison ; e : fruits immatures; f : fruits matures ; g : fin de maturité)

## 4.2. Analyse de la variabilité morphologique

### 4.2.1. *Rosa canina*

Les tableaux 19 et de l'annexe 5 résument les résultats de l'analyse de variance relatifs aux caractères morphologiques.

Un examen du tableau permet d'apprécier la différence entre les provenances (différence n'est pas significative) pour la majorité des caractères mesurées à l'exception du paramètre « longueur des feuilles ».

**Tableau 19: Résultats des analyses de variance relatives aux mesures faites sur les paramètres morphologiques.**

Paramètres	F. observé	Moyenne	CV%
Hau	0,01	2,23	32,91
Lr	1,63	28,87	13,97
Nbrear	0,75	23,58	11,3
Nbrnr	2,86	21,3	13,18
Nbrfr	0,31	18,77	22,17
Larf	1,31	14,68	5,15
Lonf	3,78	10,29	6,22
Ngf	0,6	20,68	3,50
LF1	1,29	7,11	6,42
Lp	2,28	0,97	2,28
Lf2	0,7	1,82	9,59
Lf3	0,96	0,94	22,74
Nrbfinf	0,00	6,84	17,16
Diaf	0,53	3,36	9,76

**CV : Coefficient de variation résiduel intra-provenance**

La comparaison des moyennes des provenances a été réalisée au niveau de l'ensemble des provenances caractère par caractère. Les résultats de cette analyse sont présentés dans les tableaux (annexe).

Les provenances sont comparées à l'aide du test de Newman et Keuls. Celles reliées par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes les unes des autres. Sur la base des résultats fournis, on peut distinguer un seul groupe homogène bien différencié pour tous les caractères morphologiques mesurés.

#### **4.2.2. *Rosa sempervirens***

Un examen du tableau permet d'apprécier la différence entre les deux provenances Ain Draham et Tabarka (différence n'est pas significative) de pont de vue caractères morphologiques sauf les paramètres : la longueur des folioles (Lonf), nombre des graines par fruits (Ngf) et la largeur des feuilles (Larf) (différence est significatif) (annexe 6).

**Tableau 20: Résultats des analyses de variance relatives aux mesures faites sur les paramètres morphologiques.**

<b>Paramètres</b>	<b>F. observé</b>	<b>Moyenne</b>	<b>CV%</b>
Hau(m)	0,17	3,43	30,18
Lr(cm)	0,05	33,03	15,33
Nbrear	2,37	21,18	21,27
Nbrnr	0,26	13,34	20,96
Nbrfr	1,38	10,91	23,58
Larf(mm)	6,12	12,06	8,06
Lonf(mm)	0,06	9,72	7,4
Ngf	8,05	28,51	3,12
LF1	0,5	6,7	4,7
Lp(mm)	0,06	0,96	7,94
Lf2	3,77	2,59	9,49
Lf3	0,74	1,4	13,55
Nrbfinf	0,26	6,3	19,61
Diaf(mm)	1,03	6,99	190,14

#### **CV : Coefficient de variation résiduel intra-provenance**

La comparaison des moyennes à l'aide de test de Newman et Keuls des deux provenances est présentée dans les tableaux (annexe). Celles reliées par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes les uns des autres. Sur la base des résultats

fournis par ce test confirme nos résultats et distingue un seul groupe homogène à l'exception des caractères : nombre de graines par fruits et largeurs des feuilles. En effet, pour ces deux paramètres, on peut distinguer deux groupes bien distingué (annexe 6).

#### 4.3. Variabilité globale de provenances analysées pour les deux espèces

Pour mieux faire la distinction entre les deux espèces *R. canina* et *R. sempervirens* et leurs relation avec les conditions de l'environnement, nous avons regroupé et tiré les données dans une matrice en fonction des variables. Cette matrice a été utilisée pour faire les Analyses en Composantes Principales(ACP) suivie d'une représentation des provenances dans les plans factoriels formés par les deux premiers axes principaux. Cette technique est particulièrement avantageuse lorsque les axes principaux sont facilement interprétables et lorsqu'un nombre réduit d'axes prend en considération une partie importante de la variabilité des données (Palm, 2000).

Les tableaux 21 et 22 donnent les informations relatives aux valeurs propres et les corrélations des variables initiales avec les quatre premières composantes principales. Il ressort du tableau que la première composante principale prend en compte 32,84% de la variabilité totale. Elle est de loin la plus importante, puisque la composante suivante n'explique que 8,62% de cette variabilité.

**Tableau 21:** Valeurs propres et contribution à la variation totale relative et cumulée.

Axes principaux	Valeurs propres	Contribution à la variation totale (en %)	Contribution Cumulée (en %)
1	7.88	32,86	32.86
2	2.07	8,63	41.48
3	1.56	6,51	48
4	1.51	6,3	54

**Tableau 22:** Corrélations des variables initiales avec les quatre premiers axes principaux.

Variables	Axe1	Axe 2	Axe 3
Altitude	0.850	-0.171	0.227
Lr	-0.254	-0.04	0.578
Nbrear	0.328	0.265	0.03
Nbrnr	0.834	0.05	-0.02
Nbrfr	0.759	-0.03	0.001
Larf	0.820	-0.05	0.087

Lonf	0.447	-0.117	-0.164
Ngf	-0.892	-0.05	0.113
LF1	0.565	-0.05	-0.305
Lp	0.104	0.115	-0.463
Lf2	-0.767	-0.179	0.132
Lf3	-0.614	0.13	-0.200
Nrbfinf	0.243	0.04	-0.197
Diaf	-0.726	-0.05	0.240
Hau	-0.622	-0.09	0.016
ph	-0.196	0.115	-0.131
T_c	0.246	0.861	0.126
T_azote	0.178	0.892	0.008
R_CN	-0.105	-0.279	0.075
K2O	0.241	0.149	0.521
P	0.09	0.169	0.552
Pre	0.826	-0.239	0.136
Temp	-0.829	0.237	-0.135
Pente	0.442	-0.266	0.106

D'après ces résultats et afin de visualiser les provenances sur un plan factoriel, la rétention des deux premières composantes qui expliquent ensemble 33% et 9% de la variabilité totale est justifiée.

L'examen des corrélations des variables initiales avec la première composante (tableau 21) et (figure 27) montre une nette opposition des paramètres écologique (altitude) et certains paramètres morphologiques (largeur des feuilles, nombres de feuilles par rameau...) aux paramètres de l'environnement (T-carb, T-azote, pente...).

**Figure 27:** Cercle de corrélation des variables morphologiques et abiotiques du premier plan factoriel de l'ACP.

D'après le cercle de corrélation des variables morphologiques et abiotiques, on peut déduire que tous les paramètres définissent l'axe 1 du côté négatif ou positif sauf les variables T-carb, T-azote et R\_CN ont de forts coefficients suivant l'axe 2.

La figure 30 donne une représentation graphique des provenances dans le plan formé par les deux premiers axes principaux. Les différents groupes dont les provenances sont délimitées des nuages de points sont ceux obtenus à l'aide de la classification numérique.

**Figure 28:** Projection des individus des deux espèces sur le plan défini par les axes 1 et 2 de l'ACP.

La figure 28 montre une différence significative pour les variables explicatives précitées ci dessus, deux groupes de relevé ont pu être déterminés.

L'axe 1 détermine nettement la répartition des individus recensés selon le gradient :

Altitude et hauteur des arbres :

- Sur le côté positif de l'axe 1 se trouve le groupe 1 qui assemble les individus caractérisés par des petites hauteurs et altitude élevée : c'est le groupe des individus de *R. canina*.

- En opposition, le groupe 2 sur le côté négatif de l'axe associe les individus de hauteurs élevées et localisées à basse altitude. : C'est le groupe des individus de *R. sempervirens*

En conclusion, il ressort de cette analyse que les deux espèces occupent des zones géographiques séparées. En effet, *R. sempervirens* est localisée dans les sites de basses et moyennes altitudes, alors que *R. canina* évolue plutôt à des altitudes plus élevées et donc plus continentales et plus fraîches.

Il est à souligner qu'au niveau de la station d'Ain Draham, il est possible de constater une cohabitation de ces deux espèces.

Pour la corrélation entre les paramètres morphologiques et les facteurs de l'environnement (annexe 7), plusieurs caractères sont corrélés entre eux néanmoins ces corrélations ne sont significatives qu'entre l'altitude et la précipitation ( $r=0,95$ ), l'altitude et température ( $r=-0,95$ ), nombre de graines par fruit et longueur des folioles ( $r=0,8$ ) et le taux de carbone et taux d'azote ( $r=0,87$ ).

## Discussion

Aussi bien pour *R. canina* que pour *R. sempervirens*, on obtient toujours la même allure des graphiques. En effet, ils présentent deux pics de production (floraison et fructification), l'un débute au mois de Septembre et s'achève au mois de Décembre qui correspond essentiellement à une production de fruits et l'autre au printemps et qui correspond principalement à la production des fleurs. Nos observations montrent une corrélation entre les différentes phénophases et les variations saisonnières. En effet, en Kroumirie, les amplitudes maximales de production des fruits sont obtenues durant la saison chaude pour la fructification et en période modérée en précipitations pour la floraison.

Les deux espèces *R. canina* et *R. sempervirens* se caractérisent par une phase de floraison courte et une phase de fructification assez étalée. En effet, au sein de la même population, ce stade peut être variable d'une provenance à une autre et même d'un individu à un autre. Nos résultats confirment ceux de Marie-Alain et *al.*, (2005) et Depommier (1998), portant sur une étude phénologique de *Faidherbia alba*. Toutefois, un décalage peut souvent avoir lieu même au sein de la même population. Ce décalage pourrait survenir suite aux fluctuations des facteurs climatiques et édaphiques (Grouzis, (1991); Wen-bin et *al.*, (2010).

L'augmentation d'altitude provoque un retard de floraison et de fructification de manière significative pour les deux espèces. En effet, l'altitude a un fort impact sur le démarrage de la végétation et entraîne, par conséquent, un retard de la floraison et de la fructification. Ceci peut être expliqué par la diminution de la température due à l'altitude (environ 0,5°C tous les 100 m) qui influence fortement la période de croissance des végétaux (Jeangros et *al.*, 2005).

Enfin, un avancement des périodes de débourrement, de fructification et de floraison au cours du temps (2007-2008) est possible avec le réchauffement climatique. Les changements climatiques risquent donc d'entraîner une variation des températures et de la photopériode induisant une précocité des différentes phases phénologiques (Yann Vitasse, 2009 ; Kaesha et *al.*, 2010).

C'est donc à l'issue de la synthèse de ses nombreuses recherches que Janzen (1967) a révélé que « les différentes espèces d'une communauté réagissent à l'ensemble des

stimuli de l'environnement pour déterminer la période la plus avantageuse pour se reproduire ». Les rythmes physiologiques endogènes formés se calquent sur le rythme des saisons. Abordant le même sujet, Lieth (1974) a montré que les réactions d'un organisme ou d'une communauté varient de façon saisonnière et en fonction des conditions environnementales naturelles. Le comportement phénologique des essences forestières dépend des facteurs climatiques qui montrent également une variation et une rythmicité annuelles (Lesica *et al.*, 2010; Pinna *et al.*, 2010).

Outre les mécanismes physiologiques internes de régulation contrôlant l'expression des gènes dans le déterminisme de la rythmicité des facteurs externes interviennent *sine die*, sur la floraison et la fructification, les facteurs du milieu (Millet & Manachere, 1983 ; Millet *et al.*, 1991). Ces facteurs agissent à divers niveaux de l'induction florale à l'anthèse (floraison), on peut citer, comme exemples, la photopériode, le stress hydrique, l'insolation et la température (Whitmore, 1975; Bernier *et al.*, 1981 ; Kinet *et al.*, 1985). Les deux derniers facteurs climatiques activent et accélèrent la maturation des fruits (Ulrich, 1952).

# Multiplication

## Introduction

La multiplication d'une plante peut se faire par différents procédés:

-Multiplication par graine ou multiplication sexuée : c'est l'ensemble des événements qui commencent par l'étape cruciale d'absorption de l'eau par la graine (Bradford, 1995) et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule à travers les structures qui entourent l'embryon (Bewley, 1980). À l'échelle cellulaire, elle se caractérise essentiellement par la reprise de l'activité respiratoire à travers la réactivation de la glycolyse, du cycle de Krebs et de la chaîne respiratoire (Morohashi et *al*; 1980; Ehrenshaft et *al*; 1990), la mobilisation des réserves par la sécrétion d'enzymes hydrolytiques (Fincher, 1989; Müntz, 2001), la dépolymérisation des réserves et le transport des métabolites libérés vers les cellules embryonnaires en croissance (Basha et *al*, 1975 ; Fincher, 1989), la diminution de la résistance mécanique imposée par les tissus qui entourent l'embryon, principalement par l'augmentation de l'activité de plusieurs hydrolases pariétales (Bewley, 1980; Fincher, 1989; Welbaum, 1998). Nombreuses sont les contraintes environnementales qui peuvent compromettre l'aptitude des graines à germer.

-La multiplication végétative ou multiplication asexuée : est un corollaire de l'aptitude à la croissance indéfinie des végétaux, qui possèdent des méristèmes (tissus embryonnaires) composés de cellules indifférenciées capables de soutenir et de réamorcer indéfiniment la croissance (Campbell, 1995). La reproduction végétative ou clonale est le mode de production commerciale de beaucoup, pour ne pas dire de la plupart, des cultures horticoles (ornementale, fruits, légumes et noix). Le bouturage est défini comme étant la séparation d'une plante mère en parties qui reforment des plantes entières.

Pour la majorité des exemples, le semis des graines pose le problème d'hétérogénéité dû au mode

de reproduction essentiellement allogame (Msanda, 1993). C'est pour cela que la multiplication végétative par bouturage, à partir des pieds adultes, a été proposée comme une alternative intéressante soit à des fins de recherches, soit pour une production accélérée.

Nous souhaitons multiplier les espèces choisies en utilisant leur aptitude naturelle à la multiplication végétative. La technique utilisée sera celle du bouturage par division des tiges. Outre nos essais de multiplication des deux espèces étudiées par semis, nous tentons d'obtenir une bonne propagation végétative de ces espèces. Autrement dit, nous souhaitons obtenir un taux de reprise élevé ainsi qu'une bonne croissance des boutures suite à la division du matériel végétal de départ. Nous évaluerons ainsi la capacité de ces espèces à être bouturées, sans et avec substances de croissance : AIB. Les essais de bouturage en absence de substances de croissance, outre la constitution d'un témoin pour nos expériences, nous permettront de quantifier la capacité naturelle des espèces étudiées à se propager par bouturage. Nous nous attendons à ce que d'une application d'AIB résulte une masse racinaire plus importante chez les boutures traitées que chez les boutures témoins. Un meilleur enracinement pourrait être un atout pour les boutures des espèces de notre étude en milieu naturel.

Dans cette expérience de multiplication végétative, nous partons des hypothèses suivantes ;

\*La régénération d'un individu complet et mature est possible à partir de la mise en culture d'une section de tige d'une longueur donnée; les boutures traitées à l'AIB ont un enracinement plus important que les boutures témoins.

\*La date de récolte des boutures sur l'enracinement peut avoir un impact sur le taux de réussite de ce mode de multiplication.

## **5.1. La multiplication sexuée**

### **5.1.1. Facteurs influençant la germination des graines**

#### **5.1.1.1. Effet de la date de récolte des graines sur leur capacité germinative**

Les courbes représentant les taux de germination des graines des deux espèces en fonction des dates de récoltes sont portées sur la figure (28). L'examen du graphique montre que le pouvoir germinatif des deux espèces est :

- Pour *R. canina*, le taux de germination est de 20% à la date de récolte (D1) (après trois mois). Ce taux augmente de plus en plus en fonction de la maturité des graines. Il est de 22%, 30% et 35% respectivement pour les deuxième, troisième et quatrième dates de récolte. A la date de récolte (D6), le taux a atteint son maximum de 40%, correspondant ainsi à la phase de maturité des graines.

- Pour *R. sempervirens*, le taux de germination des graines est de 10% à la date de récolte (D1), puis il évolue progressivement pour atteindre 15%, 25% et 30% respectivement pour les deuxième, troisième et quatrième dates de récolte. Le maximum du pouvoir germinatif de 45% est atteint à la date de récolte (D7).

Pour les deux espèces, après la date de maturation des graines (la date D7 pour *R. canina* et la date D6 pour *R. sempervirens*), les taux de germination ont diminué, ce taux est de 20% et 10% respectivement pour *R. canina* et *R. sempervirens*.

Ainsi, la maturation du fruit sur l'arbuste jusqu'à un certain degré améliore la germination ; mais lorsqu'elle dépasse cette date, on assiste à une inhibition. Une espèce donnée présente une limite supérieure et une limite inférieure de la date de maturation des graines entre lesquelles la germination est possible.

**Figure 29:** Influence de la date de récolte des graines sur le taux de germination des graines de *R. canina* (R.C) et *R. sempervirens* (R.S).

Quelque soit la date de récolte des graines des deux espèces, le pourcentage de

germination reste faible. Ceci est dû à des facteurs intrinsèques à la graine comme sa maturité physiologique, la dormance de l'embryon, etc. et à d'autres extrinsèques comme les conditions de conservation, l'humidité, la température, la lumière, etc.

### 5.1.2. Influence du substrat et de la provenance sur la germination des deux espèces

L'analyse de la figure 30 (a), montre que sur terreau, le taux de germination des graines de *R. canina* est de 38% et 39% (après trois mois) respectivement pour les provenances Ain Draham et El Feija. Par contre, ce taux est plus faible sur le substrat : Tourbe+ perlite, il est de 25% pour les deux provenances.

Concernant *R. sempervirens*, les taux de germination sont de 40% et 55% respectivement pour les provenances Ain Draham et Tabarka pour les graines germées sur terreau. Alors que sur le mélange (Tourbe-perlite), les taux de germination sont moins élevés: 30% et 40% pour les deux provenances (figure 30(b)).

**Figure 30:** RC (a): Taux de germination des graines de *R. canina* en fonction de la provenance, RS (b): Variation des taux de germination des graines de *R. sempervirens* en fonction de la provenance et selon le substrat.

On peut en déduire que les taux de germination les plus élevés ont été obtenus avec la provenance Tabarka pour *R. sempervirens* et les taux les moins élevés l'ont été avec la provenance El Feija pour *R. canina*.

Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui montre une différence hautement significative pour *R. sempervirens* et non significative pour *R. canina* (tableau 23).

L'analyse de la variance indique que l'effet provenance sur la germination des graines de *R. canina* est non significatif. Ainsi, la comparaison des taux de germination des différentes provenances montre que pour les deux provenances les taux de germination sont presque les mêmes (25 %). Par contre, l'analyse de la variance chez *R. sempervirens* est hautement significative (Tableau 24).

**Tableau 23:** Analyse de la variance, comparaison des taux de germination de deux provenances de *R. canina* sur deux substrats.

--	--	--	--	--	--

Source de variation	ddl	Somme des carrés	C a r r é s moyen	F	Pr>F
<b>Provenance</b>	1	1,33	1,33	0,14	0,71NS
<b>Substrat</b>	1	56,33	56,33	6,09	0,03*
<b>Provenance *substrat</b>	1	3	3	0,32	0,58 NS

NS: effet non significatif

\* : effet significatif

**Le tableau 24 présente l'analyse de la variance. L'effet provenance est significatif, l'effet substrat et l'effet provenance\*substrat ne le sont pas.**

**Tableau 24: Analyse de variance, comparaison des taux de germination de deux provenances de *R. sempervirens* sur deux substrats.**

Source de variation	ddl	C a r r é moyen	Somme des carrés	F	Pr>F
<b>Provenance</b>	1	468,05	936,11	12,86	0,001**
<b>Substrat</b>	1	264,5	264,5	7,27	0,019**
<b>Provenance *substrat</b>	1	92,16	184,33	2,53	0,12*

\* : effet significatif

\*\* : effet hautement significatif

**Ce tableau montre des effets provenance et substrat hautement significatifs pour *R. sempervirens***

### **5.1.2.2. Les paramètres de croissance**

#### **5.1.2.2.1. Hauteur de la tige des plantules**

Concernant *R. canina* et sur terreau, la hauteur moyenne évolue de 2 cm (en un mois) à 4 cm (après 4 mois) et de 1 cm à 4 cm respectivement pour les provenances El Feija et Ain Draham. Par contre, cette hauteur est moins élevée sur le mélange tourbe+perlite, elle est de 2 cm à 2,5 cm pour les deux provenances.

En fonction du temps et sur terreau, nous constatons une évolution presque linéaire de la hauteur moyenne. Pour *R. sempervirens*, la hauteur moyenne passe de 2 cm à 6 cm et de 4 cm à 6,3 cm respectivement pour les provenances Tabarka et Ain Draham (figure 31). Par contre, sur le mélange tourbe+ perlite, la hauteur moyenne évolue de 2 cm à 5cm pour la provenance Tabarka alors qu'elle est de 2 cm à 3,5 cm pour celle Ain Draham.

**En général, la meilleure hauteur des plantes est enregistrée pour *R. sempervirens* élevée sur terreau et toutes provenances confondues (figure 31).**

**Figure 31:** Evolution de la hauteur de la tige (a : *R. canina* sur terreau, b : *R. sempervirens* sur terreau; c : *R. canina* sur tourbe+perlite, d : *R. sempervirens* sur tourbe+perlite).

#### **5.1.2.2.2 Elongation du système racinaire**

La figure 32 présente la croissance en longueur des racines au cours du développement, les valeurs moyennes obtenues de la longueur chez *R. canina* sont de 8,42 cm et 12,86 cm pour des graines germées sur terreau respectivement pour les stations El Feija et Ain Draham, alors

qu'elles sont de 6,62 cm et 10,84 cm pour des graines semées sur tourbe+perlite. Pour *R. sempervirens*, les valeurs moyennes des racines sont comprises entre 9,36 et 10,58 cm sur le terreau et entre 7,95 et 9,77 cm sur tourbe+perlite. La longueur de la partie racinaire varie significativement ( $P < 1\%$ ) par provenance, substrat ainsi que provenances\*substrats pour *R. canina* et *R. sempervirens* (Tableaux 25; 26; 27 et 28).

**Figure 32:** Evolution de la longueur racinaire des plants cultivées sur deux substrats (Terreau, Tourbe+perlite) (a: plants de *R. canina* ; b: plants de *R. sempervirens*).

Le tableau 25, présente l'analyse de la variance pour la longueur de la racine de *R. canina* sur deux substrats et montre un effet hautement significatif provenance, substrat et provenance\*substrat.

**Tableau 25 :** Résultats de l'analyse de variance pour la longueur de la racine de *R. canina* sur deux substrats.

Source de variation	ddl	Somme des carré	C a r r é moyen	F	Pr>F
<b>Provenance</b>	1	1566,18	1566,18	1192,33	<,0001***
<b>Substrat</b>	1	611,32	611,32	465,40	<,0001***
<b>Provenance *substrat.</b>	1	108,68	108,68	82,74	<,0001***

\*\*\*: effet très hautement significatif (probabilité).

**Tableau 26:** Comparaison de la longueur de la partie racinaire des deux provenances de *R. canina* sur deux substrats selon le Test de Newman et Keuls.

Provenance	Moyenne (cm)	P
<b>El Feija</b>	18,88	<,0001
<b>Ain Draham</b>	10,97	<,0001

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil de risque 5% (test de Newman et Keuls).

**Tableau 27:** Résultats de l'analyse de variance pour la longueur de la racine de *R. sempervirens* sur deux substrats.

Source de variation	ddl	Somme des Carrés	C a r r é moyen	F	Pr>F
<b>Provenance</b>	1	279,74	139,87	42,15	<,0001***
<b>Substrat</b>	1	847,28	847,28	255,33	<,0001***
<b>Provenance *substrat.</b>	2	229,02	114,51	34,51	<,0001***

\*\*\*: effet très hautement significatif (probabilité).

**Tableau 28:** Comparaison de la longueur de la partie racinaire des deux provenances de *R.sempervirens* sur deux substrats selon, le Test de Newman et Keuls.

Provenance	Moyenne	P
<b>Ain Draham</b>	18,37	NS
<b>Tabarka</b>	16,43	NS

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil de risque 5% (test de Newman et Keuls)

Le rapport PR/PA (partie racinaire/partie aérienne) des deux espèces sur les 2 substrats (terreau, tourbe+perlite) est supérieur à 1. Les valeurs moyennes trouvées (figure 33) pour *R. canina* sont de 6,5 (provenance Ain Draham) et 5,5 (provenance El Feija) pour des graines germées sur le terreau. Sur le mélange tourbe+perlite, ce rapport est de 6,5 cm pour Ain Draham et 4,5 pour El Feija (annexe).

En ce qui concerne *R. sempervirens*, le rapport PR/PA est de 4 pour la provenance Ain Draham et de 3,8 pour celle Tabarka évoluant sur le substrat : terreau, alors qu'il est de 4 pour les deux provenances respectives poussant sur tourbe+perlite (annexe 8).

**Figure 33:** Evolution du rapport partie racinaire /partie aérienne des plantes élevées sur deux substrats : Terreau et Tourbe+perlite).(a : rapport PR/PA de *R. sempervirens* sur tourbe +perlite ; b : rapport PR/PA de *R. sempervirens* pour le terreau; c:rapport PR/PA de *R. canina* sur le terreau ; d : rapport PR/PA de *R. canina* pour le mélange tourbe +perlite ; PR: partie racinaire ; PA : partie aérienne)

### **5.1.3. Influence de la durée et de la nature de conservation des graines sur la germination**

#### **5.1.3.1. La conservation à l'air libre**

Deux lots de graines de *R. canina* et *R. sempervirens* ont été conservés durant 3, 6 et 9 mois à l'air libre de notre local (laboratoire de l'INRGREF).

Les résultats obtenus pour les graines conservées à l'air libre durant ces trois périodes sont portés sur la figure (34).

**Figure 34:** Influence de la durée de conservation à l'air libre sur la germination des graines de *R. canina* (RC) et *R. sempervirens* (RS).

L'examen du graphique montre que, d'une manière générale, la conservation à l'air libre des graines donne des taux de germination faibles avec un maximum de 35% atteint par *R. sempervirens* après 6 mois de conservation. Les taux les plus faibles (autour de 25%) sont constatés chez *R. canina* après 3 mois de conservation et chez *R. sempervirens* après 9 mois. Nous constatons donc une augmentation des taux de germination (30 à 35%) des deux espèces entre 3 et 6 mois suivie d'une baisse pour *R. sempervirens* et d'une stabilisation à 30% pour *R. sempervirens*. L'analyse de la variance (tableau 29) montre un effet hautement significatif du paramètre durée de conservation sur la germination des graines en question.

**Tableau 29:** Résultats de l'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation sur la germination des deux espèces.

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Durée de conservation	2	237,50	11,68	0.001 **

\*\* : effet hautement significatif

Le tableau 30 présente la comparaison des taux de germination des deux espèces sous l'effet de la durée de conservation à l'air libre, montre quatre classes : groupe A représenté par des graines *Rosa canina* conservées durant neuf mois ; groupe B représenté par des graines de *Rosa canina* et *Rosa sempervirens* ; groupe BC représenté par des graines de *Rosa canina* conservées six mois et enfin on a le groupe C représenté par des graines de *Rosa sempervirens* conservées six mois.

**Tableau 30:** Comparaison des taux de germination des deux espèces sous l'effet de la durée de conservation à l'air libre.

Espèces	Durée en mois	Moyenne	Groupements
RC	DURE3	25,00	A
RC	DURE9	25,00	A
RC	DURE9	28,00	B
RS	DURE3	30,00	C
RC	DURE6	30,00	C
RS	DURE6	35,00	D

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil de risque 5% (test de Newman et Keuls)

### 5.1.3.2. La conservation par le froid

La conservation des graines par le froid permet d'obtenir des taux de germination de 50%, 60% et 40% respectivement pour les durées de 3, 6 et 9 mois pour les graines de *R. canina*, alors que chez *R. sempervirens*, ces taux sont de 55%, 70% et 35% respectivement pour les première, deuxième et troisième périodes de conservation (figure 35). On constate donc que le pourcentage de germination diminue lorsque le temps de conservation dépasse 6 mois. Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui donne un effet hautement significatif du facteur conservation par le froid sur les taux de germination des deux espèces en question, (tableau 31).

**Figure 35:** Influence de la durée de conservation des graines par le froid sur la germination des graines de *R. canina* (RC) et *R. sempervirens* (RS).

**Tableau 31:** Résultats de l'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la

durée de conservation par le froid sur la germination des graines des deux espèces.

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Durée de conservation à froid	2	1137,50	70,22	0.001***

\*\*\*: effet très hautement significatif (probabilité).

L'analyse du tableau 32 qui présente l'analyse de la variance à un facteur, montre un effet hautement significatif de la durée de conservation sur la germination.

**Tableau 32:** Comparaison des taux de germination des graines des deux espèces sous l'effet de la durée de conservation à l'air libre.

Durée en mois	Moyenne	Groupements
S DURE9	35,00	A
C DURE9	40,00	B
C DURE3	50,00	C
S DURE3	55,00	D
C DURE6	60,00	E
S DURE6	70,00	F

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil de risque 5% (test de Newman et Keuls)

### 5.1.3.3 La stratification

L'ensemble des résultats est représenté sur la figure (36). Ce pourcentage varie avec la durée de stratification. En effet, nous constatons toujours que les graines conservées par stratification durant 6 mois présentent les meilleurs taux de germination (50 % pour *R. canina* et 60 % pour *R. sempervirens*).

**Figure 36:** Influence de la durée de conservation par stratification sur la germination des graines de *R. canina* (RC) et *R. sempervirens* (RS).

Ces résultats sont confirmés par l'analyse de la variance qui montre un effet hautement significatif ( $P < 0,001$ ) pour le paramètre durée de conservation des graines par stratification (tableau 33).

**Tableau 33:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation par stratification sur la germination des graines des deux espèces.

Source de variation	ddl	Carrés moyen	Test F	Pr>F
Durée de conservation par stratification	2	612,5	87,5	0.001**

\*\*\*: effet très hautement significatif (probabilité).

Les résultats de la comparaison des taux de germination des deux espèces à l'aide de test de Newman et Keuls sont représentés au tableau 34. D'après ce tableau, nous remarquons que le pourcentage de germination est compris entre 40% et 60%.

**Tableau 34:** Comparaison des taux de germination des deux espèces sous l'effet de la durée de conservation à l'air libre.

Espèces en mois	Durée	Moyenne	Groupements
RC	DURE9	35,00	A
RS	DURE3	40,00	B
RC	DURE3	45,00	C

RS	DURE9	45,00	C
RC	DURE6	50,00	D
RS	DURE6	60,00	E

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil de risque 5% (test de Newman et Keuls)

**A l'issue de cette manipulation, nous pouvons conclure que la conservation au froid des graines des deux espèces étudiées durant une période de six mois donne les meilleurs taux de germination. La conservation à l'air libre est déconseillée, quelque soit la durée.**

Le faible pourcentage de la germination peut s'expliquer par le phénomène de dormance qui est défini comme étant une inaptitude des semences à germer correctement lorsque toutes les conditions de l'environnement sont apparemment favorables (présence d'eau, bonne oxygénation, température moyenne). Une semence est considérée comme «dormante» lorsqu'elle ne germe pas dans des conditions qui devraient permettre sa germination (Côme, 1968).

Dans ce qui suit, nous nous proposons de procéder à différents prétraitements des semences en vue de chercher le moyen le plus efficace pour lever cette «dormance».

#### **5.1.4. La levée de la dormance**

##### **5.1.4.1. *R. canina***

###### **5.1.4.1.1. La conservation à l'air libre**

La figure 37 montre que quelque soit le prétraitement subi par les graines, la durée de conservation à l'air libre de six mois donne les meilleurs résultats de germination.

Le traitement  $Te_3$  (à l'eau chaude) donne le taux de germination le plus élevé de toute l'expérience et qui atteint les 50% pour la durée de conservation de 6 mois, suivi de  $Ta_1$  (49%),  $Ta_2$  (48%) et  $Ta_3$  (46%), toujours pour la durée de 6 mois le taux de germination des graines non traitées (témoin) après 6 mois de conservation, atteint les 39%.

L'analyse du tableau 31 qui présente l'analyse de la variance à un facteur, montre un effet hautement significatif de la durée de conservation à l'air libre sur la germination des graines prétraitées à l'eau chaude et à l'acide sulfurique de *R. canina*, alors qu'il existe

une différence non significative pour l'effet traitements (Tableau 35).

**Figure 37:** Pourcentage de germination des graines de *R. canina* conservées à l'air libre en présence des divers traitements (pour l'eau :  $Te_1$  :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$  : 1 heures).

**Tableau 35:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation à l'air libre sur la germination des graines prétraitées de *R. canina*.

Source de la variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Effet	2	1253,29	128,95	0.001**

\*\* : effet hautement significatif

**Tableau 36: Résultats d'analyse de la variance à un facteur sur la germination des graines de *R. canina*.**

Source de la variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Effet	6	54,62	1,11	0,37 NS

NS: effet non significatif

La comparaison des taux de germination des graines de *Rosa canina* à trois périodes de conservation est présenté sur le tableau 37, montre qu'on a trois groupes : groupe A représenté par des graines conservées durant trois mois, ensuite on a le groupe B représenté par des graines conservées durant six mois et enfin, on a le groupe C

représenté par des graines conservées durant neuf mois.

**Tableau 37:** Comparaison des taux de germination des graines de *Rosa canina* à trois périodes de conservation à l'air libre.

	<b>Moyenne</b>	<b>Groupements</b>
D3	30,00	A
D9	37,00	B
D6	45,43	C

#### **5.1.4.1.2 Conservation des graines par stratification**

La figure 38 montre que quelque soit le prétraitement des graines, la durée de conservation par stratification de six mois donne les meilleurs résultats de germination exception faite de l'essai Ta<sub>3</sub> pour lequel on obtient les mêmes résultats pour les durées de 3 et 6 mois (autour de 45%).

Le traitement Te<sub>3</sub> (à l'eau chaude) donne le taux de germination le plus élevé de toute l'expérience et qui atteint les 80% pour la durée de conservation de 6 mois, suivi de Te<sub>2</sub> (76%) et de Te<sub>1</sub> (70%), toujours pour la durée de 6 mois de conservation le taux de germination des graines non traitées (témoin) atteint les 60%, dépassant ainsi l'essai Ta<sub>3</sub> (45%) pour la durée de conservation de 9 mois.

Ainsi, si l'effet de la durée de conservation des graines par stratification sur le taux de germination est hautement significatif (tableau 38), celui des prétraitements à l'eau chaude et à l'acide sulfurique, ne l'est pas (tableau 39).

**Figure 38 :** Pourcentage de germination des graines stratifiées de *R. canina* en présence des divers traitements (pour l'eau :  $Te_1$  :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15min ;  $Ta_2$ : 30 min ;  $Ta_3$  : 1 heure).

**Tableau 38:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation des graines stratifiées sur leur propre germination pour *R. canina*.

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Durée de stratification	2	4081,44	75,62	0.00**

\*\* : effet hautement significatif

**Tableau 39: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet des traitements sur la germination de *R. canina*.**

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Traitements	6	312,06	1,83	0,11 NS

NS : effet non significatif

**Tableau 40:** Comparaison des taux de germination de *Rosa canina* à partir de trois dates de conservation.

	Moyenne	Groupements
D9	37,86	A
D3	45,90	B
D6	65,00	C

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil de risque 5% (test de Newman et Keuls)

La comparaison des taux de germination obtenus après traitement à l'acide sulfurique a montré que l'allure de la courbe observée en condition témoin est modifiée. En effet, la durée de la phase de latence varie avec la durée du trempage dans l'acide.

### 5.1.4.1.3- a conservation au froid

La figure 39, représente le taux de germination des graines après traitement par l'eau chaude et l'acide sulfurique et conservées au froid pendant 3, 6 et 9 mois.

Les graines conservées pendant six mois ont les taux de germination les plus élevés, quelque soit l'essai, exception faite pour l'essai Ta<sub>2</sub> pour lequel la conservation de 9 mois donne le meilleur résultat.

**Figure 39:** Pourcentage de germination des graines de *R. canina* conservées au froid en présence des divers traitements (pour l'eau chaude: Te<sub>1</sub> :24 h; Te<sub>2</sub>: 36 h; Te<sub>3</sub>: 48 h, pour l'acide sulfurique : Ta<sub>1</sub>: 15min ; Ta<sub>2</sub>: 30 min; Ta<sub>3</sub> : 1 heure).

Le tableau 41 montre un effet hautement significatif de la durée de conservation des graines prétraitées sur la germination de *R. canina*.

**Tableau 41: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation de graines prétraitées sur la réussite de la germination de *R. canina*.**

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Durée de conservation	2	1465,86	16,18	0.001*

\*\* : effet hautement significatif

**Tableau 42: Résultats d'analyse de la variance montrant l'effet des traitements sur la germination des graines de *R. canina*.**

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Traitements	6	405,99	3,83	0,00**

\*\* : effet hautement significatif

**Tableau 43: Comparaison des taux de germination de *Rosa canina* à trois dates de conservation.**

	Moyenne	Groupements
D3	48,86	A
D9	54,43	A
D6	65,29	B

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil de risque 5% (test de Newman et Keuls)

#### **5.1.4.2. *R. sempervirens***

##### **5.1.4.2.1 La conservation à l'air libre**

L'étude de l'effet de la conservation des graines à l'air libre a donné les résultats présentés sur la figure 40. Ces résultats montrent que les graines de *R. sempervirens*, conservées à l'air libre pendant six mois et traitées à l'eau chaude ( $Te_3$ ) germent à 65%, alors que les taux de germination atteints par le même essai ( $Te_3$ ) et pour les périodes de conservation de 3 mois et de 9 mois sont respectivement de 50% et 40%. Quelque soit le traitement à l'eau chaude, la durée de conservation de 6 mois est la mieux indiquée pour obtenir le meilleur taux de germination. En ce qui concerne les traitements à l'acide sulfurique, les taux de germination sont très rapprochés (autour de 50%) pour les essais  $Ta_1$ ,  $Ta_2$  et  $Ta_3$  et pour les périodes de conservation 3 et 6 mois.

La période de conservation de 9 mois engendre des taux très proches de 40% et ce quelque soit l'essai.

**Figure 40:** Pourcentage de germination des graines de *R. sempervirens* en fonction des traitements (pour l'eau :  $Te_1$  :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$  : 1 heure) et de la durée de conservation à l'air libre (3, 6 et 9 mois).

L'analyse de la variance montre un effet de la durée de conservation des graines à l'air libre hautement significatif (tableau 44). Cette même analyse aboutit à un effet non significatif des prétraitements subis par les graines (à l'eau chaude et à l'acide sulfurique) sur leur propre germination (tableau 45).

**Tableau 44: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation sur la germination de *R. sempervirens*.**

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Durée de conservation	2	1089,06	67,24	0,001**

\*\* : effet hautement significatif

**Tableau 45:** Résultats récapitulatifs des résultats de l'analyse de la variance pour l'effet des traitements sur la germination des graines de *R. sempervirens*.

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Traitements	6	68,06	1,39	0,23 NS

NS: effet non significatif

**Tableau 46:** Comparaison des taux de germination de *Rosa sempervirens* à trois dates de conservation.

	Moyenne	Groupements
D9	39,29	A
D3	48,29	B
D6	53,52	C

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil de risque 5%.

#### 5.1.4.2.2. Conservation des graines par stratification

Les résultats des taux de germination des graines conservées par stratification et prétraitées à l'eau chaude et à l'acide sulfurique, portés sur la figure 41, montrent ce qui suit :

-Quelque soit le traitement (y compris pour le témoin), les taux de germination des graines stratifiées pendant 6 mois sont de loin meilleurs que ceux obtenus pour les durées 3 et 9 mois.

-Le taux de germination le plus élevé (86%) a été enregistré pour les graines conservées par stratification pendant 6 mois et prétraitées à l'eau chaude pendant 48 heures (essai  $Te_3$ ), le taux le moins élevé (33%) est donné par les graines conservées durant 9 mois et prétraitées à l'acide sulfurique pendant une heure ( $Ta_3$ ).

-Il est à souligner que le taux de germination des graines non traitées ( $T_0$ ) et conservées par stratification pendant six mois est très respectable et est très proche de 70%.

**Figure 41:** Pourcentage de germination des graines de *R. sempervirens* en présence des divers traitements (pour l'eau :  $Te_1$  :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$  : 1 heure) et durant trois période de conservation par stratification.

Les résultats de l'analyse de la variance montrent des effets significatifs pour le

facteur durée de conservation (tableau 47) et pour celui du traitement préalable des graines (tableau 48).

**Tableau 47: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la durée de conservation sur la germination des graines de *R. sempervirens*.**

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Durée de conservation	2	4147,11	55,37	0,03*

\* : effet significatif

**Tableau 48: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet du traitement sur la germination de *R. sempervirens*.**

Source de variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Traitement	6	491,35	2,71	0,02*

\* : effet significatif

#### 5.1.4.2.3 La conservation au froid

Les résultats que nous avons représentés sur la figure 42 correspondent aux taux cumulés des essais de germination. Ce taux devient de plus en plus important et s'améliore avec l'augmentation des durées de conservation. Ainsi, sur un milieu témoin (eau distillée), les graines conservées 3 et 9 mois présentent des taux de germination de 45% et 38% contre des taux nettement plus élevés de 65 % pour des graines conservées pendant 6 mois pour le témoin.

Le taux de germination le plus élevé (98%) a été enregistré pour les graines conservées par le froid pendant 6 mois et prétraitées à l'eau chaude pendant 48 heures (essai Te<sub>3</sub>), le taux le moins élevé (33%) est donné par les graines conservées durant 9 mois et prétraitées à l'acide sulfurique pendant une heure (Ta<sub>3</sub>). D'une manière générale, le pourcentage de germination

des graines varie selon la durée de la conservation et les traitements appliqués.

**Figure 42:** Pourcentage de germination des graines de *R. sempervirens* en présence des divers traitements (pour l'eau:  $Te_1$ :24 h;  $Te_2$ : 36 h;  $Te_3$ : 48 h, pour l'acide sulfurique :  $Ta_1$ : 15min ;  $Ta_2$ : 30 min;  $Ta_3$  : 1 heure) et durant trois périodes de conservation au froid.

L'analyse du tableau 49 permet de montrer qu'il existe un effet hautement significatif de la durée de conservation sur la germination des graines.

**Tableau 49: Résultats d'analyse de la variance à un facteur, montrant l'effet de la durée de conservation sur la germination des graines de *R. sempervirens*.**

Source de la variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Durée de conservation	2	1830,11	51,74	0.001**

\*\*\*: effet très hautement significatif (probabilité).

**Tableau 50: Résultats d'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur montrant l'effet des traitements sur la germination des graines de *R. sempervirens*.**

Source de la variation	ddl	Carré moyen	Test F	Pr>F
Traitement	6	208,29	2,57	0.03 *

\* : effet significatif

## 5.1.5 Cinétique de germination des graines et croissance des plants de *R. canina*

Les expériences précédentes ont montré que la conservation des graines pendant 6 mois au froid donne le meilleur taux de germination. Des graines de *R. canina* provenant d'Ain Draham et d'El Feija ont été préparées et conservées par le froid pendant 6 mois ; ensuite elles ont subi des traitements à l'eau chaude refroidie et à l'acide sulfurique et ont été mises à terre en vue de dégager leur cinétique de germination et l'évolution de certains paramètres de croissance.

### 5-1-5-1- Cinétique de germination

La cinétique de germination des graines de *R. canina*, provenant d'Ain Draham et d'El Feija, pour chaque traitement, est illustrée par les figures 43 (a et b) et 44 (a et b). Les courbes reproduisent les taux de germination cumulés et observés durant une période de 30 semaines.

L'allure générale de tous les graphiques de ces figures montre trois phases :

- Une première phase de latence
- Une deuxième phase où on assiste à une accélération de la germination.
- Une troisième phase caractérisée par un palier indiquant que la capacité germinative a atteint son maximum.

L'examen des graphiques de la figure 48 a, montre l'effet des divers traitements des graines de *R. canina*, provenance, Ain Draham, à l'eau chaude. Pour le témoin, le maximum de germination est de 60% et a été atteint après quatre mois.

Avec le traitement  $Te_1$  (traitement à l'eau chaude durant 24 heures), les graines germent dès le 25<sup>ème</sup> jour après semis pour atteindre 72% comme maximum après 125 jours.

Pour le deuxième traitement  $Te_2$  (traitement à l'eau chaude durant 36 heures), le taux maximum de germination est de 80% et a été atteint après une centaine de jours avec un

temps de latence de 15 jours.

Avec le traitement  $Te_3$  (traitement à l'eau chaude durant 48h), le temps de latence est de

15 jours et le taux maximum de germination atteint est de 90% et ce après 110 jours.

L'analyse de la figure 48 b, montre l'effet de l'acide sulfurique sur la germination des graines. Pour le témoin, le taux maximum de germination est de 60% et a été atteint après 125 jours.

Avec le traitement  $Ta_1$  (traitement à l'acide sulfurique durant 15min) le temps de latence est de 18 jours avec un taux maximum de germination de 60% atteint aussi après 125 jours. Par contre, lorsqu'on a augmenté la durée de trempage à l'acide sulfurique, les taux de germination ont diminué (55% et 50% respectivement pour les traitements  $Ta_2$  (traitement à l'acide sulfurique durant 30 min) et  $Ta_3$  (traitement à l'acide sulfurique durant 1 heure) atteints respectivement après 130 et 115 jours).

La comparaison entre les deux types de traitement : eau chaude et acide sulfurique permet de conclure que le taux maximum de germination est obtenu avec le traitement  $Te_3$  après 110 jours de la mise à terre et avec 15 jours de temps de latence.

**Figure 43:** Cinétique de la germination des graines de *R. canina*, provenance Ain Draham, traitées à l'eau bouillie (a) et à l'acide sulfurique (b).

En ce qui concerne la provenance d'El Feija et pour les traitements à l'eau chaude,

(figure 49 a), les graines germent dès le 18<sup>ème</sup> jour après semis pour atteindre un taux maximum de 85%, après 120 jours, avec le traitement Te<sub>1</sub> (traitement à l'eau chaude durant 24h).

Pour le deuxième traitement Te<sub>2</sub> (traitement à l'eau chaude durant 36h), le taux maximum de germination est de 80% atteint après une centaine de jours de la mise à terre, avec un temps de latence de 18 jours.

Avec le traitement Te<sub>3</sub> (traitement à l'eau chaude durant 48h), le temps de latence est de 18 jours pour atteindre un taux maximum de germination de 85% après trois mois et 10 jours.

L'analyse de la figure 49 b, montre l'effet de l'acide sulfurique sur la germination des graines en fonction du temps. Pour le témoin, le taux maximum de germination est de 50% et a été atteint après 100 jours.

L'application de l'acide sulfurique améliore le pourcentage de germination pour Ta<sub>1</sub> et Ta<sub>2</sub>. En effet, avec le traitement Ta<sub>1</sub> (traitement à l'acide sulfurique durant 15min), le temps de latence est de 16 jours, le maximum de germination atteint est de 53% et l'a été après une centaine de jours. Par contre, lorsqu'on a augmenté la durée de trempage à l'acide sulfurique, le taux de germination a diminué, il est passé après 120 jours de 65% à 45% respectivement pour les traitements Ta<sub>2</sub> (traitement à l'acide sulfurique durant 30 min) et Ta<sub>3</sub> (traitement à l'acide sulfurique durant une heure).

**Figure 44:** Cinétique de la germination des graines de *R. canina*, provenance El Feija, traitées à l'eau chaude (a) et à l'acide sulfurique (b).

## **5.1.5.2- Evolution des paramètres de croissance**

### **5.1.5.2.1 Longueur de la racine principale**

Avec le traitement à l'eau chaude refroidie de 3 jours (figure 45 a) nous constatons une amélioration de l'allongement de la racine principale, par rapport au témoin, d'environ 13,7 cm pour Ain Draham et de 12,1 cm pour El Feija après trois mois. Pour les autres traitements à l'eau chaude (24 h et 48 h), les deux provenances ont affiché des valeurs légèrement plus importantes par rapport au témoin (15 cm ( $Te_1$ ), 17,9 cm ( $Te_2$ )) pour la provenance Ain Draham, alors que pour El Feija elles sont de 14,4 cm ( $Te_1$ ) et de 17 cm ( $Te_2$ ) (figure 45 a).

Avec le traitement à l'acide sulfurique, pour les deux provenances, la longueur de la racine principale est la plus élevée dans le cas où la durée d'immersion est de 30 min. Par contre, c'est le traitement à la troisième durée (1 h 30 min) qui donne les valeurs les plus faibles de cette longueur 5 cm et 8,2 cm respectivement pour Ain Draham et El Feija. En

effet, la longueur de la partie racinaire varie significativement ( $P < 1\%$ ) par provenance et par traitement (Annexe 1).

#### **5.1.5.2.2. Nombre des racines**

L'analyse du nombre de racines par provenance a donné les résultats moyens suivants : 11,7 et 11,3 racines respectivement pour Ain Draham et El Feija et ceci pour le témoin (figure 45 b). Pour le traitement des graines à l'eau bouillante, c'est la provenance Ain Draham qui possède le nombre de racines le plus élevé : 12,2, 19 et 26, respectivement pour  $Te_1$ ,  $Te_2$  et  $Te_3$ . Ce nombre est plus réduit pour la provenance d'El Feija, et il est de 5,6, 7,5 et 22 racines respectivement pour  $Te_1$ ,  $Te_2$  et  $Te_3$  (figure 45 b). Le traitement par l'acide sulfurique semble affecter le nombre de racines, mais son effet est en fonction de la durée de trempage des graines. Ainsi les meilleurs effectifs de racines ont été obtenus suite au traitement par  $H_2SO_4$  (98%) pendant 30 minutes chez la provenance Ain Draham : 14 racines, alors que chez El Feija nous avons enregistré une moyenne de 13,1 racines. Pour les autres traitements, le nombre de racines est très faible : 2 et 4,2 ( $Te_2$ ); 2,8 et 3 ( $Te_3$ ) racines respectivement pour El Feija et Ain Draham. Le tableau de l'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative ( $P < 1\%$ ) du traitement et de la provenance (Annexe 2).

#### **5.1.5.2.3. Nombre moyen des folioles**

Chez *R. canina*, après l'apparition des cotylédons, il faut attendre 3 à 6 jours pour que les premières feuilles apparaissent. Après cette période, de nouvelles feuilles se développent régulièrement, au fur et à mesure de l'élongation des tiges.

Pour le témoin, le nombre moyen des folioles varie de 11,5 à 11,6 pour les deux provenances El Feija et Ain Draham. Pour le traitement à l'eau bouillante, l'évolution du nombre de folioles augmente avec l'augmentation du temps de trempage dans l'eau. Le nombre des folioles chez la provenance El Feija augmente de 13,4 à 19 et de 13,1 à 17 chez la provenance Ain Draham (de  $Te_1$  à  $Te_3$ ). Contrairement à l'application de l'acide sulfurique, le nombre de folioles diminue avec l'augmentation du temps de trempage. En effet, pour les graines trempées pendant 30 minutes, le nombre de folioles des provenances Ain Draham et El Feija sont respectivement de 14,2 et 14,3 folioles. Mais cette valeur

diminue pour atteindre 12 folioles pour les deux provenances avec le traitement Ta<sub>2</sub>, puis le nombre de folioles continue à diminuer avec le traitement Ta<sub>3</sub> pour atteindre 11 folioles respectivement pour El Feija et Ain Draham (figure 45 c). Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui montre une différence significative pour *R. canina* (Annexe 3).

#### **5.1.5.2.4. La longueur de la tige principale**

La longueur de la partie aérienne est représentée sur la figure (45 d), pour le témoin, nous avons enregistré des valeurs de 11,5 et 11,6 cm respectivement pour les provenances Ain Draham et El Feija. Mais lors de l'application de divers traitements, la croissance en hauteur augmente progressivement surtout pour les graines traitées à l'eau chaude.

Les provenances El Feija et Ain Draham enregistrent des longueurs des parties aériennes respectivement de 13,8 et 14,8 cm pour le traitement à l'eau bouillante pendant 24 heures (Te<sub>1</sub>), et avec le traitement (Te<sub>2</sub>), on enregistre chez les mêmes provenances 16,7 et 17,5 cm. Il est à signaler aussi que la longueur la plus importante est observée pour le traitement Te<sub>3</sub> et est de l'ordre de 24,7 et 24,3 cm respectivement pour les provenances El Feija et Ain Draham. Cette hauteur diminue avec la durée d'application de l'acide sulfurique. En effet, on enregistre 14,9, 15,3 cm pour le traitement Ta<sub>1</sub>; 13cm pour le traitement Ta<sub>2</sub> et 11 cm pour le traitement Ta<sub>3</sub> respectivement pour les provenances El Feija et Ain Draham.

L'analyse de la variance montre qu'il existe un effet significatif (P<1%) de la provenance et du traitement (Annexe 4).

(a) (b)  
(c) d

**Figure 45 (a,b,c,d):** Evolution des paramètres de croissance des plants de *R. canina* en fonction des traitements préalables des graines.

#### **5.1.6. Cinétique de germination des graines et croissance des plants de**

## ***R. sempervirens***

Comme nous l'avons vu pour *R. canina*, la conservation des graines pendant 6 mois au froid donne le meilleur taux de germination. Des graines de *R. sempervirens* provenant de Tabarka et d'Ain Draham ont été préparées et conservées par le froid pendant 6 mois ; ensuite elles ont subi des traitements à l'eau chaude refroidie et à l'acide sulfurique et ont été mises à terre en vue de dégager leur cinétique de germination et l'évolution de certains paramètres de croissance.

### **5-1-6-1- Cinétique de germination :**

La cinétique de germination des graines de *R. sempervirens*, provenant de Tabarka et d'Ain Draham, pour chaque traitement, est illustrée par les figures 46 (a et b) et 47 (a et b). Les courbes reproduisent les taux de germination cumulés et observés durant une période de 30 semaines. Comme pour la cinétique de germination des graines de *R. canina*, l'allure générale de tous les graphiques représentant les résultats de la cinétique de germination des graines.

Les résultats de la cinétique de germination chez les graines de *R. sempervirens* provenance de Tabarka, traitées à l'acide sulfurique (figure 46, a) montrent, d'une part, que le temps de latence est plus long chez le témoin (30 jours) contre 20 jours pour les autres traitements et que, d'autre part, les taux les plus élevés de tous les essais, y compris le témoin, sont très rapprochés et varient de 45% pour  $Ta_2$  à 50% pour  $Ta_1$ . Les temps mis pour atteindre ces pics varient de 110 jours (pour  $Ta_0$ ) à 125 jours (pour  $Ta_1$ ). Nous constatons donc qu'il n'existe pas de liens directs entre la durée du traitement à l'acide et le temps mis pour obtenir le maximum de graines germées pour cette provenance. Par contre, en ce qui concerne le traitement à l'eau bouillie, l'examen de la figure 46 b, montre qu'il y a un ordre en allant du témoin ( $Te_0$ ) vers l'essai  $Te_3$ . La fourchette des pics de germination est aussi plus importante puisqu'elle varie de 45% (pour le témoin) à 60% (pour  $Te_3$ ).

Pour la provenance Ain Draham, nous constatons, à la lecture des figures 47 c et 47 d, un contraste entre les traitements à l'eau bouillie et ceux à l'acide et ce en ce qui concerne les pics atteints par les essais  $Te_3$  et  $Ta_3$ . En effet, si  $Te_3$  montre un taux de germination

très élevé qui tourne autour de 98%, Ta<sub>3</sub> atteint le pic le plus faible avec seulement 55%.  
Quant au temps mis par tous les essais pour atteindre le maximum de germination, il est sensiblement le même et est environ de quatre mois.

**Figure 46:** Cinétique de la germination des graines de *R. sempervirens*, provenance Tabarka, traitées à l'eau bouillie (b) et à l'acide sulfurique (a).

**Figure 47:** Cinétique de la germination des graines de *R. sempervirens*, provenance Ain Draham, traitées à l'eau bouillie (c) et à l'acide sulfurique (d).

## **5.1.6.2. Evolution des paramètres de croissance**

### **5.1.6.2.1 La longueur de la racine principale**

Les longueurs moyennes des racines sont plus élevées pour les graines traitées à l'eau (Te<sub>3</sub>) dans la station d'Ain Draham; elles atteignent une valeur moyenne de 28,7 cm alors qu'elle ne dépasse pas les 13 cm pour le témoin et elle atteint 23,8 cm pour la provenance de Tabarka.

Avec le traitement à l'acide sulfurique, pour les deux provenances, la longueur de la racine principale est la plus élevée dans le cas où la durée d'immersion est de 30 minutes. Par contre c'est le traitement à la troisième durée (1h 30 min) qui donne les valeurs les plus faibles (figure 48 a).

L'analyse de variance de l'effet des traitements sur le pouvoir germinatif des graines de *R. sempervirens* sur la longueur moyenne de la racine principale montre une influence significative (P<1%) (Annexe 5).

### **5.1.6.1.2 Nombre de racines**

Le nombre de racines diffère d'un traitement à un autre (P<1%). Toutefois, la

figure (48, b), montre que le nombre de racines des plantes de *R. sempervirens* est plus important pour le traitement à l'eau et plus précisément avec le traitement ( $te_3$ ) chez la provenance Ain Draham avec un effectif moyen de 27 (Annexe 6).

#### **5.1.6.1.3 Nombre moyen de folioles**

Nous avons enregistré 13,6 et 13,1 folioles pour des plantes qui n'ont subi aucun traitement respectivement pour les provenances d'Ain Draham et Tabarka.

Pour le traitement à l'eau bouillie, l'évolution du nombre de folioles augmente avec l'augmentation du temps de trempage dans l'eau. Le nombre de folioles chez la provenance Tabarka augmente de 14 à 23,2 et de 16,2 à 22,9 chez la provenance Ain Draham (pour  $te_1$  et  $te_3$ ). Contrairement à l'application de l'acide sulfurique, le nombre de folioles diminue avec l'augmentation du temps de trempage (figure 48, c). En effet pour les graines trempées pendant 30 minutes, le nombre de folioles des provenances Tabarka et Ain Draham sont respectivement de 14 et 14,5 folioles. Mais cette valeur diminue pour atteindre 12 folioles pour les deux provenances et avec le traitement  $Ta_2$  puis le nombre de folioles continue à diminuer pour le traitement  $Ta_3$  pour atteindre, en moyenne, 10,1 et 10,6 folioles respectivement pour Ain Draham et Tabarka. Le tableau d'analyse de la variance des effets de différents traitements sur le nombre de folioles des plantes de *R. sempervirens* montre qu'il existe une différence significative ( $P < 1\%$ ) du traitement et de la provenance (figure 48) (Annexe 7).

#### **5.1.6.1.4 La longueur de la tige principale**

Ce paramètre est mesuré à partir du collet jusqu'à la base du bourgeon terminal (Thompson, 1995), sur des graines subissant divers traitements.

La croissance en hauteur la plus importante est observée pour le traitement des graines à l'eau bouillie pendant 3 jours, elle est de l'ordre de 22,9 et 23,2 cm respectivement pour la provenance Ain Draham et Tabarka. Cette hauteur diminue brutalement suite à l'application de l'acide sulfurique et diminue presque de moitié ; en effet, elle est de 10.1 et 10.6 cm pour les mêmes provenances et avec une durée de trempage de 1h 30min (figure 48: d)(Annexe 8).

(a)

(b)

**Figure 48 (a,b,c,d) :** Nombre des racines (a) longueurs des racines principales en cm(b), nombre

des folioles (c), hauteur de la partie aérienne en cm (d) de *R. sempervirens*.

## **5-2- Multiplication asexuée : bouturage**

### **5.2. 1. *Rosa canina***

#### **5.2.1.1. Enracinement des boutures en relation avec la provenance et la date de prélèvement**

Le matériel végétal (boutures) utilisé a été prélevé d'El Feija et Ain Draham (deux provenances) à quatre dates (octobre, janvier, mars et juin).

Les résultats portés sur la figure 49 montrent que les meilleurs taux d'enracinement sont obtenus avec les boutures récoltées au mois d'octobre. Ces taux sont de 50% et de 43% respectivement pour les provenances Ain Draham et El Feija.

Les boutures prélevées au mois de janvier présentent le même taux d'enracinement pour les deux provenances (23%), celles du mois de mars s'enracinent à concurrence de 20% pour Ain Draham et de 21% pour El Feija.

Enfin, les boutures prélevées au mois de juin ont les taux les plus faibles d'enracinement, soit 19% pour El Feija et 17% pour Ain Draham.

S'il semble que la provenance n'a pas grand effet sur le démarrage de l'enracinement, la date de prélèvement, elle par contre a un effet hautement significatif sur cet enracinement (tableau 51) et la meilleure période de bouturage de *R. canina* est l'automne.

**Figure 49 :** Effet de la date du prélèvement de la bouture sur l'enracinement des plants des deux provenances (El Feija et Ain Draham) de *R. canina*.

**Tableau 51:** Résultats de l'analyse de variance à un facteur (effet date) sur l'enracinement de *R. canina*.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
Effet	3	678.90	245.61	0.00**

\*\* : effet hautement significatif

### 5.2.1.2. Influence des traitements des boutures par l'AIB en relation avec la portion de rameau et la provenance de *R. canina*.

Chaque rameau coupé a été subdivisé en trois morceaux ou boutures de 15 à 20 cm de longueur (bouture apicale, intermédiaire et basale selon la partie considérée du rameau). Chaque catégorie de boutures a été subdivisée en cinq lots ; quatre d'entre eux ont subi des traitements par trempage dans l'AIB à différentes doses, le cinquième ayant servi de témoin.

La lecture de la figure (50) montre l'influence des provenances et des traitements sur les niveaux de prélèvement. Les taux d'enracinement de la provenance d'El Feija sont de 30%, 40% et 20% respectivement pour des boutures apicales, médianes et basales du témoin ( $C_0$ ).

Concernant la même provenance, pour une dose de 1000 ppm d'AIB ( $C_1$ ), les taux d'enracinement sont de 35%, 40% et 38% respectivement pour des boutures apicales, médianes et basales. Avec le traitement (2000 ppm,  $C_2$ ), ces taux sont de 40%, 55% et 52%. Lorsqu'on passe à une concentration plus élevée 3000 ppm ( $C_3$ ), les taux d'enracinement obtenus est de 65% pour les boutures apicales, 50% pour les boutures médianes et 40% pour les boutures basales.

Pour la provenance Ain Draham, les taux d'enracinement du témoin ( $C_0$ ) sont de 46%, 50% et 35% respectivement pour les boutures apicales, médianes et basales. Avec une concentration de 1000 ppm ( $C_1$ ), les taux d'enracinement sont de 38% (boutures apicales), 43 % (boutures médianes) et 39% (boutures basales). L'augmentation de la concentration d'AIB (3000 ppm,  $C_3$ ) améliore sensiblement les taux d'enracinement et nous obtenons pour les trois parties respectives: 65%, 70% et 55%.

**Figure 50:** Influence des traitements sur les niveaux de prélèvements

L'analyse de la variance montre que les effets provenance, traitement et niveau de prélèvement de la bouture sont hautement significatifs (tableaux 52, 53 et 54).

**Tableau 52: Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de la provenance sur l'enracinement de *R. canina*.**

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
Provenance	1	37.36	13.33	0.00**

\*\* : effet hautement significatif

**Tableau 53: Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet du traitement sur l'enracinement de *R. canina*.**

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
Traitement	4	42.88	20.57	0.00**

\*\* : effet hautement significatif

**Tableau 54 : Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet du niveau de prélèvement sur l'enracinement de *R. canina*.**

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
Niveau de prélèvement	2	44.02	17.38	0.00**

\*\* : effet hautement significatif

Il ressort de cette expérience que le traitement des boutures par l'AIB de 3000ppm de concentration ( $C_3$ ) permet l'obtention des meilleurs taux d'enracinement et ce avec les boutures de la partie médiane du rameau et pour les provenances étudiées.

### **5.2.1.3. Les paramètres de croissance**

#### **5.2.1.3.1. Longueur des racines principales**

L'application de l'acide indol-butyrique a entraîné une réduction significative de la longueur de la racine principale chez les deux provenances par rapport au témoin. Cette longueur a été de 5 et 5,7 cm pour  $C_1$  (100ppm), 5,38 et 5,31 cm pour  $C_2$  (2000ppm), 5,24 et 5,89 cm pour  $C_4$  (6000ppm) respectivement pour Ain Draham et el Feija. Mais la concentration  $C_3$  (3000 ppm) a entraîné une amélioration importante de la

longueur de la racine principale de l'ordre de 20 cm pour les deux provenances (figure 51).

L'analyse de la variance montre que l'auxine a un effet hautement significatif sur la longueur de la racine principale des boutures d'El Feija et Ain Draham ( $P < 1\%$ ), (Tableaux 55; 56).

**Figure 51:** Longueur (cm) des racines principales de *R. canina* après bouturage en fonction des concentrations d'AIB (ppm).

**Tableau 55:** Résultats de l'analyse de variance pour l'effet de l'AIB sur longueur de la racine principale des boutures d'El Feija.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	1430.25	774.66	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

**Tableau 56:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur la longueur de la racine principale des boutures d'Ain Draham.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	1431.60	628.65	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

### 5.2.1.3.2. Elongation de la longueur des racines en fonction du temps

La figure 56 représente l'évolution de la croissance racinaire des boutures de *R. canina* traitées à différentes doses d'AIB, sur une période de six mois. Au bout de chaque mois, des mesures des racines principales ont été effectuées. D'après les résultats

présentés sur la figure en question et au bout de 6 mois, nous constatons que la concentration T<sub>3</sub> d'AIB a donné la meilleure longueur qui est de l'ordre de 20 cm, suivi de C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> pour la provenance d'Ain Draham. Concernant la provenance d'El Feija, l'évolution de la longueur des racines est de l'ordre de 6 cm et 30 cm respectivement avec les traitements C<sub>1</sub> et C<sub>3</sub>. Pour les autres traitements, la longueur ne dépasse pas 10 cm (figure 52).

L'AIB semble donc favoriser l'élongation des racines mais à une concentration maximale de 3000ppm, au delà de laquelle, il va jouer plutôt un rôle inhibiteur de la croissance racinaire.

**Figure 52:** Evolution de la longueur des racines (cm) en fonction du temps et des concentrations en AIB.

### 5.2.1.3.3. Nombres de racines

Les résultats portés à la figure 53 (a) relative à l'effet des concentrations d'AIB sur le nombre de racines par plant issu de bouture, montrent que chez les deux provenances Ain Draham et El Feija, le nombre de racines le plus élevé est constaté pour le traitement C<sub>3</sub> il est de 16 et 21 respectivement pour les deux provenances citées. Les effectifs des racines engendrés pour chaque bouture non traitée (témoin) se placent en deuxième position après le C3 et ce pour les deux provenances (10 pour Ain Draham et 13 pour El Feija). Les résultats obtenus à partir des traitements C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> et C<sub>4</sub> sont très rapprochés.

L'analyse de la variance montre que l'AIB a un effet hautement significatif sur le nombre de racines des boutures d'El Feija et Ain Draham ( $P < 1\%$ ) (Tableaux 57; 58).

**Tableau 57:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur le nombre de racines des boutures d'El Feija.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	1707.69	987.17	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

**Tableau 58:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur le nombre de racines des boutures d'Ain Draham.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	1583.41	1176.63	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

#### 5.2.1.3.4. Nombre de folioles

En lisant la figure 53(b), nous pouvons dégager une grande similitude des effectifs de folioles par plant issu de bouture avec ceux des racines et ce du point de vue impact des traitements à l'AIB à différentes concentrations sur l'importance du nombre des folioles de chacun de ces deux paramètres. Ainsi nous constatons que c'est le traitement C<sub>3</sub>, qui encore une fois, donne les meilleurs résultats avec le nombre de folioles qui tournent autour de 15 pour les deux provenances. Les plants issus des boutures non traitées (témoin) se placent, là aussi, en deuxième position avec des effectifs de 10 et 11 folioles respectivement pour Ain Draham et El Feija. Pour les trois autres essais, le nombre des folioles varient de 4 à 7.

L'analyse de la variance de l'effet des différentes concentrations d'AIB sur le nombre de folioles montre qu'il existe un effet hautement significatif ( $P < 0,01$ ) (tableaux 59; 60).

**Tableau 59:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur le nombre de folioles des boutures d'El Feija.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	699.36	607.45	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

**Tableau 60:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'effet de l'AIB sur le nombre de folioles des boutures d'Ain Draham.

Source de variation	ddl	Carrés Moyens	Test F	Pr>F
AIB	4	475.71	311.18	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

**Figure 53:** Nombre des racines et des folioles de *R. canina* après bouturage en fonction des concentrations d'AIB en ppm.

## **5.2. 2. *Rosa sempervirens***

### **5.2.2.1. Enracinement des boutures en relation avec la provenance et la date de prélèvement**

Comme nous l'avons fait pour *R. canina*, nous avons prélevé des boutures de *R. sempervirens* des stations d'Ain Draham et de Tabarka à quatre dates : octobre, janvier, mars et juin. Les résultats obtenus se rapportant aux taux d'enracinement des boutures sont portés sur la figure 54. La lecture de ladite figure montre que c'est avec les boutures prélevées et mises à terre au mois d'octobre, que nous obtenons les meilleurs taux de réussite avec plus de 50% pour la provenance de Tabarka et environ 43% pour la provenance Ain Draham.

Au mois de janvier, l'opération de bouturage réussit moins avec des taux très rapprochés des deux provenances se situant autour de 30% avec une légère supériorité de la provenance Ain Draham. C'est encore cette dernière provenance qui montre les meilleurs taux pour le mois de mars et de juin mais avec des résultats en diminution en allant vers l'été.

L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif sur l'enracinement ( $P < 0.01$ ) (Tableau 61).

**Figure 54:** Taux d'enracinement des boutures de deux provenances, Tabarka et Ain Draham, en fonction des dates de prélèvements.

**Tableau 61.** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet date sur l'enracinement des boutures de *R. sempervirens*.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
Date	3	742.03	187.26	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

### 5.2.2.2. Influence de l'AIB sur les niveaux de prélèvement

L'analyse du graphique montre que le taux d'enracinement a varié en fonction des traitements et du niveau de prélèvement (figure 65). Le meilleur taux d'enracinement est observé avec le traitement C<sub>3</sub> et les boutures intermédiaires de 80% pour Tabarka et 75 % pour Ain Draham. Au delà, les taux d'enracinement ont diminué de moitié avec une concentration d'AIB= 4000 p.p.m et C<sub>2</sub>= 2000 p.p.m et ce pour le même type de boutures. Le traitement des boutures à l'hormone de croissance AIB d'une concentration de 3000ppm a augmenté significativement le taux d'enracinement.

L'analyse de la variance montre que la provenance, traitement et niveau de prélèvement ont des effets hautement significatifs sur l'enracinement de *Rosa sempervirens* (Tableaux 62, 63, 64).

**Figure 55:** Influence des traitements à l'AIB sur les niveaux de prélèvement

**Tableau 62:** Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet de la provenance sur l'enracinement de *R. sempervirens*.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
Provenance	1	102.76	20.85	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

**Tableau 63: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet du traitement sur l'enracinement de *R. sempervirens*.**

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
Traitement	4	132.87	51.84	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

**Tableau 64: Résultats d'analyse de la variance à un facteur montrant l'effet du niveau de prélèvement sur l'enracinement de *R. sempervirens*.**

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
Niveau de prélèvement	2	26.87	5.14	0.01**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

## **5.2. 2.3. Les paramètres de croissance**

### **5.2.2.3.1. Longueur de la racine principale**

L'effet des traitements à l'AIB sur les boutures de *R. sempervirens* a été évalué à partir de l'évolution de l'allongement des racines principales au cours de la période de l'expérience (trois mois).

L'observation des courbes représentatives de l'effet de la concentration d'AIB sur

l'allongement des racines en fonction du temps montre que l'allure générale, assez similaire chez les deux stations pour les témoins et les trois premiers traitements, est caractérisée par un niveau d'allongement lent puis s'accélère progressivement. Les traitements  $C_1$  et  $C_2$  ont des effets similaires sur la longueur finale des racines principales des boutures étudiées. En effet la longueur moyenne de racine obtenue est de 8, 10 cm pour  $C_1$  et  $C_2$  respectivement pour Tabarka et Ain Draham. C'est l'effet du traitement  $C_3$  qui semble être le plus marqué sur l'allongement des racines principales. Les longueurs sont de 22 cm et 24 cm, respectivement pour Tabarka et Ain Draham (figure 56).

**Figure 56:** Longueur de la racine principale en fonction de la provenance (Tabarka et Ain Draham) et du traitement à l'AIB à différentes concentrations.

**Figure 57:** Evolution de la longueur de la racine principale en fonction du temps et des concentrations en AIB.

L'analyse de la variance montre que l'auxine a un effet hautement significatif sur la longueur de la racine principale des boutures de Tabarka et Ain draham ( $P \leq 0.01$ ) (Tableaux 65, 66).

**Tableau 65:** Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur la longueur de la racine principale.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	1444.61	867.91	0.00**

**Tableau 66:** Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur la longueur de la racine principale des boutures d'Ain Draham.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
---------------------	-----	-------------	--------	------

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	1493,20	796,73	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

### 5.2.2.3.2. Variations du nombre des racines en fonction de la provenance et du traitement à l'AIB.

La figure 58 (a) porte les résultats du nombre des racines par bouture en fonction des concentrations en AIB et de la provenance.

La figure montre que le traitement avec une concentration de 3000 ppm ( $C_3$ ) donne un nombre nettement plus élevé que pour les autres essais et uniquement pour la provenance Ain Draham (25) contre seulement 7 racines pour la provenance Tabarka. Une telle différence due seulement à la provenance n'a pas été constatée pour *R. canina* et pose probablement un problème de manipulation.

Les trois autres traitements à l'AIB ( $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$ ) donnent des résultats inférieurs à ceux donnés par le témoin.

L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif du traitement à l'AIB sur le nombre de racines (tableaux 67, 68).

**Tableau 67:** Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur le nombre des racines des boutures de Tabarka.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	1633,61	1651,45	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

**Tableau 68:** Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur le nombre des racines des boutures d'Ain Draham.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	1550,08	1046,70	0.00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

### 5.2.2.3.3. Variations du nombre de folioles en fonction de la provenance et du traitement à l'AIB.

En ce qui concerne le nombre de folioles, nous constatons une progression allant du témoin(C<sub>0</sub>) avec environ 10 folioles pour les deux provenances, à l'essai C<sub>3</sub> (3000ppm) qui présente un pic d'une vingtaine de folioles pour les deux stations Ain Draham et Tabarka avec un léger avantage pour la première.

Le traitement à l'AIB à différentes concentrations a un effet hautement significatif sur le nombre de folioles par bouture et ce pour les deux provenances prises en compte (tableaux 69 et 70).

**Tableau 69:** Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur le nombre des folioles des boutures de Tabarka.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	508,14	412,01	0,00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

**Tableau 70:** Résultats d'analyse de la variance de l'effet de l'AIB sur le nombre des folioles des boutures d'Ain Draham.

Source de variation	ddl	Carré Moyen	Test F	Pr>F
AIB	4	521,17	340,56	0,00**

**\*\* : effet hautement significatif (probabilité)**

(a)

(b)

**Figure 58:** Nombre des racines (a) et des folioles (b) par bouture, en fonction de la provenance (Tabarka et Ain Draham) et du traitement à l'AIB à différentes concentrations.

## Discussion

Les semences de *R. canina* germent très difficilement. Cette inaptitude à la germination provient des enveloppes épaisses et lignifiées. En effet, l'étude des propriétés germinatives des graines de ces deux espèces de Rosacée a tout d'abord permis de montrer qu'elles présentent toutes un caractère commun. Les conditions optimales pour la

germination nécessitent la présence de prétraitements confirmant ainsi le phénomène de «dormance» de *R. canina* (Dominique, 2002). Des différences considérables ont cependant été notées, non seulement entre les espèces, mais aussi entre les provenances. Le taux de germination des graines sans traitement, chez les deux espèces, est plus faible que celui des graines traitées et la capacité de germination des graines intactes est faible sur les deux types de sol. La présence du péricarpe des graines empêcherait d'apprécier l'intégrité des graines et constituerait, en plus des téguments de la graine, une barrière supplémentaire limitant l'accès de l'eau et de l'oxygène à l'embryon. Toutefois, il faut noter que cette imperméabilité des téguments des graines serait aussi un atout car elle les protégerait d'une germination rapide dans des conditions peu ou non favorables à l'établissement des plants (Tybirk K., 1991; Grouzis M., 1978). Le travail concernant l'étude de la germination de *R. canina* et *R. sempervirens* sur deux substrats : terreau et tourbe+perlite a montré que le pouvoir germinatif des graines est meilleur sur le terreau. Les résultats obtenus s'accordent avec ceux qui ont été trouvés par Khémiri (2001). La hauteur de la tige et la longueur de la partie racinaire ont montré que le meilleur résultat a été enregistré pour l'espèce *R. Sempervirens* élevée sur terreau.

Afin de mieux d'analyser les conditions optimales de germination de ces graines, cette étude a porté sur l'influence de certains prétraitements. La stratification, tout comme le traitement des graines à l'acide sulfurique concentré et à l'eau bouillante, ont permis d'augmenter significativement la vitesse et le taux de germination des graines. En effet, tous les prétraitements appliqués aux graines ont pour action de fragiliser les téguments et de faciliter, d'une part, l'accès de l'eau et de l'air à l'embryon et, d'autre part, la sortie racinaire.

Le meilleur taux de germination obtenu après trois jours d'immersion des graines dans l'eau chaude a été supérieur à celui obtenu après traitements pendant deux jours. L'eau et l'acide sulfurique affaiblissent le tégument sur toute sa surface (Nongonierma 1978) facilitant ainsi l'absorption d'eau et d'oxygène qui sont indispensables pour la germination. Cependant, l'utilisation de l'acide nécessite des précautions de sécurité et la maîtrise de la durée d'immersion qui varie avec la dureté des graines. Chez les graines traitées à l'acide sulfurique, le taux de germination a varié en fonction de la durée de trempage. Les graines des deux espèces étudiées semblent être moins dures comparées à

d'autres espèces comme *Alysicarpus ovalifolus* et *Aeschynomene indica* L. dont les graines germent après deux heures d'immersion dans l'acide sulfurique (Reghunath et al., 1993) ou encore à celles de *Sesbania pachycarpa* DC dont la germination des graines nécessite plus d'une heure de trempage (Sy A., 1996).

Ainsi, l'immersion des graines dans l'acide peut être insuffisante lorsqu'elle est de courte durée ; l'immersion pour une longue durée peut entraîner des dommages. Chez les graines traitées à l'acide sulfurique, le taux de germination a varié en fonction de la durée de trempage. Ayisire et al (2008) et Ehiagbanare et al. (2007) ont trouvé des résultats similaires sur la levée de la dormance de *Piliostigma thonningii* *Tetracarpidium conophorum* Mull. respectivement.

Les graines de *R. sempervirens* semblent être moins dures comparées à *R. canina*. L'effet des chocs thermiques a été testé pour stimuler l'action du froid qui a permis d'augmenter la vitesse et le taux de germination des graines. En effet, l'incubation des graines au froid pendant 6 mois et le traitement à l'eau bouillante pendant 3 jours, nous permettent d'obtenir le meilleur taux de germination pour les deux espèces. Il paraît donc que le froid est efficace pour la levée de l'inhibition tégumentaire des graines. Cependant, l'augmentation de la vitesse de germination observée pourrait être due à une meilleure perméabilité des téguments à l'eau et à l'air. En effet, la conservation au froid pendant 6 mois, puis le traitement à l'eau bouillante ramollissent les téguments. Nos résultats corroborent ceux trouvés par Zhi-Qiong et al, (2009) qui ont signalé que la scarification des graines par  $H_2SO_4$  donne les meilleurs taux de germination pour *Rosa multibracteata* Hemsl. & E. H Wilson. Le même résultat avait été observé chez d'autres roses (Densmore and Zasada, 1977; Hamdouni et al, 2001).

Ces résultats sont confirmés par Muhammad et al (2009) qui ont montré que les traitements des graines par l'eau et l'acide sulfurique sont indispensables à la levée de la dormance.

Pour la multiplication végétative, la présente étude a permis de mettre en évidence l'effet de la date de prélèvements des boutures et des concentrations d'AIB sur l'induction d'un enracinement chez les boutures ligneuses de *R. canina* et *R. sempervirens*. L'automne s'avère, dans le cas présent, la meilleure période pour le bouturage ligneux de *R. canina* et *R. sempervirens*.

L'hétérogénéité des réponses pourrait également être due à la variabilité intra et inter provenance. En effet, selon Bonnet-Masimbert, (1983), l'hétérogénéité des réponses au stimulus hormonal exogène trouve son explication dans les conditions expérimentales : âge des pied-mères utilisés, variabilité intra et interclonale, niveau de prélèvement des boutures sur le rameau, nature du substrat de bouturage, etc.

# *Les huiles essentielles et les composés phénoliques*

## **Introduction**

L'intérêt accordé aux plantes comme source de molécules bioactives devient de plus en plus important vu que ces molécules bioactives peuvent jouer le rôle des antioxydants naturels dans les domaines agro-alimentaires et pharmaceutiques. Les

plantes médicinales sont considérées comme source de ces antioxydants.

La valorisation de ces ressources naturelles végétales passe essentiellement par l'extraction de leurs huiles essentielles, composés phénoliques et les activités antioxydantes. Ces dernières sont des produits à forte valeur. L'étude des activités biologiques et biotechnologique des extraits de plantes est d'un grand intérêt. Les activités antimicrobiennes des huiles essentielles ont été rapportées dans plusieurs travaux (Nielsen et al., 2000 ; Lamiri et al., 2001 ; Cimanga et al., 2002).

L'oxydation lipidique est un phénomène qui entraîne une altération des propriétés sensorielles (goût, odeur et couleur), nutritionnelles et physiques des aliments dans lesquels elle apparaît (Frankel, 1998). Il est indispensable pour les industriels de retarder au maximum ce processus d'oxydation. Limiter le contact des produits avec l'air, la lumière ou les traces de métaux s'avèrent les méthodes les plus efficaces pour lutter contre l'oxydation des lipides. Cependant, lors de la fabrication, du transport ou du stockage des aliments, ces précautions peuvent s'avérer insuffisantes, et l'ajout d'antioxydants dans les formulations est souvent indispensable. Actuellement, les composés synthétiques utilisés sont critiqués en raison des problèmes qu'ils peuvent engendrer sur la santé. La recherche s'oriente donc une fois de plus vers la nature d'où elle espère y puiser l'antioxydant parfait, à la fois sûr et efficace.

Les radicaux libres initient des réactions en cascade telle que la peroxydation lipidique (d'où l'altération des membranes et la mort cellulaire) et sont directement impliqués dans les processus d'oxydation et induisent des dommages et des lésions sur l'ADN, les protéines cellulaires et les lipides membranaires. L'hyperproduction des radicaux libres est à la base de maladies cardiovasculaires, du diabète, du cancer et des complications physiopathologiques des maladies neurodégénératives (Parkinson, Alzheimer, le vieillissement cérébral et diverses autres maladies chroniques) (Cosgrove et al, 1987). Cependant, la production des radicaux libres peut être limitée par des antioxydants.

Face aux effets indésirables ou secondaires des médicaments chimiques, le développement de la recherche sur les plantes médicinales a été orienté vers l'obtention de phyto-médicaments présentés sous diverses formes galéniques simples répondant à

une réglementation précise en matière d'évaluation portant sur l'innocuité, l'efficacité thérapeutique et la stabilité.

Ainsi, les extraits de fruits et légumes et les extraits de plantes tels que les huiles essentielles ont suscité ces dernières années un intérêt accru comme source potentielle de molécules naturelles bioactives pouvant constituer une alternative aux produits de synthèse.

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à la composition chimique, aux propriétés antioxydantes de l'huile essentielle des feuilles et des fleurs, aux compositions des fruits en caroténoïdes de *R. canina* et *R. sempervirens* collectées de la Kroumirie dont certaines d'entre elles n'ont pas encore fait l'objet de travaux antérieurs en vue de la valorisation de ces plantes aromatiques et médicinales.

### **6.1. Variation de la composition chimique des huiles essentielles des feuilles de *R. canina* et *R. sempervirens*.**

La distillation des feuilles des deux espèces donne une huile jaune-ambéré. Le rendement moyen en huile varie de 0,35 à 0,6% (en millilitre par 100 grammes de matière sèche) chez *R. sempervirens* et *R. canina* respectivement.

L'analyse chromatographique a permis la détection de 54 composés (Tableau 63). L'huile essentielle de *R. canina* (El Feija) est constituée de 25 composés représentant plus de 83,2%. hexadécane (23,2%), vitisprane (9,1%), acide linoléique (7,9%), acide dodécanoïque (6,4%) sont les constituants majoritaires de cette essence.

D'autres composés sont aussi présents avec des taux appréciables comme l'acide tétradécanoïque (5,1%) et l'acétate de phytol (4,9%). Par contre, pour *R. canina*, la provenance Ain Drahem, les huiles essentielles sont dominées par : vitispirane (22,5%), l'acide hexadécanoïque (15,5%), l'acide linoléique (13,5%) et l'acétate de phytol (6,3%).

Pour *R. sempervirens* (Ain Drahem), 17 composés ont pu être identifiés et qui constituent 93% de la totalité des huiles. Cette dernière se distingue par la dominance des acides hexadécanoïques (25,8%), acétate de phytol (11,8%), N-nonanol et linalol (9,1%), spathulenol et  $\beta$ -caryophyllène oxide.

Les analyses qualitatives et quantitatives des «huiles essentielles» issues des feuilles de *R. sempervirens* (Tabarka) montrent une variation intra-spécifique remarquable, avec le N-nonanal (9,1%) et linalool (9,1%) accompagnés d'autres constituants à des teneurs relativement faibles. La teneur et la nature des composés majoritaires varient d'un échantillon à l'autre en fonction de l'origine des plantes.

**Tableau 71** : La composition des huiles essentielles des feuilles des deux espèces.

Espèces				<i>R. canina</i>		<i>R. sempervirens</i>			
	Composés	IR	Feija	A i n Draham	Tabarka	Ain Draham			
Benzaldéhyde	927	t	t	t		t			
$\alpha$ - Pinène	930	t	t	t					
<i>n</i> - Décane	1000	t	t	t		t			
Acétaldéhyde benzenique	1002	0,8	t	0,6		0,4			
<i>c i s</i> - Linalol oxide	1045	t	t	t		t			
2 - Methyl decane	1058	t	t	t		t			
<i>t r a n s</i> - Linalol oxide	1059	t	t	t		t			
<i>n</i> - Nonanal	1073	1,9	2,1	9,1		5,6			
Linalool	1074	1,9	2,1	9,1		5,6			
$\alpha$ - Campholenal	1088	t	t	t					
<i>n</i> - Undecan	1100					t			

e								
<i>trans</i> -Pinocarv eol	1106	t	t	t				
<i>trans</i> -Verbeno l	1114	t	t	t				
2- <i>trans</i> , 6- <i>cis</i> - Nonadie nal	1114	t	t	t		t		
Pinocarv one	1121	t	t	t				
2- <i>trans</i> - Nonen-1 -al	1124	t	t	t		t		
Borneol	1134	t	t	t				
Terpinè n-4-ol	1148					t		
Salycilat e de Méthyle	1159					t		
$\alpha$ - Terpine ol	1159	0,5	t	3,5		1,1		
Myrténo l	1168	t	t	t				
<i>n</i> - Décanal	1180	0,2	t	t		t		
<i>trans</i> - Carvéol	1189	t	t	t				
Citronel ol	1207	t	t	t		t		
Géranio l	1236	t	t	1,2		0,7		
Vitispira ne*	1250	9,1	22,5	2,0				
<i>n</i> - Undécan al	1288	0,2	0,4	1,0		t		
Decanoi c acid (= c a p r i c acid)	1350	t	t	t		t		

<i>trans</i> - $\beta$ - Damasc enone*	1356	0,5	0,9	t				
$\alpha$ - Ylangèn e	1371	0,8	t	4,9				
$\alpha$ - Ionone	1399					t		
$\alpha$ - Gurjunè ne	1400	t	t	t				
<i>trans</i> - $\beta$ - Caryoph yllène	1414	0,4	t	t				
Geranyl acetone	1434	t	t	t		t		
$\alpha$ - Himach alène	1441	t	2,4	1,7				
<i>trans</i> - $\beta$ - Ionone	1456	t	t	t		0,6		
$\gamma$ - Himach alène	1468	0,4	1,0	1,5				
<i>a r</i> - Curcum ène	1475	0,4	1,0	1,5				
Viridiflo rène	1487	0,2	0,9	t				
$\alpha$ - Dehydro - <i>a r</i> - himacha lene	1494	2,2	1,2	t				
$\alpha$ - <i>trans,tra</i> <i>n s</i> - Farnesè ne	1500	t	t	t		t		
<i>n</i> - Pentadé cane	1500					t		
$\gamma$ -								

Dehydro- - a r - himacha lene	1508	2,6	1,0	t				
$\alpha$ - Calacorè ne	1525	0,6	0,4	t				
Benzoat e d'hexén yl*	1533					t		
Presilphi perfol-1- ene*	1544	3,9	3,7	t				
Dodecan oic acid (= lauric acid)	1551	6,4	t	t		9,6		
Spathulé nol	1551	3,4	3,4	6,5				
$\beta$ - Caryoph ylle ne oxide	1561	3,4	3,4	6,5				
Globulol	1566	t	t	t				
Humulè n e epoxide *	1580	2,3	2,0	t				
<i>n</i> - Hexadéc ane	1600					t		
Benzoat e de benzyle	1701					t		
Tetradec a n o i c acid (= myristic acid)	1723	5,1	3,5	3,9		4,9		
Hexadec a n o i c								

acid (= palmitic acid)	1908	23,2	15,5	25,8		41,9		
Acetate de phytol	2047	4,9	6,3	11,8		10,5		
Linoleic acid	2125	7,9	13,5	2,4		14,9		
% of Identification		83,2	87,2	93,0		95,8		

RI = Indice de rétention relative au C<sub>9</sub>-C<sub>21</sub> DB-, base sur MS seulement.

## 6.2. Composition chimique de l'huile essentielle des fleurs de *R. canina* et *R. sempervirens*

Les résultats de l'analyse chromatographique de l'huile essentielle extraite des fleurs des deux espèces sont présentés dans le tableau 64.

Pour *R. canina*, l'huile essentielle est caractérisée par un pourcentage élevé de trans- $\beta$ -caryophyllène (32%), Geraniol (20,8%) pour la provenance Ain Draham. Chez la provenance de Fernana, les huiles essentielles sont dominées par 2, 4, 6-triméthyl octane (9,1%), N-undécane (8%) et geraniol.

Les plants issus de la provenance de Bousselem sont caractérisés par l'abondance de  $\rho$ -cymène,  $\gamma$ -terpinène et trans- $\beta$ -caryophyllène.

Pour El Feija, une composition différente a pu être obtenue. En effet, on distingue  $\rho$ -cymène (14,4%), Limonène (11%) et  $\gamma$ -terpinène (10,5%).

Pour *R. sempervirens*, des différences remarquables collectées dans la région de Tabarka, puisque on a pu identifier 26 constituants représentant environ 87,3% de la composition chimique totale. Ces huiles sont dominées par  $\beta$ -cymène (15,7%),  $\gamma$ -terpinène (11,6%), n-Pentadécane (9,9%). Par contre, celles d'Ain Draham se distinguent par le 2-phényléthanol (28,5%) et  $\beta$ -cymène (10,9%).

Le profil aromatique de Fernana montre deux principaux constituants : le 2-phényléthanol (93, 3%) et l'estragole (4,7%).

La comparaison des profils des quatre provenances montrent des différences

remarquables. Ces différences seraient la conséquence d'un déterminisme génétique et/ou des effets environnementaux notamment édapho-climatiques.

**Tableau 72. :** La composition des huiles essentielles des fleurs des deux espèces.

Comp osés	<i>R. canina</i>					<i>R. sempervirens</i>		
	RI	Rc <sub>1</sub>	Rc <sub>2</sub>	Rc <sub>3</sub>	Rc <sub>4</sub>	Rs <sub>1</sub>	Rs <sub>2</sub>	
$\alpha$ -Thujène	924	t	1,0	1,2	2,5		1,1	0,5
$\alpha$ -Pinène	930	t	1,9	3,4	6,1		4,3	1,1
Camphène	938	t	0,2	0,6	t		t	0,3
Sabinène	958	t	t	t	t		t	0,2
$\beta$ -Pinène	963	t	t	t	t		t	0,2
$\beta$ -Myrcène	975	0,4	1,8	1,9	5,0		5,6	3,3
$\alpha$ - Phellandrène	995	t	t	0,7	0,7		t	0,4
<i>n</i> -Décane	1000	t	t	t	t		t	t
Alcool benzytique	1000	t	t	t	t		t	t
$\alpha$ - Terpinène	1002	t	1,0	0,7	2,8		2,9	1,0
<i>p</i> -Cymène	1003	1,8	4,9	11,5	14,4		15,8	10,9
1,8- Cinéole	1005	t	t	t	t		t	t
Limonène	1009	1,3	2,7	4,9	11,0		7,8	5,2
$\gamma$ - Terpinène	1035	0,7	2,7	7,8	10,5		11,6	9,7
2,4,6- Triméthyl octane*	1053	0,6	9,1	1,9	6,0		8,3	2,8
2-Méthyl décane	1058	0,8	4,1	0,9	2,8		3,8	0,6
2-Phényl -2-éthanol	1064						t	28,5
<i>n</i> -Nonanal	1073	t	t	t	t		t	t
Linalol	1074	3,0	1,7	1,9	1,1		t	t
<i>n</i> - Undécane	1100	0,6	8,0	1,6	5,8		7,4	2,7
4,7- Diméthyl undécane*	1106	0,3	4,4	6,5	3,3		4,1	0,7

$\alpha$ - Terpinéol	1159	t	t	t	t		t	1,0
Estragole (= Methyl chavicol)	1163						t	0,6
Myrténol	1168	0,2	t	t	t			
Nérol	1206	4,0	0,8	t	t			
Citronellol	1207	4,5	0,8	t	t			
Géranol	1236	20,8	7,6	1,8	t			
$n$ - Tridécano	1300	t	0,6	t	t		t	6,3
Acétate de géranyl	1370	0,2	t	t	t			
$\beta$ -Elémène	1388	t	t	t	t			
<i>trans</i> - $\beta$ - Caryophyll ène	1414	32,0	4,1	11	t			
$\beta$ -Copaène	1426	t	t	t	t			
$\alpha$ - Humulène	1447	2,0	t	t	t			
$\gamma$ - Muuroène	1469	0,4	t	0,8	t			
Germacrène e-D	1474	0,4	t	0,9	t			
$n$ - Pentadéca ne	1500	0,7	5,8	t	7,8		9,9	5,8
$\delta$ - Cadinène	1505	2,0	t	t	t			
$\beta$ - Caryophyll ène oxide	1561	0,9	3,4	2,5	t			
$n$ - Hexadéca ne	1600	t	3,1	t	3,4		5,3	1,3
$\alpha$ -Cadinol	1626	0,4	t	t	t			
14 - Hydroxy-9 -epi-(E)- caryophyll ène*	1633	8,9	1,7	t	t			
$n$ -								

Nonadécane	1900	0,5	2,0	5,3	1,4			
<i>n</i> -Hénicosane	2100	4,7	2,9	28,9	1,6			
% of Identification		92,1	76,3	96,7	86,2		87,9	83,1

RI : indice de rétention to C<sub>9</sub>-C<sub>21</sub> *n*-alkanes on the DB-1 column; t = trace, \* based on mass spectra only.

(Rs<sub>1</sub>: Tabarka, Rs<sub>2</sub>: Ain Draham, Rs<sub>3</sub>: Fernana, Rc<sub>1</sub>: Ain Draham, Rc<sub>2</sub>: Fernana, Rc<sub>3</sub>: Boussalem, Rc<sub>4</sub>: Feija.)

### 6.3. Analyses des extraits

#### 6.3.1. *R. canina*

##### 6.3.1.1. Les feuilles

##### 6.3.1.1.1. Concentrations en polyphénols totaux et flavonoïdes

Les résultats du dosage colorimétrique (765nm) des phénols totaux sont présentés par la figure 64. L'examen des résultats montre que les extraits de *R. canina* possèdent des teneurs variables en composés phénoliques (tableau 59), Cette hétérogénéité est plus importantes chez les plantes issues de la provenance Ain Draham dont les concentrations fluctuent entre 5,42 EAG/ml à la station Guoirya et 9,21 EAG/ml à Ain Zena: 7,24 à El Feija à Rad el Koura et 8,62 à Sraa.

Comme pour les polyphénols totaux, les extraits des feuilles de *R. canina* montrent des teneurs variables en flavonoïdes. Cependant, ces teneurs sont plus faibles que celles des polyphénols totaux et varient de 0,11 mg/L à Blaket Statir à 0,41 à Sraa (figure 60).

**Figure 59 :** Variation des concentrations en polyphénols dans les feuilles de *R. canina* en fonction de la provenance (1: Ain Zena, 2: Guoirya, 3: Bni Mtir, 4:Hammem Bourguiba, 5: Rad el Koura, 6: Blaket Statir, 7:Station Forestière d'El Feija, 8: Sraa).

**Figure 60 :** Variation des concentrations en flavonoïdes dans les feuilles de *R. canina* en fonction de la provenance (1: Ain Zena, 2: Guoirya, 3: Bni Mtir, 4:Hammem Bourguiba, 5: Rad el Koura, 6: Blaket Statir, 7:Station Forestière d'El Feija, 8: Sraa).

#### **6.3.1.1.2. Activité antiradiculaire**

L'estimation de la capacité inhibitrice du radical DPPH par les extraits de feuilles de *R. canina*, a été faite par le suivi de la cinétique de cette activité avec des concentrations variées. La courbe obtenue nous a permis de déterminer la concentration d'inhibition à 50% (CI<sub>50</sub>). Les résultats montrent que les échantillons de différentes provenances ont une activité antiradiculaire variable (Tableau 65). En effet, les valeurs de CI<sub>50</sub> de 0,0125(mg/mL) à 0,0141(mg/mL). L'extrait méthanoïque montre l'activité la plus importante qui correspond à la plus faible valeur de CI<sub>50</sub>. En effet, chez la provenance El Feija, l'activité la plus faible est observée à Sraa (0,0141 mg/mL), suivi par Blaket statir 0,0152 (mg/mL), Station Forestière d'El Feija (0,0156 mg/ml). Pour les extraits de Ain Draham, La capacités antiradiculaires de ces feuilles est obtenue à partir

des provenances de Hammem Bourguiba (0,0125 mg/mL), suivi de Guoirya (0,0130 mg/mL), Bni mtir (0,0139 mg/mL), et Ain Zena (0,0148 mg/mL) (tableau 65). Une analyse statistique a été faite dans le but de trouver une corrélation entre les composés phénoliques, mais aucune corrélation n'a été obtenue, ceci est en accord avec (Gao et al., 2000 ; Wenzig et al., 2008).

### 6.3.1.1.3. Activité antioxydante

L'activité antioxydante est évaluée, comme dans le cas du radical DPPH, par la valeur de la concentration d'inhibition à 50% (CI50). Les résultats de cette activité montrent des capacités inhibitrices variables selon la provenance. En effet, les échantillons d'Ain Draham présentent la CI50 la plus faible, c'est à dire l'activité la plus importante (0.0061 mg/ml), à la station de Bni Mtir. Par contre les extraits d'El Feija montrent une activité moins importante qui varie entre 0,008 mg/ml chez la provenance Sraa et 0.0116 mg/ml chez Rad el Koura (tableau 65).

**Tableau 73:** Analyse de la variance des concentrations en polyphénols et en flavonoïdes totaux avec leurs activités antioxydantes des feuilles de *R. canina* issues de différentes provenances.

Stations	Provenances	Polyphénols totaux (mg GAG/mL)	Flavonoïdes totaux (mg ER/mL)	DPPH IC <sub>50</sub> (mg/mL)	ABTS IC <sub>50</sub> (mg/mL)
El Feija	Rad el Koura	7,24 <sup>[?]</sup> 0,10c	0,41 <sup>[?]</sup> 0,01de	0,0226 <sup>[?]</sup> 0,0003 f	0,0116 <sup>[?]</sup> 0,0004 cd
	Blaket Statir	7,77 <sup>[?]</sup> 0,10d	0,11 <sup>[?]</sup> 0,01a	0,0152 <sup>[?]</sup> 0,0003 de	0,0125 <sup>[?]</sup> 0,0004 d
	S t a t i o n	7,26 <sup>[?]</sup> 0,10c	0,31 <sup>[?]</sup> 0,01c	0,0156 <sup>[?]</sup> 0,0003 e	0,0124 <sup>[?]</sup> 0,0004 d
	Forestiere	8,62 <sup>[?]</sup> 0,10e	0,22 <sup>[?]</sup> 0,01b	0,0141 <sup>[?]</sup> 0,0003 bcd	0,0083 <sup>[?]</sup> 0,0004 b
	Sraa			0,0148 <sup>[?]</sup> 0,0003 cde	0,0104 <sup>[?]</sup> 0,0004 c
Ain Draham	Ain Zena	9,21 <sup>[?]</sup> 0,10f	0,44 <sup>[?]</sup> 0,01e	0,0130 <sup>[?]</sup> 0,0003 ab	0,00744 <sup>[?]</sup> 0,0004 ab
	Guoirya	5,42 <sup>[?]</sup> 0,10a	0,40 <sup>[?]</sup> 0,01de	0,0139 <sup>[?]</sup> 0,0003 bc	0,00611 <sup>[?]</sup> 0,0004 4a
	Bni Mtir	6,65 <sup>[?]</sup> 0,10b	0,38 <sup>[?]</sup> 0,01d	0,0125 <sup>[?]</sup> 0,0003 a	0,0105 <sup>[?]</sup> 0,0004 c
	H a m m e m	8,07 <sup>[?]</sup> 0,10d	0,44 <sup>[?]</sup> 0,01e		
	Bourguiba				

Les moyennes qui ne sont pas suivies de la même lettre sont significativement différentes au seuil 5% (test de Newman et Keuls).

### 6.3.1.2. Les fruits

#### 6.3.1.2.1. Identifications des caroténoïdes

Les résultats du dosage des caroténoïdes dans les péricarpes des fruits de *R. canina* sont présentés dans la figure 61. Des différences de la nature et de la quantité de

pigment sont observées. En effet, les échantillons de Ain Draham sont plus riche en  $\beta$ -Carotène ; (0,268 (mg/ml)) et en Lycopène ; (0,05 (mg/ml)). Il en est de même pour ceux d'El Feidja:  $\beta$ -Carotène (0,217(mg/ml)) et Lycopène (0,031(mg/ml)) (figure 62). Des différences quantitatives sont observées entre les provenances. Les travaux antérieurs ont montré la présence de: b-carotene, lycopene,  $\beta$ -chrytoxanthin, rubixanthin, zeaxanthin and lutein (Hodisan et al.1997). Ceci peut être interprété par la destruction des autres pigments dans notre cas à cause de la durée et le moyen de conservation (González et al. 2007).

**Figure 61 :** Variation des concentrations en  $\beta$ -Carotène et lycopène dans le péricarpe des fruits de *R. canina*.

**Figure 62:** Chromatogramme des principaux composés des caroténoïdes. Les pics correspondent à 1, Lycopene; 2,  $\beta$ -Carotene.

#### 6.3.1.2.2. L'activité antioxydante des extraits des fruits

Les résultats relatifs à la mesure de l'activité antiradicalaire par la méthode d'ABTS montrent une capacité inhibitrice. Le pourcentage d'inhibition d'ABTS est plus important chez la provenance d'Ain Draham (46,82%) que celle d'Feija (28,42%) (Figure 63).

**Figure 63 :** Pourcentage d'inhibition provoqué par l'ABTS sur les extraits des fruits en fonction des provenances (Ain Draham et El Feija).

**Tableau 74:** Concentrations en caroténoïdes et activité antioxydante des extraits et des huiles essentielles.

	β-Carotene (mg/mL)	Lycopene (mg/mL)	ABTS IC <sub>50</sub> (mg/mL) Huiles essentielles	ABTS (%) caroténoïdes
<b>Ain Draham</b>	0,268 ± 0,009	0,050 ± 0,005	0,2018 ± 0,0052	46,82 ± 5,37
<b>El Feidja</b>	0,217 ± 0,029	0,031 ± 0,001	0,1590 ± 0,0040	28,42 ± 5,26

### 6.3.2. *R. sempervirens*

#### 6.3.2.1. Les feuilles

##### 6.3.2.1.1. Concentrations en polyphénols totaux et en flavonoïdes

Les concentrations en polyphénols totaux des différentes provenances sont illustrées dans la figure 64. Les résultats montrent une différence significative. Les extraits des feuilles de la provenance d'Ain Daham s'avèrent plus riches en polyphénols de 4,84 à 7,47 (mg EAG/mL). Dans les provenances relevant de la délégation de Tabarka, nous avons enregistré des teneurs en polyphénols de 1,20 (mg EAG/mL) à Gantirt Jini, suivi de 1,32(mg EAG/mL) à Oued Tetrya , 1,36 (mg EAGmL) à oued Bouterfess, alors

que Guelta safra présente les concentrations les plus élevées (1,42mg GAE/mL) (figure 64).

Pour les flavonoïdes, les résultats montrent une tendance similaire à celle des phénols totaux avec une différence significative entre les provenances, comme pour les polyphénols totaux, les extraits des feuilles issues des provenances de la région d'Ain Draham ont les teneurs les plus élevées en flavonoïdes (à Taref, 0,32 (mg ER/ml), sui d'ordha 0,3 (mg ER/ml), ensuite Bni mtir qui présente des teneurs plus faibles de 0,22 (mg ER/ml). Enfin, c'est la station d'oued rnagha qui montre les teneurs les plus faibles de 0,08 (mg ER/ml) (figure 65).

Chez les provenances de Tabarka, les teneurs en flavonoïdes sont très variées de 0,06 (mg RE/ml) (Gantirt Jni) à 0,36 (mg ER/ml) (oued tetrya).

**Figure 64:** Variation des concentrations en polyphénols dans les feuilles de *R. sempervirens* en fonction de la provenance (1: Gelta safra, 2: Oued tetrya, 3: oued Bouterfess, 4: Gantirt jini; 5: Taref, 6:Bni mtir, 7:Ordha, 8: Oued rnagha,).

**Figure 65:** Variation des concentrations en flavonoïdes dans les feuilles de *R. sempervirens* en fonction de la provenance (1: Gelta safra, 2: Oued tetrya, 3: oued Bouterfess, 4: Gantirt jini; 5: Taref, 6:Bni mtir, 7:Ordha, 8: Oued rnagha.).

#### 6.3.2.1.2. L'activité antiradiculaire

Les résultats de la mesure de l'activité antiradiculaire montrent une importante capacité inhibitrice du radical DPPH. Cependant, il existe une différence significative de l'efficacité des extraits méthanoliques selon la provenance. Les valeurs de la concentration d'inhibition à 50% (CI<sub>50</sub>) des extraits des feuilles de Tabarka sont les plus faibles et ne dépassent pas 0,01 mg/ml). Ces extraits présentent des activités à peu près similaires atteignant une valeur de CI<sub>50</sub>=0,002 mg/ml. Alors que chez la provenance Ain Draham, l'activité est de 0,002(mg/mL), à Oued Rnagha , 0,017(mg/mL) à ordha, 0,018(mg/mL) à Bni mtir et 0,019(mg/mL) à Taref.

Les résultats montrent une différence significative remarquable au sein de la même provenance (tableau 70).

#### 6.3.2.1.3. L'activité antioxydante

Comme pour l'activité antiradiculaire, cette capacité est évaluée par la détermination de la concentration correspondante à 50% (CI<sub>50</sub>) du Trolox. Les résultats présentés dans le tableau(68) montrent une variation de cette activité en fonction de la provenance. En effet, les extraits des feuilles de Tabarka présentent une activité inhibitrice plus importante que ceux d'Ain Draham, avec des valeurs de CI<sub>50</sub> semblable de 0,001 (mg/ml). Alors que chez la provenance Ain Draham, il existe une variation de la capacité inhibitrice de ces extraits en fonction des stations. Les CI<sub>50</sub> les plus faibles, c'est à dire la meilleure efficacité, sont trouvées à Oued Rnagha, avec une valeur 0,001( mg/ml), suivi de Ordha 0,008 ( mg/ml), Taref de 0,009( mg/ml) et Bni mtir de 0,01( mg/ml) (tableau 68)

**Tableau 75:** Concentrations en polyphénols et en flavonoïdes totaux avec leurs activités

antioxydantes des feuilles de *R. sempervirens*.

Station	Provenance	T o t a l phenolics (mg GAE/L)	Total flavonoids (mg RE/mL)	DPPH IC <sub>50</sub> (mg/mL)	ABTS IC <sub>50</sub> (mg/mL)
Tabarka	Gelta Safra oued Tetrya Bouterfess Gantirt Jini	1,422 [?]0,099 <sup>a</sup>	0,076 [?]0,004 <sup>b</sup>	0,00232 [?]0,00019a	0,00125 [?]0,00014ab
		1,323 [?]0,099 <sup>a</sup>	0,083 [?]0,004 <sup>b</sup>	0,00290 [?]0,00019ab	0,00170 [?]0,00014b
		1,369 [?]0,099 <sup>a</sup>	0,098 [?]0,004 <sup>c</sup>	0,00275 [?]0,00019a	0,00112 [?]0,00014a
		1,204 [?]0,099 <sup>a</sup>	0,061 [?]0,004 <sup>a</sup>	0,00354 [?]000019c	0,00157 [?]000014ab
Ain Draham	Taref Bni Mtir Ordha oued Rnagha	7,476 [?]0,099 <sup>d</sup>	0,324 [?]0,004 <sup>f</sup>	0,01960 [?]0,00019f	0,00998 [?]0,00014e
		6,731 [?]0,099 <sup>c</sup>	0,229 [?]0,004 <sup>d</sup>	0,01872 [?]0,00019e	0,01033 [?]0,00014e
		6,675 [?]0,099 <sup>c</sup>	0,301 [?]0,004 <sup>e</sup>	0,01744 [?]0,00019d	0,00820 [?]0,00014d
		4,850 [?]0,099 <sup>b</sup>	0,365 [?]0,004 <sup>g</sup>	0,00950 [?]0,00019c	0,00418 [?]0,00014c

### 6.3.2.2. Les fruits

#### 6.3.2.2.1. Identifications des caroténoïdes

Les résultats du dosage des caroténoïdes dans les fruits de *R. sempervirens* sont présentés dans la figure 71. Ces résultats montrent des différences significatives du contenu en caroténoïdes en fonction de la provenance. En effet, les fruits de *R. sempervirens* sont riches en [?]-Carotène et très pauvres en lycopène (tableau 69). Les plantes issues de la provenance de Ain Draham sont plus riches en [?]-Carotène 0,097mg/mL que celle de Tabarka 0,177mg/mL (figure 66 et 67).

**Figure 66 :** Variation des concentrations en  $\beta$ -Carotène dans le péricarpe des fruits de *R. Sempervirens*.

**Figure 67:** Profil chromatographique des principaux composés des caroténoïdes. Les pics correspondent à 1,  $\beta$ -Carotene.

#### **6.3.2.2.2. L'activité antioxydante**

Les résultats relatifs à la mesure de l'activité antiradicalaire par la méthode d'ABTS montrent une capacité inhibitrice. Cependant, les différences sont significatives, ainsi le pourcentage d'inhibition d'ABTS est plus important à Ain Draham (63.3%) qu'à Tabarka (58.7%) (Figure 68).

**Figure 68:** Pourcentage d'inhibition provoquée par l'ABTS sur les extraits des caroténoïdes en fonction des provenances (Ain Draham et Tabarka).

**Tableau 76:** Concentrations en caroténoïdes et l'activité antioxydante des extraits et des huiles essentielles.

	β-Carotene (mg/mL)	Lycopene (mg/mL)	ABTS IC <sub>50</sub> (mg/mL) Essential oils	ABTS (%) caroténoïdes
<b>Tabarka</b>	0,177 ± 0,015 mg/mL	-	1,78	58,7 ± 0,6
<b>Ain Draham</b>	0,097 ± 0,013 mg/mL	-	0,97	63,3 ± 3,1

## Discussion

Dans cette partie de mémoire, nous avons analysé la composition des huiles essentielles des deux espèces de Roses autochtones de la Kroumirie. Les concentrations en composés phénoliques et flavonoïques et leurs activités antioxydantes, montrent une différence significative en ces teneurs en fonction de la provenance. En effet, les extraits des feuilles de *R. canina* de la provenance d'Ain Draham présentent les meilleures teneurs aussi bien pour les polyphénols totaux que pour les flavonoïdes.

Dans ce chapitre, l'extraction méthanoïque a été utilisée, afin d'estimer leur capacité d'extraction et de sélectivité des composés phénoliques des feuilles des deux espèces étudiées, ainsi que leur influence sur les activités antioxydantes de ces extraits. Ces résultats ont montré que les extraits obtenus présentent des concentrations significativement différentes en polyphénols et flavonoïdes totaux qui varient selon les provenances, les conditions climatiques et géographiques. Ceci est en accord avec plusieurs travaux qui ont montré que les conditions climatiques : (altitude, climat), jouent un rôle déterminant dans la capacité d'extraction des composés phénoliques (Toberman et al, 2008 ; Msaada et al, 2009).

Une analyse statistique plus approfondie a été faite dans le but de trouver une corrélation entre les composés phénoliques, les flavonoïdes et l'activité antioxydante,

mais aucune corrélation n'est obtenue. Ceci est dû à ce que les extraits contiennent plusieurs groupes de phénols. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Parejo *et al.* (2002).

Des résultats de recherches effectués par Scalbert *et al.*, 2000; Kondratyuk *et al.*, 2004, ont montré que les composés phénoliques contiennent 9 groupes de phénols à savoir : stilbenes, lignanes, acides phénoliques, flavanols, isoglavones, flavanones, anthocyanidins, ellagitannis et proanthocyanidins qui sont caractérisés par leurs structures chimiques très variées. Les radicaux libres de ces composés sont responsables de l'absence de corrélation entre les composés phénoliques et les activités antioxydantes. Les variations rencontrées dans la composition chimique des huiles essentielles, des points de vue qualitatif et quantitatif, peuvent être dues à certains facteurs écologiques, à la partie de la plante utilisée, à l'âge de la plante et à la période du cycle végétatif, ou même à des facteurs génétiques (Thompson *et al.*, 2003 ; Karousou *et al.*, 2005, Amarti, 2010).

D'après nos analyses, Vitispirane qui est obtenue à partir de la dégradation des caroténoïdes, s'est révélé le composé majoritaire. La présence de ce composé est étonnante, elle est due à divers conditions à savoir la température, pH, la nature du sol et une mauvaise conservation du matériel de départ (feuilles). Cette observation est confirmée avec celles d'autres auteurs comme Winterhalet and Schreier, (1988); Mendes-Pinto (2009).

Etant donné que ces deux espèces n'ont pas fait l'objet de beaucoup d'études, pour l'avenir ou la suite de ce travail, il est indispensable de se focaliser sur l'étude de la variabilité de la composition chimique en tenant compte de l'âge de la plante, de la période de la récolte, du lieu, etc. Ceci va permettre d'observer les différents changements sur les plans qualitatif et quantitatif des huiles essentielles afin d'estimer à quelles conditions ou à quelle période telle ou telle huile essentielle pourrait donner un rendement satisfaisant ou avoir une activité intéressante.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Le tableau ci-dessous donne une comparaison succincte des deux espèces étudiées des points de vue écologique, phénologique, multiplication et distillation :

Paramètres	<i>R. canina</i>	<i>R. sempervirens</i>
1-Paramètres écologiques  - Aire de répartition	- Occupe les stations de moyennes et hautes altitudes et donc les plus continentales et les plus fraîches. -El Feija -Ain Draham	- Localisée dans les sites de basses et moyennes altitudes.  -Tabarka -Ain Draham
- Ambiance bioclimatique	-Bioclimat humide supérieur à variantes tempérée à fraîche.	-Bioclimat humide inférieur à variante chaude à étage humide supérieur à variante tempérée
2-Phénologie : -Feuillage  -Floraison  -Maturation des graines	-Caduc  -S'étale entre le début du mois de Mai et la fin du mois de Juin. -du début du mois d'Août à la fin du mois d'Octobre.	-Persistant.  -S'étale entre le début du mois de Mai et la fin du mois de Juin. -S'étale entre le 15 Octobre et la fin du mois de Décembre.
1- Modes de multiplication :  3-1-Par semis :  3-1-1-Sans Traitements :  - Conservation à l'air libre	* 25 % (durée de conservation de 3 mois). * 30 % (durée de conservation de 6 mois). * 30 % (durée de conservation de 9 mois).	* 30 % (durée de conservation de 3 mois). * 35 % (durée de conservation de 6 mois). * 28 % (durée de conservation de 6 mois).

<p>- Conservation par le froid.</p>	<p>* 50 % durée de conservation de 3 mois). * 60 % (durée de conservation de 6 mois). * 40 % (durée de conservation de 9 mois).</p>	<p>* 55 % durée de conservation de 3 mois). * 70 % (durée de conservation de 6 mois). * 35 % (durée de conservation de 9 mois).</p>
<p>- Conservation par stratification</p>	<p>* 45 % (durée de conservation de 3 mois). * 50 % (durée de conservation de 6 mois). * 30 % (durée de conservation de 9 mois).</p>	<p>* 40 % (durée de conservation de 3 mois). * 60 % (durée de conservation de 6 mois). * 45 % (durée de conservation de 9 mois).</p>
<p>-Conservation par stratification (suite)</p>		
<p>3-1-2- Avec traitements : - Conservation à l'air libre</p>	<p>*le taux le plus élevé est obtenu avec une conservation durant 6 mois et avec des graines traitées à l'eau chaude (autour de 50%).</p>	<p>*le taux le plus élevé est obtenu avec une conservation durant 6 mois et avec des graines traitées à l'eau chaude (autour de 65%).</p>
<p>- Conservation par le froid.</p>	<p>*Le meilleur résultat obtenu est de 90% pour une durée de conservation de 6 mois et avec des graines traitées à l'eau chaude.</p>	<p>*Le meilleur résultat obtenu est de 68% pour une durée de conservation de 6 mois et avec des graines traitées à l'eau chaude.</p>
<p>-Conservation par stratification</p>	<p>*Le meilleur résultat obtenu est de 80% pour une durée de conservation de 6 mois et avec des graines traitées à l'eau chaude.</p>	<p>*Le meilleur résultat obtenu est de 85% pour une durée de conservation de 6 mois et avec des graines traitées à l'eau chaude.</p>
<p>3-2-Par bouture</p>	<p>*Taux de réussite de 70% (avec la concentration C<sub>3</sub> : 3000ppm d'AIB).</p>	<p>*Taux de réussite de 80% (avec la concentration C<sub>3</sub> : 3000 ppm d'AIB).</p>
<p>1- Distillation :</p>		

4-1- distillation des feuilles		
-Rendement :	* 0.6%	*0.35%
-les constituants majoritaires	* l'acide Hexadecanoïque * l'acide linoléique *l'acétate de phytole	* L ' a c i d e s Hexadecanoïques * L'acétate de phytole * N-Nonanol * Linalol Spathulenol *caryophyllene oxide.
-Polyphénols	*Très importante valeur variant entre 5,42 et 9,21 mg GAE/L)	*Moins importante valeur (elle varie de 1,204 à 7,476 mg GAE/L).
-Flavonoïdes	*Plus au moins importante valeur	*Valeur plutôt faible (varie de 0,061 à 0,365 mg ER/ mL)
4-2- Distillation des fleurs :	(varie de 0,11 à 0,44 mg ER/mL)	
4-3-Identifications des caroténoïdes	-Polymorphisme chimique très important. - <input type="checkbox"/> -Carotène et lycopène	-Polymorphisme chimique très important. - <input type="checkbox"/> -Carotène

Il ressort de ce tableau que les deux espèces occupent des zones géographiques séparées. En effet, *R. sempervirens* est localisée dans les sites de basses et moyenne altitudes Alors que *R. canina* évolue plutôt à des altitudes plus élevées et donc plus continentales et plus fraîches.

Il est à souligner qu'au niveau de la zone d'Ain Draham et à des altitudes variant de 500 à 800 mètres, il est possible de constater une cohabitation de ces deux espèces.

Concernant leur phénologie, *R. canina* se distingue par la chute des feuilles à la fin de l'automne (feuillage caduc) alors *R. sempervirens* garde son feuillage toute l'année d'où son appellation qui veut dire plante toujours verte (feuillage persistant). La distinction des deux espèces se fait aussi par la couleur de la fleur qui est totalement blanche chez *R. sempervirens* et plutôt rose chez *R. canina*.

Les analyses des huiles obtenues par distillation des feuilles ou des fleurs montrent que leurs compositions chimiques sont très proches et que l'utilisation des substances de *R. sempervirens* peut avoir la même importance que celle de *R. canina* d'où l'idée que les populations humaines de toute la Kroumirie peuvent bénéficier de l'une et/ou de l'autre de ces deux espèces ; or, actuellement elles ne sont pas exploitées dans toute cette

région et ne sont pas présentes dans les jardins privés comme c'est le cas à Zaghouan pour *R. canina*.

Il nous est donc permis, au terme de ce travail, de penser que ces deux taxons peuvent constituer des sources de revenus non négligeables pour les populations humaines locales et de recommander la constitution d'une association dont la mission sera la formation en matière de récolte des fleurs, de leur distillation et de l'utilisation de leurs produits.

# Référence bibliographiques

-**AFNOR 2000.** Association française de normalisation. Normes françaises : huiles essentielles. Ed. AFNOR, Paris.

-**Alapetite P., 1979.** Flore de la Tunisie Angiospermes- Dicotyledones Apétales- Dialypétales. Programme flore et végétation Tunisiennes. Ed. Min. de l'En. Sup. et de la Rech. Sci. Et le Min. de l'Agr. Page : 269-287.

-**Amarti F., Satrani B., Ghanmi M., Abdellah F., Abderrahman A., Aarab L., El Ajjouri M., Chaouch A. 2010.** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*: **14**(1), 141-148.

- Anonymous, 2002.** Rogers Roses.
- Anonyme., 2007.** Huile essentielle : Principales propriétés et caractéristiques. [www.penntybio.com/huile](http://www.penntybio.com/huile).
- Antonin R., 1930.** Les plantes aromatiques, 2<sup>ème</sup> édition, revue : 106-114p.
- Aïmé S., Bonin G., Chaabane A., Loisel R., et Saoudi H., 1986.** Notes phytosociologiques Nord-Africaines : Contribution à l'étude phytosociologique des zénaies du littoral algéro-tunisien. *Ecologia Mediterranea Tome XII* (Fascicule 3 – 4).
- Arnao M.B., Cano A., Acosta M., 1998.** Total antioxidant activity in plant material and its interest in food technology. *Recent Research and development in Agricultural and Food Chemistry: 2*, 893-905.
- Arpino P., Prévôt A., Serpinet J., Tranchant J., Vergnol A., Witier P., 1995.** Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse, **Masson, Paris**.
- Asen 1982.** Identification of flavonoid chemical markers in roses and their high-pressure liquid chromatographic resolution and quantification for cultivar identification. *J. Ann. Soc. Hort. Sci.*, 107, 744-750.
- Ayisire B. E., Akinro L. A. et Amoo S. O. 2008.** Seed germination and *in vitro* propagation of *Piliostigma thonningii* – an important medicinal plant. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (3), pp. 401-404.
- Bacha S. et Selmi K., 2005.** Deuxième inventaire forestier et Pastoral National, Inventaire des forêts par teledetection : page 5, 6 et 7.
- Barbero M., Ben Abid H., Quezel P., et Rivas-Martinez S., 1981.** Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré forestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9 (3). pp 311– 412. *J. Plant Physiol.*
- Basha S.M.M., Beever L., 1975.** The development of proteolytic activity and protein degradation during the germination of *Pisum sativum* L., **Planta** 124 : 77–87.
- Beaugrand G., Edwards M., Brander K., Luczak C., Ibanez F., 2008.** Causes and projections of abrupt climate-driven ecosystem shifts in the North Atlantic. *Ecology Letters* 11, 1157–1168.
- Belaiche P., 1979.** "L'aromatogramme". Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. M. S. A. Editeur. Paris, tome 1, 204p.

- Bernard T. ; Perinau. F.; Brav O.; Delmas M.; Gaset A., 1988.** Extraction des huiles essentielles : Chimie et technologie. *Information chimie*. 1988, 298, 179-184.
- Bernier G., Kinet J. M. & Sachs R. M., 1981.** The physiology of flowering. Vol. I. The initiation of flowers. C.R.C. Press, Boca Raton, *Florida*: 168 p.
- Berthier A., 1980.** Epices-Aromates : Leurs huiles essentielles et oléorésines. Parfums, cosmétiques, arômes. 1980. n. 34, P. 39-44.
- Bewley D.J., 1980.** Seed germination and dormancy, *Plant Cell* 9 :1055–1066.
- Biacs et Dood, 1994.** A high-performance liquid chromatography and photodiode-array detection of carotenoid and carotenoid ester in fruits and vegetables:143, 520.
- Blakeway J., Salerno M., 1987.** Pour la science, Institut des renseignements scientifiques et Techniques : Paris.
- Bortoli L., Gounot M., et Jacquot J., 1969.** Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. *Annales de l'I.N.R.A.* Tunisie. Vol 42. Fasc. 1. pp : 9 – 104.
- Bossard R. et Cuisance P., 1984.** Arbres et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes. J.b. baillièrè.11.rue Lavoisier F-75384 Paris. Page : 242-255.
- Bossard R. et Cuisance P., 1990.** Arbres et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes. J.b. baillièrè.11.rue Lavoisier F-75384 Paris. Page : 242-255.
- Boudy P., 1959.** Guide du forestier en Afrique du Nord. La maison rustique-Paris ; +page 446.
- Bradford K.J. 1995.** Water relations in seed germination, in: J. Kigel, G. Galili (Eds.), Seed Development and Germination, Marcel Dekker, New York, 351–395.
- Braun Blanquet J. et Pavillard J., 1928.** Vocabulaire de sociologie végétale page 1-21.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. 1995.** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 28: 25-30.
- Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Lavoisier, 2<sup>ème</sup> Ed., Paris. 623p (Techniques et Documentation).
- Bulletin d'Information Ministère d'Agriculture N° 2** : pp : 170 – 174.
- Campbell NA. 1995.** Biologie, 3ème éd. Éditions du Renouveau Pédagogique Inc., Saint Laurent (Québec), Canada. 1189 p.
- Cavaleiro C. 2001.** Oleos essenciais de *Juneperus* de Portugal, **Thèse de Doctorat**, Univ. Coimbra, Portugal.

**Chai J. T. et Ding, Z. H., 1995.** Nutrients composition of *Rosa laevigata* fruits. *Science Technology in Food Industry*, 3, 26–29.

**-Chrubasik, C., Duke, R.K., Chrubasik, S., 2006.** The evidence for clinical efficacy of rose Hip and seed: a systematic review. *Phytother. Res.* 20, 1–3.

**-Chrubasik C., Basil Roufogalis D., Ulf Ladner M. and Chrubasik S., 2008.** A Systematic Review on the *Rosa canina* Effect and Efficacy Profiles. *Phytother. Res.* 22, 725–733.

**-Cimanga K. et al., 2002.** Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. *J. Ethnopharmacology*;79, 213-220.

**-Collie J., Wood A., Jeffries H., 2008.** Long-term data reveal climate forcing of coastal fish community structure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* :65, 1352–1365.

**-Come D., 1968.** Problèmes de terminologie posés par la germination et ses obstacles. *Bull. Soc. Fr. Physiol. Vég.*, 14 :3-9.

**-Côme, 1975.** Quelques problèmes de terminologie concernant les semences et leur germination. In « germination des semences »- ouvrage collectif présenté par Chaussat R. et Ledebunff. Bordas-Paris- Bruxelles-Montreal, pp-11-26. Fac. des Sciences de Tunis ACCT, pp578-585.

**-Côme D., 1970.** Quelques problèmes de terminologie concernant les semences et leur germination In « la germination des semences », ouvrage collectif présenté par Chaussat R. et Ledebunff Y. Bordas-Paris- Bruxelles- Montreal, page 11-26. Fac. Des sci de Tunis. ACCT page 578-585.

**-Conner D. E., 1993.** Naturally occurring compounds. In Davidson P. M. and Branen A.L. Antimicrobials in foods, 2<sup>nd</sup> ed. Marcel Dekker, Inc., New York, N.Y., 468 p.

**-Constantin E., 1996.** Spectrométrie de masse, Lavoisier, Tec & Doc, 1-14, Paris.

**-Cornu D. et Boulay M., 1986.** La multiplication végétative, techniques horticoles et culture in vitro. *Revue forestier française* XXXVIII n sp.

**-Cosgrove J.P.; Church, D. F.; Prior W. A., 1987.** The kinetics of the autoxidation of polyunsaturated fatty acids. *Lipids*: 22, 299-304.

**Cosima Chrubasik, Basil D. Roufogalis, Ulf Müller-Ladner and Sigrun C., 2008.** A

Systematic Review on the *Rosa canina* Effect and Efficacy Profiles. *Phytotherapy research* : **22**, 725–733

-**Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. 5<sup>e</sup> édition page 248-270.

-**Davis P. H. 1997.** Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 1–9, Edinburgh University Press, Edinburgh.

-**Debazac E. F., 1952.** La protection de la forêt de chêne-liège contre *Lymantria dispar*. Bulletin d'Information Ministère d'Agriculture N 2 : pp : 170 – 174.

-**Debazac E. F., 1959.** La végétation forestière de la Kroumirie. Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Tome XVI, fasc. (2), pp : 1 – 133.

-**De Hoffman E., Chrette j., Stroobant V., 1999.** Spectrométrie de masse, 2<sup>e</sup> édition, Librairie Dunod, Paris.

-**Densmore R., Zasada J.C., 1977.** Germination requirements of Alaskan *Rosa acicularis*. Can. Field-Nat. 91, 58–62.

-**Depommier D. 1998.** Etude phénologique de *Faidherbia alba* ; effect de l'émondage, du site et de la dimension de l'arbre sur les phénophases de l'espèce au Burkina Faso. Dans : Colloques et séminaire l'acacia au Sénégal, éditeurs scientifiques : Claude Campa, Claude Grignon, Mamadou Gueye et Serge Hamon Colloque et séminaires ; 159-179.

-**Dominique M., 2000.** Les productions Florales cahier d'activités CAPA horticulture productions florales, BPA horticulture productions florales. Page 279.

-**Dominique B. et Gilbert B., 2002.** Multiplication des plantes horticoles. INAT page 213.

-**Edouard spichiger R., Vincent Savolainen V. et Figeat M., 2000.** Botanique Systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des Régions tempérées et tropicales. INAT ; page : 188-191.

-**Ehiagbanare J. E et Onyibe H. I., 2007.** Effect of pre-sowing treatments on seed germination and seedling growth of *Tetracarpidium conophorum* Mull. **African Journal of Biotechnology** Vol. 6 (6), pp. 697-698.

- **Ehrenshaft M., Brambl R., 1990.** Respiration and mitochondrial biogenesis in germinating embryos of maize, *Plant Physiol.* 93:295–304.

-**Emberger, L. 1942.** Un projet de classification des éléments du point de vue phytogéographique. Bull. soc. List. Nat. Toulouse- France. Tome 77. pp : 97 – 124.

- Emberger, L. 1954.** Projet d'une classification biogéographique des climats. Les divisions écologiques du monde. C. N. R. S. Paris.
- Emberger, 1960.** Traité de botaniques Systématique. Les végétaux vasculaires. Fascicule II. Ed. Masson et C<sup>IE</sup> Page : 918-1390.
- Ercicli S., 1996.** Selection and propagation of Rosa hips are naturally grown in gumushane district. PHD, Thesis, Alaturk University, Erzurum, p. 167.
- Ercisli, S. Orhan, E. and Esitken, A. 2007.** Fatty acid composition of Rosa species seeds in turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, Vol. 43, No. 5, 2007.
- Eyraud M.E, 1993.** Taillez tous les arbres, Arbustes d'ornement, espèce par espèce, geste par geste. Editions Rustica. Parie ; page : 258-266.
- Fincher G.B., 1989.** Molecular and cellular biology associated with endosperm mobilization in germinating cereal grains, Annu. Rev. *Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 40 :305–346.
- Fecka I., 2009.** Qualitative and quantitative determination of hydrolysable tannins and other polyphenols in herbal products from meadowsweet and dog rose. *Phytochem. Anal.* 20: 177-190.
- Frankel E.N. 1998.** The oily press ltd, Dundee. Lipid oxidation, E.N. Frankel Ed., 303 p.
- Fuchs H., 1961.** Rosiers, 3<sup>ème</sup> édition. Ed. La Maison Rustique.
- Fuchs H., 1976.** Les rosiers. Ed. Editions Floraisse.
- Gao X., Björk L., Trajkovski V., Uggla M., 2000.** Evaluation of antioxidant activity of rosehip ethanol extracts in different test systems. *J. Sci. Food Agric.* 80: 2021-2027.
- Gardes-Albert M., Bonnefont-Rousselot D., Abedinzadeh Z., 2003.** Espèces réactives de l'oxygène : Comment l'oxygène peut-il devenir toxique. *L'actualité Chimique*, 91-96, Novembre-Décembre.
- Gaston B. et Robert D., 1990.** Flore ; INAT page 335-341.
- Ghazghazi H., Miguel M. G., Hasnaoui B., Sebei H., Ksontini M., A. C. Figueiredo A.C., Pedro L.G. and J. G. Barroso J.G., 2010.** Phenols, essential oils and carotenoids of *Rosa canina* from Tunisia and their antioxidant activities. *A. J. of Biotechnology* Vol. 9(18), pp. 2709-2716, 3 May, 2010

- González JA, Gallardo MG, Boero C, Cruz ML, Prado FE 2007.** Altitudinal and seasonal variation of protective and photosynthetic pigments in leaves of the world's highest elevation trees *Polylepis tarapacana* (Rosaceae). *Acta Oecologica*, 32: 36-41.
- Gil M.I., Thomàs-Barberan F.A., Hess-Pierce B., Holcroft D.M., Kader A.A., 2000.** Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.* 48, 4581-4589.
- Girod Q.I.; Grundschober F., 1998.** Les arômes alimentaires: réalités et perspectives. *Ind. Alim. Agr.* Juin 1998, 72-79. -**Gray J., 1978.** Measurement of lipid oxidation: a review. *J. Am. Chem. Soc.*, 55, 839-546.
- Gray J., 1978.** Measurement of lipid oxidation: a review. *J. Am. Chem. Soc.*, 55, 839-546.
- Grouzis M., 1978.** Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (mare d'Oursi, Burkina Faso). **Thèse Doct.** Sciences nat., université de Paris-Orsay, France, 336.
- Grouzis M., 1991.** Phénologie de deux espèces ligneuses sahéliennes : aspects méthodologiques et influence des facteurs du milieu in physiologie des Arbres et Arbustes et zones arides et semi-arides. Groupe d'Etude de l'Arbre-Paris-France.
- Guignard J.L.,** Botanique. MASSON. 10 édition révisée, 144-152.
- Guignard J.L., 1996.** Biochimie végétale. Ed. Masson, Paris : 255 p.
- Halliwell B., 1990.** How to characterize a biological antioxidant, *Free Radical Research Communications*, 9, 1-32.
- Halliwell B., Murcia M.A., Chirico S., Aruoma O.I., 1995.** Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, 7-20.
- Hamdouni E.M., Lamarti A., Badoc A. 2001.** Germination in vitro du Fraisier (*Fragaria\*Ananassa* Duch.) CVS'Chandler' et Tudla'. *Bull.Soc.Pharm.Bordeaux*, 140, 19-30.
- Hasnaoui B., 1992.** Chênaies du Nord de la Tunisie, Ecologie et Régénération. Doctorat d'état es-Sciences Naturelles, Univ de Provence Aix Marseille I, 186 p.
- Hodisan T., Socaciu C., Ropau I., Neamtu G., 1997.** Carotenoid composition of *Rosa canina* fruits determined by thin-layer chromatography and high-performance liquid

chromatography, *J. Pharm. Biomed.* 16: 521-528.

-**Hulten E., Fries M., 1986.** Atlas of north European vascular plants north of the tropic of cancer. Koeltz, Kaonigstein, p 498.

-**Humphreys L.R. 1981.** Environnemental adaptation of tropical pasture plants. Publication.

-**Ivanov S.A., Aizelmueller K., 1998.** Tocopherol and Locotrienol composition of the seed lipids of a number of species representing of the Bulgarian flora. *Fel/Lipid* 100, 348-352.

-**Izhaki, 1998.** Essential aminoacid composition of fleshy fruits versus maintenance requirements of passerine birds. *J. chem.. Ecol.* 24, 1333-1345.

-**Janzen D. H., 1967.** Synchronisation of sexual reproduction of trees with in the dry season in Central America. *Evolution*, 21: 620-637.

-**Jeangros B. and Amaudruz M., 2005.** Dix ans d'observations sur la phénologie des prairies permanentes en Suisse romande. *Revue suisse Agric.* 37 (5): 201-209, 2005 207.

-**Jean-pierre N., 1998.** La pépinière. 2 éditions ; page 125.

-**Joulain D., Laurent A., 1989.** Two closely Related Sesquiterpenols: 1-endoboubonanol and 1, 6-Germacradien-5-ol. *J. Essent. Oil Res.*, 1, 299, 30.

-**Joulain D., König WA., 1998.** The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons. E. B.-Verlag, Hambourg.

-**Kaasha L. Neil, Leslie Landrum, Jianguo Wu., 2010.** Effects of urbanization on flowering phenology in the metropolitan phoenix region of USA: Findings from herbarium records. *Journal of Arid Environments*; 74 : 440-444.

-**Kalara S.; Peter V., Bela L.; Vendel I. et Maria Then. 2002.** Rosa hip (Rosa canina L) oil obtained from waste hip seeds by different extraction methods. *Bioresource technology* 82: 195-201.

-**Karousou R., Koureas D.N. & Kokkini S., 2005.** Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Photochemistry*, 66, 2668-2673.

-**Khemri M., 2001.** Etude éco-physiologique des plants d'espèces forestières (*Quercus suber*, *Acacia cyaophylla*, *Ceratonia siliqua* et *Eucalyptus camaldulensis*) élevés sur deux substrats en pépinière (compst et terreau). Mémoire du diplôme d'études approfondies en

physiologie végétale, Faculté des sciences de Tunis. 61p.

-**Kondratyuk TP, Pezzuto JM., 2004.** Natural product polyphenols of relevance to human health. *Pharm. Biol.* 42: 46-63.

-**Kotowski F., 1926.** Temperature relation to germination of vegetable seeds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 23, pp 176-184.

**Tomassone R., 1974.** Présentation générale des méthodes d'analyse multi-dimensionnelle (aspect grammatique et heuristique). Laboratoire de Biométrie du C.N.R.Z.

-**Koskas J.P., Cillard J., Cillard P., 1983.** Direct high performance liquid Chromatographic separation of hydroperoxyde isomers of linoleic acid. *J. Chromatogr.*, 258, 280-283.

-**Kinet J.M.; Sachs, R. M. & Bernier, G., 1985.**The physiology of flowering. Vol. III. The development of flowers. C.R.C. Press, Boca Raton, *Florida*: 274 p.

-**Lacoste A. et Salanon R., 2001.** Eléments de biogéographie et d'écologie. Livre 2<sup>ème</sup> édition. INAT, page 52-64.

-**Lamiri A., Lhaloui S., Benjilali B. & Berrada M., 2001.** Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola Destructor* (Say). *Field Crops Res.*, 71, 9-15.

-**Lesica P., Kittelson P.M., 2010.** Precipitation and temperature are associated with advanced flowering phenology in a semi-arid grassland. *Journal of Arid Environments*: 74:1013-1017.

-**Longevialle P., 1981.** Spectrométrie de masse des substances organiques, Masson, Paris, 3-14 et 83-89.

-**Lieth H., 1974.** Purposes of a Phenology Book. In: LIETH, H. (éds). Phenology and Seasonality Modeling, Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag: 3-19.

-**Makhlouf H., 2002.** Les huiles essentielles du romarin et du clou de girofle : Approche analytique et activité antioxydante sur une huile alimentaire. Mémoire Ingénieur, INA, El-Harrach- Alger.

- **Marotti M.; Picaglia R.; Giovanelli, E., 1996.** Differences in essential oils composition of basil (*Ocimum basilicum L.*) Italian cultivars related to morphological characteristics. *J. Agric. Food Chem*: 44 , 3926-3929.

- **Marie-Alain M.B., Alain L., Amougou A. et Elvire H., 2005.** Phénologie florale dans

- une jeune forêt secondaire hémiphile du Cameroun. *Acta Bot. Gallica*, 152(1) p ; 25-43.
- Mayer G.B., 1989.** Produits PFI-CO<sub>2</sub>, une nouvelle génération de produits pour l'alimentation extraits au Co<sub>2</sub>, *Industries Agro-Alimentaires* : 847-853.
- **Masimbert B., 1983.** Croissance et développement des espèces forestières. pp: 117-134. in compte rendu du colloque sur les substances de croissance et leur utilisation en agriculture. Tome1 : croissance et développement des principales cultures. Paris.
- Mazliak P., 1998.** Physiologie végétale II, croissance et développement. INAT page 214.
- McLafferty F. W., Stauffer D. B., 1989.** The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data, 1-7, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.
- McLafferty F. W., Turecek F., 1993.** Interpretation of mass spectra. Fourth edition, University Science Books, Saussalito, California.
- Mendes-Pinto MM., 2009.** Carotenoid breakdown products and terpenoids in wine aroma. *Arch. Biochem. Biophys.* 483: 236-245.
- Melville R., 1967.** The problem of classification in the genus *Rosa*. Bull.jard. Bot.Nat.Belg
- Mendili A., 1992.** Système Agro – Sylvo – Pastoral et aménagement rural dans la délégation rurale de Tabarka (Tunisie du Nord – Ouest). **Thèse de doctorat.** Université de Paul. Valéry – Montpellier III. 235 p.
- Mensier P., 1957.** Dictionnaire des huiles végétales. Encyclopédie biologique. Editions Paul Lechevalier, 12 ; rue de tournon, 12-Paris-VI page 498.
- Meusel H, Jaeger E, Weinert E., 1965. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Fischer, Jena
- Morohashi Y., Bewley D.J., 1980.** Development of mitochondrial activities in pea cotyledons during and following germination of the axis, *Plant Physiol.* 66:70–73.
- Millet B. & Manachere G., 1983.** Introduction à l'étude des rythmes biologiques. Thèmes Vuibert Université Biologie, Paris: 88 p.
- Millet B., Bonnet, B. & EL-Morsy, A. W., 1991.** Le fonctionnement rythmique des végétaux ligneux. In : Actes 2 ème Colloq. Int. L'Arbre, biologie et développement. Montpellier, 10-15 sept. 1990. *Naturalia Monspelienisia*, N° hors-série A7 : 295-317.
- Miyazawa T., Fujimoto K., Kinoshita M., Usuki R., 1994.** Rapid estimation of

peroxide content of soybean oil by measuring thermoluminescence, *J. Am. Oil Chem. Soc.*; 71, 343-345.

-**Müntz K., Belozersky M.A., Dunaevsky Y.E., Schlereth A., Tiedemann J., 2001.** Stored proteinases and the initiation of storage protein mobilization in seeds during germination and seedling growth, *J. Exp. Bot.* 52:1741–1752.

-**Muhammad S. et Amusa N. A., 2009.** Effects of sulphuric acid and hot water treatments on seed germination of tamarind (*Tamarindus indica* L). *African Journal of Biotechnology* Vol. 2 (9), pp. 276-279.

-**Msaada K., Ben Taarit M., Hosni K., Hammami M, Marzouk B. 2009.** Regional and maturational effects on essential oils yields and composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits. *Scientia Horticulturae* : 122: 116–124.

-**Msanda F. 1993.** Ecologie et cartographie des groupements végétaux d'Anzi (Anti-Atlas occidental, Maroc) et contribution à l'étude e la diversité génétique de l'Arganier (*Argania spinosa*à, thèse de troisième cycle, université Joseph-Fourier Grenoble, France, 116p.

-**Naves Y.R., 1974**Qu'est qu'une huile essentielle ? Ed. Masson, Paris.

-**Nakamura, Y., Watanabe, S., Miyake, N., Kohno, H., & Osawa, T. (2003).** Dihydrochalcones: evaluation as novel radical scavenging antioxidants. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 51, 3309–3312.

-**Nongonierma A., 1978.** Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller en Afrique occidentale. Thèse Doct., faculté des Sciences et techniques, université de DaKar, Sénégal, 451p. (tome1).

-**Nielsen P.V. & Rios R., 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.

-**Nilsson O., 1997.** Rosa. In: Davis P. H. (ed), Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol.4., Edinburgh University Press, Edinburgh, pp.106-128.

-**Odoul M., 2003.** Les huiles essentielles. La lettre de l'Institut Français de Shiatsu. n. 2, p. 1-12.

1. -**Özel M.Z. et Clifford A.A. 2004,** Superheated water extraction of fragrance compounds from *Rosa canina*. *Flavour Fragr. J.*, 19, 354-359.

-**Palm R., 2000.** L'analyse de la variance multivariée et l'analyse canonique

*discriminante :*

*principes et applications.* Gembloux (Belgique), Faculté des Sciences agronomiques, 40 p.

**-Popova M., Bankova V., Butovska D., Petkov V., Nikolova-Damyanova B., Sabatini A.G., Marcazzan G.L., Bogdanov S. 2004.** Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. *Phytochem. Anal.* 15: 235-240.

**-Parejo I, Viladomat F, Bastida J, Rosas-Romero A, Flerlage N, Burillo J, Codina C 2002.** Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6882-6890.

**-Pellerin P., 2001.** Extraction par le CO<sub>2</sub> à l'état supercritique. *Ann. Fals. Exp. Chim :* 954 (14), 51-62.

**-Pibiri M.C., 2006.** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse Doc., Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse : 177p.

**-Pinna S., Gévry M-F, Côté M. Sirois L., 2010.** Factors influencing fructification phenology of edible mushrooms in a boreal mixed forest of Eastern Canada. **Forest Ecology and Management.**

**-Quezel P., Santa S., 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions desertiques méridionales. Tome 1 Centre National de la Recherche Scientifique. p : 454-457.

**-Raemy A., Froelicher I., Löliger J., 1987.** Oxidation of lipids studied by isothermal heat flux calorimetry, *Thermochimica acta*; 114, 159-164.

**-Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. 1999.** Antioxidant activity applying in improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biol. Med.** 26: 1231-1237

**-Reghunath B.R., Francisco-Ortega J., Newbury H.J., Foed-Llyod B.V., 1993.** Methods for increasing the efficiency of seed germination in the fodder legumes tagasaste and scobon(*Chamecystis proliferus* (L.fil.) Link sensu lato). *Seed Sci.technol.*, 21 :225-235.

**-Richard H.; Multon J.L., 1992.** Les arômes alimentaires. Ed. Lavoisier, Paris, 1992,

438 p. (Sciences et techniques agroalimentaires).

**-Robards K., Prenzler P.D., Tucker G., Swatsitang P., Glover W., 1999.** Phenolic compounds and their role in oxidative process In fruits, *Food Chem.*:66, 401-406.

**-Rol R.; Jacamon M. ; Oudin A. et Toulgout P., 1985.** Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux. 3- région méditerranéenne. La maison rustique. 26, rue Jacob-ParisVI, page85.

**-Saidi, Y., A. Aloui, F. Hasnaoui, et C. Abbès. 2006.** Dynamique de la végétation après incendies dans la forêt de Melloula (Tabarka). Annales de l'INRGREF. Numéro spécial (9)

Tome 2. pp : 39 – 90.

**-Saidia B., Hammond E., 1989.** Quantification of Carbonyls produced by the decomposition of hydroperoxydes, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 66, 1097-1102.

**-Sanchez-Moreno C., Lurrari J.A. and Saura-Calixo F., 1998.** A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols , *J. Sci. Food Agric.*, 76, 270-276.

**-Sanchez-Moreno C., 2002.** Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems, *Food Sci. Tech. Int.*, 8(3), 121-137.

**-Saoudi H., 1994.** Les bases phytosociologiques de l'aménagement et de la protection des chenaies Tunisienne : These de Doctorat ULB. Bruxelles 509p.

**-Schultze W., Lange G., Shmaus G., 1992.** Isobutane an Ammonia Chemical Ionisation Mass Spectrometry of Sesquiterpene Hydrocarbons, *Flavour Fragr. J.* : 55-64.

**-Scalbert A, Williamson G., 2000.** Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J. Nutr.* 130: 2073S-2085S.

**-Schoenenberger A., Floret J. et Soler L., 1967.** Carte phytoécologique de la Tunisie septentrionale. Ann. Inst. Nat. Rech. Agr. Tunisie. 40 p.

**-Slinkard K., Singleton V. 1977.** Total phenol análisis: automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.* 28: 49-55.

**-Selim K., 2006.** Utilisation des données et de résultats de l'inventaire forestier national pour la gestion des forêts de chêne-liège en Tunisie. Annales de l'INRGREF, N° spécial (9). Tome 1: pp : 21 – 30.

**-Sezai E., 2005.** Rose (Rose spp.), germplasm resources of turkey. Genetic Ressources and Crop Evolution, 52 :787-795.

- Sezai Ercisli, 2007.** Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species. *Food Chemistry* 104 (2007) 1379–1384.
- Soudani K., Maire G., Dufrêne E., François C., Delpierre N., Ulrich E., Cecchini S., 2008.** Evaluation of the onset of green-up in temperate deciduous broadleaf forests derived from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data. *Remote Sensing of Environment*, **112**, 2643-2655.
- Steinberg D., Parthasarathy S., Carew T.E., Khoo J.C., Wilzlum J.L., 1989.** *N. Engl. J. Med.*, 320, p.915.
- Sy A., 1996.** Etude de trente-quatre légumineuses herbacées du Sénégal et caractérisation de leurs micro-organismes symbiotiques. DEA Biologie végétale, faculté des Sciences, université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 52p.
- Thompson J.D. et al., 2003.** Qualitative and quantitative variation in monoterpene co-occurrence and composition in the essential oil of *Thymus vulgaris* chemotype. *J. Chem. Ecol.*, **29**(4), 859-880.
- Timbal J., 1971.** Relation des subéraies tunisiennes avec ses groupements avoisinants. E.N.G.R.E.F. Nancy. 19 p.
- Tissaoui T. et Côme D., 1975.** Mise en évidence de trois phases physiologiques différentes au cours de la germination de l'embryon de Pommier non dormant, grâce à la mesure de l'activité respiratoire, pp 95-102.
- Toberman H, Evans CD, Freeman C, Fenner N, White M, Emmett BA, Artz RRE 2008.** Summer drought effects upon soil and litter extracellular phenol oxidase activity and soluble carbon release in an upland *Calluna* heathland. *Soil Biology & Biochemistry*, **40**: 1519-1532.
- Tomassone R., 1974.** Présentation générale des méthodes d'analyse multi-dimensionnelle (aspect grammatical et heuristique). Laboratoire de Biométrie du C.N.R.Z.
- Tapiero, H., Tew, K. D., Ba, G. N., & Mathe, G., 2002.** Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, **56**, 200–207.
- Tybirk K., 1991.** Régénération des légumineuses ligneuses au Sahel. Aarhus, Danemark, Botanical Institute, Aarhus University, 86 p.

**Uggla M., Gustavsson K-E., Olsson M. E., et Nybom H., 2005.** Changes in colour and sugar content in rose hips (*Rosa dumalis* L. and *Rosa rubiginosa* L.) during ripening. *Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology*, 80(2), 204–208.

**-Ulrich R., 1952.** La vie des fruits. Masson et Cie, Paris : 370 p.

**-Valnet J., 1980.** Aromathérapie : Traitement des maladies par les essences des plantes. Ed. Maloine, Paris, 542 p.

**-Vernin G., Petitjean M., Poile J. C., Metzger J., Fraisse D., Suon K.N., 1986.** Mass Spectra and Kovats Indices Databank of Volatile Aroma Compounds, Chap. VII in *Computer Aids to Chemistry*, Vernin G. and Chanon M. ed., Horwood E., Pub., Chichester: 294-233.

**-Vitasse Y., Delzon S., Dufrene E., Pontailier J.Y., Louvet J.M., Kremer A., Michalet M., 2009.** Leaf phenology sensitivity to temperature in European trees: Do within-species populations exhibit similar responses. *Agricultural and forest meteorology* 149:735 – 744.

**-Vries D., 1980.** Breeding research on rose pigments.II, combining ability analyses of variance of four flavonoids in F1 populations. *Euphytica* 29, 115-120.

**-Welbaum G.E., Bradford K.J., Kyu-ock Y., Oluoch M.O., 1998.** Biophysical, physiological and biochemical processes regulating seed germination, *Seed Sci. Res.* 8 :161–172.

**-Wenzig E.M. , Widowitz U., Kunert O., Chrubasik S., Bucar F., Knauder E., Bauer R. 2008.** Phytochemical composition and in vitro pharmacological activity of two rose hip (*Rosa canina* L.) preparations. *Phytomedicine* 15 : 826–835.

**-Winterhalet P., Schreier P., 1988.** Free and bound C13 norisoprenoids in quince (*Cydonia oblonga*, Mill.) fruit. *J. Agric. Food Chem.* 36: 1251-1256.

1. **-Wissemann V. et Ritz C. M. 2007,** Evolutionary patterns and processes in the genus *Rosa* (Rosaceae) and their implications for host-parasite co-evolution. *Pl. Syst. Evol.*, 266, 79-89 ).

**-Wu Wen-bin, Yang Peng, Tang Hua-jun, Zhou Qing-bo, Chen Zhong-xin and Ryosuke Shibasaki, 2010.** Characterizing Spatial Patterns of Phenology in Cropland of China Based on Remotely Sensed Data. *Agricultural Sciences in China*, 9(1): 101-112.

**-Whitmore T. C., 1975.** Tropical rain forests of the Far East. Oxford, Clarendon Press. 278 p.

**-Yacoubi W., 2000.** Impacts des projets de Solidarité Nationale 26 – 26 sur les

populations cibles et sur le milieu naturel environnant à Tabarka et Ain Draham. Mémoire de fin d'études du cycle de formation continue, ingénieurs GREF, I.N.A.T. 83 p.

**-Zhi-Qiong Zhou, Wei-Kai Bao, Ning Wu ,2009.** Dormancy and germination in *Rosa multibracteata* Hemsl. & E. H. Wilson. *Scientia Horticulturae* 119:434–441.

# Annexes

## Annexe 1 : *R. canina*

<b>Stations</b>	<b>Provenances</b>	<b>Altitude</b>	<b>Exposition</b>	<b>latitude</b>	<b>longitude</b>
El Feija	Om dissa	1035	N	36 31 05,4	008 17 46,4
El Feija	Mathif	838	N	36 30 30,9	008 19 22,8
El Feija	Entré d'El Feija	667	N	36 29 12,3	008 18 47,5
El Feija	Enclos	773	N	36 29 53,2	008 18 16,3
El Feija	El Kalâa	228	SW	3631493	8 19 99,6
El Feija	Station forestière d'El Feija	950	SW	36 30 19,1	008 18 51,3
El Feija	Statir	817	N	36 30 19,1	008 18 51,3
El Feija	Parc a cerre	723	N	36 30 017	008 18 46,1
El Feija	El Boua	1066	N	36°30 21,9	008°17 44,3
El Feija	Diyar el chikh	1038	NW	36°31 06,9	008°17 7,11
El Feija	Ain el Hammra	1068	N	36°31 21,3	008°18 55,3

El Feija	Mza Othman	1071	SW	36°31 4,0	008°18 38,2
El Feija	Rad el koura	1077	SE	36° 31 04,6	008°17 52,7
El Feija	Chott boularess	1034	N	36°31 08,1	008°18 14,6
El Feija	Route commun Kef el Nagcha- Nfidh el Assal	750	N	36 29 42,1	008 18 19,6
El Feija	Guaa El Kwaraa	726	E	36 29 47,9	008 18 23,0
El Feija	Sraa	1029	SW	36 31 06,7	008 17 39,6
El Feija	Entré de Ain Techa	862	N	36 30 30,4	008°19 46,9
El Feija	Choabit el maa	803	E	36 30 13,2	008 18 44,8
El Feija	El mrouj	895	N	36 31 41,8	008 17 54,9
El Feija	Tégma	447	N	36 51 43,2	90019 00
El Feija	Mokhraf	830	N	36 30 31,1	008 19 25,2
El Feija	chabit dyar el chikh	860	N	36 31 075	008 17 35,6
Ain Draham	El Guarriya1	563	S	36 42 23,7	008 41 25,8
Ain Draham	El Guarriya2	561	NE	36 42 24,3	008 41 25,6
Ain Draham	El Guarriya2	557	SW	36 42 22,8	008 41 23,8
Ain Draham	Zahrit Median	440	N	36° 30 25,9	008 19 22,9
Ain Draham	Oued Ghzala	530	N	36 25 22,5	008 17 12,3
Ain Draham	Bou ghalboun	731	NW	36 45 56,9	008 40 14,5
Ain Draham	Balta	238	SW	36 38 30,0	008 41 58,9
Ain Draham	Douar Boumaya	411	S	36 46 09,6	008 54 14,7
Ain Draham	Nwaniya	449	S	36 42 09,8	008 56 19,2
Ain Draham	Maa bared(Rtehlma)	321,2	N	36 40 071	008 33 80,7
Ain Draham	Wled mfada	287,7	N	36 40 025	008 33 76,1
Ain Draham	El ghzaiiriya	427	NW	36 38 36,2	008 30 55,7
Ain Draham	Limrayj(frontièr eT-A)	378	N	36 38 35	008 30 37,1
Ain Draham	El awayniya	469	N	36 37 59,0	008 27 17,2
Ain Draham	Hammra	535,1	N	36 37 376	008 26 88,1
Ain Draham	Ain Zena	610	E	36 36 57,8	008 26 32,8
Ain Draham	Oued Essouf	213,4	N	36 29 37,5	008 23 8,33
Ain Draham	Echaid	801	E	36 29 22,5	008 23 9,2

### Annexe 2: *R. sempervirens*

Stations	Provenances	Altitude	Exposition	latitude	Longitude
Tabarka	Ain Bakouche	14	N	36 31 05,4	008 17 46,4
Tabarka	Ouled yhya	54	N	36 30 30,9	008 19 22,8
Tabarka	Guelta safra	63	N	36 29 12,3	008 18 47,5

Tabarka	Ouled trarib	65	N	36 29 53,2	008 18 16,3
Tabarka	El khdhaaryia	72	N	3631493	8 19 99,6
Tabarka	Ettrayiaa	164	N	36 30 19,1	008 18 51,3
Tabarka	Fewaziya 41km de tabarka	286	N	36°31 21,3	008°18 55,3
Tabarka	Oued Titrya	114	N	36°31 4,0	008°18 38,2
Tabarka	Oued Bouterfess	19	N	36° 31 04,6	008°17 52,7
Tabarka	Ras el rajel	64	N	36°31 08,1	008°18 14,6
Tabarka	El aguiba	389	N	36 29 42,1	008 18 19,6
Tabarka	El Rwajiya	533	NE	36 31 06,7	008 17 39,6
Tabarka	Bou ghalboun	411	NE	36 30 30,4	008°19 46,9
Tabarka	Soudan	364	N	36 30 13,2	008 18 44,8
Tabarka	Esaidiya	30,6	N	36 31 41,8	008 17 54,9
Tabarka	Oued el maadin	62,8	N	36 51 43,2	900 190
Tabarka	Taref	140	N	36 30 31,1	008 19 25,2
Tabarka	Oued Ben Said	84	N	36 31 075	008 17 35,6
Tabarka	Oued Rnagha	63	NE	36 42 23,7	008 41 25,8
Tabarka	Ain Sobh	103	NE	36 42 24,3	008 41 25,6
Tabarka	El Hwamdiya	41	N	36 42 22,8	008 41 23,8
Tabarka	Entré de wechteta	114	N	36° 30 25,9	008 19 22,9
Tabarka	Wichtata	49	NE	36 25 22,5	008 17 12,3
Tabarka	Brihim	53	N	36 45 56,9	008 40 14,5
Tabarka	El mourjane	15	N	36 38 30,0	008 41 58,9
Tabarka	Khroufa	180	NE	36 46 09,6	008 54 14,7
Tabarka	Tighzez	100	N	36 42 09,8	008 56 19,2
Tabarka	Gantirt jini	99	SE	36 40 071	008 33 80,7
Tabarka	Gantirt oued elkbir	8	N	36 40 025	008 33 76,1
Tabarka	Jaabilleh	29	N	36 38 36,2	008 30 55,7
Ain Draham	Poste Ain dibba	460	N	36 38 35	008 30 37,1
Ain Draham	Bni Mtir	433	N	36 37 59,0	008 27 17,2
Ain Draham	Ain jamela	548,2	N	36 37 376	008 26 88,1
Ain Draham	Slaemiya	732	N	36 36 57,8	008 26 32,8
Ain Draham	Ain Draham	730	N	36 29 37,5	008 23 8,33
Ain Draham	Sortie de babouche vers Hammem bourguiba	384,5	N	36 29 22,5	008 23 9,2
Ain Draham	Khozbiya	128,4	N	36 46 271	008 33 891
Ain Draham	Zoutina	241,5	NE	36 43 736	008 31 510
Ain Draham	Barrage barba	207,5	NE	36 50 121	008 42 46,5
Ain Draham	Sloull	342	NW	36°44 09 .7	008 37 23,8
Ain Draham	El garaffa	326	N	36°35 5.6	008 38 19
Ain Draham	Hamem bourguiba	160	SW	36 45 52.4	008 35 14,2
Ain Draham	Entré Hamem bourguiba	115	S	36 48 06,8	008 39 02,8
Ain Draham	Oued sloull	143	NE	36 46 18.6	008 34 41
Ain Draham	Oued Ghzala	238	N	36 38 30,0	008 41 58,9
Ain Draham	Fernana	270	N	36 39 35,3	008 41 16,0
Ain Draham	Bou zaarour	262	N	36 39 51,2	008 41 36,5
Ain Draham	Oued sabboun	274	N	36 40 07.5	008 41 02,2
Ain Draham	Ain El Baya	356	NW	36 39 32.4	008 36 34,0
Ain Draham	Hraymiya	362	N	36 39 49.3	008 36 34

Ain Draham	Ouled hlel	576	N	36 43 17,6	008 38 37,9
Ain Draham	Sidi Asker	306	N	36 30 19,1	008 18 51,3
Ain Draham	Oued El Maleh	202	SE	36 30 017	8 18 46,1
Ain Draham	Sidi Ruin	270	NE	36°30 21,9	008°17 44,3
Ain Draham	El Riah	326	N	36°31 06,9	008°17 7,11
Ain Draham	Ordha	215	S	36 29 47,9	008 18 23,0

### Annexe 5 : *R. canina*

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la hauteur des arbustes.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenance s	1	0,0028	0.0028	0.01	0.94
Résiduel	37	19,94	0.53		
Total	38	19,94			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur du rameaux.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenance s	1	26,46	24,46	1,63	0,21
Résiduel	37	602,51	16,28		
Total	38	628,98			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de nombres des aiguilles par rameaux.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenance s	1	5,32	5,32	0,75	0,39
Résiduel	37	263,23	7,11		
Total	38	268,56			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de nombre des nœuds par rameaux.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenance s	1	22,54	22,54	2,86	0,09
Résiduel	37	291,86	7,88		
Total	38	314,40			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures du nombre des feuilles par rameaux.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
----------------------	-------------------	-----------------------------------	-----------------	---	------

Provenances	1	5,41	5,41	0,31	0,57
Résiduel	37	641,56	17,33		
Total	38	646,97			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la largeur des feuilles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,74	0,74	1,31	0,26
Résiduel	37	21,21	0,57		
Total	38	21,96			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur des feuilles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	1,55	1,55	3,78	0,05
Résiduel	37	15,17	0,41		
Total	38	16,72			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures du nombre des graines par fruits.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,31	0,31	0,6	0,44
Résiduel	37	19,42	0,52		
Total	38	19,73			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur des fruits.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,26	0,26	1,29	0,26
Résiduel	37	7,73	0,2		

Total	38	8			
-------	----	---	--	--	--

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur des pétioles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,001	0,001	2,28	0,14
Résiduel	37	0,01	0,001		
Total	38	0,01			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur des folioles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,02	0,02	0,7	0,4
Résiduel	37	1,13	0,03		
Total	38	1,15			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la largeur des folioles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,04	0,04	0,96	0,33
Résiduel	37	1,7	0,04		
Total	38	1,75			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de nombres des fleurs par inflorescence.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,00	0,00	0,00	0,98
Résiduel	37	51,07	1,38		
Total	38	51,07			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de diamètre des fleurs.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,05	0,05	0,53	0,46
Résiduel	37	3,99	0,1		
Total	38	4,04			

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux hauteurs des arbustes à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	2,23	A
El Feija	2,22	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives à la longueur du rameaux à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	29,67	A
Ain Draham	28,02	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres des aiguilles par rameaux à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	23,95	A
Ain Draham	23,21	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres des nœuds par rameaux à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	22,05	A
Ain Draham	20,52	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux mesures du nombre des feuilles par rameaux à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	19,15	A
El Feija	18,41	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux largeurs des feuilles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	14,82	A
Ain Draham	14,54	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives à la longueur des feuilles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	10,48	A

Ain Draham	10,08	A
------------	-------	---

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres des graines par fruits à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	20,78	A
El Feija	20,60	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux longueurs des fruits à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	7,19	A
Ain Draham	7,03	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux longueurs des pétioles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	0,98	A
Ain Draham	0,97	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux longueurs des folioles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	1,85	A
El Feija	1,8	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux largeurs des folioles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	0,97	A
El Feija	0,91	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres des fleurs par inflorescence à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	6,85	A
Ain Draham	6,84	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux diamètres des fleurs à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
El Feija	3,4	A
Ain Draham	3,32	A

## Annexe 6 : *R. sempervirens*

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la hauteur des arbustes**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,17	0,17	0,17	0,68
Résiduel	38	40,75	1,07		
Total	39	40,93			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur du rameaux**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	1,27	1,27	0,05	0,82
Résiduel	38	975,01	25,65		
Total	39	976,29			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de nombres des aiguilles par rameaux**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	48,24	48,24	2,37	0,13
Résiduel	38	772,57	20,33		
Total	39	820,82			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de nombre des nœuds par rameaux.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	2	2	0,26	0,61
Résiduel	38	297,7	7,83		
Total	39	299,71			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures du nombre des feuilles par rameaux.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F

Provenances	1	9,15	9,15	1,38	0,24
Résiduel	38	251,77	6,62		
Total	39	260,93			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la largeur des feuilles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés des écarts	Carré moyen	F	Pr>F
Provenances	1	5,80	5,80	6,12	0,01
Résiduel	38	36	0,94		
Total	39	41,81			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur des feuilles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés des écarts	Carré moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,03	0,03	0,06	0,8
Résiduel	38	19,68	0,51		
Total	39	19,71			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures du nombre des graines par fruits.**

Sources de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés des écarts	Carré moyen	F	Pr>F
Provenances	1	6,37	6,37	8,06	0,00
Résiduel	38	30,11	0,79		
Total	39	36,48			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur des fruits.**

Sources de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés des écarts	Carré moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,04	0,05	0,5	0,48
Résiduel	38	3,78	0,1		
Total	39	3,83			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur des pétioles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,00	0,00	0,06	0,8
Résiduel	38	0,22	0,005		
Total	39	0,22			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la longueur des folioles.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,22	0,22	3,77	0,06
Résiduel	38	2,31	0,06		
Total	39	2,54			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de la largeur des folioles**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,02	0,02	0,74	0,39
Résiduel	38	1,38	0,03		
Total	39	1,41			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de nombres des fleurs par inflorescence.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	0,4	0,4	0,26	0,61
Résiduel	38	58	1,52		
Total	39	58,4			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux mesures de diamètre des fleurs.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	1	183,09	183,09	1,03	0,31
Résiduel	38	6728	177,05		

Total	39	6911,1			
-------	----	--------	--	--	--

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux hauteurs des arbustes à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	3,49	A
Tabarka	3,36	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives à la longueur du rameaux à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Tabarka	33,21	A
Ain Draham	32,85	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres des aiguilles par rameaux à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Tabarka	22,28	A
Ain Draham	20,09	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres des nœuds par rameaux à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	13,57	A
Tabarka	13,12	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux mesures du nombre des feuilles par rameaux à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	11,39	A
Tabarka	10,43	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux largeurs des feuilles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	12,44	A
Tabarka	11,68	B

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives à la longueur des feuilles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	9,74	A
Tabarka	9,69	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres des graines par fruits à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	28,91	A
Tabarka	28,12	B

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux longueurs des fruits à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
-------------	----------	-------------

Ain Draham	6,74	A
Tabarka	6,67	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux longueurs des pétiotes à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	0,96	A
Tabarka	0,96	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux longueurs des folioles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	2,67	A
Tabarka	2,52	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux largeurs des folioles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	1,43	A
Tabarka	1,38	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres des fleurs par inflorescence à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	6,4	A
Tabarka	6,2	A

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux diamètres des fleurs à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Provenances	Moyennes	Groupements
Ain Draham	9,13	A
Tabarka	4,85	A

## Annexe 7

**Tableau :** Corrélations entre les caractères morphologiques et les facteurs de l'environnement.

## Annexe 8

**Tableau :** Résultats de l'analyse de variance du rapport PR/PA de *Rosa sempervirens*

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	15	88,56	5,90	11,76	<0,001
Résiduel	384	192,74	0,50		
Total	399	281,31			

**Tableau : Résultats de l'analyse de variance du rapport PR/PA de *Rosa canina***

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Provenances	15	416,31	27,75	62,69	<0,001
Résiduel	376	166,45	0,44		
Total	391	582,76			

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux nombres de racines de *Rosa canina*.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Traitements	6	3281,58	546,93	143,33	<.0001
Provenances	1	35	35	8,6	0,004
Pro*traï	6	58,10	9,68	2,38	0,03

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative au longueur de la racine principale de *Rosa canina*.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Traitements	6	2720,14	453,35	175,55	<.0001
Provenances	1	27,45	27,45	10,63	0,001
Pro*traï	6	10,54	1,57	0,68	0,66

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative au nombre de folioles de *Rosa canina*.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Traitements	6	848,9	141,48	69,23	<.0001
Provenances	1	6,86	6,86	3,36	0,069
Pro*traï	6	4,58	0,76	0,37	0,89

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative à la hauteur des plans de *Rosa canina*.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Traitements	6	2535,67	422,61	244,82	<.0001
Provenances	1				

Provenances	1	3,77	3,77	2,19	0,14
Pro*trai	6	8,27	1,37	0,8	0,57

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres de racines à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Traitements	Moyennes	Groupements
Ta <sub>3</sub>	23,95	A
Ta <sub>2</sub>	18	B
Ta <sub>1</sub>	13,55	C
Te <sub>1</sub>	12,55	D
T0	11,55	D
Ta <sub>2</sub>	11,45	D
Ta <sub>3</sub>	8,2	E

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux longueurs de la racine principales à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Traitements	Moyennes	Groupements
Te <sub>3</sub>	25,95	A
Te <sub>2</sub>	17,45	B
Ta <sub>1</sub>	15,1	C
Te <sub>1</sub>	14,75	C
Ta <sub>2</sub>	13,45	D
T0	13,1	D
Ta <sub>3</sub>	11,8	E

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres de folioles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Traitements	Moyennes	Groupements
Te <sub>3</sub>	17,95	A
Ta <sub>1</sub>	14,25	B
Te <sub>1</sub>	13,75	B
T0	13,25	B
Ta <sub>2</sub>	11,95	C
Te <sub>2</sub>	11,4	C

Ta <sub>3</sub>	9,5	D
-----------------	-----	---

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux hauteurs des plans à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Traitements	Moyennes	Groupements
Te <sub>3</sub>	24,5	A
Te <sub>1</sub>	17,2	B
Ta <sub>1</sub>	15,1	C
Te <sub>2</sub>	14,3	C
Ta <sub>2</sub>	13,35	D
T0	11,4	E
Ta <sub>3</sub>	11	E

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative aux nombres de racines de *Rosa sempervirens*.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Traitements	6	4787,37	797,89	108,3	<.0001
Provenances	1	84,86	84,86	11,52	0,00009
Pro*trai	6	118,68	19,78	2,68	0,017

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative au longueur de la racine principale de *Rosa sempervirens*.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Traitements	6	3309,20	551,53	176,42	<.0001
Provenances	1	34	34	10,88	0,001
Pro*trai	6	27,54	4,59	1,47	0,19

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative au nombre de folioles de *Rosa sempervirens*.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Traitements	6	1246,08	207,68	29,72	<.0001
Provenances	1	0,25	0,25	0,04	0,84
Pro*trai	6	52,14	8,69	1,24	0,28

**Tableau : Résultats de l'analyse de la variance relative à la hauteur des plans de *Rosa sempervirens*.**

Sources de variation	Degrés de liberté	S o m m e s des carrés des écarts	C a r r é moyen	F	Pr>F
Traitements	6	2052,10	342,01	150,36	<.0001
Provenances	1	8,25	8,25	3,63	0,05
Pro*trai	6	22,04	3,67	1,62	0,14

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres de racines à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Traitements	Moyennes	Groupements
Te <sub>3</sub>	26,25	A
Te <sub>2</sub>	20,05	B
Te <sub>1</sub>	13,5	C
Ta <sub>1</sub>	13,2	C
T <sub>0</sub>	12,3	C
Ta <sub>2</sub>	10,35	D
Ta <sub>3</sub>	7,7	E

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux longueurs de la racine principales à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Traitements	Moyennes	Groupements
Te <sub>3</sub>	26,6	A
Te <sub>2</sub>	17,1	B
Te <sub>1</sub>	14,4	C
Ta <sub>1</sub>	14,25	DC
T <sub>0</sub>	13,2	D
Ta <sub>2</sub>	12,65	D
Ta <sub>3</sub>	10,65	E

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux nombres de folioles à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Traitements	Moyennes	Groupements
Te <sub>3</sub>	19,7	A
Te <sub>2</sub>	14,15	B
Te <sub>1</sub>	14,15	B
Ta <sub>1</sub>	13,7	B
T <sub>0</sub>	13,35	B
Ta <sub>2</sub>	11,55	C

Ta <sub>3</sub>	9,7	D
-----------------	-----	---

**Tableau : Comparaison des moyennes relatives aux hauteurs des plans à l'aide du test de Newman et Keuls.**

Traitements	Moyennes	Groupements
Te <sub>3</sub>	23,05	A
Te <sub>1</sub>	15,6	B
Ta <sub>1</sub>	14,25	C
Te <sub>2</sub>	13,85	C
Ta <sub>2</sub>	12,25	D
T <sub>0</sub>	12,15	D
Ta <sub>3</sub>	10,35	E

