

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Biologie

MEMOIRE

Présenté par

YOUBI MERIEM

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Sciences des aliments

**Contribution à l'étude phytochimique de métabolites primaires de
Carlina acaulis L. (Tafgha)
et *Mesembryanthemum crystallinum* L. (Frach n'da) de la région de
Tlemcen**

Soutenu le 01 Juin 2016, devant le jury composé de :

Président	Beghdad Choukri	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur	Soualem Zoubida	MCB	Université de Tlemcen
Examineur	Chaouche Tarik	MAB	Université de Tlemcen

النباتات الطبية هي مصدر هام للجزيئات الحيوية المعروفة بنشاطاتها البيولوجية المتعددة.

اظهرت هذه عالية المياه 72 %94.75 *Carlina acaulis* L.

Mesembryanthemum crystallinum L.

*Mesembryanthemum crystallinum*L.

Carlina acaulis L

الكميائي الايضات الابتدائية اظهر

8 %من الدهون 3.85 % البروتينات 18.11%من السكريات

Carlina acaulis L

من البروتينات 2.52, %9.5

Mesembryanthemum crystallinum L

بينما % 10.62

% 10.39 السكريات و10.88 %

الكلمات المفتاحية : الايضات الابتدائية *Mesembryanthemum cristallinum*L., *Carlina acaulis* L.

Résumé

Les plantes médicinales représentent une immense source de molécules bioactives, doté de nombreuses activités biologiques. Cette étude a montré une forte teneur en eau estimée à 72% pour la racine de *Carlina acaulis* L. et 94.75% pour tige feuillée de *Mesembryanthemum crystallinum* L.

L'étude phytochimique des métabolites primaires de la racine de *Carlina acaulis* L.(Tafgha) et de tige feuillée de *Mesembryanthemum crystallinum* L.(Frach n'da) de la région de Tlemcen révèle que la racine de *Carlina acaulis* L. contient 8% de la matière grasse, 3.85% de protéines, 18.11% de sucres et 10.62% en cendre. Tandis que tige feuillée de *Mesembryanthemum crystallinum* L. a révélé un taux estimé à 9.5% de matière grasse, 2.52% de protéines, 10.39% de sucres et 11.88% de cendres.

Mots clés : *Carlina acaulis* L., *Mesembryanthemum crystallinum* L. métabolites primaires, région de Tlemcen.

Abstract

The medicinal plants represent an immense source of bioactive molecules, endowed with numerous biological activities. This study showed a high water content estimated at 72% for a root of *Carlina acaulis* L. and 94.75% for leaf and stem of *Mesembryanthemum crystallinum* L.

The phytochemical study of primary metabolites of root of *Carlina acaulis* L. and leaf and stem of *Mesembryanthemum crystallinum* L. (Frach n'da) in the region of Tlemcen reveals that a root of *Carlina acaulis* L. contains 8% of high fat, 3.85% proteins, 18.11% sugars and 10.62% ash. While leaf and stem of *Mesembryanthemum crystallinum* L. a revealed an estimated rate of 9.5% fat high, 2.52% proteins, 10.39% sugars and 11.88% ash.

Keywords: *Carlina acaulis* L., *Mesembryanthemum crystallinum* L., primary metabolites, region of Tlemcen.

***R**emerciements*

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à Madame Soualem .Z maitre de conférences à la faculté des sciences de l'Université de Tlemcen, qui m'a honoré en acceptant de diriger ce travail, je lui exprime mes sentiments de reconnaissances les plus sincères pour sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils.

Je tiens à remercier Monsieur Beghdad. C maitre de conférences à l'université de Tlemcen d'avoir accepté la présidence du jury de mon travail, qu'il trouve ici toutes mes expressions respectueuses.

Je tiens à exprimer ma très grande considération, et mon profond respect à Monsieur. Chaouche .T maître assistant à l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont à toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de mon travail.

DÉDICACES

Je dédie mon modeste travail

*A la mémoire de ceux qui n'ont pas pu partager avec moi cet instant
de bonheur et de joie ; A mon père et a mon cher frère.*

*A ma chère maman pour son soutien moral, pour l'amour qu'il m'a
porté et pour ses sacrifices.*

*A mon cher époux pour sa disponibilité son soutien moral et surtout
sa patience.*

A ma fille chérie Nardjis Hidayat.

A ma sœur et mon frère Amine son épouse et ses enfants.

A toute ma famille et ma belle famille.

A ma très chère copine Leila.

Table des matières

Remerciement.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Sommaire.....	
Introduction.....	1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : *Carlina acaulis* L.

1. Généralités.....	03
2. Répartition géographique et habitat	03
3. Nom et synonyme végétaux.....	04
4. Description botanique.....	04
a. La floraison.....	04
b. Le feuillage.....	05
c. La tige.....	05
d. Le fruit.....	05
e. La reproduction.....	06
f. La racine.....	06
5. Classification taxonomique.....	06
6. Composition chimique de la plante.....	08
7. Usage traditionnelle	09
8. Usage pharmaceutiques.....	09
9. Usage pharmaceutiques.....	10
10. Précautions effets secondaires, contre-indications.....	10

Chapitre II : *Mesembryanthemum crystallinum* L.

1. Généralités.....	11
2. Répartition géographique et habitat.....	11
3. Nom et synonyme végétaux.....	11
4. Description botanique.....	12

5. Classification taxonomique.....	14
6. Les cellules de la vessie épidermique.....	14
7. Croissance et développement.....	14
8. Physiologie.....	16
9. Composition chimique de la plante.....	17
10. Usage pharmaceutiques	18

Chapitre III : Biochimie du monde végétal

1. Généralités	20
2. Métabolites primaires.....	20
a. Définition	20
b. Rôle.....	20
2.1 Glucides.....	21
2.2 Lipides.....	21
2.3 Protéines.....	21
2.4 Cendres.....	21

Matériel et méthodes

I. Matériel biologique.....	22
II. Détermination du taux d humidité.....	22
1. Principe.....	22
2. Mode opératoire.....	22
3. Expression des résultats.....	23
III. Détermination quantitative des métabolites primaires.....	23
1. Dosage des lipides totaux.....	23
➤ Principe.....	23
➤ Mode opératoire.....	23
➤ Expression des résultats.....	24
2. Dosage des protéines.....	24
➤ Principe.....	24
➤ Mode opératoire.....	24
➤ Expression des résultats.....	26

3. Dosage des sucres totaux.....	26
➤ Principe.....	27
➤ Mode opératoire.....	27
➤ Expression des résultats.....	28
4. Dosage des cendres.....	28
➤ Principe.....	28
➤ Mode opératoire.....	28
➤ Expression des résultats.....	29

Résultats et discussion

I. La teneur en eau.....	30
II. Détermination quantitative des métabolites primaires.....	32
1. Teneur en matière grasse	32
2. Teneur en protéines.....	33
3. Teneur en sucres totaux.....	35
4. Teneur en cendre	35
Conclusion et perspectives.....	36

Liste des figures

Figure 1 : photographie de <i>Carlina acaulis</i> L.....	07
Figure 2 : photographie de la racine de <i>Carlina acaulis</i> L.....	07
Figure 3 : Photographie de la fleur de <i>Carlina acaulis</i> L.....	07
Figure 4 : oxyde de carline.....	04
Figure 5 : Photographie de <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.....	13
Figure 6 : Photographie de la fleur de <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.....	13
Figure 7 : Métabolisme CAM de <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.....	16
Figure 8 : Teneur en eau de <i>Carlina acaulis</i> et <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.....	30
Figure 9 : Teneur en eau de <i>Carlina acaulis</i> et <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.....	31
Figure 10 : Teneur en eau de quelques plantes sauvages.....	31
Figure 11 : Teneurs en matières grasses de <i>Carlina acaulis</i> L. et des différentes espèces de <i>Mesembryanthemum</i>	33
Figure 12 : Teneurs en protéines de <i>Carlina acaulis</i> L. et des différentes espèces de <i>Mesembryanthemum</i>	34
Figure 13 : Courbe d'étalonnage du glucose pour le dosage des sucres totaux.....	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile de racine de <i>Carlina acaulis</i> L.....	08
Tableau 2 : Les étapes de croissance de <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.....	15
Tableau 3 : Composition en acides gras de <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.....	17
Tableau 4 : Teneurs en minéraux dans les pousses de <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L...	36

Introduction

Introduction

La plante est un organisme vivant qui existe depuis l'antiquité. Elle constitue un maillon très important et fondamental dans le cycle biologique de vie des autres organismes vivants tel que les animaux aussi bien les êtres humains.

L'ensemble de ses organes forme une usine productrice immense, des milliers de substances qui sont différentes sur le plan structural ainsi biologique. Cette usine utilise le CO₂ dégagé dans l'atmosphère et l'H₂O comme matières premières par le biais de la photosynthèse pour produire la première matière organique qui est C₆H₁₂O₆. Toutes les catégories de molécules sont synthétisées par la suite, chaque une selon sa voie de biosynthèse. **(Lüttge, 1993; Cushman and Bohnert, 1997; Miszalski et al., 1998).**

Dans ces dernières années, les recherches scientifiques s'intéressaient aux composés des plantes qui sont destinés à l'utilisation dans le domaine phytopharmaceutique. Les molécules issues des plantes dites naturelles sont considérées comme une source très importante de médicaments; sachant que plus de 120 composés provenant de plantes sont aujourd'hui utilisés en médecine moderne et près de 75% d'entre eux sont appliqués selon leur usage traditionnel **(Bérubé, 2006).**

Actuellement l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime environ 80% des habitants de la planète ont recours aux médecines traditionnelles à base de plante en tant que soins de santé primaire **(Bérubé, 2006).**

Par conséquent les industries pharmaceutiques s'intéressent de plus en plus à la diversité des molécules biologiques des végétaux dans le but d'avoir de nouveaux composés pourvus de propriétés inédites. **(Sevenet, 1994).**

La phytothérapie est une étude basée sur les plantes, qui se situe à l'interface de nombreuses sciences appliquées comme la pharmacie, la chimie, la biologie, et la médecine. Elle date depuis longtemps et reste toujours un sujet d'actualité malgré les développements exponentiels des différents domaines tel que la biotechnologie et la chimie qui s'intéressent sur tout à la production de nouvelles molécules dites synthétiques. **(Verdrager, 1978; Fernandez, 2003).**

Une des originalités majeures de plantes médicinales réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides, lipides), ils accumulent fréquemment des métabolites dits secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais représente une

Introduction

source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Jeun, Annie, 2005**).

Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques, comme l'asthme ou l'arthrite. De plus, les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs, qui se tournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme. On estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques (**Verdrager, 1978**).

Vu cette richesse du monde végétal, notre travail s'intéresse au deux plantes médicinales de notre pays, nous nous sommes intéressés à l'étude de deux plantes sauvages largement utilisés dans la médecine traditionnelle dans la région de Tlemcen à savoir «*Mesembryanthemum crystallinum* L.» (Frach'nda) ou ficoïde glaciale, et «*Carlina acaulis* L.» (Tafgha) et ce, pour diverses raisons :

- Sur leur usage traditionnel connu et fréquent chez nos populations.
- Sa large abondance dans la région.

En se basant sur trois axes principaux :

- ✓ le premier consiste en une synthèse bibliographique, qui regroupe les principales informations sur les deux plantes, leur description botanique et une vue générale sur leur répartitions et leurs usages, ainsi qu'à la composition chimique de ces dernières ;
- ✓ Le second comprend une étude expérimentale visant sur la détermination de la teneur en eau, détermination de métabolites primaires, le matériel biologique utilisés et la méthodologie de travail ;
- ✓ Le troisième renferme les principaux résultats obtenus suivie d'une discussion ;
- ✓ et en fin nous achevons notre écrit par une conclusion.

Carlina acaulis L. (Astéracées)
Carline sans tige

1. Généralités :

Le règne végétal comprend une infinité de plantes. Ces derniers s'utilisent à divers et multiples fins : alimentaires, ornementales et médicinales.

Les plantes sont classées en espèces, ordres, genres et famille. La famille Astéragées est la plus vaste de la classe des dicotylédones, car elle comprend environ 900 genres et entre 15 000 et 20 000 espèces selon les estimations, distribuées principalement dans les zones tempérées du globe. Ce sont des plantes herbacées, rarement arbustives, arborées ou rampantes. Les Astéragées sont largement utilisées en médecine populaire pour guérir un bon nombre de maladies On citera parmi *Carlina acaulis* L. (**Bayer, 1998**).

2. Répartition géographique et habitat :

Carlina acaule «*Carlina acaulis* L.» est une plante de la famille des Astéragées (ou Composées) et du genre *Carlina*. C'est une plante des lieux secs et arides ou des forêts de pins, C'est une plante herbacée vivace de basse et moyenne montagne, que l'on trouve dans les prairies sèches et rocailleuses, jusqu'à 2800 m d'altitudes (**Bernard, 2001**).

Elle est originaire d'Europe méridionale et orientale, où elle croît sur les versants montagneux arides (montagnes du Sud et de l'Est de la France). Elle apprécie les sols calcaires et croît le plus souvent au bord des chemins, à l'orée des forêts, dans les bois clairs de feuillus, de conifères ou mixtes, dans les pâturages, dans les prairies sèches et dans les landes caillouteuses (**Cécile, 2004**).

Son aire de répartition est Euro-Sibérienne elle est très répandue dans les montagnes de l'Europe centrale et du sud, Balkans et sud de la Russie, Yougoslavie, Bulgarie, la Méditerranée. Elle se reconnaît à ses petits capitules aux bractées intérieures dorées. Ces derniers sont solitaires ou poussent par deux ou trois. Cette plante affectionne les endroits rocailloux assez ensoleillés c'est une espèce caractéristique des pelouses relativement sèches sur sol calcaire ou peu acide, elle exige un sol parfaitement drainé, pauvre, sa racine pouvant pourrir à l'hiver en sol humide. Elle préfère les terres calcaires et perd son port compact dans les sols fertiles. (**Cécile, 2004**).

3. Nom et synonyme végétaux :

Son nom : Carline, de « Carlina », nom italien de la plante issu du latin « carolus », chardon. On l'attribue aussi à Carolus Charlemagne, qui aurait reconnu ses vertus en employant les racines de cette plante pour guérir ses soldats de la peste.

Pour d'autres, Carlina proviendrait d'une déformation de Cardina (et finalement de Carduus) et signifierait « petit Chardon » ; acaulis s'explique par un « a »privatif et « caulos »qui signifie tige en grec et signifie donc plante dépourvue de tige. On la nomme aussi Carline des Alpes, Baromètre, Caméléon blanc, Chardonnerette, Charcouste, Loque (**Garnier et al., 1961**).

On connaît aussi la carline sous d autres appellations " Chardon Doré " ou d " Argent", "artichaut sauvage " " cardoue ""cardonnette" " caméléon blanc " ou "baromètre ". Cette dernière appellation lui est attribuée par le fait qu'elle s'ouvre ou se referme selon le temps qu'il fait. En période de grand soleil, la carline est toute ouverte pour se gorger de chaleur. Pour se protéger de l'humidité, elle plie ses feuilles formant ainsi une sorte d'écran (**Berbard, 2001**).

4. Description botanique :

« *Carlina acaulis* L.» est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des Astéracées avec une durée de vie limitée, présentant un port en rosette, qui atteint 20 cm de haut et 50 cm de large.

a. La floraison :

Se déroule de mai-juin à août-septembre. Insérées dans des cavités du réceptacle, sont tubulaires, pentamères, celles du centre hermaphrodites et tétracycliques, celles du tour stériles.

La plante développe à l'extrémité d'une tige courte de 20 à 40 cm un capitule en rosette, ces derniers sont gros, larges de 6 à 12 cm. L'involucre est hémisphérique, les bractées extérieures sont très inégales, divisées, épineuses, assez semblables aux feuilles ordinaires de la plante, les bractées inférieures sont membraneuses, d'un blanc argenté, souvent violacées en dessous, très visibles, étalées en rayonnant. Le calice est constitué de

poils, la corolle est formée de 5 pétales soudés en tube. Les 5 étamines sont insérées sur la corolle à filets libres entre eux, mais à anthères introrsées soudées entre elles et portant à leur base deux filaments plumeux. Le style est bifurqué en deux branches stigmatiques, épaissi et velu vers le haut en dessous de la bifurcation. L'ovaire est uniloculaire à 2 carpelles à placentation pariétale (**Garnier et al., 1961**).

Le capitule se referme lorsque le temps est humide ou pluvieux. Les fleurs sont mellifères et attirent les insectes pollinisateurs et les abeilles. Sa très jolie forme de soleil en fait un élément de décoration comme fleur séchée mais elle est utilisée de multiple façon (**Garnier et al., 1961**).

b. Le feuillage :

Semi-persistant, est composé de longues feuilles étalées et glabres, légèrement velues au revers, parfois longues de 30 cm, aux bords très découpés et largement pourvus d'épines acérées. Les feuilles sont alternes, allongées, très épineuses. Ils sont sans stipules, toutes pétiolées, profondément divisées, généralement sans poils ou rarement aranéuses (**Garnier et al., 1961**).

c. La tige :

Comme son qualificatif latin d'acaulis le précise, le chardon doré est acaule c'est-à-dire qu'il ne possède pas de tige. Mais, en fait il possède une très courte tige. et les capitules se récoltent avant d'arriver à maturité. Ce mot s'applique à un certain nombre de plantes appartenant aux groupes les plus divers, par exemple : «*Cirsium acaule* L.», «*Brasera acaulis* L.», «*Primula acaulis* L.», «*Gesnaeria acaulis* L.». Cela ne veut pas dire que ces plantes soient véritablement dépourvues de tige, mais simplement que la tige de ces plantes est tellement courte que toutes les feuilles qui s'y attachent sont rapprochées les unes des autres et se recouvrent de manière à former une rosette à la surface du sol (**Schauenberg et al., 1977**).

d. Le fruit :

Le fruit est un akène 5mm de long soyeux à aigrette se détachant à maturité (**Tutin et al., 1976**).

e. La reproduction :

La Période de floraison de l'espèce s'étale d'août à septembre. Cette espèce est hermaphrodite. La pollinisation est entomogame et autogame. La dispersion des propagules se fait par anémochorie.

f. La racine :

La racine principale est épaisse, pivotante de la grosseur du pouce mais longue de 1 à 2 m. On la récolte à l'automne. Elle est difficile à sécher : il faut éviter qu'elle moisisse (Schauenberg et al., 1977).

5. Classification taxonomique (John, 2000) :

Embranchement :	Spermatophytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Ordre :	Asterales
Famille :	Asteraceae
Genre :	<i>Carlina</i>
Genre espèce :	<i>Carlina acaulis</i> L.



Figure n° 1: Photographie de *Carlina acaulis* L.



Figure n° 2: Photographie de la racine *Carlina acaulis* L.



Figure n° 3: Photographie de la fleur de *Carlina acaulis* L.

6. Composition chimique de la plante :

Dans la racine, on découvre une huile essentielle d'odeur agréable, de la résine, de l'inuline et une substance antibiotique, le carlinoxyde (une furylbenzylacétylène), une cire et des tanins (**tableau 1**) (Schauenberg et al., 1977).

La racine renferme aussi :

➤ 1 à 2 % d'huile essentielle composée de :

Terpénoïdes : 12 à 15 % d'un sesquiterpène monocyclique, le carlinène $C_{15}H_{24}$ et un « oxyde de carline » qui est un dérivé du furane $C_{13}H_{10}O$:

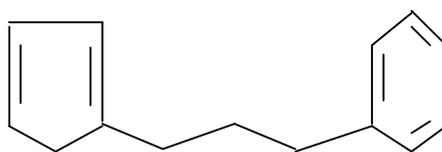


Figure 4 : Oxyde de carline

L'huile essentielle contient également des traces de phénols (Garnier et al., 1961).

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile de racine

de *Carlina acaulis* L. (Chalchat et al., 1995).

Composés	Pourcentage
Heptane	0.5
1,8-cineole	Tr
Benzaldehyde	0.8
1-phenyl-2-propanone	0.2
(2,E) a-farnesene	0.2
Sesquiphellandrene	0.2
ar-curcumene	0.6
benzyl 2-furylacetylene	97.2

- des glucides représentés par des oses et des osides (18 à 22 % d'inuline, gomme) ;
- des lipides, principalement des acides gras (acide palmitique) ;
- des matières minérales, essentiellement du calcium, du magnésium et du potassium ;
- des composés phénoliques, plus particulièrement des phénols et des tanins ;
- des résines ;
- une cire (**bavota, 2014**).

7. Usage traditionnelle :

Dans la médecine traditionnelle, l'utilisation est bien connue, est sous la forme de Teintures et décoction contre les infections des voies urinaires, les maladies de la peau et les plaies (**Tucakov, 1971**).

La racine a été inscrite à la première édition de la Pharmacopée française ; elle est réputée diurétique, tonique des voies digestives, stomachique, diaphorétique, antirhumatismale et antibiotique, ce sont les propriétés qui lui sont attribuées (**Schauenberg, 1977**).

Dans le passé, il a été utilisé pour soulager les maux de dents et à traiter la gale et d'autres maladies de la peau, vessies et les petites blessures. Il était aussi connu pour les moines d'être utilisés comme un antidote pour les poisons. Autrefois, on l'utilisait aussi comme vermifuge contre le ténia (**Garnier et al., 1961**).

Le plateau charnu est comestible et certains le disent d'un goût plus fin que le cœur d'artichaut. Dans les Cévennes autrefois, il était séché pour être consommé l'hiver ; quelques gourmets le confisaient au sucre. Aussi On s'est servi des feuilles pour cailler le lait (**Tutin et al., 1976**).

8. Usage pharmaceutique :

La carline est recommandée lors de troubles digestifs (digestion lente et difficile), on la préconise aussi pour combattre le manque d'appétit. Pour ses effets sudorifiques, elle est appréciée en cas de fièvres. En usage externe on la recommande contre les maux de dents.

En usage interne, la racine de carline s'emploie dans le traitement de certaines dermatoses (acné et eczéma) (**Max, Robert, 1999**).

Des propriétés antibiotiques ont été mises en évidence pour l'oxyde de carline, le principal composant de l'huile essentielle de *Carlina acualis* L. vis à vis du staphylocoque doré et de nombreuses bactéries Gram positif (**Paris et al., 1971**). L'huile essentielle a montré une activité inhibitrice sur les souches de référence de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae* et *Candida albicans* (**Dor evi et al., 2007; Stojanovi radi et al., 2012**).

Il a été confirmé aussi que l'inuline et les flavonoïdes à partir des racines ont un effet anti tumoral, antiviral, antibactérien, antidiabétiques, et une activité antioxydante et neuroprotecteur (**Albulescu et al., 2004; Chan et al., 2010**).

9. Usage cosmétique :

On reconnaît à la carline des propriétés astringentes et tonifiantes. L'huile essentielle est antiseptique, elle trouve son utilisation dans les préparations suivantes :

- des produits capillaires (cheveux normaux ou à tendance grasse) ;
- des produits pour les mains ;
- des produits pour le corps ;
- des produits pour le visage destinés aux peaux acnéiques, mixtes et grasses (**Florkin, Marcel ,2008**).

10. Précautions effets secondaires, contre-indications :

Comme toute les plantes médicinales, la prise de la carline peut engendrer quelque effet indésirable. Il est à préciser de respecter scrupuleusement, la posologie, puisque cette plante peut entraîner à fortes doses des irritations de la muqueuse intestinale et d'amener des effets assez déplaisants de type nausées et vomissements puisqu'elle est purgative et émétique. Prenez avis auprès de votre herboriste ou spécialiste avant tout emploi (**Florkin, Marcel ,2008**).

Mesembryanthemum crystallinum L.
(Aizoaceae)

Ficoïde glaciale

1. Généralités :

La famille des Aizoacées est une famille de plantes dicotylédones qui comprend 1100 espèces réparties en 126 genres.

Les membres de cette famille sont tous des plantes succulentes que l'on pourrait parfois prendre pour des cactacées. Certaines sont des plantes buissonnantes ou tapissantes comme les Carpobrotus, d'autres ont un appareil végétatif réduit à deux feuilles fusionnées en forme de cône fendu, comme les Lithops ou plantes-cailloux. D'autres genres enfin présentent des caractéristiques intermédiaires. Cette famille est principalement représentée dans les régions à climat sec d'Afrique australe on citera parmi *Mesembryanthemum crystallinum* L. (Bernard-Nenault, 2002).

2. Répartition géographique et habitat :

Originnaire d'Afrique du Sud, la Ficoïde à Cristaux n'arrive en Europe et en Amérique qu'au 18e siècle et aux Canaries au 19e siècle. Aujourd'hui, on la trouve à l'état sauvage également en Australie du Sud et sur les côtes du Japon.

La ficoïde glaciale est présente sur tous les continents et dans de nombreux pays : en Australie, aux Etats-Unis, en Amérique du Sud, en Egypte, Algérie, Afrique du Sud, Italie, Espagne, Cette présence dans de nombreux endroits s'explique par le fait que la ficoïde glaciale accepte de nombreux sols (riches ou pauvres, sableux ou drainés) (y compris les dunes de sable) de limons et d'argiles. Elle préfère les sols acides, neutres ou alcalins, mais peut tolérer les sols pauvres en éléments nutritifs ou une solution saline. (Plant for a futur, 1997-2003).

3. Nom et synonyme végétaux :

- a. Ficoïde cristalline, ficoïde glaciale (français) ; La raison pour laquelle la ficoïde glaciale est qualifiée de glaciale s'explique par son apparence qui fait penser à des cellules remplies d'eau glacée ;
- b. Crystalline iceplant, iceplant (anglais) ;
- c. Eiskraut (Allemand) ;

- d. Frache n'da (nom vernaculaire arabe) ;
- e. *Mesembryanthemum crystallinum* L. (latin) (Weber, 2003).

4. Description botanique :

Mesembryanthemum Crystallinum L. est une plante succulente au port rampant, dont la hauteur ne dépasse généralement pas 7 ou 8 cm, mais dont les tiges peuvent atteindre de 20 à 60 cm de long (Macmahon, 1997). Elles peuvent être annuelles, bisannuelles ou vivaces (Herbarium d'Australie Occidentale, 1998). mais son cycle de vie est généralement complété en quelques mois, selon les conditions environnementales (Bohnert et Cushman, 2000).

C'est une plante halophyte, prostrée, assez discrète et glabre, couverte dans toutes ses parties de tubercules cristallins, lui conférant un aspect brillant d'où son nom «ice plant» ou «ficoïde glaciale» Ses tiges sont couchées, ascendantes, rameuses et dichotomes voire, charnues, lisses, arrondies, ramifiées, et divisées successivement en deux branches (Laboratoires Bohnert, 2003).

Ses feuilles sont épaisses, planes, atténuées en large pétiole ou sessiles, et mesurant 2 à 12 cm de longueur ont une surface fortement ondulée et sont en forme d'ovale ou de spatule. Elles sont charnues et succulentes et dotées de petits réservoirs d'eau qui brillent comme des milliers de perles de rosée ou de cristaux de glace ce qui permet à la plante de survivre malgré les vents desséchants de bord de mer (Macmahon, 1997).

La floraison a lieu entre mars et octobre. Les fleurs, blanches, mais parfois teintées de rouge, apparaissent au niveau de bourgeons axillaires du sommet des tiges florales. La fleur, qui mesure environ 2,5 cm de diamètre, est constituée de nombreux pétales très étroites de 6 à 9 mm de long et de nombreuses étamines. La base de la fleur puis du fruit porte des "perles" pleines d'eau d'assez grande taille. A cette prolifération florale s'oppose uniquement une racine de quelques centimètres, semblant servir plutôt d'ancrage à la plante que de système d'alimentation hydrique (Macmahon, 1997).



Figure n° 5: Photographie de *Mesembryanthemum Crystallinum* L.



Figure n° 6: Photographie de la fleur de *Mesembryanthemum crystallinu*

5. Classification taxonomique (Quezel, 1986) :

Regne	Végétal
Embranchement	Spermaphyte
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Caryophyllales
Famille	Aizoaceae
Genre	<i>Mesembryanthemum</i>
Genre Espèce	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.

6. Les cellules de la vessie épidermique:

Les surfaces aériennes de *Mesembryanthemum Crystallinum* L. ou plante à glace, sont couvertes de cellules géantes (500 µm de diamètre) appelées: les cellules de la vessie épidermique ou epidermal bladder cells (EBC). Ces cellules sont caractérisées par une grande vacuole centrale remplie de liquide (Adams *et al.*, 1992, 1998).

Ces cellules participent à la régulation de la séquestration du sel et de l'eau et les relations pour servir de réservoir de stockage d'eau et des composés inorganiques et organiques tels que le sodium, le chlorure, les flavonoïdes, et les bétacyanines (Adams *et al.* ; 1992; Vogt *et al.*, 1999).

7. Croissance et développement:

La plante présente cinq phases de développement typiques à toutes les plantes, mais avec quelques particularités (Adams *et al.*, 1998).

Tableau 2: Les étapes de croissance de *Mesembryanthemum crystallinum* L.

(Adams et al., 1998).

Phases	caractéristiques
Germination	<ul style="list-style-type: none"> -Présence de cotylédons seulement - Le mode CAM n'est pas inductible - La biosynthèse de solutés compatibles est induite par la sécheresse et non par la salinité.
Plante jeune	<ul style="list-style-type: none"> -Sept paires de feuilles se développent le long de l'axe primaire. - Pas de pousses latérales, pas de fleurs. - La photosynthèse en C3, le mode CAM n'est pas induit par le stress. - Induction de la biosynthèse des solutés compatibles
Plante adulte	<ul style="list-style-type: none"> -Pousses latérales avec des feuilles secondaires. - Pas de fleurs. - Sénescence des feuilles Primaires. -CAM devient progressivement inductible.
Floraison	<ul style="list-style-type: none"> -Fleurs à l'extrémité de l'axe primaire, et dans les essieux des feuilles secondaires. - Les cellules de la vessie épidermique deviennent évidentes. - CAM est toujours induite
Formation de graines	<ul style="list-style-type: none"> -Les capsules de semences sont la seule partie viable de la plante. Aucune absorption d'eau. - Les cellules de la vessie épidermiques sont de premier plan.

8. Physiologie :

Sur le plan physiologique *Mesembryanthemum Crystallinum* L. est une plante du type CAM (métabolisme acide des Crassulacées), qui est accéléré par la salinité et la sécheresse. Elle a la particularité de fixer le CO_2 pendant la nuit et de fermer ses stomates pendant le jour. Une telle stratégie permet d'éviter les pertes en eau par évapotranspiration qui peuvent avoir lieu le jour et d'optimiser ainsi l'utilisation d'eau (Adams *et al.*,1998).

Ce métabolisme particulièrement économe en énergie, associé à une énorme capacité de stockage est le secret de l'incroyable résistance de ce type de plante à la sécheresse. En effet les plantes CAM qui n'ouvrent leurs stomates que pendant la nuit pour absorber le gaz carbonique, ne perdent que très peu d'eau par transpiration. La nuit, leurs stomates sont ouverts et le CO_2 est absorbé. Il est stocké momentanément accroché à des molécules à 3 carbones. Le jour, ce CO_2 est libéré dans les chloroplastes grâce à la lumière, il est incorporé (transformé en glucide) par le mécanisme classique de la photosynthèse (Khalil *et Baaziz*, 2004).

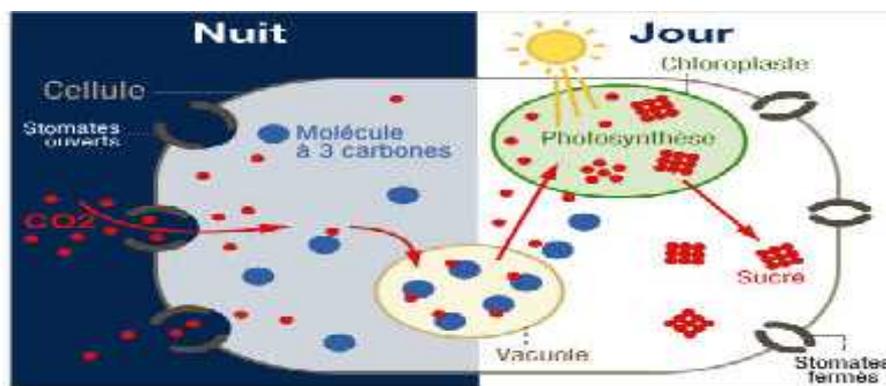


Figure n° 7: Métabolisme CAM de *Mesembryanthemum crystallinum* L.

(François Moreau, Roger Prat ,2000)

Avec l'arrivée progressive de la sécheresse, l'usine passe à CAM, ce qui minimise la perte d'eau et assure le succès de reproduction en l'absence de pluie et dans des sols salins. CAM prolonge la période de gain net de carbone, résultant de la production de semences améliorées (Bohnert *et Cushman.*, 2000). La plante meurt à partir de la racine, transférant progressivement les ressources vers la capsule de graines (Adams *et al.*, 1998).

La Ficoïde à Cristaux est aussi capable, de concentrer le sel tout au long de sa vie, dans un dégradé à partir des racines vers les pousses, dont la forte concentration est localisée au niveau de cellule la vessie épidermique, tandis qu'une plante meurt au contact d'une trop grande quantité de sel (**Adams et al., 1998**).

Le sel est libéré par lessivage une fois la plante meurt. Il en résulte un environnement néfaste osmotique empêchant la croissance des autres espèces non tolérantes (**Vivrette et Muller, 1977**) tout en permettant aux graines de la ficoïde de germer (**Bohnert et Cushman, 2000**).

La croissance des racines est retardée en vertu de la salinité qui indique que l'absorption d'eau par le système racinaire n'est pas essentielle pour la survie des plantes à des stades avancés de développement en vertu de la forte salinité (**Kholodova et al., 2002**).

9. Composition chimique de la plante :

Cette plante contient de l'eau, des sels minéraux (Magnésium), des acides de fruits, des polyols, des acides aminés (Proline), des flavonoïdes (phlorétine, quercitrine, et avicularine) aux propriétés anti-oxydantes très intéressantes, de la bétanine et des tanins.

L'analyse du liquide contenu dans les cellules épidermiques de *Mesembryanthemum crystallinum* L. a révélé un composé flavonoïde majeur appelé Mésembryanthine (**Vogt et al., 1999**).

La plante renferme une quantité importante de lipides totaux estimée à 4.3 % de poids sec (**Nouairi et al., 2006**) et la composition en acides gras a été déterminée dans les feuilles (**Tableau2**), l'acide gras le plus abondant est l'acide linoléique (C18:3) avec un pourcentage de 58.4%.

Tableau 2 : Composition en acides gras de *Mesembryanthemum Crystallinum* L.

(**Nouairi et al., 2006**)

Acide gras	C16:0	C16:1 cis	C16:1 trans	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Pourcentage %	18.1	1.3	1.0	1.9	10.6	12.3	58.4

La plante produit généralement en réponse à un stress osmotique provoqué par la sécheresse ou par la salinité, des solutés compatibles tels que les sucres, les acides aminés, les polyols (myo-inositol, pinitol et ononitol), les bêtaïnes, la proline, et des ectoïnes dans les compartiments cytoplasmiques. sous ces conditions induisant une accumulation de pinitol/ononitol cette espèce change de mode de photosynthèse C3 vers le mode CAM. (Métabolisme Acide des Crassulacées) **(Bohnert et shen, 1999)**.

La plante accumule la proline comme soluté compatible en réponse à un stress osmotique qui est un acide aminé impliqué dans la production de collagène et la guérison des plaies, et est également un précurseur de l'hydroxyproline qui sert à maintenir et à guérir le cartilage, et à renforcer les articulations, les tendons et les muscles **(Watanabe et al., 1999)**.

Le fractionnement de l'extrait méthanolique des feuilles pourpres de la plante ont démontré la présence d'un composé phénolique reconnu comme un butylhydroxytoluène (BHT), un antioxydant puissant utilisé dans la conservation des aliments. Ce composé phénolique a présenté une activité antioxydant très élevée par rapport aux BHT synthétiques **(Bouftira et al., 2010)**.

10. Usage pharmaceutique :

Mesembryanthemum crystallinum L. a des propriétés diurétiques; elle est utilisée dans le traitement des inflammations pulmonaires et de l'appareil génito-urinaire. Ses composés actifs comprennent des stérols et des glycosides qui ont été montrés pour aider à améliorer la santé cardiovasculaire **(Chopra et al ., 1986)**.

Les feuilles sont antiseptiques, elles sont utilisées en application topique dans le traitement des plaies et des piqûres d'insectes, elles ont également des propriétés astringentes et peuvent être utilisées pour la fabrication de crèmes pour la peau, pour traiter le psoriasis et d'autres maladies dermatologiques, elles sont efficaces pour soulager les infections douloureuses de la gorge et la bouche **(Lais,2004)**.

La glaciale participe au traitement de la tuberculose. Elle est préconisée contre les quintes de toux convulsives et les bronches encombrées. Elle possède des effets

décongestionnants et légèrement expectorants (pneumonies ou asthme). Elle diminue les problèmes urinaires (rétention, mictions difficiles) (**Laurent,1992**).

III. Biochimie du monde végétal:

1. Généralités :

Les plantes contiennent de nombreuses molécules issues de leur métabolisme ou du milieu extérieur. Ces différentes molécules ont des fonctions variées dans la plante et certaines peuvent avoir des applications thérapeutiques. On distinguera les métabolites primaires et les métabolites secondaires. Les métabolites secondaires comportent plusieurs familles, les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes, que l'on peut différencier par la chaîne carbonée qui les forme, dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Bruneton, 1999**).

2. Métabolites primaires :

a. Définition :

Les métabolites primaires sont des molécules qui existent dans toutes les cellules végétales et sont nécessaires à la vie de la plante, se sont les glucides, les lipides et les acides aminés, protides et protéines. C'est à partir de ceux-ci que les métabolites secondaires sont formés, par différentes réactions chimiques (**Bruneton, 1999**).

Ils jouent aussi un rôle essentiel dans: la photosynthèse, la respiration, la croissance et le développement de la plante (**Croteau et al., 2000, Dewick., 2002**).

b. Rôle:

Les métabolites primaires sont souvent employés comme excipients dans la fabrication des formes médicamenteuses: oses édulcorants, polysaccharides (natifs ou modifiés) utilisés pour la préparation de comprimés, huiles nécessaires à l'obtention d'émulsions et autres formes. Ces mêmes métabolites primaires confèrent aussi d'intéressantes propriétés thérapeutiques à certaines plantes :

- ✓ amélioration du transit intestinal par la gomme de *Sterculia*, les galactanes sulfatés du thalle de la mousse d'Irlande (Chondrus), le mucilage de la graine d'ispaghul ou celui de la graine du lin;

- ✓ Effet adoucissant des affections dermatologiques de plantes à mucilages telles que la mauve ou la guimauve.
- ✓ Amélioration de l'eczéma atopique par l'huile d'onagre (**Morse, et Clough, 2006**).

2.1 Glucides :

Les glucides sont des hydrates de carbone, c'est-à-dire des composés organiques carbonylés polyhydroxylés. Ce sont surtout des éléments de soutien ou de réserve énergétique, précurseurs obligatoires des autres métabolites (**Bruneton, 1999**).

2.2 Les lipides :

Ce sont des molécules insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants apolaires et caractérisées par la présence d'au moins un acide gras. Les lipides correspondent aux réserves énergétiques des plantes (leur oxydation libère beaucoup d'énergie), ont un rôle structural et servent de messagers pour l'organisme (métabolisme intermédiaire) (**Bruneton, 1999**).

2.3 Les protéines :

Les protéines jouent également un rôle structural et participent au renouvellement des tissus végétaux. En industries agroalimentaires, les protéines végétales occupent une place de choix tant par leur valeur et propriété nutritionnelle par rapport à la source animale (**Bruneton, 1999**).

2.4 Les cendres :

Les cendres totales représentent la partie inorganique de l'échantillon alimentaire restant après incinération à très haute température. Ce résidu contient des oligo-éléments essentiels tels que le calcium, le phosphore, le sodium, le potassium, le magnésium et le manganèse (**Bruneton, 1999**).

Matériel et méthodes

I. Matériel biologique:

Pour les différentes analyses chimiques, les espèces *Carlina acaulis* L. et *Mesembryanthemum crystallinum* L. ont été récoltés à partir de la région de Tlemcen (Benisaf et Tirni respectivement), durant la période janvier /Mars 2016.

Au laboratoire la partie utilisée des deux plantes *Carlina acaulis* L. (racine), *Mesembryanthemum Crystallinum* L. (feuilles et tiges), le séchage a été effectué à l'abri de la lumière et à température ambiante pendant deux semaines. Cette opération du séchage est suivie par un broyage et le matériel biologique a été conservé dans des flacons en verres pour des analyses ultérieures.

II. Détermination du taux d'humidité:

Le taux d'humidité est déterminé sur l'échantillon fraîchement récolté.

1. Principe:

On procède à une dessiccation de l'échantillon à analyser dans une étuve à la température de (100 à 105°C) et sous la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse pratiquement constante. Pour éviter toute reprise d'humidité, il convient d'opérer dans des vases de tare, placées dans un dessiccateur. (Audigie et al., 1980).

2. Mode opératoire:

- Sécher à l'étuve, les vases de tare pendant 15min;
- laisser refroidir dans un dessiccateur durant 10min, puis peser les vases de tare: P_1 ; mettre dans chaque vase 2 g d'échantillon moulu, puis peser: P_2 ;
- placer les vases qui contiennent l'échantillon dans l'étuve pendant 3h à $103 \pm 2^\circ\text{C}$;
- laisser refroidir au dessiccateur pendant 15 min et peser: P_3 ;
- remettre les vases dans l'étuve durant 1h et peser comme précédemment.

La différence entre deux pesées doit être inférieure à 2mg, si non l'opération est renouvelée jusqu'à poids constant.

3. Expression des résultats:

Le taux d'humidité (%) d'un échantillon de matériel végétal est donné par la formule suivante:

$$\text{Taux d'humidité \%} = [(P_2 - P_3) / (P_2 - P_1)] \times 100$$

Avec:

- P1 : masse en gramme de la vase de tare vide.
- P2 : masse en gramme de la prise d'essai avant séchage.
- P3 : masse en gramme de la prise d'essai après séchage.

III. Détermination quantitative des métabolites primaires:

1. Dosage des lipides totaux:

➤ *principe:*

Cette opération est réalisée dans un extracteur de type soxhlet à l'aide d'un solvant organique (Le n hexane) .Après évaporation du solvant, le taux de matière grasse brute est déterminé gravimétriquement selon la méthode indirecte (**Lecoq, 1965**).

➤ *mode opératoire:*

Mettre 1 ou 2g de l'échantillon à analyser (sec) dans une enveloppe séchée, préparée spécialement et pesée. Placer cette dernière dans l'appareil de soxhlet, la durée de l'extraction dépend de la quantité d'huile présente dans l'échantillon à analyser: elle est de 3 à 10 heures (pauvres en huile) et de 10 à 12 heures (riches en huile).

- m : masse en gramme d'échantillon séché.
- Peser l'enveloppe vide séchée + échantillon sec: poids A (PA).
- Peser l'ensemble (enveloppe +échantillon) après extraction: poids B (PB).

➤ **Expression des résultats:**

Le taux en matière grasse brute est donné par la formule suivante:

$$\text{Taux de lipides \% de matière sèche} = (PA - PB) / m \times 100.$$

2. Dosage des protéines:

Ce dosage est réalisé par la méthode de **Kjeldahl (1883)**, elle comprend trois étapes : *la minéralisation, la distillation et la titration.*

➤ **Principe:**

La méthode consiste à détruire la matière organique par l'acide sulfurique concentré et chaud, qui fait passer quantitativement l'azote à l'état de sulfate d'ammonium.

L'ammoniac est ensuite déplacé par la soude et recueilli dans un excès d'acide sulfurique de concentration connue. Un titrage en retour par de la soude de concentration connue permet de déduire la quantité d'ammoniac formée, donc la teneur en azote de l'échantillon.

➤ **Mode opératoire:** [méthode d'analyse N°079606/CACQE/Ministère du commerce]

✓ **La minéralisation:**

- Elle se fait dans une unité de digestion **BUCHI-K-435**.

Peser **1g** de l'échantillon à analyser broyé, tamisé à travers des mailles de 2mm, et séché à 105°C jusqu'à poids constant; et introduire soigneusement dans un matras de **Kjeldahl** (le tube de digestion).

- Pour la digestion de chaque échantillon, ajouter dans le matras:
 - **1g** de catalyseur à partir d'un mélange de 15g de sulfate de potassium anhydre K_2SO_4 , et 1,2g de sulfate de cuivre $CuSO_4$.
 - Ajouter 12 ml d'acide sulfurique H_2SO_4 concentré à 98%.

- Après un certain temps de minéralisation, ajouter 1 à 2 ml de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 concentré à 35 % (30 vol).
 - Mélanger soigneusement pour assurer un mouillage complet de la prise d'essai.
 - Procéder à un préchauffage de l'appareil de digestion pendant **10 minutes**.
 - Placer les matras sur le dispositif de chauffage.
 - Les gaz d'échappement sont aspirés à l'aide d'une trompe à vide.
 - chauffer le tube de digestion tout d'abord doucement pour éviter que la mousse monte ou s'échappe du matras.
 - Chauffer avec modération.

Le minéralisât (le contenu du matras) est transvasé dans une fiole en complétant le volume avec de l'eau distillée jusqu'à 100 ml.

Mélanger soigneusement afin de solubiliser au maximum les sulfates d'ammonium.

Laisser refroidir.

✓ **la distillation:**

Elle se fait dans une unité de distillation **BUCHI-K- 314**.

- 10 ml du contenu de la fiole sont introduites dans le matras de l'unité de distillation auxquels sont ajoutés 20 ml d'eau distillée et 30 ml de la soude caustique (NaOH) à 35%.
- Chauffer pendant 4 minutes de façon à recueillir 150 ml de distillat.
- Vérifier après la neutralité du distillat qui coule de l'extrémité du réfrigérant au moyen de papier pH, si la réaction est alcaline poursuivre la distillation.

Le distillat est ensuite recueilli dans un erlenmeyer gradué qui contient 25ml de solution d'acide sulfurique à 0,1 N additionné de 10 gouttes d'indicateur de **Tashiro** (de couleur rose violette en présence d'un milieu acide et verte dans le cas d'un milieu alcalin).

✓ **la titration:**

- Puisqu'on utilise l'acide sulfurique comme liquide de récupération, on va alors titrer l'excès d'acide sulfurique avec la solution de NaOH à 0,1 N jusqu'à changement de la coloration du violet au vert.

✓ **Expression des résultats:**

Le pourcentage d'azote total est calculé par la formule suivante:

$$\text{Azote total (\%)} = \text{N\%} = (\text{Vb} - \text{Ve}) \times \text{N} \times f \times 0,014 \times 10 \times 100 / m$$

Dont:

- **Vb**: volume en ml de la solution de NaOH à 0,1 N nécessaire pour neutraliser l'excès d'acide sulfurique présent dans l'essai à blanc (1g de saccharose).
- **Ve**: volume en ml de la solution de NaOH à 0,1 N nécessaire pour neutraliser l'excès d'acide sulfurique présent dans l'échantillon à analyser.
- **N** : normalité de NaOH utilisée pour la titration (0,1 N).
- **f**: facteur de correction de la solution de NaOH.
- **m** : masse en g de la prise d'essai.
- **10**: coefficient du volume total de la solution à doser.
- **100** : coefficient du pourcentage.

- conversion du taux d'azote en taux de protéines:

100g de protéines correspond à **16 g** d'azote dans la majorité des cas. On utilise un facteur de conversion basé sur le taux moyen d'azote des protéines.

$$F = 100/16 = 6,25$$

$$\text{Les protéines brutes (\%)} = \text{PB \%} = \text{N \%} \times 6,25$$

3. Dosage des sucres totaux:

La détermination de la quantité en oses présents dans les polysaccharides repose sur le dosage des sucres totaux par la méthode de **Dubois et al (1956)** appelée aussi méthode phénol/acide sulfurique.

➤ **principe:**

Le dosage des monosaccharides constitutifs des polysaccharides nécessite la rupture de toutes les liaisons glycosidiques par hydrolyse acide (l'acide sulfurique).

L'analyse repose sur des techniques colorimétriques ; le principe des dosages colorimétriques se base sur la condensation par estérification d'un chromogène (phénol, orcinol, anthrone), avec les produits de déshydratation des pentoses, hexoses, et acides uroniques. En milieu acide fort et à chaud, ces oses se déshydratent respectivement en des dérivés du furfural, 5-hydroxy-méthyl-furfural et de l'acide 5-formylfuroïque.

Les chromophores ainsi formés de couleur jaune orange absorbent dans le domaine du visible proportionnellement avec la quantité des sucres présents (**Ruiz, 2005**).

La teneur en sucres est exprimée en ug/ml de D +Glucose à partir d'une courbe d'étalonnage.

➤ **Mode opératoire: (Dubois et al., 1956)**

a. Préparation des échantillons:

- Peser 0,5g d'échantillon dans un bêcher, ajouter 20ml d'acide sulfurique à 0,5M puis placer l'ensemble dans une étuve à 105°C pendant 3 heures;
- Transvaser quantitativement le contenu du bêcher dans une fiole de 500 ml (ajuster le volume par de l'eau distillée jusqu'à 500 ml), puis filtrer la solution et la conserver à 4°C;
- Réaliser des dilutions de 1/3 à partir de ce filtrat;
- Préparer 3 essais.
- Dans des tubes en pyrex (2 cm), déposer avec précaution 1 ml de chaque essai, ajouter 1 ml de phénol à 5 % et 5ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré.
- Après agitation (au vortex), les tubes sont maintenus dans l'étuve pendant 5 min à 100°C, puis laissés dans l'obscurité pendant 30min ;
- Enfin, lire la densité optique à une longueur d'onde de 490 nm.

b. préparation de l'étalon:

Pour chaque série de détermination, une gamme d'étalonnage est nécessaire; une solution mère (SM) de D+ glucose de concentration 100 ug/ml est préparée comme suit:

- Préparer une solution de glucose de 0,01g/100ml (100 ug/ml) ;
- A partir de cette solution mère préparer des dilutions de différentes concentrations 20ug/ml, 40 ug/ml, 60 .ug/ml, 80 .ug/ml, et 100 ug/ml ;

- Prendre 1 ml de chaque concentration (2 essais pour chaque concentration) et ajouter 1 ml de phénol à 5 % et 5 ml d'acide sulfurique à 98 % à l'aide d'une burette;
- Après agitation (au vortex), les tubes sont maintenus pendant 5 min à 100°C, puis à l'obscurité pendant 30 min ;
- Lire la densité optique de chaque concentration à 490 nm, après tracer la courbe d'étalonnage.

$$DO=f(C) \implies DO= \mathbf{\text{£}} \times C$$

c. Ex pression des résultats :

A partir des densités optiques de la courbe d'étalonnage, on peut obtenir la teneur en sucres de notre échantillon.

La courbe d'étalonnage:

$$DO=f(C) \implies DO = 0,01 \times C$$

Dont $\mathbf{\text{£}}$: la pente, et \mathbf{C} : la concentration de D+Glucose en ug/ml.

La teneur en sucres est exprimée en .ug/ml de a D +Glucose, elle est convertie par rapport à 100g de matière sèche.

4. Dosage des cendres:

➤ *principe*

Il consiste en une calcination au bec bunsen de l'échantillon jusqu'à apparition d'une fumée noire, puis en son incinération dans un four à moufle, dans des creusets en porcelaine, à une température de 750°C jusqu'à ce que les résidus deviennent blancs après refroidissement (Audigie et al., 1980).

➤ *Mode opératoire:*

- Effectuer une préincinération des creusets en porcelaine à 300°C pendant 15 min,
- Après refroidissement, les peser vides, c'est le poids P1;
- Peser 1g de l'échantillon dans les creusets, c'est le poids P2;

- Introduire les creusets avec l'échantillon dans le four à moufle à température de 750°C jusqu'à ce que le contenu en substances prenne une couleur blanche grisâtre qui blanchit après refroidissement dans un dessiccateur;
- Peser ensuite les creusets avec les cendres, c'est le poids P_3 .

➤ *Expression des résultats:*

Les résultats sont exprimés selon la formule suivante:

$$X \% = [(P_3 - P_1) / (P_2 - P_1)] \times 100$$

Dont :

P1: poids du creuset vide;

P2 : poids du creuset + échantillon avant incinération;

P3 : poids du creuset + échantillon après incinération;

100 : pour exprimer le pourcentage;

X % : pourcentage en cendres.

Résultats et discussions

I. Teneur en eau :

Les plantes sont essentiellement constituées d'eau, leur teneur en eau variant de 80 à 95 % de leur poids total. L'eau est souvent étroitement corrélée avec la salinité du sol, Selon une étude réalisée par **Grouzis et al en (1977)**, sur deux plantes halophytes, la teneur en eau augmente avec la salinité du sol, entre 0,05 et 1g/l de NaCl dans le sol, la teneur en eau peut atteindre jusqu'à 16g d'eau par gramme de matière sèche, au-delà, dans les gammes de fortes salinités (3 -35g/l), elle diminue considérablement. comme elle diminue avec l'âge de la plante.

Lorsqu'un échantillon d'une plante est placé dans une étuve à 105 °c pendant 24h, toute l'eau s'évapore et le résidu sec s'appelle matière sèche (**Jacob Bear, 1972**).

Nos résultats montrent que la teneur en eau est de 72% pour *Carlina acaulis* L. et 94.75 % pour *Mesembryanthemum crystallinum* L (figure n°8).

Les résultats obtenus révèlent que *Mesembryanthemum crystallinum* L. est plus riche en eau par rapport à *Carlina acaulis* L. cette richesse est due à la succulence de la plante (**Adams et al., 1998**).

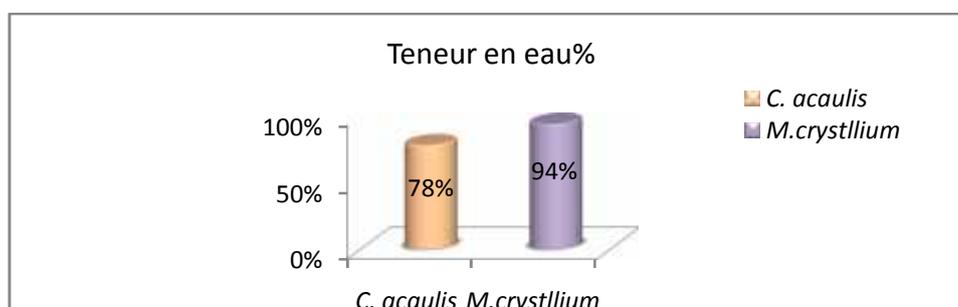


Figure n°8: Teneur en eau de la racine de *Carlina acaulis* L. et tige feuillée *Mesembryanthemum crystallinum* L.

En comparant ces teneurs avec celles étudiées en bibliographie (**figure n° 9**) et selon **Baghdad et al (2009)**, on remarque que la teneur en eau de la racine de *Carlina acaulis* L. est de 78%, et 98% pour *Mesembryanthemum crystallinum* L. ces résultats sont comparables avec les nôtres. Il est de même pour **Rebiahi (2014)** qui a trouvé des teneurs de 93.32% pour *Mesembryanthemum crystallinum* L. et qui reste relativement proches de nos résultats.

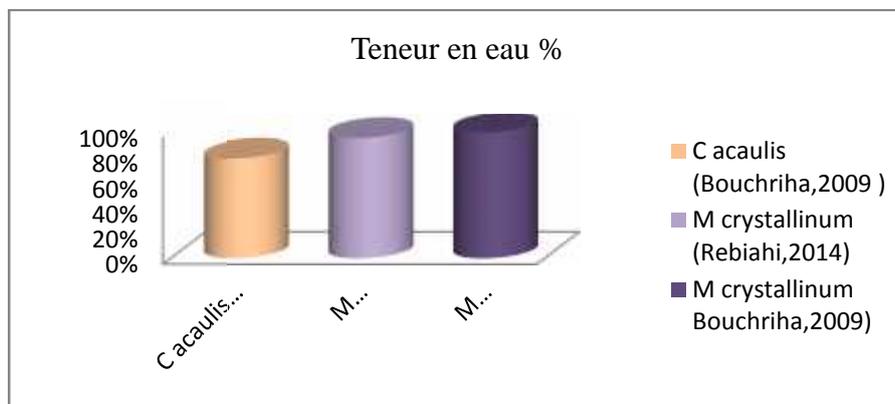


Figure n°9: Teneur en eau de la racine de *Carlina acaulis* L. et tige feuillée de *Mesembryanthemum crystallinum* L.

Par rapport aux autres plantes présentées dans la figure n° 10. La teneur en eau pour nos deux plantes étudiées est 9 fois supérieure à celle de la racine de *Cydonia vulgaris* L. (8.5%) étudiée par **Abderrahimi (2006)**. Selon **Lazouni et al (2006)**, il a montré que *Foeniculum vulgare* L. présente une teneur en eau de 76.5% et qui reste légèrement inférieure à *Mesembryanthemum crystallinum* L.

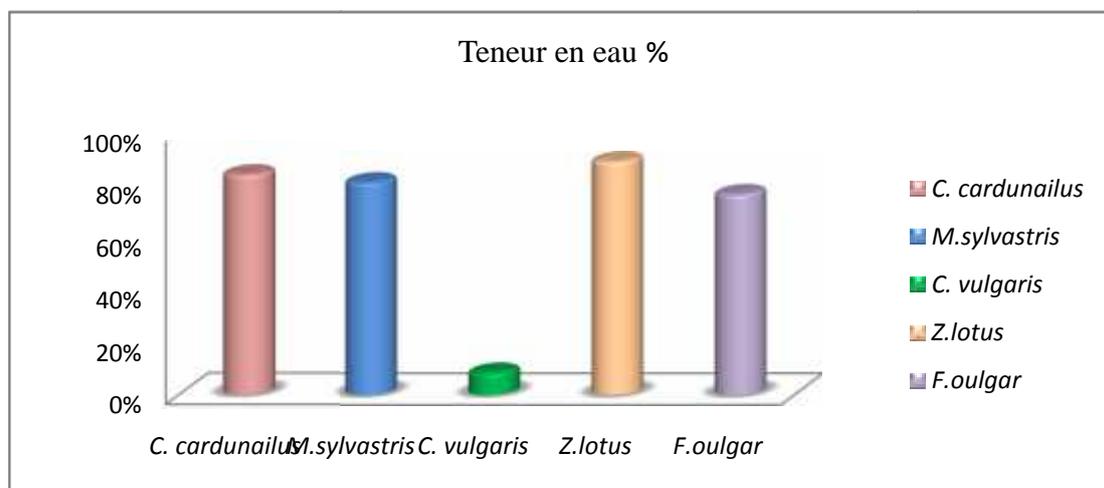


Figure n°10: Teneur en eau de quelques plantes sauvages.

II. Détermination quantitative des métabolites primaires:

1. Teneur en matière grasse :

L'huile extraite à partir des tiges feuillée séchées de *Mesembryanthemum Crystallinum*L. et de la racine de *Carlina acaulis* L. est de faible quantité d'une couleur verte pale pour *Mesembryanthemum crystallinum* L., et jaune foncé pour *Carlina acaulis* L. avec une faible odeur.

Nos résultats révèlent que la teneur en matière grasse est de l'ordre de 8% pour *Carlina acaulis* L. et 9.5% pour *Mesembryanthemum crystallinum* L. Les résultats retrouvés dans ce mémoire sont en accord avec ceux signalés par :

-**Pasternak et al (1985)**, qui ont trouvé une teneur en lipide de 8% pour *Mesembryanthemum crystallinum* L. et qui reste plus ou moins comparable avec celle étudiée ;

-**Selon Rebiahi (2014)** le taux de la matière grasse atteint les 11.5% pour *Mesembryanthemum crystallinum* L. ceci dépasse la valeur trouvée par nous-mêmes ;

-De même la teneur en matière grasse de *Mesembryanthemum crystallinum* L. reste deux fois plus importante que celle enregistrée pour *Mesembryanthemum forssskalei hochs* L. par **Nadjib et cal (2004)** et qui est de 3.09% (**figure n°11**).

Pour *Carlina acaulis* L. aucun travail n'a été cité concernant la détermination des métabolites primaires dans la bibliographie.

La variation des teneurs en lipides totaux peuvent être dues aux divers paramètres en particulier la pureté de l'échantillon après broyage .En effet il a été vérifié que le pourcentage en huile extraite est sous l'influence de la taille des particules de la poudre soumises à l'extraction, ainsi que le broyage a pour objet de réduire la dimension des particules et de ce fait augmenter la surface du contact avec le solvant d'extraction (**Mountasser, Elhadek, 1999**).

Il s'est avéré que l'extraction de l'huile par les solvants organiques est la méthode la plus fiable du point de vue économique (**Jimenez et al. ,1977**).

Le séchage préalable de l'échantillon est un facteur important pour l'accélération de l'extraction car il a comme avantage d'éliminer les quantités d'eau

stockées et par conséquent il facilite l'extraction. En plus de ces paramètres il ne faut pas oublier la provenance géographique des échantillons notamment le facteur climatique et la date de récolte des plantes (**Buron, 1976**).

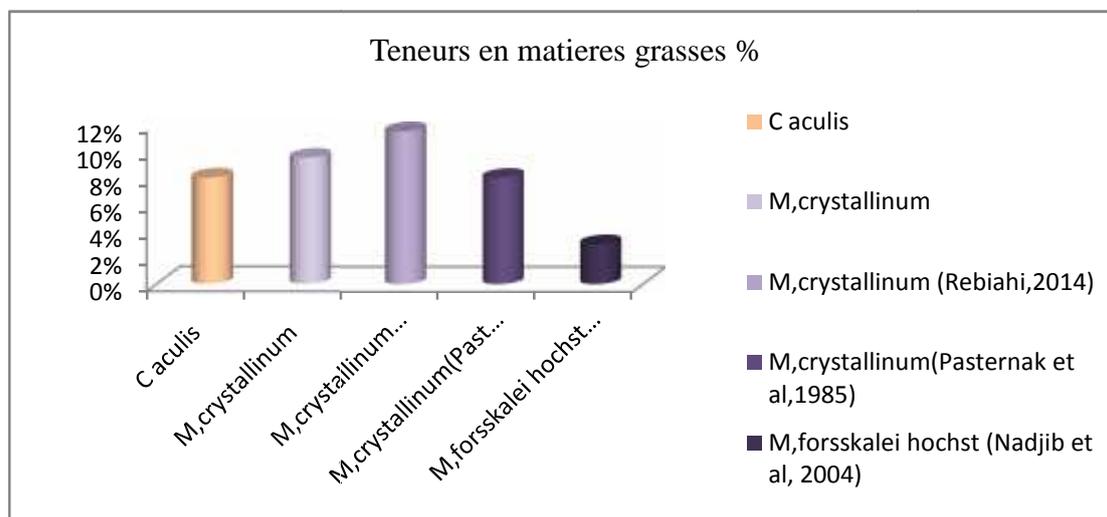


Figure n° 11: Teneurs en matières grasses de la racine de *Carlina acaulis* L. et des différentes espèces de *Mesembryanthemum*.

2. Teneurs en protéines :

Les protéines végétales représentent par leur diversité, leur différence au niveau des propriétés physicochimiques et de la composition en acides aminés, un potentiel intéressant à valoriser (**Linden ,Lorient,1994**).

La détermination de la teneur en protéines brutes est l'un des critères utilisé pour valoriser la qualité nutritionnelle d'un aliment, où l'évaluation du taux de protéine brute a révélé des teneurs faibles estimées à 3.85% et de 2.52% pour *Carlina acaulis* L. et *Mesembryanthemum Crystallinum* L. respectivement.

Les résultats obtenus révèlent que le taux de protéines de ces deux plantes se rapproche entre eux, ce taux ne doit pas être considéré comme négligeable du fait que ces protéines occupent une place très importante dans le métabolisme de la plante en général.

Nous avons comparé nos résultats avec ceux de la bibliographie dont nous avons trouvé que selon **Rebiahi (2014)**, la teneur en protéine de

Mesembryanthemum crystallinum L. est de l'ordre de 2.13%. Ces résultats sont en accord avec les nôtres.

De même **Adams et al (1998)**, ont trouvé seulement 1,5mg de protéine soluble par gramme de tissu dans les feuilles de *Mesembryanthemum Crystallinum* L. Une étude réalisée par **Al-Faris (2010)**, situe le taux de protéines dans les graines de *Mesembryanthemum forsskalei hochst* L. à 22,25% (**figure 12**).

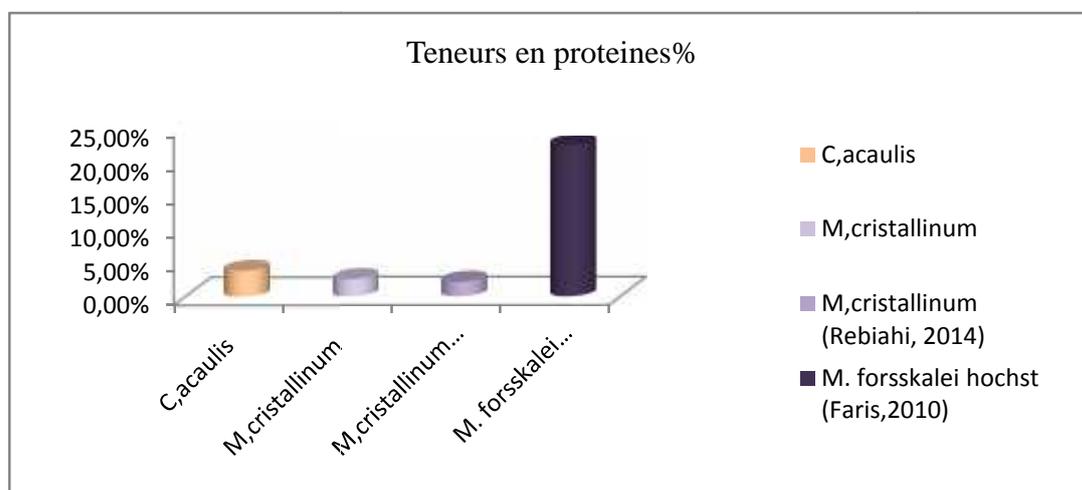


Figure n° 12: Teneurs en protéines de la racine de *Carlina acaulis* L. et des différentes espèces de *Mesembryanthemum*.

Nous constatons de cette analyse que la teneur en protéines de ces différentes plantes est variable. Ces différences pourraient être dues à l'espèce, aux conditions pédoclimatiques de la région et au stade de développement des plantes (**Nagy et al., 1978**).

3. Teneur en sucres totaux:

Grâce à la courbe d'étalonnage, le dosage de taux de sucre de *Mesembryanthemum crystallinum* L. renferme un taux faible estimé de 10.39 % tandis que le taux de sucre pour *Carlina acaulis* L. est de 18.11%. Ce taux reste proche de celui cité par **Bavota (2014)** et qui est compris entre 18% et 22% pour *Carlina acaulis* L.

Pour *Mesembryanthemum crystallinum* L. le taux reste 2 fois supérieur à celui trouvé par **Rebiahi (2014)** qui est de 4.95% et cela peut être due aux conditions pédoclimatiques, car sous l'effet de la salinité ou la sécheresse, cette espèce change de mode de photosynthèse C3 vers le mode CAM. (Métabolisme Acide des Crassulacées) plus précisément, le rendement énergétique de leur photosynthèse est doublé par rapport à celui des plantes C3 (**Bohnert,shen, 1999**). Comme ça peut être expliqué par le mode de préparation de l'échantillon (c'est-à-dire au broyage), et dépend aussi de l'activité biologique de chaque plante.

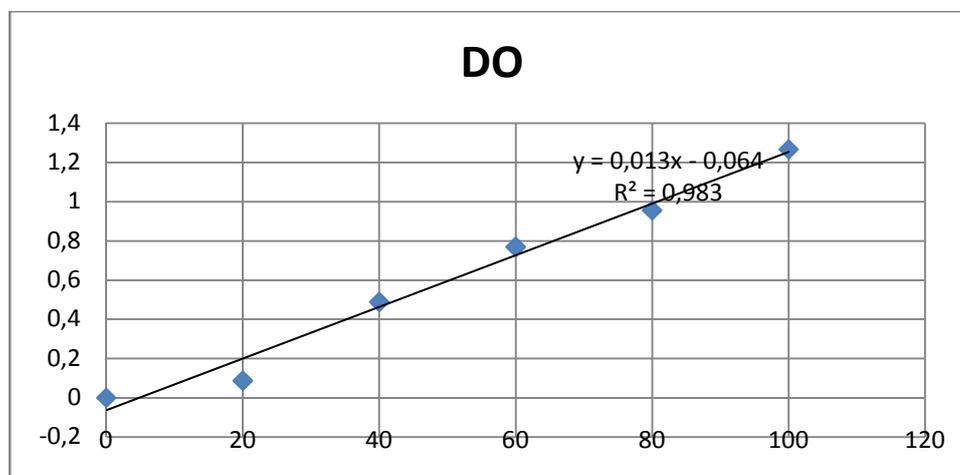


Figure n° 13 : Courbe d'étalonnage du glucose pour le dosage des sucres totaux

4. Teneur en cendre :

La détermination de la teneur en cendre peut nous apporter des informations sur la qualité de l'échantillon à analyser ainsi sur la quantité de matière minérale

présente dans notre échantillon. En effet seul les basses teneurs en cendre de produits sont acceptables pour la consommation humaine ou animale.

Nos résultats montrent que Pour *Carlina acaulis* L. le taux trouvé en cendre est de l'ordre de 10.62%, tandis que l'évaluation du taux de cendres de *Mesembryanthemum crystallinum* L. à donner une teneur estimée à 11.88%. On remarque que cette valeur est relativement inférieure comparée à celle étudiée par **Rebiahi (2014)** et qui est de 41%.

On remarque qu'il y a une légère variation entre les différentes plantes, cela peut être attribué à la provenance géographique des échantillons notamment les conditions climatiques (la pluviosité) et les caractères édaphiques des sols (**Bezzala,2005**).

Selon la bibliographie, nous avons trouvé que les feuilles de *Mesembryanthemum crystallinum* L. renferment une multitude de minéraux avec des teneurs assez importantes (**Ghnaya et al., 2007**).

Tableau n° 04 : Teneurs en minéraux dans les pousses de *Mesembryanthemum crystallinum* L. (**Ghnaya et al.,2007**).

Matière minérale	Teneurs en ug/g de poids sec
Na +	0.1
K+	0.07
Ca ²⁺	0.013
N	0.043

Conclusion

La phytothérapie est une pratique ancienne qui consiste à utiliser les plantes dans un but thérapeutique et qui date de plusieurs millénaires, elle est née d'expériences empiriques des hommes utilisant ce qu'ils avaient à leur disposition pour soulager leur maux.

Aujourd'hui elle connaît un regain d'intérêt de la part du grand public mais aussi des scientifiques à cause d'une méfiance envers les produits chimiques en général, des effets secondaires des médicaments actuels et du développement de pathogènes qui ont devenus résistants aux antibiotiques.

Pour cette raison on a choisi deux espèces de plantes sauvages à savoir *Carlina acaulis* L. et *Mesembryanthemum crystallinum* L., qui sont largement utilisées dans la région de Tlemcen comme plantes médicinales, et ceci dans le but de réaliser une étude sur la détermination de leurs métabolites primaires.

Le présent travail nous a permis de conclure que les deux espèces sont riches en eau, 72% pour *Carlina acaulis* L. et 94.75% pour *Mesembryanthemum crystallinum* L. comme toute les plantes. De même nous avons noté des teneurs en cendre non négligeable atteignant les 11.88% pour *Mesembryanthemum crystallinum* L. et 10.62% pour *Carlina acaulis* L.

Le dosage de métabolite primaire étudié nous a permis de quantifier leur pourcentage. A ce niveau *Carlina acaulis* L. contient 8% de matière grasse, 18.11% de la teneur en sucre, et un faible taux en protéine estimé à 3.85%. Concernant *Mesembryanthemum crystallinum* L. la matière grasse est de l'ordre de 9.5% tandis que la teneur en sucre est de 10.39% et 2.52% de protéine.

Enfin, nous espérons par cette étude donner de l'importance à ces deux plantes médicinales qui nous réserve encore assurément beaucoup de secrets et de surprises, vue son abondance dans notre région, il serait souhaitable s'y intéresser d'avantage afin de mieux l'exploiter dans différents domaines. Sans oublier de prendre conscience dans son utilisation domestique qui mène à des erreurs d'applications et de dosage ainsi qu'à des accidents toxiques.

A cet effet nous espérons que dans le futur avoir des études sur :

- ✓ Les effets secondaires et l'effet toxique de ces deux plantes ;

Conclusion

- ✓ Aussi il est nécessaire d'approfondir l'étude phytochimique en utilisant des techniques plus performantes (HPLC, RMN...) pour une identification fiable et certaine des molécules isolées ;
- ✓ Appliquer les techniques biotechnologiques dans le domaine des métabolites secondaires à fin de tirer le maximum de ces molécules, qui peuvent être utilisées intensivement à des fins médicales, cosmétiques et industriels.

RÉSUMÉ

Les plantes médicinales représentent une immense source de molécules bioactives, doté de nombreuses activités biologiques. Cette étude a montré une forte teneur en eau estimée à 72% pour la racine de *Carlina acaulis* L. et 94.75% pour tige feuillée de *Mesembryanthemum crystallinum* L.

L'étude phytochimique des métabolites primaires de la racine de *Carlina acaulis* L.(Tafgha) et de tige feuillée de *Mesembryanthemum crystallinum* L.(Frach n'da) de la région de Tlemcen révèle que la racine de *Carlina acaulis* L.contient 8% de la matière grasse, 3.85%de protéines ,18.11% de sucres et 10.62% en cendre. Tandis que tige feuillée *Mesembryanthemum crystallinum* L.a révélé un taux estimé a 9.5% de matière grasse, 2.52% de protéines, 10.39% de sucres et 11.88% de cendres.

Mots clés : *Carlina acaulis* L., *Mesembryanthemum crystallinum* L .métabolites primaires, région de Tlemcen.

ABSTRACT

The medicinal plants represent an immense source of bioactive molecules, endowed with numerous biological activities. This study showed a high water content estimated at 72% for a root of *Carlina acaulis* L. and 94.75% for leaf and stem of *Mesembryanthemum crystallinum* L.

The phytochemical study of primary metabolites of a root of *Carlina acaulis* L. and leaf and stem of *Mesembryanthemum crystallinum* L. (Frach n'da) in the region of Tlemcen reveals that a root of *Carlina acaulis* L.contains 8% of high fat, 3.85% proteins, 18.11% sugars and 10.62% ash. While a leaf and stem of *Mesembryanthemum crystallinum* L.a revealed an estimated rate of 9.5% fat high, 2.52% proteins, 10.39% sugars and 11.88% ash.

Keywords: *Carlina acaulis* L.*Mesembryanthemum crystallinum* L., primary metabolites, region of Tlemcen.

النباتات الطبية هي مصدر هام للجزيئات الحيوية المعروفة بنشاطاتها البيولوجية المتعددة.

اظهرت هذه الدراسة نسبة عالية من المياه تقدر ب 72 بالنسب الي *Carlina acaulis* L. %94.75

. *Mesembryanthemum crystallinum* L.

اظهر الفحص الكميائي لمختلف الايضات الابتدائية لكل من *Mesembryanthemum crystallinum*L. *Carlina acaulis* L لمنطقة تلمسان *Carlina acaulis* L تحتوى علي 8 %من الدهون 3.85 % البروتينات 18.11%من السكريات و10.62 % من الرماد بينما *Mesembryanthemum crystallinum* L فتقدر نسبة لد ون ب 9.5%, 2.52% من البروتينات و10.39 % السكريات و10.88 % من الرماد.

الكلمات المفتاحية : الايضات الابتدائية .*Mesembryanthemum cristallinum*.L, *Carlina acaulis* L.

- Abderrahimi S. (2006). Contribution à l'étude phytochimique des racines de *Cydonia vulgaris* de la région de Tlemcen. Mémoire de fin d'étude l'obtention de diplôme d'ingénieur d'état en biologie, p 23.
- Adams P., Nelson D.E., Yamada S., Chmara W., Jensen R.G., Bonhert H.J., Griffiths H. (1998). Growth and development of *Mesembryanthemum crystallinum*(Aizoaceae), new phytol. 138 :171-190.
- Adams P., Thomas J., Vernon D., Bonhert H., Jensen R. (1992). Distinct cellular and organismic responses to salt stress. Plant cell physiol. 33(8): 1215-1223.
- Albulescu , Alexa N., and Cojan C. (2004). Calendula officinalis flowers, source of extracts with antioxidant activity. Journal of the Serbian Chemical Society.13(2): 169-176.
- Al-Faris N.A., Al-Sawadi A.D., Alokail M.S (2010). Effect of samh seeds and Molecular Biology of Plant. American Society of Plant Physiologists. Rockville 11D. pp : 10-1318.
- Audigie C.L., Figarelle J., ZonsZani F. (1980). Manipulation d'analyse biochimique.Ed Dom. Paris. pp 88-97.
- Beghdad ., Bouchriha.,Habbar. (2009). Évaluation du pouvoir antioxydant des tanins, des flavonoïdes et des alcaloïdes de *Carlina acaulis* (Tafgha) et *Mesembryanthemum crystallinum* (Frach n'da) de la région de Tlemcen. Mémoire de fin d'étude l'obtention de diplôme d'ingénieur d'état en biologie, Université de Tlemcen.
- Bayer, R. J. and J. R. Starr. (1998). Tribal phylogeny of the Asteraceae based on two non-coding chloroplast sequences, the trnL intron and trnL/trnF intergenic spacer. Annals of the Missouri Botanical Garden 85: 242-256.
- Bernard B. (2001).Plantes médicinales du monde, réalité et croyances. 105-107,349-350.
- Bernard-Nenault (2002). « AIZOACÉES », Encyclopædia Universalis
- Bérubé-Gagnon J. (2006). Isolation et identification de composés antibiotiques des écorces de *Picea mariana*. Mémoire de l'université de Québec.

- ✚ **Bavota C. (2014).** se connaitre magazine Basic created by c.bavota.
- ✚ **Bezzala A.(2005).** Essai d'introduction de l'arganier dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à sécheresse. Mémoire de magister en science agronomiques. Université El Hadj Lakhdar.Batna.
- ✚ **Bohnert Laboratories. (2003).***Mesembryanthemum*. Disponible à l'adresse: <http://www.life.uiuc.edu/bohnert/projects/mesem.html> [Consulté: Juin 2004].
- ✚ **Bohnert, H.J. et Shen, B. (1999).** Transformation and compatible solutes. *Sci. Hort* 78:237-260.
- ✚ **Bohnert, HJ et Cushman, JC. (2000).** Le Cometh Ice Plant: Leçons de la tolérance au stress abiotique *Journal of Plant Growth Règlement*. 19 : 334-346.
- ✚ **Bouffira I, Mgaidi I, and Sfar S (2010).** Dosage of 2,6-Bis (1,1-Dimethylethyl)-4 Methylphenol (BHT) in the Plant Extract *Mesembryanthemum crystallinum*. *Journal Of Biomedicine and Biotechnology*, Volume 2010, Article ID 142486, 5 pages.
- ✚ **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3^o édition. Lavoisier.
- ✚ **Buron AI (1976).** Thesis doctoral.Escuela Tecnica Superior de Ingñioros Agronomes.Madrid Espana.
- ✚ **Cécile L. (2004).** Les fleurs des montagnes Edit Jean-Paul Gisserot; p 30.
- ✚ **Chopra. R. N., Nayar. S. L. and Chopra. I. C. (1986).** Glossary of Indian Medicinal Plants (Including the Supplement). Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi. Very terse details of medicinal uses of plants with a wide range of references and details of research into the plants chemistry. coastal grassland by *Mesembryanthemum crystallinum*. *Ecol. Monogr.* 47 : 301-318.
- ✚ **Croteau, R., Kutchan, T.M. and Lewis, N.G. (2000).** Natural products (secondary metabolites). In B.B. Buchanan, W. Gruissem and R.L. Jones (Eds), *Biochemistry and Molecular Biology Plant*. American Society of Plant Physiologists, Rockville,

11D, pp. 10-1318.crystallinum. Australian National Herbarium.

- ✚ **Dor evi S., Luki S., Petrovi S., Dobri S., Milenkovi M., Vu i evi D., Žiži S. and Kuki J. (2007).** Antimicrobial, anti-inflammatory, anti-ulcer and antioxidant activities of *Carlina acanthifolia* root. essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*. 109: 458–463.
- ✚ **Dubois M.K.A., Gilli Y.K., Hamilton P.A., (1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances *Anal And chem*.28 :350-356.
- ✚ **Fernandez M. (2003).** De quelques plantes dites médicinales et leurs foncctions.(ed.). *Aenigma*. pp: 09.
- ✚ **François Moreau, Roger Prat ,2000 .**Biologie et Multimédia - Université Pierre et Marie Curie - UFR des Sciences de la Vie Photosynthese-cours/23-CAM.
- ✚ **Florkin, Marcel. (2000).** *Comprehensive Biochemistry*, Elsevier, p. 216
- ✚ **Garnier,G.,Bezanger-Beauquesne, L. and Debraux, G. (1961).** Ressources médicinales de la flore Française Tome 1, Paris VIème, Vigot Frères, Editeurs,1961.
- ✚ **Ghnaya T, Siama I, Messedi D, Grignon C, Ghorbel M.H, Abdelly C (2007).** Effects of Cd²⁺ on K⁺, Ca²⁺ and N uptake in two halophytes *Sesuvium portulacastrum* and *Mesembryanthemum crystallinum*: Conséquences on growth. *Chemosphere*. 67: 72-79 .
- ✚ **Grouzis M., Heim G et Berger A. (1977).** Croissance et accumulation de sels chez deux salicornes annuelles du littoral méditerranéen. *Ecol. Plant*.12 (4) : 307-322.
- ✚ **Herbier de l'Australie occidentale. (1998).** FloraBase - Les Flora Australie occidentale. Département de la conservation et de la gestion des terres. <http://florabase.calm.wa.gov.au/>
- ✚ **J. C. Chalchat, R.Ph. Garry and A. Muhayimana (1995).** Essential oil of *Tagetes minuta* from Rwanda and France: Chemical composition according to harvesting location, growth stage and part of plant extracted. *J. Essent. Oil. R.* 7 :375-386.

- 📖 **J.A. Macmahon. (1997).** Deserts, New York, National Audubon Society Nature Guides, Knopf A.A. Inc, mars 1997, 9^e éd., 638 p. (ISBN 0-394-73139-5), p. 379.
- 📖 **Jacob Bear.(1972)** .Dynamics of Fluids in Porous Media, New York, Elsevier Publishing Co 764 p.
- 📖 **Jeun, J. M., Annie. F., Chistyan. J. L. (2005).** les composés phénoliques des végétaux, p203- 204.
- 📖 **Jimenez G et al ; 1977.**Agroquimica tecnologia de alimentos,3 :363-371.
- 📖 **John Kartesz (2000).**Biota of North America Project (BONAP), University of North Carolina. Journal of Biomedicine and Biotechnology, Volume 2010, Article ID 142486, 5
- 📖 **khales,A. et Baaziz M .(2004).** actes du congrès international de biochimie –forum des jeunes chercheurs, Marrakech, Maroc.
- 📖 **Kholodova, V.P., Neto, D.S., Meshcheryakov, A.B., Borisova, N.N.,Aleksandrova, S.N. and Kuznetsov, VI.V. (2002).** Can stress-induced CAM provide for performing
- 📖 **Kjeldahl. J; (1883).** Menu Methode Zur Bestimmung des stiktoffs in organischem Korpen. Z. Anal. Chem. 22 : 366-382.
- 📖 **Laboratoires Bonhert (2003).** *Mesembryentemum.*
- 📖 **LAIS, E. (2004)** Le grand livre des plantes médicinales, ed. Rustica.
- 📖 **Launert, E. (1992),** Edible and Medicinal Plants, ed. Provd. metabolites. In B.B. Buchannan, W. Gruissem and R.L. Jones (Eds), *Biochemistry*
- 📖 **Lecoq (1965).** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles.
- 📖 **Linden G et Lorient D ;1994.** Biochimie agro-industrielle, valorisation alimentaire de la production agricole. Edition masson,75.Rader,J.I

- ✚ **Luttge U. (1993).** The role of crassulacean acid metabolism (CAM) in adaptation of plants to salinity. *New Phytologist*.125:59–71.essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*. 109: 458–463.
- ✚ **Max W., Robert A. (1999).** Plantes thérapeutique, tradition pratique officinale, science et thérapeutique, 101-104.
- ✚ **Morse, N.L. et Clough, P.M. (2006).** A meta-analysis of randomized, placebo-controlled clinical trials of Efamol evening primrose oil in atopic eczema. Where do we go from here in light of more recent discoveries ? [archive] *Curr. Pharm. Biotechnol.* 7 :503-524.
- ✚ **Mountasser A ; Elhaddek M .(1999).** Optimisatio des facteurs influençant l'extraction de l'huile d'argan par une presse. *Oléagineux,Corps gras, lipides*.6 :3,273 ,9.
- ✚ **Nadjib H., Al Dosari M.N., Al-Wesali, (2004).** Use of samh seeds in the laying ben diets. *Int J Poult Sci.* 3:287-294.
- ✚ **Nagy S,Telek L , Hall NT, Berry RE,(1978).**Potential food uses for protein from tropicaland subtropical plant leaves. *Journal of Agric Food Chem*.26(5) :1016-1028.
- ✚ **Nouairi 1, Ghnaya T, Ben Youssef N, Zarrouka M, Ghorbel M.H. (2006).** Changes in content and fatty acid profiles of total iipids of two halophytes: *Sesuvium portulacastrum* and *Mesembryanthemum crystailinum* under cadmium stress. *Journal of Plant Physiology*. 161 : 1198-1101.
- ✚ **Paris, R. R. and Moyse, H. (1971).**Précis de Matière Médicale, Tome III., Paris, Masson.
- ✚ **Pasternack, D., Danon, A., Aronson, J.A. & Benjamin, R.W. (1985.)** Developing the seawater agriculture concept. *Plant and Soit.* 89: 337-348.
- ✚ **Plants for a Future- Species Data base. (1997-2003)** *Mesernhryanthenmrn crystallinum*. Australian National Herbarium.

- 🚩 **Quezel P. (1986).** Les grandes structures de végétations en régions méditerranéenne; facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Geobios.* 32,1: 19-32
Villeurbanne 990.
- 🚩 **Rebiahi (2014).** Etude phytochimique et pouvoir antimicrobien de *Mesembryanthemum crystallinum*. L (Ficoïde glaciale). Mémoire de Magistère en biologie. pp : 51,52 ,53.
- 🚩 **Ruiz G; (2005).** Extraction, détermination structurale, et valorisation chimique de phycocolloïdes d'algues rouges. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Limoges, discipline: Chimie appliquée, chimie de substances naturelles. pp 258.
- 🚩 **Sevenet T., Tortora C.(1994).** Plantes, molécules et médicaments.(ed.) .Nathan.pp: 05.
- 🚩 **Schauenberg, P., Paris, F. (1977).** Guide des plantes médicinales, Milan, Delachaux et Niestlé. seawater agriculture concept. *Plant and Soil.* 89: 337-348.
- 🚩 **Stojanovi -Radi Z., omi Lj., Radulovi N., Blagojevi P., Mihajilov-Krstev T., Rajkovi J. (2012).** Commercial *Carlinae radix* herbal drug: botanical identity, chemical composition and antimicrobial properties. *Pharmaceutical biology.*,50 (8): 933-40.
- 🚩 **Tucakov J. (1971).** Le enje Biljem. Fitoterapija. Izdava ko preduze e Rad: Beograd, Jugoslavija. Wichtl Cambridge University Press, Cambridge – New York – Melbourne. 402 : 535-537.
- 🚩 **Tutin fg., Heywood Vh., Burges na., Moore dm., Valentine dh., Walters SM., and Webb da. (1976).** *Flora Europea (Plantaginaceae to Compositae and Rubiaceae).*4: 210.
- 🚩 **Vivrette N.J., Muller C.H., (1977).** Mechanism of invasion and dominance of coastal grassland by *Mesembryanthemum crystallinum*. *Ecol. Monogr.* 47 : 301-3 18.
- 🚩 **Verdrager J. (1978).** Les médicaments qui nous viennent des plantes. (ed.). Maloine.SA. pp:12.

- 🌈 **Vogt, T., Ihdah, M., Schmidt, .I.,Wray, V., Nimtz, M. & Strack, D. (1999).** Lightinduced betacyanin and flavonol accumulation in bladder ceils of *Mesembryanthemum crystallinum*. *Phytochemistry* 52 : 583-592.

- 🌈 **Watanabe, M., Sugimura, K. and Yamanoha, B.(1999).** Effect of acute deficiency of dietary proline on proline balance in the rat smali intestine and liver. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 82 : 294-304.

- 🌈 **Weber E. (2003).** Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds. (Invasive Pl Spec).