



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie

## Intitulé

**Les propriétés de *Portulaca oleracea* L.**

Présenté par :

- ATTIA DOUA
- AMMARI ELYAKOUT

Devant le jury :

**Président** : M<sup>me</sup> BENSEGHIR HADJIRA MAA (Université de Bordj Bou Arréridj)

**Encadrant** : M<sup>me</sup> MEZITI ASMA MAA (Université de Bordj Bou Arréridj)

**Examineur 1** : M<sup>me</sup> MANALLAH IMANE MAB (Université de Bordj Bou Arréridj)

Année universitaire : 2019/2020



## Remerciements

En premier lieu et avant tout, Je tiens tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout-puissant, le clément, le miséricordieux de m'avoir aidé tout au long de mes années d'étude et de m'avoir donné la patience, la force et le courage pour arriver à ce stade et d'accomplir ce modeste travail car sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

L'aboutissement de ce mémoire a été contribué grâce au concours de plusieurs personnes, à travers leur amour, leur amitié et leur appui et à qui on voudrait témoigner toute notre reconnaissance.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation.

Nous exprimons d'abord les grands remerciements et notre profonde reconnaissance à M<sup>me</sup> **MEZITI ASMA**, qui a encadré et dirigé ce travail depuis les premiers instants. Nous le remercions pour son sérieux et ses efforts Afin de nous aider, de nous conseiller et de nous orienter, son ouverture d'esprit et sa vision de la recherche scientifique, ont été importants pour nous que ses connaissances scientifiques et ont largement contribué à l'évolution de cette étude. Nous lui exprimons notre profond respect et nos chaleureux remerciements.

Nos remerciements s'adressent aux membres du jury M<sup>me</sup> **BENSEGHIR HADJIRA** et M<sup>me</sup> **MANALLAH IMANE**, pour leur disponibilité à évaluer le présent mémoire et leur participation au jury de soutenance.

Nous tenons à remercier gracieusement toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Enfin, un remerciement très chaleureux à nos amis en particulier, ceux de notre promotion.

## **Je dédie ce travail à**

### **Mon adorable Mère, Chikouche Hayet**

En vous, je vois la maman parfaite, toujours prête à se sacrifier pour le bonheur de ses enfants. Vos prières et votre bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

### **Mon très cher Père, Attia Salim**

En vous, je vois un père dévoué à sa famille. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

### **Mon Fiancé Zaki**

Qui m'a donné toute sa positivité quand j'en avais vraiment besoin, tes sacrifices, ton soutien moral m'ont été d'une grande aide, merci de m'avoir ouvert les yeux sur des choses que je ne connaissais pas et de m'avoir toujours encouragé à aller de l'avant.

### **Ma sœur Nacima, son mari Mohamed et leurs enfants : Ilyes, Yesmine et Adem**

#### **Mon frère Mohamed, son épouse Anssar et leur fille Ines**

#### **Ma sœur Safa, son mari Ramzi et leur fils Mohamed Iyed**

### **Mon frère Nour El Islèm**

Merci d'avoir été là pour moi quand j'avais toujours besoin de vous, je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

### **Mon grand-père, mes oncles & tantes, cousins & cousines,**

Surtout mes cousines : Randa, Lilia, Ikram, Marwa, Assia, Wafa, Hajer, Houda, Maria et Khaoula. Qui je le sais ma réussite est très importante pour vous. Que Dieu vous paye pour tous vos bienfaits.

### **Mes très chères amies et mes collègues**

Fatima, El Yakout, Houda, Chourouk. Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, votre joie gaieté me comblent de bonheur, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.



## **Je dédie ce travail à**

### **Mon adorable Mère, Adoui Soulef**

La seule qui a toujours été la première à m'encourager et à me pousser à me surpasser dans tout ce que j'entreprends, merci pour ta confiance inconditionnelle et d'avoir cru en moi et en ce que je pouvais accomplir.

### **Mon très cher Père Ammari Abd El Hakim**

Le seul qui m'a toujours épaulé en toutes circonstances et sur lequel je pouvais compter sans failles. Il m'a orienté à prendre les décisions les plus justes. Merci de m'avoir appris la valeur des choses, tu seras toujours mon modèle et un exemple à suivre.

### **Mon Fiancé Moncef**

Qui m'a donné toute sa positivité quand j'en avais vraiment besoin, tes sacrifices, ton soutien moral m'ont été d'une grande aide, merci de m'avoir ouvert les yeux sur des choses que je ne connaissais pas et de m'avoir toujours encouragé à aller de l'avant.

### **Ma sœur Imene, son fiancé Samir**

### **Mes frères Abd El Moujib et Islem**

### **Mes petites sœurs Ibtihel et Hibat El Rahmen**

Votre amour et votre sollicitude à mon égard me marqueront à jamais.

### **Mes gand-parents**

Qui m'ont accompagné par leurs prières, puisse Dieu vous prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur.

### **Mes oncles : Zohir, Rabah, Yazid, Nacer, Housseem, Rafik**

### **Mes tantes : Mahdia, Saida, Mahira, Najia, Dalel, Faiza, Hayet**

### **Mes cousines : Ikram, Rima, Rawia, Nada, Takwa**

### **Mes très chères amies et mes collègues**

Lamia, Douaa, Chourouk, Asma. Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Vous êtes pour moi les sœurs sur qui je peux compter.



## Résumé

Les plantes médicinales et leurs propriétés biologiques sont étroitement liées à l'histoire de l'humanité. Elles jouent un rôle important dans la recherche et le développement de nouveaux médicaments, et représentent une branche alternative dans la prévention et le traitement de certaines pathologies. Le pourpier (*Portulaca oleracea* L.) est une plante succulente largement répandue et utilisée à travers le monde pour ses propriétés culinaire et médicinales.

Le présent travail vise à étudier et rassembler rigoureusement les connaissances acquises et publiées sur la phytochimie et les propriétés biologiques de *Portulaca oleracea* L. ainsi que leurs mécanismes d'action.

Les études phytochimiques révèlent une teneur élevée de cette plante en métabolites primaires, notamment sa richesse en acides gras oméga-3 (acides alpha-linoléniques) et de métabolites secondaires en particulier la nouvelle classe des alcaloïdes phénoliques (Oléracéines A, B, C, D et E), des polyphénols et des terpénoïdes.

Plusieurs travaux menés in vitro et in vivo montre le potentiel pharmacologique des métabolites de *Portulaca oleracea* L. sur le diabète, le stress oxydant, l'inflammation, le cancer, le système neuromusculaire et l'effet antibactérien.

La présente étude a permis d'établir une synthèse des différents effets bénéfiques du pourpier sur le plan sanitaire et par conséquent de fournir une base scientifique pour toute utilisation médicale de cette plante.

**Mots clés:** *Portulaca oleracea* L., pourpier, acide gras oméga-3, alcaloïdes phénoliques, oléracéine, propriétés biologiques.

## Tables des matières

### Liste des abréviations

### Liste des tableaux

### Liste des figures

<b>Introduction</b> .....	1
1. Généralité sur <i>Portulaca oleracea</i> L. ....	2
2. Caractéristiques morphologiques de <i>Portulaca oleracea</i> L. ....	2
3. Habitat et repartition géographique.....	3
4. Classification botanique.....	4
5. Utilisation traditionnelle.....	5
6. Composition chimique.....	5
6.1 Acide $\alpha$ -linoléique (acide gras oméga) .....	6
6.2 Polyphénols.....	7
6.3 Alcaloïdes.....	7
<b>Activités biologiques de <i>Portulaca oleracea</i> L.</b>	
1. Activité Antioxydante.....	11
2. Activité Antibactérienne.....	15
3. Activité Anti-inflammatoire.....	16
4. Activité Antidiabétique.....	18
5. Activité Anti-cancéreuse.....	20
6. Activité Bronchodilatatrice.....	23
7. Activité Neuroprotective.....	25
<b>Toxicité de <i>Portulaca oleracea</i> L.</b> .....	27
<b>Conclusion</b> .....	28
<b>Références bibliographiques</b> .....	30

## Liste des abréviations

<b>AG</b>	: Acide gras
<b>AKT</b>	: Protein kinase
<b>ALA</b>	: Acide $\alpha$ -linoléique
<b>Al(OH)<sub>3</sub></b>	: Hydroxyde d'aluminium
<b>Annexine V / PI</b>	: Annexine V et propidium labels de cellules l'iodure
<b>CAT</b>	: Catalase
<b>COX-2</b>	: Cyclooxygénase 2
<b>CPOP</b>	: Polysaccharide de <i>Portulaca oleracea</i> L. brute
<b>DC</b>	: Cellules dendritiques
<b>D-gal</b>	: D-galactose
<b>DPPH</b>	: 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl
<b>DSS</b>	: Sulfate de dextrane sodique
<b>ERO</b>	: Espèces réactives d'oxygène
<b>FBG</b>	: Glucose dans le sang à jeun
<b>FIA</b>	: Facteur inducteur de l'apoptose
<b>FSH</b>	: Follicle-stimulating Hormone
<b>GLP-1</b>	: Peptide 1 de type glucagon
<b>GPx</b>	: Glutathion peroxydase
<b>GR</b>	: Glutathion réductase
<b>GSH</b>	: Glutathion
<b>GST</b>	: Glutathion-S-transférase
<b>HCCLM3</b>	: Human hepatocellular carcinoma
<b>HDL</b>	: High density lipoprotein

<b>HeLa</b>	: Lignées cellulaires cancéreuses du col utérin HepG2
<b>HepG2</b>	: Cellules de carcinome hépatocellulaire humain
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	: Peroxyde d'hydrogène
<b>HUVEC</b>	: Cellules endothéliales de la veine ombilicale humaine
<b>IL-6</b>	: Interleukine 6
<b>iNOS</b>	: Nitrique oxyde synthase inductible
<b>IL-1β</b>	: Interleukine 1 bêta
<b>IL-8</b>	: Interleukine 8
<b>JNK</b>	: Jun N-terminal kinase
<b>LDH</b>	: Lactate deshydrogénase
<b>LH</b>	: Luteinizing Hormon
<b>LPS</b>	: Lipopolysaccharides
<b>MCP-1</b>	: La protéine 1 chimioattractante des monocytes
<b>MDA</b>	: Malondialdéhyde
<b>MMP-9</b>	: Matrix metalloproteinase-9
<b>MP</b>	: Maladie de Parkinson
<b>NANC</b>	: Inhibiteur non adrénérique non cholinergique
<b>NF-κB</b>	: Nuclear factor-kappa B
<b>NO<sub>2</sub></b>	: Nitrite
<b>OE</b>	: Oleracein E
<b>OGTT</b>	: Test de tolérance au glucose par voie orale
<b>OL</b>	: Oleracein L
<b>OMS</b>	: Organisation mondiale de la santé
<b>OVA</b>	: Ovalbumine
<b>PCA</b>	: Portulacerebroside A

<b>POFE</b>	: Extrait des flavonoïdes de <i>Portulaca oleracea</i> L.
<b>POL-P3b</b>	: Polysaccharide de <i>portulaca oleracea</i> L.
<b>PSO</b>	: seed oil of purslane
<b>PI3K</b>	: Phosphatidylinositol-3-kinase
<b>p38 MAPK</b>	: P38 mitogen-activated protein kinases
<b>RCH</b>	: Rectocolite hemorragique
<b>SARM</b>	: Staphylococcus aureus résistant à méthicilline
<b>SOD</b>	: Superoxyde dismutase
<b>TBARS</b>	: Thiobarbituric acid
<b>TC</b>	: Cholesterol total
<b>TG</b>	: Triglycérides
<b>TLR4</b>	: Toll Like Receptor 4
<b>TNF-<math>\alpha</math></b>	: Facteur de nécrose tumorale $\alpha$
<b>TUNEL</b>	: Terminal deoxynucleotidyl transferase dUTP nick end labeling
<b>VCAM-1</b>	: Adhésion des cellules vasculaires molécule-1

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
<b>Tableau I</b>	Classification de <i>Portulaca oleracea</i> L. ....	4
<b>Tableau II</b>	Teneur en minéraux, en vitamine, en AG et en nutriment de pourpier (mg/100g).....	6
<b>Tableau III</b>	Nature des radicaux structuraux des oléacéines A, B, C et D.. ..	8
<b>Tableau IV</b>	Composition chimique de <i>Portulaca oleracea</i> L. ....	9
<b>Tableau V</b>	Effets antioxydants du <i>Portulaca oleracea</i> L. ....	14
<b>Tableau VI</b>	Effets anti-inflammatoires de <i>Portulaca oleracea</i> L. ....	18
<b>Tableau VII</b>	Effets antitumoraux de <i>Portulaca oleracea</i> L. ....	23
<b>Tableau VIII</b>	Effets bronchodilatateurs des extraits de <i>Portulaca oleracea</i> L. et de la quercétine.....	25

## Liste des figures

N°	Titre	Page
<b>Figure 1</b>	Différents organes de la plante de <i>Portulaca oleracea</i> L. ....	3
<b>Figure 2</b>	Structure chimique de l'acide $\alpha$ -linoléinique.....	6
<b>Figure 3</b>	Structure des alcaloïdes phénoliques (Oléracéine A, B, C, D et E).....	7
<b>Figure 4</b>	Structure chimique de bétacyanine et bétaxanthine.....	8
<b>Figure 5</b>	Effet neuroprotecteur de l'OE sur des modèles cellulaires humaines et des souris de la maladie Parkinson induite par la roténone.....	26



# Introduction



## Introduction

L'art de se soigner par les plantes, désigné par le fameux terme classique « phytothérapie », repose sur une panoplie de coutumes thérapeutiques aussi bien traditionnelles que scientifiques qui se sont développées au cours des siècles en exploitant la relation ininterrompue entre l'être humain et la flore. Au fait, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), 80% de la population mondiale ont recours aux plantes médicinales pour soigner les problèmes de santé primaire faisant de la phytothérapie une branche alternative dans la prévention et le traitement de certaines pathologies.

Les plantes médicinales sont extrêmement nombreuses. Il existe environ 13000 espèces de plantes ayant été utilisées sur de très longues périodes comme remèdes traditionnels par diverses cultures dans le monde entier, et dans divers domaines à savoir en médecine, en pharmacie, en cosmétologie et en agriculture car elles sont connues par leurs propriétés biologiques bénéfiques et intéressantes (Tyler et Varro E, 1993).

Il est donc indispensable d'encourager la recherche scientifique visant l'étude de ces plantes et de leurs effets biologiques afin de donner une base scientifique vigoureuse pour leur utilisation.

Le pourpier commun (*Portulaca oleracea* L.) est une plante membre de Portulacaceae qui comprend plus de 100 espèces d'arbustes succulents. C'est aussi une mauvaise herbe qui pousse à l'état sauvage ou qui peut être cultivée dans de nombreuses régions du monde. *Portulaca oleracea* L. est listée par l'OMS parmi les plantes médicinales les plus utilisées et lui a donné le terme « Global Panacea » (Demirhan et Özbek, 2010). Par conséquent, l'étude des effets biologiques du pourpier et de ses substances issues en vue de leurs applications à la santé humaine demeure une tâche intéressante et très utile.

Au cours des dernières décennies, de nombreux chercheurs ont étudié promptement la phytochimie et les activités biologiques de *Portulaca oleracea* L. et ont, par ailleurs, publié un bon nombre de résultats qui ont permis d'élucider la majorité des caractéristiques médicinales et leurs impacts positifs sur la santé humaine.

L'objectif de la présente étude est, justement, de faire une collecte minutieuse de ces travaux, de les étudier, d'en valider les résultats et de fournir une synthèse complète sur les principales activités du pourpier et de leurs mécanismes d'action possibles. En raison de la morphologie particulière du pourpier et de son important potentiel nutritionnel, un effort particulier est accompli pour élucider sa capacité à générer un profil chimique et pharmacologique favorable et pour établir une base scientifique pour sa valeur médicinale.

## 1. Généralité sur *Portulaca oleracea* L.

Communément appelée pourpier et connue sous le nom arabe « Redjila », est l'un des genres de plantes succulentes et arbustes de la famille des Portulacacées. Elle a été mentionnée par Dioscorid dans son livre de pharmacologie de *Materia Medica* (Osbaldeston, 2000) sous le nom d'« andrachne » où il a étudié ses propriétés médicinales. Le nom *Portulaca* signifie lait, dérivé du nom latin « laca », car la plante contient un jus laiteux (Boulos et El Hadidi, 1984).

*Portulaca oleracea* L. est une mauvaise herbe cosmopolite, largement distribuée dans diverses régions du monde en raison de sa grande adaptabilité dans diverses conditions climatiques et difficiles (Uddin et *al.*, 2012). La partie la plus utilisée de la plante est la partie aérienne (tige, feuille).

## 2. Caractéristiques morphologiques de *Portulaca oleracea* L.

*Portulaca oleracea* L est caractérisée par:

- Une tige cylindrique, épaisse, plane, succulente et totalement glabre (figure 1), souvent rougeâtre mesurant de 0.2 à 0.5m de longueur (Akobundu, 1989; Holm et *al.*, 1977).
- Des feuilles opposées et parfois alternes, à pétiole mesurant entre 1 et 3mm de long (figure 1) (Beloued, 2005). Le limbe obovale à spatulé, épais et succulent de 0,5 à 2cm (Grubben et Denton, 2004). La nervure principale est marquée par une dépression longitudinale sur la face supérieure du limbe (Bourgeois et Merlier, 1995).
- Une racine pivotante, épaisse, mesurant entre 2 à 11cm (Reaume, 2009). De nouvelles racines peuvent se développer à partir des rameaux (Bourgeois et Merlier, 1995).
- Des fleurs axillaires et solitaires. Elles sont sessiles, de couleur jaune mesurant entre 5 à 10mm de large et 4 à 6mm de long (figure 1) (Grubben et Denton, 2004). Le calice est composé de 2 sépales larges avec une base soudée à l'ovaire et une partie supérieure libre mesurant de 3 à 4mm.
- Un fruit qui est une capsule déhiscente, de forme globuleuse mesurant de 4 à 8mm et contient de nombreuses graines.
- Des graines ovales, très petites et généralement de couleur noire (figure 1), orbiculaires et réniformes d'un diamètre de 0.5 à 1mm (Beloued, 2005; Grubben et Denton, 2004).



**Figure 1.** Différents organes de la plante de *Portulaca oleracea* L. (Hwess et al., 2018).  
A: plante, B: feuilles et tige, C: fleur, D: graines

### 3. Habitat et répartition géographique

*Portulaca oleracea* L. est l'une des plantes horticoles les plus répandues dans le monde. Elle se trouve dans l'Eurasie, l'Europe du sud, l'Asie occidentale, la Chine, l'Inde et dans le Sahara de l'Afrique du Nord, cela pourrait expliquer l'aspect succulent de la plante (Tutin, 1993; Hernández et Leon, 1994; Schoch et al., 1998). En Algérie, elle se trouve dans les champs cultivés, les jardins, les cultures et décombres. Communs dans le tell, les hauts plateaux, les Aurès et dans les oasis du Sud (Beloued, 2005).

Le pourpier pousse aux bords des routes, dans les secteurs déboisés et les terrains vagues, ainsi que le long des rives sablonneuses et devant les roches (Holm et al., 1977).

Cette plante tolère différentes intensités lumineuses; mais la plus élevée provoque les plus grands rendements en poids frais et dans la croissance de l'espèce (Zimmerman, 1976). Le pourpier est sensible au froid et est détruit par des températures de réfrigération. Toutefois, les graines peuvent bien survivre dans les zones où les températures hivernales sont

inférieures à 30°C. Par contre, le pourpier résiste bien à la sécheresse et pourrait continuer à accumuler la matière sèche et produire des graines, avec une légère irrigation tous les six jours (Vengris et *al.*, 1972; Noguchi et *al.*, 1975).

*Portulaca oleraceae* L. croît sur différents types de sol, mais préfère les sols fertiles, riches, humides, les sols limoneux, les sols calciques et acidophiles (Miyanishi et Cavers, 1980; Häflinger et Brun-Holl, 1981). C'est une espèce halophyte, capable de croître dans des sols salés (Aronson, 1989).

Le pourpier exige des sols riches en phosphore, qui est un facteur important dans la mise en place. Il exige également des sols riches en nutriments (Ca, Mg et K) (Miyanishi et Cavers, 1980).

#### 4. Classification botanique

Le pourpier appartient à la famille des Portulacaceae (tableau I) qui comprend 20 genres et 500 espèces (Jones et Luchsinger, 1987).

Le genre *Portulaca* comprend plus de 100 espèces de plantes herbacées annuelles, charnues ou sarmenteuses (Bailey et Bailey, 1976). Il tient son nom du latin, *Portula* qui signifie « petite porte », à cause de la forme de l'ouverture de sa capsule. La classification botanique de *Portulaca oleracea* L. établi par Julve (2014) est donné dans le tableau I.

**Tableau I.** Classification de *Portulaca oleracea* L.

<b>Règne</b>	Plantea
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Divison</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnolipsida
<b>Sous classe</b>	Caryophyllidae
<b>Ordre</b>	Caryophyllales
<b>Famille</b>	Portulacaceae
<b>Genre</b>	<i>Portulaca</i>
<b>Espèce</b>	<i>Portulaca oleracea</i> L.

## 5. Utilisation traditionnelle

*Portulaca oleracea* L. est connu depuis longtemps pour ses multiples usages. Les romains et d'autres peuples méditerranéens, l'ont employé comme herbe potagère depuis l'antiquité (Foster 1980). Le pourpier est utilisé comme salades, auxquelles il donne un goût piquant rappelant le citron (Gorman, 1988).

De plus, elle a été utilisée comme médicament traditionnel pour soulager un large éventail de maladies, notamment les maladies gastro-intestinales, les problèmes respiratoires, l'inflammation du foie, les maladies rénales, les ulcères de la vessie, les fièvres, l'insomnie, les inflammations sévères, les maux de tête, etc. (Razi, 1968; Ibn Sina, 1987). Elle fut aussi utilisée pour traiter les mictions douloureuses, l'entérite et la mammite (Leung et Foster, 1996).

Certaines utilisations médicinales emploie les tiges et les feuilles fraîches du pourpier comme cataplasme, ou pour leur jus comme antidote aux piqûres de guêpes et aux morsures de serpent ou pour soulager la toux sèche (Bown, 1995; Leung et Foster, 1996). Elles sont aussi utilisées pour traiter les brûlures, les maux d'oreilles, les piqûres d'insectes, les lésions cutanées, les démangeaisons, l'eczéma et les abcès (Leung et Foster, 1996).

Les graines de *Portulaca oleracea* L ont été appliquées à l'extérieur contre l'aphte, l'anosmie et l'enrouement, et sont réputées pour être adoucissantes, diurétiques et vermifuges (Ullah et al., 2013).

Le pourpier rentre aussi dans la thérapeutique médicale dentaire (Cocher, 1998). Les feuilles du pourpier mâchées crues fait disparaître les aphtes et l'enflure des gencives irritées. Tandis qu'en gargarismes soulagent les maux de dents (Lamendin, 2007).

## 6. Composition chimique

Le pouvoir thérapeutique du pourpier est attribué à la diversité de sa composition chimique, il est riche en métabolites primaires et métabolites secondaires ainsi qu'en minéraux, vitamines et autres micronutriments.

La teneur en minéraux, en vitamine, en AG et en nutriment de pourpier (mg/100g) d'après Guerrero C et ses collaborateurs (1998) et Guil-Guerrero JL et ses collaborateurs (1998) est illustré dans le tableau II.

**Tableau II.** Teneur en minéraux, en vitamine, en AG et en nutriment de pourpier (mg/100g).

Minéraux	Ca	P	Fe	Na	K	
	1 500	550	29	55	1 800	
Vit et AG	Vit A	Vit B1	Vit B2	Vit C	$\alpha$ -linoléinique	Linoléique
	15 00	0.35	2.4	350	457	200
Nutriment	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Cendres	
	26 000	4 000	50 000	11 500	20 000	

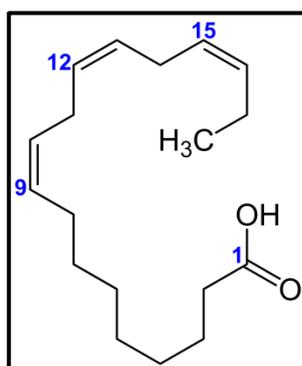
### 6.1 Acide $\alpha$ -linoléinique (acide gras oméga-3)

Le pourpier a été identifié comme la source végétale la plus riche d'acide  $\alpha$ -linoléinique qui est un AG oméga-3 appartenant à un groupe d'AG polyinsaturés essentiels à la croissance humaine, au développement, et au maintien d'un système immunitaire sain (Simopoulos AP et *al.*, 1986; Gill I et Valivety R, 1997). La structure de l'acide  $\alpha$ -linoléinique est présenté dans la figure 2.

Les AG oméga-3 contiennent de 18 à 24 atomes de carbone et ont au moins trois doubles liaisons au sein de ses chaînes d'AG (Whelan et Rust, 2006).

La richesse de cette plante en AG « oméga-3 » lui confère un potentiel thérapeutique aux maladies du système nerveux central, et la prévention des crises cardiaques et le renforcement du système immunitaire (Bosi et *al.*, 2009; Boutenko et *al.*, 2008). Aussi il abaisse les niveaux de cholestérol et de triglycérides (TG) et augmente la lipoprotéine de haute densité bénéfique (HDL) (Liu et *al.*, 2000).

Notre corps ne synthétise pas les AG oméga-3 mais ces derniers doivent être consommés à partir d'une source alimentaire. Le manque de sources alimentaires riche en AG oméga-3 a entraîné un intérêt croissant pour l'introduction du pourpier comme nouveau légume cultivé (Palaniswamy et *al.*, 2001; Yazici et *al.*, 2007).



**Figure 2.** Structure chimique de l'acide  $\alpha$ -linoléinique (wikimedia, 2012).

## 6.2 Polyphénols

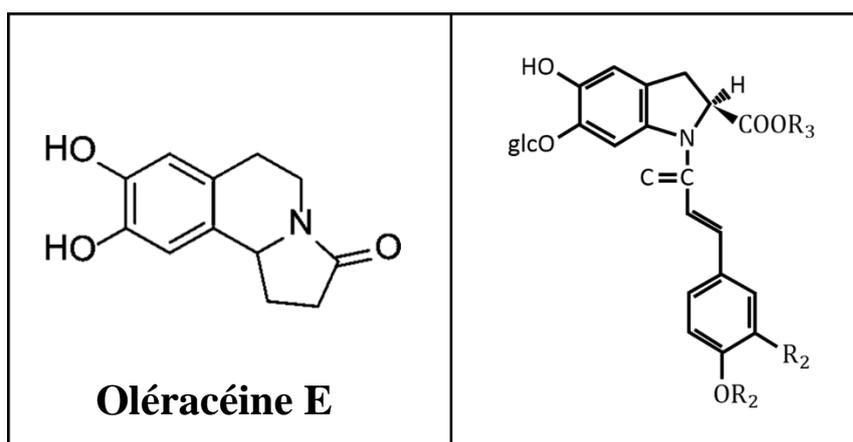
L'analyse chimique de *Portulaca oleracea* L. a révélé la présence d'une importante quantité de polyphénols, il contient une quantité importante de flavonoïdes (apigénine, kaempférol, lutéoline, quercétine, myricétine, génistéine, génistine, portulacanes A à D etc.), les acides phénoliques, aussi les lignines et les stilbènes (Simopoulos AP et al., 1992; Lim et Quach, 2007).

## 6.3 Alcaloïdes

Différents types d'alcaloïdes ont été isolés de *Portulaca oleracea* L.:

Des alcaloïdes phénoliques, appelés oléracéines (A, B, C, D, E) (figure 3). Ce sont des pigments jaunes hautement solubles dans l'eau qui possèdent tous un groupement cyclo-dopa (Xiang et al., 2005). Sur la base de la voie de biosynthèse des bêtaïnes, il est raisonnable de suggérer que les oléracéines A, B, C et D peuvent être dérivés de la condensation de la cyclo-dopa avec de l'acide férulique ou de l'acide p-coumarique, (Schliemann al., 1996; Kobayashi et al., 2000; Wybraniec et al., 2001). L'oléracéine E (OE), possède à la fois des squelettes de tétrahydroisoquinoline et de Pyrrolidone (figure 3). La structure des alcaloïdes phénoliques (Oléracéines : A, B, C, D et E) (Jie et al., 2008) ainsi que la nature des radicaux structurels des oléracéines A, B, C et D sont respectivement montrés dans la figure 3 et le tableau III.

Zijuan et ses collaborateurs (2009) ont signalé que ces alcaloïdes phénoliques constituent une nouvelle classe d'agents antioxydants chez *Portulaca oleracea* L.

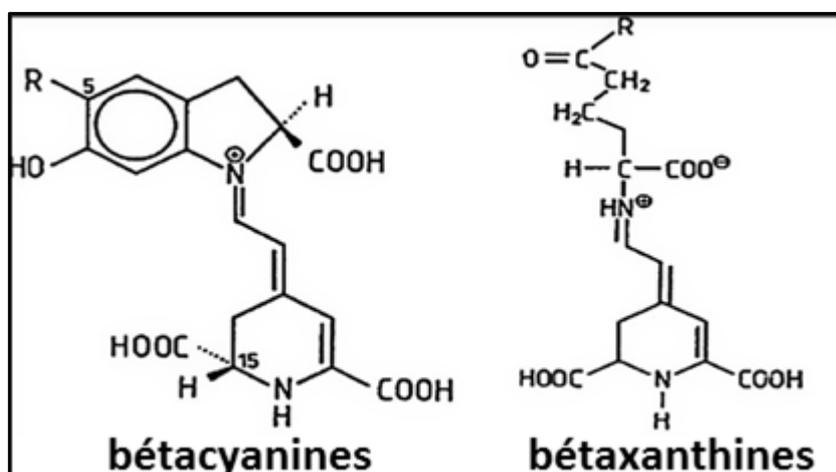


**Figure 3.** Structure des alcaloïdes phénoliques (Oléracéine A, B, C, D et E) (Jie et al., 2008).

**Tableau III.** Nature des radicaux structurels des oléracéines A, B, C et D.

Alcaloïde	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Oléracéine A	H	H	H
Oléracéine B	H	OCH <sub>3</sub>	H
Oléracéine C	gle	H	H
Oléracéine D	gle	OCH <sub>3</sub>	H

Deux pigments d'alcaloïdes bétalaines, les bétacyanines rougeâtres et les bétaxanthines jaunes, responsables de la pigmentation des tiges, des feuilles et des fleurs (Mulry et al., 2015). Les structures chimiques des deux pigments présentent dans la figure 4.



**Figure 4.** Structures chimiques de bétacyanine et bétaxanthine (Chandrasekhar J et al., 2015).

De plus, des mucilages sont également présents, ainsi que des oxalates, de la noradrénaline, de la dopamine, des coumarines, des terpénoïdes, des saponines, des tanins, des bergaptènes et des robustines, avec des concentrations élevées de  $\beta$ -carotène et de glutathion (Simopoulos AP et al., 1992).

La plupart de ces derniers étant présents dans les parties aériennes de la plante (Erkan, 2012; Yan et al., 2012; Zhou et al., 2015). La mélatonine a été découverte en quantités relativement élevées dans les feuilles de pourpier (Simopoulos AP et al., 2005).

Pour conclure, la composition chimique de *Portulaca oleracea* L., par classe des métabolites secondaires, est donnée dans le tableau IV récapitulatif.

**Tableau IV.** Composition chimique de *Portulaca oleracea* L.

<b>Classification</b>	<b>Composant chimique</b>	<b>Partie de la plante</b>	<b>Référence</b>
<b>Flavonoïdes</b>	Kaempférol	Feuille et tige	Xu et al., 2006
	Apigénine	Feuille et tige	Xu et al., 2006
	Lutéoline	Plante entière	Xu et al., 2006
	Myricétine	Plante entière	Xu et al., 2006
	Quercétine	Plante entière	Xu et al., 2006
	Portulacanonos A	Partie aérienne	Yan et al., 2012
	Portulacanonos B	Partie aérienne	Yan et al., 2012
	Portulacanonos C	Partie aérienne	Yan et al., 2012
	Portulacanonos D	Partie aérienne	Yan et al., 2012
	Génistéine	Plante entière	Zhu et al., 2010
	Genistin	Plante entière	Zhu et al., 2010
<b>Alcaloïdes</b>	Dopamine	Tige, feuille et graine	Yue et al., 2005
	Noradrénaline	Tige, feuille et graine	Chen et al., 2003
	Dopa	/	Xiang et al., 2005
	Oleraceins A	Plante entière	Xiang et al., 2005
	Oleraceins B	Plante entière	Xiang et al., 2005
	Oleraceins C	Plante entière	Xiang et al., 2005
	Oleraceins D	Plante entière	Xiang et al., 2005
	Oleraceins E	Plante entière	Xiang et al., 2005
	Oleracins I	Tige	Xiang et al., 2005
	Oleracins II	Tige	Xiang et al., 2005
	Adénosine	Plante entière	Xiang et al., 2005
<b>Terpénoïdes</b>	Portuloside A	Partie aérienne	Sakai et al., 1996
	Portuloside B	Partie aérienne	Seo et al., 2003
	Portulene	Partie aérienne	Elkhayat et al., 2008
	Lupéol	Partie aérienne	Elkhayat et al., 2008
<b>Autres Composés</b>	Portulacerebroside A	Partie aérienne	Xin et al., 2008
	$\beta$ -Carotène	Feuille	Palaniswamy et al., 2001
	Glutathion	Feuille	Palaniswamy et al., 2001
	Proline	Feuille	Yazici et al., 2007
	Mélatonine	Feuille	Simopoulos et al., 2005



---

**Activités biologiques de**  
*Portulaca oleracea* L.

---



Plusieurs études pharmacologiques ont confirmé que les plantes médicinales présentent un large éventail d'activités biologiques et que les espèces végétales peuvent contenir une gamme diversifiée de molécules bioactives responsables d'une collection de propriétés médicinales (Polya, 2013).

Il a été rapporté que *Portulaca oleracea* L. possède diverses activités pharmacologiques qui justifient sa valeur thérapeutique et ont établi son importance en tant qu'aliment fonctionnel (Zhou et al., 2015).

### **1. Activité Antioxydante**

La propriété antioxydante de *Portulaca oleracea* L. est attribuée à ses constituants, tels que les AG oméga-3 (Kaveh et al., 2017), les  $\alpha$ -tocophérols (Chan et al., 2000; Zhu et al., 2010), les alcaloïdes phénoliques (Yang et al., 2009), des vitamines A, C (acide ascorbique) (Liu et al., 2000), le  $\beta$ -carotène (Uddin et al., 2014), les bétacyanines (Wang et Yang, 2010).

De nombreuses études indiquent que les effets protecteurs du *Portulaca oleracea* L. pourraient être dus à son activité antioxydante (tableau V).

Les antioxydants neutralisent ou éliminent les radicaux libres avant qu'ils n'attaquent les cellules et autres composants biologiques. Ils sont donc essentiels au bien-être et à la protection d'une santé optimale (Percival, 1998).

Les pigments de proline et de bétalaïne qui sont produits dans le pourpier ont montré des propriétés antioxydantes et protègent la plante contre le stress salin (Mulry et al., 2015).

Dkhil et ses collaborateurs (2011) ont évalué les effets antioxydants du jus aqueux de *Portulaca oleracea* L. chez des rats albinos mâles adultes. Les résultats ont révélé que l'administration orale de jus de pourpier a augmenté les niveaux de superoxyde dismutase (SOD), de catalase (CAT), de glutathion peroxydase (GPx), de glutathion-S-transférase (GST), de glutathion réductase (GR) et de glutathion (GSH), et d'un autre côté a diminué le taux de malondialdéhyde (MDA) et d'oxyde nitrique (NO) dans le foie, les reins et les testicules des rats.

Une évaluation de l'effet du *Portulaca oleracea* L. sur le système reproducteur des souris femelles devenues âgées suite au D-galactose (D-gal) a été conduite par Ahangarpour et ses collaborateurs (2016). Ils ont rapporté que le D-gal augmente considérablement les niveaux de LH (Luteinizing Hormon), de FSH (Follicle-stimulating Hormone) et de (MDA), et diminue le niveau d'œstrogène et de progestérone ainsi que les activités de SOD et de CAT. Le pourpier a nettement inversé ces changements et a amélioré le vieillissement induit par le

D-gal.

Des preuves suggèrent que les espèces réactives d'oxygène (ERO) jouent un rôle dans la pathogenèse du diabète et de ses complications. Il existe une corrélation directe entre le stress oxydatif et le diabète. La SOD, en tant qu'antioxydant intrinsèque, réduit les effets toxiques des radicaux libres. Le MDA est un important peroxyde lipidique et un indicateur sensible du taux métabolique des radicaux libres. L'expérience a montré que le polysaccharide de *Portulaca oleracea* L. brute (CPOP) a réduit la teneur en MDA et a augmenté l'activité de SOD dans le tissu hépatique des rats diabétiques induits par la streptozotocine. Par conséquent, l'effet antidiabétique du CPOP est associé à son effet antioxydant (Bai et al., 2016).

Par ailleurs, Gai et ses collaborateurs (2016) ont montré que l'huile de graines de pourpier (PSO) présente une activité antioxydante in vitro dépendante de la dose, et inhibe l'oxydation des lipides de l'huile de cheval pendant le stockage. D'un autre côté, Kaveh et ses collaborateurs (2017) ont étudié les effets d'extrait hydro-éthanolique (70%) de la plante (1, 2 et 4 mg / mL) et de l'ALA (ALA, 0.2 et 0.4 mg / mL), comme l'un des principaux de ses constituants, sur les taux d'oxydants sériques et des cellules inflammatoires après avoir induit l'asthme par injection de l'ovalbumine (OVA) avec l'hydroxyde d'aluminium ( $Al(OH)_3$ ) chez le rat. Les résultats de cette étude ont révélé que l'extrait hydro-éthanolique de *Portulaca oleracea* L. et de l'ALA réduit les niveaux de nitrite ( $NO_2$ ), de nitrate ( $NO_3$ ) et de MDA. De plus, il augmente les niveaux de SOD, de CAT et de thiol.

Behravan et ses collaborateurs (2011), à la suite d'une expérience conduite cette fois-ci sur l'être humain, ont testés l'effet de l'extrait aqueux et éthanolique de *Portulaca oleracea* L. sur les dommages de l'ADN induits par le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) dans les lymphocytes humains. Les résultats de cette étude ont démontré que l'extrait aqueux inhibe significativement les dommages oxydatifs de l'ADN, alors que l'extrait éthanolique n'était pas efficace.

Une autre étude a pu dévoiler qu'une classe particulière de composés phytochimiques présents dans le pourpier, les tocophérols, sont capables de neutraliser les radicaux libres, de piéger les radicaux superoxydes et d'inhiber la peroxydation lipidique de manière très efficace, et contribue donc à la prévention des troubles associés (Lim et Quah (2006); Yazici et al., 2007; Rinaldi et al., 2010).

De plus, Arruda et ses collaborateurs (2004) ont évalué la capacité de *Portulaca oleracea* L. à réduire le stress oxydatif induit par une carence en vitamine A chez les rats, les résultats ont montré que l'ingestion des feuilles et des graines de pourpier réduit la concentration de l'acide thiobarbiturique (TBARS) hépatiques et cardiaques.

Wang et Yang (2010) ont évalué l'effet protecteur des bétacyanines de *Portulaca oleracea* L. contre la neurotoxicité induite par le D-gal chez la souris. Les résultats ont montré que les bétacyanines ont sensiblement inversé les troubles d'apprentissage et de mémoire induits par le D-gal. Ces résultats suggèrent que l'effet neuroprotecteur des bétacyanines contre la neurotoxicité induite par le D-gal pourrait être causé par une augmentation des activités des enzymes antioxydantes avec une réduction de la peroxydation lipidique. En comparaison avec la vitamine C, les bétacyanines ont un effet plus prononcé sur l'amélioration des déficits cognitifs chez la souris.

Une autre étude a montré que les alcaloïdes phénoliques (oléracéine A, oléracéine B et oléracéine E, isolées de *Portulaca oleracea* L) qui constituent une nouvelle classe d'agents antioxydants dans cette plante ont des activités antioxydantes. Ces alcaloïdes ont été déterminées sur la base de l'effet inhibiteur sur la peroxydation lipidique induite par le H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et l'activité de piégeage contre le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) dans un homogénat de cerveau de rat. Il a été trouvé que l'OE était le composé le plus puissant pour prévenir la formation de MDA (Yang et al., 2009).

Une récapitulation résumant les différents résultats de recherche concernant l'activité antioxydante de *Portulaca oleracea* L. est présenté sur le tableau V.

**Tableau V.** Effets antioxydants du *Portulaca oleracea* L.

<b>Type d'extrait ou de constituants</b>	<b>Modèle d'étude</b>	<b>Effet</b>	<b>Référence</b>
<b>Pigments proline et bétalaine</b>	Stress induit par une solution saline dans une plante.	Propriété antioxydantes et protège la plante.	Mulry et <i>al.</i> , 2015
<b>Jus aqueux</b>	Rats mâles albinos Waster	Augmentation des niveaux de SOD, CAT, GPx, GST, GR, GSH ainsi que MDA et NO diminués dans le foie, les reins et les testicules des rats.	Dkhil et <i>al.</i> , 2011
<b>Extrait éthanolique</b>	D-galactose induit le vieillissement chez les souris femelles	Diminué le niveau de LH et FSH et la teneur en MDA. Augmentation des niveaux d'œstrogène et de progestérone ainsi que des activités SOD et CAT.	Ahangarpour et <i>al.</i> , 2016
<b>Huile de graine</b>	Lipides d'huile de cheval.	Activité antioxydante in vitro. Inhibe l'oxydation des lipides de l'huile de cheval pendant le stockage.	Gai et <i>al.</i> , 2016
<b>CPOP</b>	Diabète induit par la streptozotocine chez le rat.	Réduction de teneur en MDA et augmentation des activités de SOD dans le tissu hépatique.	Bai et <i>al.</i> , 2016
<b>Extrait hydro-éthanolique à 70% et ALA</b>	Asthme induit par OVA + A1 (OH) 3 chez le rat	Atténué le NO <sub>2</sub> , le NO <sub>3</sub> et le MDA. Niveaux SOD, CAT et thiol augmentés.	Kaveh et <i>al.</i> , 2017
<b>Extrait aqueux et éthanolique</b>	Dommmages à l'ADN induits par H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dans les lymphocytes humains.	L'extrait aqueux de PO a inhibé les dommmages à l'ADN par dosage de comète, alors que cet effet n'était pas présent dans son extrait éthanolique.	Behravan et <i>al.</i> , 2011
<b>Alcaloïdes (oléracine A, B et E)</b>	Homogénats de cerveau de rat	Prévenir la formation des MDA.	Yang et <i>al.</i> , 2009
<b>Bétacyanines</b>	Neurotoxicité induite par D-gal chez la souris	Augmentation des activités des enzymes antioxydantes avec une réduction de la peroxydation lipidique.	Wang et Yang, 2010

## 2. Activité Antibactérienne

De nombreuses plantes (*Portulaca oleracea* L. inclus) et leurs extraits ont été utilisés en médecine traditionnelle pour traiter les maladies infectieuses et non infectieuses dans le monde. Ces plantes ont un large éventail de propriétés antibactériennes (Kahkonen et al., 1999; Li et Xie, 2000; Mousavi et al., 2015).

Chan et ses collaborateurs (2014) ont rapporté pour la première fois que deux composants actifs, les acides linoléique et oléique, ont été identifiés à partir de *Portulaca oleracea* L. et possédant une activité antibactérienne synergique lorsqu'ils sont combinés avec de l'érythromycine contre la bactérie *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) résistante à la méticilline (SARM), et agissent éventuellement en inhibant les pompes d'efflux des cellules bactériennes.

Dans une autre étude, Yong et ses collaborateurs (2017) ont montré l'effet antimicrobien de l'extrait des flavonoïdes de *Portulaca oleracea* L. (POFE) contre différentes souches de bactéries pathogènes : bactéries Gram-positives (*S. aureus* et *Micrococcus luteus*) et Gram -bactéries négatives (*Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella enterica*).

Après la détection de la prolifération des cellules bactériennes par la méthode de Bromure 3- (4,5-diméthylthiazol-2-yl) -2,5diphényltétrazolium (MTT), les travaux de Duffy et Power (2001) ont indiqué que le POFE présentait différents niveaux d'activités antibactériennes contre les bactéries Gram-positives et Gram-négatives, avec une activité évidente chez les bactéries à Gram-positif, en particulier *S.aureus*. Les raisons possibles de ces résultats peuvent être associées aux différences structurelles entre les parois cellulaires bactériennes Gram-positives et Gram-négatives, car ces dernières ont une membrane externe et un espace périplasmique unique.

L'activation de la voie apoptotique est un mécanisme clé impliqué dans la fonction des médicaments antibactériens. Les résultats de la double coloration de l'annexine V / PI ont montré que le taux d'apoptose des cellules de *S. aureus* augmente avec l'augmentation de la concentration de POFE de manière dose-dépendante. L'effet apoptotique du POFE sur les cellules de *S. aureus* a été confirmé par le biais du test TUNEL. Le signal positif TUNEL a augmenté de manière significative en fonction de la dose dans les cellules *S. aureus* traités au POFE, démontrant que la fragmentation de l'ADN de *S. aureus* se produit lors du traitement avec POFE (Duffy et Power, 2001).

### 3. Activité Anti-inflammatoire

L'inflammation est connue comme l'un des mécanismes protecteurs contre les stimuli nocifs. Si cette condition devient chronique, l'inflammation par elle-même provoque des blessures aux cellules et aux tissus (Medzhitov R, 2010; Zhou et al., 2016).

Deux alcaloïdes isolés de *Portulaca oleracea* L. l'oléracone et l'oléracimine, ont révélé des effets anti-inflammatoires importants sur les macrophages stimulés par les lipopolysaccharides (LPS). Ces composés empêchent la production de NO. De plus, ils diminuent significativement la sécrétion de l'interleukine 6 (IL-6), du facteur de nécrose tumorale  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), de la prostaglandine E2 ainsi que l'expression de la cyclooxygénase 2 (COX-2) et de la nitrique oxyde synthase inductible (iNOS) (Xu et al., 2017).

Kim et ses collaborateurs (2009) ont suggéré que l'expression de l'ARNm des facteurs inflammatoires, y compris le TNF- $\alpha$  et l'interleukine-1 bêta (IL-1 $\beta$ ), est supprimée par *Portulaca oleracea* L. de manière dose-dépendante, tandis que l'expression de COX-2 reste inchangée dans les cellules cancéreuses gastriques AGS stimulées par le LPS.

Dans une autre étude faite par Miao et ses collaborateurs (2019), les effets anti-inflammatoires de l'extrait de pourpier sur les cellules macrophages murines RAW 264.7 (Ralph And William's cell line 264.7) stimulées par le LPS ont été évalués. Les auteurs ont rapporté que les extraits réduisent de manière considérable la synthèse de NO induite par le LPS de manière dose-dépendante, ainsi que les niveaux d'expression de iNOS et de COX-2. Dans cette même étude il a été prouvé que les productions de TNF- $\alpha$  et d'IL-6 étaient considérablement réduites à la dose la plus élevée et que la translocation nucléaire de P65 a été partiellement empêchée par l'extrait, ce qui explique l'inhibition de la voie NF- $\kappa$ B. Par ailleurs, les auteurs ont également identifié dans l'extrait trois flavonoïdes: la lutéoline, le kaempférol et la quercétrine, et ont suggéré que ceux-ci pourraient être responsables de ses effets anti-inflammatoires.

Lee et ses collaborateurs (2012) ont indiqué dans leurs résultats de recherche que le prétraitement des cellules endothéliales de la veine ombilicale humaine (HUVEC) avec l'extrait aqueux de pourpier à un rôle important dans la suppression de la surproduction intracellulaire d'ERO induites par le TNF- $\alpha$ , dans la surexpression de la molécule d'adhésion intercellulaire-1 (ICAM-1), dans l'adhésion des cellules vasculaires molécule-1 (VCAM-1) et E-sélectine d'une manière dose dépendante. De plus, les auteurs ont trouvé que cet extrait empêche l'expression de l'ARNm induite par le TNF- $\alpha$  de l'interleukine-8 (IL-8) et de la protéine 1 chimioattractante des monocytes (MCP-1). Finalement, ils ont aussi prouvé que

l'extrait inhibe la translocation de NF- $\kappa$ B vers le noyau et sa liaison dans les cellules HUVEC. Ce qui suggère que l'extrait aqueux de *Portulaca oleracea* L. possède des effets thérapeutiques potentiels en inhibant le processus d'inflammation vasculaire ce qui pourrait être efficace dans la prévention et le traitement des maladies inflammatoires vasculaires.

Le manque d'apport en oxygène au niveau des tissus de l'organisme, désigné par le terme médical « hypoxie », est liée à de nombreux cas physiologiques et pathologiques tels que les maladies pulmonaires. Yue et ses collaborateurs (2015) ont démontré que l'administration prophylactique de l'extrait éthanolique de *Portulaca oleracea* L. diminue la perméabilité vasculaire et empêche la régulation positive du NF $\kappa$ B suite à un œdème pulmonaire induit par l'hypoxie chez la souris. De plus, l'étude menée par les mêmes auteurs a montré que l'extrait atténue les niveaux de cytokines pro-inflammatoires (IL-1 $\beta$  et TNF- $\alpha$ ) et de molécules d'adhésion cellulaire (ICAM-1, VCAM-1 et P-sélectine) dans les poumons des souris traitées par rapport au groupe d'hypoxie. Ils ont aussi noté que l'extrait éthanolique de pourpier avait des activités efficaces et protectrices contre l'œdème et l'hypoxie pulmonaire des souris.

Ces dernières années, plusieurs études telles que celles de Malek et ses collaborateurs (2004) et Bai et ses collaborateurs (2016) ont rapporté que l'inflammation induite par les cytokines est responsable de la pathogenèse du diabète sucré de type II. Certaines cytokines inflammatoires, dont le TNF- $\alpha$  et l'IL-6, sont impliquées dans la causalité de la résistance à l'insuline et augmentent le risque de dysfonctionnement microvasculaire dans le diabète de type II. Le CPOP a diminué le taux de TNF- $\alpha$  et d'IL-6 chez les rats diabétiques. Ces résultats indiquent que l'effet anti-diabétique du CPOP peut être lié pas seulement à des effets antioxydants mais aussi à des effets anti-inflammatoires. De plus, il a été révélé que les AG oméga-3 contenus dans les feuilles de *Portulaca oleracea* L. possèdent de fortes propriétés anti-inflammatoires.

Dans le tableau VI est présenté un résumé récapitulatif de l'ensemble des effets anti-inflammatoires du pourpier.

**Tableau VI.** Effets anti-inflammatoires du *Portulaca oleracea* L.

Type d'extrait ou de constituants	Modèle d'étude	Effet	Référence
<b>Oléacone et oléracimine</b>	Macrophages stimulés par le LPS	Diminution de la sécrétion d'IL-6, TNF- $\alpha$ , NO, prostaglandine E2, ARNm cyclooxygénase 2 et inductible oxyde nitrique synthase	Xu et <i>al.</i> , 2017
<b>Extrait éthanolique (90%)</b>	Cellules cancéreuses gastriques AGS stimulées par le LPS	Diminution de l'expression de l'ARNm de TNF- $\alpha$ et IL-1 $\beta$	Kim et <i>al.</i> , 2009
<b>Extrait aqueux</b>	Cellules HUVEC	Suppression de la surexpression de ICAM-1, VCAM-1, E-sélectine, IL-8, MCP-1.  Translocation de NF- $\kappa$ B vers le noyau et la liaison NF- $\kappa$ B.	Lee et <i>al.</i> , 2012
<b>Extrait éthanolique à 80%</b>	Œdème pulmonaire induit par l'hypoxie chez la souris	Réduction de la perméabilité vasculaire, de la régulation positive de NF- $\kappa$ B, des niveaux d'IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , ICAM-1, VCAM-1 et P-sélectine	Yue et <i>al.</i> , 2015
<b>CPOP</b>	Diabète induit par la streptozotocine chez le rat	Taux de TNF- $\alpha$ , IL-6, SOD et MDA atténués	Bai et <i>al.</i> , 2016

#### 4. Activité Antidiabétique

Le diabète sucré (DS) est un trouble métabolique répandu et croissant qui se distingue par le manque de capacité du corps à réguler l'homéostasie du glucose et de l'insuline. Les plantes médicinales sont utilisées dans le traitement de DS, et elles ont moins d'effets secondaires que les drogues synthétiques (Blair, 2016; Tundis et *al.*, 2010).

Récemment, Hadi et ses collaborateurs (2019) ont signalé que la supplémentation en *Portulaca oeracea* L. à des implications prometteuses pour améliorer l'état glycémique et les concentrations lipidiques sanguines, en particulier chez les sujets diabétiques, qui ont un métabolisme anormal du glucose et des lipides.

D'un autre côté, Hussein et ses collaborateurs (2010), dans leurs travaux, ont référé l'effet antidiabétique à une teneur élevée en flavonoïdes, composés phénoliques, mélatonine et en AG oméga-3 trouvés dans l'extrait éthanolique de pourpier. Cependant, il ont montré que d'autres composés bioactifs trouvés (dopamine, dopa, coumarines, alcaloïdes et saponines) peuvent influencer le métabolisme du glucose par plusieurs mécanismes, tels que la stimulation de la sécrétion d'insuline par les cellules pancréatiques  $\beta$ , la modulation de la production et la libération de glucose par le foie, , l'activation des récepteurs de l'insuline et l'absorption du glucose dans les tissus sensibles à l'insuline et l'inhibition de la digestion des glucides et l'absorption du glucose dans l'intestin par les alcaloïdes phénoliques: l'Oléracéine E (OE) et l'Oléracéine L (OL), en inhibant les enzymes digestives  $\alpha$ -amylase et  $\alpha$ -glucosidase, avec une activité inhibitrice d' $\alpha$ -glucosidase plus élevée chez l'OE (Hanie *et al* 2019).

L'effet hypoglycémique de *Portulaca oeracea* L. chez les rats diabétiques induit par l'alloxane a été évalué par Da-wei et ses collaborateurs (2010). Ils ont observé qu'après le traitement pendant 28 jours avec des doses faibles et élevées de l'extrait de pourpier, les niveaux de glucose dans le sang ont diminué de manière dose-dépendante, ce qui suggère que *Portulaca oeracea* L. avait une capacité hypoglycémique à long terme. De plus, l'extrait a amélioré la diminution du poids corporel observée pendant 28 jours après l'injection d'alloxane.

Ryle et ses collaborateurs (1984) ont indiqué que le mécanisme possible de l'extrait de pourpier pourrait être corrélé avec la promotion de la sécrétion d'insuline par la fermeture des canaux  $K^+ -ATP$ , la dépolarisation membranaire et la stimulation de l'influx de  $Ca^{2+}$ , une première étape clé de la sécrétion d'insuline.

Dans une autre étude, Gu et ses collaborateurs (2015) ont comparé les différentes activités antidiabétiques entre *Portulaca oleracea* L. fraîche et séchée, y compris les activités hypoglycémiques. Les résultats ont indiqué que les deux états frais et séché de la plante possèdent des activités antidiabétiques, avec une activité plus forte observée dans l'herbe fraîche.

L'étude de Gong et ses collaborateurs (2009), a indiqué que le traitement par le CPOP pendant 28 jours chez les souris diabétiques a entraîné une diminution significative des concentrations de glucose dans le sang à jeun (FBG), de cholestérol total (TC) et de TG. De plus, le CPOP a augmenté de manière significative la concentration de HDL, le poids corporel et le niveau d'insuline sérique chez les souris. Ce qui suggère que le CPOP peut contrôler la

glycémie et moduler le métabolisme du glucose et des lipides sanguins chez les souris diabétiques.

Le travail de recherche mené par Lim et Brubaker, (2006) et Heidarzadeh et ses collaborateurs (2013) a dévoilé que la consommation de graines de pourpier pouvait augmenter énormément les niveaux de peptide 1 de type glucagon (GLP-1) chez les personnes atteintes de diabète de type II.

Lee et ses collaborateurs (2012), ont montré que l'extrait aqueux de *Portulaca oleracea* L. prévient également l'inflammation vasculaire diabétique, l'hyperglycémie et le dysfonctionnement endothélial diabétique chez les souris diabétiques de type II, suggérant son rôle protecteur contre le diabète et les complications vasculaires associées.

## **5. Activité Anticancéreuse**

Des études antérieures ont montré que la médecine traditionnelle pouvait être une source prometteuse de traitement médicamenteux anticancéreux potentiel.

Certains des composés trouvés dans *Portulaca oleracea* L. y compris les AG oméga-3 et en particulier l'ALA, sont considérés comme des suppresseurs de tumeurs (Mulry, 2015).

De même, Il a été démontré que les polysaccharides de pourpier portent des activités antitumorales en renforçant le système immunitaire (Georgiev et *al.*, 2017). En effet, Shen et ses collaborateurs (2013) ont pu prouver que ces polysaccharides inhibent la croissance tumorale dans les modèles animaux et augmentent l'immunité animale, notamment le POL-P3b est le polysaccharide possédant une activité antitumorale relative plus élevée *in vitro* que d'autres polysaccharides de pourpier. Les différences d'activité antitumorale parmi les diverses fractions polysaccharidiques sont probablement dues à leur composition monosaccharidique différente, car il a été signalé que l'activité antitumorale du polysaccharide pouvait dépendre de sa composition monosaccharidique, de son poids moléculaire et de la structure du squelette polymère (Cui et *al.*, 2007; Tao et *al.*, 2009).

Zhao et ses collaborateurs (2013) ont trouvé que le traitement avec le POL-P3b inhibe la prolifération des lignées cellulaires cancéreuses du col utérin (HeLa) en fonction de la dose et du temps, en induisant un arrêt de phase Sub-G1. Cette découverte constitue un mécanisme d'action supplémentaire dans le retard de la croissance des cellules HeLa par le POL-P3b. De plus le POL-P3b augmente considérablement le niveau cellulaire de la protéine p53 qui conduit à la libération de facteur mitochondrial cytochrome C vers le cytosol, et à l'activation de la caspase-9 qui permet de cliver les caspases effectrices en aval, y compris les caspases-3,

qui conduisent aux caractéristiques de l'apoptose des cellules cancéreuses (Boatright et Salvesen, 2003). Toutefois, d'après Zhao et ses collaborateurs (2019) ce POL-P3b induit non seulement l'apoptose chez des souris xénotransplantées avec des lignées cellulaires cancéreuses du col utérin, mais cause également des dommages importants de l'ADN.

Li et ses collaborateurs (2015) ont récemment démontré que les polysaccharides améliorent la survie des cellules immunitaires telles que les cellules dendritiques (DC). Ils ont constaté que le POL-P3b pourrait inhiber la croissance du carcinome cervical par administration orale, et que le mécanisme est lié à l'induction d'une protection contre l'apoptose des DC intestinale induite par la tumeur en stimulant la voie de signalisation TLR4/PI3K/ AKT-NF- $\kappa$ B. Cette étude a permis de mieux comprendre que le POL-P3b peut être utilisé comme agent diététique pour renforcer l'immunité contre les tumeurs (Zhao et *al.*, 2019).

Une étude sur les dérivés sulfatés du polysaccharide de pourpier, menée par Chen et ses collaborateurs (2010), a révélé que ceux-ci ont des effets cytotoxiques sur les cellules de carcinome hépatocellulaire humain (HepG2) et les cellules HeLa. Les résultats ont montré que ces dérivés sulfatés suppriment la croissance de ces cellules cancéreuses. Ce qui suggère que la sulfatation du polysaccharide de *Portulaca oleracea* L. augmente sa toxicité pour les cellules tumorales.

Farshori et ses collaborateurs (2014) ont découvert les propriétés anticancéreuses de l'extrait de graines de *Portulaca oleracea* L. sur les cellules HepG2. Les résultats obtenus ont révélé que l'extrait atténue remarquablement la viabilité des cellules HepG2 d'une manière dose dépendante. De plus, il diminue la morphologie et la capacité d'adhésion typique des cellules HepG2, ce qui confirme les propriétés anticancéreuses de pourpier dans les cellules HepG2.

En outre, Gai Guo et ses collaborateurs (2016) ont montré que l'huile de graines de pourpier (PSO) a notamment empêché la croissance des cellules HeLa du cancer du col utérin, les cellules Eca-109 du cancer de l'œsophage et les cellules MCF-7 du cancer du sein.

Il a été également démontré que d'autres composés bioactifs dans *Portulaca oleracea* L. notamment les alcaloïdes, les homoisoflavonoïdes et les cérébrosides, possèdent des effets cytotoxiques *in vitro* contre les lignées cellulaires cancéreuses humaines. Zheng et ses collaborateurs (2014) ont suggéré que le Portulacacérebroside A (PCA), un nouveau composé cérébroside isolé à partir de *Portulaca oleracea* L. a réduit la viabilité des cellules HCCLM3 du cancer du foie humain. De plus, le PCA a considérablement augmenté le pourcentage de

cellules apoptotiques, la phosphorylation de p38 MAPK et JNK, la libération de cytochrome C et le facteur inducteur de l'apoptose (FIA) mitochondrial dans le cytosol ainsi que l'activation de la caspase-9 et de la caspase-3 dans les cellules cancéreuses hépatiques HCCLM3.

Une synthèse récapitulative des effets antitumoraux du pourpier est donnée dans le tableau **VII**.

**Tableau VII.** Effets antitumoraux de *Portulaca oleracea* L.

Type d'extrait ou de constituants	Modèle d'étude	Effet	Référence
<b>POL-P3b</b>	Lignées cellulaires cancéreuses du col utérin (HeLa)	Retard de la croissance via l'arrêt du cycle cellulaire en phase Sub-G1. Augmentation de niveaux de p53, la libération de cytochrome C mitochondrial dans le cytosol ainsi que l'activation de la caspase-9 et la caspase-3. Dommages de l'ADN.	Zhao et al., 2013
<b>POL-P3b</b>	Cellules dendritiques (DC).	Protection contre l'apoptose par stimulation de la voie de signalisation TLR4 / PI3K / AKT-NF- $\kappa$ B	Zhao et al., 2019
<b>Dérivés sulfatés du polysaccharide</b>	Lignées cellulaires cancéreuses HepG2 et HeLa	Supprimé la croissance des cellules HeLa et HepG2.	Chen et al., 2010
<b>Portulacerebroside A (PCA)</b>	Cellules HCCLM3 du cancer du foie humain	Réduit la viabilité. Augmentation du pourcentage de cellules apoptotiques, la phosphorylation de p38 MAPK et JNK, la libération de cytochrome C et FIA mitochondrial dans le cytosol ainsi que l'activation de la caspase-9 et la caspase-3.	Zheng et al., 2014
<b>Extrait de graine</b>	Cellules HepG2 cancéreuses.	Atténue la viabilité cellulaire HepG2, la morphologie typique et la capacité d'adhésion des cellules HepG2.	Farshori et al., 2014
<b>Huile de graines (PSO)</b>	Cellules cancéreuses HeLa, Eca-109, MCF-7	Empêche la croissance cellulaire.	Gai et al., 2016

## 6. Activité Bronchodilatatrice

De nos jours, on est bien convaincu que plusieurs plantes médicinales et certaines substances pharmacologiquement actives de plantes médicinales exercent des effets relaxants musculaires, en d'autre terme des effets bronchodilatateurs (Farzaneh et Mohammad, 2015).

Des études antérieures ont montré différents effets pharmacologiques de *Portulaca oleracea* L. notamment un effet relaxant bronchodilatateur sur les muscles lisses chez les patients asthmatiques (Malek et *al.*, 2004) qui se traduit par les mécanisme suivants (Martin et *al.*, 1994; Linden et *al.*, 1993; Meini et *al.*, 1993; Buckle et *al.*, 1993; Van Amsterdam et *al.*, 1989; Miyahara et *al.*, 1993):

- la stimulation de B2 adrénorécepteurs,
- la stimulation du système nerveux inhibiteur non adrénergique non cholinergique (NANC), ou l'inhibition de la stimulation de NANC,
- l'activité méthylxanthine,
- l'ouverture de canaux potassiques,
- l'inhibition de la phosphodiesterase,
- l'antagonisme calcique.

L'extrait hydro-éthanolique de *Portulaca oleracea* L. à un effet stimulant sur les  $\beta$  adrénorécepteurs et un effet bloquant sur les récepteurs muscariniques en fonction de la dose dans les muscles lisses trachéaux des cobayes ont été démontrés, respectivement, par Boskabady et ses collaborateurs (2016) et Hashemzahi et ses collaborateurs (2016).

Enfin, il convient de signaler que plusieurs études ont montré que la quercétine extraite de *Portulaca oleracea* L. est un composant qui possède des effets relaxants musculaires.

Dans le tableau **VIII**, est présenté un sommaire sur les effets bronchodilatateurs des extraits de pourpier et de sa composante la quercétine.

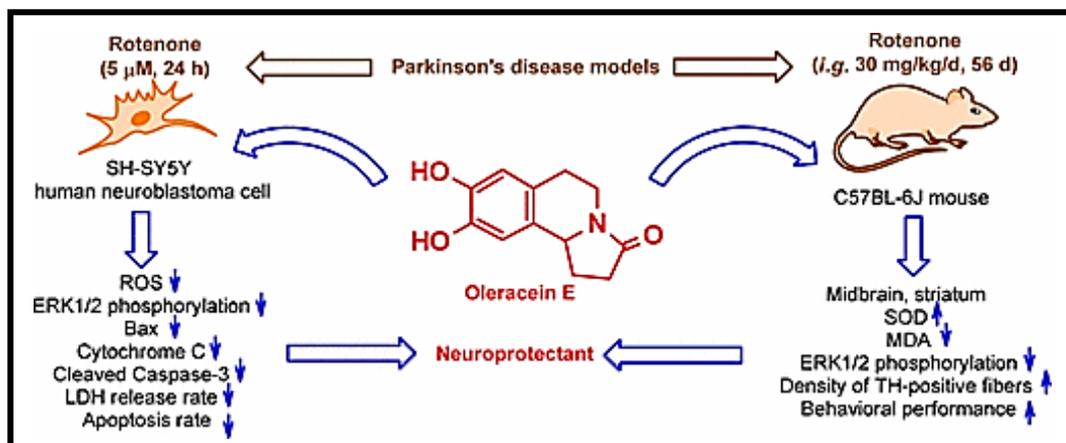
**Tableau VIII.** Effets bronchodilatateurs des extraits de *Portulaca oleracea* L. et de la quercétine.

Plante	Extrait/Composant	Modèle d'étude	Effet	Référence
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Extraits bouillis et aqueux	Chaînes trachéales de cobaye	Effet relaxant sur les chaînes trachéales	Boskabady et al., 2004
	Hydro-éthanolique	Muscles lisses trachéaux de Cochon d'Inde	Effet stimulant sur les récepteurs $\beta$ -adrénergiques et blocage du récepteur muscarinique	Hashemzehi et al., 2016 Boskabady et al., 2016
<b>Composant de P. Oleracea</b>	Quercétine	Aorte de rat isolée	Effet vasodilatateur sur l'aorte de rat isolée	Duarte et al., 1993
		Muscle lisse vasculaire de rat	Effet inhibiteur sur les contractions phasiques	Duarte et al., 1994
		Cellules musculaires lisses aortiques humaines	Inhibe la prolifération des cellules musculaires lisses, inhibe l'induction induite par le TNF- $\alpha$ de l'activité enzymatique MMP-9, diminue l'activité de liaison de NF $\kappa$ B	Moon et al., 2003
		Aorte de rat	Réponse vasorelaxante	Ajay et al., 2003
		Aorte thoracique de rat	Sensibilité vasoconstricteur réduite dans l'anneau aortique de rat	Khoo et al., 2010
		Cochon d'Inde	Muscle lisse trachéal détendu	Joskova et al., 2011

## 7. Activité Neuroprotective

L'Oléracéine E (OE) est une classe remarquable d'antioxydants chez *Portulaca oleracea* L. (Yang et al., 2009). L'OE a été étudié par Sun et ses collaborateurs (2017) pour tester ses effets neuroprotecteurs sur la toxicité induite par la roténone dans des modèles cellulaires humaines et des souris de la maladie de Parkinson (MP). La synthèse des différents résultats enregistrés sur ces modèles, telle que schématisée sur la figure 5, peut être résumée comme suit:

- Le pré-traitement avec l'OE a diminué la libération de lactate déshydrogénase (LDH) et le taux d'apoptose dans les cellules de neuroblastome humain SH-SY5Y traitées à la roténone.
- L'OE réduit les niveaux des ERO, inhibe la phosphorylation d'ERK1 / 2, réduit la régulation positive induite par la roténone de la protéine pro-apoptotique Bax et empêche la libération du cytochrome C et l'activation de la caspase-3.
- Dans un modèle de souris C57BL-6 J traité à la roténone, l'OE améliore la fonction motrice, augmente l'activité de SOD, diminue la teneur en MDA et réduit la phosphorylation de ERK1 / 2 dans le mésencéphale et le striatum des souris. En outre, l'OE préserve les neurones TH positives et maintient la densité des fibres dopaminergiques (DAergic) dans la substance noire pars compacta (SNpc).



**Figure 5.** Effet neuroprotecteur de l'OE sur des modèles cellulaires humaines et des souris de la maladie Parkinson induite par la roténone (Hongxiang et *al.*, 2016).

En conclusion, on doit noter que l'OE mérite d'être exploré plus en détail pour ses propriétés neuroprotectrices dans la prévention et le traitement de la MP.

### **Toxicité de *Portulaca oleracea* L.**

Malgré les effets thérapeutiques des plantes médicinales, celles-ci doivent être utilisées avec la plus grande prudence car elles peuvent avoir un risque de toxicité (Fouché et al, 2000). En effet un regain d'intérêt envers la phytothérapie durant ces dernières années a permis d'approfondir l'analyse de son efficacité thérapeutique et de son aspect toxicologique (De Smet, 1993).

Plusieurs travaux ont été réalisés sur la toxicité de *Portulaca oleracea* L, l'étude de Musa et ses collaborateurs (2007) a montré que cette plante n'est pas toxique et ça, jusqu'à des doses supérieures à 1.8 g/kg. Par ailleurs, dans une autre étude, les auteurs ont observé une très faible toxicité puisqu'aucune mort n'a été enregistrée chez les rats qui ont reçus des doses maximales de 2 g/kg (Kishore et al., 2013) et de 10 g/kg (EL-Newary, 2016).

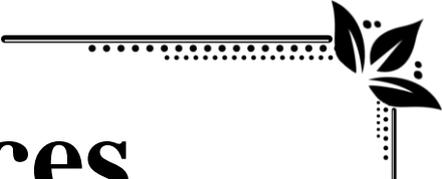
## Conclusion

Ce travail se focalise sur la recherche approfondie des différentes caractéristiques de la plante *Portulaca oleracea* L. ainsi que son potentiel nutritionnel et ses propriétés fonctionnels et pharmacologiques. Une recherche bibliographique rigoureuse a permis, dans un premier temps, de rassembler et d'étudier l'ensemble des travaux publiés sur la dite plante. Par la suite, les résultats obtenus ont été synthétisés, classifiés et présentés d'une manière simple et organisée tout en utilisant des tableaux récapitulatifs pour y faciliter l'accès et l'usage.

Après avoir présenté les caractéristiques morphologiques, la répartition géographique, l'utilisation traditionnelle et la classification botanique du pourpier, une investigation rigoureuse sur sa composition chimique a révélé l'existence d'une nouvelle classe d'antioxydant (oléracéines) qui lui est spécifique et qui va contribuer dans l'effet antioxydant, antidiabétique et neuroprotecteur de la plante. En plus, d'autres composants ont été identifiés et présentés notamment l'AG oméga-3 et les polyphénols.

Dans une deuxième étape, une attention particulière a été donnée aux résultats sur les activités biologiques du pourpier. En effet, sept activités biologiques principales, en relation avec diverses pathologies, ont été retenues et leurs mécanismes d'action ont été mis en exergue. L'ensemble de ces résultats a permis de constater que la *Portulaca oleracea* L. est une plante très intéressante sur le plan médical et qui dispose d'un large spectre pharmacologique.

Il reste à signaler, cependant, que plusieurs traitements médicaux traditionnels à base de pourpier n'ont pas fait l'objet de recherche afin d'en justifier scientifiquement l'utilisation; ce qui laisse la porte grande ouverte pour d'éventuelles recherches afin d'évaluer l'efficacité et le dosage approprié de ces traitements et développer des formes posologiques sûres et efficaces à partir de cette plante avec une étude approfondie sur sa toxicité.



**Références**

**bibliographiques**



## A

**Ahangarpour A, Lamoochi Z, Moghaddam HF, Mansouri SMT (2016)** Effects of *Portulaca oleracea* ethanolic extract on reproductive system of aging female mice. *International Journal of Reproductive BioMedicine*, **14**(3), pp.205-212. DOI: [10.29252/ijrm.14.3.205](https://doi.org/10.29252/ijrm.14.3.205)

**Ajay M, Gilani A-uH, Mustafa MR (2003)** Effects of flavonoids on vascular smooth muscle of the isolated rat thoracic aorta. *Life Sciences*, **74**(5), pp.603–12. DOI: [10.1016/j.lfs.2003.06.039](https://doi.org/10.1016/j.lfs.2003.06.039)

**Akobundu O, Agyakw CW (1989)** Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest. 2 éd., Ibadan, Nigeria, 522p.

**Aronson JA (1989)** Haloph: A database of salt tolerance plants of the world. Office of Arid Land Studies. The University of Arizona, Tucson, 77p.

**Arruda SF, Siqueira EMA, Souza EMT (2004)** Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) and purslane (*Portulaca oleracea*) leaves reduce oxidative stress in vitamin A-deficient rats. *Annals of Nutrition and Metabolism*, **48**(4), pp.288–295. DOI: [10.1159/000081075](https://doi.org/10.1159/000081075)

## B

**Bai Y, Zang X, Ma J, Xu G (2016)** Anti-diabetic effect of *Portulaca oleracea* L. Polysaccharide and its mechanism in diabetic rats. *International Journal of Molecular Sciences*, **17**(8), pp.1201. DOI: [10.3390/ijms17081201](https://doi.org/10.3390/ijms17081201)

**Bailey LH, Bailey EZ (1976)** Hortus third: a concise dictionary of plants cultivated in the United States and Canada. 1 éd., MacMillan, New York, 1290p.

**Behravan J, Mosafa F, Soudmand N, Taghiabadi E, Razavi BM, Karimi G (2011)** Protective effects of aqueous and ethanolic extracts of *Portulaca oleracea* L. aerial parts on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced DNA damage in Lymphocytes by Comet Assay. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, **4**(3), pp.193–7. DOI: [10.1016/j.jams.2011.09.008](https://doi.org/10.1016/j.jams.2011.09.008)

**Beloued A (2005)** Plantes médicinales d'Algérie. Éd. Office des publications universitaires, Alger, 284p.

**Blair M (2016)** Diabetes Mellitus Review. *Urologic Nursing Journal*, **36**(1), pp.27-36. DOI: [10.7257/1053-816X.2016.36.1.27](https://doi.org/10.7257/1053-816X.2016.36.1.27)

**Boatright KM, Salvesen GS (2003)** Mechanisms of caspase activation. *Current Opinion in Cell Biology*, **15**(6), pp.725–731. DOI: [10.1016/j.ceb.2003.10.009](https://doi.org/10.1016/j.ceb.2003.10.009)

**Boskabady M, Broshaki M, Aslani M, Malek F (2004)** Possible mechanisms of relaxant effect of *Portulaca oleracea* on tracheal chains of guinea pig. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, **3**(2), pp.51–51. DOI: [10.22037/IJPR.2010.445](https://doi.org/10.22037/IJPR.2010.445)

**Boskabady MH, Hashemzahi M, Khazdair MR, Askari VR (2016)** Hydro-ethanolic Extract of *Portulaca oleracea* Affects Beta-adrenoceptors of Guinea Pig Tracheal Smooth Muscle. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, **15**(4), pp.867-874. DOI: [10.22037/IJPR.2016.1913](https://doi.org/10.22037/IJPR.2016.1913)

**Bosi G, Guarrera MP, Rinaldi R, Bandini M (2009).** Ethnobotany of purslane (*Portulaca oleracea* L.) in Italy and morphobiometric analyses of seeds from archaeological sites in the Emilia Romagna Region (Northern Italy). *STAMPA*, **3**, pp.129-139. DOI: <http://hdl.handle.net/11380/626038>

**Bourgeois T, Merlier H (1995)** Adventrop: Les adventices d'Afrique soudano- sahélienne. 1 éd., Montpellier, France, 640p.

**Boutebko S, Boutenko V, Soria C (2008)** Fresh: The Ultimate Live-Food Cookbook. Kindle Edition, North Atlantic Books, 256p.

**Boulos L et El Hadidi MN (1984)** The weed flora of Egypt. The American University in Cairo Press. 2 éd., American University in Cairo Press, 178p.

**Bown D (1995)** Encyclopedia of herbs and their uses. Éd illustrée, Dorling Kindersley, London, 424p.

**Buckle DR, Arch JRS, Boering NE, Foster KA, Taylor JF, Taylor SG, Shaw DJ (1993)** Relaxation effect of potassium channel activators BRL 38227 and Pinacidil on guinea-pig and human airway smooth muscle, and blockade of their effects by Glibenclamide and BRL 31660. *Pulmonary Pharmacology*, **6**(1), pp.77–86. DOI: [10.1006/pulp.1993.1011](https://doi.org/10.1006/pulp.1993.1011)

## C

**Chan BC, Han XQ, Lui SL, et al (2014)** Combating against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* - two fatty acids from Purslane (*Portulaca oleracea* L.) exhibit synergistic effects with erythromycin. *journal of pharmacy and pharmacology*, **67**(1), pp.107-116. DOI: [10.1111/jphp.12315](https://doi.org/10.1111/jphp.12315)

**Chandrasekhar J, Sonika G, Madhusudhan MC, Raghavarao KSMS (2015)** Differential partitioning of betacyanins and betaxanthins employing aqueous two phase extraction. *Journal of Food Engineering*, **144**, pp. 156-163. DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2014.07.018](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.07.018)

**Chan K, Islam MW, Kamil M, Radhakrishnan R, Zakaria MNM, Habibullah M, et al (2000)** The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *Sativa* (Haw.) Celak. *Journal of Ethnopharmacology*, **73**(3), pp.445-451. DOI: [10.1016/s0378-8741\(00\)00318-4](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(00)00318-4)

**Chen J, Shi YP, Liu JY (2003)** Determination of noradrenaline and dopamine in Chinese herbal extracts from *Portulaca oleracea* L. by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, **1003**(1-2), pp.127–132. DOI: [10.1016/s0021-9673\(03\)00786-6](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(03)00786-6)

**Chen T, Wang J, Li Y, Shen J, Zhao T, Zhang H (2010)** Sulfated modification and cytotoxicity of *Portulaca oleracea* L. polysaccharides. *Archives of Microbiology*, **27**(6), pp.635-42. DOI: [10.1007/s10719-010-9307-0](https://doi.org/10.1007/s10719-010-9307-0)

**Cocher E (1998)** Celse, Scribonius, Aurelianus et la douleur dentaire. Trois conceptions différentes, Chirurgien-dentiste de France **908**, pp.68-73.

**Cui F, Tao W, Xu Z, Guo W, Xu H, Ao Z, et al. (2007)** Structural analysis of antitumor heteropolysaccharide GFPS1b from the cultured mycelia of *Grifola frondosa* GF9801. *Bioresource Technology*, **98**(2), pp.395-401. DOI: [10.1016/j.biortech.2005.12.015](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.12.015)

## D

**Da-wei, G, QinWang L, Yu-sheng F (2010)** Hypoglycemic effects and mechanisms of *Portulaca oleracea* L. in alloxan-induced diabetic rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, **4**(19), pp.1996-2003. DOI: [10.5897/JMPR10.181](https://doi.org/10.5897/JMPR10.181)

**Demirhan E, Özbek B (2010)** Drying kinetics and effective moisture diffusivity of purslane undergoing microwave heat treatment. *Korean Journal of Chemical Engineering*, **27**(5), pp.1377-1383. DOI: [10.1007/s11814-010-0251-2](https://doi.org/10.1007/s11814-010-0251-2)

**De Smet P (1993)** An introduction to herbal pharmacoepidemiology. *Journal of Ethnopharmacology*, **38**(2-3), pp.189-195. DOI: [10.1016/0378-8741\(93\)90016-x](https://doi.org/10.1016/0378-8741(93)90016-x)

**Dkhil MA, Moniem AEA, Al-Quraishy S, Saleh RA (2011)** Antioxidant effect of purslane (*Portulaca oleracea*) and its mechanism of action. *Journal of medicinal plant research*, **5**(9), pp.1589-1593.

**Duarte J, Pérez-Vizcaíno F, Zarzuelo A, Jiménez J, Tamargo J (1994)** Inhibitory effects of quercetin and staurosporine on phasic contractions in rat vascular smooth muscle. *European Journal of Pharmacology*, **262**(1-2), pp.149-156. DOI: [10.1016/0014-2999\(94\)90038-8](https://doi.org/10.1016/0014-2999(94)90038-8)

**Duarte J, Pérez-Vizcaíno F, Zarzuelo A, Jiménez J, Tamargo J (1993)** Vasodilator effects of quercetin in isolated rat vascular smooth muscle. *European Journal of Pharmacology*, **239**(1-3), pp.1-7. DOI: [10.1016/0014-2999\(93\)90968-n](https://doi.org/10.1016/0014-2999(93)90968-n)

**Duffy CF, Power RF (2001)** Antioxidant and Antimicrobial Properties of Some Chinese Plant Extracts. *International of Journal Antimicrobial Agents*, **17**(6), pp.527-529. DOI: [10.1016/s0924-8579\(01\)00326-0](https://doi.org/10.1016/s0924-8579(01)00326-0)

## E

**Elkhatay ES, Ibrahim SRM, Aziz MA (2008)** Portulene, a new diterpene from *Portulaca oleracea* L., *Journal of Asian Natural Products Research*, **10**(11-12), pp.1039–1043. DOI: [10.1080/10286020802320590](https://doi.org/10.1080/10286020802320590)

**El-Newary SA (2016)** The hypolipidemic effect of *Portulaca oleracea* L. stem on hyperlipidemic Wister Albino rats. *Annals of Agricultural Sciences*, **61**(1), pp.111-124. DOI: [10.1016/J.AOAS.2016.01.002](https://doi.org/10.1016/J.AOAS.2016.01.002)

**Erkan N (2012)** Antioxidant activity and phenolic compounds of fractions from *Portulaca oleracea* L. *Food Chemistry*, **133**(3), pp.775-781. DOI: [10.1016/j.foodchem.2012.01.091](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.091)

## F

**Farshori NN, Al-Sheddi ES, Al-Oqail MM, Musarrat J, Al-Khedhairi AA, Siddiqui MA (2014)** Cytotoxicity Assessments of *Portulaca oleracea* and *Petroselinum sativum* Seed Extracts on Human Hepatocellular Carcinoma Cells (HepG2). *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, **15**(16), pp.6633-6638. DOI: [10.7314/apjcp.2014.15.16.6633](https://doi.org/10.7314/apjcp.2014.15.16.6633)

**Farzaneh Shakeri and Mohammad Hossein Boskabady (2015)** A review of the relaxant effect of various medicinal plants on tracheal smooth muscle, their possible mechanism(s) and potency, *Journal of Ethnopharmacology*, **174**, pp.528-548. DOI: [10.1016/j.jep.2015.10.017](https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.10.017)

**Foster CO (1980)** Purslane *Portulaca oleracea*. Herb-Q. *Uphill Press*, **2(7)**, pp.22.

**Fouché JG, Marquet A et Hambuckers A (2000)** Les plantes médicinales: de la plante au médicament «Observatoire du monde des plantes» édition., Sart-tilman, Liège.

## G

**Gai Guo LY, Fan S, Jing S, Yan LJ (2016)** Antioxidant and Antiproliferative Activities of Purslane Seed Oil. *Journal of Hypertension*, **5(2)**, pp.218-224. DOI: [10.4172/2167-1095.1000218](https://doi.org/10.4172/2167-1095.1000218)

**Georgiev YN, Ognyanov MH, Kiyohara H, Batsalova TG, Dzhabazov BM, Ciz M, et al (2017)** Acidic polysaccharide complexes from purslane, silver linden and lavender stimulate Peyer's patch immune cells through innate and adaptive mechanisms. *International Journal of Biological Macromolecules*, **105**, pp.730-740. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2017.07.095](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.095)

**Gill I, Valivety R (1997)** Polyunsaturated fatty acids. Part 1: occurrence, biological activities and applications. *Trends in Biotechnology*, **15(10)**, pp.401-409. DOI: [10.1016/s0167-7799\(97\)01076-7](https://doi.org/10.1016/s0167-7799(97)01076-7)

**Gong F, Li F, Zhang L, Li J, Zhang Z, Wang G (2009)** Hypoglycemic effects of crude polysaccharide from purslane. *International Journal of Molecular Sciences* **10(3)**, pp.880-888. DOI: [10.3390/ijms10030880](https://doi.org/10.3390/ijms10030880)

**Gorman M (1988)** Purslane goes American. *Org.Gard*, **35(6)**, pp.68-69.

**Grubben GJH, Denton OA (2004)** Légumes. Wageningen, Fondation PROTA, 737p.

**Guerrero C, de la Calle M, Reid MS, Valpuesta V (1998)** Analysis of the expression of two thiolprotease genes from daylily (*Hemerocallis* spp.) during flower senescence. *Plant Molecular Biology*, **36(4)**, pp.565-571. DOI: [10.1023/A:1005952005739](https://doi.org/10.1023/A:1005952005739)

**Guil-Guerrero JL, Giménez-Giménez A, Rodríguez-García I, Torija-Isasa ME (1998)** Nutritional composition of *Sonchus* species (*S. asper* L., *S. oleraceus* L. and *S. tenerrimus* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **76(4)**, pp.628-632. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199804\)76:4<628::AID-JSFA997>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199804)76:4<628::AID-JSFA997>3.0.CO;2-U)

**Gu JF, Zheng ZY, Yuan JR, et al. (2015)** Comparison on hypoglycemic and antioxidant activities of the fresh and dried *Portulaca oleracea* L. in insulin-resistant HepG2 cells and streptozotocin-induced C57BL/6J diabetic mice. *Journal of Ethnopharmacology*, **161**, pp.214-223. DOI: [10.1016/j.jep.2014.12.002](https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.12.002)

## H

**Hadi A, Pourmasoumi M, Najafgholizadeh A, Kafeshani M, Sahebkar A (2019)** Effect of purslane on blood lipids and glucose: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytotherapy research*, **33(1)**, pp.3-12. DOI: [10.1002/ptr.6203](https://doi.org/10.1002/ptr.6203)

**Hanie R, Akbar B, V. Eidi, K. N. R. Ali (2019)** Effects of Oleracein E and Oleracein L from *Portulaca oleracea* on Cell Survival, Antioxidant and Antidiabetic Efficacy on beta-TC-6 Pancreatic Cell Line. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, **81**(4), pp.681-689. DOI: [10.36468/pharmaceutical-sciences.559](https://doi.org/10.36468/pharmaceutical-sciences.559)

**Hashemzahi M, Khazdair M, Kiyanmehr M, Askari V, Boskabady M (2016)** *Portulaca olerace* Affects Muscarinic Receptors of Guinea Pig Tracheal Smooth Muscle. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, **78**(3), pp.388-394.

**Häflinger E, Brun-Holl J (1981)** *Tavole delle malerbe*. Basil, CIBA-GEIGY, 623p.

**Heidarzadeh S, Farzanegi P, Azarbayjani MA, Daliri R (2013)** Purslane effect on GLP-1 and GLP-1 receptor in type 2 diabetes. *Electron Physician*, **5**(1), pp.582-587. DOI: [10.14661/2013.582-587](https://doi.org/10.14661/2013.582-587)

**Hernández Bermejo JE, León J (1994)** *Neglected crops: 1492 from a different perspective*. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy, 341p.

**Holm LG, Plucknett DL, Pancho JV, Herberger JP (1977)** *The world's worst weeds: Distribution and biology*. East-West Center, University Press of Hawaii, Honolulu, 609p.

**Hongxiang S, Xiuquan H, Cejia L, Lingyu L, Ruoyu Z, Tianyun J, Su Y, Da Feng, Jie G, Jiawei S, Jianbo J, Lan Xiang (2016)** Effect of Oleracein E, a Neuroprotective Tetrahydroisoquinoline, on Rotenone-Induced Parkinson's Disease Cell and Animal Models. *Journal of the American Chemical Society*. **8**(1), pp.155-164. DOI: [10.1021/acchemneuro.6b00291](https://doi.org/10.1021/acchemneuro.6b00291)

**Hussein AM (2010)** Purslane extract effects on obesity-induced diabetic rats Fed a high-fat diet. *Mal J Nut*, **16**(3), pp.419-429.

**Hwess H, Ayadi R, Mahouachi W, Rezgui M, Balti H, Hamrouni L (2018)** Notes ethnobotanique et ethnopharmacologique sur *Portulaca oleracea* (L.). *Phytothérapie*, **16**(S1), pp.215-219. DOI: [10.3166/phyto-2019-0151](https://doi.org/10.3166/phyto-2019-0151)

## I

**Ibn Sina H (1987)** *A. Al-Qanun fi'l-Tibb (Canon of Medicine)*. I.H.M.M.R. Printing Press, New Delhi, 1400p.

## J

**Jie X, Zijuan Y, Beibei L, Lan X (2008)** Rapid screening for cyclo-dopa and diketopiperazine alkaloids in crude extracts of *Portulaca oleracea* L. using liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, **22**(9), pp.1415-1422. DOI: [10.1002/rcm.3526](https://doi.org/10.1002/rcm.3526)

**Jones BS, Luchsinger EA (1987)** *Plant Systematics*. New York: McGraw-Hill Book Company, 512p.

**Joskova M, Franova S, Sadlonova V (2011)** Acute bronchodilator effect of quercetin in experimental allergic asthma. *Bratislava Medical Journal*, **112**(1), pp.9-12.

**Julve Ph (2014)** *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*.

## K

**Kahkonen MP, Hopia AI, Vuorela HJ, Rauha JP, Pihlaja K, Kujala TS, et al. (1999)** Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **47**(10), pp.3954-3962. DOI: [10.1021/jf990146l](https://doi.org/10.1021/jf990146l)

**Kaveh M, Eidi A, Nemati A, Boskabady MH (2017)** The extract of *portulaca oleracea* and its constituent, Alpha linolenic acid affects serum oxidant levels and inflammatory cells in sensitized rats. *Iranian J All Asth Immunol*, **16**(3):256–270.

**Khoo NK, White CR, Pozzo-Miller L, Zhou F, Constance C, Inoue T, et al. (2010)** Dietary flavonoid quercetin stimulates vasorelaxation in aortic vessels. *Free Radical Biology and Medicine*, **49**(3), pp.339-347. DOI: [10.1016/j.freeradbiomed.2010.04.022](https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.04.022)

**Kim CH, Park PB, Choe SR, Kim TH, Lee JK et al. (2009)** Anti-oxidative and Anti-inflammatory Effects of *Portulaca oleracea* on the LPS-stimulated AGS Cells. *Korean Journal of Oriental Physiology and Pathology*, **23**(2), pp.488-493.

**Kishore DV, Moosavi F, Varma DR RK (2013)** Effect of ethanolic extract of *Portulaca oleracea* linn. on ethylene glycol and ammonium chloride induced urolithiasis. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **5**(2), pp.134-140.

**Kobayashi N, Schmidt J, Nimtz M, Wray V, Schliemann W (2000)** Betalains from Christmas cactus. *Phytochemistry*, **54**(4), pp.419-426. DOI: [10.1016/s0031-9422\(00\)00129-1](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(00)00129-1)

## L

**Lamendin H, 2007.** Soignez votre bouche par les plantes: Remèdes d'hier et d'aujourd'hui. L'Harmattan, 213p.

**Lee AS, Kim JS, Lee YJ, Kang DG, Lee HS (2012)** Anti-TNF-alpha activity of *Portulaca oleracea* in vascular endothelial cells. *International Journal of Molecular Sciences*, **13**(5), pp.5628–5644. DOI: [10.3390/ijms13055628](https://doi.org/10.3390/ijms13055628)

**Leung AY, Foster S, 1996.** Encyclopedia of Common Natural Ingredients used in food, drugs and cosmetics. Hoboken, John Wiley, 688p.

**Lim YY, Quah E (2006)** Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. *Food Chemistry*, **103**(3), pp.734-740. DOI: [10.1016/j.foodchem.2006.09.025](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.025)

**Lim GE, Brubaker PL (2006)** Glucagon-like peptide 1 secretion by the L-cell the view from within. *Diabetes*. **55**(2), pp.70-77. DOI: [10.2337/db06-S020](https://doi.org/10.2337/db06-S020)

**Liu L, Howe P, Zhou YF, Xu Z-Q, Hocart C, Zhang R (2000)** Fatty acids and  $\beta$ -carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. *Journal of Chromatography A*. **893**(1), pp.207-213. DOI: [10.1016/S0021-9673\(00\)00747-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00747-0)

**Li C, Xie B (2000)** Evaluation of the antioxidant and pro-oxidant effects of tea catechin oxypolymers. *J Agric Food Chemistry*, **48**(12), pp.6362-6366. DOI: [10.1021/jf000110p](https://doi.org/10.1021/jf000110p)

**Li JY, Li JY, Zhang FC (2015)** The immunoregulatory effects of Chinese herbal medicine on the maturation and function of dendritic cells. *Journal of Ethnopharmacology*, **171**, pp.184-195. DOI: [10.1016/j.jep.2015.05.050](https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.05.050)

**Linden A, Bergendal A, Ullman A, Skoogh BE, Lofdahl CG (1993)** Salmeterol, formoterol, and salbutamol in the isolated guinea-pig trachea: differences in maximum relaxant effect and potency but not in functional antagonism. *Thorax*, **48**(5), pp.547–553. DOI: [10.1136/thx.48.5.547](https://doi.org/10.1136/thx.48.5.547)

**Lim Y et Quach E (2007)** Antioxydant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. *Food Chemistry*, **103**(3), pp.734-740. DOI: [10.1016/j.foodchem.2006.09.025](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.025)

## M

**Malek F, Boskabady M, Borushaki M, Tohidi M (2004)** Bronchodilatory effect of *Portulaca oleracea* in airways of asthmatic patients. *Journal of Ethnopharmacology*, **93**(1), pp.57-62. DOI: [10.1016/j.jep.2004.03.015](https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.03.015)

**Martin, CAE, Naline E, Bakdach H, Advenier C (1994)** Beta 3-adrenoceptor agonists, BRL 37344 and SR 58611A do not induce relaxation of human, sheep and guinea-pig airway smooth muscle in vitro. *The European Respiratory Journal*, **7**(9), pp.1610–1615. DOI: [10.1183/09031936.94.07091610](https://doi.org/10.1183/09031936.94.07091610)

**Medzhitov R. Inflammation (2010)** new adventures of an old flame. *Cell*, **140**(6), pp.771-776. DOI: [10.1016/j.cell.2010.03.006](https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.03.006)

**Meini S, Ballati L, Evangelista S, Manzini S (1993)** Isbufulline axanthine derivative, inhibits bronchoconstrictor responses produced by stimulation of capsaicin sensitive nerves in guinea-pig, in vitro and in vivo evidence. *Pulmonary Pharmacology*, **6**, pp.279-286. DOI: [10.1186/1471-2210-4-3](https://doi.org/10.1186/1471-2210-4-3)

**Miao L, Tao H, Peng Y, Wang S, Zhong Z, El-Seedi H, et al. (2019)** The anti-inflammatory potential of *Portulaca oleracea* L. (purslane) extract by partial suppression on NF-κB and MAPK activation. *Food Chemistry*, **290**, pp.239-245. DOI: [10.1016/j.foodchem.2019.04.005](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.005)

**Miyahara, Y, Kizawa Y, Sano M, Murakami H (1993)** Effect of organic and inorganic Ca<sup>2+</sup> antagonists on acetylcholine induced contraction in molluscan (*Mytilus edulis*) smooth muscle. *general pharmacology*, **24**(6), pp.1419-1423. DOI: [10.1016/0306-3623\(93\)90429-2](https://doi.org/10.1016/0306-3623(93)90429-2)

**Miyaniishi K, Cavers PB, (1980)** The biology of Canadian weeds. *Portulaca oleracea* L. *Canadian Journal of Plant Science*, **60**, pp.953-963. DOI: [10.4141/cjps80-139](https://doi.org/10.4141/cjps80-139)

**Moon SK, Cho GO, Jung SY, Gal SW, Kwon TK, Lee YC, et al. (2003)** Quercetin exerts multiple inhibitory effects on vascular smooth muscle cells: role of ERK1/2, cell-cycle regulation, and matrix metalloproteinase-9. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **301**(4), pp.1069-1078. DOI: [10.1016/S0006-291X\(03\)00091-3](https://doi.org/10.1016/S0006-291X(03)00091-3)

**Mousavi S M, Bagheri G, Saeidi S (2015)** Antibacterial Activities of the Hydroalcoholic Extract of *Portulaca oleracea* Leaves and Seeds in Sistan Region, Southeastern Iran. *International Journal of Infectious Diseases*, **2**(2). DOI: [10.17795/iji-23214](https://doi.org/10.17795/iji-23214)

**Musa KY, Ahmed A, Ibrahim G, Ojonugawa OE, Bisalla H, Musa H et Danmalam (2007).** Toxicity studies on the methanolic extract of *Portulaca oleracea* L. (Fam. Portulacaceae). *Journal of biological sciences*; **7**(7), pp.1293-1295. DOI: [10.3923/jbs.2007.1293.1295](https://doi.org/10.3923/jbs.2007.1293.1295)

**Mulry KR, Hanson BA, Dudle DA (2015)** Alternative strategies in response to saline stress in two varieties of *Portulaca oleracea* (purslane). *PLoS One*, **10**(9). DOI: [10.1371/journal.pone.0138723](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138723)

## N

**Noguchi K, Nakayama K, Ban CD (1975)** Studies on ecological characteristics of common purslane [*Portulaca oleracea*]. *J.Cent.Agric.Exp.Stn.Konosu*, **22**, pp.179-202.

## O

**Osbaldeston TA (2000)** De Materia Medica: Being an Herbal with Many Other Medicinal Materials Written in Greek in the First Century of the Common Era. Ed illustrée, Ibis, 932p.

## P

**Palaniswamy UR, McAvoy RJ, Bible BB (2001)** Stage of harvest and polyunsaturated essential fatty acid concentrations in purslane (*Portulaca oleraceae*) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49**(7), pp.3490-3493. DOI: [10.1021/jf0102113](https://doi.org/10.1021/jf0102113)

**Percival M (1998)** Antioxidants. *Clinical Nutrition Insight*, **31**, pp.1-4.

**Polya, G (2013)** Biochemical targets of plant bioactive compounds: A pharmacological reference guide to sites of action and biological effects. 1 éd., CRC Press, 860p.

## R

**Razi MZ, (1968)** Al-Hawi fi'l-Tibb (Comprehensive Book of Medicine). Osmania Oriental Publications Bureau, Hyderabad, Johannes Hamman, Venice, Italy, 525p.

**Reaume T (2009)** 620 Wild Plants of North America: Fully Illustrated. CPRC Press, 784p.

**Rinaldi R, Amodio ML, Colelli G (2010)** Effect of temperature and exogenous ethylene on the physiological and quality traits of purslane (*Portulaca oleracea* L.) leaves during storage. *Postharvest Biology and Technology*, **58**(2), pp.147-156. DOI: [10.1016/j.postharvbio.2010.05.012](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.05.012)

**Ryle PR, Barker J, Gaines PA, Thomson AD, Chakraborty J (1984)** Alloxan-induced diabetes in the rat - protective action of (-) epicatechin?. *Life Sciences*, **34**(6), pp.591-595. DOI: [10.1016/0024-3205\(84\)90493-4](https://doi.org/10.1016/0024-3205(84)90493-4)

## S

**Sakai N, Inada K, Okamoto M, Shizuri Y, Fukuyama Y (1996)** Portuloside A, a monoterpene glucoside, from *Portulaca oleracea*. *Phytochemistry*, **42**(6), pp.1625—628. DOI: [10.1016/0031-9422\(96\)00202-6](https://doi.org/10.1016/0031-9422(96)00202-6)

**Schliemann W, Joy IV RW, Komamine A, Metzger JW, Nimiz M, Wray V, Strack D (1996)** Betacyanins from plants and cell cultures of *Phytolacca Americana*. *Phytochemistry*, **42**(4), pp.1039-1046. DOI: [10.1016/0031-9422\(96\)00100-8](https://doi.org/10.1016/0031-9422(96)00100-8)

**Schoch WH, Pawlik B, Schavegruber FH (1988)** Botanische Makroreste. Berne, Paul Haupt, 653p.

**Seo Y, Shin J, Cha HJ et al. (2003)** A new monoterpene glucoside from *Portulaca oleracea*. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, **24**(10), pp.1475-1477. DOI: [10.5012/bkcs.2003.24.10.1475](https://doi.org/10.5012/bkcs.2003.24.10.1475)

**Shen H, Tang G, Zeng G, Yang Y, Cai X, Li D, et al (2013)** Purification and characterization of an antitumor polysaccharide from *Portulaca oleracea* L. *Carbohydrate Polymers*, **93**(2), pp.395-400. DOI: [10.1016/j.carbpol.2012.11.107](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.11.107)

**Simopoulos AP, Salem N, Jr. Purslane (1986)** A terrestrial source of omega-3 fatty acids. *The New England Journal of Medicine*, **315**(13), pp.833. DOI: [10.1056/nejm198609253151313](https://doi.org/10.1056/nejm198609253151313)

**Simopoulos, HA Norman, J E Gillaspay, JA Duke (1992)** Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, **11**(4), pp.374-382. DOI: [10.1080/07315724.1992.10718240](https://doi.org/10.1080/07315724.1992.10718240)

**Simopoulos AP, Tan DX, Manchester LC, Reiter RJ (2005)** Purslane: a plant source of omega-3 fatty acids and melatonin. *Journal of Pineal Research*, **39**, pp.331-332. DOI: [10.1111/j.1600-079X.2005.00269.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2005.00269.x)

**Sun H, He X, Liu C, Li L, Zhou R, Jin T, Yue S, Feng D, Gong J, Sun J, Ji J, Xiang L (2017)** Effect of Oleracein E, a Neuroprotective Tetrahydroisoquinoline, on Rotenone-Induced Parkinson's Disease Cell and Animal Models. *ACS Chemical Neuroscience*, **8**(1), pp.155-164. DOI: [10.1021/acschemneuro.6b00291](https://doi.org/10.1021/acschemneuro.6b00291)

## T

**Tao YZ, Zhang YY & Zhang LN (2009)** Chemical modification and antitumor activities of two polysaccharide protein complexes from *Pleurotus tuberregium*. *International Journal of Biological Macromolecules*, **45**(2), pp.109-115. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2009.04.010](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2009.04.010)

**Tutin TG (1993)** Flora Europaea. Cambridge, England, Cambridge University Press, 629p.

**Tundis R, Loizzo MR, Menichini F (2010)** Natural products as  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitors and their hypoglycaemic potential in the treatment of diabetes: an update. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, **10**(4), pp.315-331. DOI: [10.2174/138955710791331007](https://doi.org/10.2174/138955710791331007)

**Tyler, Varro E (1993)** **The honest herbal: A Sensible Guide to the Use of Herbs and Related Remedies.** Pharmaceutical Products Press (Haworth Press), 3 éd., Binghamton, New York, 375p.

## U

**Uddin MK, Juraimi AS, Anwar F, Hossain MA, Alam MA (2012)** Effect of salinity on proximate mineral composition of purslane (*Portulca oleracea* L.). *Australian Journal of Crop Science*, **6**(12), pp.1732-1736.

**Uddin MK, Juraimi AS, Hossain MS, Nahar MA, Ali ME, Rahman MM (2014)** Purslane weed (*Portulaca oleracea*): a prospective plant source of nutrition, omega-3 fatty acid, and antioxidant attributes. *Scientific World Journal*. DOI: [10.1155/2014/951019](https://doi.org/10.1155/2014/951019)

**Ullah M, Khan MU, Mahmood A, Malik RN, Hussain M, Wazir SM, Daud M, Shinwari ZK (2013)** An ethnobotanical survey of indigenous medicinal plants in wana district south waziristan agency, pakistan. *Journal of Ethnopharmacology*, **150**(3), pp.918-924. DOI: [10.1016/j.jep.2013.09.032](https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.09.032)

## V

**Van Amsterdam RGM, Meurs H, Brouwer F, Postema JB, Tim-mermans A, Zaagsma J (1989)** Role of phosphoinosited metabolism in functional antagonism of airway smooth muscle contraction by beta-adrenoceptor agonist. *The European Journal of Pharmacology*, **172**(2), pp.175-183. DOI: [10.1016/0922-4106\(89\)90008-4](https://doi.org/10.1016/0922-4106(89)90008-4)

**Vengris J, Dunn S, Stacewicz-Sapuncakis M (1972)** Life history studies as related to weed control in the northeast. Res. Bull. Agric. Exp. Sta. University of Massachusetts, 44p.

## W

**Wang CQ, Yang GQ (2010)** Betacyanins from *Portulaca oleracea* L. ameliorate cognition deficits and attenuate oxidative damage induced by D-galactose in the brains of senescent mice. *Phytomedicine*, **17**(7), pp.527-532. DOI: [10.1016/j.phymed.2009.09.006](https://doi.org/10.1016/j.phymed.2009.09.006)

**Whelan J, Rust C (2006)** Innovative dietary sources of n-3 fatty acids. *Annual Review of Nutrition*. **26**, pp.75-103. DOI: [10.1146/annurev.nutr.25.050304.092605](https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.25.050304.092605)

**Wikimedia (page consultée le 15/08/2020)** File: Alpha-Linolenic acid Structural Formulae V. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alpha-Linolenic\\_acid\\_Structural\\_Formulae\\_V.2.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alpha-Linolenic_acid_Structural_Formulae_V.2.svg)

**Wybraniec S, Platzner I, Geresh S, Gottlieb HE, Haimberg M, Mogilnitzki M, Mizrahi Y (2001)** Betacyanins from vine cactus *Hylocereus polyrhizus*. *Phytochemistry*, **58**(8), pp.1209-1212. DOI: [10.1016/s0031-9422\(01\)00336-3](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(01)00336-3)

## X

**Xiang L, Xing D, Wang W, Wang R, Ding Y, Du L (2005)** Alkaloids from *Portulaca oleracea* L. *Phytochemistry*, **66**(21), 2595-2601. DOI: [10.1016/j.phytochem.2005.08.011](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.08.011)

**Xin HL, Hou YH, Xu YF et al. (2008)** Portulacerebroside A: new cerebroside from *Portulaca oleracea* L. *Chinese Journal of Natural Medicines*, **6**(6), pp.401-403. DOI: [10.1016/S1875-5364\(09\)60033-9](https://doi.org/10.1016/S1875-5364(09)60033-9)

**Xu L, Ying Z, Wei W, Hao D, Wang H, Zhang W, et al. (2017)** A novel alkaloid from *Portulaca oleracea* L. *Natural Product Research*, **31**(8), pp.902-908. DOI: [10.1080/14786419.2016.1253081](https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1253081)

**Xu X, Yu L, Chen G (2006)** Determination of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **41**(2), pp.493-499. DOI: [10.1016/j.jpba.2006.01.013](https://doi.org/10.1016/j.jpba.2006.01.013)

## Y

**Yan J, Sun LR, Zhou ZY, Chen YC, Zhang WM, Dai HF, Tan JW (2012)** Homoisoflavonoids from the medicinal plant *Portulaca oleracea*. *Phytochemistry*, **80**, pp.37-41. DOI: [10.1016/j.phytochem.2012.05.014](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.05.014)

**Yang Z, Liu C, Xiang L, Zheng Y (2009)** Phenolic alkaloids as a new class of antioxidants in *Portulaca oleracea*. *Phytotherapy Research*, **23**(7), pp.1032-1035. DOI: [10.1002/ptr.2742](https://doi.org/10.1002/ptr.2742)

**Yazici I, Türkan I, Sekmen AH, Demiral T (2007)** Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleraceae* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. *Environmental and Experimental Botany*, **61**(1), pp.49-57. DOI: [10.1016/j.envexpbot.2007.02.010](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.02.010)

**Yong KD, Jing L, Xiu ML, Fang FP, Zhi GW, Tong CZ, Pei LY (2017)** Flavonoids extract from *Portulaca oleracea* L. induce *Staphylococcus aureus* death by apoptosis-like pathway. *International Journal of Food Properties*, **20**(1), pp.534-542. DOI: [10.1080/10942912.2017.1300812](https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1300812)

**Yue ME, Jiang TF, Shi YP (2005)** Simultaneous determination of noradrenaline and dopamine in *Portulaca oleracea* L. by capillary zone electrophoresis. *Journal of Separation Science*, **28**(4), pp.360-364. DOI: [10.1002/jssc.200400045](https://doi.org/10.1002/jssc.200400045)

**Yue T, Xiaosa W, Ruirui Q, Wencai S, Hailiang X, Min L (2015)** The Effects of *Portulaca oleracea* on Hypoxia-Induced Pulmonary Edema in Mice. *High Altitude Medicine and Biology*, **16**(1), pp.43-51. DOI: [10.1089/ham.2013.1081](https://doi.org/10.1089/ham.2013.1081)

## Z

**Zhao R, Gao X, Cai Y, et al. (2013)** Antitumor activity of *Portulaca oleracea* L. polysaccharides against cervical carcinoma in vitro and in vivo. *Carbohydrate Polymers*, **96**(2), pp.376-383. DOI: [10.1016/j.carbpol.2013.04.023](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.04.023)

**Zhao R, Shao X, Jia G, et al. (2019)** Anti-cervical carcinoma effect of *Portulaca oleracea* L. polysaccharides by oral administration on intestinal dendritic cells. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, **19**(1), pp.161. DOI: [10.1186/s12906-019-2582-9](https://doi.org/10.1186/s12906-019-2582-9)

**Zheng GY, Qu LP, Yue XQ, Gu W, Zhang H, Xin HL (2014)** Portulacabroside A induces apoptosis via activation of the mitochondrial death pathway in human liver cancer HCCLM3 cells. *Phytochemistry Letters*, **7**(1), pp. 77-84. DOI: [10.1016/j.phytol.2013.10.005](https://doi.org/10.1016/j.phytol.2013.10.005)

**Zhou Y, Xin H, Rahman K, Wang S, Peng C, Zhang H (2015)** *Portulaca oleracea* L.: A review of phytochemistry and pharmacological effects. *BioMed Research International*. DOI: [0.1155/2015/925631](https://doi.org/0.1155/2015/925631)

**Zhou Y, Hong Y, Huang H (2016)** Triptolide Attenuates Inflammatory Response in Membranous Glomerulonephritis Rat via Downregulation of NF- $\kappa$ B Signaling Pathway. *Kidney and Blood Pressure Research*, **41**(6), pp.901-910. DOI: [10.1159/000452591](https://doi.org/10.1159/000452591)

**Zhu HB, Wang YZ, Liu YX, Xia YI, Tang T (2010)** Analysis of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by UV-vis spectrophotometry with comparative study on different extraction technologies. *Food Analytical Methods*, 3(2), pp.90-97. DOI: [10.1007/s12161-009-9091-2](https://doi.org/10.1007/s12161-009-9091-2)

**Zijuan Yang, Cejia Liu, Lan Xiang, Yinan Zheng (2009)** Phenolic alkaloids as a new class of antioxidants in *Portulaca oleracea*. *Phytotherapy Research*, 23(7), pp.1032-1035. DOI: [10.1002/ptr.2742](https://doi.org/10.1002/ptr.2742)

**Zimmerman CA (1976)** Growth characteristics of weediness in *Portulaca oleracea* L. *Ecology*, 57(5), pp.964-974. DOI: <https://doi.org/10.2307/1941061>

## ملخص

ترتبط النباتات الطبية وخصائصها البيولوجية ارتباطًا وثيقًا بالتاريخ البشري، فهي تلعب دورًا مهمًا في البحث عن أدوية جديدة وتطويرها، وتمثل فرعًا بديلًا في الوقاية والعلاج من بعض الأمراض. الرحلة هي نبات عصاري واسعة الانتشار، تستخدم في جميع أنحاء العالم لخصائصها الطهوية والطبية. يهدف هذا العمل إلى دراسة وجمع المعارف المكتسبة والمنشورة حول الكيمياء النباتية والخصائص البيولوجية للرحلة بالإضافة إلى آليات عملها. كشفت الدراسات الكيميائية النباتية عن وجود نسبة عالية من المستقلبات الأولية في هذا النبات، ولا سيما ثرائه في أحماض أوميغا 3 الدهنية (أحماض ألفا لينولينيك) والمستقلبات الثانوية على وجه الخصوص الفئة الجديدة من القلويدات الفينولية (أوليراسين أ، ب، ج، د، هـ)، البوليفينولات والتربينويدات. كما أظهرت العديد من الدراسات التي أجريت في المختبر وفي الجسم الحي الإمكانيات الدوائية لمستقلبات الرحلة على مرض السكري والإجهاد التأكسدي والالتهاب والسرطان والجهاز العصبي العضلي والتأثير المضاد للبكتيريا. تسمح الدراسة الحالية بإنشاء توليفة من التأثيرات المفيدة المختلفة للرحلة على الخطة الصحية وبالتالي توفير أساس علمي لأي استخدام طبي لهذا النبات.

**الكلمات المفتاحية:** الرحلة، الحمض الدهني أوميغا-3، القلويدات الفينولية، أوليراسين، الخصائص البيولوجية.

## Abstract

Medicinal plants and their biological properties are closely linked to the history of mankind, they play an important role in the research and development of new medicines, and represent an alternative branch in the prevention and treatment of certain pathologies. Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is a succulent plant widely spread and used throughout the world for its culinary and medicinal properties.

The present work aims to rigorously study and gather the acquired and published knowledge on the phytochemistry and biological properties of *Portulaca oleracea* L. and their mechanisms of action.

Phytochemical studies reveal a high content of this plant in primary metabolites, particularly its richness in omega-3 fatty acids (alpha-linolenic acids) and secondary metabolites in particular the new class of phenolic alkaloids (Oleaceins A, B, C, D and E), polyphenols and terpenoids.

Several studies conducted in vitro and in vivo show the pharmacological potential of *Portulaca oleracea* L. metabolites on diabetes, oxidative stress, inflammation, cancer, neuromuscular system and antibacterial effect.

The present study has made it possible to establish a synthesis of the various beneficial effects of purslane from a health point of view and consequently to provide a scientific basis for any medical use of this plant.

**Key words:** *Portulaca oleracea* L., purslane, omega-3 fatty acid, phenolic alkaloids, oleacein, biological properties.