

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 الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم الكيمياء الحيوية و  
البيولوجيا الخلوية و الجزيئية

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière :** Sciences Biologiques  
**Spécialité :** *Biochimie*

N° d'ordre :  
N° de série :

Intitulé :

**Etude Biochimique de *Spinacia Oleracea***

**Présenté par :** ALIOUCHE Roumeyssa  
BENKETFY Fatima Zahra

**Le 26/06/2022**

**Jury d'évaluation :**

**Encadreur :** NOUADRI Tahar MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1.  
**Examineur 1 :** NECIB Youcef Pr - Université Frères Mentouri, Constantine 1.  
**Examineur 2 :** BENNAMOUN Leila MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1.

**Année universitaire  
2021 - 2022**

# *Remerciement*

*Nous remercions Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné, la patience, la volonté et la force nécessaires pour affronter tous les difficultés et les obstacles, qui se sont hissés au travers de notre chemin, durant tous nos années d'études.*

*Nos remerciements vont à notre encadrant monsieur*

***NOUADRI TAHAR***

*A tous les enseignants de département des sciences de la nature et de la vie et surtout les enseignants de biochimie Master II de l'année universitaire 2021/2022 pour leur dévouement lors de notre formation et leurs conseils et suggestions.*

*Nos remerciements vont aussi à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.*

***ALIOUCHE et BENKETFI***

# *Dédicace*

*Au nom d'Allah le tout puissant le miséricordieux*

*A son prophète Mohammed (paix et salut sur lui)*

*Je dédier ce travail*

*D'abord A l'être le plus chère de ma vie mon Père  
MOHAMMED qui m'a soutenue et encouragé et pour tous  
ses sacrifices et à qui je souhaite une longue heureuse vie.*

*A ma très chère mère c'est vrai qu'elle n'est pas avec nous  
pour récolter le fruit de ses sacrifices mais elle reste toujours  
la plus présente.*

*A mes très chers frères KHAYREDDINE, SAMIR,  
YOUNES.*

*A ma très chère sœur ASMA et ma belle-sœur ABIR.*

*A ma source de bonheur MARIA et AMIR.*

*A mes amies AMIRA, AYA et ZAHRA qui m'ont toujours  
soutenu, et à qui je souhaite plus de succès.*

*Je dédier ce travail à toute personne qui occupe une place  
dans mon cœur.*

**ROUMEYSSA**

# *Dédicace*

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU*

*De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce  
modeste travail.*

*Je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour,  
leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de  
mes études.*

*A mon cher frère, **RIDA** pour son appui et son  
encouragement.*

*A toute ma famille pour son soutien tout au long de mon  
parcours universitaire.*

*A mon binôme **ROUMEYSSA***

*A mes amies proches **SARA, SAFIA, YOUSRA, AHLEM,  
CHOUROUK, RYMA, HOUDA** et mes collègues d'études de  
promotion*

*Biochimie 2022.*

*Et à tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

***FATIMA-ZAHRA***

## TABLE DES MATIERES :

Remerciement

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

**Introduction** 01

**I.Synthèse bibliographique** 02

1. Définition 02

2. Classification 03

3. Description 03

4. Production 05

5. Variétés 05

6. Culture 06

7. Récolte 07

8. Consommation et conservation 07

**II. Composition biochimique et phytochimique** 09

**1. Composition biochimique** 09

1.1. Les protéines 10

1.2. Les lipides 12

1.3. Les glucides 13

1.4. Les fibres 14

1.5. Vitamine A 14

1.6. Vitamine B9 (acide folique) 15

1.7. Vitamine K 15

1.8. Vitamine C 16

1.9. Vitamine E 16

1.10. Le fer 17

1.11. Magnésium 17

1.12. Manganèse 17

1.13.	Calcium	18
1.14.	Potassium	18
1.15.	Zinc	19
<b>2.</b>	<b>Composition phytochimique</b>	<b>20</b>
2.1.	Lutéin et Zéoxanthine	20
2.2.	$\beta$ -carotène	21
2.3.	Violaxanthin	22
2.4.	Chlorophylle	22
2.5.	Flavonoides	23
2.5.1.	Quercétine	23
2.5.2.	Myricetine	24
2.5.3.	Kaempferol	25
<b>III.</b>	<b>Activités biologique et intérêt thérapeutique</b>	<b>26</b>
<b>1.</b>	<b>Activités biologique</b>	<b>26</b>
1.1.	Activité anti-oxydante	26
1.2.	Activité anti cancéreuse	27
1.3.	Activité anti bactérienne	27
1.4.	Activité anti helminthique	28
1.5.	Effet anti inflammatoire	28
1.6.	Effet anti arthrose	29
1.7.	Effet anti diabétique	29
1.8.	Activité sulfite oxydase	30
1.9.	Activité hépatoprotectrice	31
1.10.	Effet de suppression de l'appétit	31
1.11.	Effet cognitif et d'humeur	31
1.12.	Effet dépressif sur le SNC	32
1.13.	Inhibition de l' $\alpha$ amylase et capacité des liaisons des acides biliaires	32
1.14.	Inhibition des ADN polymérase des mammi-fères	33

1.15.	Protection contre les radiations Gamma	34
<b>2.</b>	<b>Intérêt thérapeutique</b>	<b>35</b>
2.1.	Système immunitaire	35
2.2.	Système nerveux	35
2.3.	Système digestif	36
2.4.	Système respiratoire et ORL	36
2.5.	Système reproducteur	36
2.6.	Système cardiovasculaire	37
2.7.	Système visuel	37
2.8.	Système locomoteur	38
2.9.	Système tégumentaire et usage externe	38
2.10.	L'épinard comme complément alimentaire	39
Conclusion		39
Références		
Résumé		

## Liste des Abréviation

<b>ADN</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>AGPI</b>	Acides gras polyinsaturés
<b>ALP</b>	Phosphatase Alcaline
<b>ALT</b>	Alanine aminotransférase
<b>ARN</b>	Acide ribonucléique
<b>AST</b>	Aspartate aminotransférase
<b>AVC</b>	Accident vasculaire cerebral
<b>CAT</b>	Catalase
<b>CCK</b>	Cholécystokinine
<b>CCl4</b>	Tétrachlorure de carbone
<b>Co-Q10</b>	Facteur Coenzyme-Q10
<b>CRP</b>	Protéine C-réactive
<b>DGDG</b>	Digalactosyldiacylglycérol
<b>DMLA</b>	Dégénérescence maculaire liée à l'âge.
<b>DPPH</b>	Diphényl-2-picrylhydrazyl
<b>EDTA</b>	Éthylènediamine tétra acétique
<b>ERO</b>	Espèces Réactives de l'Oxygène
<b>ESO</b>	L'extrait éthanolique de spinacia oleracea
<b>GCA</b>	Glycocholate de sodium
<b>GCDCA</b>	Glycochenodeoxycholate de sodium
<b>GDCA</b>	Glycodeoxycholate de sodium
<b>GDH</b>	Glutamate Deshydrogénase
<b>GGT</b>	Gamma-Glutamyl Transférase
<b>GPx</b>	Glutathion peroxydase
<b>GR</b>	Glutathion Réductase
<b>GSH</b>	Glutathion réduit
<b>GST</b>	Glutathion S-transférase
<b>HCY</b>	Homocystéine
<b>HCY</b>	Homocystéine
<b>HPLC</b>	Chromatographie Liquide à Haute Performance
<b>IL-1b</b>	Interleukine-1b
<b>IL-6</b>	Interleukine-6
<b>LCAT</b>	Lécithine Cholestérol Acétyl Transférase

<b>LDH</b>	Lactate Déshydrogénase
<b>LPO</b>	Peroxydation lipidique
<b>MESO</b>	Extrait méthanolique de Spinacia Oleracea
<b>MGDG</b>	Monogalactosyldiacylglycérol
<b>MGMG</b>	Monogalactosylmonoacylglycérol
<b>MIA</b>	Mono- <i>idoacétate</i> de sodium
<b>MPO</b>	Myéloperoxydase
<b>NF-kB</b>	Nuclear Factor-kappa B
<b>NO</b>	Oxyde Nitrique
<b>NPQ1</b>	Non-photochemical quenching 1
<b>NUGC-3</b>	Nagoya University-Gastric Cancer-3
<b>ORL</b>	Oto-Rhino-Laryngologie
<b>PON</b>	Paraoxonase
<b>PTZ</b>	Pentylènetétrazole
<b>SDH</b>	Succinate Déshydrogénase
<b>SNC</b>	Système Nerveux Centrale
<b>SOD</b>	Superoxyde dismutase
<b>SQDG</b>	Sulfoquinovosyldiacylglycérol
<b>TNF-<math>\alpha</math></b>	Facteur de Nécrose Tumorale alpha
<b>UV</b>	Ultraviolet
<b>UV A</b>	Ultraviolet A
<b>UV B</b>	Ultraviolet B

## Liste des tableaux

Tableau 1	Valeurs nutritives des épinards pour la portion comestible (100g)	10
Tableau 2	La quantité des protéines dans l'épinard (100g)	11
Tableau 3	La quantité des lipides dans l'épinard (100g)	12
Tableau 4	La quantité des glucides dans l'épinard (100g)	13
Tableau 5	La quantité des compositions phytochimiques dans l'épinard (100g)	20

## Liste des figures

Figure 1	Spinacia Oleracea	02
Figure 2	Description Botanique d'épinard	04
Figure 3	Structure chimique de Lutein et Zéaxanthine	20
Figure 4	Structure chimique de $\beta$ -carotène	20
Figure 5	Structure chimique de La violaxanthine	22
Figure 6	Structure chimique de chlorophylle	23
Figure 7	Structure chimique de la quercétine	24
Figure 8	Structure chimique de Myricetine	24
Figure 9	Structure chimique de la Kaempferol	25

## Introduction :

La plante *spinacia oleraca* tire son nom du latin “*spinacia*” qui veut dire “épineux” en référence à sa graine hérissée de piquants pour les variétés primitives, rien à voir avec les petites billes rondes et lisses des variétés actuelles. Son origine est de l’Asie plus précisément d’Iran. Les arabes l’ont apporté en Europe, et l’ont utilisé aussi dans le traitement des douleurs (Foie et estomac). L’épinard est un légume très nutritif, il est utilisé couramment dans la cuisine soit dans des salades ou dans des autres plats cuits. La partie végétale la plus utilisée est les jeunes feuilles

L’épinard est une plante des légumes à feuilles de couleur vert foncé les plus désirables parce qu’il est riche en bêta-carotène (provitamine A) et en folate, et qu’il est également une bonne source de vitamine C, de calcium, de phosphore de fer, de sodium et de potassium (**Ryder, 1979; Nonnicke, 1989; Dicoteau, 2000**). Ainsi sa richesse en caroténoïdes tels que la lutéine, Zéaxanthine et la  $\beta$ -carotène.

L’épinard est une bonne source d’antioxydants et a l’une des valeurs ORAC (capacité d’absorption des radicaux d’oxygène) les plus élevées de tous les légumes (**Prior, 2003**).

Les épinards sont considérés comme carminatifs, laxatifs et comme un médicament stimulant les sécrétions digestives (**Perry, 1986**), le jus de ses feuilles frais augmente le lait maternel et est utilisé dans l’anémie, jaunisse, cirrhose du foie et dans des conditions de faiblesse générale (**Yusuf et al., 1994**). Il est aussi utilisé comme diurétique et comme gargarisme dans les maux de gorge.

## I. Synthèse bibliographique :

### 1. Définition :

L'épinard est un légume à feuilles vert foncé originaire d'Iran. Il a d'abord été introduit en Chine au milieu du VII<sup>ème</sup> siècle. Ensuite en Europe dès le XII<sup>ème</sup> siècle. Dès le XIV<sup>ème</sup> siècle. L'épinard devient une culture maraîchère courante, il a quitté toutes les zones de culture pour être maintenant intégré dans toutes les flores actuelles comme espèce adaptée spontanée (**Diogon, 2002**).

Scientifiquement, il est connu comme *Spinacia oleracea* appartenant à la famille des chenopodiaceae, connue localement sous le nom d'isapanakh, en : Anglais : Spinach; Latin : *Spinacia oleracea* Allemand: Spinat Italien : Spinacio Espagnol : Espinaca Portugais : Espinafre Catalan : Espinac Néerlandais : Spinazie.

L'épinard est une source riche en caroténoïdes, de folate, de vitamine C, de calcium et de fer. Il est couramment utilisé comme salade, légume cuit ou comme ingrédient dans les plats de viande et de légumes frais ou cuits (**Xu et al., 2017**). Les épinards sont annuels pour la production de feuilles et bisannuels pour la production de graines. Il produit des rosettes de feuilles charnues, qui peuvent être plissées ou lisses dans la phase végétative ; plus tard, la tige s'allonge et forme des tiges florales pendant la phase de reproduction, avec des feuilles étroites et pointues. (**Pandey et Kalloo, 1993**).



**Figure 1** : *Spinacia Oleracea* [12]

## 2. Classification:

La classification scientifique de *Spinacia Oleracea* est la suivante :

- ❖ **Domaine** : *Biota*.
- ❖ **Règne** : *Plantae*
- ❖ **Sous-Règne** : *Viridaeplantae*
- ❖ **Infra-Règne** : *Streptophyta*
- ❖ **Classe** : *Equisetopsida*
- ❖ **Clade** : *Tracheophyta*
- ❖ **Clade** : *Spermatophyta*
- ❖ **Sous-Classe** : *Magnoliidae*
- ❖ **Super-Ordre** : *Caryophyllanae*
- ❖ **Ordre** : *Caryophyllales*
- ❖ **Famille** : *Amaranthaceae*
- ❖ **Sous-Famille** : *Chenopodioideae Burnett,*
- ❖ **Tribu** : *Anserineae Dumort., 1827*
- ❖ **Genre** : *Spinacia* L., 1753
- ❖ **Espèce** : *Spinacia oleracea* L., 1753 .[7]

## 3. Description :

L'épinard est défini comme une plante de jour, il présente un appareil végétatif en forme de rosette (**Seigneurin, 2000**). Au moment de la floraison, cette plante présente une hampe florale feuillée qui porte soit des fleurs mâles soit des fleurs femelles, c'est une plante dioïque (**Diogon, 2002**).

Les épinards produisent une rosette de feuilles qui peut être froissés (de type savoy ou semi-savoy) ou lisses (plats types de feuilles). Les feuilles sont généralement ovales, arrondies ou triangulaire et sont portées sur une tige courte. Si la culture est laissé devenir trop mature, la tige s'allonge et produit une tige avec des feuilles étroites et pointues. Cette formation de tiges de semis (boulonnage) est causée par les températures élevées

et les longues journées de la saison tardive, et les cultures qui sont boulonnés sont rarement commercialisables. [1]

➤ Tige : Dressée de 30 à 60 cm de haut, ronde, lisse, sifflée, succulente, parfois rougeâtre.

➤ Feuilles : Alternatives, les inférieures très longues pétiolées, diversement lobées avec des lobes de forme triangulaire aiguë, lisses des deux côtés (Fujita et al., 2017).

➤ Fleurs mâles : Sur les longues épines terminales du glomérat et sur les plus courtes de la tige axiale, très nombreuses, sessiles, calice à 4 parties, étamine 4, anthères jumelles, très grandes.

➤ Fleurs femelle : Axillaires, sessiles, surpeuplées, calice à 2 pointes avec une corne en saillie de chaque côté, se transformant en épines lorsque la graine est mûre, effilés en blanc. Capsule à 1 cellule, 1 valve, armée, avec 2 cornes courtes opposées, et couronné du petit calice restant contient un ovaire sur un périanthe globuleux avec 2-4 dents au sommet.

➤ Fruits : Elles sont composées de 2 pointes divergentes et lisses.

➤ Graines : Verticale (Verma, 2018).



**Figure 2:** Description botanique d'épinard [13]

#### 4. Production :

La Chine est de loin le leader mondial de la production d'épinards. Dans 2014, ce pays a produit 20 millions de tonnes d'épinards, ce qui représente environ 20% de l'offre mondiale. La majeure partie de cette récolte est exportée aux États-Unis, où les épinards chinois représentent 22.1% des importations totales d'épinards. [23]

Les États-Unis sont le deuxième producteur mondial d'épinards, bien qu'ils soient bien en dessous des niveaux de production de la Chine. Aux États-Unis, environ 10 millions de tonnes d'épinards sont produites chaque année. La production d'épinards aux États-Unis représente environ 2% de l'approvisionnement mondial en épinards et la majeure partie est produite en Californie (3%). En outre, les États-Unis sont le plus grand exportateur d'épinards au monde. [23]

Le Japon est le troisième pays producteur d'épinards au monde. Ce pays a produit environ 10 millions de tonnes. Miyazaki est la plus grande préfecture productrice d'épinards, suivie de Gunma, Tokushima et Chiba. La production dans plusieurs autres préfectures a diminué après la catastrophe nucléaire de Fukushima à 2014. En outre, le pays a récemment connu des changements climatiques qui ont contribué à la diminution de la production d'épinards. [23]

#### 5. Variétés :

Il existe plusieurs classifications des cultivars, basées sur les caractéristiques du fruit et de la feuille. Une grande division est celle entre cultivars à fruits épineux, classés comme var. *oleracea*, et cultivars à fruits ronds, non épineux, classés var. *inermis* (Moench) Metzg.

➤ La var. *inermis* (moench) Metzg., aux fruits ronds et lisses, elle se connaît sous le nom d'épinard à graine ronde, épinard rond ou épinard d'été.

➤ La var. *oleracea*, connue sous le nom d'épinard piquant ou épinard d'hiver, aux fruits épineux, et dont la plante est plus étendue et aussi plus de ramification que la var.

*inermes*, qui se plante en printemps ou au début de l'été en vue d'une récolte rapide. Elle se cultive également à la fin d'été en vue d'une récolte d'automne. La variété *oleracea* semble en être la forme la plus primitive (**Munro et Small, 1998**).

Les cultivars sont également groupés en fonction de la couleur de la feuille (vert pâle ou vert foncé) et de sa texture (lisse, semi-lisse et cloquée). Exemples de cultivars selon Munro et Small (1998) :

- Epinard à feuilles froissées : America, long standing, blooms, le dark green, vienna.
- Epinard à feuilles semi-froissées : Melody, tyee.
- Epinard à feuilles lisses : Olympia, symphony.

D'après Mazoyer (2002), le choix des variétés cultivées est établi selon la saison de culture et la résistance au mildiou. On trouve des variétés :

- De printemps, à cycle court et résistant à la montée à grain (boléro, caventa, ballet, taurus),
- D'automne (symphonie, mazark, pavana, triptik)
- D'hiver (wintra, geant d'hiver, imperial) (**Mazoyer, 2002**).

## **6. La Culture :**

L'épinard se sème en place, du 1er mars au 15 avril et du 15 août au 30 septembre, à raison de 2,5 g de graines au mètre carré. L'échelonnement des semis permet d'étaler la période de récolte. Après la levée, les plants sont éclaircis en les espaçant de 20 cm. Une terre souple, bien drainée, riche en humus (l'épinard consomme beaucoup d'azote) est conseillée, ainsi que des arrosages abondants et réguliers. En effet, la plante ne doit pas manquer d'eau pour développer des feuilles d'une bonne qualité gustative. Une exposition mi-ombragée est appréciée surtout aux heures les plus chaudes de l'été, afin d'éviter une trop rapide montée à graines. [11]

Des expériences ont montré que les graines d'épinards germent à des températures du sol de 5 C° à 30 C° avec des pourcentages de germination les plus élevés à 20 C° et chutant brusquement entre 25 et 30 C° (**Atherton et Farooque, 1983**). Le développement important des racines des semis exige des températures supérieures à 18,9 C°, et la

croissance maximale sera limitée aux températures inférieures à 12,3 C° et supérieures à 23,3 C° (Wilcox et Pfeiffer, 1990). Les températures de l'air supérieures à 35 C° influent sur l'efficacité du métabolisme des épinards, ce qui réduit les rendements (Lefsrud et coll., 2005).

## **7. La récolte :**

Il est recommandé de récolter les épinards à la main, pour maximiser la qualité, et de cueillir régulièrement les feuilles qui parviennent à maturité . La récolte se fait manuelle avec plusieurs coupes, la première se situe au stade de 7 ou 8 feuilles lorsqu'il s'agit d'épinard destiné à la transformation (épinard en branche ou épinard haché, selon la qualité de produit), la récolte est toujours mécanisé et rapide. Les récolteuses mécaniques servent généralement à couper les plantes juste au-dessus du niveau du sol, elle se fait en avril-mai pour l'épinard de printemps, de septembre à début de novembre pour l'épinard d'automne et en mars pour l'épinard d'hiver (Munro et Small, 1998).

Vous pourrez récolter vos premières feuilles d'épinards environ 1 mois et demi après avoir planté vos semis. Récoltez les feuilles situées sur le pourtour du pied au fur et à mesure de vos besoins, en veillant à ne pas toucher au cœur de la plante pour la laisser poursuivre son développement. L'usage du couteau est recommandé pour couper les feuilles des épinards. La dernière récolte aura lieu lorsque les pieds d'épinard auront commencé à fleurir. Les feuilles durcissent et vient alors le moment de couper complètement le plant à ras de terre. [8]

## **8. Consommation et Conservation :**

Consommer l'épinard cru, utiliser les jeunes pousses pour faire un jus vert de légumes, Cette boisson revitalisante et antioxydante est non seulement savoureuse, mais en plus, extrêmement bonne pour la santé.

Pour cuire l'épinard, on peut le blanchir rapidement dans de l'eau bouillante salée. Mais, pour préserver au maximum ses qualités nutritionnelles, il est préférable de le cuire à l'étuvée ou à la vapeur. Ou encore, une dizaine de minutes à la poêle. Dans tous

les cas, il est délicieux nature ou tout juste accompagné d'un peu de beurre et de jus de citron. [9]

Pour la conservation des épinards il est préférable de les congeler après avoir lavé puis découpé grossièrement les feuilles. Ensuite les blanchir en 1 minutes dans l'eau puis les plongeant directement dans l'eau froide. Cette technique permet de conserver le vert des épinards. Une fois blanchis, on peut les congeler. Enfin, on peut tout simplement les garder quelques jours dans le bac à légume du réfrigérateur. [10]

Les méthodes d'emballage les plus courantes sont les suivantes : en **conserves**, **congelées** et **fraîches**. Dans certains pays, les épinards sont emballés dans des sacs remplis d'azote afin de conserver leur fraîcheur. De faibles niveaux de rayonnement sont parfois utilisés sur les feuilles pour tuer toute bactérie nocive, bien que certains chercheurs pensent que cela pourrait en fait réduire le niveau de nutriments disponibles dans les épinards. [23]

## II. La composition biochimique et phytochimique :

### 1. La composition biochimique :

L'épinard est un légume bon pour la santé humaine. Cependant, comme tous les légumes feuilles, ils sont très riches en eau. Il est consommé de façon crus (comme : salades, smoothies), cuits (comme soupes) ou bouillis. Les portions consommées sont bien plus petites quand ils sont crus que cuits. Les épinards bouillis fournissent généralement beaucoup de vitamines et minéraux par portion que les épinards crus (**Zeisel et al., 2003**).

Les épinards sont un fournisseur supérieur des vitamines et des minéraux. Ils comprennent beaucoup de fibres alimentaires, acides gras et des acides aminés qui sont essentiels pour l'entretien, amélioration et régulation des tissus humains. En outre, les épinards comprennent les principaux antioxydants des caroténoïdes et des polyphénols (**Maeda et al., 2010**). (Tableau1).

**Tableau 1** : Valeurs nutritives des épinards pour la portion comestible (100g) . [21]

<b>Constituant</b>	<b>Quantité</b>
Eau	91.4 g
Fibres	2.2 g
Glucides	3.63 g
Lipides	0.39 g
Protéines	2.86 g
Energie	23 kCal
Calcium	99 mg
Cuivre	0.13 mg
Fer	2.71 mg
Magnésium	79 mg
Manganèse	0.897 mg
Phosphore	49 mg
Potassium	558 mg
Sélénium	1 µg
Sodium	79 mg
Zinc	0.53 mg
Vitamine A	469 µg
Vitamine B6	0.195 mg
Vitamine C	28.1 mg
Vitamine E	2,21 mg
Vitamine K	482.9 µg

### 1.1. Les Protéines :

Les protéines sont un composant fondamental de la structure osseuse. Les conséquences éventuelles sur le métabolisme osseux des variations de l'apport alimentaire en protéines sont complexes. Plusieurs études ont été réalisées afin d'évaluer leur possible influence sur l'ostéoporose. Dans les régimes riches en protéines animales, il a été constaté chez l'homme âgé et la femme ménopausée une augmentation de l'incidence des

fractures de hanche. Deux mécanismes sont évoqués. D'une part la consommation élevée en protéines s'accompagne d'une augmentation de l'élimination du calcium urinaire. Ces pertes sont partiellement compensées par l'apport important en phosphates, concomitant à l'apport protéique. D'autre part, le métabolisme protéique s'accompagne d'une importante production d'acides aminés pouvant favoriser la fonction ostéoclastique et donc la résorption osseuse (**Sarazin et al., 2000**).

Les protéines sont très riches en acides aminés, en particulier l'acide glutamique (0,343g) et la leucine (0,223g) par rapport à l'acide aspartique (0,24g) et les autres acides aminés selon le (**Tableau2**).

**Tableau 2 : La quantité des protéines dans l'épinard (100g). [21]**

<b>Protéines 2,86g</b> <b>Acides aminés</b>	<b>La Quantité (g)</b>
Acide aspartique	0,24g
Acide glutamique	0,343g
Alanine	0,142g
Arginine	0,162g
Cystine	0,035g
Glycine	0,134g
Histidine	0,064g
Isoceuline	0,147g
Leucine	0,223g
Lysine	0,174g
Méthionine	0,053g
Phénylalanine	0,129g
Proline	0,112g
Sérine	0,104g
Thréonine	0,122g
Tryptophane	0,039g
Tyrosine	0,108g
Valine	0,161g

## 1.2 . Les Lipides :

L'épinard est très riche en lipides qui sont un composant de base de toutes les cellules vivantes. En plus des rôles fonctionnels dans la cellule, les lipides peuvent être accumulés sous forme de réserves d'énergie et de carbone. Les acides gras sont les éléments constitutifs des lipides d'une manière similaire aux acides aminés étant les éléments constitutifs des protéines, et les acides gras dans un lipide déterminent les caractéristiques et, par conséquent, le rôle cellulaire d'un lipide (Wynn J, 2011).

Les lipides dans l'épinard sont très riches en acides gras polyinsaturés (0,165g) et en oméga3 (0,138g), par contre les acides gras saturés et monoinsaturés et oméga 6 sont présents en faibles quantités (0,063g et 0,01g et 0,026g) d'après le (Tableau 3).

**Tableau 3 :**La quantité des lipides dans l'épinard (100g). [22]

Lipides	Quantité (g)
Acides gras saturés	0,063 g
Acides gras monoinsaturés	0,01 g
Acide gras polyinsaturés	0,165 g
Oméga 6	0,026 g
Oméga 3	0,138 g

### 1.3. Les Glucides :

L'épinard est l'une des meilleures sources des glucides. Ils sont composés d'hydrogène, de carbone et d'oxygène d'où aussi leur nom d'hydrates de carbones. Ils constituent la première source d'énergie de l'organisme. On classe schématiquement les glucides en deux familles :

- **Les sucres simples** : ils sont directement assimilables par l'organisme et hydrolysés par les enzymes salivaires et digestifs. C'est le cas notamment des monosaccharides comme le glucose le fructose et le galactose mais aussi des disaccharides.
- **Les sucres complexes** (*les polysaccharides*) : ils vont subir une hydrolyse plus poussée. C'est le cas de l'amidon et du glycogène, lequel est fabriqué par notre organisme (glycogénèse) et est stocké au niveau du foie et des muscles.

Les glucides, indispensables au fonctionnement des muscles et du cerveau, constituent la source d'énergie la plus rapidement utilisable par l'organisme et sont impliqués dans l'anabolisme des protéines. Les glucides ont donc un rôle essentiellement énergétique. Apportés par l'alimentation, ils sont dégradés en glucose lequel va se répartir dans l'organisme. Une partie est stockée sous forme de glycogène dans le foie et les muscles ce qui servira de réserve [1].

L'épinard sont très riches en sucres simples, saccharose, glucose, fructose, galactose d'après le (Tableau 4).

**Tableau 4** : La quantité des glucides dans l'épinard (100g). [21]

Glucides	La quantité (g)
Sucres simples et autres sucres	0,42 g
Saccharose	0,07 g
Glucose	0,11 g
Fructose	0,15 g
Galactose	0,1 g

#### **1.4. Les Fibres :**

Les fibres favorisent le transit intestinal et ont un effet régulateur. On les recommande tout particulièrement en cas de constipation. On observe une augmentation du volume et de l'hydratation des selles. Les fibres solubles sont surtout efficaces pour abaisser le taux de cholestérol. Il est intéressant de noter que les fibres ont une influence sur l'absorption de nutriments (sucres, lipides). Les fibres alimentaires sont indiquées en cas de constipation, de diverticulite, d'hémorroïdes, elles jouent un rôle clé pour un poids équilibré (très recommandé dans des régimes). Les fibres alimentaires ont également un effet préventif sur les AVC (7 g ou plus de fibres chaque jour diminue de 7% le risque), le cancer du côlon et sur le taux de cholestérol. Les fibres ont montré un effet préventif sur le diabète de type 2 [2].

#### **1.5. Vitamine A :**

L'épinard est une bonne source de la vitamine A qui joue un rôle essentiel dans la vision, la croissance osseuse, la reproduction, la division cellulaire et la différenciation des tissus épithéliaux ainsi que dans la régulation du système immunitaire (**Hernandez, 2010**). Ces fonctions peuvent être assurées en ingérant à la fois des caroténoïdes de provitamine A des plantes, ainsi que des esters de retynil, du rétinol ou de la rétine, puisque chacun d'eux peut être métabolisé en des formes actives de rétinol, d'acide rétinien et rétinoïque. La rétine est une composante des pigments visuels de la rétine et est essentielle à la photoréception. La vitamine A aide également à maintenir l'intégrité des cellules épithéliales et favorise leur différenciation. Le rétinol participe à la production de spermatozoïdes chez les hommes et contribue au développement fœtal pendant la grossesse (**Ochoa et Mataix, 2009**).

## **1.6. Vitamine B9 (acide folique) :**

L'épinard est également très riche en acide folique qui agit comme donneur de groupes méthyliques, et est impliqué dans la synthèse de l'ADN, en particulier dans les cellules qui nécessitent une croissance supplémentaire. La forme active est l'acide tétrahydrofolique. La carence en acide folique se manifeste par une mégaloblastose des cellules intestinales et une anémie macrocytaire.

Chez les femmes enceintes, le manque de cette vitamine peut produire des malformations du tube neural chez les nouveau-nés, comme la bifida de la colonne vertébrale et l'anencéphalie. La carence en folates est liée à la hiperhomocystémiemia ou l'homocystéine élevée, qui porte une incidence plus élevée de troubles vasculaires coronaires et des accidents vasculaires cérébraux. Des concentrations plasmatiques élevées d'homocystéine (Hcy) ont été associées à la maladie d'Alzheimer (**Ellinson et al., 2004**).

## **1.7. Vitamine K :**

L'épinard est riche en vitamine K. cette vitamine est essentielle dans l'activation de plusieurs des protéines impliquées dans la voie de la coagulation sanguine. Cette vitamine est également impliquée dans la synthèse des protéines osseuses qui permettent la liaison des minéraux pour la formation osseuse (**Bügel, 2003**).

La carence n'est pas fréquente, et est principalement due à une faible absorption. Certaines substances antagonistes l'action de la vitamine K (coumarins-acenocumarol, Sintrom, anticoagulants, salicylates, antibiotiques) car elles diminuent le microbiote intestinal nécessaire à la synthèse de la forme bioactive. La principale manifestation de la carence en vitamine K est le saignement, qui peut déclencher une anémie mortelle.

### 1.8. Vitamine C :

L'épinard contient la vitamine C qui est un nutriment essentiel à la synthèse du collagène, de la L-carnitine et à la conversion de la dopamine en noradrénaline. Le collagène est la principale protéine qui maintient l'intégrité du tissu fibreux en tant que tissu conjonctif, cartilage, matrice osseuse, dentine, tendons et peau. La synthèse du collagène est particulièrement importante dans la formation des parois artérielles, qui devraient se dilater et se contracter avec la circulation sanguine. Pendant la synthèse du collagène, les aminoacides proline et lysine doivent être hydroxylés par une enzyme hydroxylase pour former respectivement de l'hydroxyproline ou de l'hydroxylysine (**Majamaa et al., 1986**). Cette enzyme a besoin de vitamine C et de fer. Les ions de fer sont un cofacteur dans la réaction et la vitamine C comme cosubstrate, maintenant le fer sous forme active. Sans eux, l'hydroxylation ne se produit pas. La vitamine C augmente l'absorption du fer et favorise la libération de leurs dépôts (**Traber et Stevens, 2011**).

### 1.9. Vitamine E :

L'épinard apporte la vitamine E qui est le principal antioxydant liposoluble dans l'organisme. Il est situé dans les membranes biologiques, où il protège les acides gras polyinsaturés (AGPI) des phospholipides membranaires contre la dégradation oxydative par les radicaux libres (**Brigelius-Flohe et Traber, 1999**). Il agit en synergie avec d'autres systèmes de défense cellulaire (comme les enzymes superoxyde dismutase, glutathion peroxydase ou glutathion réductase) et sa fonction est affectée par l'état nutritionnel d'autres nutriments, comme le sélénium. La fonction antioxydante de la vitamine E contre le stress oxydatif dans les cellules aide avec le vieillissement, l'arthrite, le cancer, les maladies cardiovasculaires, les cataractes, le diabète et les infections. Une méta-analyse a montré qu'un apport accru en vitamine E peut réduire le risque de maladie d'alzheimer chez les populations plus âgées comparativement à d'autres antioxydants comme la vitamine C et la  $\beta$ -carotène. (**Li et al., 2012**)

### **1.10. Le Fer :**

L'épinard apporte aussi le fer qui est un composant essentiel de l'hémoglobine, une protéine érythrocytaire (globules rouges) qui transfère l'oxygène des poumons aux tissus. En tant que composant de la myoglobine, une autre protéine qui fournit de l'oxygène, le fer soutient le métabolisme musculaire et le tissu conjonctif sain . Le fer est également nécessaire à la croissance physique, au développement neurologique, au fonctionnement cellulaire et à la synthèse de certaines hormones (**Chen C, 2019**). le fer est un cofacteur de nombreux processus métaboliques et dans la synthèse des neurotransmetteurs monoaminergiques. Il joue un rôle essentiel sur le développement cérébral de la période anténatale à la fin de l'adolescence (**Agarwal R, 2007**).

### **1.11.Magnésium :**

L'épinard contient aussi le magnésium qui joue un rôle important dans une grande variété de processus cellulaires critiques, y compris la phosphorylation oxydative, la glycolyse, la respiration cellulaire et la synthèse des protéines (**Ebel et Günther, 1980**).Une réduction chronique du magnésium alimentaire altère la mémoire (**Bardgett et al., 2005**), et le traitement des patients atteints de démence avec du magnésium nutritionnel améliore la mémoire (**Glick JL, 1990**).

### **1.12.Manganèse :**

Ainsi l'épinard est également très riche en manganèse qui est un oligo-élément essentiel qui est naturellement présent dans de nombreux aliments et qui est disponible comme complément alimentaire. Le manganèse est un cofacteur de nombreuses enzymes, dont le super-oxyde de manganèse dismutase, l'arginase et la pyruvate carboxylase (**Buchman AR, 2014 ; Nielsen FH, 2012**).Grâce à l'action de ces enzymes, le manganèse est impliqué dans les acides aminés, le cholestérol, le glucose et le métabolisme des glucides; le balayage réactif des espèces d'oxygène; la formation osseuse; la reproduction; et la réponse immunitaire (**Li et Yang, 2018**).Le manganèse joue égale-

ment un rôle dans la coagulation sanguine et l'hémostase en conjonction avec la vitamine K (Aschner JL et Aschner M, 2005).

### **1.13. Calcium :**

Il apporte aussi le calcium qui est un nutriment essentiel et nécessaire à de nombreuses fonctions de la santé humaine. Le métabolisme du calcium implique d'autres éléments nutritifs, y compris les protéines, la vitamine D et le phosphore. La formation et le maintien osseux est un processus à vie.

Une attention précoce aux os solides dans l'enfance et l'âge adulte fournira une masse osseuse plus stable pendant les années de vieillissement. La recherche a montré qu'un apport suffisant en calcium peut réduire le risque de fractures, d'ostéoporose et de diabète dans certaines populations (Beto J, 2015).

### **1.14. Potassium :**

L'épinard est très riche en potassium selon des études épidémiologiques et cliniques qui montrent qu'un régime alimentaire riche en potassium abaisse la tension artérielle chez les personnes dont la tension artérielle est élevée et la tension artérielle moyenne de la population.

Les études de cohortes prospectives et les essais de résultats montrent que l'augmentation de l'apport en potassium réduit la mortalité due aux maladies cardiovasculaires. Cela est principalement attribuable à l'effet d'abaissement de la tension artérielle et peut également être en partie en raison des effets directs du potassium sur le système cardiovasculaire. Un régime riche en potassium peut également prévenir ou du moins ralentir la progression de la maladie rénale.

Un apport accru en potassium réduit l'excrétion urinaire de calcium et joue un rôle important dans la gestion de l'hypercalciurie et des calculs rénaux et est susceptible de réduire le risque d'ostéoporose (He et MacGregor, 2008).

### **1.15. Zinc :**

Les épinards sont très riche en zinc qui est essentiel à la croissance et au développement de tous les organismes. Il est important pour les enzymes des six classes ainsi que pour les facteurs de transcription et de réplication.

Le zinc est nécessaire au fonctionnement normal du système immunitaire. Même une légère carence en zinc, qui est largement répandue contrairement à une carence sévère en zinc, réduit l'immunité des humains. Certains groupes présentent un risque élevé de carence en zinc, comme les personnes âgées, les végétariens et les patients souffrant d'insuffisance rénale (**Ibs et Rink, 2003**).

## 2. La composition phytochimique :

Les composés phytochimiques les plus importants de l'épinard sont les caroténoïdes. Les caroténoïdes majoritairement présents dans les épinards sont la lutéine et le  $\beta$ -carotène. Les épinards cuits contiennent plus de 6 fois de lutéine, de zéaxanthine (USDA, 2010). (Tableau 5). Leur synthèse est étroitement liée à la synthèse de la chlorophylle (Reif et al., 2012), Ainsi d'autres composés phytochimiques comprennent, le glutathion, l'acide  $\alpha$ -lipoïque et la bétaine.

les caroténoïdes ont des propriétés antioxydantes. Ces composés sont particulièrement efficaces pour désactiver les radicaux libres comme l'oxygène singulet et le peroxyde. Ils semblent agir en synergie avec d'autres caroténoïdes et d'autres antioxydants. (Joseph et al., 2002)

Les épinards sont de bonnes sources d'ombelliférone oxyprénylée et de dérivés d'acide férulique, classés parmi les agents nutraceutiques (Fiorito et al., 2019).

**Tableau 5 :** La quantité des compositions phytochimiques dans l'épinard (100g) .

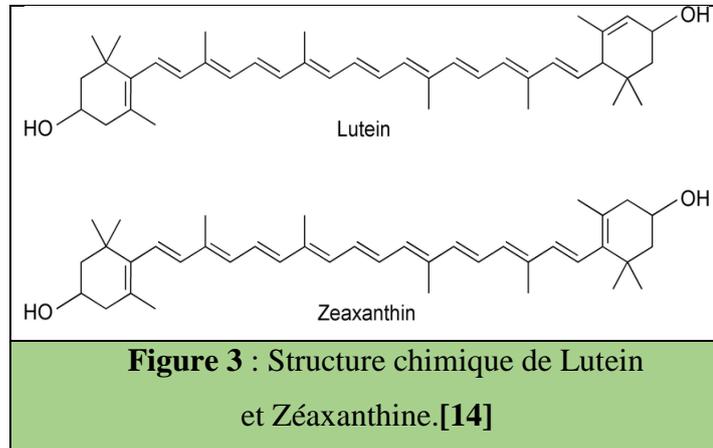
[21]

composition phytochimiques	La quantité
Lutéine et Zéaxanthine	12198 $\mu$ g
$\beta$ -carotène	5626 $\mu$ g

### 2.1. Lutein et Zéaxanthine :

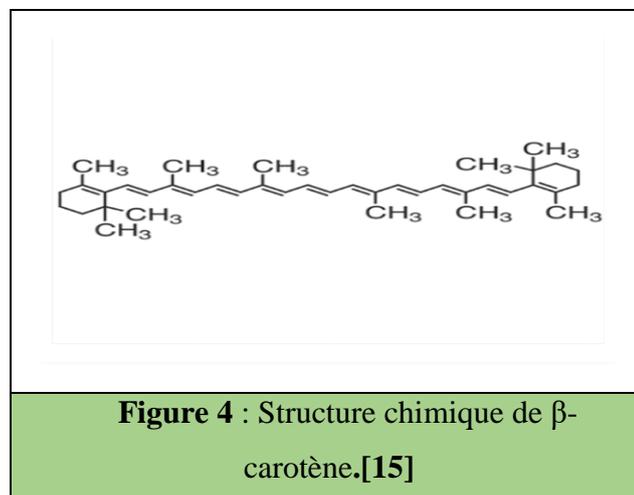
La lutéine est l'un des caroténoïdes les plus répandus dans la nature et dans l'alimentation humaine. Avec la zéaxanthine, il est très concentré comme pigment maculaire dans la rétine fovéale des primates, atténuant l'exposition à la lumière bleue, offrant une protection contre la photo-oxydation et améliorant les performances visuelles. Récemment, l'intérêt pour la lutéine s'est étendu au-delà de la rétine pour ses

contributions possibles au développement et au fonctionnement du cerveau. Seuls les primates accumulent la lutéine dans le cerveau, mais on sait peu de choses sur sa distribution ou son rôle physiologique (**Erdman et al., 2015**) (**Fig.3**).



## 2.2. $\beta$ -carotène

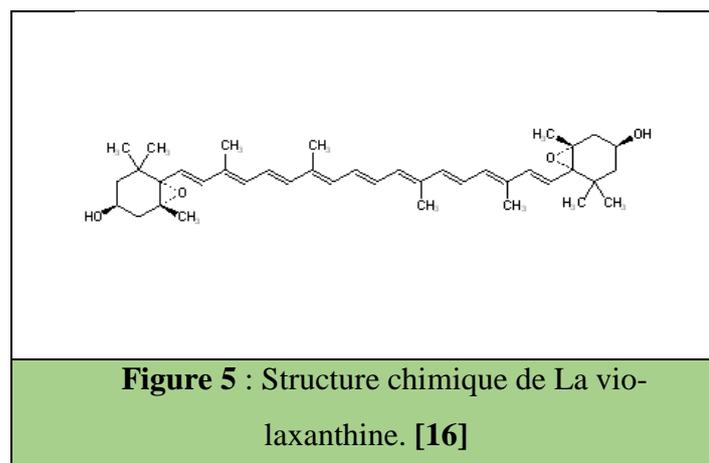
Il a été démontré que la supplémentation en  $\beta$ -carotène protège contre la photosensibilité associée à des maladies cutanées héréditaires comme la protoporphyrie érythropoïétique (**Mathews-Roth, 1989**). Des caroténoïdes sont présents dans la peau humaine et leur concentration diminue après une exposition à l'uv-A et à l'uv-B (**White et al., 1988**). L'exposition à la lumière ultraviolette réduit également certaines fonctions immunitaires, y compris l'hypersensibilité retardée (**Kim et al., 1990**) (**Fig.4**).



### 2.3. Violaxanthin

La violaxanthine est un pigment caroténoïde caractéristique de certaines algues comme les raphidophycées marines, les eustigmatophycées, les chrysophycées ou les algues brunes. Ce pigment de type xanthine joue un rôle protecteur contre la photooxydation [3].

Lorsque l'énergie lumineuse absorbée par les plantes devient excessive par rapport à la capacité de photosynthèse, la xanthophylle violaxanthine est décalée en zéaxanthine (cycle violaxanthine). La fonction protectrice de ce phénomène a été étudiée chez un mutant d'*Arabidopsis thaliana*, npq1, qui n'a pas de deepoxidase violaxanthine fonctionnelle (Havaux et Niyogi, 1999) (Fig.5).

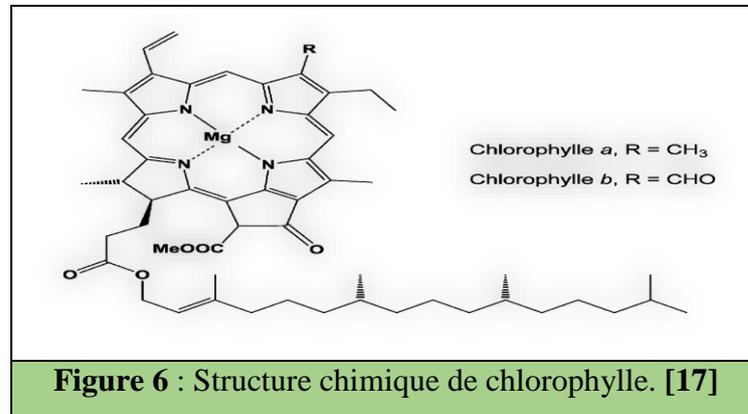


### 2.4. Chlorophylle

La chlorophylle et ses dérivés ont été étudiés pour leurs effets sur l'organisme, car ils possèdent des effets bénéfiques sur la santé des individus.

Les dérivés de cette molécule ont montré des activités biologiques in vivo et in vitro telles que la prévention du cancer, liées à leurs activités antioxydantes, antimutagènes et pro apoptotiques. Les dérivés de la chlorophylle ont aussi des applications médicales, comme le traitement photodynamique du cancer dû à leur propriété photosensible

(Ferruzzi et Blakeslee, 2007 ; Ferruzzi et al., 2002). De récentes études ont montré un lien entre la consommation de la chlorophylle et la diminution du risque de cancer colorectal (Fig.6).



## 2.5. Flavonoïdes

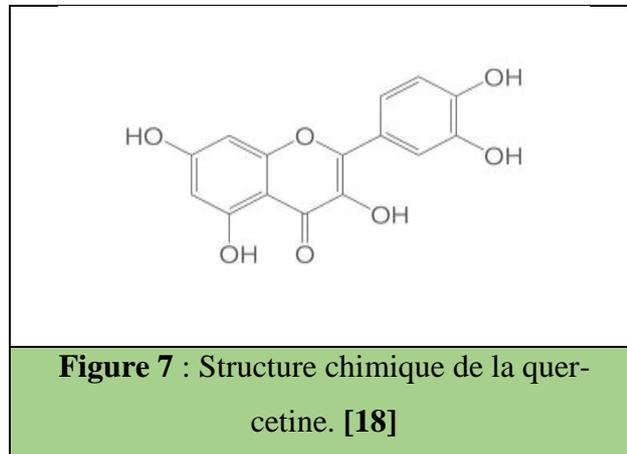
Les flavonoïdes représentent la classe la plus répandue des composés phénoliques dans le règne végétal. La structure de base d'un flavonoïde est formée de deux cycles en C6 (A et B) reliés par une chaîne en C3 qui peut évoluer en un cycle C (hétérocycle). Les principaux sous-groupes des flavonoïdes sont : les flavones, les flavonols, les anthocyanes, les isoflavones les flavan-3-ols, et les flavanones (Missaoui R, 2018).

Les flavonols ont une double liaison entre C2 et C3, avec un groupe hydroxyle en position C3. Ils représentent les flavonoïdes les plus omniprésents dans les aliments avec la quercétine le composé le plus représentatif. Il est important de noter que la biosynthèse des flavonols est stimulée par la lumière (D'Archivio et al., 2007).

### 2.5.1 Quercétine

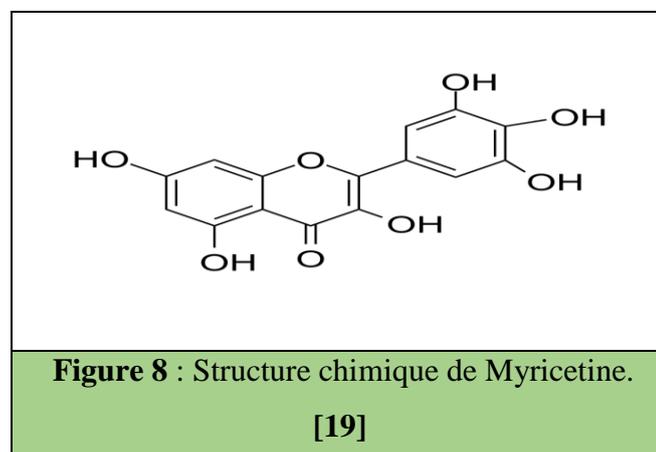
Ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires sont étroitement liées à la prévention et au traitement des maladies cardiovasculaires et du cancer. En outre, des études in vivo et in vitro ont révélé que la quercétine a également une activité antibactérienne et réduit efficacement la formation de biofilms en inhibant l'expression de gènes apparen-

tés, l'activité antitumorale, l'activité antiangiogénique, etc. En outre, la quercétine joue un rôle important dans la réduction des mycotoxines, protégeant les cellules contre les dommages (Yang D *et al.*, 2020) (Fig.7.).



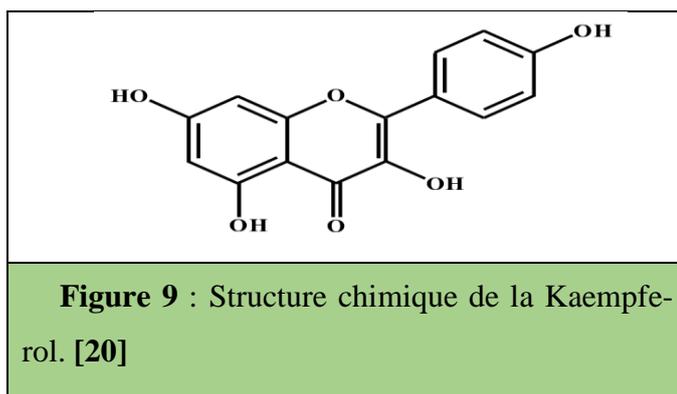
### 2.5.2 Myricetine :

La myricetine est un bioflavonoïde naturel dont la présence dans la nature est répandue parmi les plantes. Il a été démontré qu'il possède à la fois des propriétés antioxydantes et prooxydatives. C'est un puissant anticarcinogène et antimutagène, bien qu'il ait été démontré pour favoriser la mutagenèse avec l'utilisation du test d'Ames. Son potentiel thérapeutique et ses bienfaits dans les maladies cardiovasculaires et le diabète sucré sont également examinés (Ong et Khoo, 1997) (Fig.8.).



### 2.5.3 Kaempferol :

Le kaempferol est un flavonol naturel, une classe de flavonoïdes. Ce composé biologiquement actif présente de nombreuses activités pharmacologiques, y compris des activités anti-oxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes, antidiabétiques et anticancéreuses (**Shields M, 2017**). Le kaempferol joue un rôle bénéfique dans différentes maladies inflammatoires comme les maladies cardiovasculaires, les cancers et les maladies neurodégénératives. Les actions anti-inflammatoires du kaempferol sont dues à l'inhibition de la fonction des cellules inflammatoires ainsi qu'à l'inhibition des cytokines proinflammatoires et de l'expression des chimiokines (**Shukla et al., 2019**) (**Fig.9.**).



### **III. Activités Biologiques et intérêt thérapeutique :**

#### **1. Activités biologiques :**

Les épinards sont connus par leur propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, antibactérienne, anti-obésité, hypoglycémique et enfin de réduction des lipides sanguins, permettant par ces différents effets la réduction des maladies chroniques.

Des études in vitro et in vivo ont été réalisées dans ce sens, sur des modèles cellulaires, animaux et des modèles humains. Le plus souvent, ces études ont été réalisées avec des extraits aqueux ou éthanoliques d'épinards (effet antioxydant, anti-inflammatoire), des échantillons d'épinards lyophilisés, des extraits de thylakoïdes (effet anti-obésité, hypoglycémique, diminution de lipides sanguins), des repas avec des épinards frais, des extraits d'épinards obtenus avec de l'acétone, des fractions de glycolipides (anti cancer) (**Roberts and Moreau, 2016**).

#### **1.1. Activité anti-oxydante :**

Le chercheur **Rao** et ces collaborateurs en 2015 ont comparés l'effet des feuilles fraîches et séchées en référence à la phyto-constituants, il n'y a eu aucun changement des constituants phytochimiques présents dans les produits frais et séchés des feuilles de l'épinards.

L'effet anti-inflammatoire, laxatif et la propriété anti oxydante peut être due à la présence des glycosides tels que les coumarines, les anthroquinones, stéroïdes et flavonoïdes, respectivement. La teneur de la perte d'eau au séchage n'a aucun effet sur l'extraction valeurs des feuilles et des phyto-constituants. Alors les feuilles séchées peuvent être utilisées pour ses valeurs médicinales et peuvent être stocké jusqu'à son utilisation (**Rao et al., 2015**).

Les propriétés anti oxydantes et stabilité des polyphénols d'épinards évaluée par **SUN et les autres en 2018**, par deux méthodes communes, l'activité d'élimination des radicaux DPPH et le pouvoir anti oxydant ferrique réducteur. Les résultats ont démontré que le polyphénol d'épinards avait une certaine activité antioxydante et sa capacité anti

oxydante augmenté avec l'augmentation de la concentration de l'échantillon. Le pH, la température, la lumière et les conservateurs, ont des effets différents sur leur stabilité antioxydante (Sun et al., 2018).

### **1.2. Activité anti-cancéreuse :**

Les régimes pauvres en légumes verts et riches en viande rouge sont associés à un risque accru de cancer du côlon. Dans des études sur les rats, l'hème alimentaire a induit une cytotoxicité colique et une hyperprolifération compensatoire des cellules épithéliales coliques qui ont augmenté les mutations endogènes et le risque de cancer du côlon. La chlorophylle dans les épinards pourrait empêcher la solubilisation de l'hème par la compétition de la liaison des surfactants et des acides biliaires dans l'intestin grêle proximal. La chlorophylle aurait la capacité d'inhiber la croissance de cellules cancéreuses humaines (Devogel et al., 2005).

### **1.3. Activité antibactérienne :**

Une étude récente réalisée par Altemimi et des autres chercheurs montrée que l'extrait méthanolique de feuilles d'épinards fraîches lavées et coupées en petits morceaux a révélé une efficacité plus élevée contre les bactéries Gram-positives que les bactéries Gram-négatives (Altemimi et al., 2017).

L'analyse de l'efficacité de l'acide benzoïque et de l'acide EDTA dans les feuilles non inoculées et les feuilles d'épinards inoculées avec E. coli, entre autres tests. Les auteurs ont déclaré que les réactifs sus mentionnés étaient capables d'empêcher la contamination croisée entre les feuilles inoculées et non inoculées (Alborzi et al., 2018).

Une autre étude réalisée en (2019) sur l'activité antimicrobienne de l'extrait aux composés présents dans sa composition (défensives, flavonoïdes et composés phénoliques), qui peuvent endommager la paroi cellulaire bactérienne (Bahare et al., 2019).

#### **1.4. Activité antihelminthique :**

Des chercheurs en 2009, ont évalué l'activité anthelminthique de l'extrait brut de *Spinacia oleracea*. Différentes concentrations de 10 mg/ml, 20 mg/ml, 30 mg/ml, 40 mg/ml et 50 mg/ml d'extrait de jus frais et d'extrait méthanique de *Spinacia oleracea* ont été étudiées pour déterminer le moment de la paralysie et le moment de la mort des vers. Les deux extraits ont eu une activité anthelminthique in vitro. L'albendazole a été utilisé comme référence standard et l'eau salée comme témoin.

Le résultat a été révélé que l'extrait de jus frais peut montrer une activité anthelminthique plus puissante que l'extrait méthanique de *spinacia oleracea* (Dave et al., 2009).

#### **1.5. Effet anti-inflammatoire :**

L'inflammation est une réponse immunitaire naturelle à un traumatisme ou à une infection. Les thérapies pharmacologiques actuelles contre l'inflammation efficaces, mais sont aussi associés à des effets secondaires indésirables (par exemple, vomissements, nausées, constipation et vertiges).

Les propriétés anti-inflammatoires des épinards ont été évaluées chez plusieurs modèles des animaux. Un extrait méthanolique d'épinards peut améliorer les niveaux d'homocystéine (HCY), de paraoxonase (PON), de lécithine cholestérol acétyl transférase (LCAT), de protéine C-réactive (CRP) et de myéloperoxydase (MPO) dans l'inflammation induite par l'isoprotérénol chez les rats albinos mâles wistar, il provoque une activité protectrice de l'extrait due à la présence de composés bioactifs, comme la quercétine, la coumarine, la lutéine et la lutéoline et aussi il possédait un puissant effet anti-inflammatoire empêchant l'expression plus élevée de cytokines pro-inflammatoires comme l'interleukine-6 (IL-6), l'interleukine-1b (IL-1b) et le facteur de nécrose tumorale alpha (TNF- $\alpha$ ) via l'activation du facteur nucléaire kappa-chaîne lumineuse amplificateur de la voie des cellules «B» activées (NF-kB) (Vutharadhi et al., 2017).

## 1.6. Effet anti-arthrose :

Les feuilles d'épinards étaient utilisées comme persan traditionnel, médicament pour les douleurs articulaires surtout pour l'arthrose et la polyarthrite rhumatoïde. L'effets anti ostéoarthritiques et chondro-protecteurs des extrait d'épinards évalué chimiquement sur l'arthrose. Les résultats ont indiqué que l'extrait d'épinards agit comme un agent puissant antioxydant et un anti-inflammatoire (Rao et al., 2015).

L'effet anti-arthrosique de l'extrait éthanolique de *Spinacia oléracea* a été évalué en in vivo par une injection intra-rotulienne de mono-iodoacétate de sodium (MIA) au niveau de l'articulation du genou induite par l'arthrose chez le rat, qui ressemble à l'arthrose observée chez l'homme dans la région du genou, où il y a une augmentation de l'inflammation et de la génération de radicaux libres. Les résultats ont indiqué que le traitement par ESO évite la dégradation de la matrice extracellulaire et des composants des chondrocytes dans une région particulière en augmentant le nombre trabéculaire et le volume osseux en volume tissulaire fournissant une résistance fonctionnelle et structurelle au cartilage, de plus, le traitement par SOE a augmenté la mobilité articulaire et diminué la douleur associée à l'arthrose (Rosa, 2019).

## 1.7. Effet antidiabétique :

L'activité antidiabétique des épinards due à la présence de kaempférol, quercitrine, apigénine et lutéoline, il est rapportée que les flavonoïdes constituent les principes biologiques actifs de la plupart des plantes médicinales hypoglycémiques et propriétés antidiabétiques (Verma, 2018).

L'extrait aqueux et éthanolique de feuilles d'épinards a été testé oralement au dose de 200 et 400 mg / kg pour son effet hypoglycémique chez les rats diabétiques normaux et induits par l'Alexane.

Les changements de poids corporel, le cholestérol sérique, triglycérides à était évalués chez les rats diabétiques traités. L'extrait aqueux et éthanolique d'épinards provoque une réduction significative de taux de glucose du sang à jeun chez les rats diabétique normal et induit par l'Alexane de plus, des modifications ont été observées au profils lipidiques sériques, y compris le cholestérol et triglycérides et changements de poids

corporel par les deux animaux diabétiques traités à l'éthanol (extrait éthanolique) et à l'extrait aqueux .L'études histopathologiques du pancréas de ces animaux ont montré une régénération comparable par les extrait qui étaient au paravent nécrosés par l'Alexane (**Gomathi et al., 2010**).

L'ulcère chronique est toujours problème grave pour les patients diabétiques. Le diabète est un cause fréquente de retard de régénération de l'ulcère. Étant donné que l'extrait d'épinards contient des composés aux effets antioxydants et anti-inflammatoires, cela peut être efficace pour accélérer la guérison processus des ulcères, en particulier des ulcères diabétiques. Dans l'examen macroscopique des plaies du groupe témoin et groupe traité par l'extrait aqueux d'épinards entre 7 et 21 jours par rapport au groupe diabétique, des changements importants ont été observés. Sur l'examen microscopique, formation de tissu épithélial, formation de tissu de granulation et nouveaux vaisseaux sanguins pour le groupe d'extrait aqueux d'épinards et non diabétique par rapport au groupe diabétique a montré une amélioration significative. En outre, différences dans le facteur de croissance endothélial vasculaire ont été observées entre les groupes dont les jours 3 et 7j (**Verma, 2018**).

### **1.8. Activité sulfite oxydase :**

Les chloroplastes d'épinards possèdent une activité de sulfite oxydase associée à la consommation d'oxygène et à la réduction de ferricyanure. Cette activité est associée aux thylakoïdes et solubilisée par des détergents biologiques non ioniques.

Les dépendances du pH et de la température de l'activité oxydase des sulfites solubilisés par Triton X-100 à partir de thylakoïdes d'épinards concordait avec celles d'une protéine membranaire intrinsèque. Cette activité isolée était insensible aux charognards radicaux (mannitol, mannose et fructose) et à la catalase, et n'était inhibée qu'avec des concentrations très élevées de superoxyde dismutase. Ainsi, l'oxydation des sulfites observée n'a pas été induite par le système de transport d'électrons photosynthétiques, mais a été obtenue par un système enzymique à membrane thylakoïde montrant une activité oxydase des sulfites.

Les paramètres cinétiques de l'oxydase de sulfite de thylakoïde ont été mesurés et comparés à ceux d'autres oxydases de sulfite (**Deven et Sateesh, 2004**).

### **1.9. Activité hépatoprotectrice :**

En 2006 Gupta et Singh, ont signalé l'amélioration par extrait d'alcool des feuilles de *Spinacia oleracea* contre l'hépatosuppression induite par le tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>). Ce résultat a été évalué en termes d'enzymes marqueurs sériques comme GGT, AST, ALT, LDH, SDH, GDH, ALP, bilirubine sérique-totale et taux de protéines totales, ainsi que d'antioxydants hépatiques concomitants comme SOD, CAT, GSH, GPx, GR, GST, acide ascorbique (vitamine c), β-carotène et enzyme cytochrome P-450. Par contre, l'APL a été surveillé dans le sérum et le foie.

Le potentiel hépatoprotecteur de *Spinacia oleracea* . Contre l'hépatosuppression comporte peut-être un mécanisme lié à sa capacité de bloquer la bioactivation du CCl<sub>4</sub> à l'aide d'inhibiteurs sélectifs du ERO (espèces réactives de l'oxygène). Ainsi, *Spinacia oleracea* présentant une protection dans le foie, peut s'avérer une source riche en antioxydants (**Gupta et Singh, 2006**).

### **1.10. Effet de suppression de l'appétit :**

L'extrait méthanolique d'épinards a été soumis à un test de chromatographie liquide à haute performance (HPLC) pour détecter les flavonoïdes. Cet extrait a été utilisé pour évaluer l'effet de suppression de la satiété chez les rats femelles *sprague dawley* ayant accès à un régime alimentaire normal. L'effet du traitement ESO a été déterminé en surveillant chaque jour les changements de poids corporel, de prise alimentaire totale et de taux de glucose.

Le traitement par ESO a montré une inhibition significative de la réduction de la prise de poids et de la prise alimentaire chez les animaux ce qui indique sa capacité de produire une atteinte de la satiété (**Panda et Shinde, 2017**).

### **1.11. Effet cognitif et d'humeur :**

L'oxyde nitrique (NO) est associé à des troubles cardiovasculaires qui provoquent un déclin cognitif. Les flavonoïdes peuvent augmenter le NO endogène endothélial, qui est la principale source de NO exogène. Le nitrate et les flavonoïdes alimentaires améliorent la fonction endothéliale et entraînent une réduction de la pression artérielle. La con-

sommation de nitrate et de flavonoïdes alimentaires pourrait améliorer l'humeur et des fonctions cognitives. L'extrait d'épinard a montré des activités antioxydantes et anti-inflammatoires élevées attribuées à la teneur en caroténoïdes, de plus, l'extrait riche en caroténoïdes a montré un effet anti-inflammatoire plus élevé que l'extrait riche en polyphénols des feuilles d'épinards.

Ces résultats ont indiqué que les flavonoïdes : quercétine, lutéoline, apigénine et le kaempférol a significativement diminué la mort neuronale induite par les  $\beta$ -amyloïdes par une augmentation de la génération d'espèces réactives de l'oxygène. Par conséquent, les épinards riches en flavonoïdes sont capables de protéger la maladie d'alzheimer contre les toxicités induites par le stress oxydatif ou les peptides  $\beta$ -amyloïdes (Rosa, 2019).

### **1.12. Effet depresseur sur le SNC**

Le traitement à l'extrait de *spinacia oleracea* a réduit l'activité locomotrice, la force d'adhérence, l'augmentation du temps de sommeil induit par le pentobarbitone et a également modifié de façon marquée le statut épileptique induit par entylenetetrazole chez les rats albinos adultes de la souche *Holtzman*. L'extrait de *spinacia oleracea* a augmenté le taux de sérotonine et a diminué les taux de norépinéphrine et de dopamine dans le cortex cérébral, le cervelet, le noyau caudé, le mésencéphale et la moelle épinière.

Les résultats suggèrent que l'extrait de *spinacia oleracea* exerce son effet dépressif sur le SNC dans les crises d'épilepsie induites par le PTZ en modulant les monoamines dans différentes régions du cerveau (Verma, 2018).

### **1.13. Inhibition de l' $\alpha$ -amylase et capacité de liaison des acides biliaires :**

L'extrait méthanolique d'épinards a été analysé pour l'identification des flavonoïdes par HPLC sous forme de glycosides flavonoïdes, qui possèdent une activité inhibitrice d' $\alpha$ -amylase. Les résultats ont été comparés au médicament acarbose (l'acarbose est un médicament utilisé pour traiter le diabète de type 2, il est commercialisé sous la marque Glucobay) comme témoin positif. L' $\alpha$ -amylase bloque la conversion des glucides en

monosaccharides, qui peuvent contrôler la glycémie après une consommation régulière d'épinards.

L'inhibition de l' $\alpha$ -amylase la plus faible a été observée au jour 20, et l'inhibition de l' $\alpha$ -amylase la plus élevée a été observée au jour 60 du traitement aux épinards. Toutes les concentrations de mélange de glucosides flavonoïdes testés ont lié à des quantités plus élevées d'acides biliaires glycochenodeoxycholate de sodium (GCDCA) et de glycodeoxycholate de sodium (GDCA). Pendant la culture, la quantité de glycocholate de sodium (GCA) lié aux glycosides flavonoïdes était significativement plus élevée à 20 et 40 jours, cependant GCDCA et GDCA se sont liés au maximum à 30 et 50 jours de traitement (**Barkat et al., 2017**).

#### **1.14. Inhibition des ADN polymérases de mammifères :**

La purification des principaux glycolipides de la classe du monogalactosyldiacylglycérol (MGDG), du digalactosyldiacylglycérol (DGDG) et du sulfoquinovosyldiacylglycérol (SQDG), à partir d'épinards verts (*Spinacia oleracea* L.), a été signalée. Le MGDG était un inhibiteur de la croissance de la cellule cancéreuse gastrique humaine NUGC-3, mais le DGDG et le SQDG n'ont aucun effet cytotoxique (**Mizushina et al., 2003**).

Le monogalactosylmonoacylglycérol (MGMG) avec une molécule d'acide gras a été obtenue à partir de MGDG avec deux molécule d'acide gras par hydrolysant avec la lipase pancréatique. On a également constaté que la MGMG empêchait la croissance des cellules cancéreuses. Le MGDG était le puissant inhibiteur des polymérases répliquatives de l'ADN telles que  $\alpha$  et  $\epsilon$ . Le MGMG inhibait les activités des polymérases de l'ADN de tous les mammifères, y compris les polymérases de l'ADN liées à la réparation  $\beta$  avec une valeur CI50 de 8,5-36  $\mu\text{g/ml}$  et l'inhibition par la MGMG était plus forte que celle par la MGDG. Le MGDG et le MGMG ont tous deux pu arrêter le cycle cellulaire à la phase G 1 et provoquer par la suite une apoptose grave (**Mizushina et al., 2003**).

### 1.15. Protection contre les radiation Gamma :

L'efficacité radioprotectrice des épinards contre le stress oxydatif induit par les radiations étudiées par Verma et Bhatia en (2003), Basé sur l'effet protecteur de 1100 mg/kg/jour d'un extrait méthanolique à 50% de *Spinacia oleracea* (MESO) contre le stress oxydatif induit par les radiations a été évalué en termes de produit de peroxydation lipidique (LPO) et de niveaux tissulaires de glutathion. Les animaux ont été exposés à un rayonnement gamma à un taux de 1,07 Gy/min avec une distance source-surface de 77,5 cm. Les animaux ont été autopsiés à 1, 3, 7, 15 et 30 jours après l'exposition. La LPO a augmenté après l'irradiation jusqu'au 15ème jour chez les souris irradiées non traitées et jusqu'au 7ème jour chez les souris irradiées prétraitées par la MESO.

Les valeurs de LPO étaient significativement plus faibles chez les souris irradiées prétraitées par la MESO que chez les souris irradiées non traitées à tous les intervalles, et ont atteint des valeurs normales à partir du 7e jour. Il a été constaté que l'augmentation du contenu en malondialdéhyde et la diminution du glutathion dans le foie, induites par les radiations, peuvent être modifiées par la MESO. La protection peut être attribuée aux effets combinés de ses constituants plutôt qu'à un facteur unique, car les feuilles sont riches en caroténoïdes (b-carotène, lutéine, zéaxanthine), en acide ascorbique, en flavonoïdes et en acide p-coumarique (Verma et Bhatia, 2003).

Pour les expériences, des souris mâles *albinos* suisses ont été traitées avec un extrait alcoolique de feuilles de *Spinacia oleracea* une fois par jour à la dose de 1100 mg/kg/jour p.o. pendant 15 jours. Les animaux ont été exposés à une dose unique de 5 Gy de rayonnement gamma à un débit de dose de 1,07 Gy/min. Après l'exposition, les souris ont été sacrifiées à différents intervalles d'autopsie, à savoir 1, 3, 7, 15 et 30 jours. Le cerveau a été prélevé et traité pour estimer la LPO. Les radiations ont induit une augmentation significative des valeurs de LPO, qui ont été réduites par la supplémentation en *Spinacia oleracea* avant l'irradiation à tous les intervalles étudiés. La protection apportée par les SE dans la valeur de la LPO du cerveau dans cette étude indique le rôle possible de *Spinacia oleracea* comme radio-protecteur dans une certaine mesure s'il est pris en continu, ce qui pourrait être dû à l'effet synergique des constituants antioxydants présents dans les épinards (Verma et al., 2003).

## **2. Intérêt thérapeutique :**

Les épinards jouent un rôle important dans le maintien d'un corps sain. Les divers avantages pour la santé peuvent inclure ce qui suit.

### **2.1. Système immunitaire :**

Les épinards sont une source alimentaire des caroténoïdes antioxydants bêta-carotène et lutéine, substances bioactives peuvent maintenir l'intégrité des cellules immunitaires en réduisant les espèces réactives d'oxygène (**Hughes, 2001**).

Les épinards peuvent être l'un des légumes les plus puissants quand il s'agit de réduire l'inflammation dans tout le corps. Cela peut non seulement protéger le cœur, mais aussi réduire l'inflammation et la douleur associées à des conditions comme l'arthrite et la goutte, qui affligent des millions de personnes dans le monde entier (**Roberts et Moreau, 2016**).

### **2.2. Système nerveux :**

Fernando Gómez-Pinilla, chercheur au Département de neurochirurgie et de sciences physiologiques de l'Université de Californie, aux États-Unis, suggère que les épinards à forte capacité antioxydante ont été associés à l'activité mitochondriale qui peut éventuellement influencer la fonction cognitive (**Gómez-Pinilla, 2008**).

Plusieurs composants de ce légume comme le potassium, le folate et divers antioxydants sont connus pour fournir des avantages neurologiques aux personnes qui le consomment régulièrement. Le folate peut aider à réduire l'apparition de la maladie d'Alzheimer. Donc, la consommation d'épinards pourrait être une bonne idée pour les personnes qui sont à risque de déclin neuronal ou cognitif. Le potassium fait également partie intégrante de la santé du cerveau, et il peut être lié à une augmentation du flux sanguin vers le cerveau et à une augmentation de la cognition, de la concentration et de l'activité neurale (**Jiraungkoorskul, 2016**).

### **2.3. Système digestif :**

Selon un article intitulé « Antiulcer Activity of Aqueous Extract of Spinacia Oleracia in Rats », publié dans l'International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry, l'épinard peut protéger la muqueuse de l'estomac, réduisant ainsi l'apparition d'ulcères gastriques. En outre, les glycolipides trouvés dans les épinards peuvent augmenter la force de la paroi du tube digestif, et donc il pourrait également empêcher toute inflammation indésirable dans cette partie du corps (**Kore et al., 2011**).

### **2.4. Système respiratoire et ORL :**

Les feuilles ont des propriétés anti-inflammatoires et émollientes. L'épinard agit comme un tonique respiratoire :

- Inflammation des poumons
- Gorge irritée
- Asthme
- Bronchite
- Toux
- Cancer des poumons

Les graines sont aussi utilisées en cas de difficulté à respirer. [4]

### **2.5. Système reproducteur :**

Les épinards sont riches en folate et sont recommandés pour les femmes enceintes. Un fœtus croissant a besoin d'une quantité suffisante de folate pour le bon développement du système nerveux. Des défauts comme la fente palatine ou le spina bifida peuvent survenir en raison d'une carence en folate. Les niveaux élevés de vitamine A sont conseillés d'être consommés en quantités quotidiennes recommandées par la mère. La vitamine A peut être nécessaire au bon développement pulmonaire du fœtus et peut être transférée pendant l'allaitement, il est donc recommandé de poursuivre la consommation d'épinards après la naissance (**Laleh ,2013**).

## **2.6. Système cardiovasculaire :**

Les épinards peuvent également être riches en potassium et contiennent une faible teneur en sodium sous sa forme brute avant la préparation. Cette composition de minéraux peut s'avérer très bénéfique pour les personnes souffrant d'hypertension artérielle car le potassium peut réguler la tension artérielle. Folate présent dans les épinards peut également contribuer à la réduction de l'hypertension et peut détendre les vaisseaux sanguins, tout en maintenant un flux sanguin approprié. En réduisant la pression artérielle et en relâchant la tension des vaisseaux et des artères, vous pouvez réduire le stress sur le système cardiovasculaire et augmenter l'oxygénation des systèmes d'organes du corps pour une fonctionnalité optimale (**Jovanovski et al., 2015**).

## **2.7. Système visuel :**

Helen M Rasmussen, chercheuse à l'Université de Cambridge, dans son rapport de 2013 publié dans *Clinical Interventions in Aging*, a révélé que les épinards peuvent être une riche source de bêta-carotène, de lutéine et de xanthéne, qui peuvent tous être bénéfiques pour la vue. Le bêta-carotène, dans les épinards crus, peut aider à améliorer la santé oculaire. Il peut également prévenir les carences en vitamine A, les démangeaisons, les ulcères oculaires et la sécheresse oculaire. Les propriétés anti-inflammatoires de ces légumes verts peuvent également réduire les poches ou l'irritation dans les yeux. (**Rasmussen et Johnson ,2013**).

La lutéine et la zéaxanthine présentes dans les épinards peuvent toutes deux agir comme des antioxydants puissants, ce qui peut empêcher les yeux des effets sévères des rayons UV qui conduisent à des cataractes. Ils peuvent également aider à réduire l'impact des radicaux libres, qui peuvent être une cause majeure de cataractes et d'autres problèmes oculaires (**Suzen et al., 2000**).

La DMLA ou rétinite pigmentaire est responsable de la cécité, qui est due à la dégénérescence de la lutéine et de la xanthéne qui sont une partie centrale de la rétine.

L'épinard peut aider à prévenir la dégénérescence maculaire, Dans un article intitulé « Age related macular degeneration and recent developments », publié dans le *Post*

Graduate Medical Journal, il a été révélé que les patients atteints de DMLA peuvent consommer des légumes-feuilles verts frais, en particulier des épinards, car ils contiennent des caroténoïdes. Il contient également une richesse d'antioxydants qui pourraient réduire les effets nocifs des radicaux libres, qui sont connus pour avoir un impact négatif sur la vision et causer des conditions liées à l'âge comme le glaucome et la dégénérescence maculaire ainsi (Morris et al., 2007).

## 2.8. Système locomoteur :

Le facteur Coenzyme-Q10 (Co-Q10), qui est un antioxydant présent dans les épinards, peut jouer un rôle important dans le renforcement des muscles, en particulier les muscles cardiaques qui pompent continuellement le sang à toutes les parties du corps. Co-Q10 pourrait également être utilisé pour prévenir plusieurs maladies cardiovasculaires comme l'hyperlipidémie, l'insuffisance cardiaque, l'hypertension et les maladies coronariennes (Gül et al., 2011).

## 2.9. Système tégumentaire et usage externe :

Les différents phytonutriments et pigments peuvent aider à protéger la peau contre les rayons nocifs du soleil, y compris les rayons UV (Fernández-García . 2014).

❖ **Un anti-acné :** Les épinards sont riches en chlorophylle, un pigment végétal qui nettoie les toxines et les bactéries du système digestif et du sang, ainsi qu'en vitamines A, possédant elles aussi des vertus détoxifiantes. Ainsi, les épinards empêchent les toxines de venir perturber l'épiderme et de se transformer en acné. C'est pourquoi leur consommation est conseillée pour les peaux à problèmes. Il est également possible de se faire un masque "purifiant" à base de feuilles d'épinards bouillies et d'eau, transformées en pâte, à appliquer sur le visage pour éliminer saletés et inflammations. [5]

❖ **Un anti-âge :** La haute teneur en antioxydants des épinards en fait un atout de taille pour préserver la jeunesse de la peau. Les antioxydants ont pour rôle d'éliminer les radicaux libres de la peau, responsables du vieillissement prématuré. Ainsi les cellules de la peau sont plus renforcées face aux agressions extérieures. [5]

❖ **Un anti-chute de cheveux :** Riche en vitamines A, B, C, E ainsi qu'en magnésium, calcium et potassium, l'épinard recèle des parfaits éléments pour des cheveux en pleine santé. Les vitamines A et C en particulier, sont responsables pour la production d'huile dans le cuir chevelu, qui contribue à une chevelure considérablement renforcée. [5]

la poudre d'épinard elle peut s'obtenir directement en passant les feuilles, préalablement séchées, au blender. Mélangée à du beurre de mangue, vous obtiendrez un masque naturel et efficace pour rendre vos cheveux plus forts.[6]

## **2.10. L'épinard un complément alimentaire :**

L'extrait d'épinard est un complément alimentaire qui favorise la perte de poids en ralentissant la digestion des matières grasses, en réduisant temporairement l'appétit, et en vous faisant manger moins. L'extrait d'épinards est une poudre verte qui peut être mélangée à l'eau ou aux smoothies.

La poudre est composé de thylakoïdes de feuilles d'épinard concentrés, des composés microscopiques que l'on trouve dans les chloroplastes de toutes les cellules de plantes vertes. Le rôle des thylakoïdes est de recueillir la lumière du soleil, qui fournit aux plantes l'énergie dont elles ont besoin pour produire les glucides. Ce procédé s'appelle la photosynthèse (**Kouřil et al., 2012**). Les thylakoïdes sont composés d'environ 70% de protéines, d'antioxydants et de chlorophylle, et 30% de matières grasses (**Rayner et al., 2011**).

Il a déjà été démontré que les thylakoïdes additionnés d'un repas riche en gras peuvent affecter la cholécystokinine (CCK), la ghréline, l'insuline et les lipides sanguins chez les humains, et peuvent agir pour supprimer l'apport alimentaire et prévenir la prise de poids chez les rongeurs (**Stenblom et al., 2013**).

Une étude effectuée avec des femmes en surpoids a découvert que l'ajout de membranes de plantes vertes comme complément alimentaire une fois par jour induit une perte de poids, améliore les facteurs de risque liés à l'obésité et réduit l'envie d'aliments appétissants. Le mécanisme peut résider dans l'augmentation observée des rejets de GLP-1 (**Montelius et al., 2014**).

Contrairement aux médicaments pharmaceutiques pour perdre du poids comme l'orlistat, les thylakoïdes provoquent un ralentissement temporaire de la digestion des graisses, mais ne l'empêchent pas complètement. En conséquence, l'extrait d'épinards n'a pas l'effet indésirable d'autres médicaments inhibiteurs de lipases, comme la stéatorrhée ou les crampes d'estomac (Rebello et al., 2015).

### **Conclusion :**

L'épinard est une plante qui a longtemps été utilisée comme aliment et traitement dans les médecines populaires, car il contient une classe diversifiée de composés. Compte tenu de ses composés efficaces vit-A, vit-C, vit-E, vit-K, vit-B9, magnésium, manganèse, fer, calcium, potassium, acide folique, cuivre, protéines, phosphore et zinc. Les épinards regorgent également d'un certain nombre d'antioxydants tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les caroténoïdes qui possèdent des effets anti-inflammatoires, un potentiel antimutagène, des effets antibactérienne , anti arthrose et anti diabétique . Diverses activités pharmacologiques des épinards tels que, antioxydant, antiinflammatoire, antihistaminique, dépresseur du SNC, hépatoprotecteurs ont été rapportés.

«Que ta nourriture soit ton médicament et que ton médicament soit dans ta nourriture» a été conseillé par le père de la médecine, Hippocrate ça fait plus de 2000 ans .

## RÉFÉRENCES

- 1 **Agarwal, R. (2007).** Nonhematological benefits of iron. *American journal of nephrology*, 27(6), 565-571
- 2 **Alborzi, S., Bastarrachea, L., Ding, Q.,Tikekar, R. V.(2018).** Inactivation of escherichia coli O157:H7 and Listeria innocuaby benzoic acid, ethylene diamine tetra acetic acid and their combination in model wash water and simulated spinach washing. *Journal of Food Science*, 83, 1032-1040.
- 3 **Altemimi, A., Lakhssassi, N., Abu-Ghazaleh, A., Lightfoot, D. A.(2017).** Evaluation of the antimicrobial activities of ultrasonicated spinach leaf extracts using RAPD markers and electron microscopy. *Archives of microbiology*, 199, 1417-1429.
- 4 **Aschner, J. L., & Aschner, M. (2005).** Nutritional aspects of manganese homeostasis. *Molecular aspects of medicine*, 26(4-5), 353-362.
- 5 **Atherton, J. G., & Farooque, A. M. (1983).** High temperature and germination in spinach. I. The role of the pericarp. *Scientia Horticulturae*, 19(1-2), 25-32.
- 6 **Bahare, S., Tugba, B.T.,Ozleyen, A., Gregorio, P.,Stefano, D.A., Jovana,R., Rabia, N.,Nosheen, A., Fhatuwani, X.,Labanca, F.,Milella, L., Nunziatina, D.T., Henrique,D., Coutinho.,JavadSharifi-Rad Deepa, R., Verma.,Martorell, M., Natália,M.(2019).** Plants of the genus *Spinacia*: From bioactive molecules to food and phytopharmacological applications. *Trends in food science & technology* ;88. 260-273.
- 7 **Bardgett, M. E., Schultheis, P. J., McGill, D. L., Richmond, R. E., & Wagge, J. R. (2005).** Magnesium deficiency impairs fear conditioning in mice. *Brain research*, 1038(1), 100-106
- 8 **Barkat, N., Singh, J., Jayaprakasha, G.K., Patil, B.S. (2017).** Effect of harvest time on the levels of phytochemicals, free radical scavenging activity,  $\alpha$ -amylase inhibition, and bile acid binding capacity of spinach (*Spinacia oleracea*). *J. Sci. Food .Agric.* ;28.
- 9 **Beto, J. A. (2015).** The role of calcium in human aging. *Clinical nutrition research*, 4(1), 1-8.
- 10 **Brigelius-Flohé, R., & Traber, M. G. (1999).** Vitamin E: function and metabolism. *The FASEB journal*, 13(10), 1145-1155..

- 11 **Buchman AR., A. Catharine Ross BC, Robert J. Cousins, Katherine L. Tucker, Thomas R. Ziegler (2014).** Manganese. *Modern Nutrition in Health and Disease* eds. 11th ed Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland: 238-44.
- 12 **Bügel, S. (2003).** Vitamin K and bone health. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(4), 839-843.
- 13 **Bunea, A., Andjelkovic, M., Socaciu, C., Bobis, O., Neacsu, M., Verhé, R., and Camp, J. Van (2008a).** Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea L.*). *Food Chem* 108, 649–656.
- 14 **Chen, C. (2019).** Enhancement of dietary content of iron in *Brassica oleracea* through soil alterations
- 15 **D'Archivio, M., FILESI, C., DI BENEDETTO, R., GARGIULO, R., GIOVANNINI, C. & MASELLA, R. (2007).** Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-Istituto Superiore di Sanita*, 43, 348
- 16 **Dave, S., Patil, U.K.,Bhaiji, A., Baghel, U.S, Yadav, S.K., Sharma, V.K.(2009).** In-vitro anthelmintic activity of Leaves of *spinacia oleracea* Linn *Int. J. Toxicol. Pharmacol. Res*; 1 (1):21-23.
- 17 **De Vogel, J., Jonker-Termont, D.S., Van Lieshout, E.M., Katan,MB.,Van der Meer,R.(2005).**Légumes verts, viande rouge et cancer du côlon: la chlorophylle prévient leffet cytotoxiques et hyperprolifératifs de l'hème dans le côlon du rat. *Carcinogenesis*;26(2), 387à 393.
- 18 **Deven, M., Sateesh, B.(2014).**Pharmacological activity of *spinacia oleracea* linn.-a complete overview. *Asian journal of pharmaceutical research and development* ISSN 2320-4850 Vol. 2 (1) Jan. -Feb. 2014.
- 19 **Diogon, T.(2002).**Isolement et caractérisation de messagers codants pour des peroxydases chez *Spinacia oleracea L.* Thèse de doctorat en sciences. Université de Genève, Suisse. 150p.
- 20 **Ebel, H., & Günther, T. (1980).** Magnesium metabolism: a review. *Journal of clinical chemistry and clinical biochemistry. Zeitschrift fur klinische Chemie und klinische Biochemie*, 18(5), 257-270.
- 21 **Ellinson, M., Thomas, J., & Patterson, A. (2004).** A critical evaluation of the relationship between serum vitamin B12, folate and total homocysteine with cognitive impairment in the elderly. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 17(4), 371-383.

- 22 **Erdman, J. W., Smith, J. W., Kuchan, M. J., Mohn, E. S., Johnson, E. J., Rubakhin, S. S., ... & Neuringer, M. (2015).** Lutein and brain function. *Foods*, 4(4), 547-564
- 23 **Fernández-García . (2014).** Skin protection against UV light by dietary antioxidants. *Food Funct. Sep*;5(9):1994-2003.
- 24 **Ferruzzi, M. G., & Blakeslee, J. (2007).** Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. *Nutrition research*, 27(1), 1-12.
- 25 **Ferruzzi, M. G., Failla, M. L., & Schwartz, S. J. (2002).** Sodium copper chlorophyllin: in vitro digestive stability and accumulation by Caco-2 human intestinal cells. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(7), 2173-2179.
- 26 **Fiorito, S., Preziuso, F., Epifano, F., Scotti, L., Bucciarelli, T., Taddeo, V. A., & Genovese, S. (2019).** Novel biologically active principles from spinach, goji and quinoa. *Food chemistry*, 276, 262-265..
- 27 **Fujita, N., Ayukawa, Y., Fuke, M., Teraoka, T., Watanabe, K., Arie, T., Komatsu, K.(2017).** Rapid sex identification method of spinach (*Spinaciaoleracea L.*) in the vegetative stage using loop-mediated isothermal amplification. *Planta*. 245(1), 221-226.
- 28 **Glick, J. L. (1990).** Use of magnesium in the management of dementias. *Medical Science Research*.
- 29 **Gomathi, V., Jayakar, B., Kothai, R., Ramakrishnan, G( 2010).** Antidiabetic activity of leaves of *Spinacia oleracea Linn.* in alloxan- induced diabetic rats. *Journal of chemical and pharmaceutical research*. 2(4), 266-274.
- 30 **Gómez-Pinilla, (2008).** F. Brain foods: the effects of nutrients on brain function. *Nat Rev Neurosci* 9 : 568–578.
- 31 **Gül I, Gökbel H, Belviranlı M, Okudan N, Büyükbaş S, Başaralı K. (2011).** Oxidative stress and antioxidant defense in plasma after repeated bouts of supramaximal exercise: the effect of coenzyme Q10. *J Sports Med Phys Fitness*. Jun;51(2):305-12.
- 32 **Gupta, R.S., Singh, D.(2006).** Amelioration of CCl4 – induced hepato suppression by *spinacia oleracea L.* leaves in wister albino rats. *Pharmacology online* 3, 267-278.
- 33 **Havaux, M., & Niyogi, K. K. (1999).** The violaxanthin cycle protects plants from photooxidative damage by more than one mechanism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(15), 8762-8767..
- 34 **He, F. J., & MacGregor, G. A. (2008).** Beneficial effects of potassium on human health. *Physiologia plantarum*, 133(4), 725-735

- 35 **Hernandez, A. G. D. (2010).** *Tratado de nutricion/Nutrition Treatise: Nutricion humana en el estado de salud/Human Nutrition in Health Status*. Ed. Médica Panamericana
- 36 **Hughes DA.(2001)** Dietary carotenoids and human immune function. *Nutrition*.17(10):823-827.11684388.
- 37 **Ibs, K. H., & Rink, L. (2003).** Zinc-altered immune function. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1452S-1456S.
- 38 **Jiraungkoorskul W.(2016).** Review of Neuro-nutrition Used as Anti-Alzheimer Plant, Spinach, *Spinacia oleracea*. *Pharmacogn Rev.* 10(20),105-108.
- 39 **Joseph JA., Nadeau DA., Underwood A .(2002).** Le code couleur: un régime alimentaire révolutionnaire pour une santé optimale. New York, Hypericon. 308 .
- 40 **Jovanovski E, Bosco L, Khan K, Au-Yeung F, Ho H, Zurbau A, Jenkins AL, Vuksan V. (2015).** Effect of Spinach, a High Dietary Nitrate Source, on Arterial Stiffness and Related Hemodynamic Measures: A Randomized, Controlled Trial in Healthy Adults. *Clin Nutr Res.* Jul;4(3):160-7.
- 41 **Kim, T. Y., Kripke, M. L., & Ullrich, S. E. (1990).** Immunosuppression by factors released from UV-irradiated epidermal cells: selective effects on the generation of contact and delayed hypersensitivity after exposure to UVA or UVB radiation. *Journal of investigative dermatology*, 94(1), 26-32.
- 42 **Kore Kakasaheb J\*, Shete Rajkumar V, Patel Apsari J and Kulkarni Jitendra B. (2011).** Antiulcer activity of aqueous extract of *Spinacia Oleracea* in rats; 1(3) : 2231-2781.
- 43 **Kouřil R, Dekker JP, Boekema EJ. (2012).** Supramolecular organization of photosystem II in green plants. *Biochim Biophys Acta.* 1817(1):2-12.
- 44 **Laleh Hajhoseini. (2013) .** Importance of optimal fiber consumption during pregnancy. *Int J Women's Health Reproduction Sci* Vol. 1, No. 3, 2330-4456.
- 45 **Lefsrud, M. G., Kopsell, D. A., Kopsell, D. E., & Curran-Celentano , J. (2005).** Air temperature affects biomass and carotenoid pigment accumulation in kale and spinach grown in a controlled environment. *HortScience*, 40(7), 2026-2030
- 46 **Li, F. J., Shen, L., & Ji, H. F. (2012).** Dietary intakes of vitamin E, vitamin C, and  $\beta$ -carotene and risk of Alzheimer's disease: a meta-analysis. *Journal of Alzheimer's disease*, 31(2), 253-258

- 47 **Li, L., & Yang, X. (2018).** The essential element manganese, oxidative stress, and metabolic diseases: links and interactions. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2018.
- 48 **Maeda, N., Yoshida, H., & Mizushina, Y. (2010).** Spinach and health: anticancer effect. In *Bioactive foods in promoting health* (pp. 393-405). Academic Press.
- 49 **Majamaa, K., Günzler, V., Hanauske-Abel, H. M., Myllylä, R., & Kivirikko, K. I. (1986).** Partial identity of the 2-oxoglutarate and ascorbate binding sites of prolyl 4-hydroxylase. *Journal of Biological Chemistry*, 261(17), 7819-7823.
- 50 **Mathews-Roth, M. M. (1989).** Beta-carotene: clinical aspects. *New protective roles for selected nutrients*, 17-38.
- 51 **Mazoyer, M.(2002).** Larousse agricole, le monde paysan au XXIe siècle. Ed. Lavoisier ,Paris, 770 p.
- 52 **Missaoui, R. (2018).** Extraction verte et caractérisation des molécules bioactives dans les coproduits de la production d'asperge (*Asparagus officinalis L.*).
- 53 **Mizushina, Y., Murakani, C., Kumagai, T., Hada, T., Kanekazu, U., Nakazawa, S.(2003).**Effect of glycolipid from spinach on mammalian DNA polymerases. *Biochem pharmacol*; 65:259-26.
- 54 **Montelius C, Erlandsson D, Vitija E, Stenblom EL, Egecioglu E, Erlanson-Albertsson C. (2014).** Body weight loss, reduced urge for palatable food and increased release of GLP-1 through daily supplementation with green-plant membranes for three months in overweight women. *Appetite*. Oct;81:295-304.
- 55 **Morris B, Imrie F, Armbrecht AM, Dhillon B.(2007).** Age-related macular degeneration and recent developments: new hope for old eyes?. *Postgrad Med J.*;83(979):301-307.
- 56 **Munro, D. B.,Small, E.( 1998).** Les légumes du canada. Ed. Nrc Research Press. 436 p.
- 57 **Naoki Maeda, Hiromi Yoshida, Yoshiyuki Mizushina.(2010).** Spinach and Health Anticancer Effect. Preedy,Bioactive Foods in Promoting Health,Academic Press; 26, 393-405.
- 58 **Nielsen, F. H. (2012).** Manganese, molybdenum, boron, chromium, and other trace elements. *Present knowledge in nutrition*, 586-607.
- 59 **Ochoa JJ, Mataix B. (2009).** Vitamina A y Carotenoides: función visual y expresión génica. En: *Nutrición y Alimentación Humana*, Tomo I. Mataix Verdú, J (ed).; 225-235.
- 60 **Ong, K. C., & Khoo, H. E. (1997).** Biological effects of myricetin. *General Pharmacology: The Vascular System*, 29(2), 121-126.

- 61 **Panda, V., Shinde, P.(2017).** Appetite suppressing effect of *Spinacia oleracea* Linn rats:involvement of the short term satiety signal cholecystokinin.Appetite;113, 224-230.
- 62 **Rao, K.N.V., Tabassum, B., Babu, S.R., Yaja, A.,Banji, D.(2015).** Preliminary phytochemical screening of *spinacia oleracea* L. World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. 4, 532-551.
- 63 **Rasmussen, Helen M, and Elizabeth J Johnson.(2013).** “Nutrients for the aging eye.” Clinical interventions in aging vol. 8 : 741-8.
- 64 **Rayner M, Ljusberg H, Emek SC, Sellman E, Erlanson-Albertsson C, Albertsson PÅ. (2011).** Chloroplast thylakoid membrane-stabilised emulsions. J Sci Food Agric. 91(2):315-21.
- 65 **Rebello CJ, Chu J, Beyl R, Edwall D, Erlanson-Albertsson C, Greenway FL.(2015).** Acute Effects of a Spinach Extract Rich in Thylakoids on Satiety: A Randomized Controlled Crossover Trial. J Am Coll Nutr.;34(6):470-7.
- 66 **Reif, C., Arrigoni, E., Neuweiler, R., Baumgartner, D., Nyström, L., & Hurrell, R. F. (2012).** Effect of sulfur and nitrogen fertilization on the content of nutritionally relevant carotenoids in spinach (*Spinacia oleracea*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(23), 5819-5824..
- 67 **Roberts, J.L., and Moreau, R. (2016).** Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. Food Funct.
- 68 **Rosa, M.P.G., Elisa, G.V.,Silvia, Patricia, P.C.(2019)** .*Spinacia oleracea* Linn considered as one of the most perfect foods: a pharmacological and phytochemical review.Mini-Reviews in medicinal chemistry; Vol. 19, No. 20.
- 69 **Sarazin, M., Alexandre, C., & Thomas, T. (2000).** Influence des apports en oligoéléments, protéines, lipides, glucides et vitamines sur le métabolisme osseux. *Revue du rhumatisme*, 67(7), 486-497.
- 70 **Seigneurin-Berny, D.(2000).**Recherche de nouveaux systèmes de transport à travers l’enveloppe du chloroplaste : caractérisation de nouvelles protéines hydrophobes. Thèse de doctorat en Biologie. Université joseph fourier, Grenoble, France. 191p.
- 71 **Shields, M. (2017).** Chapter 14-Chemotherapeutics. S. McCreath, & R. Delgoda, *Pharmacognosy*, 295-307.
- 72 **Shukla, R., Pandey, V., Vadnere, G. P., & Lodhi, S. (2019).** Role of flavonoids in management of inflammatory disorders. In *Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases* (pp. 293-322). Academic Press.
- 73 **Stenblom EL, Montelius C, Östbring K, Håkansson M, Nilsson S, Rehfeld JF, Erlanson-Albertsson C. (2013).** Supplementation by thylakoids to a high carbohydrate

- meal decreases feelings of hunger, elevates CCK levels and prevents postprandial hypoglycaemia in overweight women. *Appetite*. Sep;68:118-23.
- 74 **Sun, F., Yaru, Y., Long, L. (2018).** The evaluation of antioxidant properties and stability of polyphenols from *Spinacia oleracea*. *Journal of biotech research* 9: 8-13: 1944-3285.
- 75 **Suzen M. Moeller., Paul F. Jacques ., Jeffrey B. Blumberg. (2000)** The Potential Role of Dietary Xanthophylls in Cataract and Age-Related Macular Degeneration, *Journal of the American College of Nutrition*, 19:sup5, 522S-527S.
- 76 **Traber, M. G., & Stevens, J. F. (2011).** Vitamins C and E: beneficial effects from a mechanistic perspective. *Free Radical Biology and Medicine*, 51(5), 1000-1013..
- 77 **USDA .(2018).**USDA national nutrient database for standard reference. U.S. Department of agriculture, agricultural research service .<https://www.usda.gov>
- 78 **Verma, S.(2018).**A study on medicinal herb *spinacia oleraceae* Linn: amaranthaceae. *Journal of drug delivery and therapeutics*; 8(4):59-61.
- 79 **Vutharadhi, S., Jolapuram, U., Kodidhela, L.D.(2017).**Nutraceutical inherent of *Spinacia Oleracea* Linn. methanolic leaf extract ameliorates isoproterenol induced myocardial necrosis in male albino wistar rats via mitigating inflammation. *Biomed. Pharmacother*;85, 239-247.
- 80 **White, W. S., Kim, C. I., Kalkwarf, H. J., Bustos, P., & Roe, D. A. (1988).** Ultraviolet light-induced reductions in plasma carotenoid levels. *The American journal of clinical nutrition*, 47(5), 879-883.
- 81 **Wilcox, G. E., & Pfeiffer, C. L. (1990).** Temperature effect on seed germination, seedling root development and growth of several vegetables. *Journal of plant nutrition*, 13(11), 1393-1403
- 82 **Wynn, J. (2011).** *Comprehensive Biotechnology // Lipids, Fatty Acids*, 41–52.
- 83 **Xu, C., Jiao, C., Sun, H. et al. (2017).** Draft genome of spinach and transcriptome diversity of 120 *Spinacia* accessions. *NatCommun*8,15275 .
- 84 **Yang, D., Wang, T., Long, M., & Li, P. (2020).** Quercetin: Its Main Pharmacological Activity and Potential Application in Clinical Medicine. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 8825387-8825387.
- 85 **Zeisel, S. H., Mar, M. H., Howe, J. C., & Holden, J. M. (2003).** Concentrations of choline-containing compounds and betaine in common foods. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1302-1307.

- [1] <https://www.caducee.net/Fiches-techniques/glucides.asp#role> consulté le 15/06/2022 a 05:15
- [2] <https://www.creapharma.ch/fibres-alimentaires.htm> consulté le 15/06/2022 a 05:18
- [3] <https://www.aquaportail.com/definition-987-violaxanthine.html> consulté le 05/05/2022 a 00 :02
- [4] [https://www.academia.edu/30225094/LEpinard\\_Spinacia\\_oleracea\\_Fran%C3%A7ais](https://www.academia.edu/30225094/LEpinard_Spinacia_oleracea_Fran%C3%A7ais) consulté le 03/06/2022 a 00 :19
- [5] <https://tendances.orange.fr/mode-beaute/news-mode-beaute/article-3-bienfaits-beaute-des-epinards-CNT0000011rP1h.html> consulté le 09/06/2022 a 03:41
- [6] [https://www.ohmymag.com/beaute/des-recettes-beaute-a-faire-soi-meme-avec-des-epinards\\_art117367.html](https://www.ohmymag.com/beaute/des-recettes-beaute-a-faire-soi-meme-avec-des-epinards_art117367.html) consulté le 09/06/2022 03 :44
- [7] [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/124617/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/124617/tab/taxo) consulté le 23/05/2022 a 17:44
- [8] [https://www.autourdupotager.com/epinard/#Semis\\_et\\_plantation\\_d%E2%80%99epinards](https://www.autourdupotager.com/epinard/#Semis_et_plantation_d%E2%80%99epinards) consulté le 10/05/2022 a 01 :04
- [9] <https://cuisine.journaldesfemmes.fr/encyclopedie-produits/1955107-epinard/> consulté le 06/06/2022 a 16 :25
- [10] <https://www.jardiner-malin.fr/fiche/culture-epinard.html> consulté le 01/06/2022 a 12:55
- [11] <https://www.semencemag.fr/epinard-histoire-selection-jardinage.html> consulté le 05/06/2022 a 13:10
- [12] [https://gardenseedsmarket.com/images/watermarked/5/detailed/64/szpinak-mata-dor.jpg?fbclid=IwAR1Xcuy3QhsNxpJ8PXk\\_4t7JlStOfIjtg\\_xP30SAgA7\\_5QLvla5AEoE1YgU](https://gardenseedsmarket.com/images/watermarked/5/detailed/64/szpinak-mata-dor.jpg?fbclid=IwAR1Xcuy3QhsNxpJ8PXk_4t7JlStOfIjtg_xP30SAgA7_5QLvla5AEoE1YgU) consulté le 15/06/2022 a 01 :46
- [13] <https://www.alamyimages.fr/l-amelioration-de-la-reproduction-numerique-de-haute-qualite-les-epinards-spinacia-oleracea-est-une-plante-comestible-de-la-famille-des-amaranthaceae-image223994184.html> consulté le 08/05/2022 a 22:03
- [14] [https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-lutein-and-zeaxanthin\\_fig1\\_281437014](https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-lutein-and-zeaxanthin_fig1_281437014) consulté le 04/05/2022 a 15:25
- [15] <https://www.tcichemicals.com/BE/fr/p/C0560> consulté le 04/005/2022 a 15:15
- [16] <https://www.drugfuture.com/chemdata/violaxanthin.html> consulté le 27/04/2022 a 10:05
- [17] <https://new.societechimiquedefrance.fr/produits/chlorophylles/> consulté le 28/04/2022 a 02 :28

- [18] <https://www.carlroth.com/com/en/further-reference-substances-for-hplc/quercetin/p/1210.1> consulté le 24/04/2022 a 22:35
- [19] <https://www.medchemexpress.com/Myricetin.html> consulté le 25/04/2022 a 17:30
- [20] [https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-kaempferol\\_fig5\\_260253002](https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-kaempferol_fig5_260253002) consulté le 25/04/2022 a 17:10
- [21] <https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/epinard/composition> consulté le 22/04/2022 a 00:42
- [22] <https://www.lanutrition.fr/epinard-cru> consulté le 22/04/2022 a 23 :17
- [23] <https://fr.ripleybelieves.com/world-leaders-in-spinach-production-6181> Consulté le 15/05/2022 03 :18

## Résumé

L'épinard est un légume à feuilles vert foncé originaire d'Iran. Actuellement il est cultivé dans la plupart des régions du monde. Scientifiquement, il est connu sous le nom de *Spinacia oleracea* Linn. qui appartient à la famille *Chenopodiaceae*. Bien que l'épinard soit le plus souvent utilisé comme aliment, il est également une plante médicinale. Les épinards sont riches en vitamines : C , A, E et B9 (acide Folate), ainsi que de nombreux minéraux tels que le magnésium, le fer, le zinc et le calcium. Il contient aussi la  $\beta$ -carotène, la chlorophylle et d'autres flavonoïdes. Les épinards sont connus par leurs propriétés biologiques : antioxydante, anti-inflammatoire, antibactérienne, anti-obésité, hypoglycémique. Il améliore la circulation sanguine ainsi que le bon fonctionnement du système nerveux , de même qu'il dispose de propriétés énergisantes, L'épinard est vraiment l'un des aliments les plus parfaits de la nature.

**Mots-clés :** Epinard, *Spinacia Oleracea*, Antioxydant, Activités biologiques.

## **Abstract**

Spinach is a dark green leafy vegetable native to Iran and is currently grown in most parts of the world. Scientifically, it is known as *Spinacia oleracea* Linn. which belongs to the *Chenopodiaceae* family. Although spinach is most often used as a food, it is also a medicinal plant. Spinach is rich in vitamins: C, A, E and B9 (Folic acid), as well as many minerals such as magnesium, iron, zinc and calcium. It also contains  $\beta$ -carotene, chlorophyll and other flavonoids. Spinach is known for its biological properties: anti-oxidant, anti-inflammatory, antibacterial, anti-obesity, hypoglycemic. It improves the blood circulation as well as the proper functioning of the nervous system, just as it has energizing properties, Spinach is really one of nature's most perfect foods.

**Keywords:** Spinach, *Spinacia Oleracea*, Antioxidant, Biological activities.

السبانخ هي خضروات ذات أوراق خضراء داكنة موطنها إيران وتزرع حاليًا في معظم أنحاء العالم. علميًا، يُعرف باسم *Spinacia oleracea* Linn. الذي ينتمي إلى عائلة *Chenopodiaceae*. على الرغم من أن السبانخ غالبًا ما تستخدم كغذاء، إلا أنها أيضًا نبات طبي. السبانخ غني بالفيتامينات: C و A و E و B9 حمض الفوليك، بالإضافة إلى العديد من المعادن مثل المغنيسيوم والحديد والزنك والكالسيوم. كما يحتوي على  $\beta$ -carotène و chlorophylle و flavonoïdes أخرى. تشتهر السبانخ بخصائصها البيولوجية: مضاد للأكسدة مضاد للالتهابات، مضاد للبكتيريا، مضاد للسمنة ونقص السكر في الدم. يحسن الدورة الدموية بالإضافة إلى الأداء السليم للجهاز العصبي، كما أن له خصائص تنشيطية، فإن السبانخ هو حقًا أحد أكثر الأطعمة مثالية في الطبيعة.

**كلمات مفتاحية:** السبانخ، *spinacia oleacea*، مضاد للأكسدة، أنشطة بيولوجية.

**Année universitaire :** 2021-2022

**Présenté par :** ALIOUCHE Roumeyssa  
BENKETFY Fatima Zahra

## **Etude biochimique de *Spinacia Oleracea***

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie**

### **Résumé**

L'épinard est un légume à feuilles vert foncé originaire d'Iran. Actuellement il est cultivé dans la plupart des régions du monde. Scientifiquement, il est connu sous le nom de *Spinacia oleracea* Linn. Qui appartient à la famille *Chenopodiaceae*. Bien que l'épinard soit le plus souvent utilisé comme aliment, il est également une plante médicinale. Les épinards sont riches en vitamines : C, A, E et B9 (acide Folique), ainsi que de nombreux minéraux tels que le magnésium, le fer, le zinc et le calcium. Il contient aussi la  $\beta$ -carotène, la chlorophylle et d'autres flavonoïdes. Les épinards sont connus par leurs propriétés biologiques : antioxydante, anti-inflammatoire, antibactérienne, anti-obésité, hypoglycémique. Il améliore la circulation sanguine ainsi que le bon fonctionnement du système nerveux, de même qu'il dispose de propriétés énergisantes, L'épinard est vraiment l'un des aliments les plus parfaits de la nature.

**Mots-clés :** Epinard, *Spinacia Oleracea*, Antioxydant, Activités biologiques

### **Laboratoires de recherche :**

Laboratoire de génie microbiologique et applications (LGMA)  
Université Frères Mentouri, Constantine 1.

**Encadreur :** NOUADRI Tahar MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1.

**Examineur 1 :** NECIB Youcef Pr Université Frères Mentouri, Constantine 1.

**Examineur 2 :** BENNAMOUN Leila MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1.