

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université Des frères Mentouri 1 Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الإخوة منتوري 1 قسنطينة  
كلية العلوم الطبيعية و الحياة

قسم الكيمياء الحيوية و البيولوجيا الخلوية و الجزيئية

Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

Mémoire Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de MASTER

Filière : Sciences Biologiques ; Spécialité : Biochimie

## Intitulé :

# Etude phytochimique et biologique de la plante *Spinacia oleracea*

Soutenu le 16/09/2021 par : Sara Boulkroune et Anouar Almi .

Devant le jury :

Président : Pr Necib Youcef

Rapporteur : Dr Nouadri Tahar

Examinatrice : Dr Kassah Louar Mounia

Année universitaire : 2020/2021

## *Remerciement*

Tout d'abord, Merci à notre grand Dieu qui nous a donné la volonté et le courage pour terminer ce travail.

Nous adressons nos remerciements à notre encadreur **Dr Nouadri Tahar** pour ses recommandations , ses discussions perspicaces , sa présence continue, son sérieux et aussi pour les orientations qui ont beaucoup enrichi notre travail, ainsi pour sa compétence et sa gentillesse.

Un grand merci aux membres de jury. Pr Necib youcef et Dr Kassah Louar Mounia

Et nous voudrions remercier également tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement de ce travail.

## **Dédicace**

Je tiens en tout premier lieu à remercier le bon Dieu Allah le tout puissant de m'avoir donné la santé, le courage et la force de mener ce travail que je dédie.

À mes très chers parents mon père Farid et ma mère Hayat que je remercie dieu de les avoir protégé pour être témoins de ma réussite.

À ma sœur Rayene qui a été un soutien morale précieux pendant toutes mes années d'études.

A ma petite nièce Elyne.

A mes amies qui m'ont toujours soutenu.

A toute la promo biochimie 2021.

Sans oublier mes enseignants qui m'ont soutenue durant toutes mes années d'études.

**Sarah**

## ***Dédicace***

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

A mon père Ali qui aurait été si fier de voir ce que je suis devenu.

A ma mère Lamria celle qui a fait beaucoup de sacrifices pour m'offrir les conditions propices à ma réussite, que dieu te garde et m'aide à te rendre fier de moi.

A mes frères Tarek et Ilyes.

A mes petits neveux et nièces.

A mes amis et collègues d'études.

**Anouar**

## **TABLE DE MATIERES**

	Remerciement	Pages
	<b>Liste des abréviations</b>	
	<b>Liste des tableaux</b>	
	<b>Liste des figures</b>	
	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
	<b>ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	<b>2</b>
1.1.	<b>Plante épinard</b>	<b>2</b>
1.2.	<b>Classification</b>	<b>2</b>
1.3.	<b>Description botanique</b>	<b>2</b>
1.4.	<b>Culture</b>	<b>4</b>
1.4.1.	<b>Préparation du sol pour le semis</b>	<b>5</b>
1.4.2.	<b>Sélection de variétés</b>	<b>5</b>
1.4.3.	<b>Récolte</b>	<b>6</b>
1.5.	<b>Utilisations traditionnelles</b>	<b>7</b>
1.6.	<b>Consommations des épinards</b>	<b>7</b>
1.7.	<b>Transformation</b>	<b>8</b>
1.8.	<b>Conservation</b>	<b>8</b>
2	<b>COMPOSITION.BIOCHIMIQUE.ET PHYTOCHIMIQUE DE LA PLANTE</b>	<b>9</b>
2.1.	<b>Composition biochimique</b>	<b>9</b>
2.1.1.	<b>Vitamine B9</b>	<b>11</b>
2.1.2.	<b>Vitamine K</b>	<b>11</b>
2.1.3.	<b>Calcium</b>	<b>11</b>
2.1.4.	<b>Magnésium</b>	<b>12</b>
2.1.5.	<b>Potassium</b>	<b>12</b>
2.1.6.	<b>Phosphore</b>	<b>12</b>
2.1.7.	<b>Zinc</b>	<b>13</b>
2.1.8	<b>Protéines</b>	<b>13</b>
2.1.9.	<b>Lipides</b>	<b>14</b>
2.1.10.	<b>Glucides</b>	<b>15</b>

2.2.	<b>Composition Phytochimique</b>	<b>16</b>
2.2.1.	<b>β-carotène</b>	<b>17</b>
2.2.2.	<b>Lutéine et zéaxanthine</b>	<b>18</b>
2.2.3.	<b>Chlorophylle</b>	<b>20</b>
2.2.4.	<b>Glutathion</b>	<b>20</b>
2.2.5.	<b>Acide α-lipoïque</b>	<b>21</b>
2.2.6.	<b>Coenzyme Q</b>	<b>21</b>
2.2.7.	<b>Bétaïne</b>	<b>22</b>
2.3.	<b>Composées phénolique</b>	<b>22</b>
2.3.1.	<b>Lutéoline</b>	<b>23</b>
2.3.2.	<b>Quercétine</b>	<b>23</b>
2.3.3.	<b>Kaempferol</b>	<b>24</b>
2.3.4.	<b>Myricétine</b>	<b>24</b>
2.4.	<b>Mécanisme d'action des constituants actifs de Spinacia oléacea.</b>	<b>26</b>
3	<b>LES ACTIVITES THERAPEUTIQUES DES EPINARDS</b>	<b>27</b>
3.1.	<b>Études impliquant des extraits d'épinards</b>	<b>27</b>
3.2.	<b>Activités thérapeutiques des épinards pour certains pathologies</b>	<b>29</b>
3.2.1.	<b>Pathologie immunitaire</b>	<b>29</b>
3.2.2.	<b>Pathologie respiratoire</b>	<b>29</b>
3.2.3.	<b>Pathologie digestif</b>	<b>30</b>
3.2.4.	<b>Pathologie visuel</b>	<b>31</b>
3.2.5.	<b>Pathologie cardio-vasculaire</b>	<b>31</b>
3.2.6.	<b>Pathologie locomoteur</b>	<b>32</b>
3.2.7.	<b>Pathologie de la reproduction</b>	<b>32</b>
3.2.8.	<b>Pathologie urinaire</b>	<b>33</b>
3.2.9.	<b>Pathologie tégumentaire et usage externe</b>	<b>33</b>
3.2.10.	<b>Pathologie du système nerveux</b>	<b>34</b>
3.2.11.	<b>Autres usages</b>	<b>34</b>
3.3.	<b>Activités biologiques et pharmacologiques des épinards</b>	<b>35</b>
3.3.1.	<b>Activité antioxydante</b>	<b>35</b>

3.3.2.	<b>Effet anti-arthrose</b>	<b>37</b>
3.3.3.	<b>Effet de suppression de l'appétit</b>	<b>37</b>
3.3.4.	<b>Effet luttant contre le vieillissement</b>	<b>38</b>
3.3.5.	<b>Effet anti inflammatoire</b>	<b>38</b>
3.3.6.	<b>Inhibition de l'<math>\alpha</math>-amylase et capacité de liaison des acides biliaires</b>	<b>39</b>
3.3.7.	<b>Effet cognitif et d'humeur</b>	<b>39</b>
3.3.8.	<b>Activité anticancéreuse</b>	<b>40</b>
3.3.9.	<b>Inhibition des ADN polymérases de mammifères</b>	<b>40</b>
3.3.10.	<b>Activité sulfite oxydase</b>	<b>41</b>
3.3.11.	<b>Activité hépato protectrice</b>	<b>41</b>
3.3.12.	<b>Effet dépresseur sur le système nerveux central</b>	<b>42</b>
3.3.13.	<b>Activité anti bactérienne</b>	<b>42</b>
3.3.14.	<b>Activité antihelminthique</b>	<b>42</b>
3.3.15.	<b>Effet anti diabétique</b>	<b>44</b>
3.3.16.	<b>Effet protecteur contre l'infection COVID-19</b>	<b>44</b>
	<b>Conclusion</b>	<b>45</b>
	<b>Références</b>	<b>46</b>
	<b>Résumés</b>	

## Liste des abréviations

ACE	<b>Anti-cholinestérase</b>
ADN	Acide désoxyribonucléique
ARN	Acide ribonucléique
CAE	Equivalent d'acide caféique
CL	Chlore
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
CRP	Protéine C-réactive
Cu	Cuivre
E.coli	Escherichia coli
EDTA	Ethylénediamine tétra acétique
FRAP	Ferric reducing ability of plasma
GAE	Equivalents d'acide gallique
GC0A	Glycocholate de sodium
GCDCA	Glycochenodeoxycholate de sodium
GDCA	Glycodeoxycholate de sodium
HCY	Homocysteine
HPLC	High performance liquid chromatography
I	Iode
IL-1b	Interleukine-1b
IL-6	Interleukine-6
LCAT	Lécithine cholestérol acétyl transférase
LDL	Low density lipoprotein
MCV	Maladie cardiovasculaire
Min	Minutes
Mn	Manganese
MPO	Myéloperoxydase
Na	Sodium
NO	Oxyde nitrique
ORAC	Capacité d'absorption des radicaux oxygène
P	Phosphore
PON	Paraoxonase
S	Soufre
SARS-COV-2	Severe acute respiratory coronavirus 2
TE	Equivalents trolox
TEAC	Trolox équivalent antioxydant capacity
TEAC (ABTS)	Capacité antioxydante équivalente au trolox utilisant le radical ABTS
TNF-a	Facteur de nécrose tumorale alpha
TOSC	Capacité totale de oiégeage oxyradique
TRAP	Total radical-trapping antioxidant parameter
USDA	United states département of agriculture
VCE	Equivalents de vitamine C
VCEAC	Capacité antioxydante équivalente a la vitamine C
Zn	Zinc



## Liste des tableaux

tableau 1	Valeurs nutritives des épinards	<b>10</b>
tableau 2	Acides aminés dans une portion de 100g d'épinards	<b>14</b>
tableau 3	Lipides dans 100g d'épinards	<b>15</b>
tableau 4	Glucides dans 100g d'épinards	<b>16</b>
tableau 5	Principaux caroténoïdes dans les épinards (pour 100 g)	<b>17</b>
tableau 6	Niveaux de flavonoïdes sélectionnés dans les épinards crus	<b>25</b>
tableau 7	Phénoliques totaux dans les épinards par 100 g de poids frais selon les données de l'USDA sur la composition des aliments).	<b>25</b>
tableau 8	Activité antioxydante des épinards (le cas échéant, les valeurs sont converties en par 100 g de poids frais selon les données de l'USDA sur la composition des aliments).	<b>36</b>

## Liste des figures

Figure 1	<i>Spinacea oleracea</i>	3
Figure 2	Culture de <i>spinacea oleracea</i>	5
Figure 3	Description botanique de <i>spinacea oleracea</i>	5
Figure 4	Médicaments à base d'épinards	8
Figure 5	Structure chimique de la $\beta$ -carotène	18
Figure 6	Structure chimique de la zéaxanthine	19
Figure 7	Structure chimique de la lutéine	19
Figure 8	Structure chimique de la chlorophylle	20
Figure 9	Structure chimique de la glutathion	21
Figure 10	Structure chimique de la Bétaïne	22
Figure 11	Structure chimique de la lutéoline	23
Figure 12	Structure chimique de la quercétine	23
Figure 13	Structure chimique de kaempférol	24
Figure 14	Structure chimique de la myricétine	24



## Introduction

La plante épinard a été nommée en 1753 par l'incontournable naturaliste suédois Carl von Linné. Ce dernier s'est probablement basé sur la nature épineuse des fruits de la forme sauvage. Il n'a pas d'équivalent dans la nature venue des régions montagneuses d'Iran, du Caucase et d'Afghanistan, ce qui lui vaut parfois l'appellation d'« herbe de Perse ». Pour les botanistes, l'épinard est *Spinacia oleracea* appartenant à la famille des Chenopodiaceae, connue localement sous le nom d'isapanakh.

Originnaire d'Asie Mineure ou du Caucase, l'épinard pousse toujours à l'état sauvage dans ces régions. Les Arabes l'auraient apporté en Europe par l'Andalousie un peu avant l'an mille. 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. Très présent dans les cultures arabes où il est devenu un légume très populaire. Sa prévalence est due à la richesse des nutriments contenus dans les feuilles, ainsi qu'à sa culture facile et bon marché et à sa disponibilité presque toute l'année, l'épinard était utilisé en cataplasmes dans le traitement des douleurs du foie et de l'estomac. Il semblerait que Grecs et Romains n'aient pas connu ces feuilles vertes à l'Antiquité. [9]

L'épinard est un légume très précieux et faible en calories dont la partie comestible est constituée de feuilles très nutritif, avec une large gamme et des niveaux élevés de composés phytochimiques censés aider à prévenir les problèmes de santé chroniques comme le cancer et les maladies cardiaques, ainsi que d'autres problèmes de santé associés au vieillissement il mérite sa réputation de légume extrêmement nutritif. L'épinard est une plante annuelle. Elle pousse au départ en rosette (comme les feuilles de laitue ou de pissenlit par exemple), et compte une base de 15 à 20 feuilles. Pendant sa croissance, une tige se forme. Elle peut atteindre 70 cm de haut. Les semis sont effectués toute l'année. La période de végétation est particulièrement courte : 4 à 7 semaines seulement. La récolte est faite manuellement et au jour le jour pour assurer une qualité optimale et continue sur les étals. (Kamal, 1975).

## analyse biographique

### 1.1. Plante épinard

L'épinard est une plante comestible et médicinale, c'est un légume hautement nutritif. très précieux et faible en calories constituée de feuilles très nutritif, avec une large gamme et des niveaux élevés de composés phytochimiques censés aider à prévenir les problèmes de santé chroniques

### 1.2. Classification

- Règne : *Plantae*
- Sous-règne : *Tracheobionta*
- Super division : *Spermatophyta*
- Division : *Magnoliophyta*
- Classe : *Magnoliopsidé*
- Sous-classe : *Caryophyllidae*
- Ordre : *Caryophyllales*
- Famille : *Chenopodiaceae. (APG:Amaranthaceae)*
- Genre : *Spinacia L.*
- Espèce : *Spinacia oleracea. (USDA, 2018).*

### 1.3. Description Botanique

- Cycle : Annuelle.
- Type : Potagère.
- 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 :  
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**).

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 (**Brossard et al., 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) et d'hiver (wintra, geant d'hiver, imperial) (**Mazoyer, 2002**).



**Figure 1** : *spinacia oleracea* [10]

## 1.4. Culture

L'épinard accepte tous les sols consistants (voire lourds) à condition qu'ils ne soient ni trop humides ni trop secs. La chaleur a d'ailleurs tendance à le faire monter à graines.

- Installer l'épinard sur un sol ferme, non bêché, voire même tassé au rouleau, la plante détestant les terrains « creux ».
- Semer sur des lignes distantes de 25 à 30 cm dans des rayons profonds de 1 cm.
- Éclaircir, si nécessaire, les plants munis de 3 ou 4 feuilles.
- Ne pas ménager les arrosages, la plante montant très facilement à graines en période de forte chaleur.

Les variétés primeurs peuvent être semées en pleine terre en avril, ou plus tôt sous tunnel ou châssis froid. Bien penser à ventiler l'abri pour éviter l'humidité et les maladies dues aux champignons. [1]

Selon Mazoyer (2002), l'épinard exige un sol sablo-argileux meuble bien drainant, fraîcheur des (+ 5°C) (optimum de germination à 16 - 20°C), et à l'état jeune supporte bien le froid jusqu'à (-7°C), il est sensible à la chlorose due à un blocage du magnésium, ou du bore. Les différentes variétés sont très sensibles à la durée du jour. Aussi faut-il les choisir en fonction de la saison durant laquelle on souhaite les cultiver.

- Épinards de printemps/été (semis de février à juin, récolte d'avril à août)
- Épinard d'automne/hiver (semis en août-septembre et récolte en mars-avril) [1]



**Figure 2 :** La culture de *spinacia oleracea* [10]



**Figure 3 :** Description botanique de *spinacea oleracea* [8]

### 1.4.1. Préparation du sol pour le semis

Les épinards ont des exigences élevées en matière de fertilité du sol, de teneur en humus et d'humidité du sol. Il est préférable de le cultiver sur des sols plus lourds, sablo-argileux, fertiles, non acidifiés et modérément humides. Il pousse bien dans des positions légèrement ombragées, calmes et qui se réchauffent rapidement, au pH neutre. Il est cultivé dans la première ou la deuxième année après l'épandage du fumier. Il n'aime pas non plus les sols fraîchement chaulés. La culture des épinards dans le sol doit être profonde et minutieuse, et la surface du champ préparée pour l'ensemencement des épinards doit être parfaitement plane, sans mottes ni pierres. (Zbigniew Anyszka et al.,2019).

### 1.4.2. Sélection de variétés

Les variétés d'épinards se distinguent par leur structure végétale, leur forme et leur degré de plissement des feuilles, leur vitesse de croissance, leur sensibilité à la longueur diurne, leur résistance au gel et leur résistance aux maladies, principalement l'oïdium. La teneur en oxalates diffère également d'une variété à l'autre, les variétés hybrides en contenant généralement moins (Zbigniew Anyszka et al.,2019). Parmi ces variétés on a :

- **Matador 30** : variété semi-précoce, à croissance lente et moyennement prolifique. Un port légèrement sur élevé, recommandé pour la culture de printemps et d'automne comme matière première pour l'industrie de congélation.



- **Olbrzym zimowy** : convient à la culture hivernale. Elle se caractérise par un port semi-élevé, de grandes feuilles, triangulaires et allongées, vert clair à vert. Il convient pour les semis d'automne, mais aussi pour les semis de printemps.
- **Monnopa** : une variété caractérisée par la couleur vert foncé des feuilles oblongues, parfaite pour les semis d'automne, c'est-à-dire la culture d'hiver. Il est résistant aux maladies.
- **Uniwersal** : convient aux cultures de printemps, d'automne et d'hiver. Feuilles de taille moyenne, vertes, ovales, légèrement frisées. La variété est très résistante au gel.
- **Norman** : une variété caractérisée par un port semi-élevé, des feuilles lisses et vert foncé. Parfait pour les cultures de printemps et d'automne, présentant des qualités gustatives élevées.
- **Markiza F1** : une variété avec une dynamique de croissance élevée et une longue période de maturité technologique. Elle est très fertile, elle hiverne bien.
- **Asta F1** : c'est la variété polonaise, elle est utile surtout pour les semis d'automne, est une bonne matière première pour la congélation.
- **Wobli** : le cultivar hollandais, fertile, résistant à l'oïdium, il est utile pour la culture printanière, recommandé pour la culture intégrée.
- **Butterfly** : une autre variété hollandaise avec un port élevé. Les feuilles sont grandes, vert clair. Variété résistante, recommandée pour la culture intégrée .  
(Anyszka Zbigniew et al., 2005).

### 1.4.3. Récolte

Pour l'épinard primeur, compter 60 jours entre le semis et la récolte. Préserver le cœur pour que le développement se poursuive cueillir les feuilles les plus développées. Elles se consomment crues en salade. [1] Il est recommandé de récolter les épinards à la main, pour maximiser la qualité, et de cueillir régulièrement les feuilles qui parviennent à maturité (Munro et Small, 1998). La récolte se fait manuelle avec plusieurs coupes, 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 ; Mazoyer, 2002).

## 1.5. Utilisations Traditionnelles

Les feuilles d'épinards sont utilisées comme, rafraîchissantes, émoullientes, antipyrétiques, diurétiques, maturantes, laxatives, digestibles, antihelmenthiques, utiles dans la concrétion urinaire, inflammation des poumons et des intestins, mal de gorge, douleur dans les articulations, soif, lumbago, rhume et éternuements, mal d'œil, ver de l'anneau, leucodermie, urine brûlante, arrêt des vomissements, flatulence et ont été utilisés dans le traitement des affections fébriles (**Metha et Belemkar, 2014**).

Les graines sont utilisées dans le traitement des maux de dos, comme diurétique pour améliorer la fonction cérébrale, pour contrôler la fièvre, pour l'amélioration des maladies cognitives liées à l'âge et aussi pour les leucorrhées, les écoulements urinaires, les lumbagos, Les maladies du cerveau et du cœur (Metha et Belemkar, 2014). Les graines sont laxatives et rafraîchissantes, ils ont été utilisés dans le traitement des difficultés respiratoires, de l'inflammation du foie et de l'ictère (**Chopra et al., 1956**).

## 1.6. La consommation des épinards

L'épinard peut être apprêté de diverses manières. Consommé cuits ou crus et hachés ou en branches, il entre dans la composition de nombreuses recettes. La plus simple à réaliser est la purée d'épinards additionnée de beurre. Ce légume peut être consommé sous forme de soupes et de veloutés. Le jus frais d'épinard est aussi un remède intéressant à préparer. L'épinard sert également de garniture pour les plats de veau, de volaille et de filet de saumon. En salade, les jeunes pousses crues sont délicieuses assaisonnées de jus de citron et d'huile d'olive. Avec des suprêmes de mandarine et de l'oignon vert, il vaut mieux utiliser du vinaigre balsamique. En entrée, l'épinard se marie bien avec des pommes, de la mozzarella ou du parmesan. En accompagnement, les épinards se cuisinent à la poêle, additionnés d'amandes et de raisins secs. Dans les recettes « à la florentine », les épinards sont utilisés pour agrémenter les œufs pochés ou la morue et sont généralement accompagnés de crème fraîche, d'ail, de tomates concassées et d'échalotes (**Metha et Belemkar, 2014**).

Pour profiter de tous les bénéfices santé des épinards, il est préférable de les consommer en salade ou sous forme de jus (jus frais d'épinard). Les épinards cuits apportent six fois plus de lutéine, de vitamines et de minéraux que les épinards crus. Pour cela, il faut les blanchir en 2 min à la vapeur ou à l'étuvée puis les essorer. [2]

## 1.7. Transformation

Presque 80 % des surfaces cultivées en épinard sont destinées aux industries de transformation. Progressivement, la première gamme constituée par le légume frais brut a fait place à la deuxième puis à la troisième gamme, c'est-à-dire la conserve et le surgelé. L'épinard est l'un des premiers légumes vendus sous forme congelée. Pour une bonne conservation, l'épinard doit être immédiatement réfrigéré à l'eau glacée à 0°C en maintenant un haut degré d'humidité pour éviter le ratatinement (**Kadri, 2015**).

L'épinard est aussi vendu sous forme d'épinards hachés en poudre mélangée avec plusieurs saveurs pour les régimes alimentaires. Il est aussi transformé en compléments alimentaires ou en sirop et aussi en gélules



Figure 4 : Médicaments à base d'épinards

## 1.8. Conservation

Les épinards se conservent deux jours au réfrigérateur. Une fois blanchis et bien séchés, ils peuvent être congelés pendant plusieurs mois. À l'achat, choisissez plutôt les épinards aux feuilles tendres, charnues et de couleur très foncée. Lors de la préparation, ôtez la côte centrale des grandes feuilles [2].

(**Lane et al., 1986**) ont montré que la congélation des épinards à -18°C pendant 6 mois n'a pas modifié de manière significative la teneur en fer, zinc et carotène, mais la rétention de la vitamine C était inférieure à celle des autres nutriments étudiés.

Ils sont aussi conservés sous forme de poudre. La poudre d'épinard (feuilles ou graines) est utilisée dans certains suppléments ou en mettre un peu dans la nourriture. Elle reste riche en minéraux et antioxydant. Les feuilles peuvent aussi se conserver séchées. Mais il est préférable de les utiliser fraîches puisque le séchage dénature les propriétés médicinales [11].

## **2. La composition biochimique et phytochimique de la plante**

### **2.1. composition biochimique**

L'épinard est une plante polyvalente qui est consommée à la fois crue ou en forme cuites. Ses feuilles sont principalement composées d'eau 69 %, très riches en cellulose, constituent un aliment efficace contre la constipation. Les épinards sont surtout connus pour être une riche source de fer, mais également, la valeur nutritive des épinards ne se limite pas au fer mais ils contiennent un éventail de micronutriments et de composés phytochimiques. Les principaux micronutriments contenus dans les épinards sont les vitamines A (du  $\beta$ -carotène), C, K et le folate et les minéraux comme le calcium, le fer et le potassium. **(Lacoste, 2014).**

Selon Boullard (2001), Couplan (2009) et Lacoste (2014), les feuilles d'épinards sont très riches en minéraux et oligoéléments : Les teneurs en potassium (529 mg/100 g) ; en calcium (104 mg/100 g) et en magnésium (58 mg/100 g) sont impressionnantes, et celles en fer sont loin d'être négligeables, en plus de : P, K, Na, Cl, S, Mn, Zn, Cu, I. L'épinard contient aussi beaucoup de vitamines: A, B1, B2, B9, B12, C, E, K et PP, de la chlorophylle, du carotène, des flavonoïdes et bien d'autres antioxydants comme la lutéine et la zéaxanthine. Avec ces composants réunis, l'épinard se comporte comme un véritable médicament naturel **(Lacoste, 2014).**

**Tableau 1: Valeurs nutritives des épinards pour la portion comestible (100g) (USDA, 2018).**

Minéraux (mg)	Variations possibles	Vitamines (mg)	Variations possibles	Composés énergétiques (g)	Variations possibles
Potassium 500	470-742	Provitamine A 4	2-9	Glucides 4,11	2,4 - 3,7
Calcium 130	80-190	Vitamine C 50	15-120	Protides 2,4	2,3 - 2,5
Sodium 65	40-100	Vitamine B1 0,15	0,07-0,20	Lipides 0,39	0,3 - 0,4
Magnésium 58	39-88	Vitamine B2 0,23	0,18-0,33	Eau 9 1,60	90 - 92
Phosphore 55	37-70	Vitamine B5 0,25	0,19-0,31		
Chlore 54	32-76	Vitamine B6 0,22	0,18-0,31		
Fer 4	2,8-6,6	Vitamine B9 0,14	0,4-1,7		
Manganèse 0,76	0,4-0,6	Vitamine E 0,35	0,08-0,20		
Zinc 0,50	0,12-0,26				
Cuivre 0,18					
Fluor 0,11					
Nickel 0,023					
Iode 0,020					
Sélénium 0,018					
Chrome 0,005					
Cobalt 0,002					
Bore 0,001					

### **2.1.1. Vitamine B9 ou folate**

L'épinard est l'une des meilleures sources de vitamine B9 qui participe à la fabrication de toutes les cellules du corps, dont les globules rouges. Cette vitamine joue un rôle essentiel dans la production du matériel génétique (ADN, ARN), dans le fonctionnement du système nerveux et du système immunitaire, ainsi que dans la cicatrisation des blessures et des plaies. Comme elle est nécessaire à la production des nouvelles cellules, une consommation adéquate est primordiale durant les périodes de croissance et pour le développement du fœtus. [4]

La vitamine B9 contribue à la croissance des tissus maternels durant la grossesse. Elle participe à la formation normale du sang Elle aide à réduire la fatigue, participe au bon fonctionnement du système immunitaire et contribue à des fonctions psychologiques normales (mémoire, raisonnement, concentration) [12].

### **2.1.2. Vitamine K**

L'épinard est également très riche en vitamine K qui est une vitamine liposoluble. Elle joue un rôle dans la coagulation sanguine (K1). Ainsi que dans la calcification des tissus mous (K2) [4] .

### **2.1.3. Calcium**

L'épinard contient aussi du calcium qui est le sel minéral qui est le plus abondant dans l'organisme. Il représente 2 % de notre poids corporel et près de 99 % est concentré dans nos os et nos dents. Ce qui reste joue tout de même un rôle primordial dans le bon fonctionnement de toutes les cellules de notre organisme, dont les cellules musculaires (notamment celles de notre cœur) et les cellules nerveuses. En outre, le calcium participe également aux fonctions rénales, au mécanisme de la coagulation sanguine ainsi qu'à plusieurs processus enzymatiques [4].

#### **2.1.4. Magnésium**

L'épinard est une bonne source de magnésium qui participe au développement osseux, à la construction des protéines, aux actions enzymatiques, à la contraction musculaire, à la santé dentaire et au fonctionnement du système immunitaire. Ainsi qu'il permet de réguler notre métabolisme et intervient dans la transmission de l'influx nerveux. De plus, il améliore l'équilibre nerveux et limite la fatigue, le stress et les fringales. c'est un minéral essentiel à la production énergétique accomplie par nos cellules. Minéral antistress et anti-fatigue, le magnésium permet également d'éviter les migraines et les courbatures. Les épinards cuits contiennent 54,4mg de magnésium pour 100g . Crus : 52,5mg/100 g. Les jeunes pousses : 120mg/100 g. [14] **un tableau**

#### **2.1.5. Potassium**

Ainsi l'épinard est également très riche en potassium qui est diurétique et conditionne la quantité d'eau présente dans les cellules. Mais il est également essentiel à l'action de nombreuses enzymes, et participe à la synthèse des protéines et du glycogène (forme de stockage du sucre). Ainsi qu'il intervient dans la sécrétion de l'acide chlorhydrique du suc gastrique favorisant ainsi la digestion. Mais également dans la production d'aldostérone (une hormone qui régule les quantités de sodium et de potassium présentes dans l'organisme). En outre, il est essentiel au bon fonctionnement du système nerveux et des muscles. Enfin, il régule le rythme cardiaque, module les variations de la tension artérielle liées aux apports de sodium et sert à équilibrer le pH du sang. Et il est très riche en éléments alcalisant. [4]

#### **2.1.6. Phosphore**

Il apporte aussi du phosphore qui joue un rôle essentiel dans la formation et le maintien de la santé des os et des dents. Il est également indispensable pour permettre de métaboliser les lipides. De ce fait, il évite que les graisses s'accumulent dans le foie et permet qu'elles soient digérées. Mais son rôle est aussi prépondérant dans la formation de collagène et pour le bon fonctionnement des yeux et de la peau. De plus, il permet d'emmagasiner et produire l'énergie dont nous avons besoin pour contracter nos muscles et permettre à notre corps de bouger. Mais il participe aussi à la croissance et à la régénération des tissus et aide à maintenir le pH de notre sang en neutralisant les excès d'acides ou d'alcalins. [4]

### 2.1.7. Zinc

L'épinard apporte aussi du zinc qui participe aux réactions immunitaires, à la fabrication du matériel génétique, à la perception du goût, à la cicatrisation des plaies et au développement du fœtus. Il interagit également avec les hormones sexuelles et thyroïdiennes. Dans le pancréas, il participe à la fabrication, la mise en réserve et à la libération de l'insuline. De plus il a un rôle prépondérant lors de la synthèse des protéines. Il agit également en tant qu'antioxydant en neutralisant les radicaux libres et il protège les cellules de la peau. Pour favoriser son absorption, il convient comme pour le fer de le consommer en même temps que des aliments riches en vitamine. [4]

### 2.1.8. Protéines :

Les protéines sont les principales composantes des structures de toutes les cellules du corps humain. Ce sont des chaînes d'acides aminés qui peuvent entrer dans la composition des muscles, de la peau, des ongles, des poils, du sang, etc. Celles-ci sont également à la base de nombreuses hormones, d'enzymes et d'anticorps et sont nécessaires à la croissance, la réparation et la défense des tissus du corps humain [5].

Les protéines des épinards sont très riche en acides aminés d'après le **tableau 2** on voit que les épinards sont très riche en acide aspartique 0.343g et en leucine 0.223g et en lysine .0174g Par contre l'isoceuline et l'acide aspartique sont présents en faibles quantités 0.14g et 0.24g. On a comparé les épinards avec la betterave et on a trouvé que les épinards sont plus riches que la betterave en protéines car 100g de betterave contient 0.73g de protéines et 100g d'épinards contient 2.86g de protéines.



**Tableau 2 : Acides aminés dans une portion de 100g d'épinards [3]**

Protéines (2,86g)	
Acides aminés	La quantité (g)
Acide aspartique	0.24g
Acide glutamique	0.343g
Alanine	0.142g
Arginine	0.162g
Cystine	0.035g
Glycine	0.134g
Histidine	0.064g
Isoceuline	0.14g
Leucine	0.223g
Lysine	0.174g
Méthionine	0.053g
Phénylalanine	0.129g
Proline	0.112g
Thréonine	0.122g
Tryptophane	0.039g
Tyrosine	0.108g
Valine	0.161g

### 2.1.9. Lipides

Les lipides font partie des sept constituants de base de notre alimentation avec les glucides, les protéines, les vitamines, les oligo-éléments les minéraux et l'eau. Ils exercent des rôles majeurs au sein de notre organisme [6] .

Les épinards sont très riches en lipides ( **tableau 3** ) et surtout en acide gras polyinsaturés (0.165g en 100g d'épinards). Mais ils sont moins riches en acides gras saturés

( 0.063g en 100g d'épinards ). on a encore comparé les épinards avec la betterave et on a trouvé que les épinards sont plus riche en lipides que la betterave, 100g d'épinards contient 0.39g de lipides et 100g de betterave contient 0.09g de lipides.

**Tableau 3 : les lipides dans 100g d'épinards [3]**

Lipides (0.39g)	
Acides gras saturés	0.063g
Acides gras monoinsaturés	0.01g
Acides gras polyinsaturés	0.165g
Dont oméga 6	0.026g
Dont oméga 3	0.138g

### 2.1.10. Glucides

Un glucide est une classe de composés organiques. Il existe deux types de glucides, les glucides simples et les glucides complexes. Les glucides simples comprennent le glucose, le fructose et le galactose qui peuvent à leur tour former du saccharose (= sucre de table), du lactose ou du maltose. Les glucides complexes comprennent l'amidon, le glycogène ainsi que les fibres. Les glucides sont les substrats énergétiques préférés des cellules, ils sont Stockés dans l'organisme sous forme de glycogène [7]. Les épinards sont riches en saccharose, glucose, fructose, galactose. (tableau 4)

**Tableau 4 : les glucides dans 100g d'épinards [3]**

Glucides (4.11g)	
Glucides (sucres) assimilables	
Sucres simples et autres sucres	0.42g
saccharose	0.07g
glucose	0.11g
fructose	0.15g
galactose	0.1g

## 2.2. Composition Phytochimique

Les composés phytochimiques les plus importants de l'épinard sont les caroténoïdes, le  $\beta$ -carotène, la lutéine et la zéaxanthine, ainsi que les composés phénoliques. D'autres composés phytochimiques comprennent la chlorophylle, le glutathion, l'acide  $\alpha$ -lipoïque et la bétaine. Les caroténoïdes sont un groupe de pigments jaune-orange-rouge, présents dans une variété de fruits et légumes. Souvent, les couleurs des caroténoïdes présents dans les plantes sont masquées par la chlorophylle, dans la mesure où certaines des plus grandes quantités de caroténoïdes se trouvent dans les légumes à feuilles vert foncé tels que les épinards. En plus, de conférer de la couleur, les caroténoïdes ont également 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).

Il existe deux classes générales de caroténoïdes, les carotènes et leurs dérivés oxygénés, les xanthophylles. Le corps peut convertir l' $\alpha$ -carotène, le  $\beta$ -carotène et la  $\beta$ -cryptoxanthine en rétinol, ou vitamine A, et sont donc appelés à avoir une activité provitamine A. Le lycopène, la lutéine et la zéaxanthine sont convertis en vitamine A, mais présentent d'autres avantages pour la santé. En raison de leur similitude, la lutéine et la zéaxanthine sont souvent rapportées comme un total combiné.

Les caroténoïdes sont des composés liposolubles et sont donc mieux absorbés par l'organisme s'ils sont accompagnés d'une petite quantité d'une certaine forme d'huile ou de graisse dans un repas. Des traitements tels que le hachage et la cuisson aident à libérer les

caroténoïdes de la matrice alimentaire, ce qui augmente également leur biodisponibilité. Les données néo-zélandaises donnent des valeurs de  $\beta$ -carotène inférieures aux données américaines, mais cela peut être le résultat de l'analyse de différents cultivars ou de l'utilisation de méthodes analytiques différentes (Joseph et al., 2002).

**Tableau 5: Principaux caroténoïdes dans les épinards (pour 100 g)**

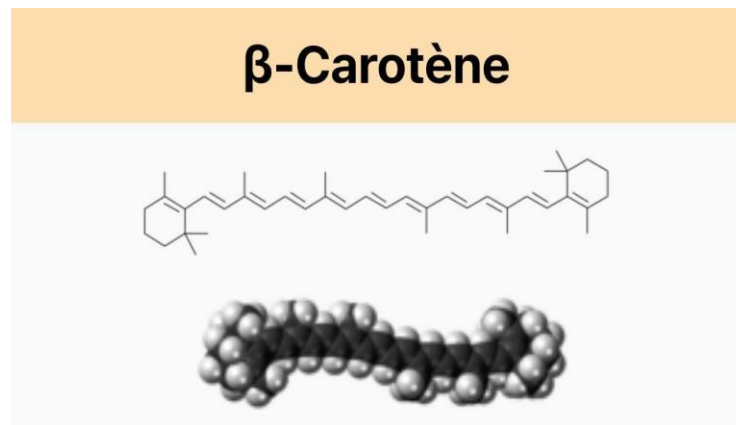
(Athar et al., 2004; USDA, 2007).

Aliments	$\beta$ -carotène	Lutéine + zéaxanthine
Épinards, crus	5625 UI	12198 UI
Épinards, bouillis	6288 UI	11308 UI
Épinards, congelés	7035 UI	12651 UI

### 2.2.1 $\beta$ -carotène

Les bienfaits pour la santé associés aux aliments riches en caroténoïdes peuvent en partie être attribués au  $\beta$ -carotène qu'ils contiennent. Le  $\beta$ -carotène peut aider à prévenir la formation de lésions menant au cancer, et *in vitro* des expériences cellulaires ont indiqué que les caroténoïdes ont également d'autres propriétés compatibles avec l'activité anticancéreuse. Par exemple, ils peuvent jouer un rôle important dans la communication cellulaire qui conduit à l'élimination des cellules précancéreuses. Cependant, les résultats ont été peu incohérents. Il y a également eu des résultats mitigés sur l'effet du  $\beta$ -carotène alimentaire sur les maladies cardiovasculaires. Il a été établi que le développement de maladies cardiovasculaires implique l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (LDL) et son absorption ultérieure par les cellules spumeuses dans l'endothélium vasculaire, où elle peut conduire au développement de lésions athérosclérotiques. Le  $\beta$ -carotène, lui-même transporté dans le LDL, pourrait aider à prévenir cette oxydation car plusieurs études *in vitro* avaient montré qu'il pouvait piéger des radicaux potentiellement dommageables.

certaines recherches ont montré que des concentrations plasmatiques plus élevées de caroténoïdes étaient associées à une meilleure santé vasculaire et à un risque plus faible de maladie cardiovasculaire, d'autres études n'ont montré aucun effet (**Higdon 2005; Cooper et al., 1999**). En outre, certaines études récentes ont produit des résultats contradictoires sur la capacité du  $\beta$ -carotène à stabiliser le LDL contre l'oxydation (**Cooper et al.,1999**).



**Figure 5** : structure chimique de la  $\beta$ -carotène [8]

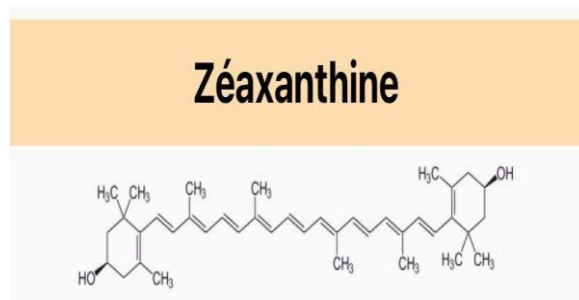
### 2.2.2 Lutéine et zéaxanthine

Les épinards contiennent certaines des plus grandes quantités de lutéine et de zéaxanthine d'origine végétale (figure 6 et 7) . Bien que le chou frisé en contienne plus, il n'est pas couramment consommé et n'est donc pas une source de nourriture majeure. Des études ont montré que ces composés sont sélectivement accumulés dans différentes parties de l'œil, où ils sont de loin les plus abondants des principaux caroténoïdes présents. Cela a conduit à suggérer qu'ils peuvent être importants dans la protection contre les problèmes oculaires liés à l'âge, en particulier la dégénérescence maculaire et la formation de cataractes. Il existe des preuves épidémiologiques à l'appui (**Sies et Stahl 2003; Mares-Perlman et al., 2002**). Cependant, les données sont rares et les résultats des études ne sont pas toujours cohérents (**Granado et al.,2003; Mares-Perlman et al., 2002**). Le fait de leur activité antioxydante a conduit à supposer que ces caroténoïdes, en particulier la lutéine, pourraient protéger contre des maladies telles que le cancer et les maladies cardiovasculaires et affecter positivement la fonction immunitaire. La recherche épidémiologique sur l'influence de ces caroténoïdes particuliers sur les cancers spécifiques

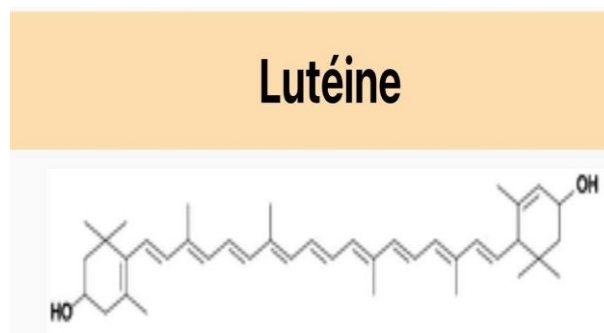
à un site est relativement nouvelle et rare. Les domaines de recherche les plus prometteurs semblent concerner le cancer de la peau (en association avec d'autres caroténoïdes).

(Slattery *et al.*,2000; Stahl *et al.*,2000) et le cancer du sein (Mares-Perlman *et al.*2002). cependant, les résultats ne sont pas clairs, certaines études ne trouvant aucune association et d'autres ne rapportant que des résultats incohérents.

En ce qui concerne les maladies cardiovasculaires (MCV), des études ont montré que des taux sériques élevés de lutéine et de zéaxanthine étaient associés à un risque réduit de maladie coronarienne (Dwyer *et al.*, 2001; Iribaren *et al.*, 1996). De plus, la consommation de légumes à feuilles vertes (qui contiennent également de la lutéine et de la zéaxanthine) a été associée à une réduction de l'incidence des accidents vasculaires cérébraux dans l'étude de suivi des infirmières et des professionnels de la santé (Joshi *et al.*, 1999).



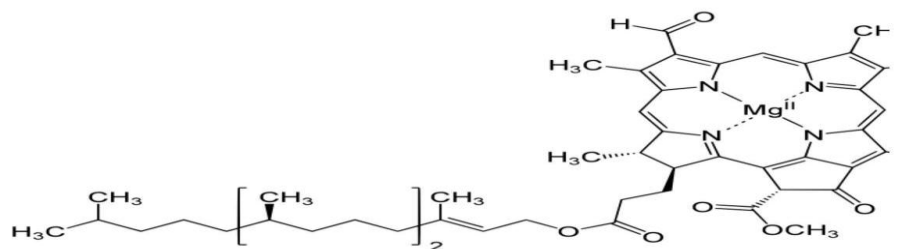
**Figure 6 :** Structure chimique de la zéaxanthine [8]



**Figure 7 :** Structure chimique de la lutéine [8]

### 2.2.3. Chlorophylle

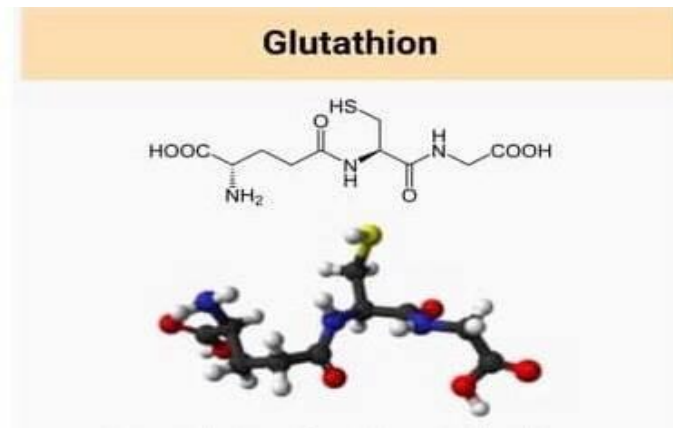
La chlorophylle le pigment qui donne la couleur verte des plantes (**figure 8**) et qui est le principal composé photosynthétique. Certaines recherches suggèrent qu'il peut être important pour se protéger contre certaines formes de cancer, car on pense que la chlorophylle se lie à l'ADN mutante et l'empêche de proliférer. Une étude récente a révélé que la chlorophylle avait un potentiel d'induction enzymatique de phase 2 et que son activité était relativement faible, car il est présent à des concentrations élevées dans tant de plantes comestibles, il peut avoir certains des effets protecteurs observés avec des régimes riches en légumes verts (**Fahey et al., 2005**).



**Figure 8** : Structure chimique de la chlorophylle [8]

### 2.2.4. Glutathion

Antioxydant endogène extrêmement important (synthétisé dans l'organisme), le glutathion est relativement rare dans les aliments. L'une de ses principales fonctions est de protéger l'ADN de l'oxydation, mais il détoxifie également les cancérogènes, renforce le système immunitaire, soutient la santé du foie et réduit l'inflammation (**Joseph et al., 2002**). Son action antioxydante puissante intervient pour ralentir le vieillissement cellulaire et limiter notamment les dommages du stress oxydatif. Il existe sous deux formes en équilibre dans l'organisme: une forme réduite (GSH), biologiquement active et une forme oxydée (GSSG) [13].



**Figure 9** : structure chimique de la glutathion [8]

### 2.2.5. Acide $\alpha$ -lipoïque

Comme le glutathion, l'acide  $\alpha$ -lipoïque est un antioxydant essentiel largement synthétisé dans l'organisme, mais également présent dans certains aliments. Il est important pour le métabolisme énergétique et son activité antioxydante peut protéger contre les maladies chroniques. De plus, cela peut aider la mémoire (Joseph et al., 2002).

### 2.2.6 Coenzyme Q

Un autre composé endogène, la coenzyme Q dix, est un composant essentiel du métabolisme énergétique, il agit également comme antioxydant dans les membranes cellulaires et lipoprotéines. Les meilleures sources de nourriture sont la viande, le poisson et les huiles, mais les épinards sont l'une des meilleures sources végétales (Joseph et al., 2002).



### 2.2.8. Bétaïne

Il s'agit d'un composé moins connu et ne semble pas avoir fait l'objet de recherches approfondies (figure 10). On pense qu'il peut prévenir les maladies cardiovasculaires en abaissant les niveaux d'homocystéine. C'est un composé associé au développement de maladies cardiaques (Joseph et al., 2002).

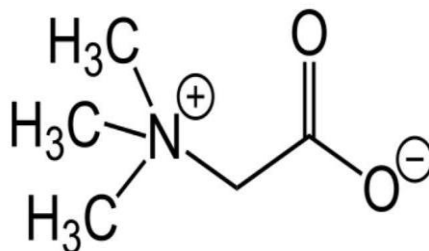


Figure 10 : structure chimique de la Bétaïne [8]

### 2.3. Composés phénolique

Les composés phénoliques sont un grand groupe de produits végétaux secondaires, présents dans la plupart sinon toutes les plantes. Ils diffèrent par leur structure chimique et leur réactivité, mais tous ont au moins un cycle benzénique avec un groupe hydroxyle lié à un atome de carbone. Les structures chimiques vont de composés assez simples tels que l'acide caféique à des substances hautement polymérisées telles que les tanins. Il existe de nombreux groupes différents de composés phénoliques, mais les composés phénoliques les plus courants trouvés dans les aliments sont généralement les acides phénoliques, les flavonoïdes, les lignanes, les stilbènes, les coumarines et les tanins (Harbourne, 1993). Les flavonoïdes et les acides phénoliques sont les classes de composés les plus étudiées de ce groupe. Les principaux flavonoïdes d'épinards signalés dans la base de données des flavonoïdes de l'USDA comprennent de bonnes quantités de lutéoline et de quercétine et de petites quantités de kaempférol et de myricétine (jean-jacques et al., 2005) (tableau 5) (USDA, 2003).

### 2.3.1. Lutéoline

La lutéoline est un composé chimique de la famille des flavonoïdes (figure 11), et plus spécifiquement l'une des flavones les plus communes. La lutéoline a un grand rôle dans le corps humain, comme antioxydant, destructeur de radicaux libres, agent préventif d'inflammation, comme composé aidant au métabolisme des glucides, et comme régulateur du système immunitaire. Elle joue aussi un rôle important dans la prévention du cancer. De nombreuses recherches expérimentales décrivent la lutéoline comme un agent chimique qui réduit considérablement les inflammations et les symptômes du choc septique [8].



Figure 11 : Structure chimique de la lutéoline [8]

### 2.3.2. La Quercétine

La quercétine est un composé organique de la famille des flavonoïdes (figure 12), plus précisément du sous-groupe des flavonols. C'est un métabolite secondaire présent dans certaines plantes. La quercétine est la plus actif des flavonoïdes et de nombreuses plantes médicinales doivent leur efficacité à leur fort taux en quercétine. Les études *in vitro* et *in vivo* ont montré que c'était un excellent anti-oxydant [8].

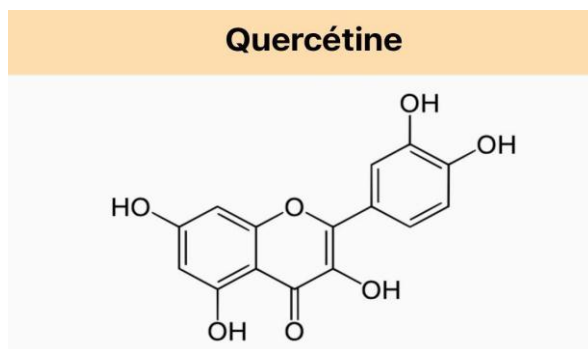


Figure 12 : Structure chimique de la quercétine [8]

### 2.3.3. Le Kaempferol :

Le kaempférol est un flavonoïde de type flavonol que l'on trouve dans les fraises, les brocolis, les poireaux, et les épinards. C'est un pigment jaune, légèrement soluble dans l'eau et soluble dans l'éthanol chaud et l'éther diéthylique. Il a une bonne activité anti-oxydante. Celle-ci peut être mise en évidence par le rôle protecteur qu'il joue lors de l'hémolyse des globules rouges induite par radicaux libres [8].

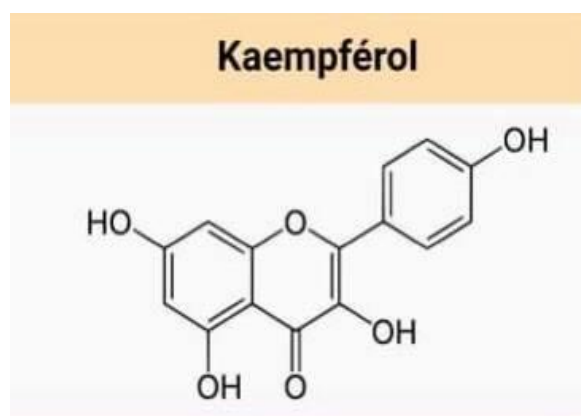


Figure 13 : structure chimique de kaempférol [8]

### 2.3.4. La Myricétine :

La myricétine ou myricétole est un composé organique de la famille des flavonols, naturellement présent dans de nombreux types de végétaux, La myricétine possède des propriétés antioxydantes car d'après une étude a montré que 3 flavonols (le kaempférol, la quercétine, et la myricétine) réduisent les risques de cancer du pancréas de 23 % [8].

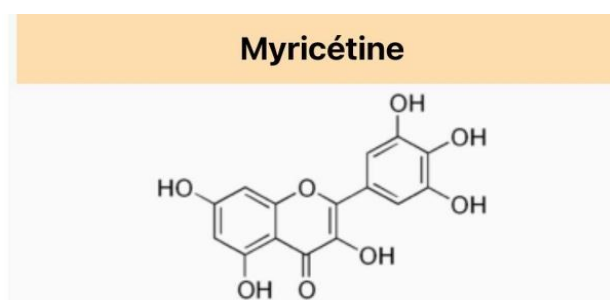


Figure 14 : structure chimique de la myricétine [8]

**Tableau 6: Niveaux de flavonoïdes sélectionnés dans les épinards crus (mg / 100 g FW). (Athar et al,2004; USDA ,2007).**

Lutéoline	1.11
Quercétine	4.86
Kaempferol	0.01
Myricétine	0.01

**Tableau 7: Phénoliques totaux dans les épinards par 100 g de poids frais selon les données de l'USDA sur la composition des aliments).**

Phénoliques totaux (mg / 100 g)	Auteur
32,5 mg de GAE	Chun et al. (2005)
90,0 mg de GAE	Chu et al. (2002)
188,3 mg GAE (immature) 256,3 mg de GAE (mi-maturité) 196,9 mg GAE (mature)	Pandjaitan et coll. (2005)
270 mg GAE	Wu et coll. (2004)
109,6 mg de GAE	Turkmen et coll. (2005)
89,4 mg CAE	Ninfali et al. (2005)

**GAE = équivalents d'acide gallique. CAE = équivalents d'acide caféique.**

## 2.4. Mécanisme d'actions des constituants actifs de *Spinacia oléracea*.

- L'activité hépatoprotectrice de *S. oléracea* est basée sur ses constituants actifs, y compris le  $\beta$ -carotène, la lutéine, la zéaxanthine, les flavonoïdes, la vitamine C, l'acide P coumarique et les micronutriments.
- Les composés piégeant les radicaux libres tels que le  $\beta$ -carotène et la vitamine C peuvent protéger l'ADN.
- Le  $\beta$ -carotène est un puissant extincteur de radicaux libres, piègeur d'oxygène singulet et antioxydant lipidique.
- Il a déjà été signalé que le  $\beta$ -carotène éteint non seulement l'oxygène singulet mais peut aussi piéger une variété d'espèces de radicaux libres.
- La zéaxanthine est aussi efficace que le  $\beta$ -carotène pour inhiber l'auto-oxydation des lipides en solution, mais est environ 50% plus efficace pour retarder la formation d'hydroperoxyde dans les liposomes de phosphatidylcholine.
- La lutéine est efficace pour inhiber l'autooxydation des lipides cellulaires.
- La vitamine C est considérée comme l'antioxydant le plus important des fluides extracellulaires, il agit pour protéger les membranes contre la peroxydation en améliorant l'activité de l' $\alpha$ -tocophérol, le principal antioxydant liposoluble et briseur de chaîne.
- Les flavonoïdes sont des composés phénoliques typiques et ont indiqué que le LPO peut être inhibé par les flavonoïdes, peut-être par leur activité en tant que puissants piègeurs d' $O_2$  et comme désactivateurs d'oxygène singulet.
- Les dérivés de l'acide P-coumarique sont des puissants antioxydants et ont éliminé les radicaux libres (Metha et Belemkar., 2014).

### 3. Activités thérapeutiques des épinards

#### 3.1. Études impliquant des extraits d'épinards

- Une étude prospective très récente a montré une diminution significative de 40% de l'incidence du cancer épithélial de l'ovaire pour le quintile le plus élevé par rapport au quintile le plus bas de l'apport de kaempférol, et une diminution significative de 34% de l'incidence pour le quintile le plus élevé par rapport au plus bas de l'apport en lutéoline. Cependant, cette même étude a révélé qu'il n'y avait aucun effet de plusieurs flavonoïdes ensemble (**Gates et al., 2007**). Selon (**Pandjaitan et al., 2005**), les épinards contiennent des composés flavonoïdes inhabituels, notamment des glucuronides et des di- et triglycosides acylés de dérivés méthylés et méthylènedioxy de flavonols 6-oxygénés. *In vitro* les composés phénoliques ont une très forte activité antioxydante. Cependant, leur absorption et leur biodisponibilité, qui sont des facteurs majeurs de leur effets *in vivo*, semble qu'ils ne sont pas bien absorbés et sont absorbés dans la circulation sanguine sous forme de métabolites, qui ont tendance à avoir une activité antioxydante inférieure à celle du composé d'origine, il y a donc des conjectures quant à l'ampleur de leurs effets en tant qu'antioxydants (**Higdon 2005**). Cependant, il a également été démontré que l'activité antioxydante du plasma augmente après l'ingestion de polyphénols. Les polyphénols ont également d'autres effets biologiques importants tels que des propriétés anti-inflammatoires, anti-prolifératives, antivirales et anti-allergéniques. Les épinards ont été inclus dans un certain nombre d'études comparatives examinant les niveaux de composés phytochimiques, mais encore une fois, les résultats ne sont pas cohérents, les quantités de composés phénoliques variant considérablement (**tableau 5**). Cependant, en général, les épinards se classent juste dans le tiers supérieur des légumes et ont des niveaux modérés de composés phénoliques. (**Scalbert et al. 2005**).
- Une étude cas-témoins précoce a révélé que les femmes qui consommaient des épinards plus de deux fois par semaine avaient un risque plus faible de développer un cancer du sein que celles qui n'en consommaient pas, bien que les auteurs aient reconnu que les données ne leur permettaient pas de faire la distinction entre plusieurs

explications potentielles. (**Longnecker et al.,1997**). Une autre étude a démontré qu'une consommation accrue de caroténoïdes d'épinard augmentait les concentrations sériques de caroténoïdes (**Kopsell et al., 2006**)

- Une étude impliquant de nourrir de jeunes rats avec un extrait aqueux d'épinards lyophilisé et d'observer les changements liés à la fonction mentale ont montré qu'ils vieillissaient. Il a été constaté que les rats qui ont reçu les extraits d'épinards présentaient dans l'ensemble le plus grand retard des baisses liées à l'âge des fonctions neuronales et cognitives, par rapport aux autres groupes. Bien que deux groupes aient été nourris avec d'autres régimes riches en antioxydants (extraits de fraise ou suppléments de vitamine E), les effets étaient globalement plus prononcés dans le groupe nourri aux épinards (**Joseph et al.,1998**). Une étude ultérieure a révélé que la supplémentation du régime avec divers antioxydants, y compris un extrait d'épinard, avait pour effet d'inverser les baisses liées à l'âge d'un certain nombre de paramètres neuronaux et comportementaux (**Joseph et al., 1999**).

(**Wang et coll .2005**) ont constaté que le fait de compléter le régime avec des épinards réduisait les lésions cérébrales post-ischémiques chez le rat, peut-être via une activité anti-apoptose. Ces auteurs ont également postulé qu'en plus de l'activité antioxydante, des mécanismes anti-inflammatoires pourraient être impliqués. Une baisse de la tension artérielle a été observée chez des rats spontanément hypertendus nourris avec des peptides isolés de la feuille d'épinard Rubisco, qu'ils avaient des propriétés inhibitrices anti-cholinestérase (ACE) (**Yang et al., 2003**).

- Il y a également eu des études utilisant des extraits d'épinards dans le cancer. L'administration topique et orale d'un extrait d'épinard soluble dans l'eau a réduit le nombre de papillomes induits dans un modèle de cancer utilisant des souris (Nyska et al,2001); la néoxanthine des épinards a inhibé la prolifération des cellules cancéreuses de la prostate dans une étude en laboratoire (**Asai et al.,2004**), et 13 flavonoïdes d'épinards ont montré une activité anti-mutagène dans un modèle à base de bactéries (**Edenharder et al.,2001**).

## **3.2. Activités thérapeutiques des épinards dans certaines pathologies :**

### **3.2.1. Pathologie immunitaire**

Les feuilles sont un puissant antioxydant. L'épinard protège radiations. Les flavonoïdes agissent comme un modulateur immunitaire :

- Il réduit le stress oxydatif.
- Il prévient et réduit les cellules cancéreuses [médecine traditionnelle chinoise].
- Il soulage les allergies.
- Il régule le système immunitaire.
- Il favorise le développement de cellules saines [11]

Les para-coumarines favorisent la diminution des cellules infectieuses :

- Etats fébriles [ayurvédique].
- Fièvre [les graines aussi].
- Gale [ayurvédique].
- [ayurvédique] teigne.
- Froid et étourdissement [ayurvédique].
- Soif [ayurvédique].
- Maladie du cerveau [plante entière : ayurvédique].
- Lèpre [plante entière : ayurvédique].
- Varicelle.
- Dysenterie [11].

### **3.2.2. Pathologie respiratoire**

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



- Inflammation des poumons [ayurvédique].
- Gorge irritée [ayurvédique].
- Asthme [plante entière : ayurvédique].
- Bronchite.
- Toux.
- Cancer des poumons.
- Les graines sont aussi utilisées en cas de difficulté à respirer [11].

### 3.2.3. Pathologie digestif

Les feuilles d'épinard ont une action significative sur le système digestif. Elles sont carminatives, hépatoprotectrices, et antioxydantes hypoglycémiant :

- Aide à métaboliser les glucides.
- Inflammations des intestins [ayurvédique].
- Diminution du mauvais cholestérol.
- Aide à la digestion.
- Cancer gastrique.
- Cancer de l'estomac.
- Diabète.
- Constipation [homéopathique et autre].
- Diarrhée [homéopathique et autre].
- Flatulence [ayurvedique].
- Affection hépatique [ayurvédique].
- Vomissement [ayurvédique].
- Hypoglycémie [ayurvédique].
- Antidote contre l'empoisonnement [plante entière : ayurvédique].
- Cancer du foie.
- Ulcère.
- Favorise le développement adéquat des poumons pendant la gestation et pendant l'allaitement.

De plus son action antibactérienne sur

- B.subtilis
- S.aureus
- K. pneumonia
- E. faccalis

Les graines ont aussi un rôle à jouer :

- L'inflammation du foie.
- La jaunisse.
- La laxative.
- protège le foie des toxicités [étude in vitro] [11].

#### **3.2.4. Pathologie visuel**

La consommation d'épinard permet de réduire la dégénérescence de l'œil tout en réduisant le stress oxydatif en raison des caroténoïdes. Il peut être utilisé à la fois en prévention ou en traitement des

- Cataracte.
- Dégénérescence maculaire.
- Rétinite pigmentaire.
- Douleur oculaire [ayurvédique] [11].

#### **3.2.5. Pathologie cardio-vasculaire**

Les feuilles ont des propriétés énergisantes tout en ayant une action de tonique du sang, du cœur, et du système circulatoire. Elles sont utilisées pour

- pour le cœur pour le système circulatoire
- l'anémie
- la maladie du sang [plante entière ayurvédique]

- la diminution des chocs septiques
- l'hypertension [médecine traditionnelle chinoise]
- les cailloux sanguins
- l'hyperlipidémie l'insuffisance cardiaque
- les maladies coronariennes
- Les graines [Yunani] et les feuilles sont utilisées pour les maladies de cœur. [11]

### **3.2.6. Pathologie locomoteur**

L'épinard a une action anti-inflammatoire et va aider dans la prévention de certaines maladies du système locomoteur. De plus, les épinards contiennent des stéroïdes végétaux qui aident à augmenter la force musculaire et ses patuletins vont calmer la douleur de

- La perte de densité osseuse avec inflammations
- L'ostéoporose
- La minéralisation osseuse
- D'arthrite
- Le lumbago [ayurvédique] [bain ture)
- Les douleurs aux articulations [ayurvédique]
- Le paralysie
- L'anti-thrombotique
- La diminution des inflammations [médecine traditionnelle chinoise]
- participe á la croissance des enfants

Les graines ont aussi une action anti-inflammatoire comme Jumbago [11]

### **3.2.7. Pathologie de la reproduction**

Les feuilles des épinards sont utilisées pour de nombreuses applications:

- Prévention des malformations du fœtus.
- Cancer du sein
- Troubles menstruels

- Problématique sexuelle
- Contraceptif masculin.

Les graines sont utilisées aussi pour le système reproducteur féminin en particulier en cas de leucorrhée [11].

### **3.2.8. Pathologie urinaire**

Les feuilles ont une action antibactérienne et antiparasitaire :

- calcul urinaire [plante entière, en ayurvédique].
- concrétion urinaire (lithiase urinaire) : [ayurvédique].
- favorise la diurèse [ayurvédique].
- infection urinaire.
- Hémorroïdes.
- Ver.
- cancer de la prostate.
- cancer de la vessie.

Les graines ont une action sur l'incontinence urinaire [11]

### **3.2.9. Pathologie tégumentaire et usages externe**

Les feuilles ont une action émolliente, antibactérienne et anti-infectieuse :

- Leucoderme [ayurvédique]
- sensation de brûlure
- eczéma
- démangeaison
- maladie de peau
- morsure de serpent
- maux de dents ou dans un dentifrice
- blessure
- cancer de la peau

- protection contre les ultra-violets (UV) [11].

### **3.2.10. pathologie du système nerveux**

Les feuilles de l'épinard ont été utilisées concernant l'activité sur les sulfites oxydases. Elle est couplée avec à la réduction de ferricyanure oxygène. Elle permet de mieux comprendre le fonctionnement de ce trouble :

Une étude sur les rats a démontré que la teinture alcoolisée des feuilles aurait un effet antidépresseur sur le système nerveux grâce aux Kaempférols. Elles ont d'autres actions sur les maux de tête et de prévenir les maladies neuro dégénératives. Les graines sont utilisées pour les maladies cérébrales [11].

### **3.2.11. autres usages**

#### **nettoyage**

L'eau de cuisson des épinards est utilisée pour nettoyer les tannages.

#### **Alcool**

L'extrait des feuilles séchées permettent de colorer les liqueurs.

#### **TEINTURE :**

L'extrait des feuilles d'épinard séchées donne une coloration jaune-verdâtre brillante à la laine. [11]

### 3.3. Activités biologiques et pharmacologiques des épinards

#### 3.3.1. Activité antioxydante

Plusieurs études ont examiné l'activité antioxydante des épinards et autres légumes. (**Cao et al., 1996**) ont attribué aux épinards un score antioxydant de 17 (basé sur des scores ORAC utilisant trois radicaux différents), ce qui leur attribue un tiers des 22 légumes examinés. L'ail et le chou frisé étaient classés avant les épinards, mais le premier n'est consommé qu'en petites quantités et le second est rarement consommé. De même, (**Pellegrin et al., 2006**) ont classé les épinards au premier, sur 31 légumes populaires mesurés par les dosages d'antioxydants FRAP, TRAP et TEAC. Un résultat similaire a été trouvé par (**Wu et al., 2004**) et (**Chu et al., 2002**). Ce dernier a non seulement classé les épinards de manière extrêmement élevée pour leur activité antioxydante, mais également en termes d'activité antiproliférative. En revanche, cependant, les épinards ont été placés au milieu du champ de 20 légumes communs dans une autre étude récente. Le tableau 7 répertorie les valeurs absolues de certaines de ces études. Il est évident qu'il existe une variation considérable, même lorsque le même dosage est utilisé. Différents facteurs peuvent expliquer cette disparité, notamment l'utilisation de différents dosages, différentes méthodes de préparation d'échantillons, différents cultivars, etc. L'étude Panjaitan illustre également une autre source de variation, celle de la maturité (**Chun et al., 2005**).

**Tableau 8 : Activité antioxydante des épinards (le cas échéant, les valeurs sont converties en par 100 g de poids frais selon les données de l'USDA sur la composition des aliments).**

Activité antioxydante (pour 100 g FW)	Auteur	Essai
144,7 µmol TE (immature) 2416,7 µmol TE (mi-maturité) 1448,2 µmol TE (mature)	Pandjaitan et coll.(2005)	Orac
2732 µmol TE	Ninfali et coll. (2005)	Orac
2640 µmol TE 1307 µmol TE	Wu et al. (2004) Ou et al.(2002)	Orac
849 µmol TE	Pellegrini et coll. (2003)	Teac (ABTS)
35,2 mg de VCE 362,9 µmol VCE	Chun et al. (2005) Cgu et al. (2002)	VCEAC TOSC

**ORAC = capacité d'absorption des radicaux oxygène; TEAC (ABTS) = capacité antioxydante équivalente au Trolox utilisant le radical ABTS; VCEAC = capacité antioxydante équivalente à la vitamine C; TOSC = capacité totale de piégeage oxyradique; TE = équivalents Trolox; VCE = équivalents de vitamine c.**

(Rao et al., 2015) ont comparé l'effet des feuilles fraîches et séchées en référence à la phyto-constituants ils ont constaté qu'il n'ya 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 des phyto constituants des feuilles . Alors les feuilles séchées peuvent être utilisées pour ses valeurs médicinales et peuvent être stocké jusqu'à son utilisation. Les propriétés anti

oxydantes et stabilité des polyphénols d'épinards évaluée par (SUN *et al.*, 2018), Les résultats ont démontré que le polyphénol d'épinards avait une certaine activité antioxydante, 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.

### 3.3.2. Effets anti-arthrose

L'arthrose est la maladie articulaire très répandue. Elle se caractérise par une destruction du cartilage qui s'étend à toutes les structures de l'articulation, notamment à l'os et au tissu synovial. Le cartilage tapisse les extrémités osseuses d'une articulation, leur permettant de glisser l'une sur l'autre. Dans l'arthrose, il perd en épaisseur, se fissure et finit par disparaître. Cela entraîne des douleurs et un handicap majeur avec une perte de mobilité [17].

Les feuilles d'épinards étaient utilisées comme persan traditionnel, médicament pour les douleurs articulaires surtout pour l'arthrose et la polyarthrite rhumatoïde. L'effet anti ostéoarthritiques et chondro-protecteurs des extrait d'épinards étaient évalués chimiquement sur l'arthrose. Les résultats montrent que l'extrait d'épinard est un agent antioxydant puissant et anti-inflammatoire (Rao *et al.*, 2015). L'effet anti-arthrosique de l'extrait éthanolique de *S. oléacea* a été évalué en *in vivo* par une injection intra-rotulienne d'iodoacétate monosodique (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 l'extrait éthanolique 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 cet extrait a augmenté la mobilité articulaire et diminué la douleur associée à l'arthrose (Rosa, 2019).

### 3.3.3. L'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 a été déterminé en surveillant chaque jour les changements de poids corporel, de prise alimentaire totale et de taux de glucose.

Le traitement par l'extrait éthanolique 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. Grâce à ses différentes vertus, il permet facilement de brûler des graisses (**Panda et Shinde., 2017**).

### **3.3.4 L'effet luttant contre le vieillissement**

Grâce aux différents antioxydants qui le composent, l'épinard est en capacité de freiner ce qu'on appelle les radicaux libres. Cela signifie concrètement que le vieillissement du corps humain est ralenti. Les propriétés anti-âges des épinards ont été évoquées pour la première fois à l'Université de Vienne. La première fonction qui a été mise en lumière est que cet aliment était en capacité de réduire le stress oxydant qui a l'habitude d'accélérer le processus de vieillissement [5].

### **3.3.5. Effet anti-inflammatoire**

L'inflammation est une réponse immunitaire naturelle à un traumatisme ou à une infection. Les thérapies pharmacologiques actuelles contre l'inflammation sont efficaces, mais elles sont aussi associées 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 composé bioactifs, comme la quercétine, la coumarine, la lutéine et la lutéoline. 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**).

### 3.3.6. 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 (un médicament utilisé pour traiter le diabète de type 2, et 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, le GCDCA et le GDCA sont liés au maximum à 30 et 50 jours de traitement (**Barkat et al., 2017**).

### 3.3.7. 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, Le nitrate et les flavonoïdes alimentaires améliorent la fonction endothéliale et entraînent une réduction de la pression artérielle.

La consommation de nitrate et de flavonoïdes alimentaires pourrait améliorer l'humeur et des fonctions cognitives. L'extrait d'épinard a montré des activités anti-oxydantes 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 ont 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**).

### 3.3.8. Activité anticancéreuse

Le cancer est une maladie caractérisée par une prolifération cellulaire, ou tumeur maligne, anormalement importante formée à partir de la transformation par mutation ou instabilité génétique d'une cellule initialement normale. Parfois, les cellules cancéreuses envahissent les tissus environnants, ou se détachent de la tumeur d'origine pour migrer vers d'autres régions du corps, c'est ce qu'on appelle des métastases. C'est pourquoi il est important de dépister le cancer le plus tôt possible afin d'éviter cette migration. [16]

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 (De vogel et al., 2005).

### 3.3.9. Inhibition des ADN polymérases de mammifères

La purification des principaux glycolipides de la classe des (MGDG), (DGDG) et (SQDG), à partir d'épinards verts (*Spinacia oleracea L.*) a été signalée. Le MGDG était un inhibiteur de la croissance des cellules cancéreuses gastriques humaines, mais le DGDG et le SQDG n'ont aucun effet cytotoxique (Mizushina et al., 2003).

Mizushina et al., (2003) ont étudié en détail le MGDG et sa forme monoacylglycérol, le MGMG avec une molécule d'acide gras a été obtenu à partir du MGDG avec deux molécules d'acide gras par hydrolyse avec la lipase pancréatique. Le MGMG s'est également empêché la croissance des cellules cancéreuses. Le MGDG était le puissant inhibiteur des ADN polymérases répliquatives telles que  $\alpha$ ,  $\delta$  et  $\epsilon$ . Le MGMG a inhibé les activités de toutes les ADN polymérases des mammifères, y compris les ADN polymérases liées à la réparation  $\beta$  et l'inhibition par le MGMG était plus forte que celle du MGDG. Le MGDG et le MGMG pourraient tous deux interrompre le cycle cellulaire en phase G1, et induire par la suite une apoptose sévère (Mizushina et al., 2003).

### 3.3.10. Activité sulfite oxydase

La sulfite oxydase est une oxydo réductase, enzyme présente dans les mitochondries de tous les eucaryotes .Les chloroplastes d'épinards possèdent une activité sulfite oxydase couplée à une consommation d'oxygène et une réduction du ferricyanure. Cet acte est associée aux thylakoïdes.

Les dépendances du pH et de la température de l'activité sulfite oxydase solubilisée par letriton X-100 à partir des thylakoïdes d'épinards étaient cohérentes avec celles d'une protéine membranaire intrinsèque. Cette activité isolée était insensible aux piègeurs de radicaux (mannitol, mannose et fructose) et la catalase, et n'a été inhibé qu'avec des concentrations très élevées de super oxydedismutase. Ainsi, l'oxydation des sulfites observée n'a pas été induite par le système de transport d'électrons photosynthétiques, mais obtenue via un système enzymatique lié à la membrane des thylakoïdes montrant une activité de sulfite oxydase. Les paramètres cinétiques d mesurés et comparés à ceux d'autres sulfites oxydases (**Deven et Sateesh, 2014**).

### 3.3.11. Activité hépato protectrice

**Gupta et Singh, (2006)** ont utilisé un extrait alcoolique contre l'hépatite suppression induite par le tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>). Cela a été évalué par les marqueurs d'enzymes sériques, bilirubine sérique totale et niveaux de protéines totales avec des antioxydants hépatiques, acide ascorbique (vitamine c), β-carotène et enzyme du cytochrome P450 ; alors que le LPO a été surveillé à la fois dans le sérum et le foie.

Les résultats montrent que le potentiel hépato protecteur de *S.oléacea* contre l'hépatite suppression implique, est un mécanisme lié à sa capacité de bloquer la bio activation CCl<sub>4</sub> par l'intermédiaire de P-450 par le biais d'inhibiteurs sélectifs des espèces réactives de l'oxygène. Ainsi, *S.oléacea*, montrant une protection dans le foie, peut s'avérer une riche source d'antioxydants (**Gupta et Singh, 2006**).

### 3.3.12. Effet dépresseur sur le système nerveux centrale

Le traitement avec l'extrait de *Spinacia oleracea* ( 400 mg/ kg de poids corporel) a diminué l'activité locomotrice, la force de préhension, augmenté le temps de sommeil induit par le pentobarbitone (utilisé en anesthésie et comme somnifère).

Cet extrait a augmenté le niveau de sérotonine et diminué les niveaux de norépinephrine et de dopamine dans le cortex cérébral, le cervelet, le noyau caudé, le mésencéphale et la médullaire. Les résultats montres que l'extrait d'épinards exerce son effet dépressif sur le SNC en modulant les monoamines dans différentes zones du cerveau (Verma, 2018).

### 3.3.13. Activité anti bactérienne

**Altemimi et al.,(2017)** ont montré 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.

**Alborzi et al.,( 2018)** ont analysé l'efficacité de l'acide benzoïque et de l'acide éthylènediamine tétra acétique (EDTA) dans les feuilles non inoculées et les feuilles d'épinards inoculées avec *E. coli*, Les auteurs ont déclaré que les réactifs sus mentionnés étaient capables d'empêcher la contamination croisée entre les feuilles inoculées et non inoculées. **Bahare et al., (2019)** ont attribué l'activité antimicrobienne de l'extrait aux composés présents dans sa composition défensives (flavonoïdes et composés phénoliques), qui peuvent endommager la paroi cellulaire bactérienne. Néanmoins, les auteurs n'ont pas signalé de corrélation entre l'activité antibactérienne des extraits et leur composition phytochimique.

### 3.3.14. Activité antihelminthique

**Dave et al., ( 2009)** ont évalué l'activité antihelminthique de l'extrait brut de *Spinacia oleracea* et d'autres extrait à savoir extrait de jus frais et extrait méthanolique, utilisant des vers d'essai *Pheretima posthumaas*.

Différentes concentrations 10 mg / ml, 20 mg / ml, 30 mg / ml, 40 mg / ml et 50 mg / ml d'extrait de jus frais et d'extrait méthanolique de *Spinacia oleracea* ont été étudiés pour déterminer le moment de la paralysie et le moment de la mort des vers.

L'albendazole a été utilisé comme référence standard et l'eau saline comme témoin.

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

### **3.3.15. Effets antidiabétiques**

Le diabète correspond à une élévation anormale de la glycémie, définie par le taux de sucre dans le sang. Cette augmentation de la glycémie peut provoquer à plus ou moins long terme des lésions de différents organes, comme les yeux, les reins, les nerfs et les vaisseaux sanguins. Près de 90% des diabétiques vivent pendant des années avec cette maladie sans le savoir car le diabète ne provoque en général pas de manifestations au début de son évolution. Le diabète (ou diabète sucré même si le terme est un peu dépassé) est évoqué lorsque la glycémie à jeun est supérieure ou égale à 1,20 g/l. Il est conseillé de vérifier ce chiffre une seconde fois afin d'avoir deux dosages de la glycémie [15].

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 ethanolique de feuilles d'épinards ont été testés oralement au dose de 200 et 400 mg / kg pour leur effet hypoglycémique chez les rats diabétiques normaux et induits par l'alloxane. Les changements de poids corporel, le cholestérol sérique, triglycérides ont été 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'alloxane, De plus, des modifications ont été observées au profils lipidiques sériques, y compris le cholestérol et les triglycérides et changements de poids corporel par les animaux diabétiques traités l'extrait éthanolique et 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'alloxane (**Gomathi et al., 2010**).

L'ulcère chronique est toujours problème grave pour les patients diabétiques. le diabète est une 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 importantes ont été observés. 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, des différences dans le facteur de croissance endothélial vasculaire ont été observées entre les groupes dont les jours 3 et 7j (**Verma, 2018**).

### **3.3.16. Effet protecteur contre l'infection COVID-19**

Covid-19 fait référence à « Coronavirus Disease 2019 », la maladie provoquée par un virus de la famille des Corona viridae, le SARS-CoV-2. La Covid-19 est une maladie respiratoire pouvant être mortelle chez les patients fragilisés par l'âge ou une autre maladie chronique. Elle se transmet par contact rapproché avec des personnes infectées. La maladie pourrait aussi être transmise par des patients asymptomatiques mais les données scientifiques manquent pour en attester avec certitude [18].

Les épinards sont de riches sources de protéines, de graisses, de glucides, de minéraux, d'antioxydants, de fibres et d'eau, tout en étant d'excellentes sources de  $\beta$ -carotène (provitamine A), de thiamine (B1), de riboflavine (B2), de niacine, de pyridoxine (B6), l'acide pantothénique, l'acide folique (folacine), l'acide ascorbique et les vitamines E et K. Les épinards et les légumes à feuilles vertes constituent de bonnes sources de vitamine A.B .C et anti oxydants. Ces ressources alimentaires sont particulièrement importantes pour les personnes déjà affectées par le COVID-19 pour lutter contre l'infection (**Tougan et Théwi, 2020**).

## CONCLUSION

Ces dernières années les épinards ont fait l'objet de nombreuses recherches scientifiques dans le domaine nutritionnel, ce qui nous a permis de confirmer la valeur des épinards en tant que légume hautement nutritif. En plus les épinards sont considérés comme plantes médicinales et aussi une source alimentaire riche de : vit-A, vit-C, vit-E, vit-K, vit-B6, vit-B12, magnésium, manganèse, folate, bétaine, fer, calcium, potassium, acide folique, cuivre, protéines, phosphore, zinc, niacine et sélénium. Les épinards regroupent également 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 antinéoplasiques ainsi que des activités chimio-préventives. Diverses activités pharmacologiques des épinards tels que, anti prolifératif, antihistaminique, hépato protecteurs ont été rapportés. Cependant, cette étude bibliographique nous a permis de révéler les effets positifs des épinards sur la santé, ainsi que leur rôle important dans la prévention du cancer et autres pathologies, c'est une plante qui a longtemps été utilisée comme aliment et traitement dans les médecines populaires.



## References:

1. 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.
2. 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.
3. Asai A., Terasaki M., Nagao A. 2004. Un réarrangement époxyde-furanoïde de la néoxanthine d'épinard se produit dans le tractus gastro-intestinal de souris et in vitro: formation et activité cytostatique de stéréoisomères néochromes. *Journal of Nutrition* 134 (9): 2237-2243.
4. Athar N., Taylor G., McLaughlin J., Skinner J .2004. FOODfiles 2004. In, New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited et ministère de la Santé de la Nouvelle-Zélande.
5. 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.
6. Boullard B. (2001). *Plantes médicinales du monde:croyances et réalités*.Ed.Estem,636.
7. Brossard D., Hutin C.,Ottens N. (2002). *Mémento fruits & légumes*. 6ème édition,Ed.Ctifl,46.
8. Chopra R. N., Nayar S. L., Chopra I. C.(1956).Glossary of indian medicinal plants.Council of scientific and industrial research, New Delhi, .232.
9. Chu J., Dong P.D.S., Panganiban G. (2002). Limb type-specific regulation of bric a brac contributes to morphological diversity. *Development* 129(3): 695--704.
10. Cooper A.,Alison L. E.,john P.1999. *Nutrition review* 57 (7), 201-214.
11. Couplan F. (2009). *Le régal végétal, plantes sauvages comestibles*. Ed. Ellebore, 527.
12. 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 oléacea* Linn *Int. J. Toxicol. Pharmaco. Res*;1 (1) :21.23.
13. 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 les effets cytotoxiques et hyperprolifératifs de l'hème dans le côlon du rat. *Carcinogenesis* ;26 ( 2), 387 à 393.

14. 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.
15. Edenharder R., Keller G., Platt K.L., Unger K.K. 2001. Isolement et caractérisation de flavonoïdes antimutagènes structurellement nouveaux issus d'épinards ( Spinacia oleracea). Journal of Agricultural and Food Chemistry 49 (6): 2767– 2773.
16. 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.
17. Gates M.A., Tworoger S.S., Hecht J.L., De Vivo I., Rosner B., Hankinson SE. 2007. Une étude prospective de l'apport alimentaire en flavonoïdes et de l'incidence du cancer épithélial de l'ovaire. International Journal of Cancer en ligne, 30 avril 2007.
18. Gomathi V., Jayakar B., Kothai R.,Ramakrishnan G( 2010). Antidiabetic activity of leaves of Spinaciaoleracea Linn. inalloxan- induced diabetic rats. Journal of chemical and pharmaceutical research. 2(4), 266-274.
19. Granado.2003. pertinence nutritionnelle et Clinique de la lutéine pour la santé humaine .
20. Gupta R.S., Singh D .(2006).Amelioration of CCl4 – induced hepato suppression by spinaciaoleracea L. leaves in wister albino rats. Pharmacology online 3, 267-278.
21. Higdon J 2005. Flavonoïdes. Dans.
22. Iribarren C.,burchfiel C.M.,dwyer J.h.,ping S.,sharp D.1996. Association of serum with coronary disease and all-cause mortality : Multivariate correction for bias due to measurement error. (1996) 463-471.
23. Joseph J.A., Shukitt-Hale B., Denisova N.A., Bielinski D., Martin A., McEwen J.J., Bickford P.C. 1999. Inversion des baisses liées à l'âge dans la transduction du signal neuronal, les déficits comportementaux cognitifs et moteurs avec des compléments alimentaires aux myrtilles, épinards ou fraises . Journal of Neuroscience 19 (18): 8114–8121.
24. Joseph J.A., Shukitt-Hale B., Denisova N.A., Prior R.L., Cao G., Martin A., Taglialatela G., Bickford P.C. 1998. Une supplémentation alimentaire à long terme à la fraise, aux épinards ou à la vitamine E retarde l'apparition de la transduction neuronale et cognitive du signal lié à l'âge. déficits comportementaux. Journal of Neuroscience 18 (19): 8047–8055.
25. Joseph JA., Nadeau DA., Underwood A .2002. Le code couleur: un régime alimentaire révolutionnaire pour une santé optimale. New York, Hypericon. 308 .

26. Kadri F .2015. Effet de deux modes de cuisson et de la durée de stockage à température ambiante sur la teneur en polyphénols totaux de quatre espèces de légumes. Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires (I.N.A.T.A.A.) mémoire diplôme de magister en sciences alimentaires option : technologie Alimentaire . Université de Constantine. 114.
27. Kamal H .1975. Encyclopaedia of Islamic medicine. General Egyptian Book Organization, Cairo, . 598.
28. Kopsell D.A., Lefsrud M.G., Kospell D.E., Wenzel A.J., Gerweck C., Curran Celentano J .2006. La variation des cultures d'épinards pour les concentrations de caroténoïdes tissulaires influence les niveaux de caroténoïdes sériques humains et la densité optique des pigments maculaires après une intervention alimentaire de 12 semaines. *Journal de chimie agricole et alimentaire* 54 (21): 7998–8005.
29. Lacoste S. 2014. *Ma bible de la phytothérapie : Le guide de référence pour se soigner avec les plantes*. Leduc.s Éditions, 648.
30. Lane R.H., Neggers Y.B., Bonner J.L., Stitt K.R .1986. Nutrient quality of selected vegetables prepared by conventional and cook-freeze methods. *J. Food Qual* ; 9, 407-414.
31. Longnecker M.P., Newcomb P.A., Mittendorf R., Greenberg E.R., Willett W.C .1997. L'apport de carottes, d'épinards et de suppléments contenant de la vitamine A par rapport au risque de cancer du sein. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention* 6 (11): 887–892.
32. Mares-perlamen A., Amy E.M., Tara L.F., Susane E.H. 2002. The body of evidence to support a protective role for lutein and zeaxanthin in delaying chronic disease . 2002 Mar; 132(3): 518S-524S.
33. Mazoyer M. 2002. *Larousse agricole, le monde paysan au XXI<sup>e</sup> siècle*. Ed. Lavoisier, Paris, 770.
34. Metha D., Belemkar S .2014. PHARMACOLOGICAL ACTIVITY OF SPINACIA OLERACEA LINN.- A COMPLETE OVERVIEW , *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development: Volume 2nd Issue 1st Jan-Feb 2014*.
35. Mizushima Y., Murakami C., Kumagai T., Hada T., Kanekazu U., Nakazawa S .2003. Effect of glycolipid from spinach on mammalian DNA polymerases. *Biochem pharmacol*; 65: 259-26.
36. Munro D. B., Small E .1998. *Les légumes du Canada*. Ed. Nrc Research Press. 436.
37. Munro D. B., Small E .1998. *Les légumes du Canada*. Ed. Nrc Research Press. 436.
38. Nyska A., Lomnitski L., Spalding J., Dunson D.B., Goldsworthy T.L., Grossman S., Bergman M., Boorman G .2001. Administration topique et orale du produit naturel L'antioxydant hydrosoluble des épinards réduit la multiplicité des papillomes dans le modèle de souris Tg.AC. *Toxicology Letters* 122 (1): 33–44.

39. Panda V., Shinde P .2017. Appetite suppressing effect of Spinaciaoleraceain rats: involvement of the short term satiety signal cholecystokinin.Appetite;113, 224-230.
40. Pandjaitan N., Howard L.R., Morelock T., Gil M.I. 2005. La capacité antioxydante et la teneur en phénol des épinards affectées par la génétique et la maturation. Journal de chimie agricole et alimentaire 53 (22): 8618–8623.
41. Pellegrini N., Serafini M., Salvatore S., Del Rio D., Bianchi M., Brighenti F .2006. Capacité antioxydante totale des épices, fruits secs, noix, légumineuses, céréales et sucreries consommées en Italie évaluée par trois tests in vitro différents. Molecular Nutrition & Food Research 50 (11): 1030–1038.
42. Rao K.N.V., Tabassum B., Babu S.R., Yaja A.,Banji D .2015. Preliminary phytochemical screening of spinaciaoleracea L. World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. 4, 532-551.
43. 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.
44. Scalbert A., Manach C., Morand C., Eesy C., Jimenez L. 2005. Polyphénols alimentaires et prévention des maladies. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 45 (4): 287–306.
45. Sies H., stahl W., heinrich U., gartner CH.,wiebusch M., eichler O., tronnier H .2003. the Journal of Nutrition, Volume 133, Issue 1, January 2003, Pages 98–101.
46. Sun F., Yaru Y., Long, L .2018. The evaluation of antioxidant properties and stability of polyphenols from Spinaciaoleracea.Journal of biotech research 9: 8-13: 1944-3285.
47. Tougan U .P., Théwis A .2020. Covid-19 and food security in sub-saharan africa: implications and proactive measures to mitigate the risks of malnutrition and famine.International journal of progressive sciences and technologies ;Vol. 20 No. 1 April 2020, pp. 172-193.
48. USDA .2018.USDA national nutrient database for standard reference. U.S.Department of agriculture, agricultural research service.<https://www.usda.gov>.
49. USDA .2003. Base de données de l'USDA sur la teneur en flavonoïdes de certains aliments [consultée en 2003].
50. USDA .2007. Base de données de l'USDA pour la teneur en flavonoïdes de certains aliments. Version 2.1. Service de recherche agricole.
51. Verma S .2018. A study on medicinal herb spinacia oleraceae Linn: amaranthaceae. Journal of drug delivery and therapeutics; 8(4):59-61.

52. Vutharadhi S., Jolapuram U., Kodidhela L.D .2017. Nutraceutical inherent of SpinaciaoleraceaLinn. methanolic leaf extract ameliorates isoproterenol induced myocardial necrosis in male albino wistar rats via mitigating inflammation. Biomed. Pharmacother ;85, 239-247.
53. Wang Y., Chang C.F., Chou J., Chen H.L., Deng X., Harvey B.K., Cadet J.L., Bickford P.C .2005. Un complément alimentaire avec des myrtilles, des épinards ou de la spiruline réduit les lésions cérébrales ischémiques. Experimental Neurology 193 (1): 75–84.
54. Wu X., Beecher G.R., Holden J.M., Haytowitz D.B., Gebhardt S.E., Prior R.L. 2004. Capacités antioxydantes lipophiles et hydrophiles des aliments courants aux États-Unis. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52 (12): 4026– 4037.
55. Yang Y.J., Marczak E.D., Yokoo M., Usui H., Yoshikawa M .2003. Isolement et effet antihypertenseur des peptides inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine I (ACE) de l'épinard Rubisco. Journal de chimie agricole et alimentaire 51 (17): 4897–4902.
56. Zbigniew A., Joanna G., aneta CH., Gabriel L., Robert W., jozef R., jan S. 2019. Méthodologie de production intégrée d'épinards (deuxième édition, modifiée) . Journal officiel de 2018, texte 1301, tel que modifié.

[1] <https://www.rustica.fr/legumes-et-potager/epinard,8823.html> consulté le 26\_05\_2021 a 00 :42

[2] <https://www.creapharma.ch/nutrition/legume-epinard.htm> consulté le 30\_05\_2021 a 22.05

[3][https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/epinard/composition?fbclid=IwAR3Wm1BUEckEu71gW29AsWluZNO5SpmPSpHuYJvHJ4qnX82RrrVGsM\\_DLjw](https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/epinard/composition?fbclid=IwAR3Wm1BUEckEu71gW29AsWluZNO5SpmPSpHuYJvHJ4qnX82RrrVGsM_DLjw) consulté le 1\_06\_2021 a 20 :16

[4] <https://la-sante-en-mangeant.com/les-epinards/> consulté le 3\_06\_2021 a 23 :15

[5]<https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/PalmaresNutriments/Fiche.aspx?doc=proteines> consulté le 11\_06\_2021 a 14 :18

[6]<https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-nutriments/lipides/quest-ce-que-cest> consulté le 11\_06\_2021 a 14 :21

[7]<https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/PalmaresNutriments/Fiche.aspx?doc=glucides> Consulté le 11\_06\_2021 a 14 :46

[8][https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil\\_principal](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal) consulté le 14\_06\_2021 a 15 :47

[9]<https://www.lesfruitsetlegumesfrais.com/fruits-legumes/legumes-feuilles/epinard/tout-savoir-sur-lepinard#:~:text=Un%20peu%20d'histoire,peu%20avant%20l'an%20mille.&text=De%20nos%20j>

[ours%20encore%2C%20on,mets%20%C3%A0%20base%20d'%C3%A9pinards](#) consulté le 14\_06\_2021 a 16 :17

[10] <https://www.google.fr/> consulté le 14\_06\_2021 a 18 :19

[11][https://www.academia.edu/30225094/LEpinard\\_Spinacia\\_oleracea\\_Fran%C3%A7ais\\_fbclid=IwAR3iQlug44N0MPXHc0JPYKYUJms1GSqTQNxknn\\_152PZOI3o6k3qLkMy8P4](https://www.academia.edu/30225094/LEpinard_Spinacia_oleracea_Fran%C3%A7ais_fbclid=IwAR3iQlug44N0MPXHc0JPYKYUJms1GSqTQNxknn_152PZOI3o6k3qLkMy8P4) consulté le 17\_06\_2021 a 09 :46

[12][https://alvityl.fr/vitamines/vitamine-b9/?fbclid=IwAR0nrq\\_sGj6I7lgEOs2-yUGABzILF1rLOV2YCKbtTfnwTDcYEMyFbRZ-imQ](https://alvityl.fr/vitamines/vitamine-b9/?fbclid=IwAR0nrq_sGj6I7lgEOs2-yUGABzILF1rLOV2YCKbtTfnwTDcYEMyFbRZ-imQ) consulté le 17\_06\_2021 a 10 :11

[13][https://doctonat.com/glutathion-notre-dossier-complet/?fbclid=IwAR3Wdlfuk805X5mhqxfFzqFvDVubXnJwSe1AgRIKzNLjtLO6MW1DZf\\_8FKM](https://doctonat.com/glutathion-notre-dossier-complet/?fbclid=IwAR3Wdlfuk805X5mhqxfFzqFvDVubXnJwSe1AgRIKzNLjtLO6MW1DZf_8FKM) consulté le 19\_06\_2021 a 10 :10

[14] <https://www.mieux-vivre-autrement.com/manger-des-epinards-super-aliment-13-vertus-a-redécouvrir.html/amp> consulté le 20\_06\_2021 a 15 :74

[15] <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-maladies/2499922-diabete-type-1-2-definition-causes-symptomes-traitement-regime-complications/?fbclid=IwAR3cOSCjFyGITEUdpvzQAT1apI5ff3PZs-2i4o6rRgsBzc15tLcUUxeuLyc#:~:text=D%C3%A9finition%20%3A%20qu'est%2Dce,nerfs%20et%20les%20vaisseaux%20sanguins> consulté le 21\_06\_2021 a 17 :15

[16] [https://www.maxisciences.com/cancer/cancer-definition-causes-types-qu-est-ce-que-c-est\\_art35165.html?fbclid=IwAR0AyAC7raG87r25bdnUkZzkbRi--AtTOPNaFZxEDAyZn1bHFg9PcQlgsBM](https://www.maxisciences.com/cancer/cancer-definition-causes-types-qu-est-ce-que-c-est_art35165.html?fbclid=IwAR0AyAC7raG87r25bdnUkZzkbRi--AtTOPNaFZxEDAyZn1bHFg9PcQlgsBM) consulté le 21\_06\_2021 a 18 :00

[17][https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/arthrose?fbclid=IwAR272r\\_rhqRUkNAFwTC7PuaEfN\\_MZVy32A36B-UZ5txMja7J1EpytzPROUw#:~:text=L'arthrose%20est%20la%20maladie,os%20et%20au%20tissu%20synovial](https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/arthrose?fbclid=IwAR272r_rhqRUkNAFwTC7PuaEfN_MZVy32A36B-UZ5txMja7J1EpytzPROUw#:~:text=L'arthrose%20est%20la%20maladie,os%20et%20au%20tissu%20synovial) consulté le 21\_06\_2021 a 19 :22

[18] <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/coronavirus-covid-19-18585/> consulté le 22\_06\_2021 a 10 :42

## **Résumé :**

ce travail de recherche a porté sur l'investigation phytochimique de la plante médicinale *spinacia oleracea* appartenant à la famille *chenopodiaceae*, ainsi que l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire et antioxydante des extraits végétaux. Et de montrer que l'épinard est une plante comestible et médicinale. Elle peut être utilisée à la fois en prévention ou pour atténuer les symptômes. Elle est principalement : un puissant antioxydant, anti-tumoral, anti-inflammatoire, tonique du système visuel, hépato protecteur, tonique respiratoire, tonique cardiaque, et tonique du sang. Elle est très utilisée comme plante médicinale en médecine ayurvédique, chinoise et homéopathie.

Mots clés : médicinale , *Spinacia oleracea* , anti-tumoral , plante , antioxydant

## **Abstract**

This research work focused on the phytochemical investigation of the *spinacia oleracea* medicinal plant belonging to the chenopodiaceae family, as well as the evaluation of the anti-inflammatory and antioxidant activity of plant extracts. And to show that spinach is an edible and medicinal plant. It can be used both for prevention or to alleviate symptoms. It is mainly: a powerful antioxidant, anti-tumor, anti-inflammatory, eye tonic, protective hepato, respiratory tonic, heart tonic, and blood tonic. It is widely used as a medicinal plant in Ayurvedic, Chinese and homeopathic medicine.

Key words : medicina, *spinacia oleracea* , anti-tumor , plant, Antioxydant



## ملخص

وركز هذا العمل البحثي على البحث الكيميائي النباتي للنباتات الطبية المنتمية إلى عائلة chenopodiaceae ، فضلا عن تقييم النشاط المضاد للالتهابات ومضادات الأكسدة لمستخلصات النباتات. ولإظهار أن السبانخ هو نبات صالح للأكل والطب. ويمكن استخدامه للوقاية أو لتخفيف الأعراض. وهو في الأساس: مضاد مؤكسد قوي ، ومضاد للورم ، ومضاد للالتهاب ، وتونيك العين ، وكبد وقائي ، ومنشط للجهاز التنفسي ، ومنشط للقلب ، ومنشط للدم. ويستخدم على نطاق واسع كنبات طبي في الطب الأيورفيدي والصيني والهولوباثي

## **Etude phytochimique et biologique de la plante *spinacia oleracea*.**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de master en biochimie.

### **Résumé**

ce travail de recherche a porté sur l'investigation phytochimique de la plante médicinale *spinacia oleracea* appartenant à la famille *chenopodiaceae*, ainsi que l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire et antioxydante des extraits végétaux. Et de montrer que l'épinard est une plante comestible et médicinale. Elle peut être utilisée à la fois en prévention ou pour atténuer les symptômes. Elle est principalement : un puissant antioxydant, anti-tumoral, anti-inflammatoire, tonique du système visuel, hépato protecteur, tonique respiratoire, tonique cardiaque, et tonique du sang. Elle est très utilisée comme plante médicinale en médecine ayurvédique, chinoise et homéopathie.

Mots clés : Epinards , *Spinacia oleracea* , Activité thérapeutique , Nutrition , Antioxydant

Jury d'évaluation :

Président du jury : Pr. Necib Youcef ( UFM Constantine 1)

Rapporteur : Dr. Nouadri Tahar ( UFM Constantine 1 )

Examineur : Dr. Kassah Louar Mounia ( UFM Constantine 1 )