



# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

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

Département de BIOLOGIE

قسم البيولوجيا



## MÉMOIRE

Présenté par

**Dekkar souhila**

**Boukhiar hind**

*En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER*

**En Sciences Alimentaires option :**

**Agroalimentaire et contrôle de qualité**

**Thème**

**Essai de formulation et préparation d'un  
complément alimentaire à base de Betterave et  
d'Orange**

**Soutenu le 18 / 06/2023, devant le jury composé de :**

Président	Mr chaouche MT	MCA	Université De Tlemcen
Encadrant	BENYOUB Nor eddine	MCB	Université De Tlemcen
Examineur	Mm meziane. Rk	MAA	Université De Tlemcen

**Année universitaire 2022/2023**

# Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé santé, courage, patience et foi pour accomplir ce modeste Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont remporté le succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire. Je voudrais dans un premier temps demandé, mon encadrant de mémoire M. Benyoub N, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses conseils judicieux, qui ont dû alimenter ma réflexion.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de Université ABOUBEKR BELKAID - TLEMCEN les intervenants professionnels responsables de ma formation, M. Chaouche M Tarik ; M. Habi Salim ; M. Azzi Rachid et Mme Senhadji Souaad afin d'assurer la partie pratique de celle-ci. Dans laboratoire central Biochimique de la faculté des sciences biologiques de l'Université de Tlemcen avec M habi Salim je te remercie et les laboratoires des recherches de faculté des sciences biologiques de l'Université de Tlemcen.

et les Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire : Madame Bekkar Rachida et M Lhbabe A directeur de laboratoire caque et M. Benaissa Zakaria laboratoire galénique de département de pharmacie faculté de TLEMCEN ABOUBAKRE BLKAIED m'a beaucoup appris sur les défis à relever dans le monde des analyses . Toutes les pressons a partagé ses connaissances et expériences dans ce milieu, tout en m'accordant sa confiance et une large indépendance dans l'exécution de missions valorisantes. Merci à tous pour m'avoir accordé des entretiens et avoir répondu à mes questions sur la culture du monde des affaires, ainsi que leur expérience personnelle. Et je te remercie parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements et mes amies de la spécialité agroalimentaire et contrôle de qualité

# DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui a toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père LAHCENE.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Mon adorable mère ZOLIKHA.

A mes chères sœurs FAIZA, SOUMIA, FATIMA ET MARWA. Pour ; amour ; elles me réservent, Que Dieu les protège et leur offre la chance et le bonheur.

Sans oublier mon binôme HIND pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Je dédie ce travail à vous me Ms. Benyoub N ; Mr Chaouech Tarik ; Mr Azzi Rachid ; Mr Habi Salim ; Mme Souad Snhadji, très chers professeurs : pour vous dédicacer mon mémoire de fin d'étude je dois écrire un message court : merci d'avoir enrichi mes connaissances je ne vous oublierai jamais

**SOUHILA**

# DEDICACE

Je dédie entièrement ce modeste travail à mes piliers, mes exemples, mes premiers supports et ma plus grande force qui m'ont encouragé à achever ce travail convenablement.

Bravo à mes parents qui m'ont soutenu tout au long de cette carrière de 18 ans, ma mère Bouguima Naima qui a sacrifiée sa vie pour me voir toujours au sommet et à mon père Boukhiar Ibrahim, qui était toujours présent à mes côtés et m'a soutenu afin de vivre ce jour.

Je dédie mon mémoire à :

Mon cher grand père Omar, j'aurais tellement souhaité vous voir à mes côtés en ce moment mais le dieu en a décidé autrement, seul lui le tout puissant peut vous gratifier pour tout ce que vous avez fait pour nous, vous nous avez sevré de votre amour en laissant un grand vide dans cœurs.

Puisse cet travail répandre à l'espoir que vous me portez à ma réussite.

Nous prions le bon dieu de sa grâce pardon.

Dormez en paix. Amin !

Mes chers. Sœurs Ikram ; Asmaa ; ma jumel Hadjer ; Ines ; bouchra.

Mes frères Islam ; Abdelali, qui ont été toujours fières de moi et heureux pour mon succès.

Ma grand-mère et mes tentes Hayet; Nacera; Fatna; Dalila; Zoubida; Dalila; Fouzia; Malika; Yasmina; Soumia, et mes cousines Malak; Racha; Fayka; Wfaà; Zouhra; Rawan et mon oncle Kheld, et toute ma famille.

Mes chère amis : Chahinez ; Souhila ; Hdjer ; Sadiaa ; Achwak ; Manel ; Rafik ; Mehdi ; Salah ; Marwan ; Abdeljalil. Pour leur aide, soutien et encouragement

Ainsi leur amour et amitié.

Je dédie ce travail à vous me Ms. Benyoub N ; Mr Chaouèche T ; Mr Azzi R ; Mr Habi S ; Mme Snhadji S, très chers professeurs : pour vous dédicacer mon mémoire de fin d'étude je dois écrire un message court : merci d'avoir enrichi mes connaissances je ne vous oublierai jamais

HIND



## *Liste des abréviations*

<b>DPPH</b>	Diphénylpicrylhydrazole
<b>FRAP</b>	Ferric Reducing Antioxidant Power
<b>TAC</b>	Capacité antioxydants totaux
<b>CAs</b>	Compléments alimentaires
<b>HE</b>	Huile essentiel

## *Liste des figures*

<b>Figures</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure 1</b>	photographie de la betterave rouge .....	10
<b>Figure 2</b>	betterave rouge .....	12
<b>Figure 3</b>	coupe équatoriale d'une orange .....	15
<b>Figure 4</b>	coupe longitudinale de l'orange sanguine .....	17
<b>Figure 5</b>	matériel végétal .....	23
<b>Figure 6</b>	betterave sèche .....	24
<b>Figure 7</b>	orange sèche .....	24
<b>Figure 8</b>	poudre d'orange et betterave .....	24
<b>Figure 9</b>	Protocole d'extraction par reflux .....	25
<b>Figure 10</b>	extrait méthanol-acétonique .....	26
<b>Figure 11</b>	taux d'humidité .....	27
<b>Figure 12</b>	mesuré le PH .....	28
<b>Figure 13</b>	dosage polyphénols.....	29
<b>Figure 14</b>	dosage de flavonoïde .....	30
<b>Figure 15</b>	dosage tanin condensée.....	30
<b>Figure 16</b>	dosage DPPH .....	32
<b>Figure 17</b>	test de réduction de fer (FRAP).....	34
<b>Figure 18</b>	l'activité antioxydante totale.....	33
<b>Figure 19</b>	courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux...38	
<b>Figure 20</b>	courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes .....	38
<b>Figure 21</b>	courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins.....	38
<b>Figure 22</b>	Teneur en polyphénols, flavonoïdes totaux et tanins condensés dans l'extrait sec du mélange.....	39
<b>Figure 23</b>	courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique et extrait pour DPPH.....	40
<b>Figure 24</b>	valeurs des IC50 dans le test DPPH .....	41

## *Liste des tableaux*

<b>Tableaux</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>Tableau 1</b>	Liste et doses journalières maximales de vitamines pouvant entrer dans la composition des CAs .....	5
<b>Tableau 2</b>	Liste et doses journalières maximales des minéraux pouvant entrer dans la composition des CAs .....	5
<b>Tableau 3</b>	<i>La différence entre un médicament et un CAs</i> .....	6
<b>Tableau 4</b>	Composition de la betterave potagère crue pour 100 g de partie comestible .....	11
<b>Tableau 5</b>	Description botanique des orange .....	15
<b>Tableau 6</b>	Composition et valeur nutritive de l'orange .....	18

## *Table des matières :*

	<b>Pages</b>
Liste des abréviations .....	i
Liste des figures .....	ii
Liste des tableaux .....	iii
ملخص .....	iv
Résumé.....	v
Abstract.....	vi
Introduction Générale.....	1
 <b><i>Chapitre 01 : Synthèse bibliographique</i></b>	
<b>1. Généralités sur les compléments alimentaires .....</b>	<b>3</b>
2. Composition des compléments alimentaires .....	4
3. Différences entre un médicament et un complément alimentaire .....	6
4. Principes de la complémentation alimentaire.....	6
5. Utilisation des compléments alimentaires.....	7
6. Le marché algérien des compléments alimentaires .....	9
<b>7. Généralités sur la matière végétale utilisée .....</b>	<b>9</b>
7.1. Betterave rouge.....	9
7.1.1. Origine et répartition géographique .....	9
7.1.2. Description botanique .....	10
7.1.3. Types de la betterave.....	10
7.1.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle .....	11
7.1.5. Caractères généraux .....	12
7.1.6. Les effets thérapeutiques de la betterave rouge.....	13
7.2. Oranges.....	13
7.2.1. Structure morphologique des oranges .....	14
7.2.2. Description botanique .....	14
7.2.3. Les principales variétés de l'orange.....	16
7.2.4. Composition et les valeurs nutritive d'orange.....	17
7.2.5. Les différents antioxydants de l'orange .....	18
7.2.6. Propriétés bénéfiques des oranges .....	20

## ***Chapitre 02 : Matériel et méthodes***

1. Matière végétale utilisée .....	23
2. Méthode.....	23
2.1. Préparation des poudres de betterave et l'orange .....	23
2.2. Broyage et tamisage .....	24
3. Extraction d'échantillon.....	25
3.1. Rendement de l'extrait brut .....	26
4. Analyses physico-chimiques .....	26
4.1. Taux d'humidité et matière sèche.....	26
4.2. PH.....	27
5. Dosage des principes actifs de complément alimentaire.....	28
5.1. Dosage des polyphénols totaux.....	28
5.2. Dosage des flavonoïdes totaux.....	29
5.3. Dosage des tanins condensés .....	30
6. Evaluation de l'activité antioxydante.....	31
6.1. Test de piégeage du radical DPPH.....	31
6.2. Test de phosphomolybdate (CAT) .....	32
6.3. Test de FRAP .....	33

## ***Chapitre 03 : Résultats et discussion***

1. Rendements d'extraction .....	36
2. Analyses physiques et chimiques .....	36
2.1.PH.....	36
2.2.Humidité et Matières sèche.....	36
3. Dosage des principes actifs de complément alimentaire .....	37
3.1.Evaluation de la teneur en composés phénoliques .....	37
3.2.Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux, flavonoïdes, tanins.....	37
3.3.Polyphénols totaux .....	39
3.4.Flavonoïdes totaux.....	39
3.5.Tanin condensés .....	39
4. Evaluation des activités antioxydants .....	40

4.1. Test de piégeage du radical DPPH .....	40
4.2. Test de phosphomolybdate (CAT) .....	41
4.3. Le pouvoir réducteur du fer (FRAP) .....	42
<b>Chapitre 04 : Discussion</b> .....	<b>43</b>
<b>Chapitre 05 : Conclusion</b> .....	<b>44</b>
<b>Chapitre 06 : Références Bibliographiques</b> .....	<b>46</b>
<b>Chapitre 07 : Annexes</b> .....	<b>58</b>

## ملخص

المكملات الغذائية هي مواد غذائية مخصصة لتكملة النظام الغذائي. إنها مصدر مركّز للعناصر الغذائية مثل الفيتامينات والمغنيسيوم والحديد والكالسيوم إلخ. على الرغم من أنها تحمل بعض التشابه مع المنتجات الصيدلانية، إلا أن هذه المنتجات ليست عقاقير ولا يمكن أن تدعي أي تأثير علاجي.

الهدف من عملنا هو تقييم القدرة المضادة للأكسدة لمزيج من البنجر والبرتقال.

خلال دراستنا، تم إجراء تقنيات وتحليلات مختلفة، مثل التحليلات الفيزيائية والكيميائية (الاس الهيدروجيني

% H, MS) وجرعات المركبات الفينولية، وتقييم نشاط مضادات الأكسدة باستخدام ثلاث طرق.

بالنسبة للتحليلات الفيزيائية والكيميائية لخليطنا، حصلنا على النتائج التالية: درجة حموضة 4.13، رطوبة 9.236٪، مادة جافة 90.764٪ وأظهرت جرعات المركبات الفينولية تركيز 1.19 مج للبوليفينول و 1.51 مج للفلافونويد و 1.374 مجم للعفص المكثف. فيما يتعلق بالنتائج التي تم الحصول عليها من نشاط الكسح، قمنا بقياس قدرة مضادات الأكسدة الاجمالية البالغة 9.918 مج. لاحظنا قدرة مضادات الاكسدة القوية بقيمة 0.075 مج/ج لاختبار مضاد الجذور، يشير هذا إلى أن مزيج البنجر والبرتقال يظهر فعالية كبيرة في تحييد الجذور الحرة. ومع ذلك، وجدنا أيضًا انخفاضًا في نشاط مضادات الأكسدة في اختبار تقليل الحديد بقيمة 1,972 مج/ج. يشير هذا إلى أن المزيج قد يكون له نشاط محدد مضاد للأكسدة اعتمادًا على الطرق التحليلية المختلفة المستخدمة.

المكملات الغذائية. الشمندر. البرتقال. نشاط مضادات الاكسدة.: الكلمات المفتاحية

## Résumé

Les compléments alimentaires sont des substances, destinées à compléter l'alimentation. Ils constituent une source concentrée de nutriments tels que les vitamines, le magnésium, le fer, le calcium etc. Bien qu'ils présentent une certaine similitude avec des produits pharmaceutiques, ces produits ne sont pas des médicaments et ne peuvent revendiquer d'effet thérapeutique.

L'objectif de notre travail est d'évaluer la capacité antioxydante d'un mélange de betteraves et d'oranges.

Au cours de notre étude, Différentes techniques et analyses ont été réalisées, telles que des analyses physicochimiques (pH, MS, H%), dosages des composés phénoliques, et l'évaluation de l'activité des antioxydants par trois méthodes.

Pour les analyses physico-chimiques de notre mélange, nous avons obtenu les résultats suivants : un pH de 4,13, une humidité de 9,236 % et une matière sèche de 90,764 %. Les dosages des composés phénoliques ont révélé une concentration de 1,19 mg pour les polyphénols, 1,51 mg pour les flavonoïdes et 1,374 mg pour les tanins condensés. En ce qui concerne les résultats obtenus pour l'activité antiradicalaire, nous avons mesuré une capacité d'antioxydants totale (CAT) de 9,918 mg. De plus, nous avons observé une forte capacité antioxydante avec une valeur de  $IC_{50}=0,075$  mg/ml pour le test du DPPH. Cela indique que le mélange de betteraves et d'oranges présente une grande efficacité dans la neutralisation des radicaux libres. Cependant, nous avons également constaté une diminution de l'activité antioxydante dans le test de réduction du fer (FRAP), avec une valeur de  $EC_{50}=1,972$  mg/ml. Cela suggère que le mélange peut avoir une activité antioxydante spécifique en fonction des différentes méthodes d'analyse utilisées.

**Mots clés :** Complément alimentaire ; betterave ; orange ; l'activité antioxydants.



## Abstracts

Food supplements are food substances intended to supplement the diet. They are a concentrated source of nutrients such as vitamins, magnesium, iron, calcium etc. Although they bear some similarity to pharmaceutical products, these products are not drugs and cannot claim any therapeutic effect.

The objective of our work is to evaluate the antioxidant capacity of a mixture of beets and oranges.

During our study, different techniques and analyzes were carried out, such as physicochemical analyzes (pH, MS, H%), dosages of phenolic compounds, and evaluation of the activity of antioxidants using three methods.

For the physico-chemical analyzes of our mixture, we obtained the following results: a pH of 4.13, a humidity of 9.236% and a dry matter of 90.764%. The dosages of phenolic compounds revealed a concentration of 1.19 mg for polyphenols, 1.51 mg for flavonoids and 1.374 mg for condensed tannins. Regarding the results obtained for the scavenging activity, we measured a total antioxidant capacity (TAC) of 9.918 mg. In addition, we observed a strong antioxidant capacity with a value of  $IC_{50}=0.075$  mg/ml for the DPPH test. This indicates that the mixture of beets and oranges exhibits great effectiveness in neutralizing free radicals. However, we also found a decrease in antioxidant activity in the iron reduction test (FRAP), with a value of  $EC_{50}=1.972$  mg/ml. This suggests that the mixture may have specific antioxidant activity depending on the different analytical methods used.

**Key words :** Dietary supplement ; beet ; orange ; antioxidant activity.

# **Introduction**

### Introduction

Les compléments alimentaires sont des produits concentrés en nutriments, tels que les vitamines, les minéraux, les substances nutritionnelles ou physiologiques, ainsi que les extraits de plantes, qui sont destinés à combler les carences de l'alimentation (**Directive Européenne, 2002**).

Ces dernières années, le marché des compléments alimentaires a connu une croissance significative, notamment en raison de l'engouement pour les compléments naturels à base de plantes. Les consommateurs sont de plus en plus enclins à adopter des solutions naturelles pour améliorer leur bien-être et leur santé quotidienne, ainsi que pour compenser les éventuelles lacunes nutritionnelles de leur alimentation (**Sophia,2015**)

Dans notre étude, nous nous concentrons spécifiquement sur la fabrication d'un complément alimentaire à base de betteraves et d'oranges. Ces plantes ont des valeurs nutritionnelles intéressantes et contiennent des composés bioactifs bénéfiques pour la santé. Notre objectif est de créer un complément alimentaire sûr, naturel et efficace en utilisant ces ingrédients.

En outre, notre étude comprend également une dimension pratique et expérimentale. Nous avons acquis des compétences en manipulation de laboratoire physique et chimique. Ces techniques nous permettent d'analyser les principes actifs présents dans les extraits de betterave et d'orange, d'évaluer leurs activités biologiques et de réaliser des analyses physico-chimiques.

Notre étude est structurée en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présentons une revue bibliographique sur les compléments alimentaires, ainsi que sur les oranges et les betteraves, en mettant en évidence leurs effets moléculaires.

Le deuxième chapitre décrit les méthodes et les techniques utilisées dans notre étude.

Les résultats obtenus sont présentés et discutés dans le troisième chapitre.

En terminant par une conclusion, en présentant les principaux résultats et perspectives sur le sujet.

# | Chapitre I : Synthèse Bibliographique |

### 1. Généralités sur les compléments alimentaires

Les compléments alimentaires sont des aliments destinés à compléter le régime alimentaire normal. Ils représentent des nutriments (vitamines, minéraux), des sources concentrées de substances nutritives (fibres, acides gras), ou des effets physiologiques, seuls ou en association, (resvératrol, lycopène), des préparations à base de plantes (poudres, extraits, huiles essentielles [HE]), et d'autres biomolécules (chitosane, chondroïtine, glucosamine) **(Bureau, 2016)**.

Il s'agit des « denrées alimentaires destinées à compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances à effet nutritionnel, vendues individuellement ou en combinaison sous forme posologique, c'est-à-dire capsules, pastilles, comprimés, pilules et autres formes similaires, et en poudre. Sachets, ampoules liquides, flacons compte-gouttes et autres formes similaires de préparations liquides destinées à être prises en petites unités de mesure ou en poudres » ne doivent en aucun cas être assimilés à des compléments alimentaires **(Crenn, 2020)**.

Certaines personnes ayant une alimentation déséquilibrée (femmes enceintes, personnes âgées, sportifs, personnes souffrant de maladies chroniques, etc.) et leurs modes de vie spécifiques ont besoin d'être complétées par des apports en vitamines, minéraux et autres nutriments. Les compléments alimentaires donnent des résultats satisfaisants dans la plupart des cas.

Contrairement aux idées reçues, les compléments alimentaires ne sont pas des produits pharmaceutiques. En fait, ils n'ont aucun pouvoir pour guérir ou prévenir d'éventuelles maladies. Ils n'ont aucun pouvoir curatif. D'autre part, ils peuvent interférer avec des conditions médicales causées par des carences nutritionnelles **(Valette, 1988)**.

Dans les années 1970 les compléments alimentaires (CA) commence par un précurseur de la « juste dose » qui est basé sur le soulagement des personnes par un apport optimal de substances naturellement présentes dans la nature. L'apparence des compléments alimentaires c'est très probablement arrivé aux États-Unis. Le marché des CA en France début dans les années 1980. En 1987, on retrouve les premiers CA hors pharmacie surtout au sein des boutiques de régime. En 1991, avec le remplacement des vitamines et des minéraux, le marché commence le développement. Le 15 avril 1996, le premier décret français sur les CA les reconnaissant comme des « produits destinés à être ingérés en complément de l'alimentation courante afin de Pallier l'insuffisance réelle ou supposée des apports journaliers ». Ce texte concernait donc les vitamines et les minéraux mais gardait les plantes. Une définition plus détaillée sur les plantes et autres substances à buts physiologiques le 10 juin 2002, avec la

**directive européenne** (2002/46/CE). L'entrée des compléments alimentaires sur le marché est liée aux troubles de santé. Par exemple le scorbut entraîné par une carence en vitamine C. En effet, la première raison du développement des CA est de prévenir différents problèmes de santé. Aujourd'hui, l'utilisation de ces compléments dans plusieurs domaines par exemple dans la beauté, dans le retardement du vieillissement... etc. (**Angélique, 2014**).

### 2. Composition des compléments alimentaires

Les compléments alimentaires peuvent être qualifiés en fonction de leur composition. Ainsi, les ingrédients employés dans la fabrication des compléments alimentaires doivent conduire à la préparation de produits sûrs, non préjudiciables à la santé des consommateurs. Étant donné qu'une consommation excessive de vitamines et de minéraux peut avoir des effets indésirables, des limites supérieures et inférieures ont été établies pour chaque vitamine et minéral ajoutés aux compléments alimentaires. Ainsi, il a été défini que seules les substances suivantes peuvent être utilisées pour la fabrication des CA : Les nutriments et les substances à but nutritionnel ou physiologique ; Les plantes et les préparations à base des plantes (**Othman, 2012**).

#### 1.2.1. Vitamines et minéraux

Les vitamines et les minéraux sont une famille essentielle et les compléments alimentaires les plus consommés. Les vitamines ne sont pas synthétisées par l'organisme (sauf la vitamine D) et proviennent de l'alimentation. Par conséquent, les fabricants, les extraient des aliments et produits naturels et les concentrent dans diverses formes posologiques (comprimés, gélules, solutions de buvables, etc.).

Les vitamines utilisées dans la fabrication des compléments alimentaires sont : Les vitamines (A, D, E, K, B1, B6, B12, C), niacine, acide pantothénique, acide folique, biotine. Par exemple, la vitamine B6 fait partie des vitamines autorisées à la vente sous forme de complément alimentaire (**Caro et al, 2010**)

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

*Tableau 1* liste et doses journalières maximales de vitamines pouvant entrer dans la composition des CAs (Valette, 1988)

Vitamines	A	D	E	K	B1	B2	B3	B	B	B8	B12	B9	C
Doses journalières	800 µg	5 µg	30 Mg	25 µg	4,2 Mg	4,8 mg	Nicotinamide : 54 mg Acide nicotinique : 8 mg	5 m g	6 m g	450 µg	3 µg	200 µg	180 mg

*Tableau 2* : liste et doses journalières maximales des minéraux pouvant entrer dans la composition des CAs (Valette, 1988).

Minéraux	Ca	Mg	Fe	Cu	I	Zn	Mn	K	Se	Mb	Cr	P
Doses journalières	800 Mg	300 Mg	14 mg	2000 µg	150 µg	15 mg	3,5 Mg	80 mg	50 µg	150 µg	25 µg	450 mg

### 1.2.2. Plantes et préparation de plantes

Les vertus santé de l'utilisation des plantes remontent à l'Antiquité et sont ancrées dans toutes les cultures. Les plantes traditionnellement utilisées occupent une place prépondérante dans la composition des compléments alimentaires. La réglementation sur l'utilisation des plantes vise à garantir la consommation. Parmi les plantes les plus utilisées sur le marché des compléments alimentaires : ginseng, guarana, gingembre, valériane, verveine... (Caro et al., 2010)

### 3. Comparaison entre un médicament et un complément alimentaire

Les médicaments et les compléments alimentaires sont deux types de produits distincts utilisés dans des contextes différents. Les médicaments sont conçus pour traiter des maladies spécifiques, soulager des symptômes ou modifier le fonctionnement de l'organisme. Ils sont soumis à des réglementations strictes pour garantir leur efficacité, leur sécurité et leur qualité. En revanche, les compléments alimentaires sont destinés à compléter l'alimentation normale en apportant des nutriments supplémentaires, tels que des vitamines, des minéraux ou des acides gras, qui peuvent être insuffisamment présents dans l'alimentation (Derbre, 2010).

*Tableau 3 : la différence entre un médicament et un CAs (Derbre, 2010).*

	<b>Médicament</b>	<b>Complément alimentaire</b>
<b>Objectifs</b>	Soigner ou prévenir une maladie, une pathologie	Entretenir le bien être
<b>Cibles</b>	Personnes malades ou susceptibles de l'être	Personnes en bonne santé souhaitant le rester
<b>Propriétés</b>	Thérapeutiques	Nutritionnelles ou physiologiques
<b>Mise sur le marché</b>	Autorisation de mise sur le marché	Déclaration à la direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des Fraudes.

### 4. Principes des compléments alimentaires

Les effets de l'alimentation sur la santé et la mortalité (cancers, maladies cardiovasculaires, etc.) ont fait l'objet de nombreuses recherches au fil des ans. L'observation d'une alimentation équilibrée est devenue un facteur important dans le choix des aliments. Les plantes ne contiennent pas de vitamine B12, les végétariens doivent donc prendre des suppléments ou manger des aliments enrichis pour assurer un apport adéquat. Les nourrissons et les enfants ont besoin de vitamine D et devraient idéalement l'obtenir à partir de la nourriture, mais elle est généralement prise comme complément alimentaire car la ration alimentaire quotidienne est faible. De même, les besoins en fer des femmes sont supérieurs de 77 % à ceux des hommes, et les besoins en calcium augmentent également, à commencer par la puberté (perte due aux menstruations et à l'accouchement) et la ménopause (pour éviter l'ostéoporose, conséquence des changements hormonaux). Les aliments contiennent des quantités variables



de vitamine D, de fer ou de calcium. Par conséquent, seule une alimentation équilibrée combinant des aliments de différents types nutritionnels peut fournir de manière fiable au corps humain des éléments importants (**Khalfaoui 2018**).

### 5. Utilisation des compléments alimentaires

#### 5.1. Chez les sportifs

Une activité physique régulière augmente les besoins en macro et micronutriments. Les causes sont une physiologie accélérée, un stress oxydatif et une augmentation de la perte d'urine et de sueur. Les sportifs peuvent donc raisonnablement croire que les compléments alimentaires vont améliorer leurs performances, c'est-à-dire améliorer la force, augmenter la masse musculaire et réduire la masse grasse (**Athmani et Baba, 2019**).

Les différents auteurs s'accordent sur le fait que les sportifs en consomment d'abord (**Maughan et al, 2018**) :

- Combler les déficits alimentaires
- Améliorer les performances sportives
- Répondre aux maux induits par la pratique sportive
- Lutter contre la fatigue
- Favoriser le développement musculaire et la perte de la masse grasse
- Favoriser la récupération

#### 5.2. Chez la femme enceinte

Les changements liés à la grossesse nécessitent donc un ajustement des besoins nutritionnels des femmes enceintes. Ces besoins correspondent aux besoins spécifiques de la femme enceinte ; aux besoins de son (ses) fœtus et doivent préparer le corps à l'allaitement. Certaines carences nutritionnelles sont observées (acide folique, fer calcium, etc.). Il s'agit de prendre des compléments nutritionnels recommandés par des experts pour éviter les carences pouvant affecter le fonctionnement physiologique et prévenir le risque d'avoir un enfant avec des malformations congénitales, et parmi les compléments à conseiller généralement chez la femme enceinte (**Pillon et al, 2014**).

- **Acide folique**

La vitamine B9 (acide folique) est un composé organique essentiel à la croissance et à la reproduction des cellules. Son rôle dans la prévention des malformations du tube neural est connu depuis 50 ans. Prescrire des compléments alimentaires avant la grossesse ou fortifier l'alimentation en acide folique sont deux pistes pour optimiser le folate émie chez la femme en âge de procréer. Elle vise à examiner son efficacité dans la prévention du handicap, son impact sur les résultats obstétricaux et son impact sur la progéniture. Donc les besoins en acide folique sont augmentés pendant la grossesse de 400 à 800 µg chez la femme enceinte (**Veujoz et al, 2013**).

- **Le fer**

Pendant la grossesse, des fournitures sont nécessaires au développement rapide des organes fœtale et néonatale. Les besoins en fer sont estimés à 15-20 mg en début de grossesse et à environ 30 mg en fin de grossesse. la supplémentation quotidienne en fer améliore les taux moyens d'hémoglobine avant et après la naissance, réduisant ainsi le risque de carence en fer et d'anémie ferriprive à long terme (**Boog et al, 1997**).

L'anémie ferriprive en début de grossesse augmente le risque de prématurité, de mortalité périnatale et de retard de croissance fœtale, mais les effets fœtaux d'une carence en fer sans anémie n'ont pas été démontrés.

Par conséquent, uniquement en cas d'anémie due à une carence en fer, une supplémentation en fer médicamenteux est nécessaire, à des doses d'environ 40 à 60 mg par jour, jusqu'à la résolution de l'anémie. Bien entendu, le traitement de l'anémie en fin de grossesse reste nécessaire au bénéfice maternel (**Abrams, 1993**).

### **5.3. Chez les enfants**

La variation des besoins nutritionnels chez les enfants du même âge et du même sexe, en particulier pendant la période pré pubère. il souligne l'importance d'une alimentation quotidienne équilibrée qui fournit des macronutriments (protéines, lipides, glucides) et des micronutriments (vitamines, minéraux, oligo-éléments) pour répondre aux besoins physiologiques. Cependant, il est noté que la malnutrition est répandue, en particulier dans les pays en développement, avec de nombreux enfants souffrant de carences en vitamine A, vitamine D et fer. Pour prévenir ces carences et les maladies qui en découlent, il est recommandé de fournir des suppléments nutritionnels appropriés, tels que le fer pour améliorer

la fonction cognitive et le zinc pour favoriser la croissance et réduire les risques de diarrhée et de pneumonie (**Ben Idir et Seddiki, 2017**).

### 6. Le marché algérien des compléments alimentaires

D'autre part, le marché algérien est en retard sur les autres marchés mondiaux et régionaux dans l'adoption de l'industrie des compléments alimentaires. cependant, des progrès ont été réalisés par petits incréments. le secteur a connu une croissance importante en quelques années d'existence sur le marché local, notamment avec une prise de conscience croissante des problèmes de santé, notamment l'abus de produits chimiques. on assiste à une augmentation significative de la demande alimentaire. 90% des acteurs de ce créneau sont des producteurs locaux sous forme de petites entreprises créées par un groupe de jeunes médecins et pharmaciens qui se spécialisent principalement dans la fabrication de compléments nutritionnels et le développement de nouvelles formules. cela fait du complément alimentaire un produit national exceptionnel (**Bennacer et al, 2022**)

La Direction de la Pharmacie et des Dispositifs Médicaux du Ministère de la Santé participe à l'élaboration et à la rédaction de la législation réglementant la commercialisation des compléments alimentaires. ce projet limite les opérateurs autorisés à vendre cette catégorie de produits ; En effet, les pharmacies régionales ont le monopole de la vente et de la distribution de ces produits sur leur territoire. le ministère de la santé remplacera alors le ministère du commerce comme autorité compétente pour la réglementation et la surveillance des compléments alimentaires en Algérie (**Benmeriouma et al, 2021**)

### 7. Généralités sur la matière végétale utilisée

#### 7.1. Betterave

##### 7.1.1. Origine et répartition géographique

La betterave rouge potagère est originaire de la Méditerranée ou encore du sud de l'Europe, est un légume dont la culture et la consommation sont relativement récentes (XIV-XV siècle). L'amélioration ou la sélection intensive de cette espèce ainsi que l'introduction de certaines variétés précieuses ont beaucoup contribué à la vulgarisation de cette espèce maraichère dans presque tous les pays d'Europe et d'Amérique. La production mondiale est de 241 millions de tonnes en 2005 (**FAO., 2015**) En Algérie, la betterave potagère trouve des conditions extrêmement favorables pour son développement, mais n'a pas reçu l'étendue et la consommation qu'elle mérite. Sa culture est pratiquée sur de petites superficies, Elle est cultivée

principalement dans les régions suivantes : Alger (Htatba), Boumerdès (Khmis El Khechna), Sétif (Ain Oulman), Blida, M'scila et Boussaâda (**Benachour, 2008**).

### 7.1.2. Description botanique

La betterave rouge (*Beta vulgaris* L.) est une plante herbacée bisannuelle de la famille des Chénopodiacées. Elle possède plusieurs variétés de couleurs allant du jaune au rouge ; la betterave rouge étant la plus consommée par l'Homme (**Chhikara et al., 2019**).



*Figure 1 : photographie de la betterave rouge (Neelwarne, 2012)*

Elle développe en sa première année de culture une racine épaisse, le plus souvent à chair pourpre foncé. Selon les variétés, cette racine est ronde, aplatie ou conique ; Ses feuilles sont pétiolées, lisses, de forme allongées, disposées en rosette à la base et se répartissent le long de la tige. Ses fleurs, de couleur verdâtres ou mauves, sont rassemblées en épis longs, étroits et feuillés (**Bhupinder et al., 2014**).

### 7.1.3. Types de la betterave

La betterave existe sous différentes couleurs et formes de racines : longue, demi longues rondes et aplaties. Les plus communes sur le marché sont rondes avec une teinte rouge très foncée (**La France, (2010)**).

Elle est connue sous plusieurs noms communs comme betterave, blette et épinard-betterave (**Kale et al., 2018**) La betterave comprend également les types agricoles suivants :

- Betteraves sucrières (*var. altissima*), de mangroves utilisées pour la production du sucre.
- Betteraves fourragères (*var. alba*), destinée à l'alimentation animale.
- Betteraves rouges (*Beta vulgaris ssp. Vulgaris*), cette dernière étant de loin la plus Consommée (**Masih et al., 2019**).

#### 7.1.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle

La betterave rouge est un légume à faible teneur en matières grasses, elle est riche en amidon et en glucides principalement le saccharose.

La betterave est une source des fibres solubles, des protéines, étant un produit à valeur calorique modérée. Les racines de betterave sont riches en vitamines C, A, E, K. Ils ont une teneur importante en vitamine B ainsi que l'acide folique.

Les racines des betteraves sont une bonne source de minéraux, comme le manganèse (bon pour la santé des os), le magnésium, le potassium, le sodium, le phosphore, le fer, le zinc, le cuivre, le bore, la silice et le sélénium (Ceclu et al., 2020). La couleur rouge intense de la betterave provient de leur forte concentration en bétalaines (Kale et al., 2018), qui se compose de deux pigments principaux : bétacyanine (rouge-violet) et bétaxanthines (jaune- orangé) (Sawicki et al., 2016).

Le tableau suivant représente la composition biochimique de la betterave.

**Tableau 4 : composition de la betterave potagère crue pour 100 g de partie comestible (Mudgal., 2022).**

Eau	87,6 g
Protéines	1,6 g
Glucides	9,6 g
Fibres	2,8 g
Ca	16 mg
P	40 mg
Fe	0,8 mg
Thiamine	0,03 mg
Riboflavine	0,04 mg
Niacine	0,33 mg
Folate	109 µg
Acide ascorbique	5 mg
Les valeurs énergétiques pour 100g de betterave	180 kJ (43 kcal)

### 7.1.5. Caractères généraux

#### Le feuillage

Les feuilles ont des cloques comme les épinards. Les feuilles aux longs pétioles sont disposées en rosette à la base. Les feuilles contiennent divers degrés de pigment rouge selon le cultivar. Les feuilles de betterave contiennent deux composés antioxydants de la famille des caroténoïdes, la lutéine et la zéaxanthine. Ses feuilles sont également très riches en composés phénoliques (**Ribaya-Mercado et al., 2004**).

#### La racine :

La racine est la racine pivotante, un tubercule partiellement aérien. Les betteraves implantées supportent bien, même en cas de sécheresse; La betterave est l'une des rares plantes à contenir des bétalaïnes (**Kujala et al., 2002**).



*Figure 2 : betterave rouge (Arvy et al., 2007).*

#### La graine

Les graines de betterave sont enchâssées dans des glomérules et contiennent en moyenne 1 à 5 graines (**Ribaya-Mercado et al., 2004**).

#### La fleur et le fruit

Il se développe deux ans après vernalisation au champ ou en cave. Un semis précoce peut entraîner une floraison en raison des températures froides pendant la période d'implantation (**Kujala et al., 2002**).

### 7.1.6. Les effets thérapeutiques de la betterave rouge

La betterave gagne en popularité en tant que « super aliment » en raison de sa valeur bénéfique pour la santé. Certains des principaux avantages pour la santé de la betterave sont les suivants (**Mudgal, (2022)**) :

- Abaisser la tension artérielle et augmenter le flux sanguin (**Ninfali et al., 2007**).
- Il est utile dans la réduction des tumeurs, diminue le risque d'obésité et de mortalité globale, de maladies cardiaques, de diabète et favorise la santé des cheveux, augmente l'énergie et diminue globalement le poids (**Leontowicz et al., 2001**).
- Plusieurs parties de la racine de betterave ont de nombreuses propriétés médicinales telles que anti-oxydants, antimicrobiennes, antihypertensives, hépato-protectrices, anti-inflammatoires, anti hyperglycémiques, anticancéreuses et diurétiques. En raison de sa teneur élevée en fibres, il prévient la constipation et favorise la régularité pour un tube digestif sain (**Kumar et al., 2016**).
- Il aide à préserver la fonction cérébrale avec des nitrates qui améliorent la circulation sanguine et la betterave ayant la capacité d'augmenter la production de glutathion naturellement dans le corps, ce composé aide à prévenir le cancer du côlon (**Ceclu et al, 2020**).

### 7.2. L'Orange

La culture de l'orange est très ancienne, elle se confond avec l'histoire de la chine d'où il est originaire. Au cours du premier millénaire avant notre ère, l'orange se propage très vite à l'ensemble des pays du Sud-Est asiatique, puis arrive en Méditerranées au VIIème siècle. Les oranges amères, encore appelées bigarades, arrivent en Europe à partir du Xème siècle, époque des croisades ; mais l'orange douce telle que nous la connaissons ne fera son apparition qu'au cours du XVème siècle lorsque des navigateurs portugais la découvrent en chine. Par sa douceur, elle évince très vite l'orange amère. Une fois implanté dans le bassin méditerranéen, l'orange est diffusé à travers le monde par les Européens, Amérique du Nord et du Sud au XVIème siècle, Afrique du sud au XVIIème et Australie au XVIIIème (**Webber et al, (1967)**).

Orange, comme son nom l'indique, est de couleur orange. La peau est épaisse et légèrement rugueuse. Un fruit juteux, sucré et piquant qui contient de la vitamine C. Les oranges peuvent être conservées pendant 1 à 5 mois à 0-5 °C et 80-85 % d'humidité (**Clotteau, (2002)**).

Le fruit de forme grossièrement globulaire ou ovoïde (kumquat) est recouvert d'une peau constituée d'une membrane pigmentée "flavedo" et d'une partie interne blanche "albedo".

L'intérieur du fruit est divisé en disques recouverts d'une fine membrane et contient généralement des graines (**Espiard, 2002**).

### 7.2.1. Structure morphologique des oranges

Les oranges sont constituées d'une couche externe colorée, "flavédo" qui est associée au mot "saveur" car elle contient des glandes à huile essentielle, et d'une couche interne blanche et spongieuse, l'albédo (ou mésocarpe), qui est riche en pectine. Partie comestible, endocarpe ou épiderme interne (**Huet, (1991)**).

#### **Epicarpe ou flavédo**

Est la partie la plus externe de l'écorce, colorée en jaune orangé ou en rouge. Elle comprend de nombreuses poches sécrétrices d'huile essentielles (**Tripoli et al., 2007**).

#### **Mésocarpe ou albédo**

Est la couche intérieure blanche et spongieuse et riche en pectines. La combinaison flavédo et albédo est appelée péricarpe, communément connu sous le nom d'écorce (**Tripoli et al., 2007**).

#### **Endocarpe ou pulpe**

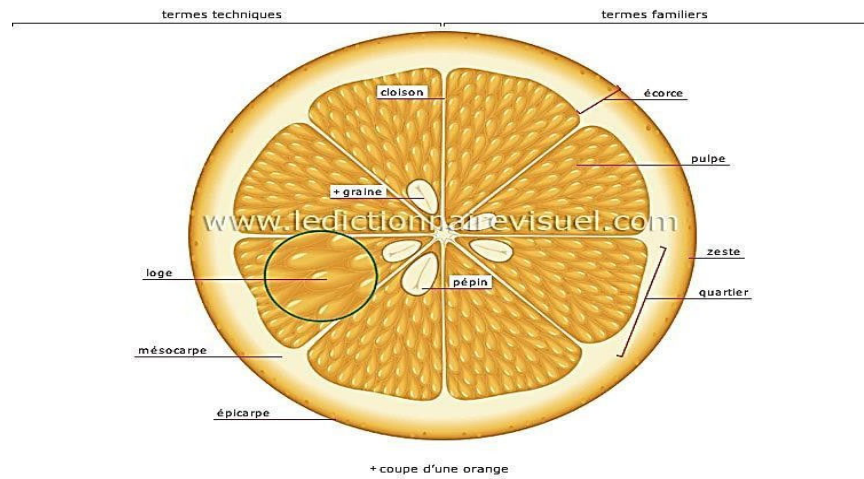
C'est la partie comestible du fruit et se compose de segments recouverts d'une fine membrane. Le segment consiste en une fine poche de jus recouverte d'une membrane contenant des cellules de jus. Au fur et à mesure que le fruit mûrit, le jus s'accumule dans des vacuoles, occupant la majeure partie du volume de la cellule mature (**Kimball, (2012)**).

### 7.2.2. Description botanique

L'oranger est un petit arbre à feuilles persistantes atteignant 10 mètres de haut avec des branches et des feuilles épineuses de 4 à 10 cm de long. le cycle de vie de cet arbre débute par une phase de dormance suivi par une phase de débourrement ou il y a le gonflement des bourgeons et le développement des feuilles suivis par une phase de floraison (début, pleine et Fin) (**Agusti et all 1997**).



## Chapitre I : Synthèse bibliographique



*Figure 3 : coupe équatoriale d'une orange (Hut, 1991).*

**Tableau 5 : Description botanique des orange (Ammara., 2018).**

<b>Aspect</b>	Arbre au port harmonieux et de croissance rapide
<b>Taille</b>	<b>Grande taille en pleine terre (7à8m)</b>
<b>Fleur</b>	<b>Blanches et immaculées, très parfumées</b>
<b>Ecorce</b>	<b>Grise, lisse ou à peine rêche.</b>
<b>Feuilles</b>	<b>Grise, lisse ou à peine rêche.</b>
<b>Fruits</b>	<b>De forme et de coloration variable en fonction des différents groupes auxquelles ils appartiennent.</b>
<b>Pulpe</b>	<b>Juteuse diffère en couleur et en acidité selon les variétés</b>

### 7.2.3. Les principales variétés de l'orange

Il existe deux catégories d'oranges :

- La première, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, correspond aux oranges douces.
- La deuxième, *Citrus aurantium* (L.), aux oranges amères

#### I. Les oranges douces *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

Sont les plus reconnus et les plus consommées. Ce sont des oranges juteuses sucrés, elles sont utilisées « en fruits » et certaines variétés servent à l'élaboration des jus. Dont la production commerciale est très répandue. Elles se subdivisent en 3 groupes (**Berlinet, 2006**) :

##### Les oranges navels

Elles se caractérisent par l'absence de pépins. Ces oranges sont les plus consommées en fruits de bouche. Elles sont moins juteuses que la plupart des autres variétés et elles développent une certaine amertume lors du pressage ce qui peut les rendre impropres à une production de jus (**Berlinet, 2006**).

##### Les oranges blondes

Dont la principale variété est la Valencia, première variété commerciale de tous les types d'agrumes. Celle-ci peut être rencontrée dans toutes les zones principales de production d'oranges. Les oranges blondes développent beaucoup moins d'amertume que les oranges navels lors de leur pressage. Elles sont donc principalement transformées en jus (**Kimball, 2012**).

##### Les oranges sanguines

Les oranges sanguines, le "Tarocco", le "Sanguinello" et le "Moro", sont les variétés généralement cultivées de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck dans le pourtour méditerranéen. La variété Moro est la plus colorée de toutes les variétés d'orange sanguine **Remini et al., 2015**). Les oranges sanguines sont le résultat d'une mutation génétique spontanée qui est apparue il y a plusieurs siècles dans des plantes originaires de Chine, en raison des mouvements migratoires à travers la Méditerranée, **Cebadera et al., 2019**). Caractérisées par leur chair colorée due à des pigments rouges, des anthocyanes. La couleur rouge du fruit est un facteur important affectant le choix du consommateur et le marketing du fruit Ceux-ci sont sensibles aux techniques d'extraction des jus et au stockage du jus, et leur dégradation peut donner une couleur brune indésirable au produit (**Titta et al., 2010**).



**Figure 4 : coupe longitudinale de l'orange sanguine (Berlinet, 2006).**

### II. Les oranges amères *Citrus aurantium L*

Ces dernières sont également appelées bigarades, elles sont peu comestibles et leur utilisation est principalement réservée à la production de marmelades ou l'huiles essentielles (Berlinet, 2006).

#### 7.2.4. Composition et les valeurs nutritives de l'orange

L'orange présente une composition diversifiée. Elle contient très peu de fibres, de protéines et de lipides mais elle représente une excellente source de vitamine C et une bonne source des vitamines A (rétinol), B3 (nicotinamide), B5 (acide pantothénique) et B6 (pyridoxine) tableau 08.

#### 7.2.5. Les différents antioxydants de l'orange

Les antioxydants les plus connus dans l'orange sont le  $\beta$ -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), et les polyphénols. Ceux-ci incluent les flavonoïdes, les anthocyanes (notamment dans les fruits rouges et l'orange sanguine) (Herberg et al, 2004)

##### 7.2.5.1. La définition d'un antioxydant

Par définition, les antioxydants sont des espèces chimiques plus ou moins complexes qui réduisent le stress oxydatif dans l'organisme. Un antioxydant peut donc : prévenir la synthèse de radicaux libres en inhibant l'initiation des chaînes réactionnelles ou désactiver directement les ROS (l'espèce rectifiée à l'oxygène) Les antioxydants peuvent être classés selon leurs modes d'actions : systèmes enzymatiques, inhibiteurs d'enzymes oxydantes, chélateurs de métaux et piègeurs de radicaux libres. L'organisme possède des systèmes endogènes dédiés à cette action protectrice. Cependant, cette ligne de défense est facilement saturée. De nombreux antioxydants exogènes sont également présents dans l'alimentation apportant un soutien significatif dans la lutte antioxydante. Nous les trouvons dans les fruits (pommes, poires, fruits rouges...), les légumes (brocoli, oignon...) et les boissons (café, thé, vin...) (Desmier, 2016)

**Tableau 6** : Composition et valeur nutritive de l'orange (ARAB, 2020).

Composants	Valeur nutritive
Eau	477,86
Protéines (g)	5,68
Lipides (g)	1,12
Glucides(g)	46,00
Minéraux(g)	2,68
Fibres (g)	8,92
Acides organiques(g)	6,30
Vitamine C (mg)	275,18
Vitamine A (µg)	1784,32
Vitamine B3 (µg)	1672,80
Vitamine B5 (µg)	1338,24
Vitamine B6 (µg)	579,90

#### 7.2.5.2. Les composés phénoliques

Une alimentation riche en aliments végétaux, notamment en polyphénols Contribue abondamment à la défense de l'organisme contre le stress oxydatif et ses dommages Les polyphénols ROS (espèces réactives de l'oxygène) sont des métabolites secondaires L'un des groupes les plus communs du règne végétal compte plus de 8000 structuration différente. Ils possèdent un ou plusieurs cycles aromatiques. Un ou plusieurs groupes hydroxyle libres ou liés sont directement attachés à fonction ester, éther ou hétéroside. Les polyphénols sont divisés en ; Un grand nombre de classes avec différents degrés de complexité du squelette Modification de cette structure de base (degré d'oxydation, degré d'hydroxylation) et modification par liaison Potentiel de ces molécules de base et d'autres molécules (glucides, lipides, protéines) (Torba, 2016).

### 7.2.5.3. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires. Ce sont des composés phénoliques de faible poids moléculaire possédant un squelette carboné en C6-C3-C6. Ces composés représentent le groupe le plus vaste et le plus distribué dans le règne végétal (**Ignat et al., 2011**). Le nom flavonoïde est issu du latin « Flavus » qui signifie jaune. Ce sont des pigments qui sont responsables de la coloration des fruits et des fleurs. Les différentes couleurs dépendent de la structure mais également du pH du milieu. Ils peuvent avoir comme rôle d'attirer les insectes pollinisateurs. Les flavonoïdes sont constitués de deux cycles aromatiques liés par trois atomes de carbone qui peuvent se lier en formant un cycle oxygéné. Selon le degré d'oxydation (**Erdman et al., 2007**). Les principaux groupes de flavonoïdes présents dans les écorces d'agrumes sont les flavanones, les flavones et les flavonols. La naringénine est un flavonoïde présent dans l'orange sanguine (**Erlund et al., 2001**).

### 7.2.5.4. Les anthocyanines

Les anthocyanes, le plus grand groupe de pigments visibles Les humains sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, violet, rose ou orange. Chimiquement, les anthocyanes sont des flavonoïdes, donc leur structure Il a une colonne vertébrale C6-C3-C6. Mais ils sont différents des autres flavonoïdes naturels En raison de la forte absorption de la lumière visible (Nguyen, 2018). Les anthocyanes ou anthocyanes (du grec anthos = fleur, kyáneos = violet) se produisent On le trouve principalement dans les fruits, mais aussi dans les feuilles et les racines. Ils sont Ils sont principalement présents dans les cellules de la couche externe comme l'épiderme. Le Les anthocyanes se caractérisent par des propriétés antioxydantes bénéfiques pour la santé Notamment contre le vieillissement cellulaire. Anthocyanine qui rend les plantes saines Protège des rayons UV. Leur structure de base est caractérisée par un noyau Les flavones sont généralement glycosylées en position C-3 (**Sava et al, 2006**).

### 7.2.5.5. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes dont le bêta-carotène qui est le plus connu, sont des précurseurs de la vitamine A. Ils jouent le rôle de pigments colorés jaunes à rouge dans beaucoup de fruits et de légumes. Il existe principalement deux groupes de caroténoïdes qui sont des puissants neutralisés des ERO (Espèces Réactives de l'Oxygène) : ceux porteurs de substituants oxygénés (lutéine, zéaxanthine et la cryptoxanthine) et ceux qui n'ont pas d'oxygène ( $\alpha$ - carotène,  $\beta$ - carotène et lycopène). Ils sont présents dans les compartiments lipidiques car ils sont plutôt

lipophiles. Ils sont apportés par l'alimentation, les aliments les plus riches sont la carotte ( $\alpha$ -carotène,  $\beta$ carotène), la tomate et le melon (lycopène), les agrumes ( $\beta$ - cryptoxanthine), les épinards et endives ( $\beta$ -carotène et lutéine) et le maïs (zéaxanthine). On en retrouve aussi dans le foie et les huiles de foie de poisson, le lait entier et les œufs **(Bhupinder et al, 2014)**.

### 7.2.5.6. L'acide ascorbique

L'acide ascorbique (Vitamine C), avec la formule chimique  $C_6H_8O_6$ , est un antioxydant hydrosoluble important dans les produits chimiques et les systèmes biologiques. Il existe dans les fruits et légumes et est indispensable pour la vie et la santé **(Chen et al., 2010)**. La vitamine C est un nutriment essentiel pour l'homme, elle est synthétisée par les plantes et la plupart des mammifères à la différence des humains et des singes en raison du manque de l'enzyme gluconolactone oxydase qui synthétise la vitamine C à partir du glucose. **(Haleng et al., 2007)**. La vitamine C intervient dans de nombreux métabolismes et renforce les défenses naturelles de l'organisme. La carence en vitamine C provoque le scorbut, mais on peut aussi observer une diminution de l'effet antioxydant, une augmentation du risque de développement d'un cancer et de cataracte. C'est une vitamine très fragile qui peut facilement être dégradée lors des modes de cuisson **(Guillouty., 2016)**.

### 7.2.6. Propriétés bénéfiques des oranges

Les oranges étaient traditionnellement consommées pour traiter le rhume et lutter contre les agressions quotidiennes, mais les études ont démontré que ses vertus sont plus précieuses. Teucher *et al.* (2005) ont montré que l'orange aide à prévenir et à ralentir certains types de cancers comme le cancer de l'estomac et du colon. Elle lutte également contre les maladies cardiovasculaires **Liu et al. 2000**), exerce des effets hypocholestérolémiants et anti-inflammatoires **(Wang et al. 2006)**.

La pulpe d'orange fraîche est utilisée pour traiter les maladies de la peau : l'acné, soins de visage **(VALNET, 2001)**.

La saveur amère et aromatiques de la pulpe d'orange amère ouvre l'appétit et facilite la digestion **(Teuscher.et al 2005)**.

## **| Chapitre II : Matériel et Méthodes |**

### Matériel et méthode

#### 1. Matières végétales utilisées

La matière utilisée dans ce travail est constituée de deux légumes frais ; les oranges de la et le betterave rouge (*Beta vulgaris*) achetés du marché local de Tlemcen, et triées pour assurer l'uniformité des matières premières sur la base d'une inspection visuelle (couleur, taille et maturation). Les oranges ont été sélectionnées d'uniforme et de taille moyenne. Les betteraves ont été choisies de couleur.



*Figure 5: matériel végétal (Originale, 2023)*

#### 2. Méthodes

##### 2.1. Préparation des poudres

L'orange et la betterave a été bien lavé avec de l'eau du robinet suivi de l'eau distillée, la matière primaire est découpée en fines tranches d'épaisseur de 0,5 à 1cm maximum. Nous avons étalé les différentes tranches sur des barquettes en aluminium Ces tranches ont subi un séchage à l'air libre (méthode traditionnel), la masse est suivie périodiquement, jusqu'à obtention d'un fruit séchée, ce type de séchage est pour le but d'éliminer par vaporisation l'eau afin de le transformer en produit solide sec dont l'humidité résiduelle est très faible.





*Figure 6: betterave sèche (Originale, 2023)*



*Figure 7: orange sèche (Originale, 2023)*

## 2.2. Broyage et tamisage

Après obtention d'une masse constante pour les échantillons séchés à l'air libre, les échantillons ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique. Les poudres ainsi obtenues ont été tamisées à l'aide d'un tamiseur automatique, ou tamiseuse qui est généralement requis afin d'assurer une action uniforme pour avoir une poudre bien homogène. Après broyage et tamisage, les poudres ont été conservées dans des boîtes en verre alimentaires, hermétiquement scellées, à l'abri de la lumière et de l'humidité pour des analyses ultérieures.



*Figure 8 : poudre d'orange et betterave (Originale, 2023)*

### 2.3.Extraction d'échantillon (Extraction par reflux)

- **Principe**

L'extraction par reflux est une méthode d'extraction solide-liquide à chaud. Le reflux permet la réalisation d'une extraction à une température constante (température de reflux) égale à la température d'ébullition du solvant. Ainsi le solvant s'évapore et le réfrigérant condense les vapeurs qui retombent dans le ballon, permettant au solvant d'être ainsi recyclé. Le chauffage (augmentant solubilité et transfert de matière), l'ébullition (agitation) et le reflux (recyclage du solvant) permettent une extraction efficace avec un appareillage relativement simple. Le chauffage à reflux est utilisé pour extraire efficacement des composés phytochimiques (Bony., 2013).

- **Mode opératoire**

Notre travail expérimental a été réalisé dans : le laboratoire central Biochimique de la faculté des sciences biologiques de l'Université de Tlemcen. Prendre 4g de poudre betterave et l'orange séchées est déposé dans un ballon avec 75ml méthanol et 40 ml de l'acétone, le tout est porté à ébullition à l'aide d'un chauffe ballon réglé à 80°C pendant une 3 heures. Après refroidissement, une filtration est réalisée, le résidu sec est jeté. Ensuite, l'extrait obtenu ont été évaporée sous pression réduite ai 'aide d'un évaporateur rotatif et conservé à l'abri de la lumière dans des flacons hermétiquement fermés, servira aux tests biologiques.

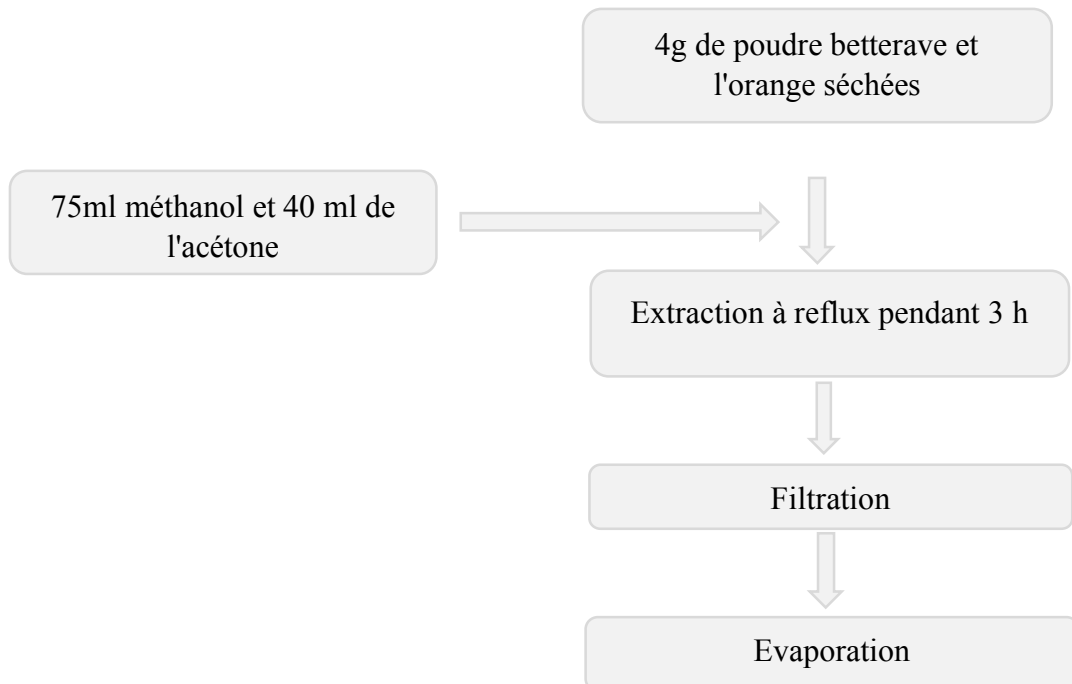


Figure 9 : Protocole d'extraction par reflux (Bony, 2013).



**Figure 10** : extrait méthanol-acétonique (Originale, 2023).

### i. Rendement de l'extrait brut

Le rendement de l'extrait brut est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenue et la masse du matériel végétal traité. Ce rendement est calculé via l'équation :

$$R (\%) = (Me / Mv) \times 100$$

**R (%)** : Rendement en %

**Me** : Masse de l'extrait après l'évaporation du solvant

**Mv** : Masse de la matière végétale utilisée pour l'extraction (Harborne, 1998)

## 3. Analyses physico-chimiques

### 3.1. Taux d'humidité et matière sèche

La teneur en humidité a été déterminée par dessiccation à l'étuve. Une prise d'essai d'échantillon est séchée dans une étuve à  $103 \pm 2$  °C jusqu'à un poids constant. Les résultats sont exprimés en pourcentage (Nobel et al., 1991).

#### • Mode opératoire

- Peser dans un bécher un poids exactement connu d'échantillon (5g).
- Porter le bécher à l'étuvé pendant 3 heure à température  $103 \pm 2$  °C
- Retirer le bécher de l'étuve et le laisser refroidir dans un dessiccateur pendant 10 min.
- Peser l'échantillon.

- Répéter le travail par des cycles de 1 heure jusqu'à un poids constant pour le calcul du taux d'humidité de l'échantillon frais.

L'humidité est calculée selon la formule suivante :

$$\text{TH\%} = (\text{pf} - \text{ps} / \text{pf} - \text{pc}) * 100$$

Où :

**TH (%)** : Taux d'humidité en pourcentage.

**Pc** : la masse du creuset vide (g).

**Pf** : la masse du creuset avec l'échantillon avant le Séchage (g).

**Ps** : la masse du creuset avec l'échantillon séché (g).

La matière sèche (MS) est obtenue comme suit :

$$\text{MS\%} = 100 - \text{TH\%}$$



*Figure 11 : taux d'humidité (Originale, 2023).*

### 3.2.PH

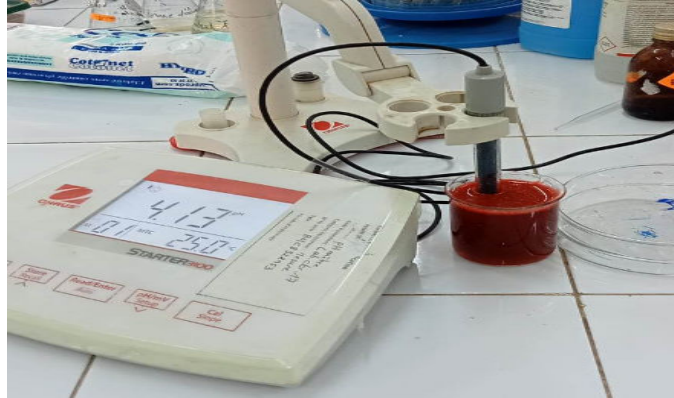
- **Principe**

Détermination en unité de PH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse du pollen frais.



- Mode opératoire

Une quantité de 5g d'échantillons est homogénéisée pendant 10 min dans 10ml d'eau ultrapur (Bogdanov., (1999), Le PH est mesuré par un PH-mètre.



*Figure 12 : mesuré le PH (Originale, 2023).*

#### 4. Dosage des principes actifs du complément alimentaire

##### 4.1. Dosage des polyphénols totaux

- *Principe*

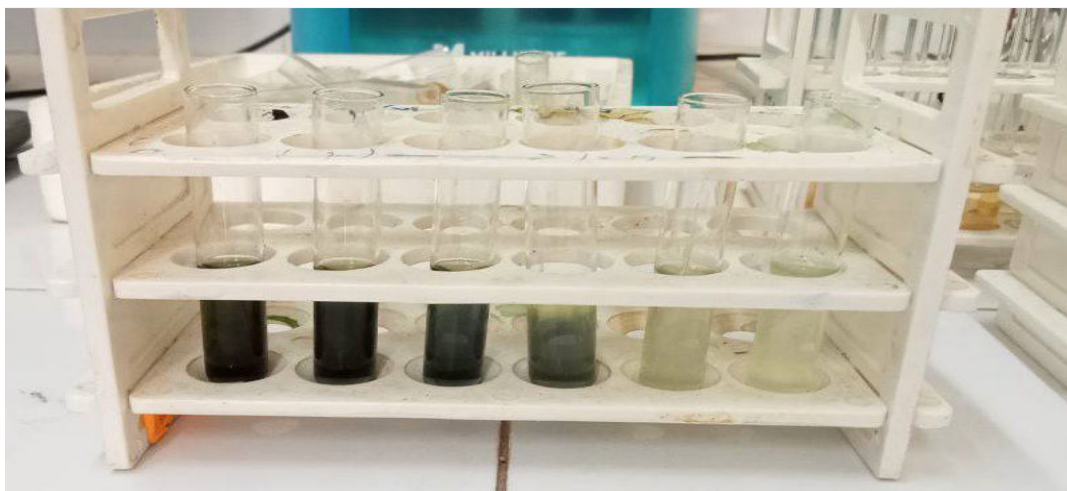
Cette méthode est basée sur des réactions redox. Un acide jaune, le réactif de Folin-Ciocalteu, est utilisé comme agent oxydant. Se compose d'un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ). Dans l'oxydation des polyphénols, l'étranger est réduit en un mélange bleu d'oxyde de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $MO_8O_{23}$ ) en présence de carbonate de sodium. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la teneur en polyphénols de l'extrait (Georgé et al. 2005)

Les réactifs de Folin-Ciocalteu changent leurs propriétés colorimétriques lorsqu'ils sont complexés avec certaines molécules. Il réagit avec les fonctions OH des phénols. Cette réaction se traduit par le développement d'une couleur bleu foncé, permettant de déterminer la concentration en polyphénols par référence à une courbe étalon à partir de concentrations connues en acide gallique (Khatabi et al. 2012)

- **Mode opératoire**

Une prise de 100  $\mu$ L de l'extrait est mélangée avec 2 ml d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 2% fraîchement préparée, le tout est agité par un vortex. Après 5 min, 100  $\mu$ L du réactif de Folin-Ciocalteu (1N) sont additionnés au mélange, le tout est laissé à température ambiante pendant 30 min et la lecture est réalisée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 750 nm. Une gamme étalon à base de l'acide gallique est également

préparée, Les teneurs en Polyphénols totaux des extraits sont alors exprimées en milligramme équivalent acide gallique par gramme d'extrait sec (mgEAG/g ES)(Li et al, 2007)



*Figure 13 : dosage polyphénols (Originale, 2023).*

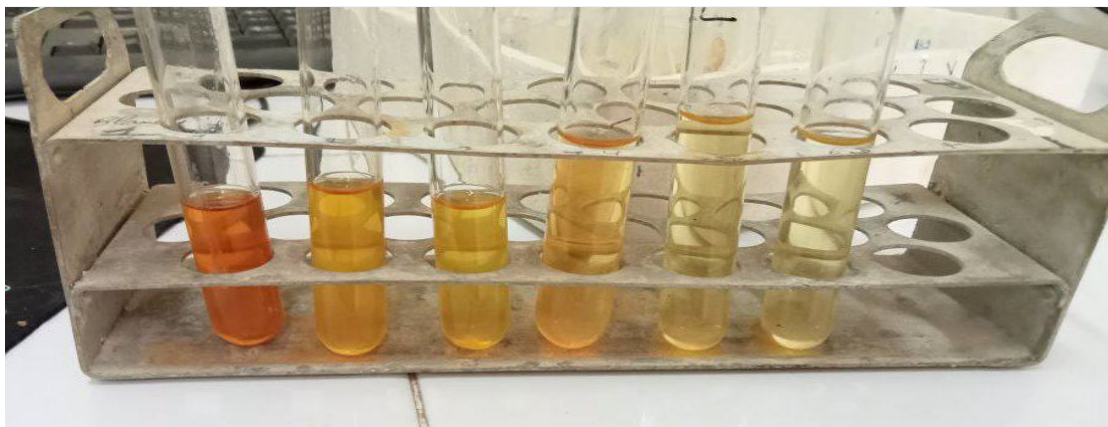
### 4.2. Dosage des flavonoïdes totaux

- **Principe**

Les flavonoïdes ont un groupe hydroxyle libre (OH) en position 5 et forment des complexes colorés avec le chlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>), vraisemblablement avec un groupe CO. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres en chélatant les métaux (fer et aluminium). AlCl<sub>3</sub> forme un complexe très stable avec le groupe hydroxyle OH du phénol, et ce complexe jaune absorbe la lumière visible à une longueur d'onde de 510 nm. (Chang et al, 2007)

- **Mode opératoire**

Une prise de 500  $\mu$ L d'extrait diluée est ajoutée à 2ml eau distillée et 150  $\mu$ L d'une solution de NaNO<sub>2</sub> à 5%. Après incubation pendant 6 min à température ambiante, 150  $\mu$ L d'une solution fraîchement préparée de chlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>, 10%) est ajoutée au mélange. Après repos à température ambiante pendant 5 min, 2 mL de soude (NaOH) est ajouté au mélange. Le volume final est ajusté à 2ul avec de l'eau distillée. L'absorbance de cette préparation est mesurée contre un blanc à 510 nm. Une gamme étalon à base de catéchine est également préparée. Les teneurs en flavonoïdes des extraits sont alors exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme d'extrait sec (mg EC/g ES). (Zhishen et al. 1999)



*Figure 14 : dosage de flavonoïde (Originale, 2023).*

#### 4.3. Dosage des tanins condensés

- **Principe**

Le dosage des tanins condensés est basé sur la condensation des composés polyphénoliques (flavanes-3-ols) avec la vanilline en milieu acide (Ba *et al.*, 2010)

- **Mode opératoire**

Une prise de 50  $\mu$ L d'extrait est ajoutée à 1,5 ml de vanilline à 4% et 0,75 ml du chlorure d'hydrogène (HCL) concentré. Après homogénéisation, le mélange est mis en incubation pendant 15 min à température ambiante. L'absorbance est mesurée contre un blanc à 500 nm. Les teneurs en tanins condensés, déterminées en se référant à une gamme étalon de catéchine, sont exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme d'extrait sec (mg EC/ g ES) (Sun *et al.*, 1998)



*Figure 15 : dosage tanin condensée (Originale, 2023).*

### 5. Evaluation de l'activité antioxydante

#### 5.1. Test de piégeage du radical DPPH

- **Principe**

L'activité anti radicalaire est mesurée par la réduction du DPPH<sup>•+</sup>, qui est un radical synthétique présentant une intense coloration violette. La couche électronique de ce radical est saturée en contact d'antioxydante, ce qui explique la disparition de sa coloration (**Conforti et al, 2011**)

Cette décoloration explique le pouvoir des extraits à piéger ce radical selon la réaction suivante, qu'on peut détecter par spectrophotomètre-UV.



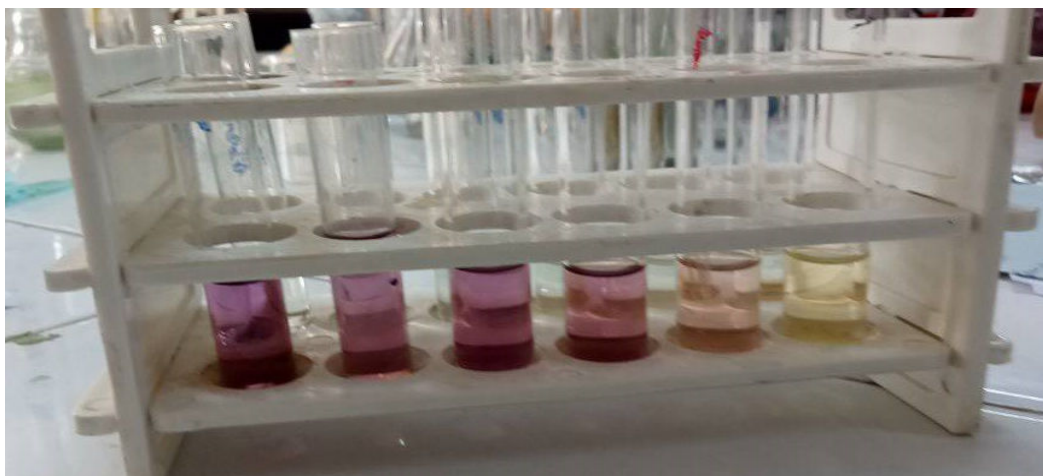
L'activité antioxydante des composés phénoliques est dépendante de la mobilité de l'atome d'hydrogène du groupement hydroxyle. En présence d'un radical libre (R<sup>•</sup>), l'atome d'hydrogène (H) est transféré sur ce dernier pour se transformer en une molécule stable RH.

Le test au DPPH<sup>•+</sup> est basé sur le piégeage du radical libre stable DPPH<sup>•+</sup> par une molécule antiradicalaire, ce qui entraîne la réduction du radical DPPH<sup>•+</sup> (**Brand-Williams et al., 1995**)

- **Mode opératoire**

- › Prendre 50 µl de chaque dilution d'extrait ou d'acide ascorbique ;
- › ajouter 1950 µl d'une solution méthanolique de DPPH (0,0025%) fraîchement préparée ;
- › préparer un blanc pour chaque concentration, contenant 50 µl d'une concentration d'extrait ou acide ascorbique et 1950 µl de méthanol ;
- › Préparer un contrôle négatif, en parallèle, 50 µl du méthanol avec 1950 µl de la solution méthanolique de DPPH ;
- › incuber les tubes pendant 30 min à l'obscurité et à température ambiante et l'obscurité ;
- › lire l'absorbance des solutions à 515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre





*Figure 16 : dosage DPPH (Originale, 2023).*

- **Expression des résultats**

L'activité antiradicalaire a été exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH• suivant l'équation :

$$I (\%) = [(A \text{ contrôle} - A \text{ échantillon}) / A \text{ contrôle}] \times 100 \text{ (A : absorbance).}$$

La valeur CI50 est la concentration qui assure la réduction de 50% de l'activité du DPPH. Elle a été déterminée graphiquement à partir d'une courbe de régression logarithmique du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des différentes concentrations d'extrait ou acide ascorbique (Samarth et al, 2008)

### 5.2. Test de phosphomolybdated (capacité antioxydante totale) (CAT)

- **Principe**

La capacité antioxydante totale (TAC) des extraits est évaluée par la méthode du phosphomolybdène de Prieto et al. 1999. Cette technique est basée sur la réduction du molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdates  $\text{MoO}_4^{2-}$  en molybdène Mo (V)  $\text{MoO}_2^+$  en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/ Mo (V) à pH acide Benhammou, 2012. Le blanc a été préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par l'éthanol à 25%.

- **Mode opératoire**

› Préparer le réactif CAT en mélangeant trois volume égaux de trois solutions : 0,6 N de l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), 28 mM de phosphate de sodium ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) et 4 mM de molybdate d'ammonium ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ) ;

› ajouter 3 ml de réactif CAT sur 3000  $\mu\text{l}$  d'extrait ou fraction ;

- › incuber les tubes dans un étuve à 95 °C pendant 90 min ;
- › après refroidissement, mesurer l'absorbance des solutions à 695 nm.
- › préparer la gamme d'étalonnage de l'acide ascorbique dans les mêmes conditions expérimentales. (Prieto et al. (1999))

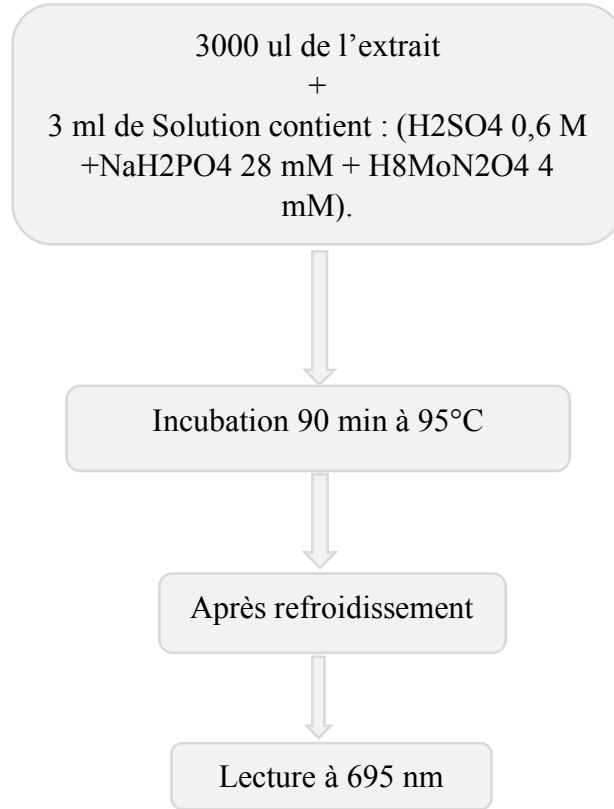


Figure N 16° : Diagramme décrivant les principales étapes pour l'évaluation de l'activité antioxydant totale (Prieto et al., 1999).

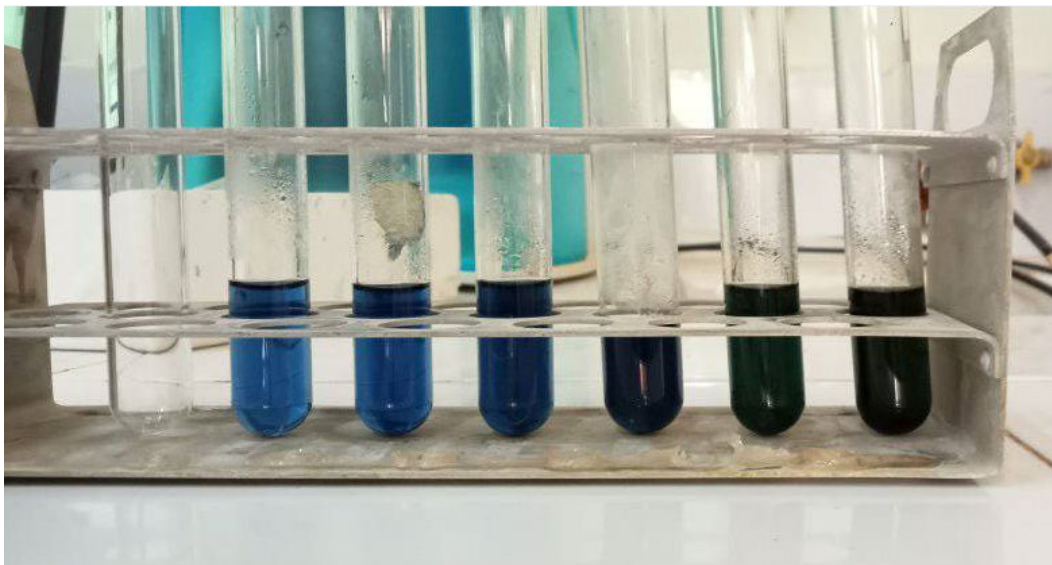


Figure 17 : l'activité antioxydante totale (Originale, 2023).

### 5.3. Le pouvoir réducteur du fer (FRAP)

- **Principe**

Le pouvoir réducteur des extraits a été déterminé en utilisant la méthode basée sur la réduction de ferricyanure de potassium. La présence des agents réducteurs dans les extraits induit la réduction de l'ion ferrique ( $Fe^{+3}$ ) du ferricyanure de potassium à l'ion ferreux ( $Fe^{+2}$ ). Ceux-ci se traduit par un changement de la couleur jaune du ferricyanure de potassium vers une couleur bleue verdâtre, dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur de chaque composé phénolique (**Ribéreau-Gayon, 1968**)

- **Mode opératoire**

- › Préparer une gamme de dilution pour l'échantillon et acide ascorbique ;
- › recueillir 100  $\mu$ l de chaque dilution d'extrait ou acide ascorbique ;
- › ajouter 250  $\mu$ l de la solution tampon phosphate (0,2 M) à pH 6,6 ;
- › additionner 250  $\mu$ l de ferricyanure de potassium  $K_3Fe(CN)_6$  à 1% ;
- › incuber le mélange à 50°C pendant 20 min ;
- › après refroidissement, ajouter 250  $\mu$ l de l'acide trichloracétique à 10% ;
- › centrifuger les tubes à 3000 tours/min pendant 5 min ;
- › prendre 500  $\mu$ l du surnageant, ajouter 500  $\mu$ l d'eau distillée et 100  $\mu$ l de chlorure de fer ( $FeCl_3$ ) à 0,1% ;
- › mesurer l'absorbance de chaque tube au spectrophotomètre à 700 nm contre un seul tube blanc (**Hubert, 2006**)



**Figure 18** : test de réduction de fer (FRAP) (Originale, 2023).

## **| Chapitre III : Résultats et Discussion |**

### 1. Rendement d'extraction

Après avoir extrait un mélange de betteraves et d'écorces d'orange à l'aide d'un mélange de méthanol/acétone, on a obtenu un extrait sec et de couleur rouge après évaporation à sec et sous pression. Le rendement en matière sèche est de 48,65%. Ce rendement est comparable à celui de l'étude menée par **Bazaria et al. (2018)**, qui ont obtenu un rendement en jus de betterave estimé à 45%. Plus, notre résultat est supérieur à ceux obtenus par **Singh et al. (2014)**, qui ont obtenu un rendement d'extraction des écorces d'orange estimé à 23,91%.

Cette différence peut s'expliquer par l'utilisation de différents solvants utilisés, différentes méthodes d'extraction, temps d'extraction, le PH du milieu d'extraction, la température, ainsi que par les différentes origines géographiques.

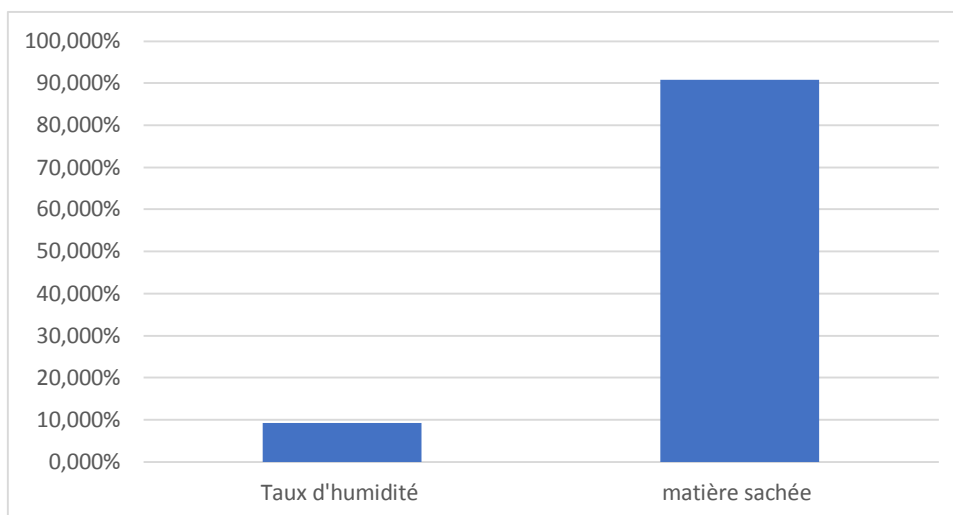
### 2. Analyses physico-chimiques

#### 2.1. Le pH

Le résultat obtenu indique un pH de 4,13 pour le concentré d'échantillon (composé d'orange et de betterave séchée), ce qui est plus élevé que les résultats rapportés par **Marilidia (2002)** avec un pH de 3,84. Notre résultat est en accord également avec ceux de **Mekhalfa et al, (2022)**, qui ont étudié le jus de betterave et de carotte et ont obtenu un pH de 4,5. La présence de betterave dans le concentré pourrait expliquer cette légère différence de pH.

#### 2.2. Taux d'humidité et matière sèche

Figure 19 montre que le pourcentage d'humidité 9,236% et un pourcentage de matière sèche de 90,764%. Ces valeurs sont très similaires à celles rapportées pour le moringa avec un taux d'humidité de 9.27 % et une matière sèche 90.73% (**Adour et al. 2021**). Cependant, nos résultats diffèrent de ceux de **Dahmani (2018)**, qui a trouvé un pourcentage de matière sèche de 16,96%. Par ailleurs, nos résultats sont légèrement supérieurs à ceux de l'écorce d'orange Maltaise, qui présente un taux d'humidité de 6,35% et la matière sèche proche à 93,65% (**Benbekhti, 2021**).



**Figure 18 :** *taux d'humidité et matière sèche*

Ces variations pourraient être dues à l'utilisation de l'écorce d'orange et peut-être à la méthode de séchage utilisée. Nous avons procédé au séchage à l'air libre, tandis que d'autres études ont utilisé une étuve pour le séchage des échantillons.

### **3. Dosage des principes actifs du complément alimentaire (betterave et orange)**

#### **3.1.Évaluation de la teneur en composés phénoliques**

L'évaluation quantitative des teneurs en composés phénoliques de l'extrait sec a été déterminée par des méthodes spectrophotométriques UV-visible. Les résultats obtenus pour les dosages des composés phénoliques, des flavonoïdes et des tanins sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g ES), et en milligramme équivalent catéchine par gramme d'extrait sec (mg EC/g ES), respectivement.

#### **3.2.Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux, flavonoïdes, tanins**

La teneur en polyphénols totaux est déterminée par la méthode du Folin-Ciocalteu, avec une courbe d'étalonnage d'acide gallique comme témoin (**figure 19**). La quantification des flavonoïdes et des tanins condensés est réalisée par la méthode du trichlorure d'aluminium  $AlCl_3$ , et de vanilline HCl ainsi qu'une courbe d'étalonnage avec la catéchine en témoin pour les deux composés (**figure 20 et 21**).

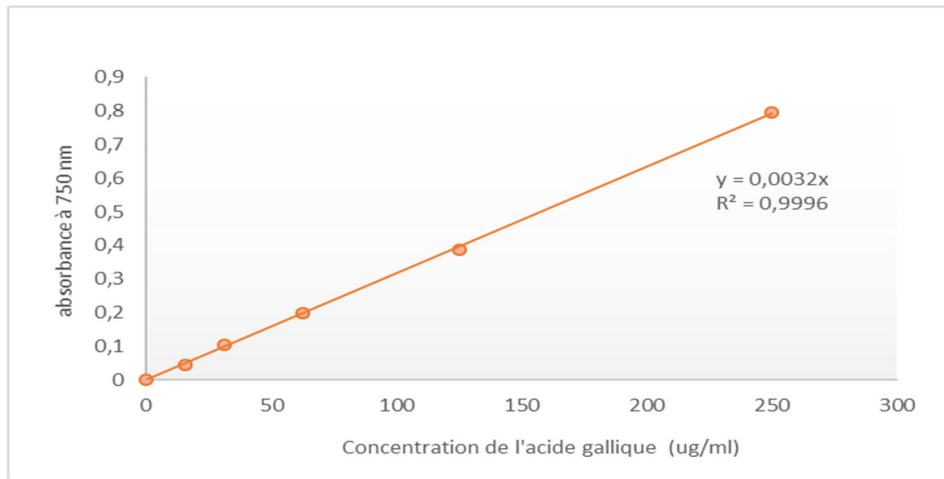


Figure 19 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

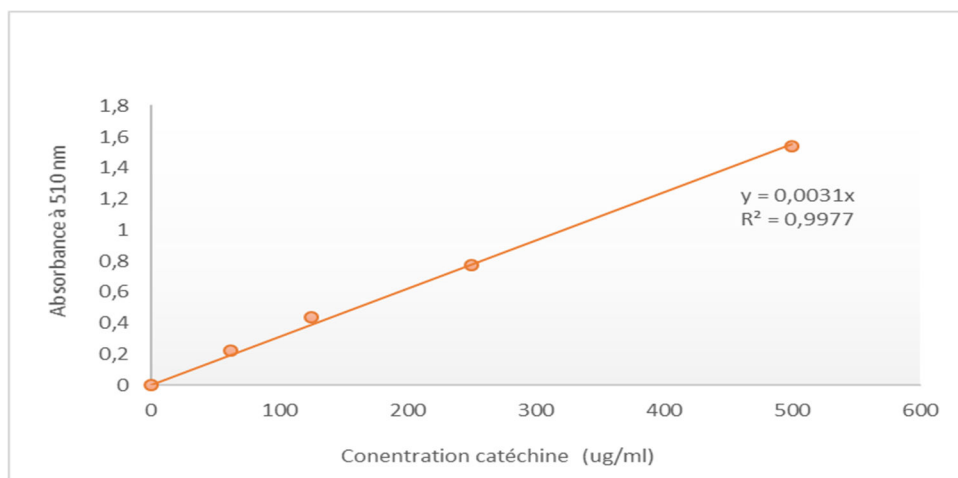


Figure 20: courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes

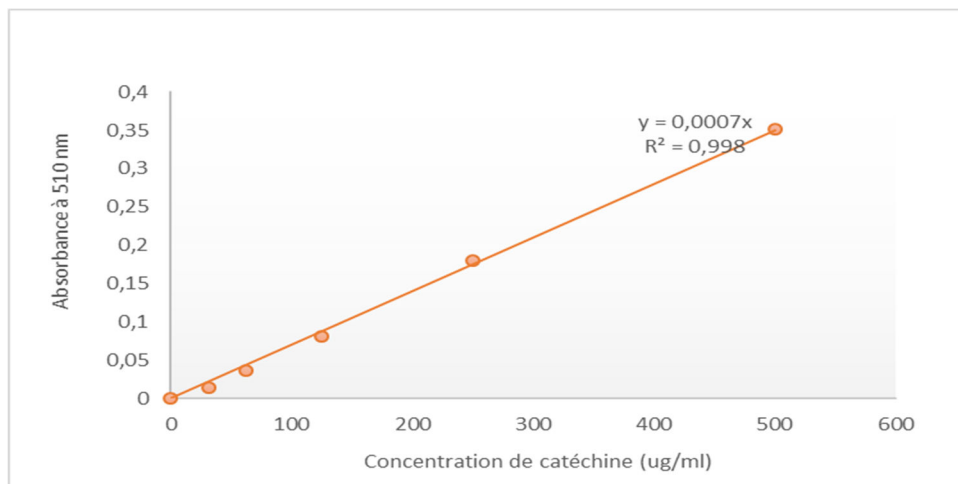
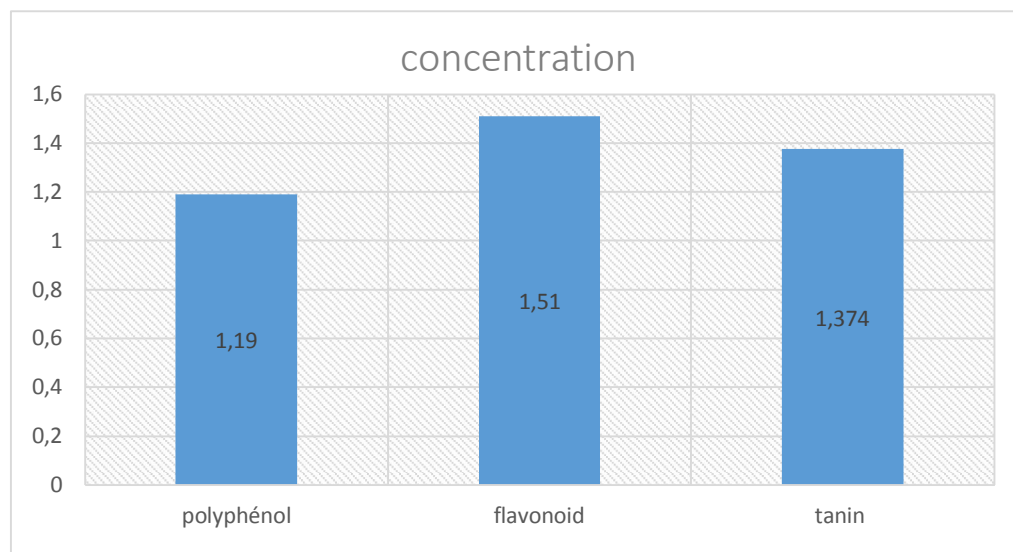


Figure 21: courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins

Les résultats du dosage quantitatif des composés phénoliques de l'extrait sec de la poudre de notre mélange sont représentés dans la figure ci-dessous (**figure 22**) :



**Figure 22** : Teneur en polyphénols, flavonoïdes totaux et tanins condensés dans l'extrait sec du mélange.

#### 3.3. Teneur des polyphénols totaux

La figure 22 montre que la teneur en polyphénols enregistrée dans notre étude est de l'ordre de 1.19 mg d'acide gallique /g échantillon. Elle est plus élevée que celle mentionnée par **Khalifa et al., (2021)** qui l'ont estimée à  $106.45 \pm 1.18 \mu\text{g GAE/mg}$ . Par ailleurs, une teneur légèrement supérieure à la nôtre a été enregistrée par **Bejar et al., (2011)**, soit 5.22 mg GAE/g.

#### 3.4. Teneur des flavonoïdes totaux

Pour La quantité des flavonoïdes, la figure 22 montre qu'elle est d'environ 1,51 mg catéchine/ g d'échantillon. Cette quantité est plus élevée que celle mentionnée par **DJAHIDA, (2022)**, qui a indiqué une concentration de flavonoïdes estimée à 1,30 mg ER/g d'écorce d'orange de Thomson En outre ces résultats sont similaires à ceux rapportés par **Rosecler et al., (2009)**, qui ont constaté que, la pulpe de betterave possède une concentration de flavonoïdes de 1,83 mg de rutine/g. De plus, une teneur légèrement plus élevée que la nôtre a été enregistrée par **Ounnas et al., 2017**, estimée à 5,04 mg dans la betterave.

#### 3.5. Teneur en tanins condensés

La quantité de tanin condensé enregistrée dans notre étude est significativement plus élevée soit 1.374 mg catéchine/g échantillon (figure 22). En comparaison, les études de **Djenidi, (2020)**, montrent une concentration de tanin plus faible, soit  $17,91 \mu\text{g/g}$  (betterave) et  $10,91 \mu\text{g/g}$  (orange) par rapport à



notre mélange. Par ailleurs, les résultats que nous avons obtenus sont similaires à ceux rapportés par **Mahmoudi et al., (2013)**, où une concentration de tanin condensé de 1,50 mg équivalent catéchol par gramme de poids sec a été observée dans la tige de la fleur d'artichaut extraite avec de l'acétone. Nos résultats renforcent donc l'importance et l'intérêt des tanins condensés présents dans notre échantillon.

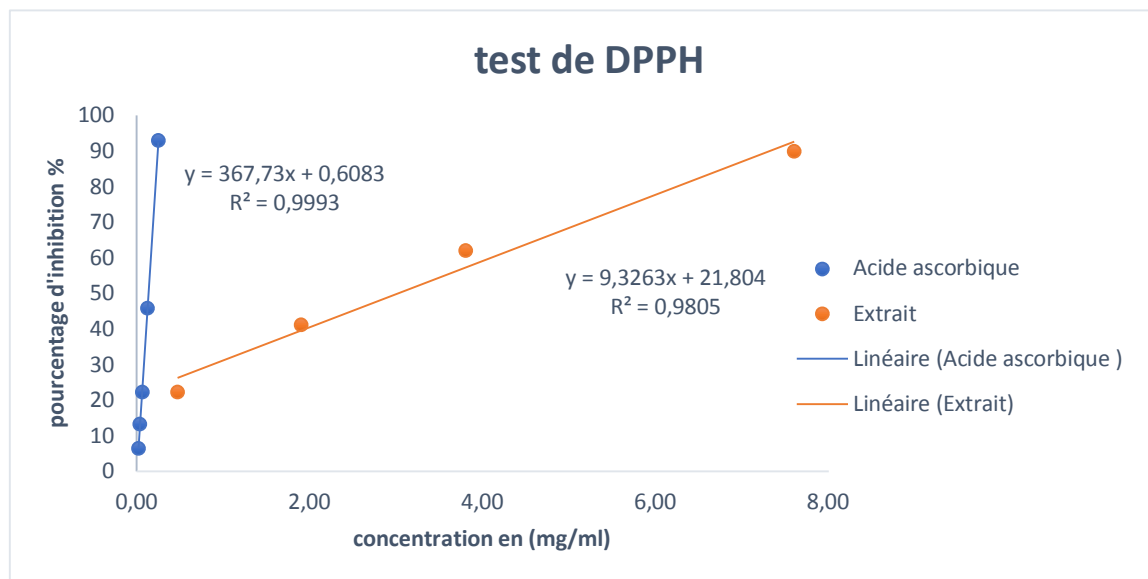
Les variations observées entre les résultats peuvent être attribuées aux plusieurs paramètres, à savoir la méthode d'extraction utilisée ; la polarité des solvants utilisés ; la méthode de séchage ; les conditions de culture ; le degré de maturation des échantillons ; degré d'hydrations et les conditions environnementales.

#### 4. Evaluation de l'activité antioxydante

##### 4.1. Activité du piégeage du radical libre DPPH

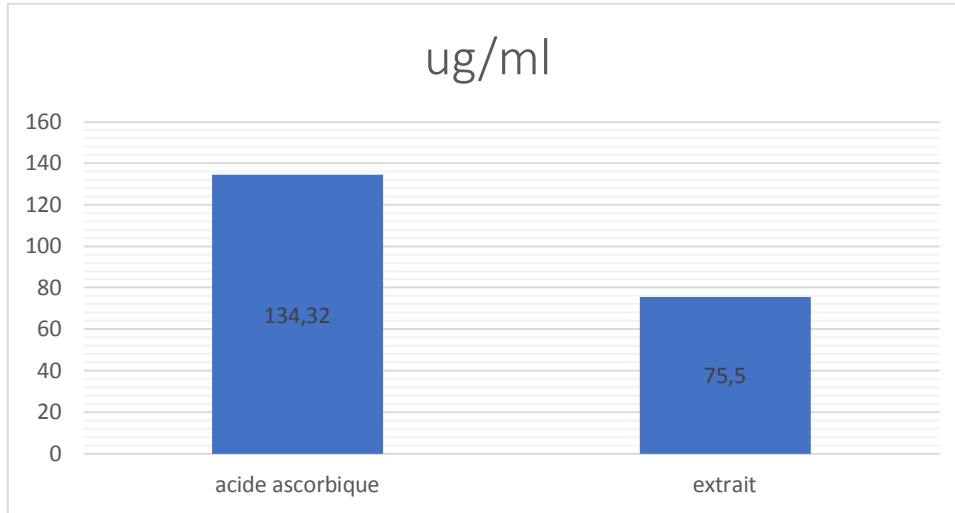
La gamme de concentrations utilisée est de 7.6 à 0.47 mg/ml. Les valeurs des D.O obtenues sont inversement proportionnelles avec les concentrations de l'extrait. Les résultats obtenus sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'extrait et de l'antioxydant de synthèse (acide ascorbique) (figure 23).

La  $CI_{50}$  de l'extrait égale à 0,075 mg/ml est nettement plus importante à celle du l'acide ascorbique (0,134 mg/ml). Cela indique que l'extrait d'orange et de betterave présente une activité antioxydante plus élevée que l'acide ascorbique, ce qui suggère leur potentiel en tant que sources d'antioxydants puissants(figure 24).



**Figure 23:** courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique et extrait pour DPPH

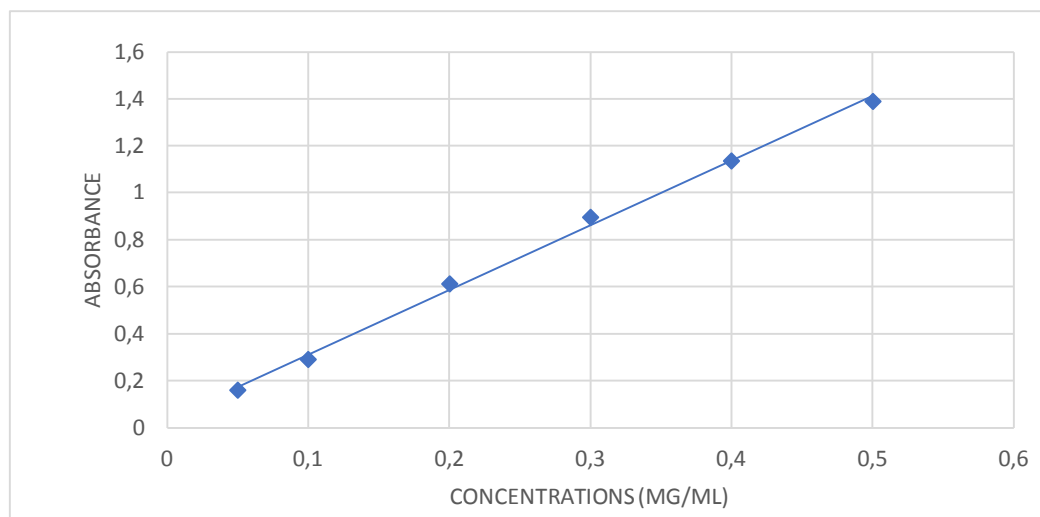
Nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par **Syakirah-Zulkifli et al., (2012)**, qui étaient de  $IC_{50}$  564  $\mu\text{g/ml}$  dans d'écorce d'orange. Tandis que sont similaires avec les résultats de **Santos et al., 2012**, qui ont constaté que le Moringa présentait une activité antioxydante de  $IC_{50}$  0,06 mg/ml.



**Figure 24** : valeurs des  $IC_{50}$  dans le test DPPH

#### 4.2. La capacité antioxydante totale (CAT)

La capacité antioxydante totale (CAT) d'extrait d'orange et de betterave est exprimée en milligrammes équivalents acide ascorbique par gramme d'extrait sec (mg EAA/g ES). En utilisant la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique comme référence (**figure 25**).

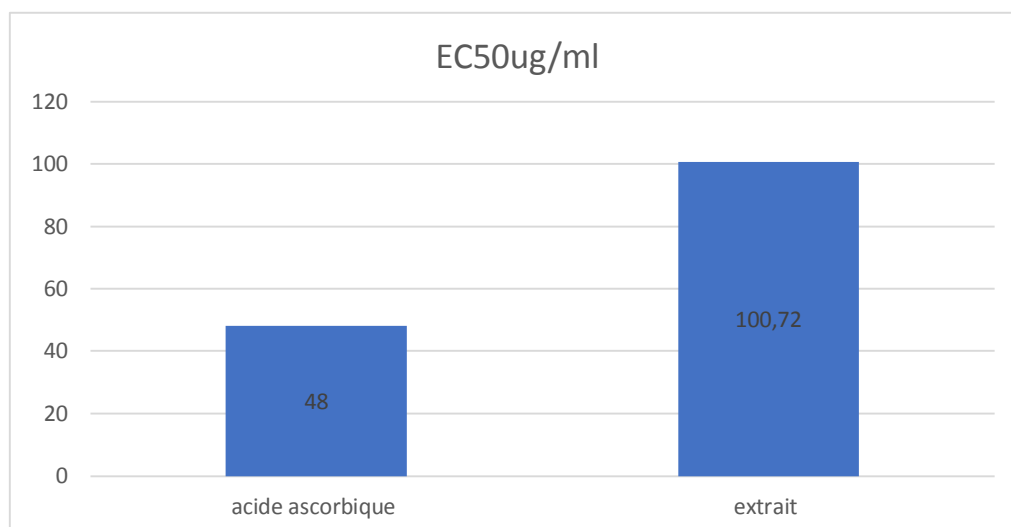


**Figure 25** : courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour la détermination de la capacité antioxydante totale

Nos résultats, indiquent que l'extrait présente des propriétés antioxydantes remarquables, avec une quantité estimée à 9,918 mg d'équivalent acide ascorbique par gramme

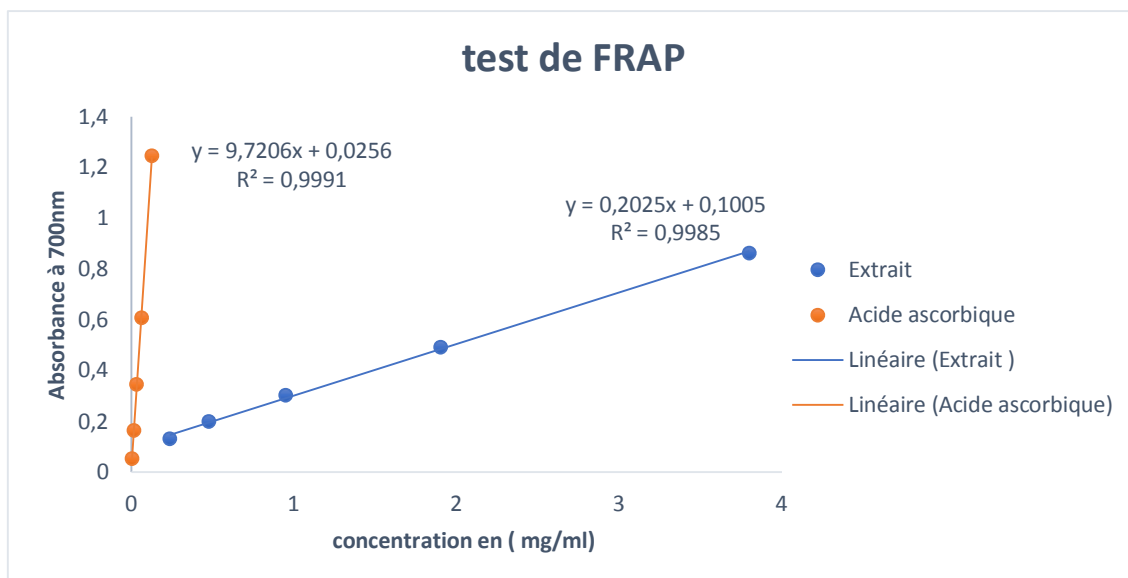
d'échantillon. Ces résultats sont significativement plus élevés que ceux rapportés par **SAIDI (2019)**, qui ont trouvé des capacités antioxydantes de 3,042 mg d'équivalent acide ascorbique par gramme de matière sèche pour les extraits de graines de caroube. De plus, nos résultats se rapprochent de ceux obtenus pour la pulpe de caroube, qui présente une concentration estimée à 10,723 mg d'équivalent acide ascorbique par gramme de matière sèche. Cette activité met en évidence la valeur élevée de notre extrait en termes de potentiel antioxydant et suggère des applications prometteuses dans le domaine de la santé et de la nutrition.

#### 4.3.Réduction du fer : FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)



**Figure 26** : valeurs des ES50 dans le test du fer FRAP

D'après la figure 26, il est observé que l'extrait d'orange et de betterave présente une activité antioxydante FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) de  $EC_{50} = 1,728$  mg/ml, comparée aux standards (acide ascorbique :  $EC_{50} = 0,048$  mg/ml). Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par **Ikram (2014)**, qui a rapporté une activité antioxydante FRAP estimée à 1,30 mg/ml pour le gingembre. Cependant, nos résultats différents de ceux de **AISSA (2021)**, qui a évalué l'activité antioxydante (FRAP) de l'écorce d'orange dans un extrait méthanolique estimée à 555,55  $\mu$ g/ml.



**Figure 27 :** courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique et extrait pour la détermination de la réduction du fer (FRAP)

Les variations observées entre les résultats obtenus dans les tests antioxydants peuvent être attribuées à plusieurs facteurs : la méthode d'extraction employée ; la polarité des solvants utilisés, la méthode de séchage ; les conditions de culture ; le degré de maturation des échantillons et les conditions environnementales. Il est important de noter que l'activité antiradicalaire des extraits est généralement susceptible d'augmenter avec une concentration croissante en composés phénoliques. Ces facteurs doivent être pris en compte lors de l'interprétation des résultats des tests antioxydants.

## | **Conclusion** |

## Conclusion

Après l'épidémie de Corona virus, la consommation des compléments alimentaires a considérablement augmenté, reflétant la tendance croissante des consommateurs à rechercher des solutions naturelles pour améliorer leur santé et leur bien-être. Les compléments alimentaires sont devenus populaires en raison de leur capacité à combler les lacunes nutritionnelles, à soutenir les régimes alimentaires malsains et à fournir des nutriments essentiels.

Dans notre étude, nous avons réalisé tous les tests possibles, et cela suivants les moyens mis à notre disposition, afin de confirmer ou infirmer, l'efficacité et la qualité de notre produit (en poudre de betterave orange). Nous avons souligné l'importance d'effectuer diverses analyses, y compris des analyses physicochimiques (PH et l'humidité) et l'évaluation complète de la valeur nutritionnelle des principaux composants de notre complément alimentaire (l'orange plus betterave). Ces analyses nous ont permis d'identifier les principes actifs présents et d'évaluer l'activité antioxydante grâce aux tests DPPH, TAC et FRAP.

Les résultats de notre étude ont renforcé et confirmé l'efficacité et la haute qualité de notre produit (en poudre de betterave orange) et son importance comme suppléments nutritionnels. La présence de flavonoïdes, de polyphénols et les tanins condensés, possèdent une bonne activité antioxydante, qui contribuent à renforcer la qualité nutritionnelle de notre complément alimentaire. Ces éléments sont importants pour répondre aux attentes des consommateurs qui recherchent des solutions naturelles pour améliorer leur bien-être et leur santé.

Sur la base des résultats obtenus, on peut conclure que notre complément alimentaire en gélules à base de betterave et d'orange est riche en composés phénoliques à un fort pouvoir antioxydant. À partir de là, on propose notre complément alimentaire à être accepté dans le domaine pharmaceutique et nutritionnel, bien sûr en effectuant plus de tests pour être admis et mis sur le marché et conforme avec les normes et la réglementation en vigueur.

Les perspectives de notre travail :

Nous espérons développer notre produit sur la qualité organoleptique

Nous espérons faire des tests in vivo (quel est l'impact de ce produit sur les maladies mondiale)

## **Références bibliographiques**

### A

**Abrams, B. (1993).** Prenatal weight gain and postpartum weight retention : a delicate balance. *American Journal of Public Health*, 83(8), 1082-1084.

**Adour, Z. A., Chachoua, H., (2021).** Formulation et Fabrication d'un complément alimentaire à base de *Moringa oleifera* : Etude structurale et fonctionnelle de molécules bioactives Quercetin et Kaempferol (Doctoral dissertation).

**Agusti, M., Zaragoza, S., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Klose, R., & Staub, R. (1997).** Adaptation de l'échelle BBCH à la description des stades phénologiques des agrumes du genre *Citrus*. *Fruits*, 52(5), 287-295.

**AISSA MADAOU, Z. W.** Evaluation de l'activité antioxydant de l'écorce d'orange (Doctoral dissertation).

**Ammara Mohmed Ghait Eddine, D. H. (2018).** Effet de la pasteurisation domestique sur le potentiel antioxydant et la qualité sensorielle du jus d'orange (Doctoral dissertation).

**Angélique houlbert., (2014.).** Compléments alimentaires : historique et grandes dates des compléments alimentaires, syndicat national des compléments alimentaires, ([www.biolineaire.com](http://www.biolineaire.com))

**ARAB, K., & DEMMOUCHE, L. (2020).** Séchage et infusion de quelques matrices végétales : étude de cas de l'orange Sanguine *Citrus sinensis* L. Osbeck.

**Arvy, M-P et Galouin, F. (2007).** Légumes d'hier et d'aujourd'hui. édition Belin. 608p

**Athmani S., Baba D., (2019).** Les compléments alimentaires consommés par les sportifs de la région de Tlemcen : composition et effets sur les paramètres biochimiques sanguins. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Université Abou-Berk Belkaid de Tlemcen, Tlemcen (Algérie). (205) p.



## B

- Ba, K., Tine, E., Destain, J., Cissé, N., & Thonart, P. (2010).** Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14(1).
- Bazaria, B., & Kumar, P. (2018).** Optimization of spray drying parameters for beetroot juice powder using response surface methodology (RSM). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(4), 408-415.
- Ben Idir affafe, s. i. (2017).** Qualité physicochimique et microbiologique des compléments alimentaires : la whey et l'isolate whey (doctoral dissertation) 6p.
- Benachour, K. (2008).** Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) sur les plantes cultivées. Thèse de doctorat en entomologie appliquée. Univ. Mentouri, Constantine : 151p.
- BENBEKHTI, B. (2021)** Contribution à l'étude de la composition de l'écorce d'orange (Doctoral dissertation).
- BENHAMMOU, N. (2012).** Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien (Doctoral dissertation).
- Benmeriouma, Y., Merrouch, M., Teyar, H., & Zouaghi, M. F. (2021).** Enquête sur l'utilisation des compléments alimentaires dans la Wilaya de Jijel (Doctoral dissertation, Université-Jijel-).
- Bennacer A. ; Bouguenna S. ;(2022).** Compléments Alimentaires : Etude sur ces composés, leurs effets bénéfiques et les risques liés à leur utilisation P9
- Berlinet, C. (2006).** *Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange* (Doctoral dissertation, ENSIA (AgroParisTech)).
- Bhupinder, S., & Bahadur, S. H. (2014).** Chemical composition, functional properties and processing of Beetroot—A review. *Int. J. Sci. Eng. Res*, 5(5), 679-684.
- Bogdanov. S, (1999).** Harmonised methods of the international honey commission International Honey Commission.
- Bony, N. F. (2013).** *Stratégie analytique des tradimédicaments: établissement de profils chromatographiques des métabolites phytochimiques apolaires* (Doctoral dissertation, Université Paris Sud-Paris XI; Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire)).

## Références bibliographiques

**Boog, g., bresson, j. l., & collège national des gynécologues et obstétriciens français. (1997).** Supplémentation au cours de la grossesse, recommandations pour la pratique clinique. Collège national des gynécologues et obstétriciens français.

**Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.

**Bureau, L. (2016).** Plantes, compléments alimentaires et nutraceutique, une réglementation complexe. *Actualités pharmaceutiques*, 55(561), 34-38.

### C

**Caro, I., Cayrol, c., dalem, e., & et al. (2010).** les compléments alimentaires.

**Cebadera-Miranda, L., Domínguez, L., Dias, M. I., Barros, L., Ferreira, I. C., Igual, M., ... & Cámara, M. (2019).** Sanguinello and Tarocco (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck): Bioactive compounds and colour appearance of blood oranges. *Food chemistry*, 270, 395-402.

**Ceclu, L., & Nistor, O. V. (2020).** Red beetroot : Composition and health effects—A review. *J. Nutr. Med. Diet Care*, 6(1), 1-9.

**Ceclu, L., & Nistor, O. (2020).** Red Beetroot: Composition and Health Effects—A Review. *Journal of Nutritional Medicine and Diet Care*, 6, 043.

**Chang, H. C., Huang, G. J., Agrawal, D. C., Kuo, C. L., Wu, C. R., & Tsay, H. S. (2007).** Antioxidant activities and polyphenol contents of six folk medicinal ferns used as “Gusuibu”. *Botanical studies*, 48(4), 397-406.

**Chen, H., Li, R., Lin, L., Guo, G., & Lin, J. M. (2010).** Determination of l-ascorbic acid in human serum by chemiluminescence based on hydrogen peroxide–sodium hydrogen carbonate–CdSe/CdS quantum dots system. *Talanta*, 81(4-5), 1688-1696.

**Chhikara N, Kushwaha K, Sharma P, Gat Y, Panghal A (2019)** Bioactive compounds of beetroot and utilisation in food processing industry : A critical review. *Food Chemistry* 272 :192- 200.

**Clotteau, M. (2002).** Production d'un jus d'orange par couplage traitement enzymatique et microfiltration tangentielle (Doctoral dissertation, ENSIA-SIARC).

**Conforti, F., Marrelli, M., Carmela, C., Menichini, F., Valentina, P., Uzunov, D., ... & Menichini, F. (2011).** Bioactive phytonutrients (omega fatty acids, tocopherols, polyphenols),

## Références bibliographiques

in vitro inhibition of nitric oxide production and free radical scavenging activity of non-cultivated Mediterranean vegetables. *Food chemistry*, 129(4), 1413-1419.

**Crenn, P. (2020).** Bénéfices et risques des compléments alimentaires. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 34(3), 201-206.

### D

**DAHMANI, H. (2018).** Cinétique de séchage conventionnelle (étuve) Des fines tranches d'orange sanguine Moro Citrus sinensis (L.) Osbeck, et étude de l'activité antioxydante (Doctoral dissertation, Université de Bouira).

**Dahmoune, F., Boulekbache, L., Moussi, K., Aoun, O., Spigno, G., & Madani, K. (2013).** Valorization of Citrus limon residues for the recovery of antioxidants: Evaluation and optimization of microwave and ultrasound application to solvent extraction. *Industrial Crops and Products*, 50, 77-87.

**Darmon, N. (2015).** L'étiquetage nutritionnel : entre réglementations et controverses. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 50(3), 131-141.

**Derbre, s. (2010).** Médicaments, compléments alimentaires, alicaments ou nutraceutiques, comment y voir clair ? actualités pharmaceutiques, n°496 15.

**Desmier, T. (2016).** *Les antioxydants de nos jours: définition et applications* (Doctoral dissertation).

**Directive 2002/46/CE. (2002).** Parlement européen et du Conseil du 10 juin 2002 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les compléments alimentaires. *Journal Officiel L N°183*, 51-57.

**DJAHIDA, Z. H. T. (2022).** Valorisation des sous-produits des agrumes : Optimisation de la production d'une boisson lactée naturelle à base de jus d'orange et de jus de dattes en utilisant les plans de mélange (doctoral dissertation, université mohamed boudiaf-m'sila).

**Djenidi, H. (2020).** *Activité antioxydante et antiradicalaire des aliments d'origine végétale consommés dans les régions de Biskra et Setif* (Doctoral dissertation).

### E

**Edelmann, M., Kariluoto, S., Nyström, L., & Piironen, V. (2012).** Folate in oats and its milling fractions. *Food Chemistry*, 135(3), 1938-1947.

## Références bibliographiques

**Erdman Jr, J. W., Balentine, D., Arab, L., Beecher, G., Dwyer, J. T., Folts, J., ... & Burrowes, J. (2007).** Flavonoids and heart health: proceedings of the ILSI North America flavonoids workshop, May 31–June 1, 2005, Washington, DC. *The Journal of nutrition*, 137(3), 718S-737S.

**Erlund, I., Meririnne, E., Alfthan, G., & Aro, A. (2001).** Plasma kinetics and urinary excretion of the flavanones naringenin and hesperetin in humans after ingestion of orange juice and grapefruit juice. *The Journal of nutrition*, 131(2), 235-241.

**ESPIARD E. ; 2002 :** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Edition tac et doc Lavoisier, Paris PP1-267.

### G

**Georgé, S., Brat, P., Alter, P., & Amiot, M. J. (2005).** Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 53(5), 1370-1373.

**Ghafar, M. F., Prasad, K. N., Weng, K. K., & Ismail, A. (2010).** Flavonoid, hesperidine, total phenolic contents and antioxidant activities from Citrus species. *African Journal of Biotechnology*, 9(3).

### H

**Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J. O., Charlier, C., & Chapelle, J. P. (2007).** Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62(10).

**Harborne, A. J. (1998).** *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*. springer science & business media.

**Hercberg, S., Galan, P., Preziosi, P., Bertrais, S., Mennen, L., Malvy, D., ... & Briançon, S. (2004).** The SU. VI. MAX Study: a randomized, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Archives of internal medicine*, 164(21), 2335-2342.

### I

**Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. I. (2011).** A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food chemistry*, 126(4), 1821-1835.

**Ikram, A. T. T. I.** Evaluation des activités antioxydant et antiradicalaire d'un mélange d'épices «Ras el hanout (Doctoral dissertation, Université KASDI MERBAH Ouargla).

K

**Kale, R., Sawate, A. R., Kshirsagar, R., Patil, B., & Mane, R. (2018).** Studies on evaluation of physical and chemical composition of beetroot (*Beta vulgaris* L.). *International journal of chemical studies*, 6(2), 2977-2979.

**KHALFA, R., HAMROUCHE, N., (2021).** Etude des résidus d'orange (écorce) par la combinaison de deux approches, chimique et biologique (Doctoral dissertation).

**Khalfaoui, y. (2018).** Le profil des consommateurs de compléments alimentaires. Faculté de médecine et pharmacie. Maroc. 31p.

**Khan, M. K., Abert-Vian, M., Fabiano-Tixier, A. S., Dangles, O., & Chemat, F. (2010).** Ultrasound-assisted extraction of polyphenols (flavanone glycosides) from orange (*Citrus sinensis* L.) peel. *Food chemistry*, 119(2), 851-858.

**Khatabi, B., Wen, R. H., Hershman, D. E., Kennedy, B. S., Newman, M. A., & Hajimorad, M. R. (2012).** Generation of polyclonal antibodies and serological analyses of nucleocapsid protein of Soybean vein necrosis-associated virus: A distinct soybean infecting tospovirus serotype. *European Journal of Plant Pathology*, 133, 783-790.

**Kujala, T. S., Vienola, M. S., Klika, K. D., Loponen, J. M., & Pihlaja, K. (2002).** Betalain and phenolic compositions of four beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars. *European Food Research and Technology*, 214, 505-510.

**Kumar, P. S., & Bhaumik, A. (2016).** evaluation of anti diabetic activity of ethanolic extract of beet root (*eebt-beta vulgaris*) against streptozocin induced diabetic rats.

L

**Li H-B, Cheng K-W, Wong C-C, Fan K-W, Chen F, Jiang Y. 2007.** Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected microalgae. *Food Chemistry*, 102 : 771–776.

**Liu, Q., Suzuki, K., Nakaji, S., & Sugawara, K. (2000).** Antioxidant activities of natural 9-cis and synthetic all-trans  $\beta$ -carotene assessed by human neutrophil chemiluminescence. *Nutrition Research*, 20(1), 5-14.

M

## Références bibliographiques

**Macheix, J., Fleuriet, A., & Sarni-Manchado, P. (2006).** Composés phénoliques dans la plante-Structure, biosynthèse, répartition et rôles. Les polyphénols en agroalimentaire. *Ed Tec & Doc Lavoisier*, 1-25

**Mahmoudi, S., Khali, M., & Mahmoudi, N. (2013).** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technology*, (9), 35.

**Marilidia CLOTTEAU, 29 mars 2002.** Production d'un jus d'orange par couplage traitement enzymatique et microfiltration tangentielle. Thèse de Master. ENSIA SIARC Montpellier.36p

**Masih, D., Singh, N., & Singh, A. (2019).** Red beetroot : A source of natural colourant and antioxidants : A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 162-166.

**MaughanRJ. Shirreffs SM., Vernec A., (2018)** Making Decisions About Supplement Use. *Int J Sport NutrExercMetab.* ;28(2) :212-9.

**Mekhalfa, S., Keroun, S., & Boubezari, M. T. (2022).** Formulation d'un jus probiotique à base de la carotte et de la betterave (Doctoral dissertation, Université de Jijel).

**Mortimore, S., & Wallace, C. (2013).** HACCP : A practical approach. Springer Science & Business Media.

**Mudgal, D. (2022).** Nutritional composition and value added products of beetroot : A review. *Journal of Current Research in Food Science*, 3(1), 01-09.

## N

**Neelwarne, B. (Ed.). (2012).** Red beet biotechnology : Food and pharmaceutical applications. Springer Science & Business Media.

**Nguyen, T. T. (2018).** *Éco-extraction et encapsulation de pigments caroténoïdes et anthocyanes à partir de plantes tropicales* (Doctoral dissertation, Université Bourgogne Franche-Comté).

**Ninfali, P., Bacchiocca, M., Antonelli, A., Biagiotti, E., Di Gioacchino, A. M., Piccoli, G., ... & Brandi, G. (2007).** Characterization and biological activity of the main flavonoids from Swiss Chard (*Beta vulgaris* subspecies *cykla*). *Phytomedicine*, 14(2-3), 216-221.

**NOBEL, P. S., & LEE, C. H. (1991).** Variations in root water potentials: influence of environmental factors for two succulent species. *Annals of Botany*, 67(6), 549-554.

O

**Ordonez, A. A. L., Gomez, J. D., & Vattuone, M. A. (2006).** Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz extracts. *Food chemistry*, 97(3), 452-458.

**Othman, z. (2012).** Dietary supplements and Heath claims, special case of plants : studies of the draft decree on the use of plants other than mushrooms in food supplements (doctoral dissertation, université de lorraine).

**Ounnas, N., Ouari, S., & Belkhiri-Beder, W. (2021).** Evaluation des propriétés antioxydantes de quelques sousproduits alimentaires (Doctoral dissertation, université Abderahmene Mira. Bejaia).

P

**Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Flerlage, N., Burillo, J., & Codina, C. (2002).** Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(23), 6882-6890.

**Pillon, f., & allaert, f. a. (2014).** Fertilité et grossesse, quel rôle pour la complémentation ? *Actualités pharmaceutiques*, 53(533), 47-48.

**Prieto P., Pineda M., Aguilar M. (1999).** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal Biochem*, 269: 337-341.

R

**Remini, H., Mertz, C., Belbahi, A., Achir, N., Dornier, M., & Madani, K. (2015).** Degradation kinetic modelling of ascorbic acid and colour intensity in pasteurised blood orange juice during storage. *Food chemistry*, 173, 665-673.

**Ribaya-Mercado, J. D., & Blumberg, J. B. (2004).** Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(sup6), 567S-587S.

**Ribéreau-Gayon, G. (1968).** Etude des mecanismes de synthese et de transformation de l'acide malique, de l'acide tartrique et de l'acide citrique chez *vitis vinifera* L. *Phytochemistry*, 7(9), 1471-1482.

## Références bibliographiques

**Rossetto, M. R. M., Vianello, F., Rocha, S. D., & Lima, G. P. P. (2009).** Antioxidant substances and pesticide in parts of beet organic and conventional manure. *African Journal of Plant Science*, 3(11), 245-253.

### S

**SAIDI, I. (2019).** *Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des fabaceae: Gleditsia triacanthos de la région de Sidi Bel Abbès: Extraction des substances bioactives* (Doctoral dissertation).

**Samarth R. M., Panwar M., Soni A., Kumar M., Kumar A. (2008).** Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radioprotective plant extract. *Food Chem*, 106: 868-873.

**Santos, A. F., Argolo, A. C., Paiva, P. M., & Coelho, L. C. (2012).** Antioxidant activity of Moringa oleifera tissue extracts. *Phytotherapy research*, 26(9), 1366-1370.

**Sava, C., Sirbu, R., & Dumitrescu, C. (2006).** Analyse qualitative et quantitative des anthocyanes dans des produits naturels. *Scientific Study & Research*, 7, 785-798.

**Sawicki, T., Bączek, N., & Wiczowski, W. (2016).** Betalain profile, content and antioxidant capacity of red beetroot dependent on the genotype and root part. *Journal of Functional Foods*, 27, 249-261

**Severin, I., Riquet, A. M., & Chagnon, M. C. (2011).** Évaluation et gestion des risques–Matériaux d'emballage à contact alimentaire. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(2), 59-66.

**Singh, S., & Immanuel, G. (2014).** Extraction of antioxidants from fruit peels and its utilization in paneer. *Journal of Food Processing & Technology*, 5(7), 1.

**Stella, h. a.** prise en charge nutritionnelle de l'enfant malade.

**Sun B, Richardo-da-Silvia JM, Spranger I, 1998.** Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46(10): 4267-4274.

### T

**Teuscher, E., Anton, R., & Lobstein, A. (2005).** *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles* (p. 552). Tec & Doc.



## Références bibliographiques

**Titta, L., Trinei, M., Stendardo, M., Berniakovich, I., Petroni, K., Tonelli, C., ... & Giorgio, M. (2010).** Blood orange juice inhibits fat accumulation in mice. *International Journal of Obesity*, 34(3), 578-588.

**Tripoli, E., La Guardia, M., Giammanco, S., Di Majo, D., & Giammanco, M. (2007).** Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food chemistry*, 104(2), 466-479.

### V

**Valette, j. (1988).** Les compléments alimentaires (définition, aspects réglementaires, cas pratique : un médicament qui évolue en complément alimentaire) (doctoral dissertation, université de limoges).

**VALNET. J, 2001.** La santé par les fruits, légumes et les céréales. Ed vigot. Pp : 207-281.

**Veujoz, m., gaudineau, a., sananes, n., fritz, g., & langer, b. (2013).** Folates et grossesse. *Médecine thérapeutique*, 19(4), 275-284.

### W

**Wang, Y. C., Chuang, Y. C., & Ku, Y. H. (2007).** Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food chemistry*, 102(4), 1163-1171.

**Webber et Herbert, (1967)** -Histoire des agrumes en europe. Site : <http://uses.plantnetprojet.org/fr/>

### Z

**Zhishen J., Mengcheng T., Jianming W. (1999).** The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*, 64: 555–559.

# *Annexes*

*Annexe 01*

*Préparation de la poudre de notre complément (orange + betterave)*

*Lavage*



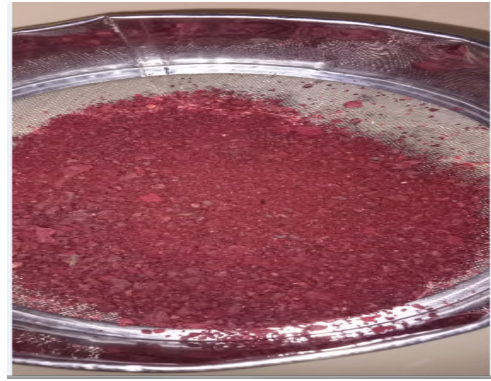
*Découpage*



*Séchage*



*Broyage et tamisage*



*La poudre*





*Produit fini (orange + betterave) en gélules et en boîte*



**Annexe 02****1. Matériel du laboratoire**

<b>Appareillage</b>
UN spectrophotomètre (UV-1800SHIMADZU)
Evaporateur rotatif (rotavapor BUCHI heating bath R-210)
Etuve (Mommert, Beschickung -loadig Modell100-800)
Balance analytique
Verrerie : béchers, pipettes, ballons, éprouvettes graduées, tubes à essais, pipeté et micro pipeté, boîte pétrie.
Reflux
Dessiccateur en verre
PH mètre
Vortex
Agitateur

**Appareillage**

	
PH -mètre	Dessiccateur



Balance Analytique



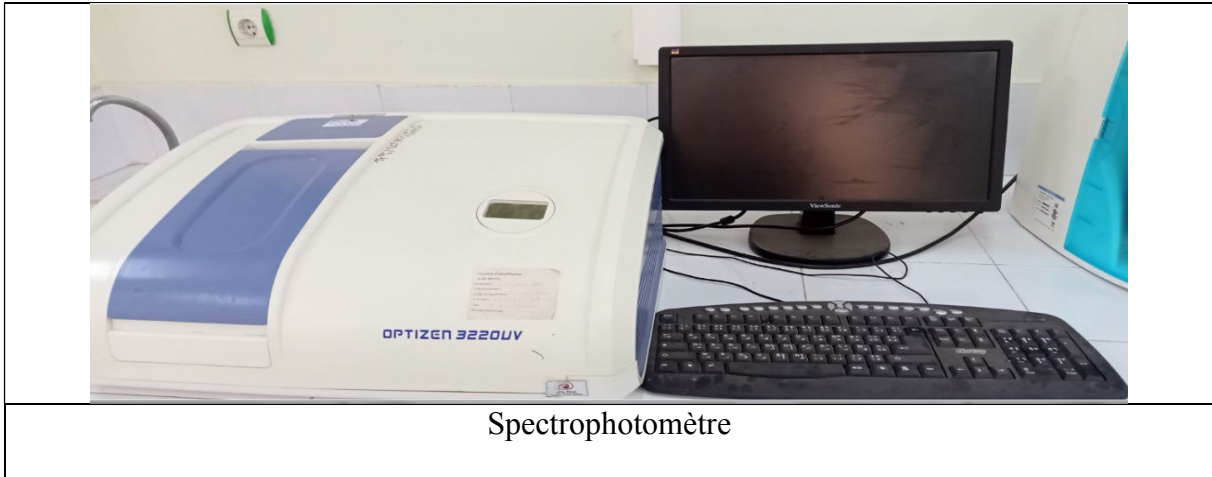
Etuve

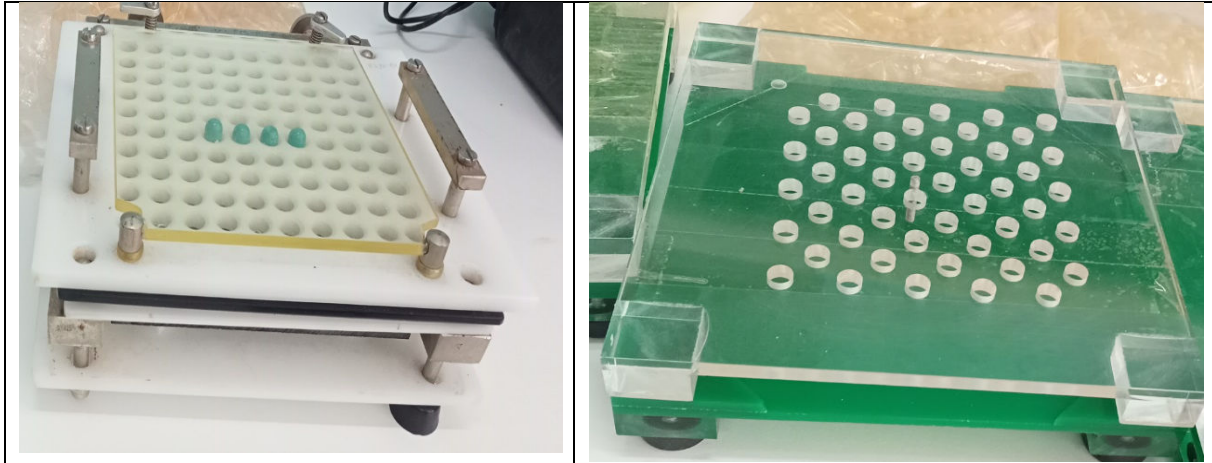


Extraction reflux



évaporateur rotatif





*On monte le premier bout des gélules dans la gélulier on remplit notre poudre dans cette dernière puis on fixe bien le deuxième*



**Produits chimiques utilisés**

- Méthanol
- Acétone
- CAT
- DPPH
- NaOH
- Folin
- Eau distillée et ultrapur
- Nitraté de sodium
- Chlorure d'aluminium
- Solution tampon phosphate
- Ferricyanure de potassium
- Acide trichloracétique
- Chlorure de fer (Fe Cl<sub>3</sub>)
- Vanilline
- Chlorure d'hydrogène (HCL)

## ملخص

المكملات الغذائية هي مواد غذائية مخصصة لتكملة النظام الغذائي. إنها مصدر مركّز للعناصر الغذائية مثل الفيتامينات والمغنيسيوم والحديد والكالسيوم إلخ. على الرغم من أنها تحمل بعض التشابه مع المنتجات الصيدلانية، إلا أن هذه المنتجات ليست عقاقير ولا يمكن أن تدعي أي تأثير علاجي.

الهدف من عملنا هو تقييم القدرة المضادة للأكسدة لمزيج من البنجر والبرتقال.

خلال دراستنا، تم إجراء تقنيات وتحليلات مختلفة، مثل التحليلات الفيزيائية والكيميائية (الاس الهيدروجيني

% H, MS) وجرعات المركبات الفينولية، وتقييم نشاط مضادات الأكسدة باستخدام ثلاث طرق.

بالنسبة للتحليلات الفيزيائية والكيميائية لخليطنا، حصلنا على النتائج التالية: درجة حموضة 4.13، رطوبة 9.236٪، مادة جافة 90.764٪ وأظهرت جرعات المركبات الفينولية تركيز 1.19 مجم للبوليفينول و 1.51 مجم للفلافونويد و 1.374 مجم للعفص المكثف. فيما يتعلق بالنتائج التي تم الحصول عليها من نشاط الكسح، قمنا بقياس قدرة مضادات الأكسدة الإجمالية البالغة 9.918 مجم. لاحظنا قدرة مضادات الأكسدة القوية بقيمة 0.075 مجم/مجم لاختبار مضاد الجذور، يشير هذا إلى أن مزيج البنجر والبرتقال يظهر فعالية كبيرة في تحييد الجذور الحرة. ومع ذلك، وجدنا أيضًا انخفاضًا في نشاط مضادات الأكسدة في اختبار تقليل الحديد بقيمة 1.972 مجم/مجم. يشير هذا إلى أن المزيج قد يكون له نشاط محدد مضاد للأكسدة اعتمادًا على الطرق التحليلية المختلفة المستخدمة.

**الكلمات المفتاحية :** المكملات الغذائية. الشمندر. البرتقال. نشاط مضادات الأكسدة.

## Résumé

Les compléments alimentaires sont des substances alimentaires, destinées à compléter l'alimentation. Ils constituent une source concentrée de nutriments : vitamines, magnésium, fer, calcium.... Malgré une certaine ressemblance avec des produits pharmaceutiques, ces produits ne sont pas des médicaments et ne peuvent réindiquer un effet thérapeutique. Les travaux menés dans le cadre de cette étude ont porté sur l'intérêt croissant pour les compléments alimentaires à base de betterave et d'orange, ainsi que sur l'effet des molécules bioactives au niveau moléculaire.

Cette étude nous a permis d'évaluer et connaître la valeur nutritionnelle des betteraves et des oranges et leur composition et constituants en nutriments qu'elles contiennent confirmant leur valeur et importance pour la santé du consommateur. Au cours de notre étude, plusieurs techniques et analyses ont été réalisées : Analyse physicochimiques (PH, MS ; H%), identification des principes actifs (polyphénols...) et évaluation de l'activité des antioxydants.

Les résultats obtenus à partir de ces analyses sur l'activité antiradicalaire on observe que le (DPPH) avec une valeur élevée de  $IC_{50}=0.075\text{mg/ml}$  et une capacité d'antioxydants totale (CAT) une valeur de 9,918 mg, par ailleurs nous avons trouvé une diminution dans le test de de réduction de fer (FRAP) à une valeur de  $EC_{50}= 1.972\text{mg/ml}$ . Ces activités est due à la richesse de produit par les polyphénols à une valeur de 1.19 mg AA/g échantillon, les flavonoïdes de 1.51 mg catéchine/g échantillon, et tanins condensés de 1.374 mg catéchine/g échantillon. Et pour les analyses physico-chimiques de notre produit, avec un PH 4,13, humidité de 9,236%, et la matière sèche de 90,764%.

On conclusion, on peut dire que notre produit est biologiquement valide, sain, acceptable et peut être utilisé dans le domaine pharmaceutique et nutritionnelle.

**Mots clés :** Complément alimentaire ; betterave ; orange ; l'activité antioxydants.

## Abstracts

Dietary supplements are food substances intended to complement normal diet and provide a concentrated source of nutrients such as vitamins, magnesium, iron, calcium, etc. Despite some resemblance to pharmaceutical products, these products are not medications and cannot claim therapeutic effects. The work conducted in this study focused on the growing interest in beet and orange-based dietary supplements, as well as the effect of bioactive molecules at the molecular level.

This study allowed us to understand the Algerian market for dietary supplements and its origins. It also demonstrated the nutritional value of beets and oranges, highlighting the valuable primary and secondary nutrients they contain.

Throughout our study, several analysis techniques were performed, including physical and chemical analysis (pH, MS, H%), identification of active principles (polyphenols), and evaluation of antioxidant activity.

The results obtained from these analyses regarding the antioxidant activity showed that the (DPPH) had a high  $IC_{50}$  value of 0.075 mg/ml and a total antioxidant capacity (CAT) value of 9.918 mg. Additionally, a decrease was observed in the iron reduction test (FRAP) with an  $EC_{50}$  value of 1.972 mg/ml. These activities are attributed to the richness of the product in polyphenols, with a value of 1.19 mg AA/g sample, flavonoids of 1.51 mg catechin/g sample, and condensed tannins of 1.374 mg catechin/g sample.

Furthermore, the physicochemical analysis of our product revealed a pH of 4.13, moisture content of 9.236%, and dry matter content of 90.764%.

At the end of this process, we can conclude that our product is biologically valid, healthy, and can even be used in the field of pharmacy due to its significance.

**Key words :** Dietary supplement ; beet ; orange ; antioxidant activity.