

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

*Université A. MIRA –Bejaïa*



Réf :.....

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Sciences Alimentaires  
Spécialité Production et transformation laitière**

MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

**MASTER**

**Thème**

**Élaboration d'une boisson végétale à base de flocons  
d'avoine enrichie au safran**

**Présenté par**

- **RENNAI THIZIRI**
- **AGUENIOU CYLIA**

**Soutenue le 25/06/2023**

**Devant le Jury composé de :**

**Nom et Prénom**

**Grade**

**Mme GUERFI FATIHA**

**MCA**

**Présidente**

**Mme OULD SAADI .L**

**MCB**

**Promoteur**

**Mr BACHIER BEY MOSTAPHA**

**MCA**

**Examineur**

**Année universitaire : 2022 / 2023**

# *Remerciements*

*A l'issue du cycle de notre mémoire nous tenons à remercier le Dieu le plus puissant.*

*Nos remerciements les plus sincères sont adressés à **Madame Ould Saadi** pour ses conseils précieux et son suivi qui nous a prodigués durant tout notre travail.*

*Nos vifs remerciements aux membres de Jury «**Monsieur Bachir Bey**» et «**Madame Guerfi Fatiha** » d'avoir accepté d'évaluer notre modeste travail.*

*Nous tenons à remercier tout le personnel de la laitière «**La vallée** ».*

*Un remerciement exceptionnel à nos parents et à tous les membres de notre famille pour leurs soutiens et leurs encouragements.*

*Enfin, nos sincèrement remerciements à toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire, ainsi nos enseignants qui nous ont suivi tout au court de notre formation.*

***Thiziri et Cylia***

# Dédicaces

*En cette mémorable occasion de notre soutenance, je tiens à dédier ce travail :*

## ***A Mes chères parentes***

*Qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.*

*Et à qui m'ont soutenu durant toutes mes études, qui partagés avec moi mes joies et mes échecs, qui me donné le courage pour devenir ce que je suis aujourd'hui, je leurs saurai éternellement reconnaissant.*

*Je prie le Dieu le très haut à vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

## ***A Ma binôme CYLIA et à toute sa famille***

*Avec la quelle j'ai partagé ce travail, je vous souhaite au profond de mon cœur tout le bonheur, réussite et une bonne santé.*

## ***A Mes chères ami (e)s***

*Que j'aime beaucoup, avec qui j'ai passé des moments inoubliables, Dalila, Cherifa, Manel, Randja, Iman, Jasmin, Abd el Ghani et Massi qui mon donnée beaucoup d'idée pendant tout ma carrière universitaire et sans oublier tous les autres qui étaient toujours à mes côtés et m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études.*

## ***A Mes ami(e)s et mes camarade(s)***

*A tout la faculté des sciences de la nature et de la vie en particulier la promotion production et transformation laitière de l'année 2022/2023.*

## ***En fin je dédie ce travail***

*A Tout mes professeurs de primaire, CEM, lycée Abd El Malek Foudhala et de l'enseignement supérieure.*

***RENNAI THIZIRI***

# Dédicaces

*En cette mémorable occasion de notre soutenance, je tiens à dédier ce travail :*

## ***A Ma très chère mère***

*Quoi que je fasse ou je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, Ta bien vaillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

## ***A Mon très cher père***

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager pour que je réalise ce travail.*

*A mes très chers frère **Hichem** et **Salim** et mes sœurs **Kenza**, **Baya** et **Tinhinane**.  
Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout la réussite dans leurs études.*

## **A Ma binôme THIZIRI et sa famille**

*Avec la quelle j'ai partagé ce travail, je vous souhaite au profond de mon cœur tout le bonheur, réussite et une bonne santé.*

*A toute la promotion Master II production et transformation laitière de l'année .2022/2023.*

*Sans oublier tous mes professeurs que ce soit du primaire, du moyen, secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

***Aguenieu Cylia***

# Table de matière

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

<b>I- Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Généralités sur les boissons végétales.....</b>	<b>3</b>
<b>I- Les boissons végétales.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>I-2 : Généralités sur les boissons végétales.....</b>	<b>3</b>
<b>I-2-1 : Définition du lait végétal .....</b>	<b>3</b>
<b>I-2-2 : Appellation et réglementation.....</b>	<b>3</b>
<b>I-2-3 : les Différentes sources du lait végétal.....</b>	<b>3</b>
<b>I-3 : Comparaison de quelques boissons végétales .....</b>	<b>4</b>
<b>I-4 : Bienfaits du lait végétal.....</b>	<b>5</b>
<b>I-5 : Marché du lait végétal.....</b>	<b>5</b>
<b>II. Généralités sur l'avoine .....</b>	<b>6</b>
<b>II.1. Origine et distribution géographique .....</b>	<b>6</b>
<b>II.2. Description de la plante .....</b>	<b>6</b>
<b>II.3. Classification taxonomique.....</b>	<b>7</b>
<b>II.4. Types d'avoine cultivée .....</b>	<b>8</b>
<b>II.5. Composition nutritionnel et la valeur énergétique.....</b>	<b>8</b>
<b>II.6. Consommation et intérêt des flocons d'avoine .....</b>	<b>9</b>
<b>III. Généralités sur le safran : .....</b>	<b>11</b>
<b>III.1 : Histoire et origine du safran .....</b>	<b>11</b>
<b>III-2. Les caractéristiques botaniques .....</b>	<b>11</b>
<b>III.3.Origine géographique du safran.....</b>	<b>12</b>
<b>III.3.1. Répartition.....</b>	<b>12</b>
<b>III-3-2.Habitat.....</b>	<b>12</b>
<b>III.4. Production du safran en Algérie.....</b>	<b>12</b>
<b>III.5. La composition chimique du safran .....</b>	<b>13</b>
<b>III.6. Bienfaits du safran sur la santé humaine.....</b>	<b>14</b>

III.7. L'application du safran dans le domaine alimenta.....	14
III.7.1. Pouvoir colorant.....	14
III.7.2. Pouvoir antioxydant .....	14
III.7.3. Pouvoir aromatisant .....	15
I. Matériel et Méthode.....	16
I.1. Élaboration d'une boisson végétale.....	17
I.2 Analyse physico-chimiques .....	18
I.2.1. Mesure de Potentiel d'Hydrogène pH.....	18
I.2.2. Détermination du degré Brix .....	18
I.2.3. Détermination de l'extrait sec.....	18
I.2.4. Détermination du taux de cendres.....	19
I.2.5. Détermination de la viscosité .....	20
I.2.6. Détermination de la densité : méthode du « pycnomètre » .....	21
II. Evaluation de la qualité microbiologique.....	22
II.1 préparation des dilutions : .....	22
II-2 : Le dénombrement : .....	23
A)- Le dénombrement des moisissures et levures : ensemencement en surface.....	23
B)- Dénombrement du FTAM : .....	24
C)- Dénombrement des entérobactéries : .....	25
III.2. Dosage des composés phénoliques .....	26
III.3. Evaluation de l'activité anti-oxydante .....	27
III.3.1.Activité anti –radicalaire en utilisant le DPPH .....	27
III.3.2. Evaluation de l'activité anti-radicalaire en utilisant la ABTS.....	27
IV. Evaluation sensoriel .....	28
IV- les analyses statistiques .....	29
I. Caractéristiques de la boisson à base d'avoine .....	30
I.1 Paramètres physico-chimique.....	30
I.1.1. pH .....	30
I.1.2. La densité.....	31
I.1.3. le taux de Brix .....	32
I.1.4.Mesure de l'extrait sec.....	33
I.1.5.Le taux de cendres .....	34
I.1.6. Taux de viscosité .....	35
I.2.Evaluation de la qualité microbiologique .....	36
I.2.1 les résultats des analyses microbiologiques .....	36
I.3. Evaluation de l'activité de l'anti- oxydante .....	37

<b>IV. Analyse sensorielle .....</b>	<b>39</b>
<b>IV.1 Evaluation sensorielle .....</b>	<b>39</b>
<b>IV.1.1. Test de plan d'expérience .....</b>	<b>39</b>
<b>IV.2. Caractérisation des produits .....</b>	<b>39</b>
<b>IV.2.1.Pouvoir discriminant par descripteur .....</b>	<b>40</b>
<b>IV.2.2.Coefficient des modèles.....</b>	<b>41</b>
<b>IV.2.3.Moyenne ajustées par produit .....</b>	<b>43</b>
<b>IV.2.4.Analyse en Composantes Principales (APC) .....</b>	<b>43</b>
<b>IV.2.5. Cartographie des (PRFMAD).....</b>	<b>45</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>46</b>

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## **Résumé**

## Liste des abréviations

<b>ABTS</b>	Acide 2,2-azino-bis [3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique]
<b>An</b>	Année
<b>AA [%]</b>	Activité anti-oxydante
<b>ACP</b>	Analyse en Composantes Principales
<b>Abs</b>	Absorbance
<b>ANOVA</b>	Analysis Of One variance
<b>B6</b>	Vitamine 6 ou pyridoxine, pyridoxal, pyrisoxamine
<b>CAH</b>	Classification Axendale Hiérarchique
<b>DPPH</b>	2,2-Diphényl 1-Picryl-hydrazyl
<b>Ec</b>	Extrait sec
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>FTAM</b>	Flore Totale Mésophiles Aérobie
<b>GN</b>	Gélose nutritive
<b>Hcl</b>	Acide chlorhydrique
<b>H<sup>+</sup></b>	Le cation hydrogène
<b>LSD</b>	Ficher 's least significant differences
<b>Ls</b>	Lait enrichi en safran
<b>Mt</b>	Million de tonnes
<b>mg EAG</b>	Milligramme équivalent gramme
<b>ONS</b>	L'Office National des Statistiques
<b>PREF MAP</b>	Preference Mapping
<b>USDA</b>	Département de l'Agriculture des États-Unis
<b>VRBG</b>	Violet Red Bile Glucose



## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Photographie de l'avoine	7
2	L'épice du safran	11
3	Procédé de production du lait d'avoine	16
4	Photographie de viscosimètre de couette	19
5	Les dilutions décimales	22
6	Ensemencement des levures et moisissures	23
7	Ensemencement du FTAM	23
8	Ensemencement des entérobactéries	24
9	Valeurs su PH des différentes formulations de la boisson végétale.	30
10	Représentation graphique de la densité des quatre échantillons de la boisson végétale	31
11	Représentation graphique du degré de Brix des quatre échantillons de la boisson végétale	32
12	Représentation graphique du taux d'extrait sec des quatre échantillons de la boisson végétale	33
13	Représentation graphique du taux de cendres des quatre échantillons de la boisson végétale	34
14	Représentation graphique de la viscosité des quatre échantillons de la boisson végétale	35
15	Les résultats des analyses microbiologiques	36
16	Représentation graphique des concentrations en composés phénolique des boissons végétales	37
17	Représentation graphique des activités anti-radicalaire DPPH et ABTS	38
18	Pouvoir discriminant pour le descripteur	40
19	Coefficient des modèles des quatre échantillons de la boisson d'avoine enrichie au safran	41
20	Corrélation entre les variables et les facteurs	44
21	Cartographie des préférences de la boisson d'avoine enrichie en safran	45

## Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Les différentes sources du lait végétal	4
II	Valeurs nutritives de quelques boissons végétales	4
III	Production mondiale de l'avoine	6
IV	Classification taxonomique de l'avoine	7
V	Composition nutritionnelle de l'avoine	9
VI	Classification taxonomique du safran	12
VII	Composants essentiels du safran	13
VIII	Les micro-organismes recherchés dans la boisson végétale à base du flocon d'avoine et leurs milieux d'ensemencement, ainsi que leur durée d'incubation	21
IX	Resultants des analyses microbiologiques	36
X	Moyenne ajustée par produit	43

# **Introduction**

### I- Introduction

Le lait donne la vie et devient parfois même une boisson sacrée. Rien d'étonnant, car c'est le premier et le seul aliment du nourrisson, il apporte le calcium nécessaire à la formation des squelettes chez l'enfant et l'adolescent et à son renouvellement chez l'adulte. Par ailleurs, il est riche en protéines et indispensable à la vie des cellules de notre corps (**Lévy-Dutel & virbel-alonso, 2013**). Malheureusement, le lait est parfois mal digéré, et c'est pourquoi certains pensent à le remplacer par un lait végétal (**Nathalie Mayer, 2018**).

Ces laits végétaux font aujourd'hui partie du plaisir gustatif et de la recherche d'aliments naturels dans nos sociétés, Ils sont de bonnes sources de fibres et d'oligoéléments et se révèlent vraiment précieux en cas d'allergies ou d'intolérance alimentaires (**Lévy-Dutel & virbel-alonso, 2013**).

Le lait d'avoine est une alternative végétalienne populaire au lait animal surtout le lait de vache offrant une option saine pour les personnes qui choisissent de ne pas consommer des produits d'origine animale. Bien que l'avoine soit riche en nutriments tels que les fibres, les protéines et les vitamines B, le lait d'avoine ne peut pas considéré comme un substitut au lait traditionnel (**Clair Doray, 2023**).

Le safran *Crocus Sativus L.*, une épice indigène que l'on trouve au Moyen-Orient, mais également cultivée en Afrique du Nord et en Algérie (**Hadizadeh et al., 2010**). Les effets pharmacologiques et les propriétés biomédicales du safran en tant qu'anticonvulsif, antidépresseur, anti-inflammatoire, antimicrobien et anti tumoraux chez l'homme, ont été largement décrits dans la bibliographie (**Hosseinzadeh & Nassiri-Asl, 2013**);(**Venkatachalam et al., 2017**).

L'ajout de safran pourrait être utilisé comme une pratique alternative attrayante pour améliorer la saveur et la durée de conservation des devrais alimentaires.

Cependant il n'existe aucune étude concernant l'ajout de safran dans les boissons végétale

L'objectifs de cette étude est d'élaboré un nouvelle boissons végétale à base d'avoine additionné de trois concentrations de safran (25, 50 et 100 mg/l) et d'étudier ses principales caractéristiques physico-chimiques avec l'évaluation de la qualité microbiologique ainsi que l'étude de ses propriétés antioxydants et sensorielle .Notre travail est subdivisé en deux grandes parties :

Une partie bibliographique portant sur des généralités sur les deux matières premières utilisées dans notre étude l'avoine et le safran ainsi que des généralités sur les boissons végétales.

Une partie expérimentale regroupant les méthodes utilisé et analyses et discussion des résultats obtenus.

## **Synthèse bibliographique**

# **Généralités sur les boissons végétales et le safran**

## I: Généralités sur les boissons végétales

### I-1 : Généralités sur les boissons végétales

#### I-1-1 : Définition du lait végétal

Le lait végétal est une boisson fabriquée à partir de plantes qui tente d'imiter certaines des propriétés du lait animal. Toutefois, en raison des variations, dans les compositions des plantes, le goût et la texture des laits végétaux peuvent être très différents, les uns des autres et différer considérablement du lait animal (**Amrouche, 2020**).

#### I-2-2 : Appellation et réglementation

Il est interdit dans les pays de l'union européenne, ainsi qu'en suisse et au canada, d'utiliser le terme (lait) pour désigner les boissons végétales imitant le lait animal, car le terme (lait) est réservé aux produits d'origine animal. Depuis le 22 octobre 2007, le conseil de l'union européenne a interdit l'utilisation des termes « lait végétal » et « fromage végétal », et cette interdiction a été mise en application par la cour de justice de l'union européenne le 14 juin 2017 (**Amrouche, 2020**).

Selon une décision européenne 2010/791/UE datant du 20 décembre 2010, chaque pays dispose d'une liste d'exception concernant l'utilisation de dénomination traditionnelle pour les produits alimentaires en France, cette liste inclut des noms tels que « lait d'amande », « lait de cacao », « crème de riz », « beurre de cacao et beurre de cacahouète », qui sont autorisés à titre exceptionnel sur le territoire français (**Amrouche, 2020**)

#### I-2-3 : les différentes sources du lait végétal

Les laits végétaux sont fabriqués à partir de diverse plantes et familles de végétaux, notamment les céréales, les légumineuses, les mélanges de plantes, etc. parmi les exemples courants de laits végétaux, on trouve le lait d'amande ,qui a une longue histoire remontant au moyen âge, ainsi que le lait de cacao, le lait de riz, le lait d'avoine et le lait de pistache(**Amrouche, 2020**). **Le tableau I** représente les différentes sources du lait végétal

**Tableau I** : Les différentes sources du lait végétal

Les différentes Sources	Graines ou noix d'oléagineux	Graines des plantes légumineuses	Graines de céréales	Autres origines
Laits végétaux	- lait de cacao - lait d'amande - lait d'arachide - lait de noisettes - lait de noix de cajou -lait de sésame - lait de tournesol	- lait de lupin - lait de pois - lait de soja	- lait de riz - lait de quinoa - lait de sarrasin	- lait de chanvre - Lait de châtaigne

**I-3 : Comparaison de quelques boissons végétales**

Les laits végétaux ne sont en réalité ni plus ni moins que les boissons visuellement proches du lait, produite à partir des végétaux, ils ne présentent donc pas les mêmes qualités nutritionnelles que le lait animal. Ils sont généralement riches en minéraux, en vitamines et en acides gras insaturés ( **Nathalie Mayer, 2018**).La valeur nutritive de différentes boissons végétales sont représentés dans **Le tableau II**.

**Tableau II** : Valeurs nutritives de quelques boissons végétales (**Clair Doray, 2023**);(**Foucant, 2023**) ;(**Hazart, 2022**).

Laits nutriments (100g)	Lait d'avoine	Lait d'amande	Lait de soja	Lait de cacao	Lait de riz	Lait de noisettes
Energie	42,5kcal	36,3kcal	37,1kcal	188kcal	53,7kcal	65kcal
Eau	90,5g	94,6g	93g	75,1g	87,6g	
Protéines	<0,5g	1,06g	3,31g	1,77g	<0,5g	1g
Glucides	7,8g	0,68g	0,7g	3,4g	10,8g	5,5g
Lipides	1,1g	3,2g	2,07g	18,4g	1g	4,5g
Fibres alimentaires	<0,5g	<0,5g	0,6g		<0,5g	1,1g
Calcium	1mg	12mg	12mg	3,3mg	6mg	



### I-4 : Les bienfaits du lait végétal

Les laits végétaux servent généralement à remplacer le lait animal. Ils sont donc intéressants pour les personnes allergiques ou intolérantes au lait de vache. Les laits végétaux sont plus faciles à digérer pour les personnes intolérantes au lactose, ne contiennent pas de cholestérol et sont souvent moins calorique qu'un lait entier (**ray, 2016**).

### I-5 : Le marché du lait végétal

Selon une publication récente de Meticuleuse Research, le marché mondial du lait végétal devrait connaître une croissance annuelle allant de 11,9% entre 2022 et 2029, pour atteindre une valeur de 42,86 milliard de dollars en 2029. Cette croissance est principalement stimulée par une augmentation des cas d'intolérance au lactose et d'allergie au lait, ainsi que par les investissements croissants dans ce secteur de marché. De plus, l'augmentation de la population végétalienne et les avantages nutritionnels associés au lait végétal sont des facteurs importants. Les économies émergentes présentent également des opportunités de croissance significative pour les fabricants de produits à base de plantes. Toutefois, la préférence pour le lait d'origine animal ainsi que l'augmentation de la demande pour des produits sans soja et sans gluten peuvent ralentir la croissance du marché mondial du lait d'origine végétal (**Research, 2022**).

## **Généralité sur l'avoine**

## II. Généralités sur l'avoine

### II.1. Origine et distribution géographique

L'avoine est originaire du nord -est de l'Europe (Autriche et Russie), et des plateaux de l'Ethiopie et de la Chine ( **Sirodot, 2016** ). **Le tableau III** présent la production mondiale de l'avoine par pays pour l'année 2023.

**Tableau III** : Production mondiale de l'avoine (**Jean paul chervet, 2023**)

Pays	Production (millions de tonnes)
Pologne	1.2
Finlande	1.2
Espagne	0.9
Suède	0.8
Allemagne	0.6
France	0.5
Russie	4
Canada	2.8
Australie	1.1
Etats –unis	0.9
Monde	21

En Algérie, la production d'avoine est estimée en 2017 à 0.64 millions de quintaux. Cette production a été estimée en 2018 à 1.18 millions de quintaux, soit une augmentation de 84%.(**ONS, 2018**).

L'avoine est utilisée depuis des siècles pour l'alimentation du bataille, il est également destiné à l'alimentation humaine sous différents formes la plus répondu étant en forme de flocons (**Sirodot, 2016**).

### II.2. Description de la plante

La plante « *Avena sativa* » (**figure 01**) est une culture céréalière couramment appelée « avoine byzantin» ou encore «avoine commune ». Egalement appelé **Azekun** en Kabyle, **El Chouffan** en arabe, et **Oat** en anglais. Elle appartient à la famille des graminées (**Coffman , 1977**);(**Gibbs Russell et al , 1977**);(**Suttie , 2004**).



**Figure 1:** Photographie de l’avoine (Cheyron, 2012; Léa Zubiria, 2021)

L’avoine est une plante annuelle qui possède des racines abondantes en forme de faisceaux et des tiges genouillées qui peuvent atteindre une longueur allant de 50 à 200 cm, les feuilles sont généralement lisses et mesurent entre 2 et 8 mm de longueur (Alain R.2009)

Cette plante possède des tiges robustes et rigides qui ont une bonne résistance à divers maladies de végétaux tels que la rouille (Ouknider & Jacquard, 1988)

### II.3. Classification taxonomique

L’avoine est une plante annuelle herbacée monocotylédone, la classification botanique. Le tableau IV représente la classification taxonomique de l’avoine (Feillet, 2000)

**Tableau IV:** classification taxonomique de l’avoine (Clerget, 2011)

Classification scientifique	
Règne	<i>Plantae</i>
Sous règne	<i>Tracheobiona</i>
Division	<i>Magnoliopha</i>
Classe	<i>Lilioposida</i>
Sous classe	<i>Commelinide</i>
Ordre	<i>Cyperales</i>
Famille	<i>Proaceae</i>
Sous famille	<i>Pooideae</i>
Tribu	<i>Aveneae</i>
Genre	<i>Avena</i>

## II.4. Types d'avoine cultivée

Les types d'avoine les plus connus il y'a deux types :

**A. *Avena Sativa* .L** : fréquemment appelée avoine cultivée possède des arêtes courbées et pliées en forme de genou, tandis que ses grappes de fleurs se répartissent de manière étalée dans toutes les directions. Elle est cultivée dans différentes régions tempérées, surtout en Europe et en Amérique du nord pendant l'hiver et printemps (**Clerget, 2011**), Ce type d'avoine est utilisé en alimentation humaine .Le grain d'avoine est utilisé dans une variété de produits alimentaires (les céréales du petit déjeuner, les bouillies, les biscuits, les pains, les boissons ...etc.), également utilisé en cosmétique comme substitut du talc et dans les produits de soins pour la peau (**Jorge R et al.2023**).

**B. *Avena nuda* .L** : Ou l'avoine à grau, à une hauteur de 50-100cm, présente des arêtes courbées plutôt que tordues et ses panicules sont étalées dans différentes directions (**Clerget, 2011**), elle est cultivée en France pendant les mois juin –août et est utilisée comme culture fourragère pour les animaux.

## II.5. Composition nutritionnelle et la valeur énergétique

L'avoine est une source riche en divers nutriments qui ont des effets bénéfiques sur la santé.

Le **tableau V** représente la composition nutritionnelle de l'avoine.

**Tableau V** : Composition nutritionnelle de l'avoine (Alemayehu et al., 2021)

<b>Composants</b>	<b>Avoine (100g)</b>
Energie	431.8 kcal
Carbohydate	73.3g
Protéines	15g
Matières grasse	8.4 g
Fibres alimentaire	2.7g
Cendres	1.2g
Phosphore (p)	387mg
Potassium (k)	248.3mg
Sodium (Na)	1mg
Zinc (Zn)	1.8mg
Fer (Fe)	2.8mg
Cu	0.3mg
Calcium (Ca)	64.5mg
Magnésium (Mg)	78.4mg
Niacine, vitamine B <sub>3</sub>	3.8mg
Vitamine E	1.7mg
Thiamine	0.50mg
Vitamine B <sub>6</sub>	0.135mg
Acide folique	60µg
Riboflavine	0.10mg

L'avoine présente une variation de composition en fonction des différences génotypique et des conditions environnementales dans lesquelles elle est cultivée .En conséquence, il est possible d'améliorer cette compositions en utilisant des pratiques agronomiques appropriées ainsi que des approches génétique adaptées (Halima et al., 2015).

## **II.6. Consommation et intérêt des flocons d'avoine**

Ces dernières années, la consommation des produits alimentaire à base d'avoine a augmenté d'une manière significative. En effet, chaque personne consomme actuellement en moyen de 3.2 kg de produit à base d'avoine par an, alors qu'auparavant cette consommation moyenne

était de 1.8 kg par an. Cette augmentation est due à la reconnaissance des bienfaits de l'avoine pour la santé (**Bunch & Simon, 1985**)

L'avoine est une excellente source de nutriments bénéfiques pour la santé, tels que les fibres, les  $\beta$ -glucanes, les composés phénoliques ainsi que les composés lipidiques et protéiques fonctionnels, ces nutriments peuvent potentiellement aider à prévenir et à gérer l'hypertension artérielle (**Clair Doray, 2023**).

Divers recherches sont en cours pour créer de nouveaux produits à partir de l'avoine, car sa consommation régulière est liée à de nombreux bienfaits pour la santé. Donc l'avoine possède des propriétés qui aident à réduire le cholestérol et à prévenir certains types de cancer (**Léa Zubiria, 2021**). Des études médicales récentes ont indiqué que l'incorporation de certaines fibres végétales dans l'alimentation permettait de réduire le taux de cholestérol dans le sang (**Chen & Anderson ; 1986**). Tout fois, ces fibres doivent être hydrosolubles pour avoir cet effet. Contrairement au son de blé, le son d'avoine est une fibre hydrosoluble. Cela suggère que l'avoine sous forme de son ou entière peut jouer un rôle important pour améliorer la santé via l'alimentation. En outre, ces fibres alimentaires hydrosolubles ont conduit à la réduction de la glycémie post - prandiale chez les diabétiques dépendants de l'insuline (**Léa Zubiria ; 2021**).

L'avoine possède des propriétés médicinales telles que la prévention des maladies coronariennes. Et reconnu pour la réduction du taux de cholestérol dans le sang et du contrôle de l'obésité. Et la consommation d'avoine peut contribuer à la gestion du diabète de type II en stabilisant la glycémie (**Hou et al ,2015;(Boffetta et al., 2014)**)

Les flocons d'avoine sont bénéfiques pour la digestion et le transit intestinal grâce à leur forte teneur en fibres. De plus, une consommation fréquente de ce type d'aliment peut aider à réduire les risques de cancer du côlon et prévenir les problèmes de constipation (**Zubiria, 2021**).

Les flocons d'avoine contiennent du  $\beta$ -glucane qui joue un rôle dans la réponse immunitaire naturelle de l'organisme contre les infections provoquées par divers virus ,bactérie et champignons .En d'autres termes , le  $\beta$ -glucane des flocons d'avoine est impliqué dans la défense de l'organisme contre les infections microbiennes (**Zubiria, 2021**)





# **Généralités sur safran**

### III. Généralités sur le safran :

#### III.1 : Histoire et origine du safran

Le safran est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des *iridacées*. Elle se propage sur les cormes et sa reproduction nécessite l'intervention humaine pour se multiplier (Aib et al., 2020).



**Figure2:** Epice du safran

Le mot safran tire son origine du latin « **safranum** », qui est également à l'origine de l'italien « safferan » et de l'espagnol « azafran » (Gohari et al., 2013). L'origine étymologique des mots « **crocus** » et « **safran** » vient du grec « **korkus** », qui signifie « fil » et désigne le stigmate du safran. Le mot « **safran** » lui-même vient de l'arabe « Za'faran » qui signifie colorer avec du safran, dérivé de Asfar qui signifie « fleur jaune » (Crozet, 2012). Le terme <Sativus> signifie « cultivé », car le *Crocus Sativus* est une plante cultivée (Aib et al., 2020)

Le safran a été cultivé il y a plus de 35 siècles dans les provinces grecques (Gracia et al., 2009), notamment dans la région de Santorin en Crète, qui fait maintenant partie de la Grèce, il est originaire des régions perses, qui correspondent aujourd'hui à l'Iran (Ferrence & Bendersky, 2004). Le safran est une épice précieuse également appelée « or rouge », qui est obtenue à partir des trois stigmates rouges de la fleur de *Crocus Sativus* (Choudhary et al., 2021), il est réputé pour sa couleur, sa saveur et son arôme exceptionnel. Le safran est considéré comme l'épice la plus chère et attrayante au monde, sa valeur est souvent comparée à celle de l'or (BRITEL et al., 2017)

#### III-2. Les caractéristiques botaniques

Le safran (figure 2) est une épice monocotylédone originaire de sud de l'Europe et de sud-ouest de l'Asie. Il est largement distribué en raison de la grande adaptabilité qui a permis

sa culture à long terme (Leone et al, 2018), .Le tableau VI présente la classification taxonomique du safran comme suit :

**Tableau VI:** classification taxonomique du safran (US Department of Agriculture 2020)

Taxons	Description
Règne	Plantae
Division	Spermatophyte
Sous division	Angiosperme
classe	Equisetopida
Sous classe	Magnoliidae
Ordre	<i>Asparagales</i>
Famille	<i>Iridaceae</i>
Genre	<i>Crocus</i>
Espèce	<i>Crocus Sativus</i>

### III.3. Origine géographique du safran

#### III.3.1. Répartition

Le safran est originaire de Grèce, d'Asie mineur et de perse, et actuellement produit dans de nombreux pays, dont l'Iran, l'Algérie, l'Italie, l'inde, la France, la Russie, le Maroc, la perse, la Turquie et l'Espagne. Sa culture dans le monde s'étend de 0 à 90 degré E, de longitude (Espagne-cachemire) et de 30 à 45 degré de l'attitude N (perse-Angleterre) (Khan et al,2011)

#### III-3-2.Habitat

Le safran pousse à une altitude de près de 2000m du niveau de la mer, bien qu'il soit plus adapté aux collines, aux vallées montagneuses et aux plateaux allant de 600 à 1700 m. L'avantage de cette plante est qu'elle peut être cultivée dans des zones où les sècheresses estivales sont fréquentes (Salwee et Nehvi ,2013)

### III.4. Production du safran en Algérie

Depuis 2009, l'Algérie à commencer à produire du safran dans 25 wilayas différentes en 2010, la production totale du safran en Algérie a atteint 15 kg (Galfout et al., 2020)Le 11 mai 2020, le ministère de l'agriculture et du développement rural a publié la liste officielle des filières agricoles en Algérie, qui incluait la culture du safran (Oiremdane, 2020).

### III.5. Composition chimique du safran

Les stigmates du safran contiennent plus de 150 composants (**tableau VII**) différents selon une analyse chimique. Ces composants incluent les glucides, des protéines, des acides aminés, des minéraux, des mucilage, de l'amidon, des gommages, des vitamines, des pigments tels que la crocine, l'alpha et bêta-carotène, la xanthine, les anthocyanines, en outre, on trouve également des alcaloïdes, des saponines, du safranal et de la picrocrocine (responsable de la saveur amère), le **Tableau VII** présente les composés chimiques dans les stigmates du safran (**Hassouna & Zobiri, 2021**) ; (**Samarghandian & Borji, 2014**); (**Bankar et al., 2011**); (**Zarinkamar et al, 2011**).

**Tableau VII** : La valeur nutritionnelle du safran (**Sonor et al, 2013**).

<b>Composants</b>	<b>Teneur (%)</b>
Composants hydrosolubles	53
Gommages	10
Pentosanes	8
Pectines	6
Amidon	6
Alpha-crocine	2
Autres caroténoïdes	1
Lipides	12
Huiles non volatiles	6
Huiles volatiles	1
Matières inorganiques (cendres)	6
Cendre soluble dans l'HCL	0,5
Protéines	12
Eau	10
Fibres	5

### III.6. Bienfaits du safran sur la santé humaine

Avicenne (célèbre médecin persan du 10<sup>ème</sup> siècles) a décrit divers usage du safran, notamment son utilisation sur les maladies inflammatoire et respiratoire ainsi que ses bienfaits sur les activités sexuelles (propriétés aphrodisiaque) ; la plupart de ces effets ont été étudiés en pharmacologie moderne et son bien documentés (**Hosseinzadeh & Nassiri-Asl, 2013**) Actuellement, l'impact du safran sur le système nerveux central, principalement sur les maladies mentales, est largement étudié et de nombreuses données sont disponibles(**Khazdair et al., 2015**). Il existe également des preuves substantielles montrant que le safran a plusieurs avantages sur les maladies liées à l'âge, notamment les maladies cardiovasculaires (**Ghaffari & Roshanravan, 2019**);(**Hatziagapiou et al., 2019**), Les maladies oculaires(**Haghdoost et al., 2015**) , les maladies neurodégénératives et le diabète de type 2 (**Yaribeyg,H et al, 2019**).

### III.7. L'application du safran dans le domaine alimentaire

Depuis des temps anciens jusqu'à nos jours, la majorité de la production de safran est destinées à l'utilisation culinaire, notamment pour la préparation des plats traditionnels tels que le poisson et le riz (**Joukar et al., 2010**).

Selon (**Palomares, 2015**)en plus de leur rôle dans la couleur, la saveur et l'arôme, les crocines, picrocrocine et safranal sont également des composants importants de cette substance.

#### III.7.1. Pouvoir colorant

L'utilisation de colorants alimentaires est un élément important dans l'industrie alimentaire car cela permet d'améliorer l'apparence des aliments et de les rendre potentiellement plus sûr et plus saines. Depuis l'antiquité, le safran est utilisé comme colorant alimentaire car même en quantité minimale, les stigmates de cette plante produisent une teinte jaune translucide. Lorsque la quantité du safran est augmentée, la couleur tend à virer vers le rouge. La crocine, une molécules bioactive présente dans le safran, est responsable de sa couleur caractéristique. Ces informations ont été confirmées dans une étude menée par (**D'Archivio et al., 2016**).

#### III.7.2. Pouvoir antioxydant

Les antioxydants naturels sont très populaires en tant qu'additifs alimentaires en raison de leurs propriétés piégeant les radicaux libres, ainsi que de leur origine naturelle. Des études ont démontrés que les extraits éthanoïques et aqueux de safran ont une forte activité antioxydant in vitro. Cette activité est attribuée aux crocines et au safranal, qui sont respectivement les caroténoïdes des majeurs et un aldéhyde mono terpénique présent dans le safran. Ils contribuent

à réduire la peroxydation des lipides et jouent ainsi un rôle important dans l'activité antioxydant du safran (**Clair Palomares, 2015**).

### **III.7.3. Pouvoir aromatisant**

Le safran est généralement utilisé pour sa couleur et son arôme distinctifs. Cependant, lorsqu'il est déshydraté, le safran subit des changements significatifs en termes de couleur, de goût et d'arôme. Le safranal, qui est le principal composé volatil responsable de l'arôme caractéristique du safran, est fortement influencé par les conditions de séchage et de stockage. Bien que le safranal ne soit pas détectable dans les stigmates récemment récoltés, il est libéré après une dégradation enzymatique et thermique pendant la phase de stockage (**Condurso et al., 2017**).

## **Matériel et Méthodes**

**I. Matériel et Méthode**

Ce travail but d'élaborer une boisson végétal à base de flocons d'avoine enrichie avec le safran ainsi que la réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques pour déterminer la qualité de notre produit.

La réalisation de ce travail est faite au laboratoire de biochimie appliqué de l'université de Bejaia ou nous élaborer notre boisson ainsi que les analyses physico-chimique et microbiologique.

**I.1. Matériel****I.1.1. Matières végétale**

- Les flocons d'avoine
- Le safran
- L'eau distillée
- Le sucre light
- Le sel de mer

**I.1.2. Produit fini**

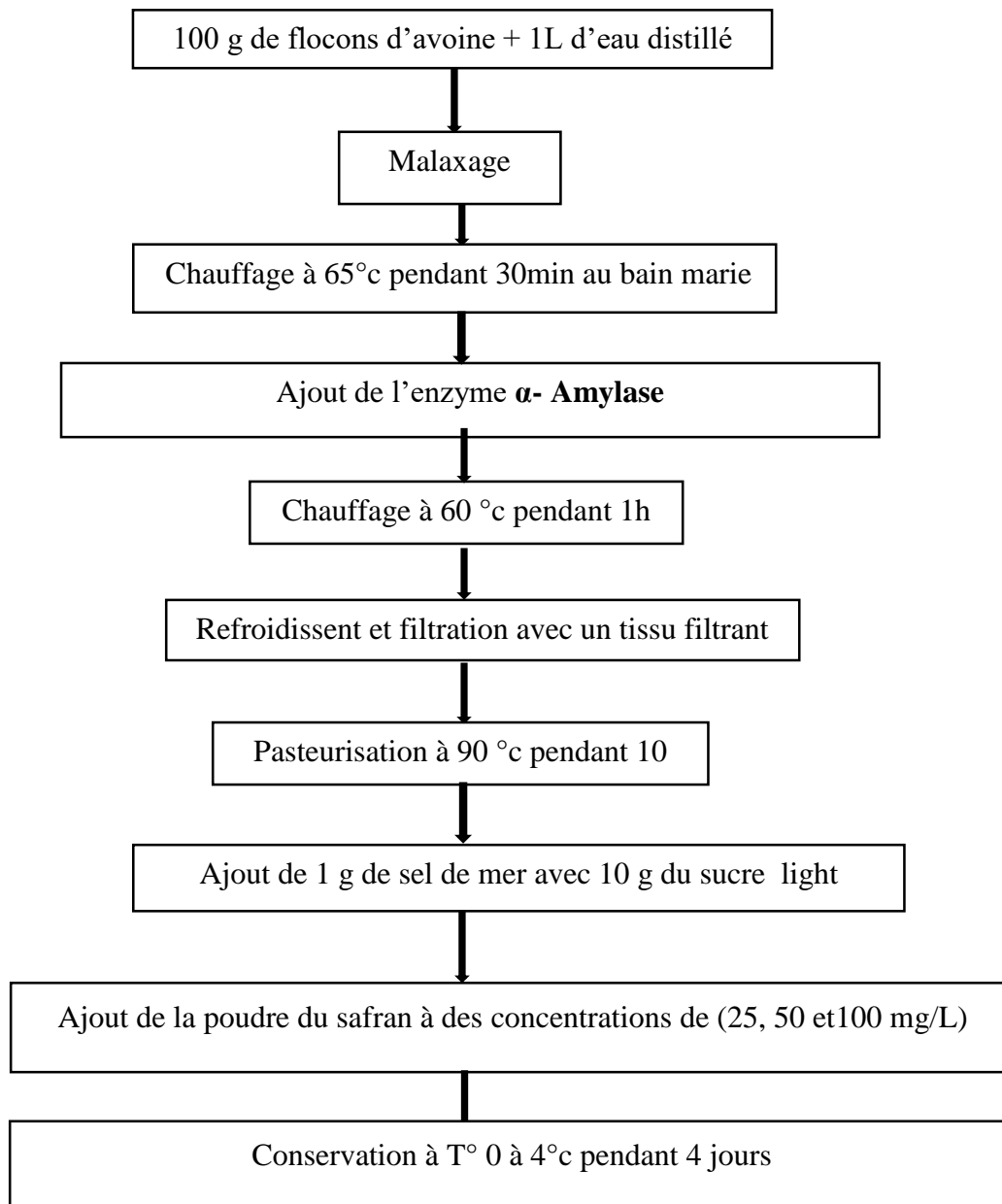
Boisson végétal à base de flocons d'avoine enrichie au safran

**I.2. Méthode**



### I.2.1. Élaboration d'une boisson végétale

La préparation de la boisson végétale a été réalisée selon le protocole décrit par (Wang et al., 2022). Les étapes d'élaboration (**figure 3**) sont représentées dans le diagramme suivant :



**Figure 3** : Diagramme des étapes d'élaboration de la boisson végétale.

**II. Analyse physico-chimiques****II.1. Mesure de Potentiel d'Hydrogène pH**

Les mesures du pH sont réalisées à l'aide d'un pH-mètre, les valeurs du pH qui sont lues directement sur l'appareil.

**II.2. Détermination du degré Brix****➤ Principe :**

Le Brix est une unité de mesure utilisé pour évaluer la proportion de saccharose dans le liquide, ce qui correspond au pourcentage de matière sèche soluble.

**➤ Mode opératoire**

1. Tout d'abord, nettoyer le prisme du réfractomètre avec l'eau distillée, et sécher avec du papier absorbant.
2. Déposer l'échantillon en quantité suffisante à l'aide d'une pipette sur la surface du prisme.

**➤ Expression des résultats**

La valeur de degré Brix s'affiche directement sur l'écran de l'appareil.

**II.3. Détermination de l'extrait sec**

La matière sèche désigne la partie des substances qui reste après avoir complètement séché l'échantillon. On l'exprime soit en pourcentage, soit en g/l (**Nongonierma et al., 2006**).

**➤ Principe**

L'échantillon est soumis à un chauffage dans une étuve ventilée à une température de  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  jusqu'à ce que sa masse atteigne une valeur constante. La diminution de poids observée est attribuable à l'évaporation de l'humidité.

**➤ Mode opératoire**

- Poser la capsule vide ( $m_0$ )
- Déposer 3g de l'échantillon dans une capsule en verre ( $m_1$ )
- Placer la capsule à l'étuve à  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  pendant 24 h
- Laisser refroidir au dessiccateur puis pesé la capsule ( $m_2$ ).

➤ **Expression des résultats**

$$Ec = \frac{m_2 - m_0}{m_1}$$

Alors que :

Ec : Extrait sec

m<sub>0</sub> : la masse de la capsule vide

m<sub>1</sub> : la masse de la capsule plus l'échantillon

m<sub>2</sub> : la masse de la capsule après déshydratation

#### II.4. Détermination du taux de cendres

La quantité de résidus minéraux restant après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine animale, végétale ou synthétique est appelée cendres totales (Aubry, 2013). On évalue le taux de cendres en utilisant la méthode décrite par (Le terme et Al, 2006).

➤ **Principe**

Le processus de chauffage intense dans un four à moufle à une température de 550 °C pendant 4 h permet d'assurer la destruction et l'élimination complète de toutes les substances organiques, qui sont complètement décomposées. Seuls les sels minéraux subsistent dans le récipient sous la forme d'une cendre blanche.

➤ **Mode opératoire**

1. Poser le creuset vide : P0
2. Placer le creuset contenant 5 g d'échantillon au four à 550°C pendant 4 heures : P1
3. refroidir au dessiccateur.
4. Peser le creuset contenant les cendres : P2

➤ **Expression des résultats**

$$\%Taux\ de\ cendre = \frac{p_2 - p_0}{p_1 - p_0} \times 100$$

### II.5. Détermination de la viscosité

La viscosité est une propriété fondamentale des fluides qui mesure leur résistance à l'écoulement. Bien que les termes « épais » ou « peu épais » soient souvent utilisés pour décrire la viscosité, ils ne sont pas assez précis pour obtenir des mesures quantitatives. Il est nécessaire d'utiliser un instrument spécifique appelé viscosimètre de couette (**figure 4**).

Il y a plusieurs types de viscosimètres parmi eux le viscosimètre de couette qui a été utilisé pour déterminer la viscosité de la boisson à base d'avoine.

#### ➤ Principe

Le viscosimètre de couette est un dispositif rotatif utilisé pour des applications de contrôle qualité. Il permet de mesurer avec précision rapidité et simplicité la viscosité et le comportement d'écoulement des liquide et des semi- liquides. Ce viscosimètre est constitué de deux cylindres concentriques : le cylindre intérieur (R1) est en rotation, tandis que le cylindre extérieur (R2) est fixe et entraîné par un moteur.

Lorsque le fluide est placé entre les deux cylindres, la force de viscosité du fluide empêche la rotation du cylindre

En mesurant la couple nécessaire pour maintenir le cylindre intérieur. En mesurant la couple nécessaire pour maintenir le cylindre intérieur immobile, on peut déterminer la valeur de la viscosité du fluide à l'aide d'un logiciel intégré à l'appareil. Le flux qui se produit entre les deux cylindres concentriques est appelé l'écoulement de couette.

#### ➤ Mode opératoire

- Prélever 50 ml de l'échantillon.
- Placer l'échantillon entre les cylindres coaxiaux verticaux.
- Démarrer le viscosimètre.
- Lire la valeur de la viscosité affichée par l'appareille.

#### ➤ Expression des résultats

La viscosité a été mesurée à température ambiante avec le même taux de cisaillement et les résultats affichés en **Pa/s** sur l'écran du viscosimètre, qui correspond au centpoise.



**Figure 4:** photographie de viscosimètre de couette

## II.6. Détermination de la densité : méthode du « pycnomètre »

La densité d'un liquide est généralement déterminée par rapport à celle de l'eau pure aux conditions de pression et de température spécifiques. Par conséquent la densité d'un liquide décrit la façon dont un liquide se comporte par rapport à l'eau.

La densité est une quantité adimensionnelle, ce qui signifie qu'elle n'a pas d'unité de mesure associée. Sa valeur dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse et de la température ce qui entraîne des variations dans un mélange (Catusse, 1996).

### ➤ Principe :

Le récipient utilisé est connu sous le nom de pycnomètre. Il se compose d'un petit ballon d'environ 10 ml au quel est fixé un bouchon spécialement ajusté contenant un tube capillaire. En utilisant une balance précise, il est possible de mesurer la masse du pycnomètre avant et après le remplissage, ce qui permet de calculer la masse volumique d'un liquide.

### ➤ Mode opératoire :

- Poser le pycnomètre vide (P0) et sec après tarer son poids.
- Remplir le pycnomètre avec le liquide (P1), refermer le bouchon et laisser s'échapper l'excès d'échantillon.
- Peser le pycnomètre rempli, puis mentionner son poids.

➤ **Expression des résultats :**

L'expression de la densité du liquide est :

$$Densité = \frac{P1 - P0}{V}$$

Alors :

P<sub>0</sub> : masse de pycnomètre vide

P<sub>1</sub> : masse de pycnomètre remplie

V : volume de pycnomètre rempli d'eau – volume de pycnomètre vide

**II. Evaluation de la qualité microbiologique**

Le contrôle microbiologique des produits alimentaires est indispensable pour vérifier et assurer une bonne qualité hygiénique de produit destiné à la consommation.

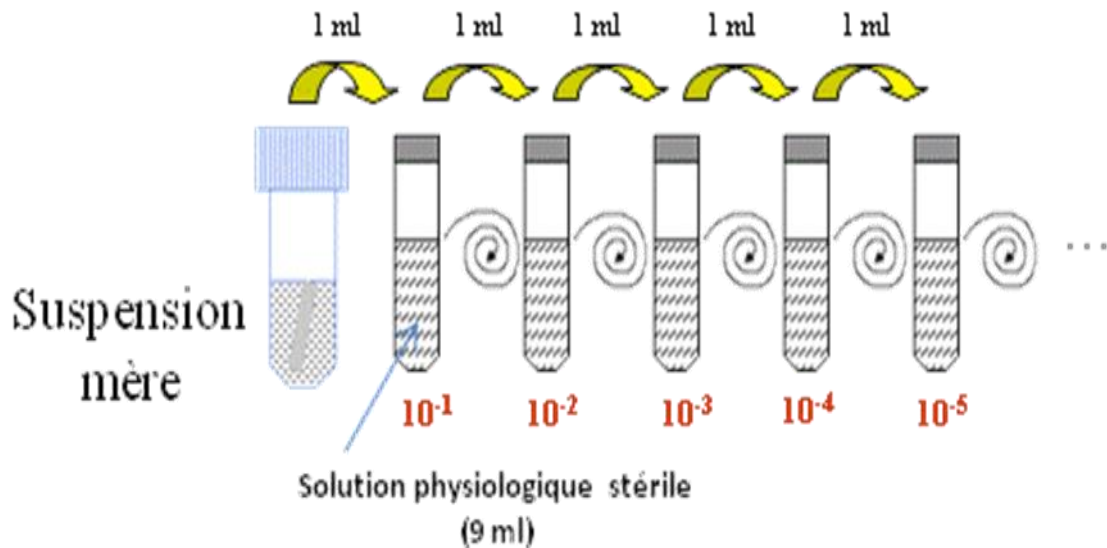
Elle va s'effectuée sur 3 types de micro-organismes (les entérobactéries, **FTAM**, les levures et les moisissures). **Le tableau VIII** présente les micro-organismes recherchés dans la boisson d'avoine enrichie en safran.

**Tableau VIII** : les micro-organismes recherchés dans la boisson à base du flocon d'avoine et leurs milieux d'ensemencements, ainsi que leur durée d'incubation.

Micro-organismes recherchés	Milieux Utilisés	Ensemencement	Incubation	
FTAM	GN	En masse	48h	25 degrés
Levures et moisissures	SABAURAUD	En surface	5 jours	25 degrés
Entérobactéries	VRBG	En masse	48 h	37 degrés

**III.1. Préparation des dilutions :**

L'analyse est entamée par la préparation d'une série de dilutions, en prélevant 1 ml d'échantillon à l'aide d'une micropipette, mélangé avec 9 ml de l'eau physiologique dans un tube, est ainsi la première dilution  $10^{-1}$  est obtenue. Ainsi la préparation des dilutions jusqu'à l'obtention de la dilution  $10^{-5}$ , cette préparation est effectuée dans des conditions hygiéniques.



**Figure 5:** Dilutions décimales.

### III-2 : Le dénombrement :

02 boîtes de pétri ont été préparé pour chaque dilution.

#### A)- Le dénombrement des moisissures et levures : ensemencement en surface

Couler le milieu sabouraud dans les boîtes pétri



Homogénéiser les boîtes par les mouvements de 8

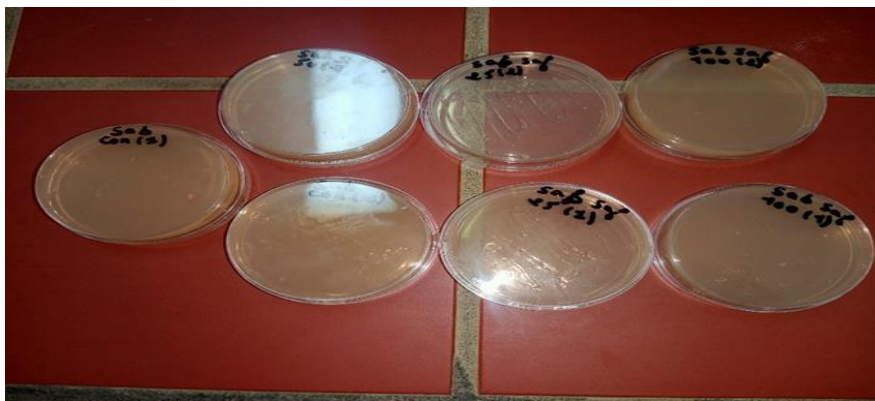
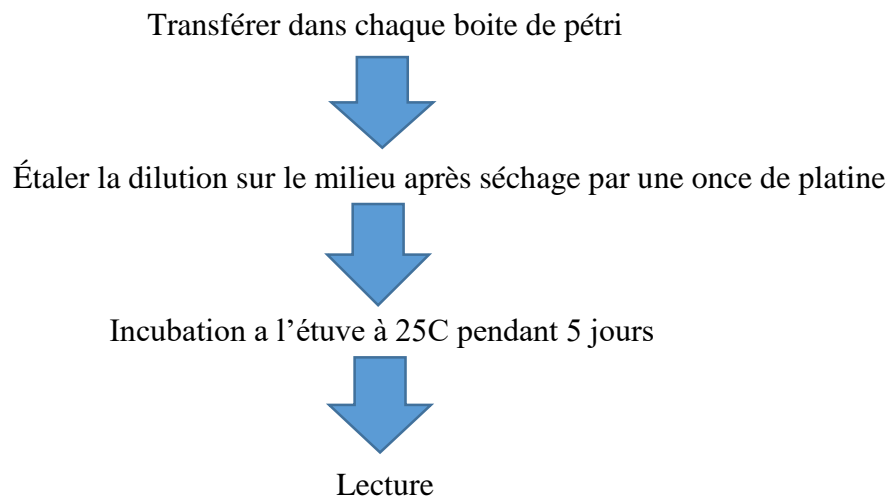


Laisser solidifier



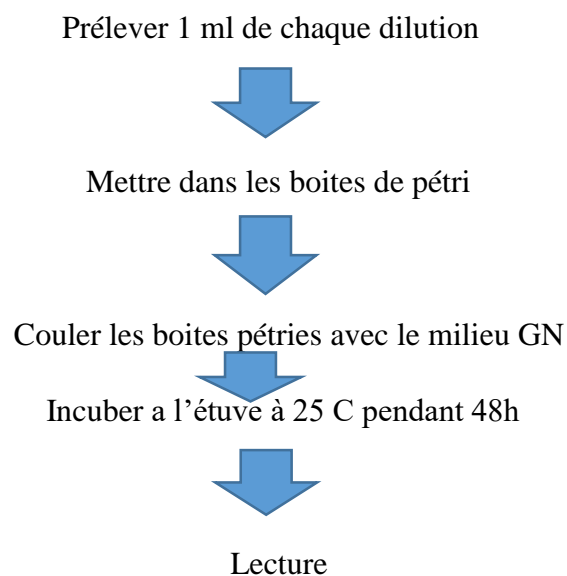
Prélever 0,1 ml de chaque dilution





**Figure 6:** Encensement des moisissures et levures

**B)- Dénombrement du FTAM :**





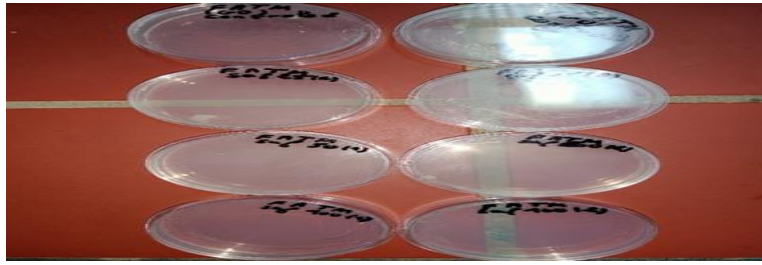


Figure 7: ensemencement de FTAM

C)- Dénombrement des entérobactéries :

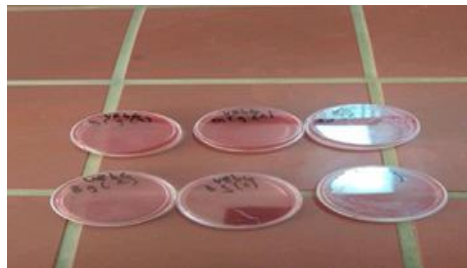
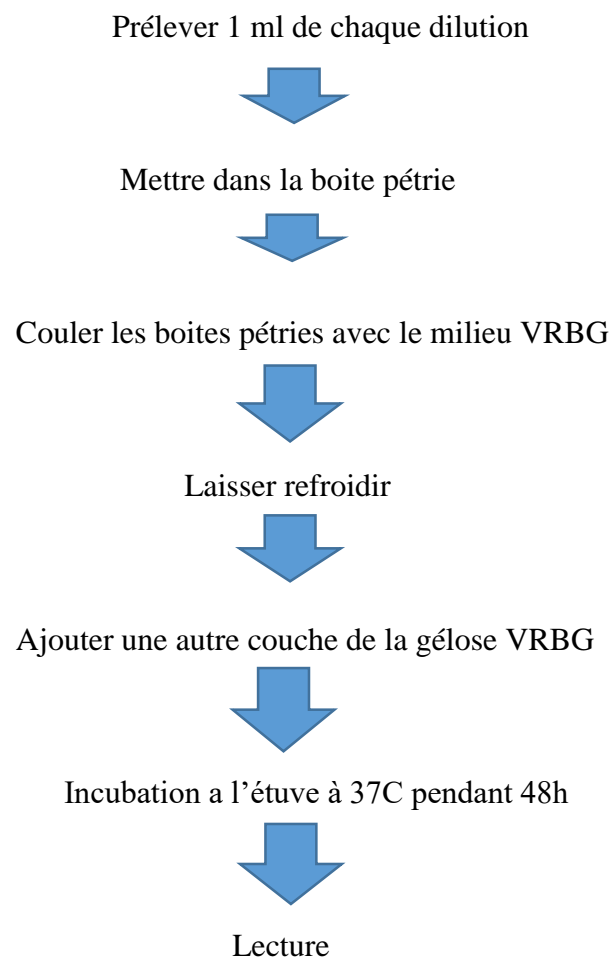


Figure 8: Ensemencement des entérobactéries

#### IV. Evaluation de l'activité anti- oxydante

##### IV.1. Extraction des composés phénolique

###### Principe

L'extraction implique le déplacement du principe actif contenu dans une substance vers un solvant (Pereira et al.2013) .

###### ➤ Mode opératoire

Les composés phénoliques des boissons sont extraits selon la méthode décrite par (Laura Moretto et al., 2021). 1.5 ml de l'échantillon est extrait avec de l'éthanol aqueux à 80% (30 ml). Agitation pendant 1 heure, centrifugation à 5000 tr/min pendant 20 min puis filtration sur papier wattman n°4. Le filtrat est utilisé pour le dosage des composés phénolique et évaluation de l'activité antioxydant.

##### IV.2. Dosage des composés phénoliques

###### ➤ Principe

La méthode de Folin – Ciocalteu est utilisée pour estimer la quantité de composés phénoliques présents.

Cette méthode repose sur la réduction alcaline de la combinaison de phosphotungstate (WO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) et de phosphomolybdate (MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) du réactif de Folin-Ciocalteu par les groupes phénoliques oxydables des composés. Cette réaction de réduction donne un produit de couleur bleue, dont l'intensité d'absorption à 765 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon (Macheix et al., 2005).

###### ➤ Mode opératoire

Les essais sont réalisés en triplicata en utilisant 50 µL d'extrait éthanoïque et 50 µL d'extrait mucilage. Ensuite, 2 ml d'eau distillée, 200 µL de Follin Ciocalteu et 800 µL de CaNO<sub>3</sub> sont ajoutés dans chaque tube à essai. Les tubes sont agités vigoureusement sur un vortex, puis incubés à 50 °C pendant 5 minutes. Enfin, les absorbances sont mesurées à une longueur d'onde de 765 nm.

Les résultats sont présentés en unités de mg équivalent d'acide gallique (EAG) pour 100 g d'échantillon (mg EAG/100g). Ces valeurs sont obtenues en utilisant une courbe d'étalonnage préparée avec différents niveaux de concentration d'acide gallique .

### IV.3. Evaluation de l'activité anti-oxydante

#### IV.3.1. Activité anti-radicalaire en utilisant le DPPH

##### ➤ Principe

La spectrophotométrie UV- visible peut être utilisée pour suivre la réduction du radical DPPH par un antioxydant en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm due à la présence d'extraits phénoliques. Le DPPH qui est initialement de couleur violette, change de couleur en jaune lorsqu'il est réduit en présence de composés anti-radicalaires.

La mesure des absorbances à 517 nm est utilisée pour déterminer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, ce qui est directement lié au pouvoir anti-radicalaire de l'échantillon (Mihoubi et al., 2019).

##### ➤ Mode opératoire

Un tube à essai content 1 ml de solution de DPPH est utilisé, ensuite on ajoute **600 µl** d'extrait éthanoïque et l'extrait de la boisson végétale, les tubes à essai sont agités vigoureusement à l'aide d'un vortex. Le mélange obtenu est ensuite placé dans l'obscurité et incubé pendant 30 min à température ambiante les absorbances sont ensuite mesurées à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de **517 nm**. Un échantillon de contrôle est également préparé en mélangeant 1 ml de solution de DPPH avec **600 µl** d'extrait de boisson végétal.

#### Expression des résultats

L'activité anti-oxydante (AA) est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$AA [\%] = [(A_0 - A) / A_0] * 100$$

Avec :

A<sub>0</sub> : Absorbance du contrôle.

A : Absorbance de l'échantillon

#### IV.3.2. Evaluation de l'activité anti-radicalaire en utilisant la ABTS

##### ➤ Principe

La méthode repose sur la neutralisation d'un radical cation. Ce radical cation est facilement généré par une réaction d'oxydation en présence de persulfate de potassium, ce qui entraîne la formation d'une solution colorée avec une teinte vert-bleu (Rouillac, 2006).

Lorsque vous ajoutez un antioxydant à la solution d'ABTS, cela entraîne la réduction du radical ABTS et une diminution de son absorbance. La magnitude de cette diminution dépend de l'activité antioxydant des composés testés, ainsi que du temps et de la concentration utilisés (Moretto et al., 2021).

➤ **Mode opératoire**

- Pour obtenir une solution de radical ABTS à une concentration de 7 mM, on dissout 38,4 mg d'ABTS, 6,62 mg de persulfate de potassium et on ajoute 10 ml d'eau distillée.
- La solution est dissoute pendant 5 minutes à température ambiante, puis elle est placée à l'abri de la lumière et incubée toute la nuit à température ambiante.
- Pour obtenir une densité optique à 734 nm de  $0,7 \pm 0,02$ , la solution d'ABTS est diluée avec de l'eau distillée.
- Après avoir ajouté 200  $\mu$ L de l'extrait à doser à 1800  $\mu$ L de la solution d'ABTS, nous laissons l'ensemble incuber à l'obscurité pendant 6 min. Ensuite, nous mesurons les absorbances à une longueur d'onde de 734 nm.
- Le blanc a été préparé en remplaçant l'extrait par le solvant d'extraction.

➤ **Expression des résultats**

L'activité antioxydant est calculée selon la formule suivant :

$$\text{Le pourcentage d'inhibition \%} = [(A_0 - A) / A_0] * 100$$

Avec :

A<sub>0</sub> : Absorbance du contrôle

A : Absorbance de l'échantillon

## V. Evaluation sensoriel

Une analyse sensorielle a été réalisée au niveau de laboratoire d'analyse sensoriel de l'université de Bejaïa, sur les échantillons de la boisson d'avoine enrichie en safran, le panel d'analyse se compose de jury experts, la boisson d'avoine a été servie dans des boites en plastiques fermées et mises dans des boites en papiers et présentées avec un code à un chiffre et exposées dans un ordre équilibré, avec de l'eau dans le but de nettoyer leur palais entre chaque dégustation.

Un questionnaire (annexe) a été remis à chaque dégustateur pour évaluer les caractéristiques organoleptiques : couleur, odeur, sensation en bouche (goût, arôme, acidité, arrière-goût), texture (consistance), des échantillons de la boisson d'avoine formulée.

Les données rassemblées à partir du questionnaire distribué aux panels, ont été traitées en utilisant le logiciel **XLSTAT version 2014**, qui est un outil complet d'analyse de données et statistiques. Les principales fonctionnalités de ce logiciel, utilisées pour interpréter les résultats comme suite : plan d'expérience, caractérisation des produits, **(ACP)**, **(CAH)** et préférence MAPPING (PREFMAP).

### **VI- les analyses statistiques**

Toutes les données représentent la moyenne de trois essais. Pour le traitement des données, une étude statistique a été réalisée en utilisant une analyse de la variance (ANOVA), un test de LSD de Fisher à l'aide d'un logiciel STAT GRAPHICS plus 5,1. Le degré de signification des résultats est pris à la probabilité ( $p \leq 0,05$ ).

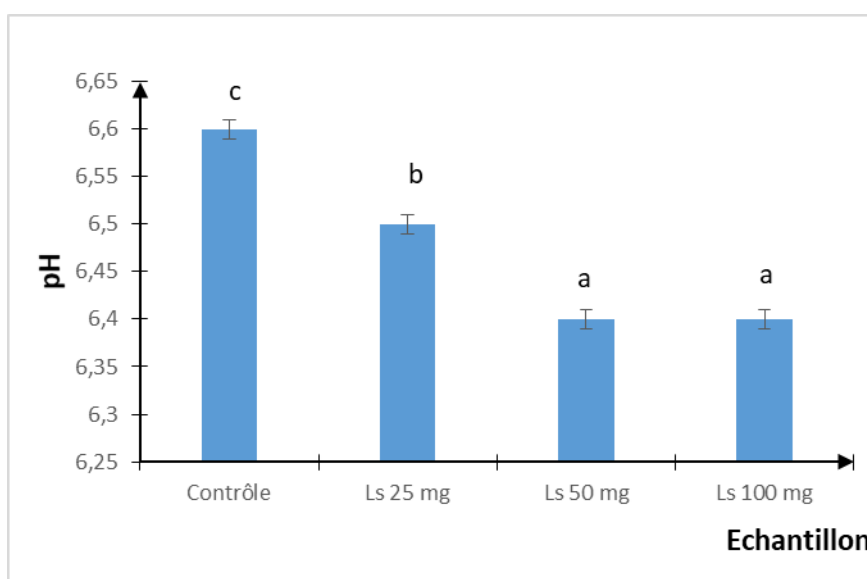
## **Résultats et discussions**

## I. Caractéristiques de la boisson à base d'avoine

### I.1 Paramètres physico-chimique

#### I.1.1. pH

Les mesures du pH de nos 4 formulations de boisson végétale sont représentées dans la figure 9. L'analyse statistique relève des différences significative  $p \leq 0.05$  entre les différentes formulations.



**Figure 9:** valeurs du pH des différentes formulations de la boisson végétale

Les lettres a, b, c indiquant des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les différentes échantillons.

**Contrôle** : échantillon (A) ; **Ls 25** : échantillon (B) ; **Ls 50** : échantillon (C) ; **Ls 100** : échantillon (D).

Les mesures de pH représentent un contrôle de qualité pour s'assurer que le produit présente la bonne acidité.

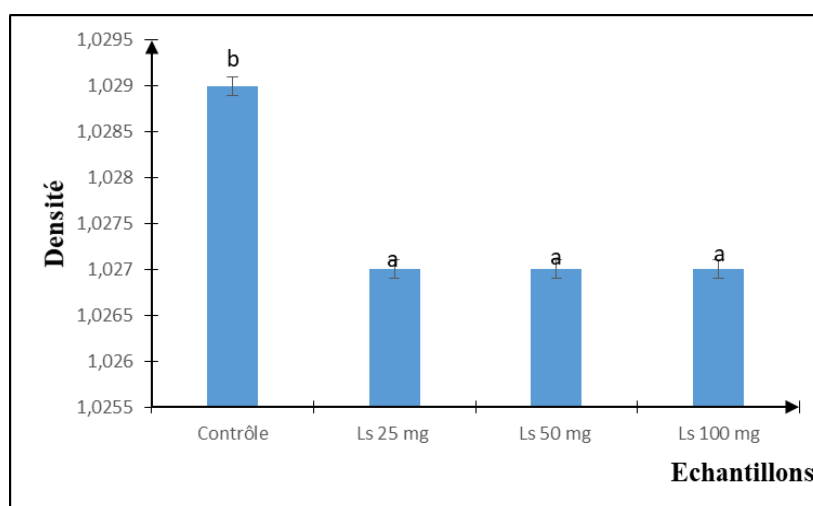
Le lait d'avoine contrôle affiche la valeur la plus élevée et les boissons enrichie avec 50mg et 100 mg de safran sont les valeurs les plus faibles.

Nous notons une diminution des valeurs du pH avec l'augmentation de la concentration du safran. Des études ont montré que le safran contient des pigments colorés notamment la crocine, la crocetine et le picrocrocine, qui conféré au safran ces propriétés colorantes et sa

saveur amère peuvent libérer des ( $H^+$ ) et ainsi diminuer le pH du milieu (Khorasanchi, M et al, 2007).

### I.1.2. La densité

Les valeurs de la densité de nos quatre formulations de boisson végétale sont représentées dans la figure 10. L'analyse statistique des résultats relève une différence significative ( $p \leq 0.05$ ) entre les différentes formulations.



**Figure 10:** représentation graphique de la densité des quatre échantillons de la boisson végétale.

Les lettres a, b indiquant des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les différentes échantillons.

**Contrôle** : échantillon (A) ; **Ls 25** : échantillon (B) ; **Ls 50** : échantillon (C) ; **Ls100** : échantillon (D).

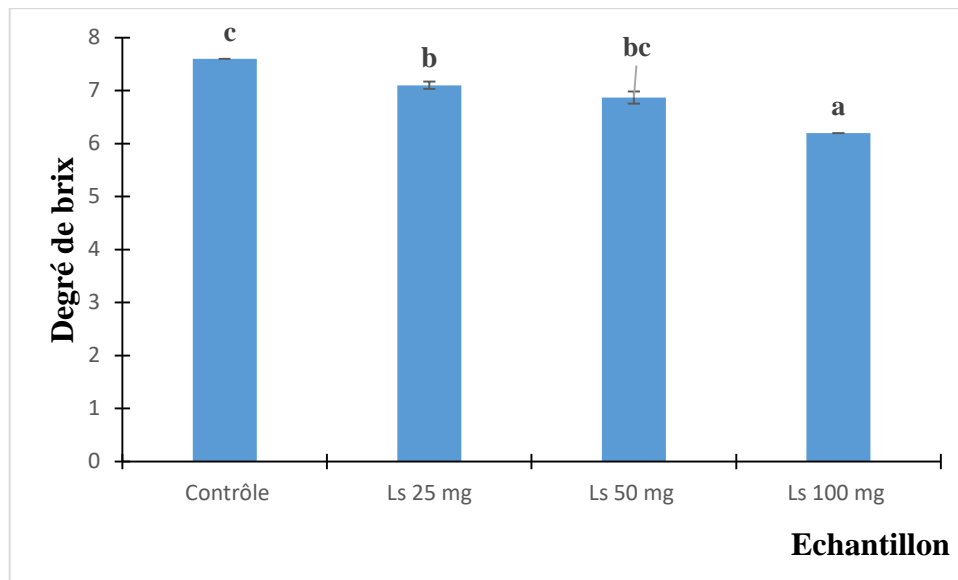
La densité d'un liquide est définie comme le quotient de la masse volumique du liquide sur celle de l'eau pure à une température de  $39.8^{\circ}C$ .

Nous notons une diminution des valeurs de la densité des échantillons supplémenté en safran par rapport à l'échantillon contrôle. Cette diminution est due à l'ajout de la poudre de safran à la boisson d'avoine. Car l'ajout d'une poudre ou d'un élément solide à l'eau conduit à la diminution de la densité (Valette, 1996). Notre produit élaboré est constitué de près de 80% d'eau ce qui explique ces diminution de densité avec l'augmentation de la concentration du safran.



### I.1.3. le taux de Brix

Le taux de Brix est une mesure utilisée pour quantifier la fraction de saccharose contenue dans un liquide. Les valeurs du Brix de la boisson d'avoine contrôle et enrichie en différentes concentrations en safran sont représenté dans la figure 10. L'analyse statistique révèle une différence significative entre les quatre échantillons à ( $p \leq 0.05$ ).



**Figure 11** : représentation graphique du degré de Brix des quatre échantillons de la boisson végétale.

Les lettres a, b, c indiquant les différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les différentes échantillons.

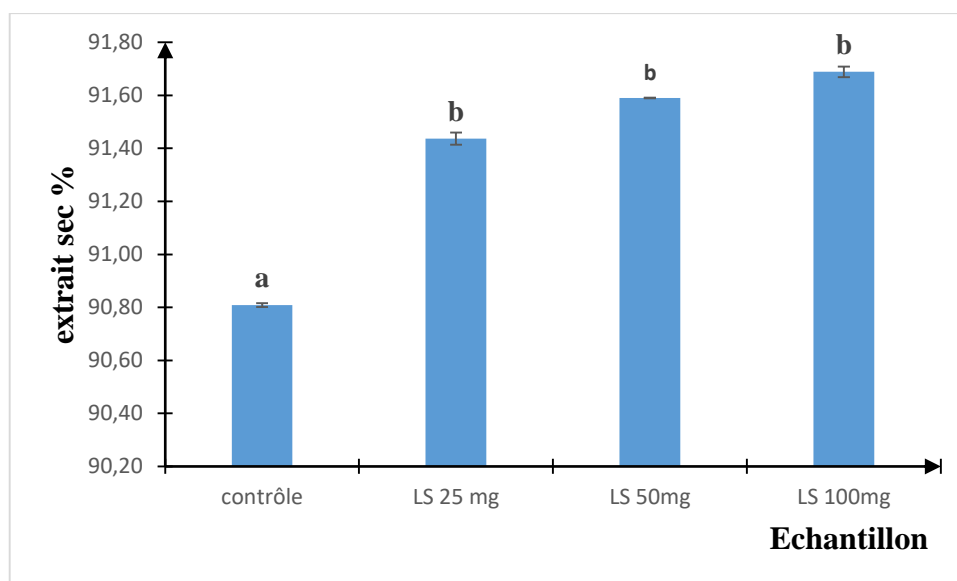
Contrôle : échantillon (A) ; Ls 25:échantillon (B) ; Ls 50 : échantillon (C) ;Ls 100 :échantillon (D).

La valeur du Brix de l'échantillon contrôle est de 7.6 degré de Brix cette valeur est nettement supérieur à celle rapporté par le département de l'agriculture des États-Unis (USDA) qui sont généralement comprise entre 3 à 5 degré de Brix pour le lait d'avoine sans sucre. Ce résultat peut être dû à l'ajout de sucre light dans notre formulation. Les échantillons enrichis en safran présentent des degrés de Brix nettement inférieur par rapport au contrôle. Cette diminution du degré de Brix pourrait être expliquée par le fait que le safran contient une quantité importante d'eau, autour de 10-12% d'humidité donc, quand on ajoute du safran, on ajoute aussi

de l'eau qui dilue la solution. Comme le degré Brix mesure la quantité de soluté par rapport à l'eau, cette dilution entraîne une diminution de la valeur de Brix (Sampathu et al. 1984).

#### I.1.4. Mesure de l'extrait sec

Le taux de l'extrait sec de nos formulation de boisson d'avoine contrôle et enrichie en différentes concentrations en safran sont représenté dans la figure 12. L'analyse statistique révèle une différence significative entre l'échantillon contrôle et les 3 échantillons supplémenté en safran a ( $p \leq 0.05$ ). La concentration en safran additionné n'influence pas l'extrait sec.



**Figure 12:** représentation graphique du taux d'extrait ses des quatre échantillons de la boisson végétale.

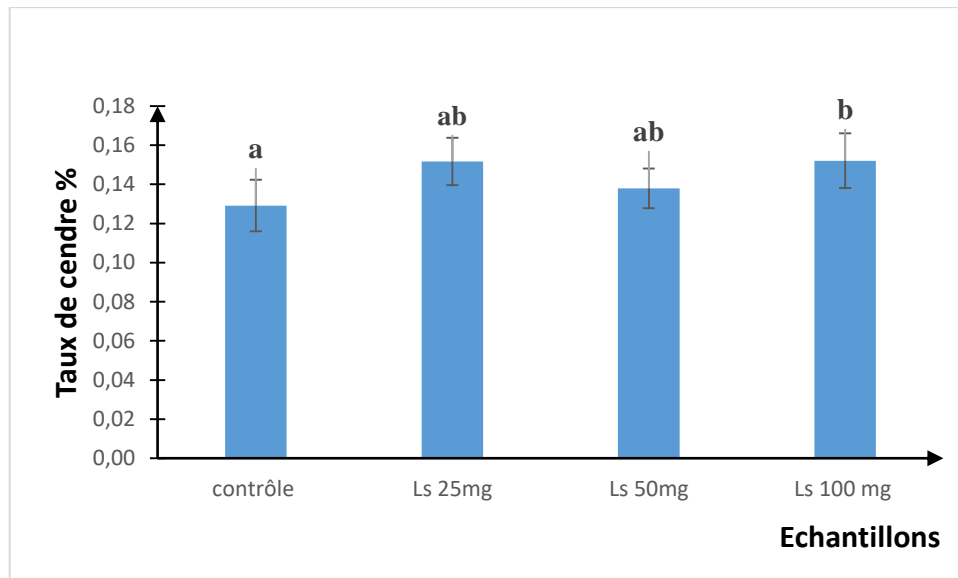
Les lettres a, b indiquant des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les différentes échantillons.

**Contrôle** : échantillon (A) ; **Ls25** : échantillon (B) ; **Ls50** : échantillon (C) ; **Ls100** : échantillon (D).

Les formulations enrichi en safran présentent un extrait sec nettement supérieur au contrôle cette augmentation est probablement due à l'ajout de la poudre de safran. L'ajout de safran apporte des composés phénoliques, des sucres et des substances minérales qui contribuent tous à l'extrait sec, d'où son augmentation avec la quantité de safran ajoutée (Hosseinzadeh H ,2015).

### I.1.5. Le taux de cendres

C'est la teneur en résidus solides demeurant après la constitution de matériaux carbonés. Le taux de cendre de nos formulations de boisson d'avoine contrôle et enrichie en différentes concentrations en safran sont représenté dans la figure 13.

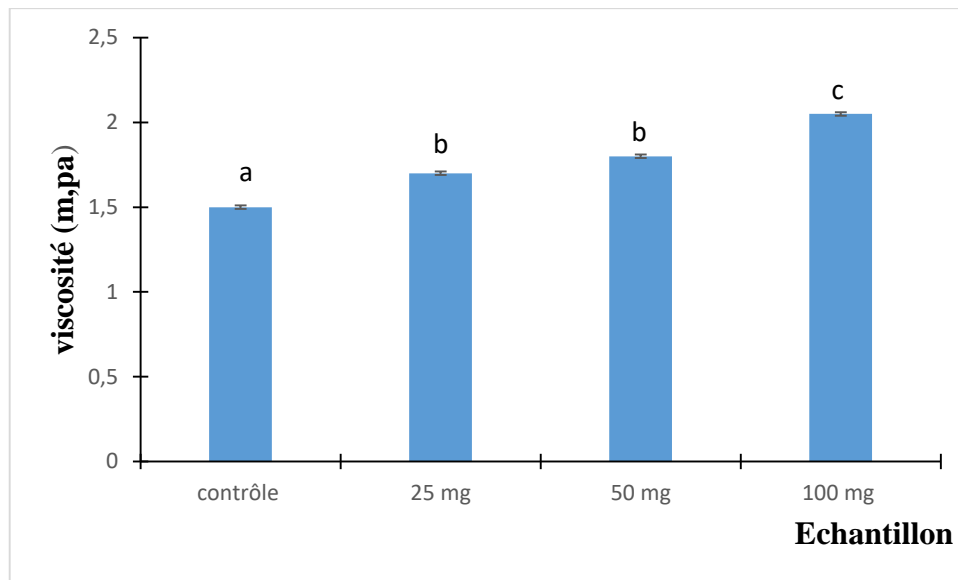


**Figure 13 :** représentation graphique du taux de cendre des quatre échantillons de la boisson végétale

L'étude statistique montre qu'il n'existe pas de différence significative ( $p \leq 0.05$ ) entre les quatre formulations de boisson végétales élaborées. De là on peut conclure que l'addition du safran à différentes concentrations n'influence pas le taux de cendre.

### I.1.6. la viscosité

La viscosité de la boisson d'avoine contrôle et enrichie en différentes concentrations en safran sont représenté dans la figure 14. L'analyse statistique révèle une différence significative entre les quatre échantillons à ( $p \leq 0.05$ ).



**Figure 14** : représentation graphique de la viscosité des quatre échantillons de la boisson végétale

Les lettres a, b, c indiquant des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les différents échantillons.

Contrôle : échantillon (A) ; Ls 25 : échantillon (B) ; Ls 50 : échantillon (C) ; Ls100 : échantillon (D).

La boisson contrôle ou bien le lait d'avoine nature affiche le taux de viscosité le plus faible contrairement à la boisson enrichi en 100mg de safran qui affiche la valeur la plus élevée.

Nous notons également une augmentation du taux de viscosité avec l'augmentation de la concentration du safran. L'étude menée par **Ajala et al. (2016)** sur l'effet de l'ajout de du gingembre sur la viscosité du lait de soja a montré que l'ajout de cette épices a conduit à une augmentation significative de la viscosité.

## I.2. Evaluation de la qualité microbiologique

### I.2.1 les résultats des analyses microbiologiques

On a effectué les analyses microbiologiques sur 4 échantillons (contrôle, LS 25mg, LS 50mg, LS 100mg), le **tableau VIII** présent les résultats de ces analyses :

**Tableau VIII:** résultats des analyses microbiologiques

Germes	Résultats
FTAM	Absence
Levures et moisissures	Absence
Entérobactéries	Absence



**A)- levures et moisissures**



**B)- FTAM**



**C)- Les entérobactéries**

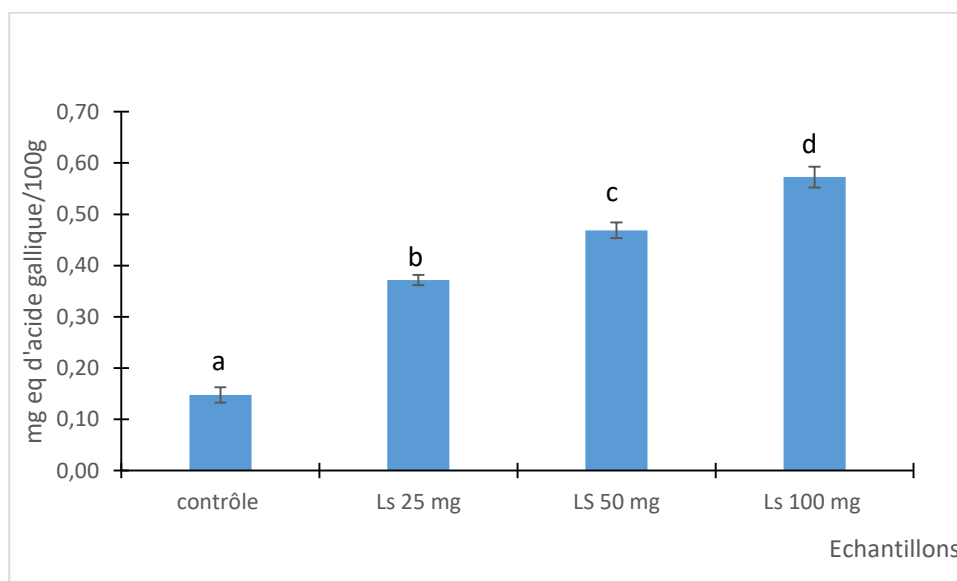
**Figure 15 :** les résultats des analyses microbiologiques

L'absence du FTAM, levures et moisissures et les entérobactéries est une preuve de la qualité satisfaisante de notre produit.

### I.3. Evaluation de l'activité de l'anti- oxydante

#### I.3.1. Les composés phénoliques totaux

Les résultats du dosage des composés phénoliques des différentes formulations de lait d'avoine nature et enrichie en différentes concentration en safran sont représentés dans la **figure16**. L'analyse statistique relève des différences significative  $p \leq 0.05$  entre les différentes formulations.



**Figure 16** : représentation graphique des concentrations en composés phénoliques des boissons végétales

Les lettres a, b, c indiquant des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les différentes échantillons.

**Contrôle** : échantillon (A) ; **Ls 25** : échantillon (B) ; **Ls50** : échantillon (C) ; **Ls100** : échantillon (D).

Le lait d'avoine contrôle présente la plus faible concentration en composés phénoliques, et la boisson enrichie avec 100mg de safran affiche la teneur la plus élevée. Ce résultat reflète les différents composés phénoliques totaux contenu les boissons formulées, le safran est largement reconnu pour ses propriétés antioxydants (**Hosseinzadeh, 2013**).

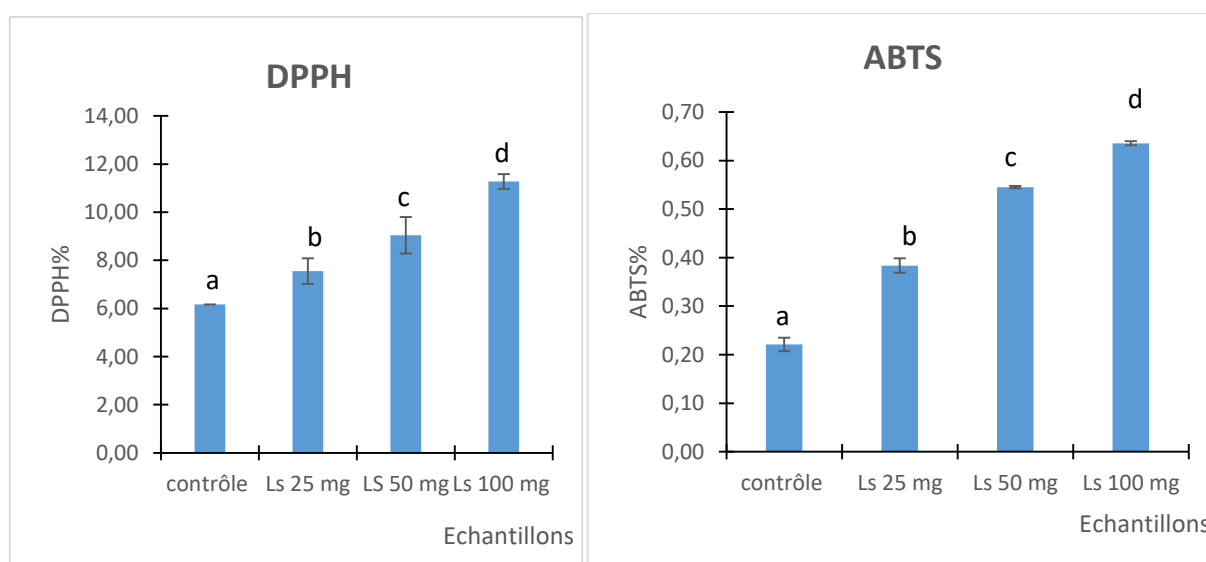
On note une augmentation de la teneur en composé phénolique avec l'augmentation de la proportion du safran additionné cela est attribué à un teneur plus élevé en polyphénol dans la

poudre de safran la même tendance est observée par **Hung et al. (2022)** dans l'enrichissement du yaourt en différent taux de quinoa.

Les composés phénoliques totaux du lait contrôle sont probablement dus à la présence de phénol dans l'avoine qui renferme des acides phénoliques et **flavonoïdes (Gangopadhyay et al.2015)**, et cette céréale est spécifiquement riche en avenantra-mides (substances actives présentes dans l'avoine) présentant des activités antioxydants (**Perrelli et al. 2018 ; Sage 2013**).

### I.3.2. L'activité anti radicalaire contre le radical DPPH et ABTS

Les résultats de l'évaluation de l'activité antioxydant par les deux tests d'inhibition DPPH et ABTS sont représentés dans la figure 17. L'analyse statistique des résultats obtenus montre un effet significatif ( $P \leq 0.05$ ) des facteurs mis en jeu dans notre essai.



**Figure 17:** représentation graphique de l'activité anti radicalaire DPPH et ABTS

Les lettres a, b, c, d indiquant des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les différents échantillons.

**Contrôle** : échantillon (A) ; **Ls 25** : échantillon (B) ; **Ls 50** : échantillon (C) ; **Ls100** : échantillon (D).

Les valeurs de l'activité antioxydant du lait d'avoine nature présente des taux d'inhibition inférieure à celle rapportée par **Mortero et al. (2021)** dans l'évaluation de la activité antioxydant du lait d'avoine du commerce.

Les échantillons du lait d'avoine supplémenté safran affichent les taux les plus élevés. Le taux d'inhibition maximale est attribué à la concentration de 100mg de safran et la plus faible activité est attribuée au lait contrôle. La tendance obtenue reflète ce qui a été trouvé par le test du dosage des composés phénoliques totaux avec une augmentation de l'activité avec l'augmentation de la concentration de safran.

Dans l'avoine, vitamine E, phénolique acides tels que les acides caféique et férulique, et avenanthra- mides sont les principales molécules antioxydants (**Peterson 2001 ; Rasane et al. 2015**).

Le safran est reconnu pour ses effets antioxydants attribué à la présence des caroténoïdes la crocine, le safranal (**Santaromo bio, 2013**).

La différence observée entre la capacité antioxydant pour les radicaux DPPH et ABTS Selon **Sah et al. (2014)** pourrait être expliquée par la différence de solubilité et diffusivité de ces radicaux dans le milieu réactionnel.

#### **IV. Analyse sensorielle**

##### **IV.1 Evaluation sensorielle**

La planification expérimentale est une étape essentielle pour maximiser l'utilisation des données collectées dans des conditions statistiques optimales. Après avoir évalué les produits avec un groupe de participants, il est nécessaire de comparer ces produits dans des conditions statistiques appropriées. Avant de procéder aux différents tests sur XLSTAT, un plan d'expérience a été élaboré. Une fois que les données des jurys experts sont saisies dans le logiciel, on peut les analyser.

##### **IV.1.1. Test de plan d'expérience**

La procédure de génération d'un plan d'expérience a été lancée pour prendre en compte les données, à savoir le nombre d'échantillons analysés ou produits (4) et le nombre de juges (n=12). Après avoir effectué une analyse sensorielle, un plan d'expérience optimal a été identifié. Cela confirme la validité des autres tests réalisée sur XLSTAT.

##### **IV.2. Caractérisation des produits**

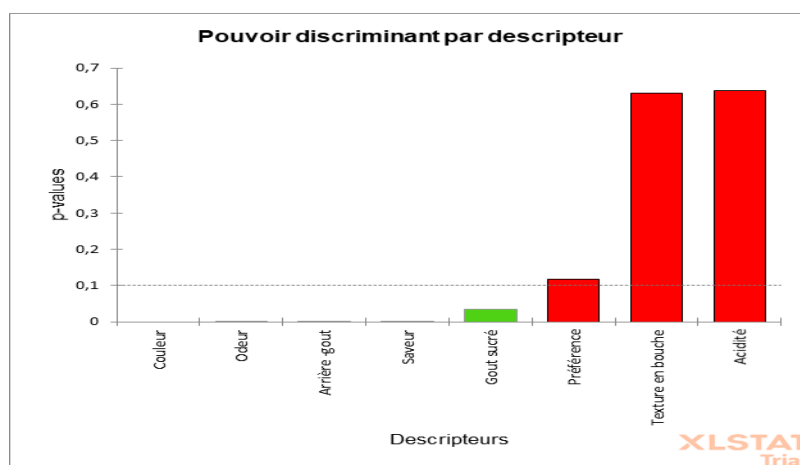
La caractérisation des produits vise à déterminer les descripteurs distinctifs des quatre produits évalués, ainsi que les caractéristiques importantes de chaque produit selon l'évaluation



des juges lors de l'étude sensorielle .il s'agit donc d'identifier les attributs (tels que la couleur, l'odeur, la texture, etc.)Qui permettent de différencier de manière significative les produits, et de déterminer l'intensité relative de ces caractéristiques ainsi que leur interdépendance.

#### IV.2.1.Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test classe les descripteurs selon leur pouvoir discriminant, du plus fort ou plus faible, en évaluant s'il existe une diversité de caractéristiques entre les produits A, B, C, D, en fonction des valeurs de p-valeurs, les résultats obtenus sont présentés dans la figure 18.



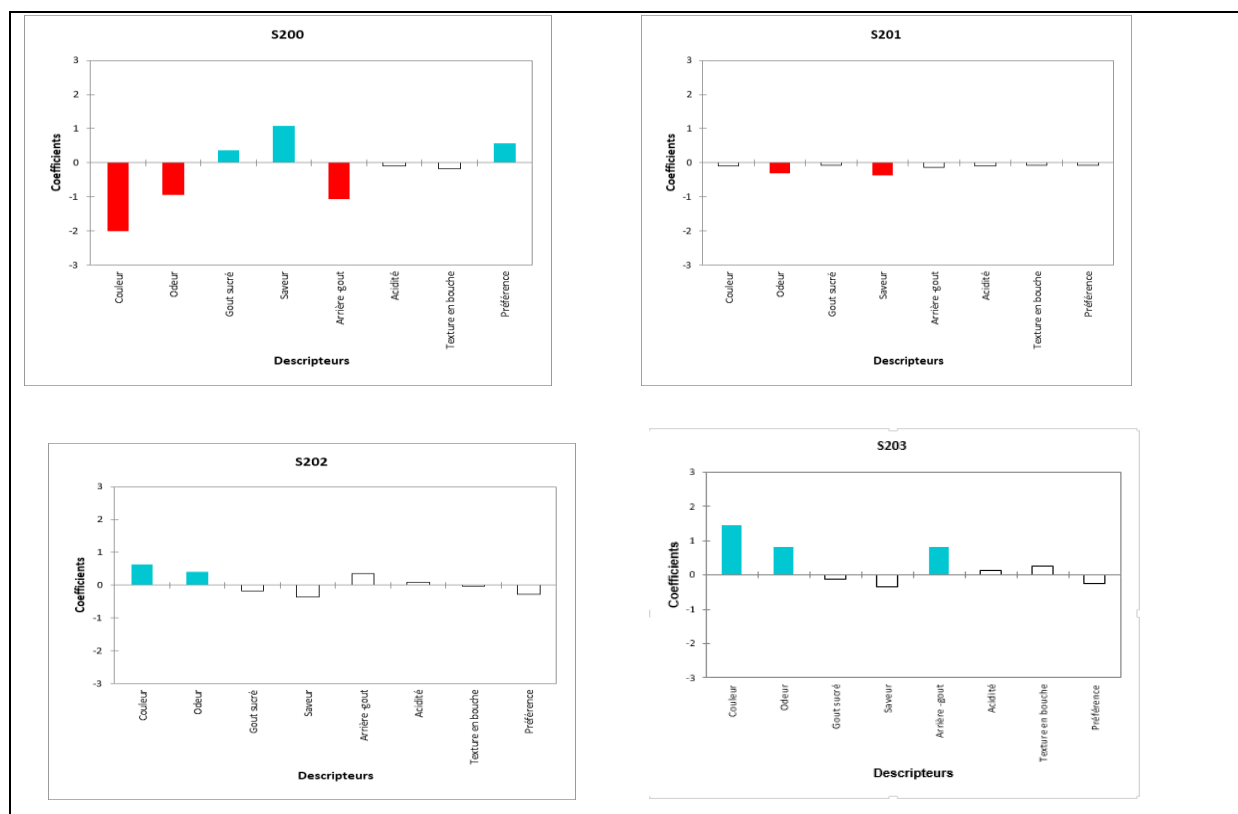
**Figure 18** : pouvoir discriminant pour le descripteur

L'odeur et l'arrière-goût et la saveur sont les descripteurs les plus discriminants (différent entre les échantillons).Suivi par le Goût sucré et la préférence. En revanche le texture en bouche et l'acidité, sont les caractéristiques les moins discriminantes, cela signifie que ces dernières caractéristiques diffère très peu entre les échantillons.

## IV.2.2. Coefficient des modèles

Dans ce test, les données ont été traitées pour chaque combinaison de descripteur et de produit. Pour chaque combinaison, nous avons obtenu un coefficient, une moyenne estimée, une p-value et un intervalle de confiance sur le coefficient. Ces résultats nous permettent de décrire les caractéristiques individuelles de chaque produit par rapport à la moyenne des évaluateurs.

Trois histogrammes représentant les coefficients du modèle ont été générés. L'un d'entre eux correspond au produit A, tandis que les deux autres, B et C, sont représentés dans la **figure 19**. Cette figure permet une visualisation rapide pour identifier les coefficients qui définissent chacun des produits.



**Figure 19** : coefficient des modèles des quatre échantillons de la boisson d'avoine enrichie au safran  
**S200(A)** : contrôle ; **201 (B)**: Ls 25mg ; **202(C)** :Ls50mg ; **203(D)** :Ls100mg

On utilise la couleur bleue pour représenter les caractéristiques dont le coefficient est significativement positif, la couleur rouge pour représenter celles dont le coefficient est

significativement négatif, et la couleur blanche pour celles dont le coefficient n'est pas significatif.

Pour l'échantillon A, le rouge représente une intensité inférieure à la moyenne des juges en termes de couleur, d'odeur et d'arrière-goût. Cela signifie que ces caractéristiques sont faiblement intenses ou moins intenses par rapport à l'échantillon B. En revanche, le goût sucré, la saveur et la préférence sont représentés en bleu, ce qui indique une intensité supérieure à la moyenne des juges. Ces caractéristiques sont donc fortement intenses ou plus intenses par rapport à l'échantillon B. L'acidité et la texture en bouche, représentées en blanc, sont identiques à celles de l'échantillon B et se rapprochent de la moyenne des juges.

Dans l'échantillon B, les caractéristiques d'odeur et de saveur sont représentées en rouge, ce qui indique qu'elles sont inférieures à la moyenne des juges. Cela signifie que ces caractéristiques sont faiblement intenses ou moins intenses par rapport à l'échantillon A. En revanche, les autres caractéristiques (couleur, goût sucré, arrière-goût et préférence) sont représentées en blanc, ce qui suggère qu'elles diffèrent des caractéristiques de l'échantillon A mais sont proches de la moyenne des juges.

Dans l'échantillon C, les caractéristiques de couleur et d'odeur sont représentées en bleu, ce qui signifie qu'elles sont supérieures à la moyenne des juges. Cela indique une intensité plus élevée par rapport aux échantillons A et B. En revanche, les autres caractéristiques telles que le goût sucré, la saveur, l'arrière-goût, le goût, l'acidité, la texture en bouche et la préférence sont proches de la moyenne des juges, ce qui suggère qu'elles sont faiblement intenses ou moins intenses par rapport aux échantillons A et B.

Dans l'échantillon D, les caractéristiques la couleur et l'odeur et l'arrière-goût sont représenté en bleu ce qui signifie qu'elles sont supérieures à la moyenne des juges .cela indique une intensité plus élevée par rapport aux échantillons A, C, en revanche que les autres caractéristiques tels que le goût sucré, la saveur, acidité, la texture en bouche et la préférence sont proche à la moyenne des juges. Ce qui suggère qu'elles sont faiblement intenses ou moins intenses par rapport aux échantillons A, B et C.

### IV.2.3. Moyenne ajustées par produit

**Tableau X** présente les moyennes ajustées à partir du modèle pour chaque combinaison de descripteur et de produit. Il met en évidence les moyennes lorsqu'on croise les différents produits et les caractéristiques.

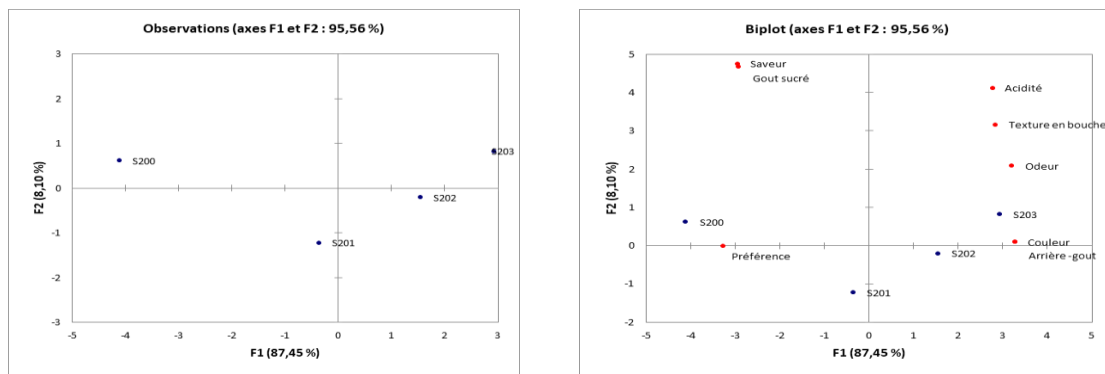
**Tableau X** : Moyennes ajustées par produit

	Arrière -			Texture		Gout		
	Couleur	gout	Odeur	Acidité	en bouche	Saveur	sucré	Préférence
S203	5,004	4,391	4,150	1,420	2,177	2,526	2,087	2,855
S202	4,195	3,900	3,729	1,386	1,886	2,521	2,053	2,816
S201	3,460	3,412	2,976	1,201	1,840	2,502	2,143	3,025
S200	1,529	2,481	2,355	1,201	1,737	3,984	2,591	3,680

Les moyennes qui sont considérablement supérieures à la moyenne globale, comme la texture de la boisson d'avoine nature, sont représentées en bleu. En revanche, les moyennes qui sont significativement inférieures à la moyenne globale, telles que la couleur, le goût et l'odeur pour les deux échantillons (contrôle et boisson enrichie avec 25 mg de safran), ainsi que la saveur pour l'échantillon contenant uniquement 25 mg de safran, sont indiquées en rouge.

### IV.2.4. Analyse en Composantes Principales (APC)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est l'une des méthodes les plus couramment utilisées pour l'analyse de données multivariées. Elle permet d'explorer des données quantitatives, qu'elles soient continues ou discrètes, dans lesquelles les observations (individus, produits) sont décrites par plusieurs variables (descripteurs, attributs, mesures) et sont présentées sous forme de tableau. L'ACP est largement utilisé dans de nombreux domaines. Elle facilite l'étude et la visualisation des corrélations entre les caractéristiques afin d'identifier des groupes d'observations homogènes ou, inversement, des observations atypiques. La figure 20 présente la corrélation entre les variables et les facteurs.



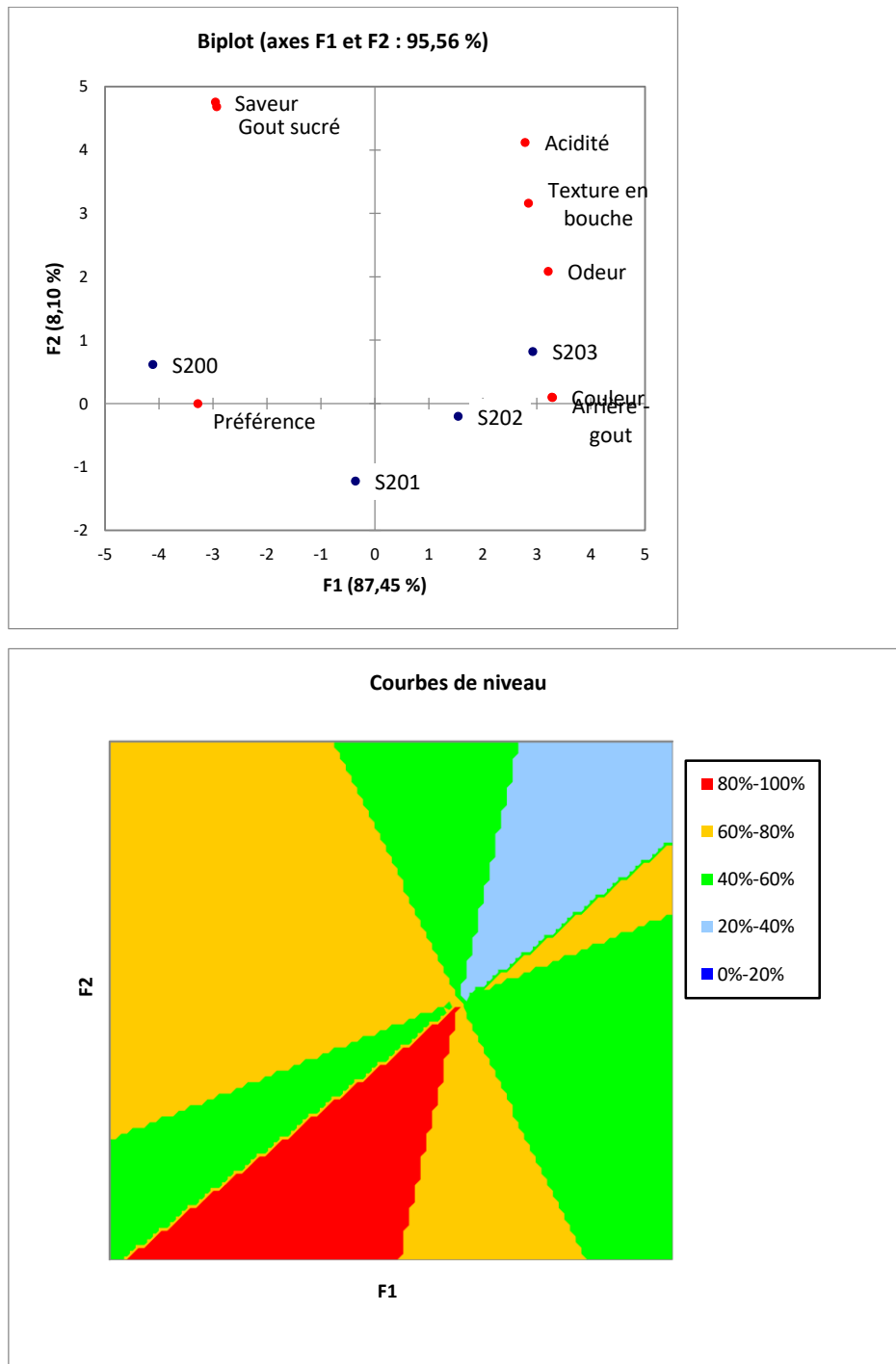
**Figure 20** : corrélation entre les variables et les facteurs

La qualité de la figure est évaluée comme étant assez bonne car elle représente 87,45% de la variabilité et de l'observation. Cette figure démontre que tous les descripteurs sont présents dans le graphe. Les descripteurs tels que l'acidité, la texture en bouche, l'odeur et la saveur sont positivement corrélés de manière significative, car ils sont proches les uns des autres dans le graphe, ce qui indique leur dépendance mutuelle. En revanche, la couleur et l'arrière-goût sont négativement corrélés de manière significative, car ils sont éloignés les uns des autres dans le graphe, ce qui suggère également leur dépendance mutuelle, mais dans le sens opposé.

La carte obtenue révèle que les experts ont considéré les produits comme étant relativement différents les uns des autres.

## IV.2.5. Cartographie des (PRFMAD)

La cartographie des préférences a été réalisée après avoir effectué une ACP des 4 échantillons d'une boisson d'avoine enrichie en safran, **la figure 21** représente la cartographie de préférence.



**Figure 21** : cartographie des préférences de la boisson d'avoine enrichie au safran

Le S200 (contrôle) est l'échantillon le plus populaire, avec une satisfaction de 60 % parmi les juges, principalement en raison de son goût sucré et sa saveur. Ensuite, les échantillons S201 (Ls25mg), S202 (Ls50mg) et S203 (100mg) sont tous appréciés par un nombre égal de juges, soit 40 %.

L'échantillon S200 se distingue principalement par sa saveur et sa douceur sucrée, tandis que l'échantillon S201 est caractérisé par son parfum distinctif. En ce qui concerne les échantillons S202 et S203, ils se démarquent par leur couleur jaune orangé et leur délicieux arrière-goût de safran.

## **Conclusion**



## Conclusion

L'objectif de cette étude consiste à élaborer une nouvelle boisson végétale à base d'avoine, enrichi en safran à des concentrations de (25mg, 50mg et 100mg/ml). Notre étude a été portée sur l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques des quatre formulations ; le lait d'avoine nature considéré comme contrôle et celui additionné des trois concentrations de safran. Nous avons également testé la qualité microbiologique ainsi que l'étude des propriétés antioxydantes et sensorielles.

Les résultats de la caractérisation physico-chimique ont démontré une diminution significative du pH des boissons enrichies en safran ainsi qu'une diminution du taux de Brix. Les valeurs de la viscosité des préparations additionnées en safran sont significativement supérieures à la boisson contrôle. En revanche la densité des boissons enrichie est inférieure à la boisson contrôle.

On note une augmentation des composés phénoliques dans la boisson d'avoine avec l'augmentation des concentrations (25, 50,100 mg). La même tendance est notée pour l'activité anti radicalaire contre le radical DPPH et ABTS.

L'analyse microbiologique de la boisson formulée est satisfaisante et ne présente aucun danger pour la consommation (absence de levures et moisissures, entérobactéries, et la flore totale mésophiles aérobies).

La cartographie des préférences des différentes boissons à révéler que la boisson contrôle S200 est appréciée par près de 60% des juges et S203 est le moins appréciée.

### **Perspectives :**

- Etudier la valeur nutritionnelle de la boisson à base des flocons d'avoine enrichie en safran.
- Réaliser une étude rhéologique sur cette boisson.
- Amélioration de la qualité organoleptique de la boisson d'avoine enrichie en safran

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

### A

**Aib H., Abdelhafid, R., & Mazouz. (2020).** Evaluation des activités biologiques et l'effet cytotoxique des huiles essentielles de *Crocus Sativus L.*

**Alain R., (2009).** L'avoine fleurie.

**Alemayehu G, F et al, (2021).** Proximate, mineral and anti-nutrient compositions of oat grains (*Avena Sativa*) cultivated in Ethiopia : implications for nutrition and mineral bioavailability.

**Amrouche, F. (2020).** Les laits végétaux ou véganes. Génie Alimentaire. Retrieved 15 Mai 2023 from <https://genie-alimentaire.com/spip.php?article294>

**Aubry., C. (2013).** Détermination de taux de cendres

### B

**Bankar, G. R., Nayak, P. G., Bansal, P., Paul, P., Pai, K., Singla, R. K., & Bhat, V. G. (2011).** Vasorelaxant and anti hypertensive effect of *Cocos nucifera* Linn. Endocarpe on isolated rat thoracic aorta and DOCA salt-induced hypertensive rats. *Journal of ethnopharmacology*, 134(1), 50-54

**Belkhiri, B., Bouab, C., & Zellagui, A. (2018).** Extraction, dosage des composés phénoliques et évaluation de l'activité antioxydant par le test DPPH de la propolis et pollen de l'est Algérien.

**BRITEL, Z., MOURADI, A., & GIVERNAUD, T. (2017).** Développement de l'agriculture biologique dans la région de Khénifra, Maroc: cas du safran. *Afrique Science*, 13(5), 262-274.

### C

**Catusse, M. (1996).** La grande faune de montagne. Dubray.

**Choudhary, A., Kumar, A., Kaur, H., Balamurugan, A., Padhy, A. K., & Mehta, S. (2021).** Plant performance and defensive role of  $\beta$ -amino butyric acid under environmental stress. *Plant Performance Under Environmental Stress: Hormones, Biostimulants and Sustainable Plant Growth Management*, 249-275

**Crozet, A. (2012).** *Crocus Sativus L.* (Iridaceae), le safran (II). *Phytothérapie*, 10, 186-193.

**Coffman, F. A., 1977.** Oat history, identification and classification. Technical Bulletin No 1516. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington D.C., United States. 356 pp.

## Références bibliographiques

---

**Condurso, C., Cincotta, F., Tripodi, G., & Verzera, A. (2017).** Bioactive volatiles in Sicilian (South Italy) saffron: Safranal and its related compound. *Journal of Essential oil Research*, 29(3), 221-227.

### D

**D'Archivio, A. A., Giannitto, A., Maggi, M. A., & Ruggieri, F. (2016).** Geographical classification of Italian saffron (*Crocus Sativus* L.) based on chemical constituents determined by high-performance liquid-chromatography and by using linear discriminant analysis. *Food Chemistry*, 212, 110-116.

### E

**El Midaoui, A., Ghzaïel, I., Vervandier-Fasseur, D., Ksila, M., Zarrouk, A., Nury, T., Khallouki, F., El Hessni, A., Ibrahimi, S. O., & Latruffe, N. (2022).** Saffron (*Crocus Sativus* L.): A source of nutrients for health and for the treatment of neuropsychiatric and age-related diseases. *Nutrients*, 14(3), 597

### F

**Ferrence, S. C., & Bendersky, G. (2004).** Therapy with saffron and the goddess at Thera. *Perspectives in Biology and Medicine*, 47(2), 199-226

**Foucant, F. (2023).** Lait de coco : bienfaits, recettes, alternatives. *Passeport santé nutrition*. Retrieved 10 juin 2023 from <http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=lait-coco>

### G

**GALFOUT, L., KHLIFA, Z., & KHRAIS, C. (2020).** Analyse de la performance technico économique des plantes aromatiques et médicinales dans la région de Tiaret: cas du safran université ibn khaldoun-tiaret].

**Ghaffari, S., & Roshanravan, N. (2019).** Saffron; An updated review on biological properties with spécial focus on cardiovascular effects. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 109, 21-27.

**Gohari, A. R., Saeidnia, S., & Mahmoodabadi, M. K. (2013).** An overview on saffron, phytochemicals, and medicinal properties. *Pharmacognosy reviews*, 7(13), 61.

**GHERISSI, M., MAHMOUD, K. B., JEMAI, N., & JEMMALI, A.** Contribution à la multiplication en masse du safran (*Crocus Sativus* L.) par le biais de la régénération in vitro.

## Références bibliographiques

---

### H

**Hazart, J. (2022).** Lait d'amande : quels sont les bienfaits de ce lait végétal ? Passeport santé nutrition. Retrieved 14 mars 2023 from

<http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=lait-amande-bienfaits-lait-vegetal>

**Hassouna, C., & Zobiri, H. (2021).** Contribution à la caractérisation biologique des extraits des racines de *Crocus Sativus* issus de la région d'El-Oued.

**Hadizadeh, F., Mohajeri, S., & Seifi, M. (2010).** Extraction and purification of crocin from saffron stigmas employing a simple and efficient crystallization method. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 13(14), 691.

**Hosseinzadeh, H., & Nassiri-Asl, M. (2013).** Avicenna's (Ibn Sina) the canon of medicine and saffron (*Crocus Sativus*): à review. *Phytotherapy Research*, 27(4), 475-483.

**Hatziagapiou, K., Kakouri, E., Lambrou, G. I., Bethanis, K., & Tarantilis, P. A. (2019).** Antioxidant properties of *Crocus Sativus* L. and its constituents and relevance to neurodegenerative diseases; focus on Alzheimer and Parkinson's disease. *Current neuropharmacology*, 17(4), 377-402.

### J

**Joukar, S., Najafipour, H., Khaksari, M., Sepehri, G., Shahrokhi, N., Dabiri, S., Gholamhoseinian, A., & Hasanzadeh, S. (2010).** The effect of saffron consumption on biochemical and histopathological heart indices of rats with myocardial infarction. *Cardiovascular toxicology*, 10, 66-71

### K

**Khan, M., Naseer, S, Nagoo S, Nahvi, F(2011)** Comportement des bulbes de saffron (*Crocus Sativus .L*) pour la production de bulbes filles.

**Khazdair, M. R., Boskabady, M. H., Hosseini, M., Rezaee, R., & Tsatsakis, A. M. (2015).** The effects of *Crocus Sativus* (saffron) and its constituents on nervous system: A review. *Avicenne journal of phytomedicine*, 5(5), 376.

**Khiari, R., Zemni, H., & Mihoubi, D. (2019).** Raisin processing: Physicochemical, nutritional and microbiological quality characteristics as affected by drying process. *Food reviews international*, 35(3), 246-298.

## Références bibliographiques

---

### M

**Mayer, N. (2018).** Lait animal, lait végétal : quelles différences ? Futura. Retrieved 14 mai2023 from <http://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/nutrition-lait-animal-lait-vegetal-differences-9388/>

**Moretto, L., Tonolo, F., Folda, A., Scalcon, V., Bindoli, A., Bellamio, M., Feller, E., & Rigobello, M. P. (2021).** Comparative analysis of the antioxidant capacity and lipid and protein oxidation of soy and oats beverages. *Food Production, Processing and Nutrition*, 3(1), 1-10.

### N

**Norrving, B., Nilsson, B., & Cronquist, S. (1981).** Cerebral ischemic symptoms in carotid artery occlusion: Role of hemodynamic factors. *Neurological Research*, 3(1), 125-138.

**Nongonierma, R., Ndiaye, A., Ndiaye, M., & Faye, B. (2006).** Activite anti-inflammatoire des decoctes aqueux et alcoolique des feuilles de *Boscia senegalensis* (Pers) Lam. Ex. Poir. Capparridaceae. *Médecine d'Afrique Noire*, 53(10), 557-563.

### P

**Palomares, C. (2015).** Le safran, précieuse épice ou précieux médicament? Université de Lorraine].

### R

**Ray, M. c. (2016).** Les laits végétaux sont-ils bons pour la santé ? Futura. Retrieved 8 juin2023 from <http://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/nutrition-laits-vegetaux-sont-ils-bons-sante-6889>

**Research, M. (2022).** Le marché du lait végétal vaut 42,86 milliards de dollars en 2029. Yumda. Retrieved 16 mars from <http://www.yumda.com/fr/news/1176635/le-marche-du-lait-vegetal-vaut-42-86-milliards-de-dollars-en-2029.html>

### S

**Sampathu et al., (1984).** Contribution à la multiplication en masse de safran (*Crocus Sativus* L)

**Samarghandian, S., & Borji, A. (2014).** Anticarcinogenic effect of saffron (*Crocus Sativus* L.) and its ingredients. *Pharmacognosy Research*, 6(2), 99

**Sirodot g-e., 2016.** L'avoine, description, classification, Etude du grain des variétés Françaises et Etrangères, culture.

### V

## Références bibliographiques

---

**Venkatachalam, P., Jayaraj, M., Manikandan, R., Geetha, N., Rene, E. R., Sharma, N., & Sahi, S. (2017).** Zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) alleviate heavy metal-induced toxicity in *Leucaena leucocephala* seedlings: à physiochemical analysis. *Plant Physiology and Biochemistry*, 110, 59-69.

**Valette, K. (1996).** Densité pulmonaire et quantification vasculaire.

### Z

**Zangirolami-Raimundo, J., d'Oliveira Echeimberg, J., & Leone, C. (2018).** Research methodology topics: Cross-sectional studies. *Journal of Human Growth and Development*, 28(3), 356-360.

**Zhang, J., Zhang, M., Bai, X., Zhang, Y., & Wang, C. (2022).** The impact of high hydrostatic pressure treatment time on the structure, gelatinization and thermal properties and in vitro digestibility of oat starch. *Grain & Oil Science and Technology*, 5(1), 1-12.

## Références bibliographiques

---



## Références bibliographiques

---

## Références bibliographiques

---

### Annexe I : matériels et réactifs utilisés pendant les analyses physico-chimiques.

Matériel utilisé	Produits
1)- Étuve /creuset	1)- Eau distillée
2)- Balance /béchers	2)- Solution ABTS
3)- Erlenmeyers / fioles jugé	3)- Solution DPPH
4)- Burette-pipette	4)- Éthanol 80 %
5)- Papier filtre /tubes à essai	5)- $\text{CaNO}_3$
6)- Dessiccateur/four a moufle	6)- Follin Ciocalteu
7)- Éprouvette graduée	
8)- Agitateur magnétique	
9)- Barreaux magnétique	
10)- Bain marie	
11)- Pycnomètre	
12)- Refractomètre	
13)- Viscosimètre	
14)- Centrifugeuse	
15)- pH-mètre	
16)- Micropipette	

### Annexe II : matériels et produits utilisés dans les analyses microbiologiques

Matériels utilisé	milieux utilisés
1)- Boites de pétris	1)- Gélose nutritive (GN)
2)- Bec bunsen	2)- Gélose sabouraud
3)- Étuve	3)- Gélose VRBG
4)- Bain marie	
5)- Micropipette	
6)- Tubes à essai	

## Références bibliographiques

---

Annexe III : Questionnaire d'analyse sensorielle d'une boisson végétale :

### Questionnaire d'analyse sensorielle d'une boisson végétale :

**Nom :**

**prénom :**

**Age :**

**Masculin / féminin**

**Date :..... /...../...**

**Heure :.....h.....min**

Dans le cadre d'une analyse sensorielle d'une boisson végétale à base de flocons d'avoine. Quatre échantillons codée S200, S201, S202, S203 vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon les codes donnés :

#### 1. couleur :

1-Blanc Albâtre

2-Blanc cassé

3-jaunes claire

4-jaunes foncé

5-jaunes orangé

S200	S201	S202	S203

#### 2. Odeur :

1-Absente

2-Faible

3-Moyen

4-Forte

5-Très forte

S200	S201	S202	S203

#### 3. Gout :

##### ➤ Gout sucré

1-Pas du tout sucré

2 -Faiblement sucré

3-Sucré

4-Fortement sucré

5-Très fortement sucré

S200	S201	S202	S203

##### ➤ Saveur attribuée :

1- Epice curcuma

2- Epice Safran

3-Fruit (mangue)

4- Céréales

5-Non identifiée

S200	S201	S202	S203

##### ➤ Arrière –gout :

1-Absent

2-faibles

3-Moyen

4-Fort

5-Très fort

S200	S201	S202	S203

## Références bibliographiques

### 4. Acidité :

- 1-Absence d'acidité
- 2 -Faiblement acide
- 3-Acide
- 4-Fortement acide
- 5-Très fortement acide

S200	S201	S202	S203

### 5. Texture en bouche :

- 1 -Liquide
- 2-très faiblement onctueux
- 3-Faiblement onctueux
- 4-moyennement onctueux
- 5-très onctueux

S200	S201	S202	S203

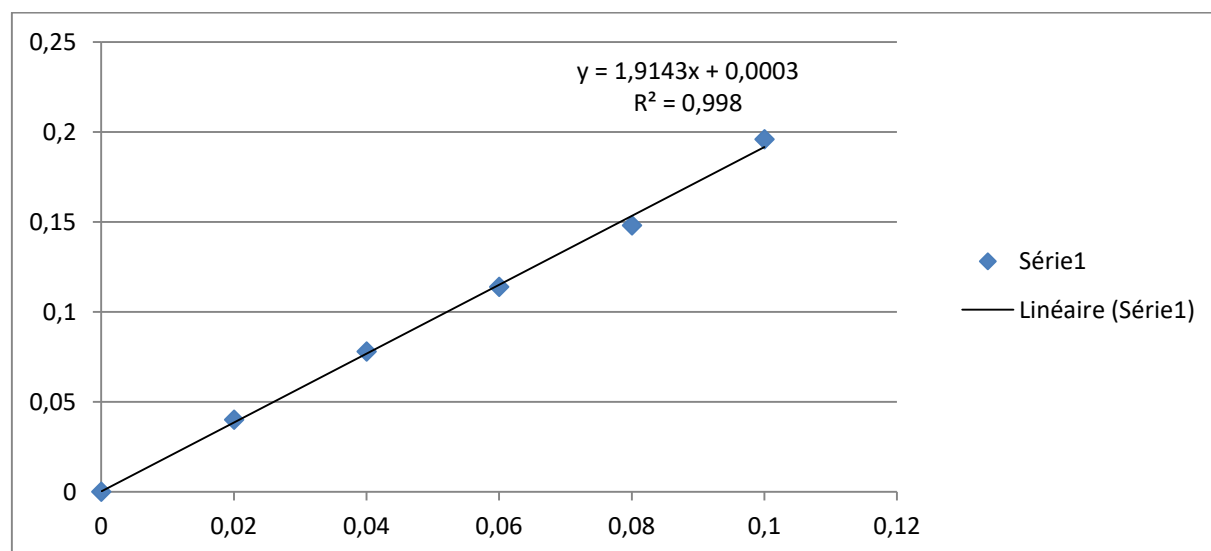
### 6. Préférence :

Attribuer une note de 1 à 7 à chaque échantillon selon votre préférence, sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et 7 au plus préféré. Comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

1. Extrêmement désagréable
2. Très désagréable
3. Désagréable
4. Assez désagréable
5. Agréable
6. Très agréable
7. Extrêmement agréable

S200	S201	S202	S203

### Annexe IV : courbe acide gallique (courbe d'étalonnage) des composés phénolique



## Références bibliographiques

---

## Résumé

Cette étude porte sur l'élaboration d'une boisson végétale à base de flocon d'avoine enrichie au safran, en faisant des analyses physico-chimiques et microbiologique et d'évaluation de l'activité anti- oxydante la qualité microbiologique et l'évaluation sensorielles. La boisson végétale est préparée par malaxage de 100g de flocon d'avoine pour 1L d'eau distillée. Quatre formulations ont été élaborées, à savoir : la boisson contrôle (sans aucun ajout) et 3 formulations additionnées en poudre de safran à des concentrations de 25 mg, de 50 mg et de 100mg. Les résultats de la caractérisation physico-chimique ont démontré une diminution significative du pH et du taux de Brix des boissons enrichies. Contrairement à la viscosité qui augmente avec l'incorporation du safran. Les échantillons supplémentés présentent une activité antioxydant nettement supérieur à la boisson contrôle. L'analyse microbiologique des boissons formulées est satisfaisante. L'analyse sensorielle à révéler une préférence de 60% de juges pour la boisson contrôle que pour la boisson enrichie au safran.

**Mots clés :** boisson végétal, flocon d'avoine, safran, analyses physico-chimique, analyses microbiologique, activité antioxydant.

## Abstract

This study focuses on the development of a vegetable drink based on oat flakes enriched with saffron, by carrying out physico-chemical and microbiological analyses and evaluating antioxidant activity, microbiological quality and sensory evaluation. The vegetable drink is prepared by blending 100g of oat flakes with 1L of distilled water. Four formulations were developed: the control beverage (with no additions) and 3 formulations with saffron powder added at concentrations of 25mg, 50mg and 100mg. The results of the physico-chemical characterization showed a significant decrease in pH and Brix level of the enriched beverages. In contrast, viscosity increased with the incorporation of saffron. The fortified samples showed significantly higher antioxidant activity than the control beverage. Microbiological analysis of the formulated beverages was satisfactory. Sensory analysis revealed a 60% preference for the control beverage over the saffron-enriched beverage.

**Key words:** vegetable drink. Oatmeal, saffron, physico-chemical analysis, microbiological analysis, antioxidant activity.



## Références bibliographiques

---



## Références bibliographiques

---

## Références bibliographiques

---

## Références bibliographiques

---

### Résumé :

#### **Abstract**

This study concerns the development of a vegetable drink based on oat flakes enriched with saffron. The main physico-chemical characteristics were studied, along with microbiological quality, antioxidant and sensory properties. The vegetable drink was prepared by blending 100g of oat flakes with 1L of distilled water. Four formulations were developed: a control drink with no added ingredients, and 3 formulations with added saffron powder at concentrations of 25mg, 50mg and 100mg. The results of the physico-chemical characterization demonstrated a significant decrease in pH and Brix level of the enriched drinks. In contrast, viscosity increased with the incorporation of saffron. The fortified samples showed significantly higher antioxidant activity than the control beverage. Microbiological analysis of the formulated beverages was satisfactory. Sensory analysis revealed a 60% preference for the control beverage.

**Keywords :** oat milk, vegetable drink, saffron, physico-chemical analysis, microbiological analysis, antioxidant activity, sensory analysis.