

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Bejaia
Faculté de Technologie
Filière Génie des Procédés

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Option Génie Alimentaire

Thème

**Analyse physico-chimiques, microbiologiques et
sensorielles d'une boisson végétale à base d'amande
enrichie au sirop de dattes**

Présenté par :

- ❖ BENALLOUACHE Sabrina
- ❖ ABERKANE Nabila

Soutenu : septembre 2021

Devant le jury composé de :

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| ❖ M ^{me} BELKHIRI Wassila | Examinatrice |
| ❖ M ^{me} ARKOUB Lynda | Présidente |
| ❖ M ^{me} BEY Zakia | Encadreur |

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté pour élaborer ce modeste travail.

Nous remercions spécialement notre promotrice Mme BEY pour avoir bien voulu diriger ce travail en nous faisant part de ses connaissances.

Nous remercions l'ingénieure de laboratoire Mme ADRAR Kahina pour son aide à réaliser notre mémoire et Mme smail pour son aide dans l'analyse sensoriel

Nous exprimons également notre gratitude aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer notre mémoire.

Nos sincères remerciements également à toutes les personnes qui nous ont aidés, conseillé, orienté et encouragé tout au long de la genèse de ce mémoire.

Merci...

Dédicaces

Avec l'aide de Dieu le tout puissant est enfin achevé ce travail, lequel je dédie à

toutes les personnes qui me sont chères :

À vous mes très chers parents, je vous dis merci pour vos aides et encouragements depuis mon existence. Que dieu vous protège et vous accorde le

bonheur, la santé et une longue vie.

À mes frères : AZIZ, NABIL, HAROUNE

À Ma sœur : khalida

À toute ma famille : oncles, tantes, cousines et cousins

À mes chers Amies : Imane, djazira, ouardia, wissam

À tous mes proches, et mes connaissances

À ma binôme et sa famille

À toute la promotion MII génie alimentaire

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du Primaire, du moyen,

Secondaire ou de l'enseignement supérieur

Nabila

Dédicaces

*Grace à Dieu tout clément et miséricordieux, qui m'a tracé la route, et ma donnée le pouvoir et le courage de continuer jusqu'à la fin. Avec un énorme plaisir et un cœur ouvert et une immense joie
Que je dédie ce modeste travail*

À ma chère maman

La personne devant laquelle tous les mots de l'univers sont incapables d'exprimer mon amour et mon affection pour elle, l'être qui m'est le plus cher, Qui a œuvré pour ma réussite par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux Conseils pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

À mon cher papa

*Mon précieux offre de dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect. Que sans lui je ne serais pas la Femme que je suis aujourd'hui
J'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive*

À mon très cher fiancé « Nassim »

L'être que j'estime le plus Qui n'a cessé de me conseiller, encourager et soutenir. Je prie Dieu le tout puissant pour qu'il te donne bonheur et prospérité.

À mes chères sœurs « Sonia et Assia »

Les prunelles de mes yeux, mes confidentes, vous m'aviez toujours aidé et ces quelques lignes sont insuffisantes pour exprimer mon profond amour et ma reconnaissance Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

À mes neveux « Abderrahmane et Drifa »

Qui ne cesse de remplir nos cœurs de bonheur

À mon beau-frère « Sofiane »

À mes oncles, tantes, cousins, cousines

À ma belle famille

Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour vous, vos encouragements et votre soutien m'ont toujours été d'un grand secours. Puisse Dieu le tout puissant vous préserve du mal, vous comble de santé, de bonheur et vous procure une longue vie.

À mes chères amies « Lydia, Sonia, Kahina »

En souvenir des moments heureux passés ensemble, avec mes vœux s'insèrent de réussite, bonheur, Santé et de prospérité.

À ma meilleur ami « Rekaia »

Pour son aide et support dans les moments difficiles malgré la distance qui nous sépare.

À ma chère binôme Nabila et tout sa famille

Pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

À toute la promotion MII Génie alimentaire 2020/2021

À tous les professeurs depuis le primaire jusqu'au supérieur, À toute personne que je n'ai pas citée et qui m'a aidé de près ou de loin à réaliser ce travail

Sabrina.

SOMMAIRE

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Chapitre I : généralités sur les boissons végétales

I.les boissons végétales	3
I.1.Historique sur les boissons végétales	3
I.1.1.Les origines du lait végétal	3
I.1.2 .Le lait végétal au Moyen Âge	3
I.1.3. Le lait végétal l'époque moderne	3
I.2. Généralité sur les laits végétaux	4
I.3.Comparaison de quelques boisson végétale	5
I.4.Le marché/La consommation	5
II. Lait d'amande	7
II.1.Les amandes :.....	7
II.1.1.Étymologie	7
II.1.2.Classification	7
II.1.3..Description botanique	8
I.1.4.Culture de l'amandier :	9
II.1.5.Exigences climatiques	9
II.1.6.Période de plantation.....	10
II.1.7. Période de récolte	10
II.1.8.La composition chimique des amandes :.....	10
III. Lait d'amande :.....	11
III.1. Généralité sur le lait d'amande :.....	11
III.2.composition de lait d'amande :.....	12
III.3. La déférence entre le lait d'amande et le lait de vache :.....	12
III.4.Fabrication de lait d'amande :	14
IV. Les effets des laits végétaux sur la santé :	16
IV.1.Bienfaits sur le cœur :.....	16

SOMMAIRE

IV.2. Bienfaits sur les muscles :	17
IV.3. Bienfaits sur les reins :	17
IV.4. Bienfaits pour la peau :	17
IV.5. Bienfaits pour la vision :	17
18IV.7. Propriétés anticancéreuses :	18
IV.8. Bienfaits sur le système immunitaire :	18
V. les dattes :	18
V.1. Généralité sur les palmiers dattier :	18
V.2. Description botanique :	19
V.3. Description des dattes :	20
V.4. Stades d'évolution:	20
V.5. Classification des dattes :	21
V.6. Composition biochimique de la datte :	22
V.7. production des dattes en Algérie :	22
V.8. La récolte :	23
V.8.1. Les types de la récolte :	23
V.9. Les transformations des dattes	24
VI. Sirop des dattes :	25
VI.1. Définition :	25
VI.2. Procédé de fabrication de sirop de dattes :	26
VI.3. Composition de sirop dattes :	27
VI.4. Utilisation de sirop de datte :	27
VI.5. Situation du sirop de dattes	28
Chapitre II : matériels et méthodes	
I. Matériel et méthode :	29
I.1. Préparation de la boisson végétale à base d'amande :	29
I.2. Préparation du sirop de dattes :	31
I.3. Analyse physicochimique :	31
I.3.1. La détermination du potentiel Hydrogène (PH) «potentiomètre» :	31
I.3.2. mesure de l'acidité : « Titrimétrie » :	32
I.3.3. Détermination de la densité : Méthode au « Pycnométrie » :	34
I.3.4. Détermination de degré Brix :	35
I.3.5. Détermination de la teneur en matière grasse :	36

SOMMAIRE

1.3.6. Dosage de protéine :	37
1.3.7. Détermination des sucres :	39
1.3.8 .taux d'humidité :	41
I.3.9. Taux de cendres :	43
I.3. 10. Détermination de la Viscosité :	44
II. Le contrôle microbiologique des boissons végétales :	45
II.1. Caractéristiques des germes recherchés :	46
II.2. Préparation des dilutions :	46
II.3.Le dénombrement :	47
III. Analyse sensorielle :	52
III.1. Évaluation sensorielle de boisson fruitée (Panel expert) :	52
III.2.Traitement statistique des résultats :	53
IV. Analyse statistique :	53
Chapitre III : résultats et discussions	
I. Caractéristiques de la boisson à base d'amandes :	56
I.1. Paramètres physico-chimique :	56
I.1.1. PH :	56
I.1.2. L'acidité titrable :	56
I.1.3. La densité :	57
I.1.4. Brix :	58
I.1.5. Matière grasse :	58
I.1.6.La teneur en protéine	59
I.1.7.Le taux de sucre :	60
I.1.8. Taux d'humidité :	63
I.1.9. Taux de cendre :	63
I.1.10. Viscosité :	64
I.2.Les résultats des analyses microbiologiques :	65
II. Analyse sensorielles :	66
II.1. Évaluation sensorielle	66
II.1.1. Test de plan d'expérience :	66
II.2 .Caractérisation des produits :	66
II.2.1.Pouvoir discriminant par descripteur	66
II.2.2.Coefficient des modèles :	68

SOMMAIRE

II.2.3.Moyenne ajusté par produit :.....	69
II.3.Cartographie des préférences (préférence MAPING PEREFMAP).....	70
II.3.1. Analyse en composant principales (ACP) :.....	70
II.3 .2. Classification ascendante hiérarchique (CAH) :.....	71
II.3.3. Synthèse de mapping des préférences :.....	72
Conclusion	74
Références bibliographies	
Annexe	
Résumé	

Liste des abréviations

ACP	Analyse en composant principale
AFNOR	L'Association française de normalisation est l'organisation française
AT	Acidité titrable
BSA	Bovine Serum Albumin
C₁₂H₂₂O₁₁	Saccharose
C₅H₁₁OH	Alcool isoamylique
CAH	Classification ascendante hiérarchique
Cu²⁺	ion cuivre
Ech	Echantillon
E-coli	Escherichia coli
EMB	Eosin Methylene Bleu
EPT	Eau peptonée tamponnée
H	Humidité
H₂S	sulfure d'hydrogène
INRA	Institut national de la recherche agronomique
JORA	journal officiel Algerian
MG	Matière grasse
Na₃C₆H₅O₇	Citrate de trisodium
NaOH	Hydroxyde de sodium (soude)
NH₃⁺	Ion d'ammoniac
P	Poids
PH	Potentiel d'hydrogène
PREMAP	Préférence MAPPING

R	Rayonne
S	Saccharose
SFP	Selenite F Broth
SR	Sucre réducteur
SS	Salmonelles shigelles
T	Température
UV	Ultra-violet
W	Poids d'eau
XC₆H₁₂O₆	Glucose et fructose

Liste des figures

Figures N°	Titre	Page
1	les différents laits végétaux existant sur le marché	4
2	Graphique effectuant la comparaison de la composition en (g/100ml)	5
3	Graphique illustrant la part des nouvelles boissons végétales lancées par type de végétales.	6
4	description du fruit d'amande	8
5	fleurs, fruit à coque verte et mûr	8
6	les procédés de fabrication de lait d'amande	16
7	Le palmier dattier	19
8	La morphologie de la datte	20
9	Stades d'évolution de la datte	21
10	la méthode traditionnelle de la récolte des dattes	23
11	Récolte par chariot élévateur	24
12	Schéma de transformation des dattes	25
13	sirop des dattes	26
14	les étapes expérimentales de préparation de sirop de datte	26
15	préparation de la boisson à base d'amande	30
16	le produit fini (boisson à base d'amande)	31
17	le sirop de datte préparé	31
18	mesure de PH des deux échantillons A et B	32
19	mesure de l'acidité	33
20	poids du pycnomètre vide et rempli	35
21	Réfractomètre	36
22	Butyromètre	37
23	Centrifuge	37

24	les échantillons du sérum d'albumine d'œuf	38
25	les échantillons de la boisson d'amande	38
26	spectromètre UV-visible	38
27	titrage du filtrat avec du NaOH	39
28	Détermination des sucres réducteurs	41
29	les étapes de détermination de taux d'humidité	42
30	les étapes de détermination des cendres	43
31	Schéma représentative des deux cylindres du viscosimètre	44
32	viscosimètre de couette	45
33	Les dilutions décimales	47
34	préparation des dilutions	47
35	ensemencement des moisissures	48
36	dénombrement des moisissures	49
37	ensemencement d'E-coli	49
38	dénombrement d'E-coli	50
39	isolement dans le milieu SS	51
40	Étuve (incubation a 37°C)	52
41	dénombrement des salmonelles	52
42	graphique représentent le PH des deux échantillons	56
43	graphique représentent l'acidité des deux échantillons	57
44	graphique représentent la densité des deux échantillons	57
45	graphique représentent le Brix des deux échantillons	58
46	graphique représentent la MG des deux échantillons	59
47	graphique représentent la teneur en protéine des deux échantillons	60

48	graphique représentent la teneur en sucre totaux des deux échantillons	61
49	graphique représentent la teneur en sucre réducteur des deux échantillons	61
50	graphique représentent la teneur en sucres non réducteur des deux échantillons	62
51	graphique représentent le taux de humidité des deux échantillons	63
52	graphique représentent le taux de cendres des deux échantillons	64
53	Graphique représentent la viscosité des deux échantillons	65
54	Résultat du contrôle microbiologique	65
55	pouvoir discriminant pour le descripteur	67
56	coefficient des modèles des deux échantillons de la boisson d'amande avec sirop de dattes (A) et (B)	68
57	corrélation entre les variables et les facteurs	71
58	profil des différentes classes	72
59	courbe de niveau et carte de préférences	73

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
I	Marché des boissons végétales de 2009 à 2019 en millions de litre	6
II	composition en nutriments de 100 g de l'amande	11
III	Comparaison des constituants d'un verre de lait de vache demi-écrémée Et de lait d'amande non enrichis de 150mL	13
IV	Composition chimique de sirop de dattes	27
V	Les microorganismes recherchés dans la boisson à base d'amande et leurs milieux d'ensemencement, ainsi que leurs durées d'incubation	45
VI	Résultat des analyses microbiologique	65
VII	Moyenne ajusté par produit	69

Liste des Annexes

N°	Titre
I	Matériels et réactifs utilisés pendant les analyses
II	Courbe d'étalonnage du dosage des protéines
III	matériels et produits utilisé dans les analyses microbiologiques
IV	Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires Légumes, fruits, végétaux et produits à base de végétaux
V	Questionnaire d'analyse sensorielle d'une boisson végétale

Introduction

Introduction :

Le lait est une denrée alimentaire qui est mondialement consommée et accompagne de nombreuses familles au quotidien en raison de sa composition équilibrée en nutriments de base (glucides, protéines et lipides) et sa richesse en certaines vitamines et en éléments minéraux notamment le calcium (**LATHAM., 2001**).

Selon (**ABOUTAYEB., 2009**), le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet, sécrété par les glandes mammaires pour la nutrition des jeunes.

Certain personne ont une intolérance au lactose ou une allergie aux protéines du lait animal, d'autre ont choisi un mode de consommation végétarien et Vigan ce qui les empêche de consommer le lait animal. Cependant, une nouvelle tendance voit le jour depuis quelque année et apparait comme une alternative à ce dernier, les boissons végétales qui remportent un franc succès allant au-delà de ces types de consommateurs intolérants, allergiques ou avec un mode d'alimentation particulier (**CAMILLE., 2017**). Nous assistons à une forte croissance de leur consommation. L'Amérique du sud a enregistré une consommation de 584.9 millions de litre en 2019 et 164,4 millions en Amérique de nord et le marché des boissons végétales en Europe a aussi augmenté d'environ 40 millions de litres pour attendre une consommation de 506,3 millions de litres (**AUBURTIN., 2016**). En Asie beaucoup d'alternatives végétales aux produits laitiers sont consommé, « Par exemple, en Thaïlande, elles représentent plus de 40 % du marché de lait » (**BENOIT., 2021**). Les boissons végétales ne sont pas très connus en Algérie, on retrouve sur le marché le lait d'amande, le lait de coco ainsi que le lait soja et le lait d'avoine.

Leur grande diversité offre un panel de goûts incroyable et des qualités nutritionnelles propres à chacun, On les classe en plusieurs familles : les laits oléagineux (laits d'amande, de noix, de noisette, de cacahuète, de pistache, de chanvre...), les laits de légumineuses protéagineux (laits de soja, de pois chiche...), les laits de céréales (laits d'avoine, d'épeautre, d'orge, de riz, de blé...).

Le lait d'amande est l'un des laits végétaux préférés des personnes qui n'apprécient pas le goût du lait animal. Il a l'avantage d'être très riche en vitamines et en minéraux essentiels au bon fonctionnement de l'organisme.

Il possède une composition nutritionnelle très différente du lait de vache. En effet moins calorique (**MOUYAL., 2021**) (35 calories) que le lait de vache (150 calories) dans une

portion de 240 ml (*JFST., 2018*), sans lactose et gluten, ce lait végétal apparaît comme une solution plus digeste et plus légère (*MOUYAL.,2021*).

La boisson végétale aux amandes peut être enrichie afin d'améliorer sa saveur, sa couleur, ainsi que son attractivité vis-à-vis des consommateurs. C'est dans cette optique que nous avons opté à l'élaboration d'une boisson aux amandes enrichi au sirop des dattes pour apporter à la boisson les propriétés bénéfiques de ce fruit ainsi que d'améliorer ses caractéristiques organoleptiques.

Le sirop de datte est un produit de haute valeur nutritionnelle riche en minéraux antioxydants, vitamines et glucides. Compte tenu de sa richesse en sucre qui peut remplacer le sucre blanc.

L'objectif de notre étude et la caractérisation physico-chimique, microbiologique et sensorielle de cette boisson végétale aux amandes enrichi au sirop de datte.

Le manuscrit présenté divisé en trois parties :

- ✚ Le 1^{er} chapitre : est une synthèse bibliographique sur les laits végétaux, les amandes, les dattes et le sirop de datte composants la boisson végétale formulée.
- ✚ Le 2^{ème} chapitre : consacré aux matériels et méthodes utilisés pour l'analyse physicochimique, microbiologique et sensorielle de la boisson végétale analysée.
- ✚ Le 3^{ème} chapitre : représente les résultats de nos analyses et leur discussion.

Chapitre I : Généralités sur les boissons végétales

I. Les boissons végétales :**I.1. Historique sur les boissons végétales :****I.1.1. Les origines du lait végétal :**

On retrouve les premières traces de préparation de lait d'amande en Grèce Antique puis au sein de l'Empire Romain. Mais c'est bien au Moyen-âge que le lait d'amande a été popularisé et qu'il est devenu un aliment de base de l'alimentation. Les plus anciennes traces d'utilisation du terme « lait végétal » remontent à la Rome antique, et plus précisément au IV^{ème} siècle après J-C. Seul ouvrage gastronomique de l'Empire romain *De re coquinaria*, traditionnellement attribué à *Marcus Gavius Apicius*, indique que les laits végétaux étaient un ingrédient commun de la cuisine de l'époque. Et c'est ainsi qu'il nous parle, en latin, de *lactenucis* (lait de noix), Il explique en outre que ces laits étaient répandus dans la Grèce antique.

Cependant, les laits végétaux étaient probablement déjà communs parmi les civilisations précédentes, par exemple chez les Égyptiens. En effet, la technique consistant à « émulsionner » ou « filtrer » des graines moulues était déjà largement connue depuis des temps reculés (AMROUCHE, 2020).

I.1.2 .Le lait végétal au Moyen Âge :

Durant le Moyen Âge, les laits végétaux étaient utilisés aussi fréquemment que le sel ou le lait d'origine animale, si l'on en croit les plus grands manuscrits culinaires médiévaux de toute l'Europe. Parmi les nombreuses recettes de plats élaborés à partir de laits végétaux, on peut citer le célèbre « Menjar blanc » (blanc-manger), une préparation à base de lait d'amande. Mais les laits végétaux n'ont pas été importants que dans la cuisine de l'époque, ils ont également été connus dans la médecine : Gervase Markham, dans son ouvrage « *The English Housewife* » (1614), recommande le lait d'amande mélangé à d'autres herbes pour faire baisser la fièvre.

I.1.3. Le lait végétal l'époque moderne :

Dans les pays du nord de l'Europe, les familles modestes préparaient des laits végétaux avec des graines d'arbres locaux, tels le noyer (lait de noix) et le châtaignier (lait de châtaigne), tandis que les nobles mangeaient des plats préparés à base de lait d'amande, plus coûteux et importé des pays méditerranéens.

Dans certaines régions d'Espagne le lait d'arachide (Saragosse), le lait de graines de citrouille (Murcie) et le lait d'amande (Baléares et Alicante) étaient des boissons populaires que toutes les familles préparaient à domicile pour leur propre consommation ou pour la vente à petite échelle. Les graines de souchet se vendaient dans toutes les régions d'Espagne, et l'horchata de chufa (ou orgeat de souchet) était un lait végétal très répandu, que ce soit à Madrid, à Barcelone où dans sa ville d'origine, Valence. L'horchata est très populaires en Amérique du Sud. En Asie, dès 1700, l'utilisation de soja est reportée par Navarrete, un missionnaire en Chine.

En conclusion, on peut dire que durant des millénaires les laits végétaux ont été préparés à domicile à base des fruits secs et graines sauvages, naturels et nutritifs, récoltés par les familles elles-mêmes (AMROUCHE., 2020).

I.2. Généralité sur les laits végétaux :

Nommé, par abus de langage, «*lait*» végétal, légalement, on ne doit plus dire « lait » mais boisson ou jus. C'est ce que stipule le règlement CEE n° 1898/87 du 2 juillet 1987 (HOULBERT., 2020). Le terme « lait » étant réservé au « produit de la sécrétion mammaire normale qui est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré (ALIAS., 1984).

Il s'agit en fait d'une boisson (ou filtrat) extraite d'un végétal. Considérées comme des alternatives aux laits animaux, visuellement proche de ce dernier, cette boisson est issue de céréales (riz, avoine, épeautre...), de légumineuses (soja) ou de noix oléagineuses (noisettes, amandes...) de pseudo-céréales (quinoa, amarante, sarrasin) (figure 01). Qui ont été trempées dans l'eau, mixées puis filtrées (ANONYME 01). Chacun se caractérise par sa saveur et sa richesse. Elles conviennent en cas d'intolérance au lactose mais ne remplacent pas le lait.



Figure 01 : les différents laits végétaux existent sur le marché international (VOSGES., 2020)

I.3. Composition de quelques boissons végétales :

Avec le graphique ci-dessous (**figure 02**), nous pouvons voir que la composition des boissons végétales diffère beaucoup en fonction de l'espèce dont elle provient. Les glucides sont les éléments de composition principaux de ces boissons végétales. Vient ensuite, pour le « lait » de soja et d'amande, les lipides puis les protéines. Pour le « lait » d'avoine et de riz, la teneur en protéines est plus importante que celle des lipides. Pour les 4 boissons végétales représentées ci-dessous, le calcium arrive en dernier dans la composition et en très petite quantité : c'est de l'ordre du milligramme plutôt que du gramme. A noter également que la composition des boissons végétales varie également en fonction des marques. En effet, certaines marques peuvent aromatiser ces boissons ou y ajouter du calcium par exemple (**AUBURTIN., 2016**).

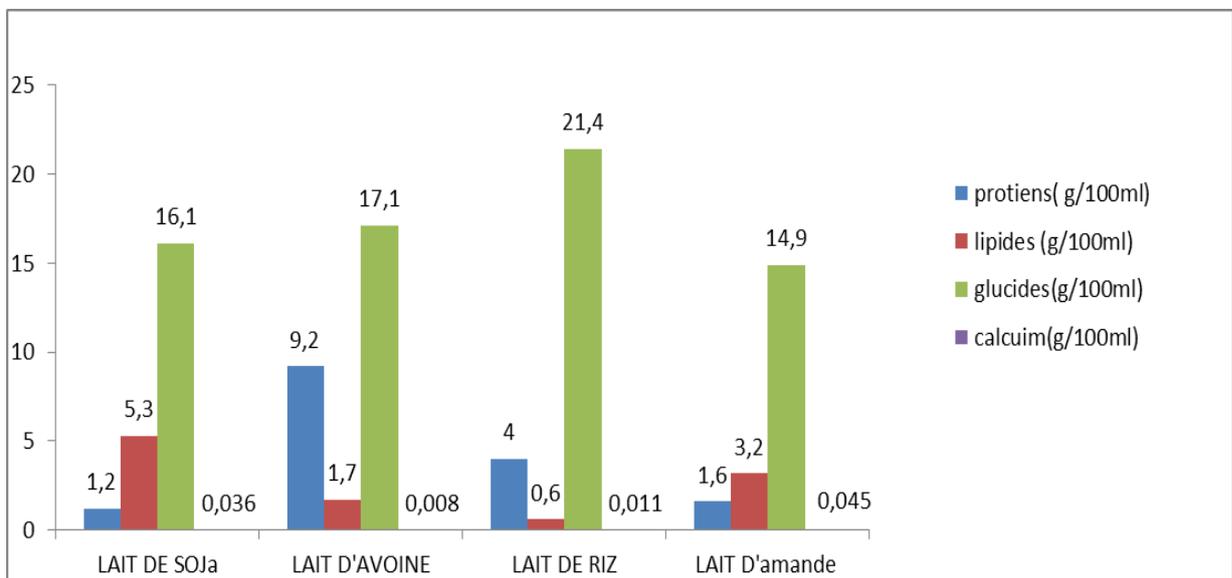


Figure 02 : Graphique effectuant la comparaison de la composition en (g/100ml) (ISPED., 2017)

I.4. Le marché/La consommation :

Au départ, les boissons végétales étaient essentiellement préconisées comme des alternatives au lait de vache en cas d'allergie ou d'intolérance. Leur consommation se démocratise et s'étend à un plus large public. Aujourd'hui, nous assistons à une forte croissance, notamment au Brésil, aux États-Unis, en Afrique du Sud et en Europe.

Le (**tableau I**) montre l'évolution du marché des boissons végétales avec une projection jusqu'en 2019.

Tableau I : Marché des boissons végétales de 2009 à 2019 en millions de litre (AUBURTIN., 2016).

	2009	2013	2019
Amérique du Nord	336.2	434.4	584.9
Amérique du sud	120.0	134.3	164.4
Région pacifique	2889.0	5010.5	8797.0
Europe	426.3	465.6	506.3
Moyen orient/Afrique	14.4	34.0	69.5
Total	3782.9	6078.8	10122.1

Ainsi, comme nous pouvons le voir sur ce tableau, de 2009 à 2013, le marché des boissons végétales mondial a doublé. Au niveau de l'Europe, on constate une augmentation d'environ 40 millions de litres. Lorsque que l'on regarde la projection effectuée pour 2019, le marché devrait encore progresser de 4 millions de litres de manière mondiale et de 40 millions de litres en Europe.

Plus de 1 200 boissons végétales ont été recensées. Les boissons au soja restent leader et les boissons à base d'amande et de riz se développent fortement comme le montre le graphique suivant (**figure 03**) (AUBURTIN., 2016).

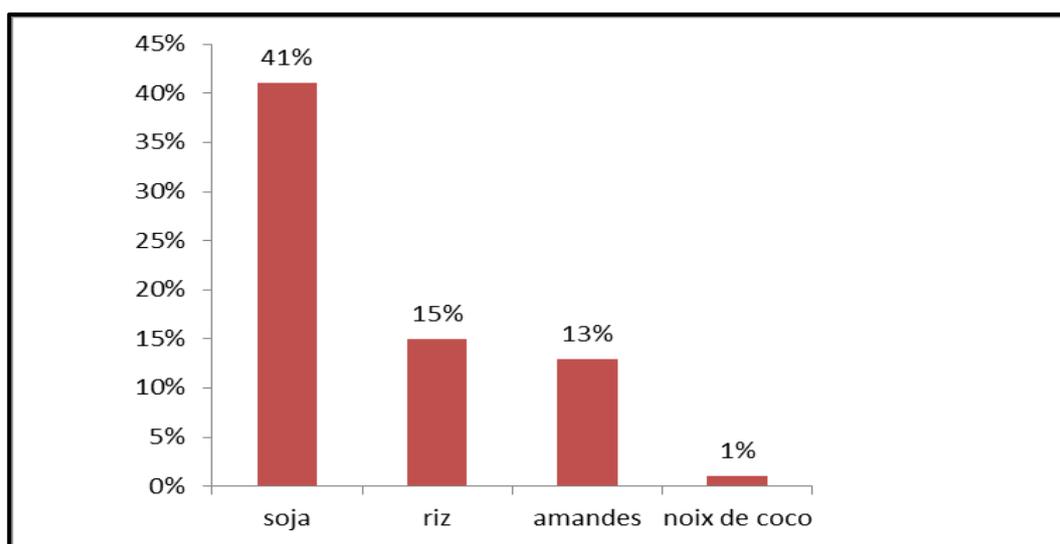


Figure 03 : Graphique illustrant la part des nouvelles boissons végétales Lancées par type de végétales (AUBURTIN., 2016).

II. Lait d'amande :

II.1. Les amandes :

L'amande est reconnaissable entre mille grâce à sa saveur douce, à sa jolie forme ovoïde et à sa couleur pouvant varier du vert au brun. Depuis plusieurs décennies, sa consommation explose et se démocratise à travers le monde. Une excellente nouvelle lorsque l'on connaît ses nombreux atouts nutrition et santé (ZUBIRIA., 2021).

II.1.1. Étymologie

L'amandier est l'arbre qui produit les amandes. Le nom amande provient du bas latin *amandula* altération du latin classique *amygdala* dérivé de la grecque *amygdale*, qui désignait ces graines comestibles (d'où par ailleurs, les amygdales, en forme d'amande). Les Romains nommaient l'arbre lui-même *amygdalum* ou *amygdalus*, et les Grecs *amygdalon* ou *amygdalos*. *Amygdalus* est ancien nom de genre de l'amandier, aujourd'hui nommé *Prunus dulcis*, l'épithète signifiant « doux » (BENGUELENAB., 2020).

II.1.2. Classification

Les amandes sont des fruits des amandiers qui appartiennent à la famille de *Rosaceae*, au genre *Prunus* et au sous-genre *Amygdalus* (BENGUELENAB., 2020). Les amandes sont cultivées dans les régions du monde possédant un climat méditerranéen : Corse, Provence, Californie, Espagne, Tunisie (ANONYME 2), en Grèce, en Italie, au Portugal, en France, au Maroc, en Algérie, en Israël ou encore en Turquie.

Deux variétés d'amandes sont communément identifiées au sein de l'espèce « *Prunus Amygdalus* » :

- ✚ les amandes douces qui sont désignées comme « *Prunus Amygdalus dulcis* », (pour la cuisine).
- ✚ les amandes amères qui sont dénommées « *Prunus Amygdalus amarus* », (pour la pharmacologie) (BENGUELENAB., 2020).

Les amandes amères et les amandes douces ont une composition chimique similaire. Toutes les deux contiennent entre 35 et 55 % d'huile non volatile et de l'enzyme émulsine, qui produit du glucose en présence d'eau. Les amandes amères contiennent de l'amygdaline, présente à l'état de traces dans les amandes douces, et l'huile d'amande amère contient du benzaldéhyde et de l'acide prussique (hydrocyanique) (GOMEZ., NAANDAN ; 2020).

II.1.3. Description botanique

L'amandier, petit arbre de 10 à 12 mètres de haut. Il vit de 50 à 80 ans et se multiplie par semis ou par greffes. Il est facilement reconnaissable par son écorce noire lisse. Au fil des années, celle-ci a tendance à s'écailler. Son bois, de bonne qualité, s'utilise en ébénisterie (JULVE., 1998), son aire de dispersion est identique à celle de l'olivier. Les feuilles, d'une dizaine de centimètres, sont étroites, lancéolées, à bord finement dentelé, portées par un court pétiole et ses fleurs sont blanches ornées de cinq pétales, les fleurs blanches ou rosâtre apparaissent bien avant les feuilles (figure 04), dès la fin de l'hiver vers février. Le fruit est une drupe ovale, verte et veloutée dont la partie charnue n'est pas comestible. Elle entoure une coque ligneuse et criblée de trols dure qui renferme à son tour une amande à la peau brune (ANONYME 3 ., 2019) (figure 05).parfois deux, graines comestibles, chaque graine est oblongue et mesure entre 3 et 6 cm (BORREL ., 2012).enveloppées d'un fin tégument de couleur cannelle (BENGUELENAB., 2020)



Figure 04 : description du fruit d'amande (MASCLEF., 1891)



Figure 05 : fleurs, fruit à coque verte et mûr (BUKHTYYAROVA., 2008)

I.1.4.Culture de l'amandier :

L'amandier préfère un climat chaud et ensoleillé, sa floraison très précoce, impose une exposition abritée des vents froids (**SILBERFELD et AL., 2013**). Cet arbre valorise les terres pauvres, étant capable de pousser sur des sols dolomitiques, secs, caillouteux et pauvres en matière organique. Il peut croître sur des sols légèrement salés et se plaît particulièrement sur le sol calcaire. Ses seules exigences sont un sol profond et perméable (**VIANNY., 2020**), fertiles, bien drainant, légers et humifères (**BLAID., 2016**). Il redoute plus que tous les sols lourds argileux où l'eau a tendance à s'accumuler (**VIANNY., 2020**), n'aime pas l'humidité. Il s'adapte à la rigueur sur des sols sableux, composés de grès ou même de marnes. Selon les régions, la floraison s'étale de février jusqu'à la mi-avril, et précède toujours le développement des feuilles. Elle est relativement fugace, ne dure pas plus de 2 à 3 semaines (**SILBERELD et AL., 2013**).

II.1.5.Exigences climatiques**a. Eau :**

L'amandier étant une espèce arboricole rustique, il possède un bon mécanisme d'adaptation à la sécheresse : en cas de stress hydrique il peut perdre une partie de ses feuilles. Cela lui permet d'être présent dans des régions à faible pluviométrie mais dans ces conditions, la récolte est très modeste et non rentable. En revanche, l'amandier répond très bien à l'irrigation qui lui permet de quasiment doubler son rendement. Selon l'INRA, les besoins en eau varient de 400 à 850 mm par an. Ces besoins sont satisfaits par les réserves en eau du sol, les pluies et l'irrigation (**AMANZOUGARENE., 2018**).

b. Température

C'est un arbre fruitier rustique par rapport à beaucoup d'autres arbres fruitiers. Durant la période de repos végétatif, il peut résister à des températures très basses, jusqu'à -15 à -20°C. Quant à la période végétative, l'amandier est très sensible au gel. Ce paramètre est le principal facteur limitant de la production d'amande (**AMANZOUGARENE., 2018**). Au printemps, l'amandier a besoin de froid pour débourrer et fleurir les besoins sont estimés entre 100 et 400 heures en dessous de 7°C (**ALCOVER et AL., 2016**). L'amandier est exigeant en lumière et en chaleur pendant la phase de croissance du fruit (**BELAID., 2016**).

C. Lumière :

L'amandier a des besoins en lumière importants. Les parties trop à l'ombre s'étiolent et se dessèchent. La malformation des fleurs et un faible taux de fructification sont la conséquence d'un manque de lumière (ALCOVER et AL., 2016).

II.1.6.Période de plantation

La plantation de l'amandier doit se dérouler après son entrée en repos végétatif (entre fin octobre et mi-novembre) et avant le redémarrage de la végétation (fin février-début mars), en évitant les périodes de gel. Dans les régions où les vents forts de nord-ouest peuvent entraîner le dessèchement des jeunes plants, il est conseillé de planter en fin d'hiver, juste avant la reprise végétative (ALCOVER., 2016).

II.1.7. Période de récolte

La récolte des amandes vertes n'est pas mécanisable mais plutôt manuelle et a lieu vers le mois de juin, avant que la coque ne durcisse (période de 8 à 10 jours). On les détache par torsion pour éviter de blesser le rameau. Le rendement de cueille varie entre 15 et 20 kg à l'heure, l'amande verte ne se conserve pas longtemps (3 à 4 semaines) et se récolte en fonction de la demande. Une fois les amandes sont en phase de maturité (en sec) la récolte est mécanisable. Elle s'effectue lorsque le fruit « baille » c'est-à-dire que la gove est ouverte et la coque est visible. On dispose de 12 à 15 jours pour réaliser l'opération dans de bonnes conditions. Une certaine variabilité des teneurs en nutriments individuels peut s'attendre puis que les amandes sont des produits naturels. La variabilité de la composition nutritionnelle reflète des facteurs génétiques, environnementaux et analytiques (AMANZOUGARENE., 2018).

II.1.8.La composition chimique des amandes :

L'amande est un aliment énergétique très calorique (400kcal/100g), très riche en lipides, protéines, elle contient très peu de glucides mais fournit des phytostérols 30 g d'amandes (environ 25 amandes) renferment 34 mg de ces composés (ZUBIRIA., 2021). Sa teneur en eau est modérée (de 20 à 40%), elle offre un apport en vitamine E (antioxydant), B2, B9, B3, B1. Comme tous les fruits oléagineux, l'amande est riche en graisses (environ 53% de lipides) en majorité des acides gras, soit en moyenne (72.5–79.9%), d'acide oléique (ω 9) (acide gras mono insaturé, (13.5–19.8%), d'acide linoléique (ω 6) (acide gras polyinsaturé), et (5.9–6.7%) d'acide palmitique. Les amandes ont un contenu élevé en antioxydants. En effet, la présence d' α tocophérol (25 à 27 mg/100 g d'amande sèche) est un excellent apport

d'antioxydants alimentaires. Par ailleurs, la teneur en sodium de l'amande étant très faible (1 à 2 mg/ 100 g) (BENGUELENAB., 2018).

Le (tableau II) montre la composition en nutriments de 100 g de l'amande

Tableau II : composition en nutriments de 100 g de l'amande (TOZANLI., 2018).

Portion comestible (pour 100 g)		Oligoéléments et vitamines (pour 100 g)		Acides lipidiques (pour 100 g)	
Énergie	634kcal	Potassium	668mg	Acide palmitique	3.04g
Protéines	21.1g	Cuivre	0.9mg	Acide myristique	0.024g
Lipides	53.4g	Magnésium	232mg	Acide laurique	0.0033g
Glucides	7.9g	Calcium	248mg	Acide oléique	31.5g
Fibre alimentaire	10.2 g	Fer	3mg	Acide linoléique	13.3g
Cendres	2.93g	Phosphore	416mg	Acide stéarique	0.66g
		Sodium	1.61mg	Acide arachidonique	0.01g
		Sélénium	2.3µg	Acide linoléique	11.6g
		Beta-carotène	1µg	Acide butyrique	0.052g
		Vitamine C	0.5mg	Acide caproïque	0.005g
		Vitamine E	14.6mg	Acide caprylique	0.005g
		Niacine	3.4g	Acide caprique	0.0033g
		Vitamine B1	0.18mg		
		Vitamine B2	0.91mg		
		Vitamine B6	0.11mg		
		Folates totaux	93.1µg		

III. Lait d'amande :

III.1. Généralité sur le lait d'amande :

Le lait d'amande a été créé dans les années 1990, appelé aussi boisson aux amandes ou boisson végétale aux amandes. Le lait de laiterie est connu pour sa haute teneur en vitamines et minéraux, mais il a été prouvé que les amandes contiennent des nutriments

supplémentaires. C'est pourquoi le lait d'amande est recommandé comme une bonne option pour ceux qui ne consomment aucune forme de produits laitiers, ceux qui ont une allergie/intolérance au lait de vache ou ceux qui sont végétariens mais ne convient pas pour ceux qui ont des allergies aux noix (NAGDEVE., 2020).

III.2.composition de lait d'amande :

Le lait d'amande est l'un des laits les moins caloriques du marché, allant de 30 à 60 kcal par tasse ce qui en fait l'allié idéal pour les régimes perte de poids. Il est faible en gras saturé, en ce sens, le lait d'amande apporte du bon cholestérol (HDL) et réduit le niveau de mauvais cholestérol, connu sous le nom de cholestérol(LDL), il est exempt de lactose et de gluten, il est donc adapté aux personnes souffrant d'intolérances. En outre, il améliore la digestion et a une teneur importante en vitamines et en minéraux : calcium, magnésium, potassium, phosphore, zinc et du fer, vitamine E, D (antioxydant naturel) ainsi que les vitamines B. On distingue la vitamine B2, et il contient aussi des fibres. Tous ces nutriments ont divers avantages qui sont essentiels pour un corps sain (BERTHIAUME., 2020).

III.3. La différence entre le lait d'amande et le lait de vache :

Le lait de vache est riche en plusieurs vitamines et minéraux, tout en contenant des acides gras insaturés bénéfiques, ainsi que des acides gras comme l'acide caprylique qui peuvent aider à retarder la croissance tumorale (OAKLANDER., 2015).Le lait d'amande fournit du fer, de la vitamine E et du magnésium alors que le lait de vache traditionnel contient des quantités minimales de ces derniers. La vitamine E se trouve le plus facilement dans le lait d'amande, fournissant environ 20% de la valeur quotidienne dans une tasse. On trouve également dans le lait d'amande des antioxydants qui jouent un rôle dans les fonctions anti-inflammatoires, diminution de l'agrégation plaquettaire ou modification des caillots sanguins, et amélioration du système immunitaire (ANONYME 4 ., 2018). Le lait d'amande fournit 4% de la valeur quotidienne de la riboflavine, qui est une vitamine du complexe B (B2), ce qui signifie qu'elle ne peut pas être stockée dans le corps, il est donc important que la vitamine soit consommée tous les jours, la riboflavine peut aider dans la digestion en convertissant les glucides en énergie. Le lait d'amande ne contient que 2% de la valeur quotidienne du fer, cependant, le lait de vache ne contient pas de fer, celui-ci est très important pour prévenir l'anémie, ce qui signifie que le corps est pauvre en globules rouges, ce qui altère les niveaux d'oxygène (KATZ. ,2018). Le **tableau III** ci-dessous montre la comparaison des constituants d'un verre de lait de vache demi-écrémée et de lait d'amande non enrichis de 150 ml.

Tableau III : Comparaison des constituants d'un verre de lait de vache demi-écrémée et de lait d'amande non enrichis de 150ml(CRAES-CRIPS Rhône-Alpes. Nutrition des Personnes Agées - Synthèse documentaire. (2006)).

Constituants	Lait de vache demi-écrémé. Moyenne g/150ml (Min-Max)	Lait d'amande Moyenne g/150mL
Énergie (kcal)	68,7	33,75
Macronutriments		
Protéines (g)	4,92 (4,32-5,355)	0,9
Glucides (g)	7,2	2,175
Dont Sucres (g)	7,2 (7,2-7,5)	1,545
Lipides (g)	2,295 (2,25-2,325)	2,25
Minéraux		
Calcium (mg)	175,5 (156-189)	7
Chlorure (mg)	150	0
Cuivre (mg)	0,01305 (0,0081-0,027)	0,03
Fer (mg)	0,0675 (0,0165-0,15)	0,15
Iode (µm)	18,15 (3-40,8)	0
Magnésium (mg)	18,15 (15-20,85)	9
Manganèse (mg)	0,00465 (0,00225-0,00885)	0,06
Phosphore (mg/)	133,65 (106,5-143,55)	22,5
Potassium (mg)	250,5 (217,5-298,5)	37,5
Sélénium (µm)	<10	0,15
Sodium (mg)	63,9 (57,45-76,05)	3
Zinc (mg)	0,585 (0,45-0,81)	0,09
Vitamines		
Vitamine A (µm)	28,8 (18-33)	0
Vitamine D (µm)	< 0,5	1,5
Vitamine E (mg)	0,195 (0,045-0,345)	1,035
Vitamine K1 (µm)	0,3 (0-0,45)	0
Vitamine C (mg)	2,25 (0,69-2,7)	0
Vitamine B1 ou Thiamine (mg)	0,09 (0,06-0,15)	0,015
Vitamine B2 ou Riboflavine (mg)	0,27 (0,045-0,69)	0,015
Vitamine B3 ou PP ou Niacine (mg)	0,1395 (0,135-0,15)	0,15
Vitamine B5 (mg)	0,615 (0,33-0,87)	0,015
Vitamine B6 (mg)	0,0555 (0,03-0,075)	0
Vitamine B9 ou Folate totaux (µm)	14,235	1,5
Vitamine B12 (µm)	0,57 (0,18-1,35)	0

III.4.Fabrication de lait d'amande :**➤ Matières premières :**

Le lait d'amande ne nécessite que des amandes et de l'eau pour sa création, il est presque toujours enrichi de calcium, de vitamines D et de certaines vitamines de groupe B. Des arômes très concentrés, tels que la vanille, le chocolat sont souvent ajoutés au produit fini. De nombreuses entreprises ajoutent du sucre et du sel à la boisson pour la rendre plus agréable au consommateur (AMIROUCHE., 2021).

➤ Broyage grossier :

Les amandes cuites tombent ensuite dans le premier broyeur, de l'eau est ajoutée à la machine et les amandes sont grossièrement broyées (AMIROUCHE., 2021).

➤ Broyage plus fin :

Bien qu'ils aient été moulus une fois, les amandes sont encore assez grossières. Ainsi, le broyeur fin les pulvérise d'avantage. La suspension chaude est de couleur blanche avec de minuscules particules (de particules d'amande insolubles) (AMIROUCHE., 2021).

➤ Extraction :

Une grande centrifugeuse est ensuite utilisée pour extraire les minuscules morceaux d'amande qui sont insolubles et ne peuvent pas être inclus dans le produit fini. Ces particules sont séparées de la suspension de lait à l'aide d'une centrifugeuse. Un rouleau en caoutchouc presse la suspension de lait d'amande contre la surface d'un tambour à l'intérieur de la centrifugeuse, forçant le liquide à l'intérieur du tambour tandis que les fibres restent à l'extérieur du tambour. Le tambour est ensuite raclé de ces fibres.

À l'heure actuelle, ces fibres d'amande sont physiquement retirées du processus de production. Ces déchets de fibres d'amande sont appelés « okara » et ressemblent à de la purée de pommes de terre. Un processus séparé sèche l'okara pour une utilisation autre que la consommation humaine. Le liquide d'amande sans fibres est le lait d'amande brut à ce stade et est appelé dans l'industrie « jun » (AMIROUCHE., 2021).

➤ Mélange :

Le « jun » est injecté dans de grands réservoirs, les arômes, le sucre et les vitamines sont mélangées séparément dans des réservoirs plus petits. Les ingrédients du plus petit réservoir sont infusés dans les plus grands réservoirs, mélangeant ainsi les saveurs avec le lait cru (AMIROUCHE., 2021).

➤ **Stérilisation :**

Ce produit est stérilisé à un barème élevé (Température supérieure à 120°C à une durée courte de quelques secondes) (KAHINDE et AL., 2020). À ce stade, il est essentiel que le conditionnement se déroule de façon aseptique c'est-à-dire sans contamination ni par l'air ni par la machine de conditionnement, ni par l'emballage.

➤ **Homogénéisation :**

Du stérilisateur, le lait chaud est envoyé vers l'homogénéisatrice haute pression. Cela coupe les particules de graisse et les empêche de se séparer du reste du mélange pendant le stockage. Dans l'homogénéisateur, qui est essentiellement une pompe à piston à haute pression, il est broyé et mélangé au fur et à mesure qu'il est aspiré (AMIROUCHE., 2021).

➤ **Refroidissement :**

Ensuite, le lait chaud est refroidit dans un échangeur de chaleur à plaques qui abaissent la température du lait d'amande à la température ambiante (AMIROUCHE., 2021).

➤ **Stockage :**

Le lait refroidi est envoyé dans les réservoirs aseptiques (scellés) et y est conservé en vue du conditionnement aseptique. Ici, le lait d'amande est réfrigéré, pressurisé et scellé pour garantir qu'aucune bactérie ne se développe dans le lait (AMIROUCHE., 2021).

➤ **Conditionnement aseptique :**

Une étape très importante de la production est l'emballage aseptique du produit, des conditionneuses aseptiques similaires à celle utilisées pour le lait de vache (tétra brique) par exemple ont été développées pour ce produit qui est capable d'emballer mécaniquement le produit sans l'exposer à l'air. Le lait refroidi est envoyé à cette machine d'emballage qui a un ruban d'emballage plat (carton) enfilé. Au fur et à mesure que le lait traverse la machine, l'emballage entoure le lait et un couteau coupe à travers l'emballage en carton et le lait, pliant simultanément l'emballage et scellant le lait à l'intérieur. Une machine colle un bec verseur en plastique sur l'emballage scellé. Il existe aussi des conditionneuses aseptiques utilisant des bouteilles plastiques stériles comme pour le lait de vache (AMIROUCHE., 2021).

De là, le produit est envoyé vers une trieuse automatique qui emballe une caisse et la place sur une palette. Une usine moderne est capable de produire jusqu'à 18 000 paquets de lait d'amande en une heure. Les procédés de fabrication de lait d'amande sont montrés dans la **(figure 06)** ci-dessous.

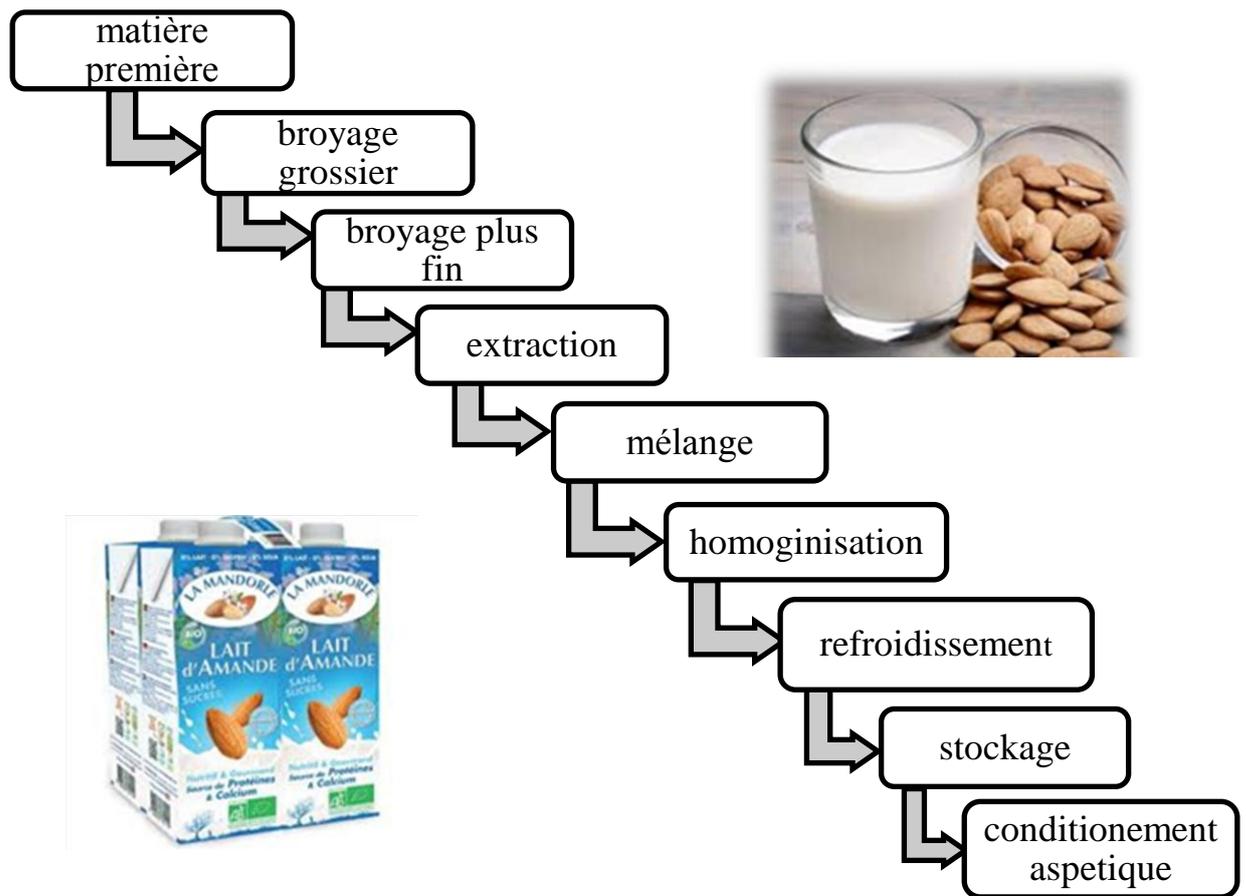


Figure 06 : les procédés de fabrication de lait d'amande (KAHINDE et AL. ,2020)

IV. Les effets des laits d'amande sur la santé :

Les bienfaits du lait d'amande pour la santé comprennent l'amélioration de la vision, la perte de poids, des os plus solides et un cœur fort et sain. Il aide à développer des muscles forts, à maintenir une pression artérielle idéale et à maintenir un rein en bon état de fonctionnement.

IV.1. Bienfaits sur le cœur :

L'absence totale de cholestérol dans le lait d'amande en fait un puissant catalyseur d'un cœur fort et sain. Des études de recherche suggèrent que la consommation d'amandes peut aider à réduire le risque de maladie coronarienne. Il est bien meilleur que les autres aliments qui augmentent le taux de mauvais cholestérol, qui est à l'origine de nombreuses maladies cardiovasculaires. La consommation de lait d'amande garantit la présence de potassium dans le corps qui est un élément clé qui agit comme un vasodilatateur et réduit la tension et la fatigue du cœur (NAGDEVE., 2020).

IV.2. Bienfaits sur les muscles :

Le renforcement des muscles est un processus qui peut être accéléré en consommant les bons types d'aliments, en particulier ceux qui contiennent des vitamines et des minéraux qui ont un impact direct sur la masse musculaire. Le lait d'amande, par exemple, contient de la riboflavine, une forme de vitamine B dont il a été prouvé qu'elle agit en conjonction avec d'autres nutriments comme le fer pour réguler la force et la croissance musculaires. C'est aussi une bonne source de protéines, qui est présente dans les muscles, la peau et divers autres organes et qui aide le corps à se maintenir et à se réparer (NAGDEVE., 2020).

IV.3. Bienfaits sur les reins :

Il existe des minéraux tels que le calcium et le potassium qui peuvent être nocifs pour les reins s'ils sont en excès extrême dans le corps. Le lait d'amande contient une quantité limitée de phosphore et de potassium, ce qui n'est pas le cas des produits laitiers. Il est conseillé aux personnes souffrant de maladies rénales chroniques ou aiguës de s'efforcer de réduire leur consommation d'aliments contenant ces minéraux en quantités aussi élevées. Le lait d'amande peut servir les mêmes fins générales que le lait tout en étant bénéfique pour les personnes qui essaient de réduire la présence de potassium dans leur corps (NAGDEVE., 2020).

IV.4. Bienfaits pour la peau :

La peau dépend de différents types de vitamines et de minéraux pour la maintenir dans son état optimal. La consommation de lait d'amande, qui contient beaucoup de vitamine E, aide à maintenir la santé de la peau. Outre les vitamines, il contient également des antioxydants qui aident à réparer la peau endommagée et à réguler la vitamine A. Il peut également être utilisé comme lotion nettoyante pour la peau. Pour de meilleurs résultats, l'eau de rose peut être ajoutée au lait d'amande pour nettoyer la peau (NAGDEVE., 2020).

IV.5. Bienfaits pour la vision :

Le lait d'amande est riche en diverses vitamines, dont la vitamine A, indispensable au bon fonctionnement des yeux (NAGDEVE., 2020).

IV.6. Bienfaits sur les os :

Le lait d'amande contient du calcium, nécessaire au maintien et à la formation des dents et des os sains. L'inclusion de lait d'amande dans l'alimentation fournit du calcium au corps et favorise la croissance osseuse saine des adultes ainsi que des nourrissons. Il aide également à réduire le risque d'ostéoporose (NAGDEVE., 2020).

IV.7. Propriétés anticancéreuses :

Des études de recherche suggèrent que la consommation de lait d'amande supprime la croissance des cellules cancéreuses de la prostate qui sont stimulées par la consommation de lait de vache (NAGDEVE., 2020).

IV.8. Bienfaits sur le système immunitaire :

Le lait d'amande contient divers nutriments et minéraux qui aident à maintenir un système immunitaire sain. Le système immunitaire protège notre corps des germes et des micro-organismes qui peuvent causer des problèmes de santé et sont nocifs pour le corps. Une personne dont le système immunitaire est affaibli est sensible aux problèmes de santé et aux maladies. La consommation de lait d'amande peut aider à maintenir la principale ligne de défense du corps saine et solide (NAGDEVE., 2020).

V. les dattes :**V.1 Généralité sur les palmiers dattier :**

Le palmier dattier : *Phoenix dactylifera* L, provient du mot "Phoenix " qui signifie dattier chez les phéniciens et *dactylifera* dérive du terme grec " dactulos " signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (DJERBI., 1994). Le dattier est un arbre probablement originaire du golfe persique, cultivé dans les régions chaudes et humides. C'est une espèce dioïque, monocotylédone arborescente, appartenant à une grande famille d'arbres à palmes et produit des dattes.

Le palmier dattier (**figure 07**) est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi-arides. Cet arbre peut s'adapter à de nombreuses conditions grâce à sa grande variabilité.

Le dattier est une espèce thermophile, il exige un climat chaud, sec et ensoleillé. C'est un arbre qui s'adapte à tous les sols, il est sensible à l'humidité pendant la période de pollinisation et au cours de la maturation (BEN MBAREK et AL., 2015).



Figure 07: Le palmier dattier (BEN MBAREK et AL., 2015)

V.2.Description botanique :

Le palmier dattier est constitué de :(TOURQUI, ZANE., 2018)

- ✓ Le tronc : peut atteindre, pour certaines variétés 25 m de longueur. Ce stipe est en général cylindrique uniforme pour certains cultivars, relativement tronconique pour d'autres.
- ✓ Les palmes : sont des feuilles composées pennées plus au moins longues et plus ou moins flexibles en fonction des cultivars et des conditions de culture.
- ✓ Le système racinaire : est de type fasciculé souvent très puissant, repartit en 4 zones.
- ✓ L'inflorescence : le palmier est une plante dioïque, les sexes sont donc séparés en palmier femelle donnant les fruits et palmier male dit pollinisateur produisant du pollen.
- ✓ Le régime : les fruits sont plus ou moins insérés sur les épillets qui sont groupés pour former le régime (BEN MBAREK et DEBOUB ., 2015).
- ✓ fruit : la dattes est une baie ayant une seule graine communément appelée noyau. Elle comporte une enveloppe fine cellulosique, l'épicarpe ou peau, un mésocarpe plus ou moins charnu et de consistance variable, présente une zone périphérique de couleur plus soutenue et de texture compacte, et une zone interne de teinte plus claire et de texture fibreuse, l'endocarpe, réduit à une membrane parcheminée entourant la graine ou noyau (ESPIARD., 2002).

V.3. Description des dattes :

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair ce dernier représente approximativement 10 à 15 % du poids total de la datte.

La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de:

- Un épicarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (ESPIARD., 2002) (figure 08). Les dimensions de la datte sont très variable, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon la variétés, sa couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambres, rouges, brunes plus ou moins foncées (BEN MBAREK et DEBOUB ., 2015).

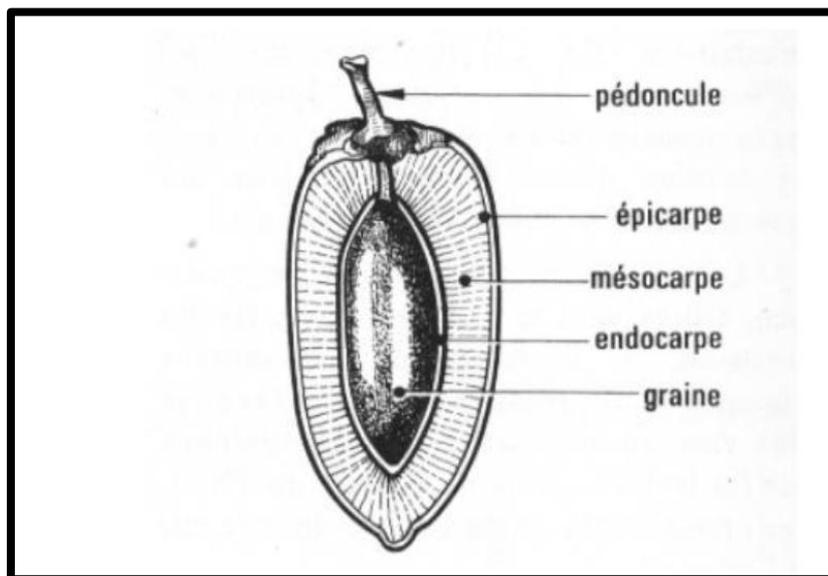


Figure 08 : La morphologie de la datte (YAHMI et TIGHARGHAR., 2016)

V.4. Stades d'évolution

La datte passe par différents stades de développement avant maturation (figure 09). Plusieurs auteurs rapportant que durant les 200 jours après la pollinisation la datte passe par cinq différents stades d'évolution : Hababok, Kimri, Bisir, Routab et tamar (AL-SHAHIB et MARSHALL., 2003). Chacun d'eux porte un nom spécifique qui n'a pas d'équivalent en

français, la terminologie irakienne est celle qui est utilisée en raison de son adoption en anglais.

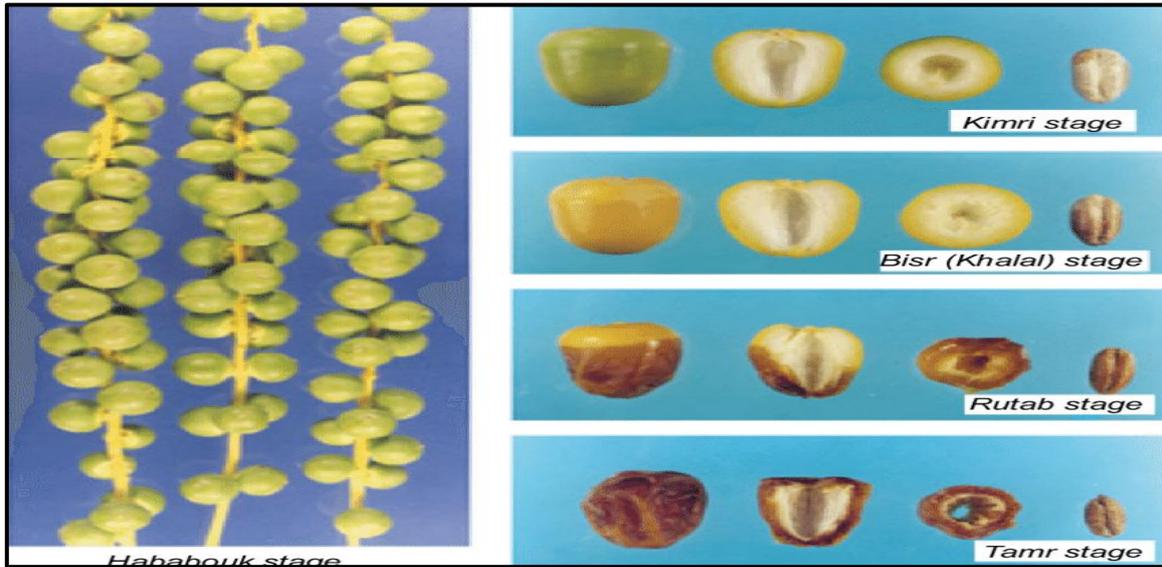


Figure 09 : Stades d'évolution de la dattes (Greiby., 2013)

V.5. Classification des dattes :

Les dattes sont regroupées en trois catégories suivant leur consistance. D'après, la classification de la dattes selon leur consistance à maturité et la texture de fruits est comme suit.

- ✓ **Les dattes molles** : taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base de sucres (fructose, glucose) tel que Ghars, Baydirbentqbala, Etc (DAVID., 2011).
- ✓ **Les dattes demi-molles** : de 20 à 30% d'humidité, elles occupent une position intermédiaire. Il s'agit des dattes à base de saccharose par excellence Deglet Nour (ESPIARD., 2002).
- ✓ **Les dattes sèches** : dures, avec moins de 20% d'humidité, riche en saccharose telle que Meche-Degla, Deglabeida.... Etc (AMIRAT et BENSACI., 2017).

V.6. Composition biochimique de la dattes :

La dattes se compose essentiellement :

✓ Eau :

Avec une teneur moyenne qui varie entre 10 et 40% du poids frais (TOURQUI et ZANE., 2018).

✓ Sucre :

Sucres réducteurs « glucose et fructose » et de sucres non réducteurs, « saccharose », Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion, tels que : le galactose, la xylose et le sorbitol. La teneur en sucres totaux est très variable et dépend de la variété et du climat, elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche (TOURQUI et ZANE., 2018).

✓ Les protides :

Les protides représente une faible quantité il est en général de l'ordre de 1.75% du poids de la pulpe .Aussi, il a été montré que le pourcentage de protéines présent dans les noyaux des dattes est plus important que celui de la pulpe (TOURQUI et ZANE D., 2018).

✓ Matière grasse :

La pulpe de la datte contient peu de matière grasse. Celle-ci est concentrée dans la peau (2.5-7.5%MS) et joue un rôle plus physiologique que nutritionnelle. Ce rôle se traduit par la protection du fruit (BOUSDIRA., 2007).

✓ Fibres :

Elle est aussi riche en fibres, avec un apport de 8,1 à 12,7 % du poids sec (AL-SHAHIB et MARSHALL., 2002).

✓ les constituants pariétaux de la datte sont :

La pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine, c'est l'un des fruits les plus riches en éléments minéraux, essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium (TOURQUI et ZANE., 2018).

✓ Minéraux

L'étude de 58 variétés de dattes cultivées dans la région des Ziban faite par (ACOURENE et AL., 2001), montre que le taux de cendres est compris entre 1,10 et 3,69 % du poids sec, elle contient des vitamines tel que C et B mais à des faible teneurs.

V.7. production des dattes en Algérie :

La production des dattes en Algérie a atteint 12 millions de quintaux en 2019, au niveau de 16 wilayas dans le Sud, cette quantité est répartie sur une surface de 170.000 hectares (OMARI.,2019). L'Algérie, troisième producteur mondial, compte d'ailleurs plus de 1000 variétés de ce fruit, La production de la Deglet Nour, variété typique de la région, atteint les 200 000 tonnes par an« Après les hydrocarbures, c'est la Deglet Nour qui est exportée à travers le monde avec un chiffre d'affaires qui dépasse les 50 millions de dollars en 2019 (RAHMOUNI., 2020).

V.8. La récolte :

La récolte des dattes est un processus effectué par l'agriculteur à l'arrivée des dattes jusqu'au stade de la maturité finale. Ce processus est prolongé au mois d'octobre à décembre dans chaque année. Il utilise plusieurs méthodes, notamment traditionnelles et mécaniques (MESSAOUDI et TOUAHAR., 2018).

V.8.1. Les types de la récolte :**❖ La méthode traditionnelle :**

La méthode traditionnelle de récolte des dattes consiste à grimper (figure 10). Il est la plus applicable par les agriculteurs, le temps total pour récolter un seul palmier contient un nombre des régimes entre 10-15 régime est presque 20 min en moyenne et un cout de 200-250 da ça veut dire que dans une heure on peut récolter 5 palmier en moyenne, le cout de la récolte par heure est 1000 da en moyenne est varié selon la longueur du palmier (MESSAOUDI et TOUAHAR., 2018).



**Figure 10 : la méthode traditionnelle de la récolte des dattes
(MESSAOUDI et TOUAHAR ., 2018)**

❖ La méthode mécanique :

La méthode mécanique de récolte du palmier dattier c'est-à-dire par le chariot élévateur (figure 11), qui n'exige aucune expérience professionnelle des ouvriers ni un effort musculaire, mais cette méthode n'est pas utilisée par les agriculteurs car la plupart des oasis ne sont pas planifiées en termes de plantation de palmiers en laissant une distance de 8m entre palmiers et de faire marcher le chariot de manière systématique.

Généralement le temps de faire les opérations de la récolte par le chariot prend en moyenne 10 min par ouvrier (MESSAOUDI et TOUAHAR., 2018).



Figure 11 : Récolte par chariot élévateur (MESSAOUDI et TOUAHAR., 2018).

V.9. Les transformations des dattes

La richesse variétale algérienne est très mal exploitée et uniquement la Deglet-Nour qui présente une importance économique par contre, le reste de cultivars est composée de datte communes de faible valeur marchande et pose un problème de commercialisation.

La technologie de la datte recouvre toutes les opérations, de la récolte à la consommation, ont pour objectif de préserver toutes les qualités des fruits et de transformer ceux qui ne sont pas consommés, ou consommable, en divers produits, à l'état bruts ou finis, destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie (MADANI. ,2019).

Le schéma c'est dessous (**figure 12**) montre les différent produits de ses transformations obtenus des variétés de dattes :

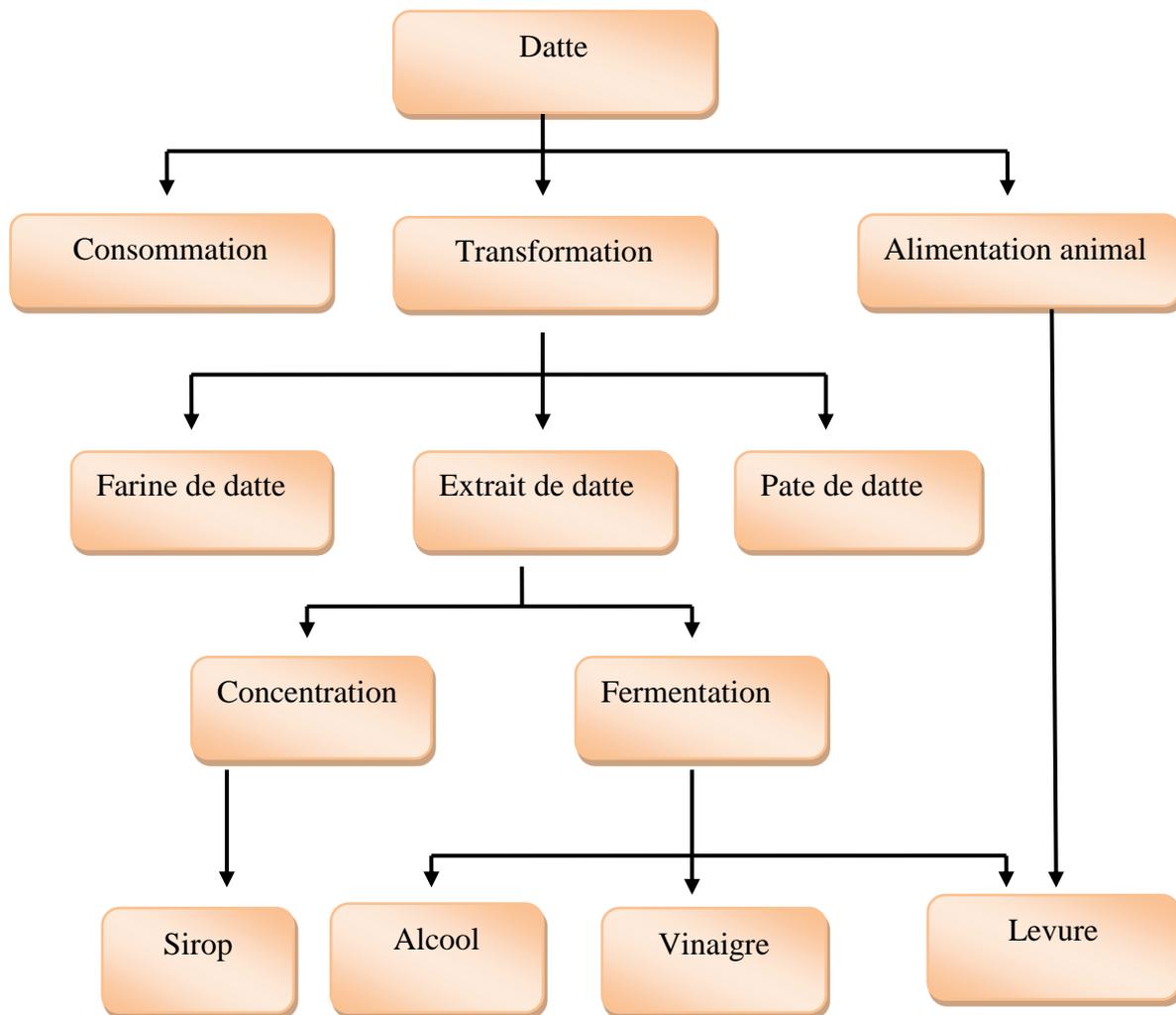


Figure 12 : Schéma de transformation des dattes (BOUZAHEUR., 2016)

VI. Sirop des dattes :

VI.1. Définition :

Le sirop de dattes ou concentré de jus de dattes aussi appelé « mélasse de datte » ou « miel de datte » (**figure 13**) est un produit naturel, fabriqué traditionnellement, en général brun épais-foncé, son gout est plus doux est obtenu par procédé à principe de diffusion, une méthode 100% naturelle et respectueuse de l'environnement (**NODIGAVE., 2018**). Ce produit bien qu'il est d'aspect sombre, et stable est utilisé comme édulcorant dans de nombreuses préparations pâtisseries et peut également servir comme base à la production de boissons gazeuses et peut remplacer aussi le sucre dans la préparation des crèmes glacées ou autres (**CHNITI., 2015**).



Figure 13 : sirop des dattes

VI.2. Procédé de fabrication de sirop de dattes :

Le sirop est fabriqué à partir de dattes fraîches (**figure 14**), qui sont tout d'abord nettoyées de toutes impuretés et dénoyautées, ensuite cuites dans l'eau et filtrées, puis pressées pour extraire un jus. Après ce jus est concentré par cuisson à feu doux jusqu'à l'obtention d'un produit liquide concentré à 65-70% de matière sèche coloré (**BOUJEBEL., 2020**).

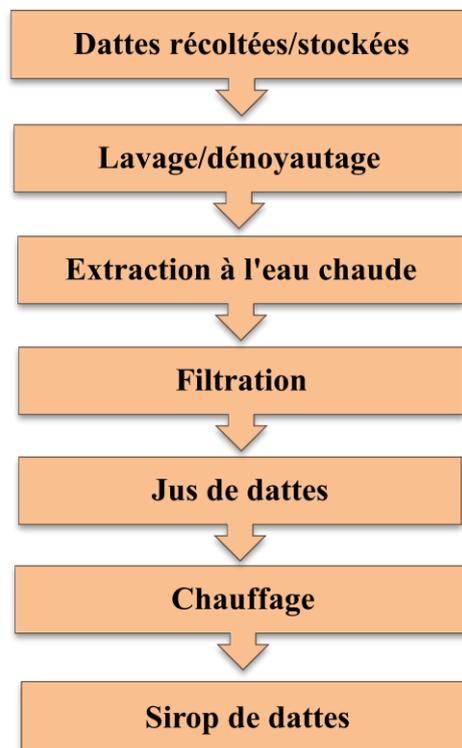


Figure 14 : les étapes expérimentales de préparation de sirop de datte (MIMOUNI., 2009)

VI.3. Composition de sirop dattes :

En effet, le sirop est un produit très énergétique avec de nombreux bienfaits pour le consommateur, comme par exemple les minéraux (calcium, magnésium, sodium, cuivre...), ainsi que les vitamines A, B1, B2 et C, idéales pour le corps. En comparaison au sucre blanc riche en saccharose (**tableau IV**), le sirop de dattes en contient moins, moins calorique que le sucre blanc, environ 300 Cal aux 100 g contre 400 (**NODIGAVE., 2018**). Le sirop contient principalement des sucres dont le saccharose, les glucides, le fructose, les mélanoidines et les complexes de ferpolyphénol responsables de couleur foncée du sirop (**YOUB et BOUDRAA., 2018**).

Tableau IV : Composition chimique de sirop de dattes (**ALANAZI ., 2010**)

Composant	Valeur	Composant	Valeur
Teneur en humidité%	16	Minéraux (mg/100 g)	
Teneur en cendre%	6.8	Sodium	13
Solides totaux sur le poids sec%	84	Fer	7.8
Sucre total%	79.45	Potassium	202.8
Sucre réduit %	4.87	Magnésium	143
Sucre inverti%	74.83		
Protéines totales%	0.83		
Lipides totaux%	1.98		
Teneur en pectine %	1.46		
Contenu en vit C (mg/100g)	0.185		

VI.4. Utilisation de sirop de dattes :

La forte teneur en sucre de ce sirop devrait justifier leur utilisation comme source importante en sucre liquide approprié à de nombreux produits alimentaire tel que des confitures d'organes, des boissons concentrées, la crème glacé au chocolat, des bonbons, des produits de boulangerie des produits alimentaires bios. Il est également utilisé comme agent aromatisant pour les produit laitiers à savoir le lait fermenté (**MIMOUNI., 2009**). Le sirop de dattes est une bonne alternative en cuisine, idéal pour garnir les desserts car il apporte à la fois du moelleux, de la couleur et de la saveur. Il peut être utilisé en accompagnement pour les crêpes, les gaufres et les boissons. Pour sucrer les boissons chaudes ou froides : café, lait, etc.

En version salée, le sirop de dattes relève parfaitement les marinades d'un saumon, et parfume délicatement les vinaigrettes d'une salade avec des noix (NODIGAVE., 2018).

VI.5. Situation du sirop de dattes

Le sucre de canne et le sucre de betterave, font objet d'une grosse production industrielle, alors que le sirop de dattes commence à peine à être fabriqué industriellement bien qu'il soit depuis très longtemps confectionné par les familles phoenicultrices (BELMI et REFFAS., 2016). Bien que le nombre de palmiers dattiers évolue d'une année à une autre dans presque toutes les wilayas phoenicoles. L'Algérie, a cependant pris beaucoup de retard dans le domaine de la transformation des dattes, bien que toutes les conditions s'appêtent à leur valorisation en particulier celle des dattes communes (MIMOUNI., 2015).

Chapitre II: Matériels et méthodes

I. Matériel et méthode :

Notre travail consiste en un essai de formulation d'une boisson végétal préparée à base d'amande et de sirop de datte et de sa caractérisation.

I.1.Préparation de la boisson végétale à base d'amande :

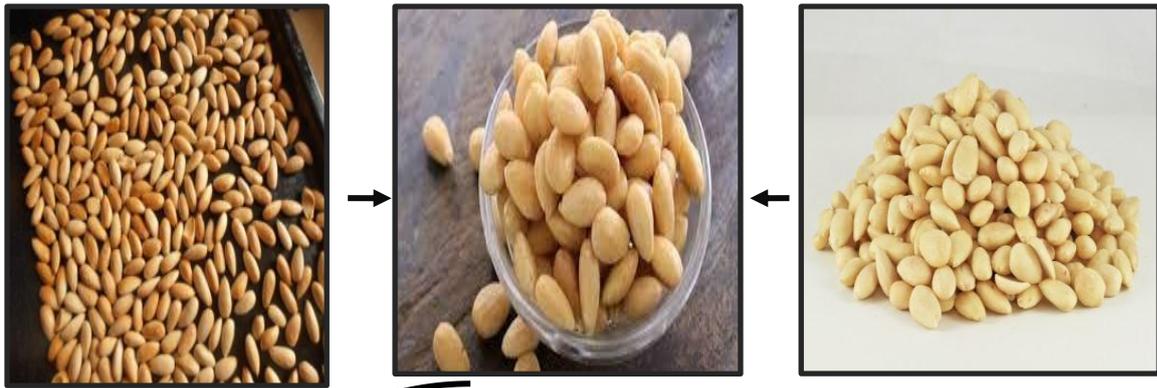
Les boissons végétales préparées sont à base d'amande, d'eau et de sirop de datte. Plusieurs recettes ont été testée avant d'opter pour les deux qui ont fait l'objet de notre étude et ce puisqu'elles possèdent des propriétés organoleptiques intéressantes, dans l'une des boissons a été préparé à base d'amande torréfiée à une température de 100°C pendant 20 min et l'autre à base d'amande non torréfiée avec les mêmes quantités d'eau et de sirop de datte et préparé de la même méthode.

La torréfaction est une opération essentielle et l'un des procédés de transformation les plus fréquents pour les amandes, noix et graines (SHIMODA.,1997).Elle favorise significativement le développement de la couleur, flaveur, texture et apparence des amandes noix et graines. Le produit résultant est très apprécié du consommateur par comparaison aux amandes crues (SAKLAR., 1999).La torréfaction détruit également les microorganismes indésirables et inactive les enzymes qui favorisent la détérioration du produit au cours du stockage (BUCKHOLZ et AL., 1980), Par conséquence la torréfaction déshydrate les amandes et engendre des changements physico-chimiques en particulier des protéines et mettent en jeu les glucides, lipides et micronutriments comme les vitamines. Ce qui entraîne une baisse de la qualité nutritionnelle de celles-ci, tels que les lipides s'oxydent, alors que les vitamines subissent des dégradations (YAACOUB., 2009).Toutes ces réactions influencent les qualités nutritionnelle et organoleptique du produit fini.

❖ Méthode :

Une quantité d'amandes (26 %) a été trempé pendant une nuit (8 à 12h) dans l'eau puis suivit d'un égouttage, les amandes sont ensuite lavé puis mixé avec une quantité de (57 %) d'eau, et on mixe à haute vitesse pendant 2 minutes jusqu'à broyage total des amandes, puis la filtration de liquide obtenue. Un pourcentage de (17 %) de sirop de datte a été ajouté au lait pour l'amélioration de ses qualités organoleptiques et l'attribution d'un gout sucré à ce dernier.

Le produit final est conservé ou frais à une température de 3 à 4 °C pour prolonger sa durée de conservation.



Amande torréfié B

tromper dans l'eau puis égoutter

Amande non torréfié A



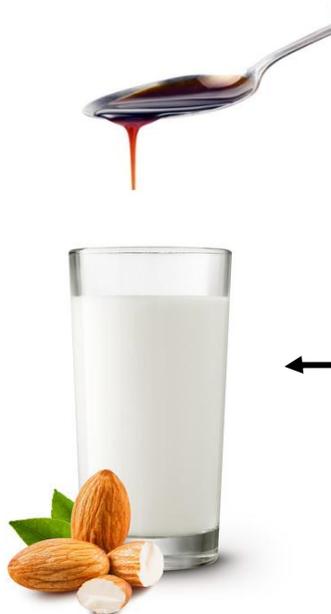
Tromper dans l'eau



Mixer



Filtrer



Enrichissement

Figure 15: préparation de la boisson à base d'amande

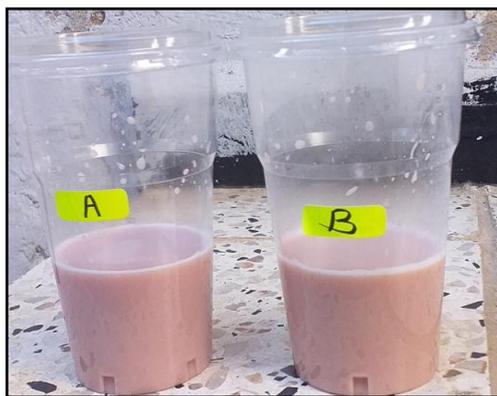


Figure 16 : le produit fini (boisson à base d'amande)

I.2. Préparation du sirop de dattes :

Les dattes sont toute d'abord lavées puis dénoyautées, ensuite trempées dans de l'eau chaude, puis elles sont mises sur feu moyen pour environ 45 min. Le jus est ensuite extrait en écrasant et en tamisant la chair du fruit. Faire cuire le jus sur feu (30 à 35 °c) doux jusqu'à l'obtention d'un liquide coloré et sirupeux pendant (environ 1 heure).Mettre la mélasse aussitôt dans des pots, elle est conservait ensuit au réfrigérateur (CULINAIRE., 2017).



Figure 17 : le sirop de datte préparé

1.3. Les analyses physico-chimiques effectuées :

I.3.1.La détermination du Potentiel d'Hydrogène (PH) «potentiomètre» :

Le PH est une mesure quantitative de l'acidité ou de basicité d'une solution, c'est un paramètre qui permet de mesurer la concentration en ions H^+ dans une solution. Il s'agit d'une grandeur sans unité, introduite par *Søren Peder Lauritz Sørensen* 1909 (CACHAU-HERREILLAT., 2009).

A. Principe :

Détermination en unité pH la différence de potentiel existant entre deux électrodes plongés dans le produit.

B. Mode opératoire :

1. Étalonner le pH-mètre à l'aide d'eau distillé après avoir vérifier son fonctionnement
2. Prélever un petit volume de l'échantillon suffisamment important dans un bécher pour permettre l'immersion de l'électrode.
3. Détermination : pour la mesure du PH de la prise d'essai, la valeur du PH est lue directement sur l'échelle de l'appareil.
4. Effectuer deux déterminations sur un échantillon. Laver la sonde à l'eau distillée et la sécher avec un papier absorbant, entre deux mesures.



Figure 18 : mesure de PH des deux échantillons A et B

C. Expression des résultats :

La valeur du PH est lue directement sur l'échelle de l'appareil, prendre la moyenne arithmétique de deux déterminations, dans le cas où la différence est très grande on effectue une autre détermination.

I.3.2. mesure de l'acidité : « Titrimétrie » :

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit.

Elle est exprimée en fonction de l'acide dominant, l'acide dominant dans notre produit est l'acide citrique présent dans le sirop de datte.

A. Principe :

L'opération de mesure de l'acidité, consiste en un titrage acido-basique une quantité de 10 g de l'échantillon est titrée par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0.1 N en présence d'un indicateur coloré « le phénol phtaléine » à 0.1%.

Le point d'équivalence est déterminé lors du virage de la couleur de l'échantillon en rose persistante (BHAT et AL., 2011).

❖ La Réaction mise en jeu lors de la neutralisation peut être écrite de la façon suivante :



Hydroxyde de Sodium Acide citrique Eau Citrate de trisodium

B. Mode opératoire :

1. Dans un bêcher, introduire 10 g du lait d'amande.
2. Pour le dosage : Ajouter 5 gouttes de l'indicateur coloré « phénolphthaléine ».
3. Après rinçage de la burette de (25ml), titrer avec une solution NaOH à 0.1N, jusqu'au virage du milieu au «rose persistant», facilement perceptible par comparaison avec le témoin constitue de la même boisson, on considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes.
4. lire en suite, le volume de NaOH titré sur la burette.
5. Effectuer au moins deux déterminations sur la même échantillon.



Figure 19 : mesure de l'acidité

C. Expression des résultats : Les résultats sont calculés selon la formule suivante :

$$AT(g/100g) = C_{NaOH} * V_{NaOH} * 0,64 * 100/P$$

Avec :

L'acidité titrable : exprimée en équivalent g d'acide citrique par 100 g

C_{NaOH} : concentration de la solution de soude (0,1mol/l)

V_{NaOH} : volume (ml) de soude ajouté

P : poids de l'échantillon utilisé pour le test

0,064 : facteur conventionnel établi pour l'acide citrique d'échantillons

I.3.3.Détermination de la densité : Méthode au «Pycnométrie» :

La densité d'un liquide est toujours définie par rapport à l'eau pure à des conditions de pression et de température de référence. De ce fait, la notion de densité liquide caractérise le comportement d'un liquide dans l'eau.

La densité est une grandeur sans dimension et sa valeur s'exprime sans unité de mesure étant donné qu'elle varie pour un mélange en fonction de la teneur en matière sèche, matière grasse et de la température (**LAGIERE., 1996**).

A .Principe :

Le flacon utilisé s'appelle un pycnomètre. Il est constitué d'un petit ballon d'environ 5 ml sur lequel vient s'adapter un bouchon rôdé creux dans lequel se trouve un tube capillaire, il suffit de peser au moyen d'une balance de précision le pycnomètre avant et après remplissage pour déterminer par calcul la masse volumique d'un produit liquide.

B. Mode opératoire :

1. Sur une balance de précision, peser le pycnomètre d'un volume de 5ml vide et sec, tarer son poids.
2. Remplir le pycnomètre de liquide, remettre le bouchon et laisser sortir l'excès d'échantillon.
3. peser le pycnomètre rempli. Puis mentionner son poids.



Figure 20 : poids du pycnomètre vide et rempli

C. Expression des résultats :

L'expression de la densité du liquide est :

$$\text{Densité} = \frac{\text{masse du pycnomètre remplie} - \text{masse du pycnomètre vide}}{\text{volume du pycnomètre}}$$

1.3.4 .Détermination de degré Brix :

Le degré Brix est le pourcentage de matière sèche soluble dans l'eau. Il est déterminé à l'aide d'un réfractomètre permettant la mesure de l'étendue de la réfraction de la lumière. La réfraction est le changement de direction que subit la lumière en franchissant un échantillon, on obtient ainsi un indice de réfraction qui est affiché en pourcentage.

A. Principe :

Le Brix est utilisé pour quantifier la fraction de saccharose contenue dans un liquide, ou autrement dit le pourcentage de matière sèches soluble.

B .Mode opératoire :

1. Tout d'abord, nettoyer le prisme du réfractomètre avec un coton imbibé d'alcool, et sécher avec du papier absorbant.
2. Déposer l'échantillon en quantité suffisante à l'aide d'une pipette sur la surface du prisme, après étalonnage du réfractomètre avec de l'eau distillée. Puis, fermer le couvercle du prisme mobile.



Figure 21 : Réfractomètre

C.Expression des résultats :

Approcher le réfractomètre d'une source lumineuse et lire la valeur du Brix qui correspond à la ligne de changement de couleur blanche/bleue.

I.3.5 Détermination de la teneur en matière grasse :

On a déterminé les teneurs en matière grasse par la Méthode «*Acido-butyrique de GERBER*».

A .Principe :

Les constituants de la boisson autres que la matière grasse sont dissous par l'acide sulfurique, et grâce à la force centrifuge et l'ajout d'une petite quantité d'alcool isoamylique ($C_5H_{11}OH$) qui dissout la matière grasse, cette dernière se sépare et monte au sommet du butyromètre.

B. Mode opératoire :

1. Travailler sous une hotte. Dans un butyromètre, introduire à l'aide d'une pipette graduée, en mettant le point de pipette inclinée au contact avec la base du col du butyromètre 10ml d'acide sulfurique (91%), pour dissoudre les constituants du l'échantillon autres que la matière grasse.
2. Ajouter 5ml de l'échantillon de la boisson végétale en l'écoulant à travers les parois, et 1ml d'alcool isoamylique ($C_5H_{11}OH$), pour dissoudre la matière grasse de l'échantillon, cette dernière se sépare et monte au sommet du butyromètre.
3. Nettoyer le col du butyromètre et boucher soigneusement.
4. Agiter soigneusement jusqu'à la dissolution des protéines par action d'acide sulfurique (disparition totale des grumeaux), puis tourner le butyromètre du haut en bas (la température augmente : réaction exothermique).

5. Mettre à centrifuger pendant (5 min), puis, lire la valeur de la matière grasse sur le butyromètre.



Figure 22 : butyromètre



Figure 23 : centrifuge

C. Expression des résultats :

Après 5 minutes de centrifugation à chaud, nous avons procédé immédiatement à la lecture : butyromètre vertical, pointe en l'air, puis faire une lecture rapide sur l'échelle du butyromètre

$$MG = (B) - (A)$$

(B) = la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne de matière grasse

(A) = la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne de matière grasse

1.3.6. Dosage de protéine :

Les méthodes de dosage des protéines totales sont nombreuses. Elle permet de quantifier des protéines d'un produit donné. Parmi ses méthodes la spectrophotométrie d'absorption moléculaire. Plus exactement la méthode de Bradford qui est une méthode très sensible.

A. Principe :

La teneur de la boisson d'amande en protéines solubles était évaluée par la méthode colorimétrique de "Bradford" par l'absorption du colorant "bleu de Coomassie". Ce réactif rouge/brun à l'état libre est converti en forme bleue caractéristique du complexe formé entre les groupements NH_3^+ des protéines et ceux de réactif (BRADFORD., 1976).

B. Mode opératoire :

1. 0,1ml d'échantillon (la boisson d'amande) était prélevé, ensuite 2ml de réactif de bleu de coomassie (0,1N) était ajouté à l'échantillon, suivit d'une agitation.
2. Ensuite, le mélange réactionnel était mis à l'obscurité durant 30 minutes, suivis par la lecture de son absorbance à une longueur d'onde de 612nm.
3. Une courbe d'étalonnage servant de référence, préparée dans les mêmes conditions réactionnel est réalisée avec la BSA et les résultats sont exprimés en mg équivalent d'albumine pour 100ml de boisson d'amande.



Figure 24 : les échantillons du sérum d'albumine d'œuf

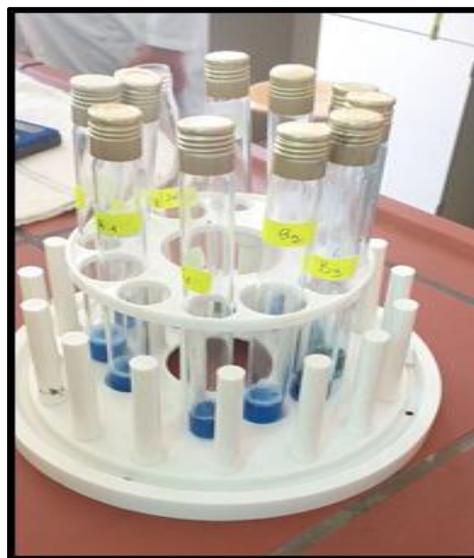


Figure 25 : les échantillons de la boisson d'amande



Figure 26 : spectromètre UV-visible

C. Expression des résultats :

Une courbe d'étalonnage des absorbance mesuré par le spectromètre en fonction des concentrations des différentes dilutions du sérum d'albumine (**Annexe II**) servira de référence pour déterminer les concentrations des protéines de nous échantillons.

1.3.7. Détermination des sucres :

La méthode utilisée pour la détermination de taux des sucres totaux et réducteurs et non réducteurs c'est la méthode d'AFNOR (1982).

A. Mode opératoire :**❖ Préparation du filtrat :**

Une masse de 10g de chaque échantillons A et B et introduite dans une fiole de 100 ml et 2.5 ml d'acétate de zinc (30%) , puis ajouté 2/3 d'eau distillée, effectuer une agitation pendant 20 min suivie d'un repos de 15 min. Ajuster le volume à 100ml avec de l'eau distillé, après homogénéiser le mélange, filtrer à l'aide d'un entonnoir et un papier filtre et récupérer le filtrat.

1. Détermination des Sucres totaux :

Pour déterminer les sucres totaux, 50 ml du filtrat préparé et prélevé puis 5 ml de HCL pur sont ajouté, le mélange est porté à bain marie à une température de 100°C pendant 5 min, ajouter de 2 à 3 gouttes de phénophtaléine, préparer la burette en la remplissent avec du NaOH à (10 N), effectuer le titrage jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante, puis noter le volume NaOH versé.

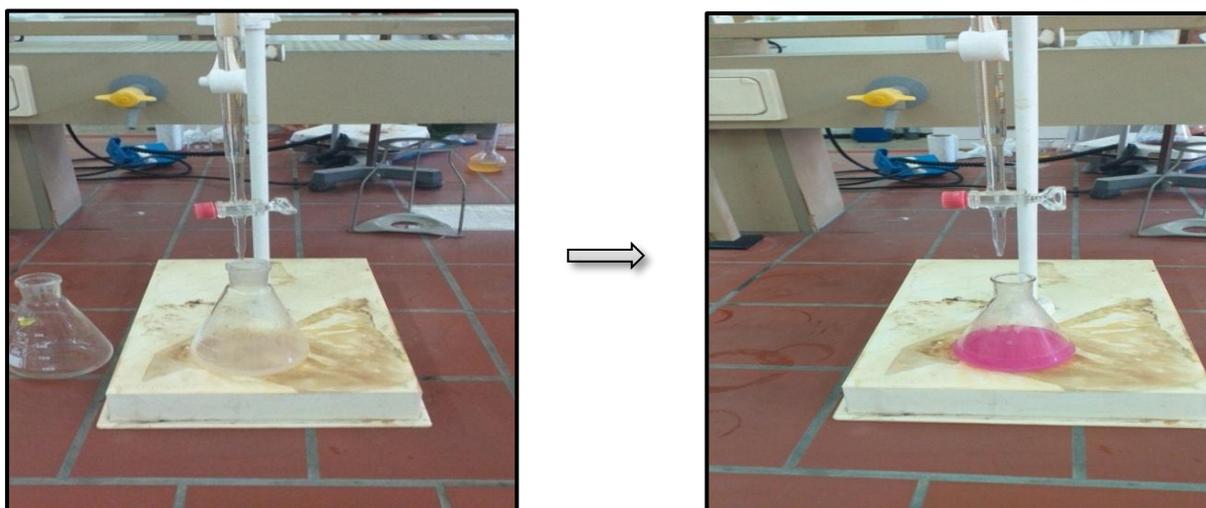


Figure 27 : titrage du filtrat avec du NaOH

1.1. Expression des résultats :

$$ST(g/100g) = \frac{500}{V(V2 - 0.05)} * \frac{10}{100}$$

Avec :

V2 : volume du NaOH utilisé dans la neutralisation

V : volume de prise d'essai.

2. Détermination des sucres réducteurs :**2.1. Principe :**

Les sucres réducteurs réduisent partiellement la liqueur de Fehling en excès, La réaction doit se dérouler à chaud. Une quantité des sucres réducteurs en milieu alcalin (basique), à chaud réduisent le sulfate de Cuivre II (bleu) en oxyde de cuivre II pour former un précipité rouge brique.

2.2.Équation de réactions :

Réduction de la liqueur alcalino-tartro-cuivrique (FEHLING A+ FEHLING B) par les sucres réducteurs avec formation d'oxyde cuivreux (Cu₂O) de coloration rouge brique.

**2.3. Mode opératoire :**

1. Mettre dans un erlenmeyer de (100 ml) 5 ml de Liqueur de FEHLING A et 5ml de Liqueur de FEHLING B.
2. Ajouter 2 à 3 gouttes de bleu de méthylène, amené liqueur alcalino-tartro-cuivrique (FEHLING A+ FEHLING B) à ébullition à l'aide d'un agitateur chauffant.
3. Remplir la burette avec le filtrat préparé au pare avant et ajuster à zéro.
4. Verser, dans l'erlenmeyer sans arrêter l'ébullition jusqu'à disparition de la coloration bleu et apparition de la coloration rouge brique.
5. Noter le volume versé.

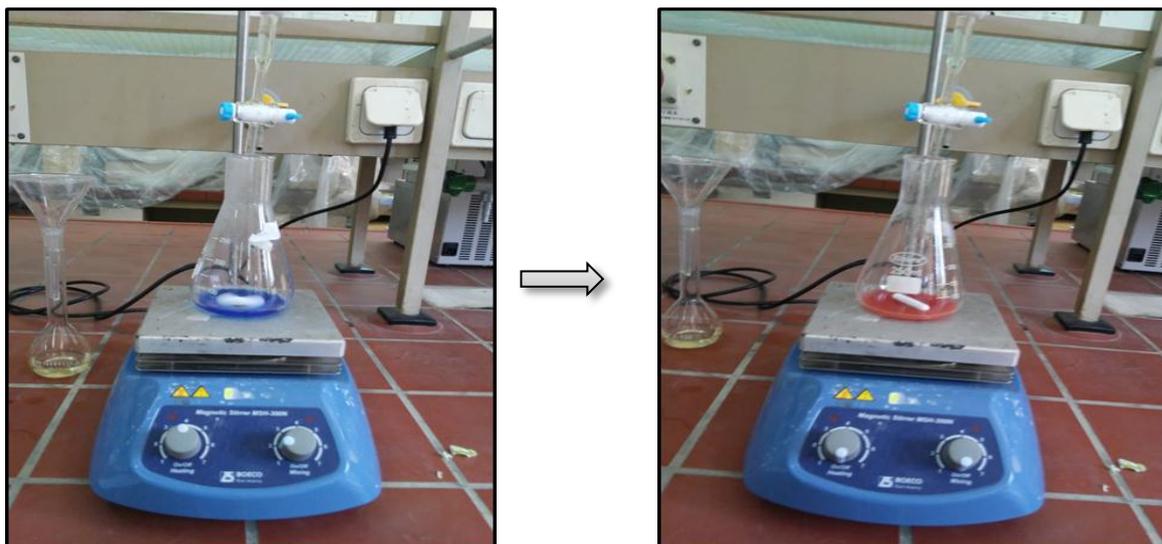


Figure 28 : détermination des sucres réducteurs

2.4. Expression du résultat :

$$SR (g/100g) = \frac{240}{V(V1 - 0.05)} * \frac{10}{100}$$

Avec :

V_1 : volume du filtrat utilisé dans la neutralisation

V : volume de prise d'essai

3. Détermination de la teneur en saccharose (S) :

$$S = (ST - SR) * 0.95$$

Avec :

0,95 : facteur obtenu par division du poids moléculaire du saccharose sur la somme des poids moléculaire du glucose et de fructose.

1.3.8 .taux d'humidité :

L'humidité est la présence d'eau ou de vapeur d'eau dans l'air ou dans une substance, elle est le rapport du poids d'eau contenu dans ce matériau au poids du même matériau sec. On peut aussi définir la teneur en eau comme le poids d'eau W contenu par unité de poids de matériau sec.

A. Principe :

L'échantillon est chauffé dans une étuve ventilée à $100 \pm 5^\circ\text{C}$ jusqu'à ce que leur masse devienne constante, la perte de poids est due à l'évaporation de l'humidité.

B. Mode opératoire :

1. Peser un creuset vide : masse m_0 .
2. Déposer 5g d'échantillon à analyser et peser le creuset plein : masse m_1 .
3. Placer le creuset à l'étuve à $100 \pm 5^\circ\text{C}$ jusqu'à stabilité du poids.
4. Laisser refroidir au dessiccateur (préserve l'échantillon déshydraté de l'humidité).
5. Peser après déshydratation le creuset : masse m_2 .

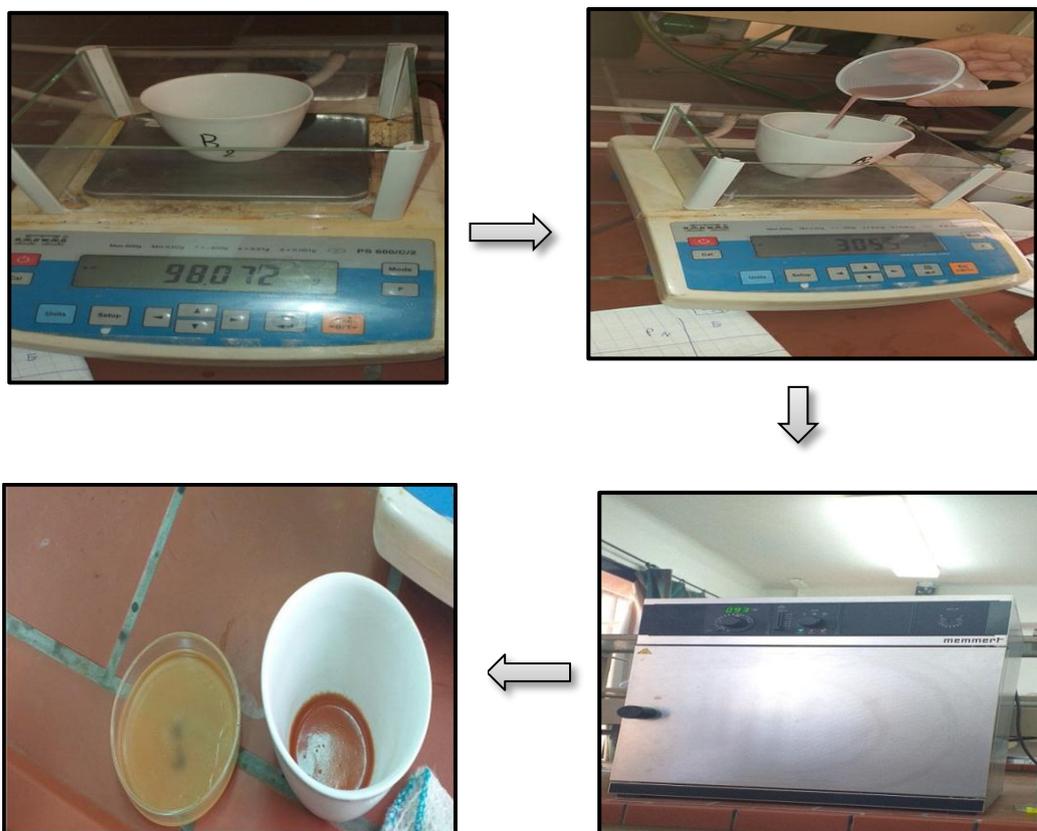


Figure 29 : les étapes de détermination de taux d'humidité

C. Expression des résultats :

$$\% H = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

I.3.9. Taux de cendres :

Les cendres totales sont les résidus des composés minéraux qui restent après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine animale, végétale ou synthétique (AUBRY., 2013). Le taux de cendre est évalué selon la méthode décrite par (LETERME et AL., 2006).

A. Principe :

Un chauffage puissant au four à moufle à 550°C pendant 4h permet la destruction et l'élimination totale des matières organiques qui se trouvent totalement dégradées. Il reste dans le creuset les sels minéraux sous forme de cendre blanche.

B. Mode opératoire :

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

C. Expression des résultats :

$$\% \text{ taux de cendre} = \frac{P2 - P0}{P1 - P0} \times 100$$

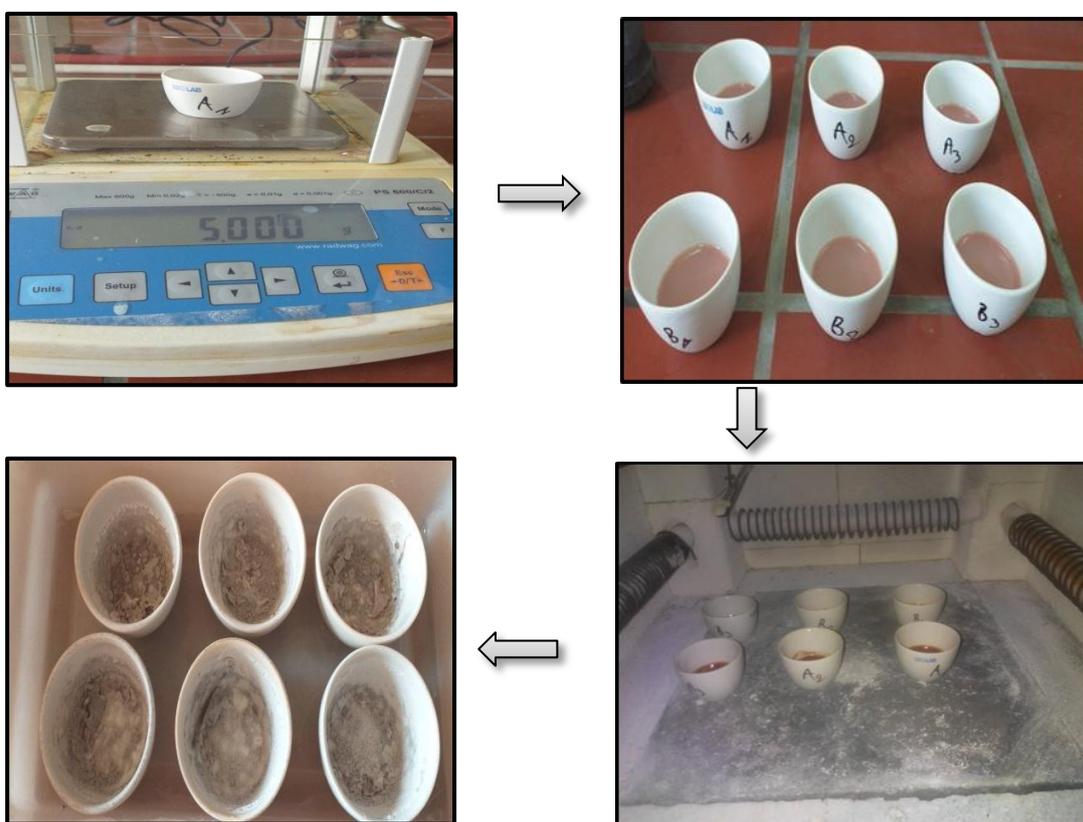


Figure 30 : les étapes de détermination des cendres

I.3. 10. Détermination de la Viscosité :

La viscosité mesure la résistance à l'écoulement, c'est une caractéristique essentielle des fluides, l'expression épais ou peu épais est souvent utilisée pour parler de la viscosité, Celles-ci ne sont toutefois pas suffisamment précises pour cela les mesures quantitatives sont nécessaire. L'instrument qui sert à mesurer la viscosité des fluides est un viscosimètre.

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

A. Principe :

Le viscosimètre de Couette est de type rotationnel dédié aux applications de contrôle qualité qui mesure précisément, rapidement et en toute simplicité la viscosité et le comportement d'écoulement des liquides et semi liquide. Il est composé de deux cylindres concentriques, le cylindre à l'intérieur (R1) est en rotation tandis que le cylindre à l'extérieur(R2)est fixe, entraînée par un moteur. Sous l'effet de la force de la viscosité d'un fluide qui est contenu entre les deux cylindres, la mesure du couple nécessaire pour empêcher la rotation du cylindre à l'intérieur permet de déterminer la valeur de la viscosité du fluide avec logiciel intégré à l'appareille. L'écoulement entre ces deux cylindres concentriques est appelé l'écoulement de Couette.

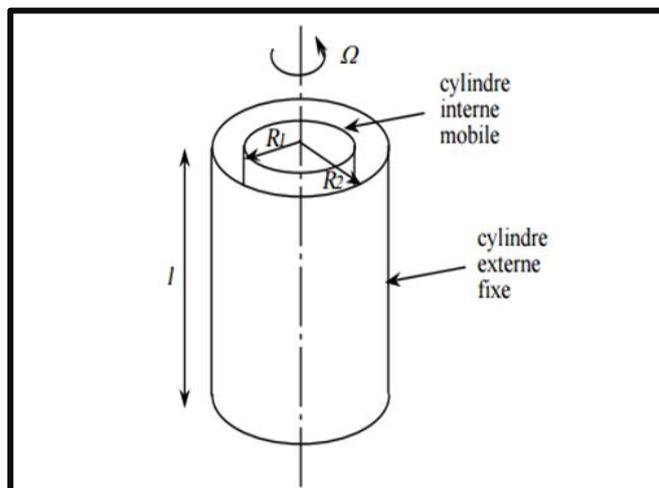


Figure 31 : schéma représentative des deux cylindres du viscosimètre

B. Mode opératoire :

1. Prélever 50 ml de l'échantillon
2. Placer l'échantillon entre les deux cylindres coaxiaux verticaux
3. Démarrer le viscosimètre

4. Lire la valeur de la viscosité affichée par l'appareille.

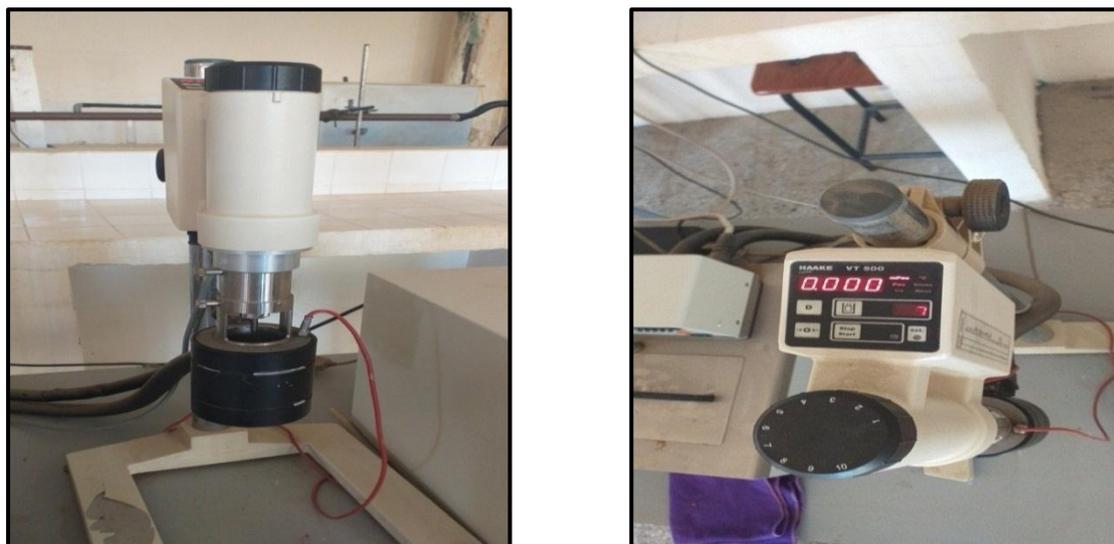


Figure 32 : viscosimètre de couette

C. Expression des résultats :

La viscosité a été mesurée à température ambiante pour le même taux de cisaillement. La valeur de la viscosité est affichée sur l'écran du viscosimètre en (mPa qui est le centi-poise).

II. Le contrôle microbiologique des boissons végétales :

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

Cette partie à été réalisée au laboratoire en suivant le journal officiel de la république Algérienne (**annexe III**).Elle va s'effectuée sur 03 types des microorganismes (E-coli, levures et moisissures, salmonella).

Tableau V : Les microorganismes recherchés dans la boisson à base d'amande et leurs milieux d'ensemencement, ainsi que leurs durées d'incubation

Microorganismes recherché	Milieux utilisé	Ensemencement	Incubation (h/°C)	
E-coli	EMB	En masse	48h	44°c
Levures et moisissures	Sabouraud	En surface	5 jours	25°c
Salmonelle	SFB	En surface	24h	37°c
	SS		24h	37°c

II.1. Caractéristiques des germes recherchés :

a. Les moisissures :

Elles sont définies comme l'ensemble des champignons filamenteux, saprophytes présentant une végétation notable et qui ont de l'importance dans l'industrie. Elles peuvent être :

1. Nuisibles, car agents d'altération des aliments.
2. Utiles, car intervenant dans la production d'aliments, d'antibiotiques, d'enzyme et dans diverses fermentations (MEYER et AL., 2004).

Elles se développent à la surface d'un substrat (produits alimentaires : la source la plus fréquemment utilisé est les glucides). Leurs exigences et tolérance vis-à-vis de l'eau sont variables selon les groupes : certains moisissures ne se développent que sur des substrats humides, et d'autres sur des substrats dont l'humidité est très faible (le cas des moisissures xérophiles). Les moisissures généralement tolèrent une T° de 3 à 40° C, elles se développent mieux en milieu légèrement acide et tolère parfois un PH très bas, la végétation maximale est produite entre 20 et 30°C (LEYRZ et VIERLING., 2007) .

b. *Escherichia coli* (*E. coli*) :

La bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) est un bâtonnet à Gram négatif. Elle est anaérobie facultative. Sa température optimale de croissance avoisine les 35-37 °C, mais elle est aussi capable de croître à une température de 44,5 °C. Elle peut fermenter le lactose et elle possède les enzymes β -galactosidase et β -glucuronidase.

E.coli joue un rôle utile dans l'intestin en participant, entre autres à la synthèse de vitamines. Cependant, certaines souches particulières d'*E.Coli* présentent un pouvoir pathogène important. Elle fait partie du groupe des coliformes thermotolérants (aussi appelés « coliformes fécaux»), qui est lui-même inclus dans le groupe des coliformes totaux. Cette bactérie est utilisée comme indicateur de contamination fécale.

II.2 Préparation des dilutions :

Il est nécessaire de rendre l'échantillon homogène en l'agitant soigneusement. Ouvrir aseptiquement l'emballage après avoir nettoyé à l'éthanol la surface d'ouverture puis procéder à la préparation des dilutions. Mélanger soigneusement chacune des dilutions au moment de leur préparation et avant les ensemencements.

L'analyse est entamée par la préparation d'une série de dilutions, en prélever 1ml d'échantillon à l'aide d'une micropipette, mélangé avec 9ml de diluant (d'eau peptonée) dans un tube, est ainsi la première dilution 10^{-1} est obtenue. Ainsi la préparation des dilutions continue jusqu'à l'obtention de la dilution 10^{-5} . La préparation des dilutions était effectuée dans des conditions aseptiques.

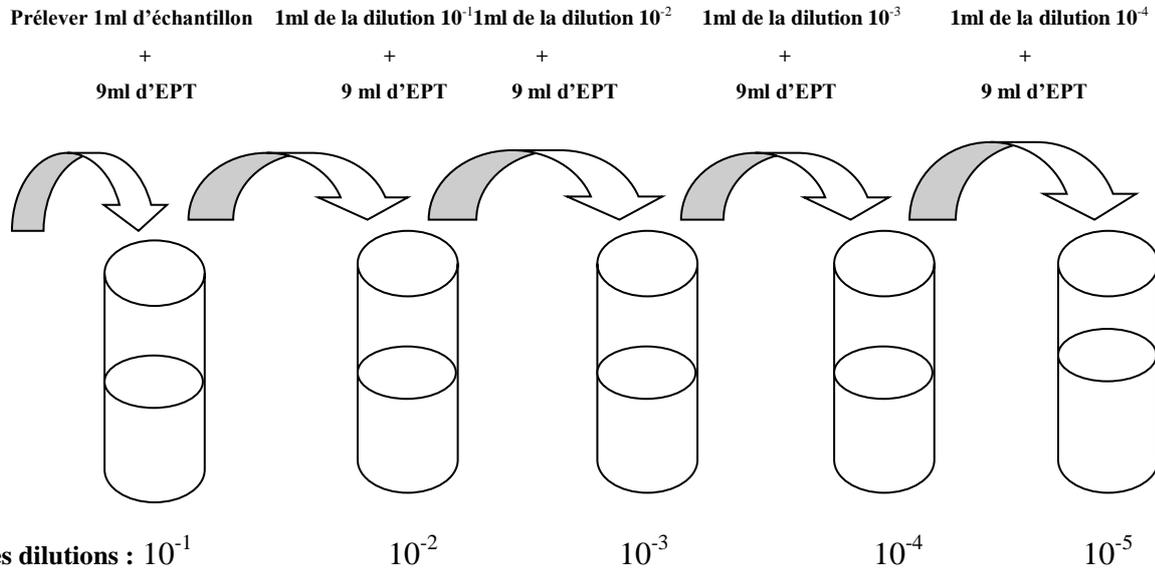


Figure 33 : les dilutions décimales

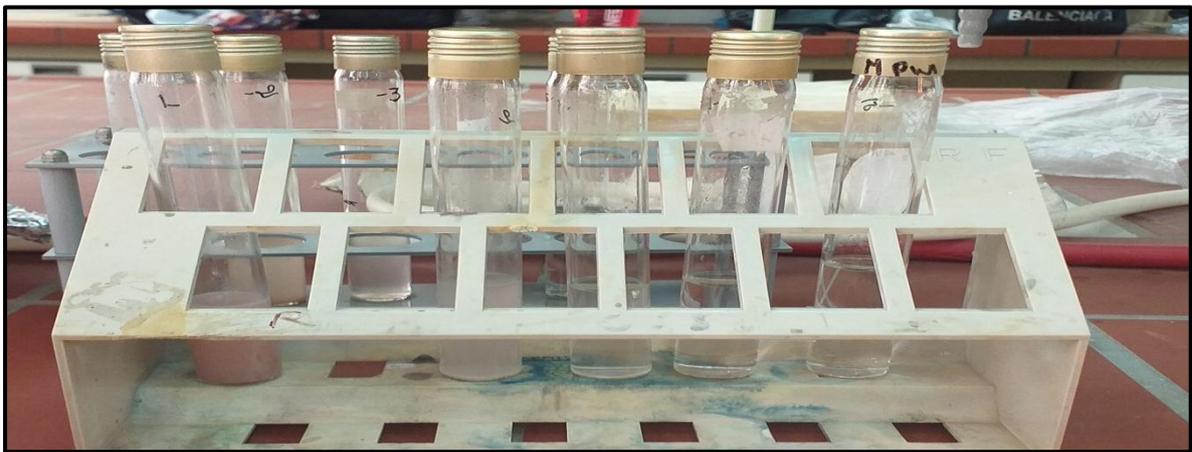


Figure 34 : préparation des dilutions

II.3.Le dénombrement :

02 boite de pétri ont été préparé pour chaque dilution

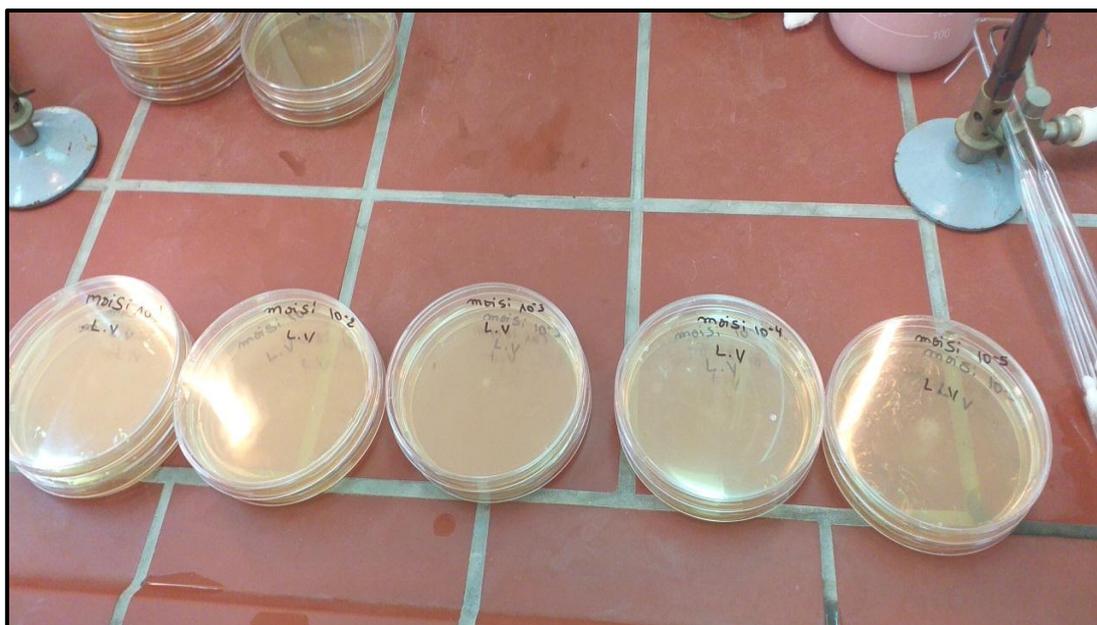
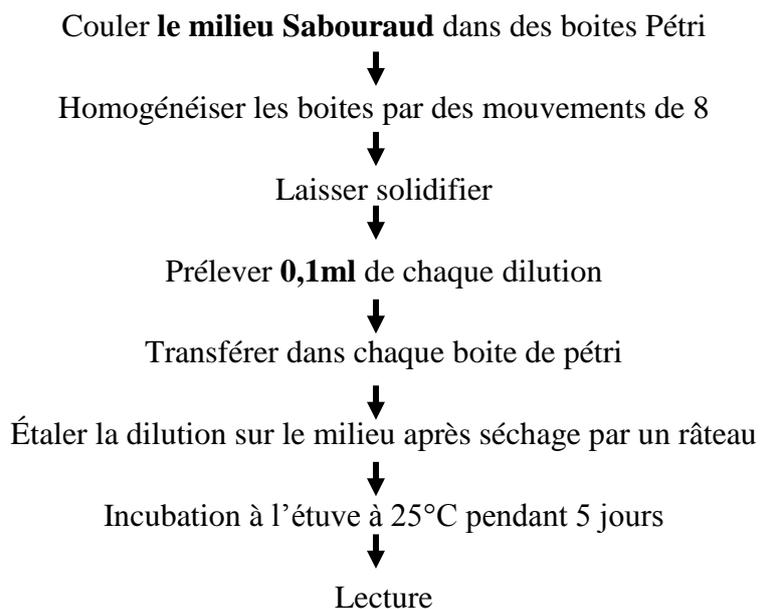
A. Dénombrement des moisissures : ensemencement en surface

Figure 35 : ensemencement des moisissures

❖ Lecture :

Les colonies qui ont un aspect filamenteux et irrégulier, sont des moisissures.

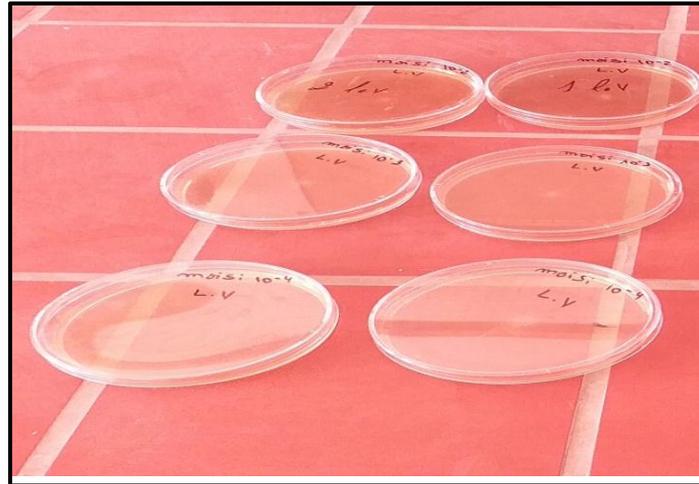


Figure 36 : dénombrement des moisissures

B. Recherche d'Escherichia coli : ensemencement en masse :

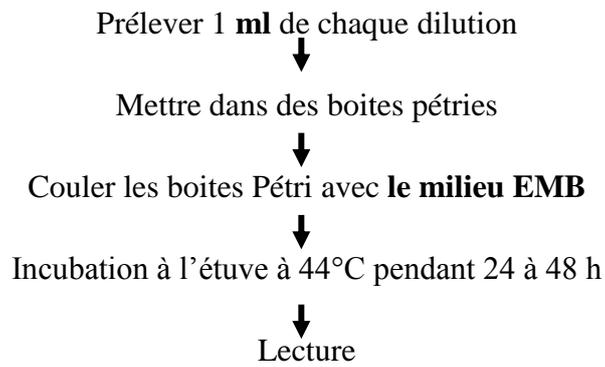


Figure 37 : ensemencement d'E-coli



Figure 38 : dénombrement d'E-coli

❖ **Lecture :**

Colonies isolées, de 2 à 3 mm de diamètre, ayant tendance à confluer et de couleur rose présentant un reflet métallique verdâtre en lumière réfléchiée et un centre noir pourpre en lumière transmise sont celle d'E.coli.

c. Salmonella :

Les salmonelles sont des entérobactéries, bâtonnets, à Gram négatif, anaérobies facultatives, mobiles, oxydase -, elle fermente le glucose, et réduit les nitrates en nitrites, à forte contagiosité, responsable des toxi-infections alimentaires (salmonellose). Les salmonelles se multiplient entre 4 et 50°C, leur température de croissance optimale se situe entre 35 et 37°C elles sont également assez sensibles au sel. Elles se développent à un PH compris entre 4 et 9 avec un optimum entre 6,5 et 7,5.

Les nombreuses espèces de Salmonelles diffèrent énormément entre elles quant à leur pouvoir pathogène. Bien que la plupart des espèces puissent se retrouver dans les aliments, les normes visent en général celles qui sont à l'origine de toxi-infections plutôt que celles qui sont à l'origine des maladies infectieuses graves (fièvres typhoïdes et paratyphoïdes) (ANONYME 05 ., 2009).

1. Recherche des *Salmonella* :

1.1. Pré enrichissement :

Prélever aseptiquement 25ml de l'échantillon dans un erlenmeyers de 250 ml



Ajouter 225ml d'**EPT** (d'eau peptonée tamponnée).



Homogénéiser pendant 2 minutes



Incuber à l'étuve à 37° C, pendant 24 heures.

1.2. Enrichissement :

Prélever 1 ml d'échantillon pré enrichi



Ajouter 9 ml de milieu SFB



Incuber à l'étuve à 37° C, pendant 48 heures.

1.3. Isolement :

On fait un repiquage vers un milieu **SS** (milieu sélectif pour l'isolement des entérobactéries pathogènes) et incuber à 37°C pendant 24h.



Figure 39 : isolement dans le milieu SS

1.4. Lecture :

Gélose SS : Colonies rouges (lactose +)

Colonies incolores (lactose -) (salmonelles, shigelles)

Un autre caractère biochimique que l'on peut suivre sur ces milieux, est la production d' H_2S à partir de thiosulfate. Elle se traduit par l'obtention de colonies à centre noir, coloration due à la formation de sulfure de fer. Ce caractère est important car il permet de différencier les *Salmonella* (H_2S^+) des *Shigella* (H_2S^-).



Figure 40 : étuve (incubation à 37°C)



Figure 41 : dénombrement des salmonelles

III. Analyse sensorielle :

Les techniques d'analyse sensorielle ont été développées en vue de mesurer, contrôler et maîtriser la qualité des aliments grâce à des résultats fournis par des sujets humains (PAULIGNAN., 2010). Considérant l'homme comme un instrument de mesure, l'analyse sensorielle permet de quantifier des sensations complexes en éliminant toute subjectivité dans l'appréciation d'un produit (URVOY et AL., 2012).

III.1.Évaluation sensorielle de boisson fruitée (Panel expert) :

Les panels de sujets experts sensoriels utilisés en analyse sensorielle ont une vocation analytique et objective. Ces panels sont utilisés comme un instrument de mesure des propriétés sensorielles des produits. On a fait appel à un groupe de jury de dégustation expert constitué de dix personnes, enseignants préalablement formés et entraînés à l'évaluation sensorielle au sein de l'Université d'Abderrahmane MIRA de Bejaia. Les jurys sont âgés de 26 à 49 ans, ont effectué l'analyse sensorielle des deux produits.

Deux échantillons des boissons végétales à base d'amande sont présentés (A, B), il est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques en respectant les étapes décrites dans les questionnaires (Annexe V).Le choix des descripteurs pour la mise en place

du questionnaire s'est porté sur l'odeur, la couleur, la saveur (sucré), arôme identifié (arôme datte), acidité et la texture (viscosité).

Les experts sont invités à donner leurs préférences en attribuant une note allant de 1 jusqu'à 5 selon l'échelle présentée, puis de donner une note de préférence aux deux échantillons sur une échelle de notation de 1 à 7.

Ces analyses ont été effectuées avec le respect des conditions d'analyse, essentiellement : l'hygiène, l'isolement des juges (cabines de dégustation), le calme et l'anonymat des échantillons.

III.2. Traitement statistique des résultats :

les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux jurys sont traitées en utilisant le logiciel XLSTAT (version 2014) qui est un outil complet d'analyse de données et de statistiques dont le fonctionnement s'appuie sur Microsoft Excel pour la saisie des données et la publication des résultats, à la fois simple d'utilisation et très puissant. Il permet à ses utilisateurs d'analyser, de visualiser et de modéliser leurs données tout en produisant des rapports sous Microsoft Excel, exportables vers d'autres formats. Avec plusieurs fonctionnalités statistiques.

L'accès aux différents modules est possible grâce à des menus et à des barres d'outils. Les principales fonctionnalités de ce logiciel utilisées pour interpréter les résultats de l'évolution sensorielle effectuée sont :

1. Caractérisation de produits.
2. Analyse en composant principale (APC).
3. Classification ascendante hiérarchique (CAH).
4. Préférence MAPPING (PREMAP).

IV. Analyse statistique :

La comparaison entre les échantillons a été réalisée par une analyse de la variance (ANOVA) effectuée avec le test LSD sur Statistica, en prenant un intervalle de confiance de 95% ($\alpha = 0,05$). Les échantillons sont considérés statistiquement différents à $P < 0,05$.

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Caractéristiques de la boisson à base d'amandes :

I.1 Paramètres physico-chimique :

I.1.1 PH :

La détermination du pH renseigne sur l'état de fraîcheur des échantillons. Les valeurs du PH des boissons d'amande au sirop de dattes (A) et (B) sont de $5,47 \pm 0,021$ et $5,55 \pm 0,023$ respectivement. L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre les deux boissons à ($p > 0,05$). elles sont légèrement acides. Ceci est peut-être dû à l'ajout du sirop de dattes qui possèdent un pH de 4,67 à 4,50 (ALANAZI . , 2010) .

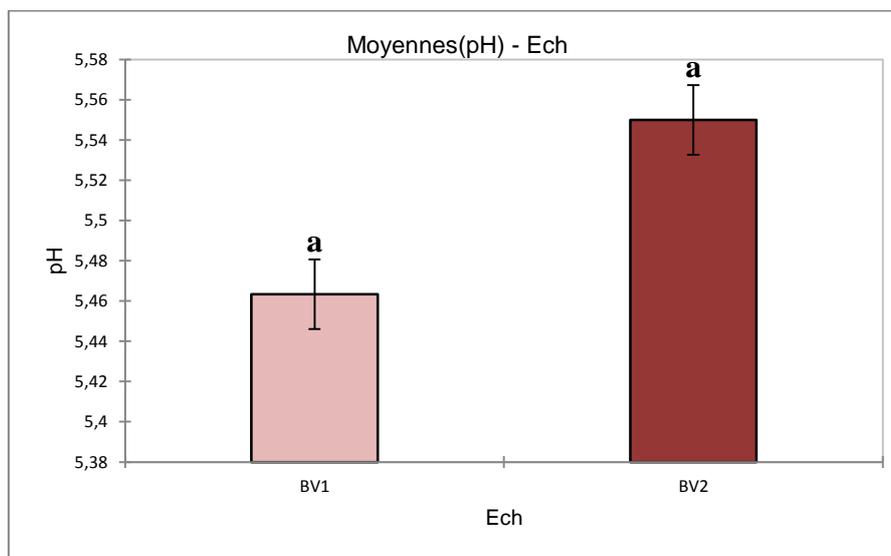


Figure 42 : graphique représentent le pH des deux échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.1.2. L'acidité titrable :

L'acidité de produit A est de $0,17 \pm 0,0125$ g/100g et l'acidité de produit B est de $0,16 \pm 0,003$ g/100g. Il n'y a pas une différence significative entre les deux produits à ($p > 0,05$). Notre produit est faiblement acide, cette faible acidité est dû à l'ajoute de sirop de datte. ces valeurs sont proche à celles enregistrées par (ABBES et AL.,2011), pour des sirops de dattes dont les valeurs varient entre 0,18 g d'acide citrique /100 g (Allig) et 0,27 g d'acide citrique /100 g (Deglet Nour). Cette petite différence peut être affectée par divers facteurs comme la variété, les conditions de croissance, le stade de maturité, les conditions de conservation (ABBES et AL.,2011) .

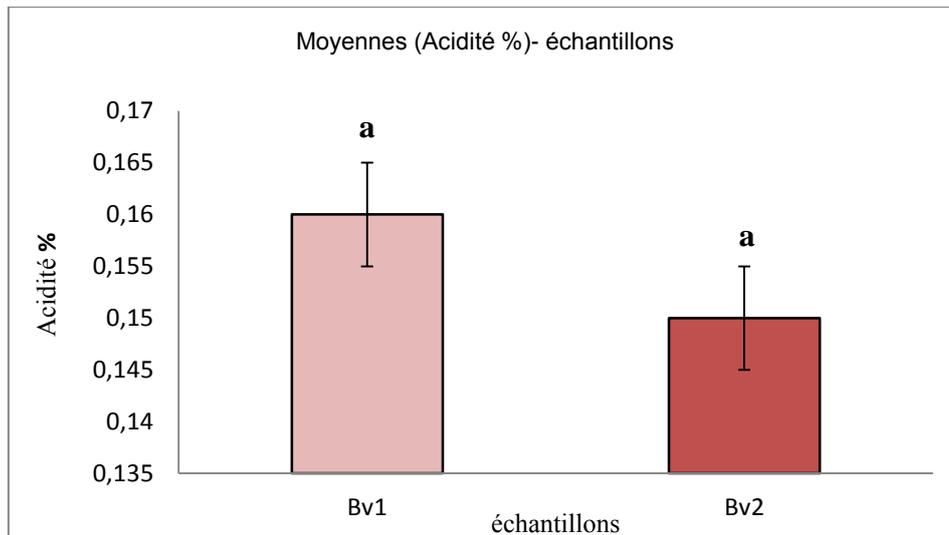


Figure 43 : graphique représentent l'acidité des deux échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.1.3 La densité :

La densité obtenue pour le produit (A) est de $0,9135 \pm 0,001$, et $0,9141 \pm 0,001$ pour le produit (B), d'après ces résultats en constate qu'il n'y'a pas de différence significative entre les deux produit (A) et (B) à ($p > 0,05$). Ces densités sont considérées comme faibles.

La densité est inversement proportionnelle au taux d'eau contenu dans la boisson d'amande, donc quand la quantité d'eau augmente la densité diminue et notre produit contient plus de 80% d'eau, ce qui explique ces faibles valeurs de densité (LAGIER ., 1996).

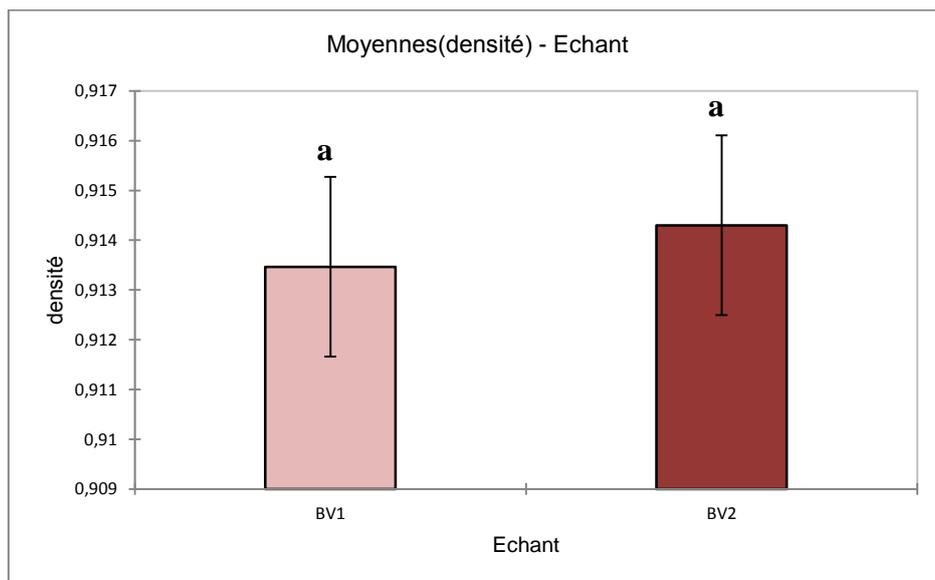


Figure 44 : graphique représentent la densité des deux échantillons

Bv1 :échantillon (A),Bv2 :échantillon (B).

I.1.4 Brix :

Le Brix de la boisson d'amande formulé est de $8,2 \pm 0,012$ % pour l'échantillon (A), et de $11,2 \pm 0,012$ % pour l'échantillon (B).Statiquement ils sont différents à ($p < 0,05$), ceci est peut-être la conséquence de la torréfaction des amandes avant la préparation de la deuxième boisson.

La torréfaction des amandes utilisé a probablement contribué dans l'augmentation du taux de la matière sèche (**BENGUENAB., 2018**) ainsi l'augmentation du taux de Brix de produit B par rapport au produit A.

La teneur en saccharose des amandes est d'environ 4 % (**APRIFEL.,2020**), ajouté à ça le taux de saccharose présent dans le sirop de dattes qui est de 4.87% (**AIANAZI., 2010**, qui est ajouté à la boisson afin de lui attribuer le gout sucré.

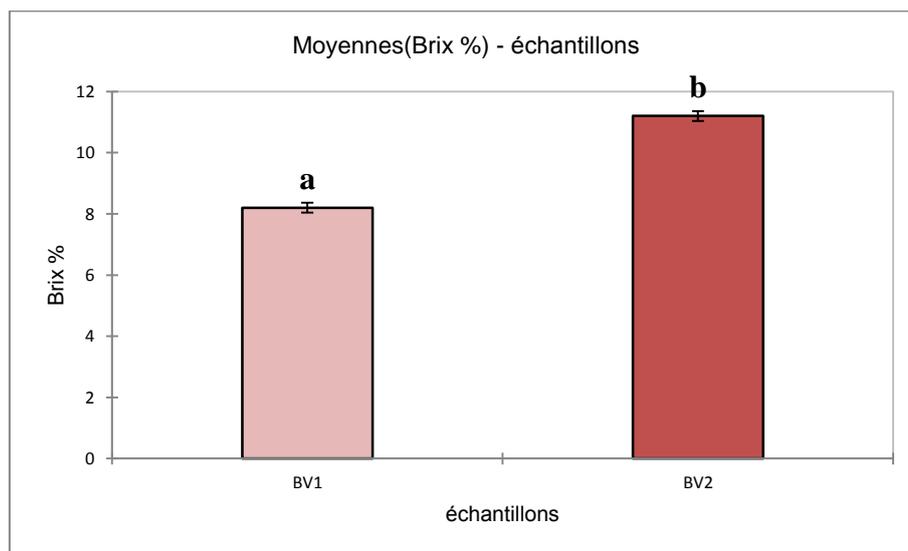


Figure 45 : graphique représentent le Brix des deux échantillons

Les lettres a,b indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les différentes échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.1.5 Matière grasse :

La teneur en matière grasse dans l'échantillon (B) $3,3 \pm 0,005$ % est légèrement plus élevée par rapport à l'échantillon (A) qui est de $3 \pm 0,004$ %, il y a une différence significative à

($p < 0,05$). Ces taux correspondent aux taux de matière grasse contenu dans les boissons d'amande commercialisé qui varie entre 1,5% (ISPED., 2017) et 3,2% (BJORG., 2018). (LIN et AL., 2015) ont démontré que la torréfaction augmente le niveau des acides gras insaturés (acide linoléique, acide oléique) ainsi que les acides gras saturés (acide palmitique et acide stéarique) ce qui explique le taux de matière grasse légèrement élevé par rapport à (A) (boisson à base d'amande non torréfier).

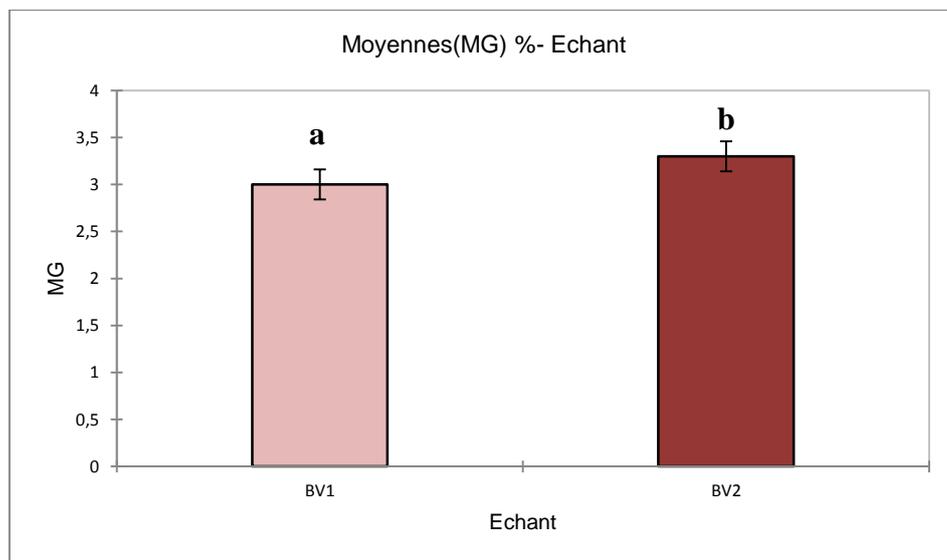


Figure 46 : graphique représentent la teneur MG des deux échantillons

Les lettres a,b indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les différentes échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.1.6 La teneur en protéine :

Les échantillons analysé ont une teneur en protéine de $1,27 \pm 0,107$ % pour la boisson (B), et de $2,79 \pm 0,087$ % pour la boisson (A), La concentration en protéine de la boisson (B) est significativement différente de la boisson (A) à ($p < 0,05$) d'après l'étude statique cette diminution est justifiée par l'effet de dénaturation des protéines lors de la torréfaction. Les valeurs sont supérieure à celle des boissons commercialisé 1,6 % (ISPED., 2017) et 1.8% (BJORG., 2018)). Cette différence peut être expliqué par l'ajout de sirop de datte qui a une teneur en protéine de 0,83 % Selon (ALANAZI., 2010), ce qui a augmenté le taux de protéine dans la boisson.

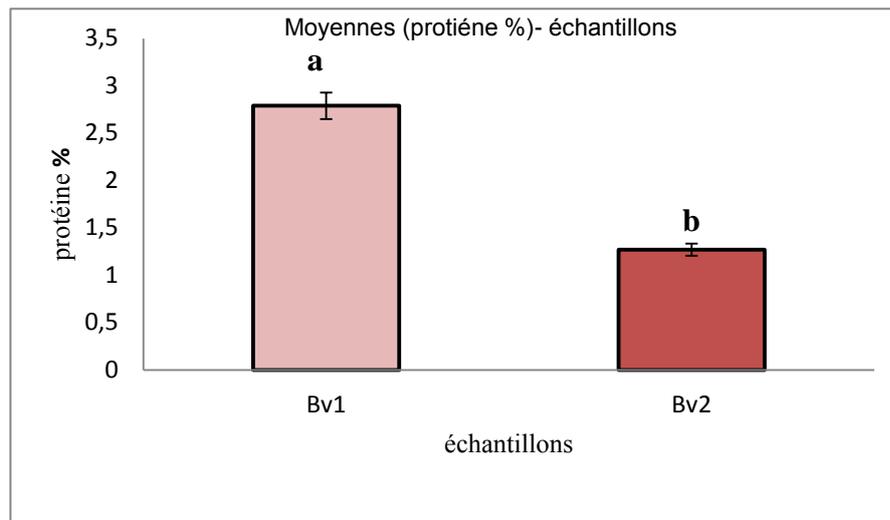


Figure 47 : graphique représentent La teneur en protéine des deux échantillons

Les lettres a,b indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les différentes échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.1.7. Le taux de sucre :

❖ Sucre totaux :

Les résultats obtenus pour les sucres totaux sont de $29,92 \pm 0,235$ % pour le produit (A) et $29 \pm 1,274$ % pour le produit (B), il n'y a pas une différence significative entre les deux produit (A) et (B) à ($p > 0,05$), la concentration en sucres de nos boissons est dépendante de sa concentration dans les amandes ainsi que de celle de sirops de datte utilisés (TONZALI., 2018), la teneur en sucre totaux des amandes est de 7,9 %, et celle du sirop de datte est de 79,45% (ALANAZI., 2010), et varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche d'après (TPOURQUI I et ZANE D., 2018).

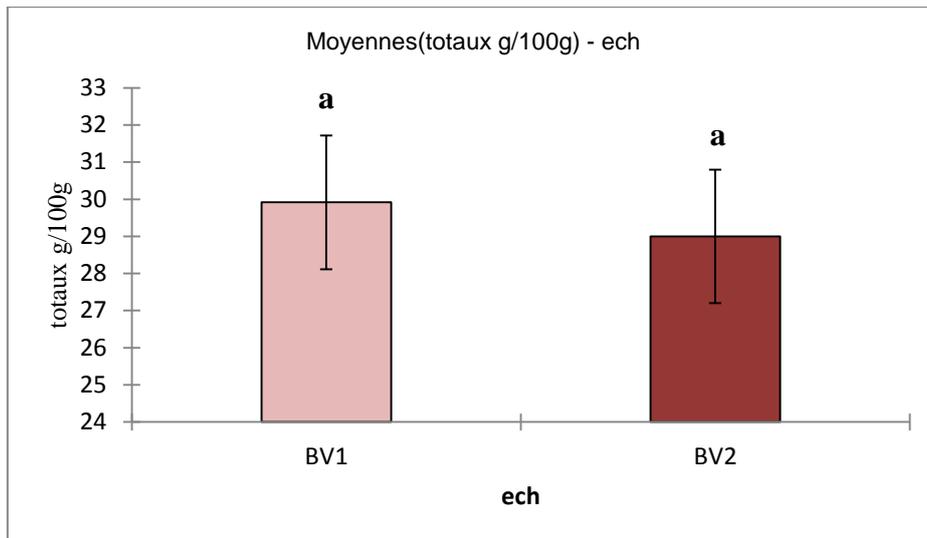


Figure 48 : graphique représentent La teneur en sucre totaux des deux échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

❖ **Sucre réducteur :**

La teneur en sucre réducteur dans le produit (A) est de $20,88 \pm 0,489$ % et $16,92 \pm 0,196$ % pour le produit (B), on remarque qu'il y'a une différence significative à ($p < 0,05$) entre les deux produits selon l'étude statistique. La teneur dans l'échantillon (B) est inférieure à celle d'échantillon (A) parce que le glucose et le fructose sont très réactifs dans les réactions de brunissement lors de torréfaction. La teneur en sucre réducteur de ces produits est supérieur à celle de l'amande qui est de 3,11% selon (TRACHI., 2015), et inférieur à la teneur en sucre de sirop de datte qui est de 74,83 % selon (ALANAZI., 2010), cela est peut-être dû à l'utilisation de variété différente de datte.

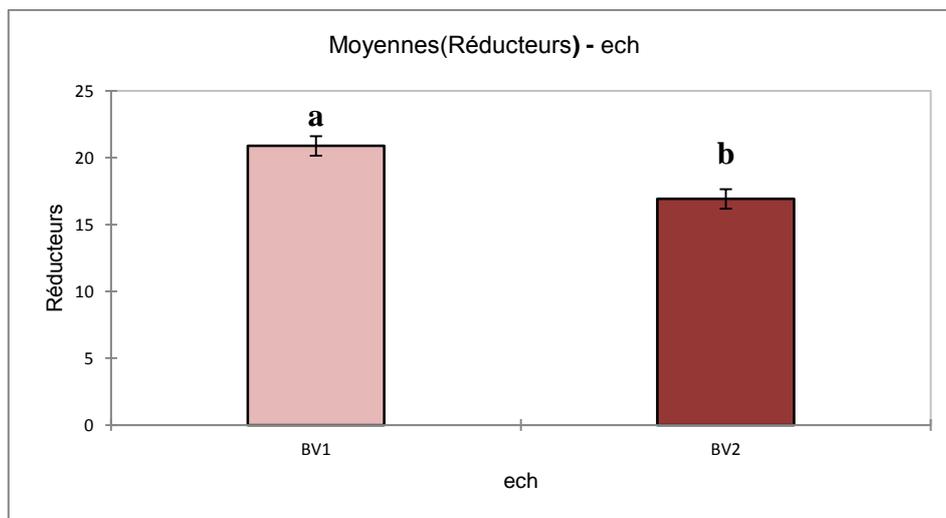


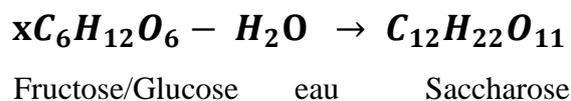
Figure 49 : graphique représentent La teneur en sucre réducteur des deux échantillons

Les lettres a,b indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les différents échantillons.

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

❖ **Teneur en sucre non réducteur (saccharose)**

Le produit (A) présente $8.58 \pm 0,294\%$ de saccharose et $11.48 \pm 1,351\%$ pour le produit (B), il y'a une différence significative à ($p < 0,05$) entre les deux produit (A) et (B). Nous remarquons que l'échantillon (B) est plus riche en sucre non réducteur que l'échantillon (A). Puisque lors de la torréfaction des amandes utilisé dans le produit (B) il y'a eu des pertes en teneur d'eau ce qui augmente la teneur en saccharose selon la réaction suivante :



La teneur en sucre non réducteur de la composition de la boisson est de 4,87% pour le sirop de datte selon (ALANAZI., 2010) et de 4 % pour les amandes selon (APRIFEL., 2020) donc le taux de sucre non réducteur obtenu est proche de la somme de ces valeurs.

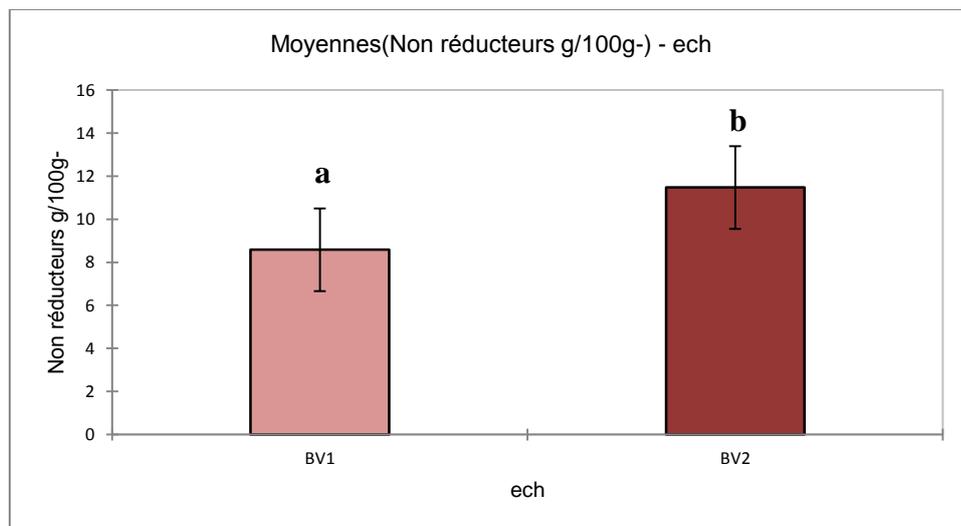


Figure 50 : graphique représentent La teneur en sucre non réducteur des deux échantillons

Les lettres a,b indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les différents échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.1.8 Taux d'humidité :

Le taux d'humidité dans cette étude est de $82,34 \pm 0,025$ % pour l'échantillon (A) et $81,36 \pm 0,296$ % pour (B). L'étude statique montre qu'il y a une différence significative entre le produit (A) et (B) à ($p < 0,05$). Si on se réfère à la composition de notre boisson, le constituant majoritaire de cette boisson est l'eau avec un taux de 57,58%, ajouté à ce pourcentage le taux d'humidité des amandes qui varie entre 3% et 6% (MEHMET et AL., 2011) et 16% pour le sirop de dattes selon (ALANAZI., 2010), la totalité de ces valeurs reflète la teneur considérable d'humidité dans le produit.

La différence entre les deux échantillons peut être expliquée par la torréfaction des amandes utilisées dans le produit (B) ce qui a diminué le taux d'humidité des amandes ainsi l'obtention d'une boisson avec un taux d'humidité inférieure à celui du produit (A).

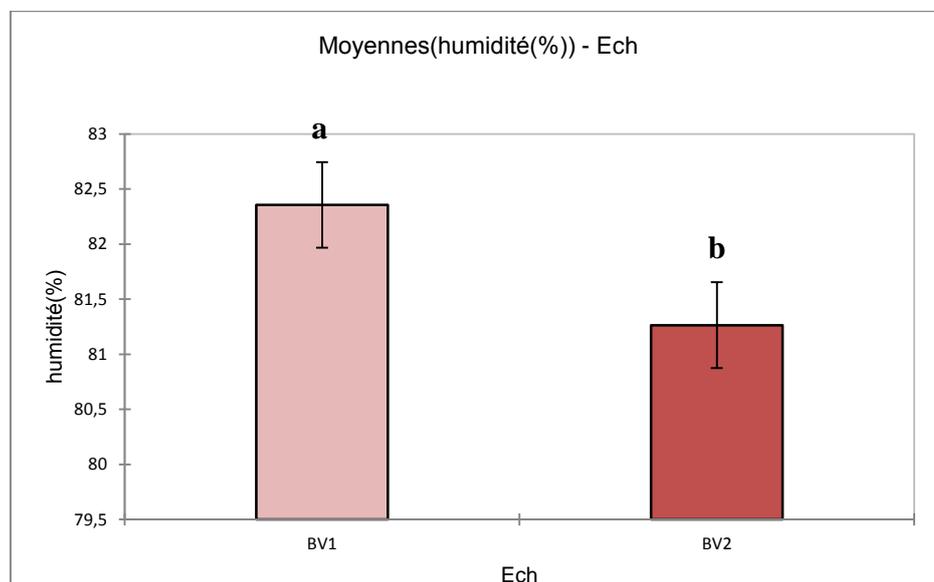


Figure 51 : graphique représentant Le taux d'humidité des deux échantillons

Les lettres a,b indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les différents échantillons.

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.1.9 Taux de cendre :

Les résultats de taux de cendre des deux produits sont de $0,77 \pm 0,084$ % pour l'échantillon (A) et $0,76 \pm 0,03$ % pour l'échantillon (B) il n'y a pas de différence significative à ($p < 0,05$), cependant ces valeurs sont inférieures à la valeur de taux de cendre d'amande qui est de

2,93 % trouvé par (TONZALI, 2010). Ceci puisque nous avons utilisé des extrait d'amande, pas l'amande entière.

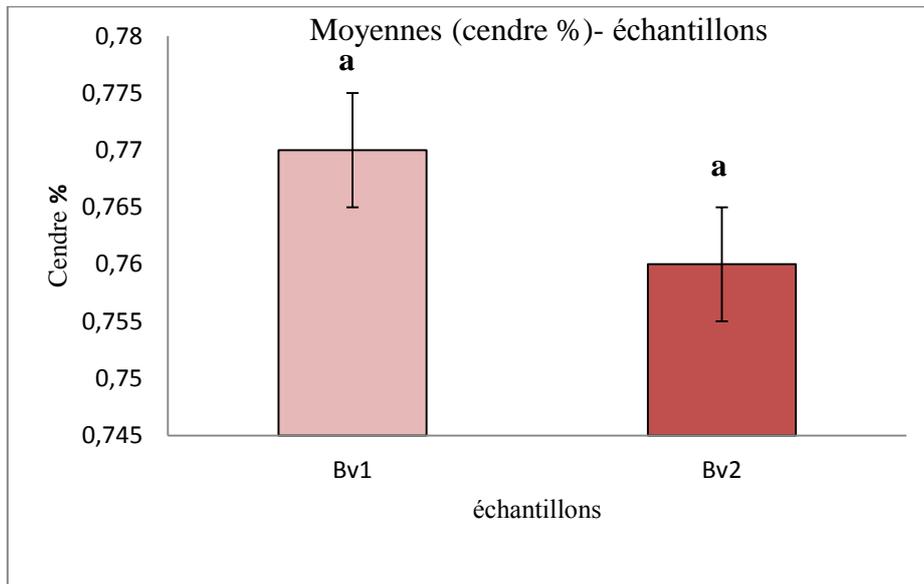


Figure 52 : graphique représentent Le taux de cendre des deux échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.1.10 Viscosité :

La viscosité mesurée des échantillons A et B est de $1,2 \pm 0,013$ m.pa et $1,8 \pm 0,011$ m.pa respectivement, des valeurs qui sont significativement différente à ($p < 0,05$).

La préparation des deux recettes n'est pas identique, il y'a un effet de la torréfaction des amandes et l'addition de sirop de datte, ainsi que la quantité de matière grasse présente dans chaque échantillon.

La viscosité du produit A est proche de celle de l'eau et cela est justifiée par la quantité d'eau considérable présente dans les deux produits.

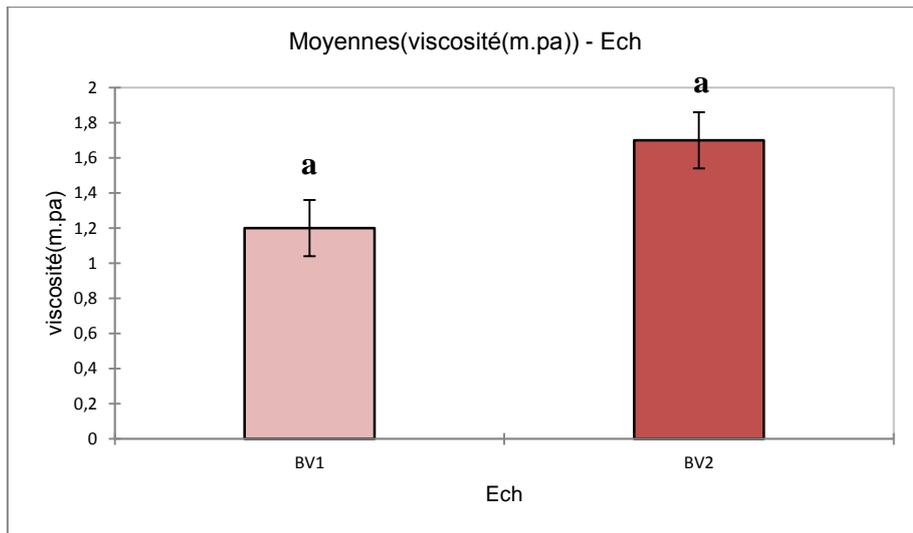


Figure 53 : graphique représente la viscosité des deux échantillons

Bv1 : échantillon (A), Bv2 : échantillon (B).

I.2. Les résultats des analyses microbiologiques :

On a effectué les analyses microbiologiques sur un seul échantillon à cause de manque des milieux de culture. On a obtenu les résultats suivants

Tableau VI : résultats des analyses microbiologiques

germe \ résultat	B
Escherichia coli	Absence
Levure et moisissure	Absence
Salmonelle	Absence dans 25g



A) d'E. Coli



B) Les moisissure



C) Les salmonelles

Figure 54 : Résultat du contrôle microbiologique

L'absence d'Escherichia. Coli, des levures et moisissure, et l'absence des salmonelles témoigne de la qualité satisfaisante de notre produit.

II. Analyse sensorielles :

II.1. Évaluation sensorielle

La planification expérimentale est une étape fondamentale permettant d'exploiter les données collectées dans les meilleures conditions statistiques possibles. Pour cela l'évaluation des produits par un panel de sujets doit être suivie d'une comparaison des produits dans des conditions statistiques satisfaisantes. Pour cela avant d'effectuer les différents tests sur XLSTAT, un plan d'expérience a été réalisé. Une fois les données des jurys experts sont rapportées sur le logiciel.

II.1.1 Test de plan d'expérience :

La procédure de génération d'un plan d'expérience est lancée. Après avoir introduit les données à savoir le nombre d'échantillons analysés ou produits (02) et le nombre de juges (n=10). Pour l'analyse sensorielle, un plan d'expérience optimal a été trouvé, ce qui valide les autres tests sur XLSTAT.

II.2 Caractérisation des produits :

La caractérisation des produits permet d'identifier quels sont les descripteurs discriminants des deux produits évalués et quelles sont les caractéristiques importantes des différents produits en fonction de l'évaluation des juges lors de l'étude sensorielle. Donc il s'agit d'identifier les descripteurs (couleur, odeur, texture,...) qui discriminent le mieux les produits et de déterminer les caractéristiques les plus ou moins intense et celle qui dépend les unes des autres.

II.2.1.Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort pouvoir discriminant sur les produits à celui qui a le plus faible, donc celui qui montre si il y'a ou pas de diversité des caractéristiques entre les produits A et B, selon les valeurs de p-values. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure suivante :

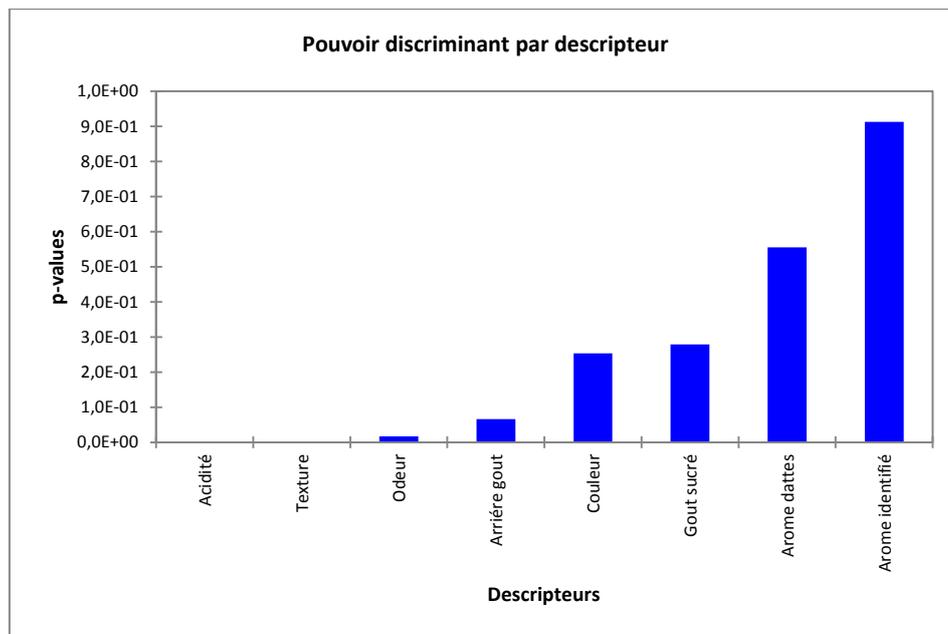


Figure 55 : pouvoir discriminant pour le descripteur

Le graphe précédant rassemble les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant sur les 2 échantillons de boisson d'amande, Il permet de visualiser que l'odeur est le descripteur le plus discriminant. Par contre le descripteur le moins discriminées est l'arôme identifié.

- ✚ Les descripteurs gout sucré, arôme de datte, la couleur ont des valeurs de p-values de $3 \cdot 10^{-1}$, $6 \cdot 10^{-1}$ et $2,53 \cdot 10^{-1}$ Cela prouve que ces caractéristiques ne change pas beaucoup pour les 2 échantillons. Et qu'ils sont moyennement discriminants, cela montre que les expert ont constaté une faible divergence de ces descripteurs entre les deux échantillons.
- ✚ L'arôme identifié à la plus grande valeur de p-values $9 \cdot 10^{-1}$, donc la différence entre les deux échantillons est très petite. Ce qui explique que les experts trouvent que cette caractéristique ne change pas vraiment d'un produit à un autre.
- ✚ L'odeur beaucoup plus, l'arrière-gout ont été discriminées avec de petites valeurs de p-values, ce qui traduit que les juges ont constaté des divergences entre ces descripteurs pour les deux échantillons présentés. et ces caractéristique change vraiment d'un échantillon a un autre.
- ✚ Selon les juges aucune divergence n'a été identifiée dans l'acidité et la texture et ces caractéristiques sont identiques entre les deux produits.

II.2.2.Coefficient des modèles :

Dans ce test un traitement de données a été effectué pour chaque combinaison descripteur-produit, le coefficient, la moyenne estimée, la p-value ainsi qu'un intervalle de confiance sur le coefficient, ce qui permet de décrire à partir de ces résultats les caractéristiques une par une pour chaque produit par rapport à la moyenne des juges.

Deux histogramme des coefficients du modèle sont obtenus, un correspondant au produit A et l'autre au produit B représenté ci-dessus qui permet de voir en un coup d'œil ce qui définit les produits :

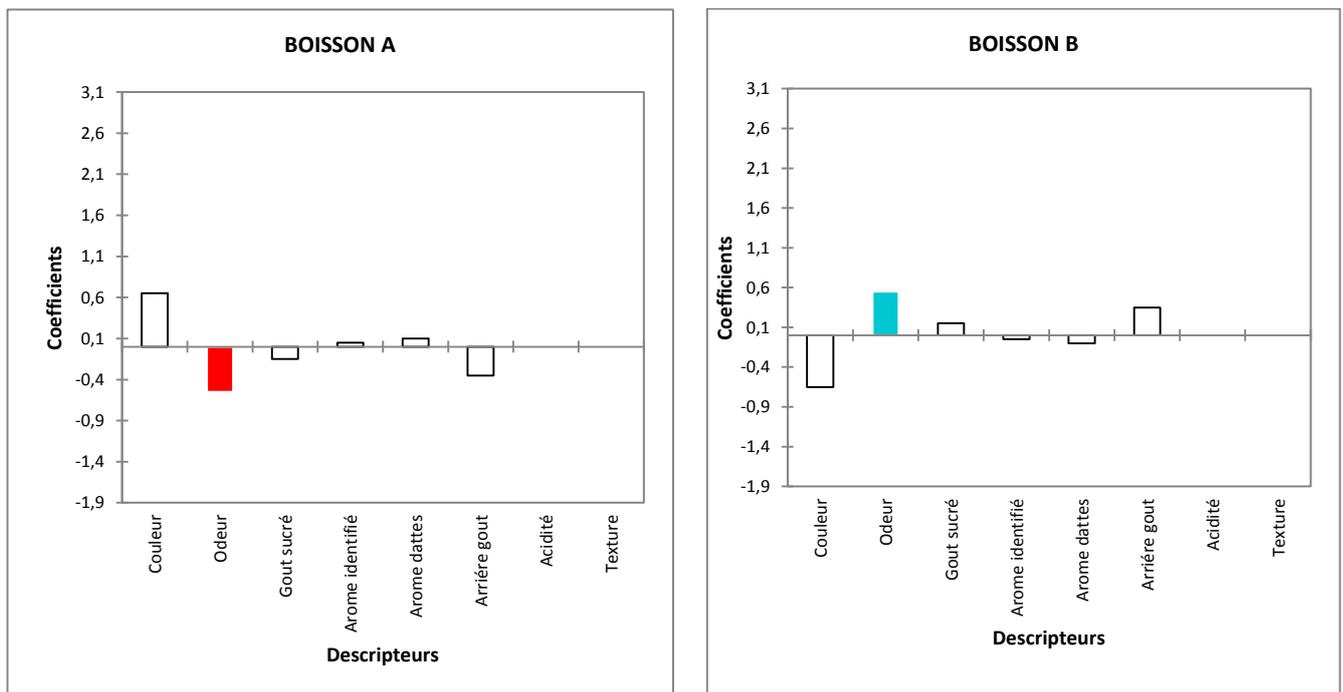


Figure 56 : coefficient des modèles des deux échantillons de la boisson d’amande avec sirop de dattes (A) et (B)

En bleu, on voit les caractéristiques dont le coefficient est significativement positif, en rouge, on voit la caractéristique dont le coefficient est significativement négatif et en blanc celles dont le coefficient n’est pas significatif.

✚ Dans L’échantillon A:l’odeur est représentée en rouge cela veut dire que cette caractéristique est inférieure à la moyenne des juges donc faiblement intense ou moins intense par rapport au produit B, tandis que les autres caractéristiques (couleur, gout sucré, arôme identifié, arôme des dattes, arrière-gout) sont de couleur blanche alors proche de la moyenne des juges.

- ✚ L'échantillon B : par contre dans cette échantillon l'odeur et représenté en bleu cela permet de déduire que la boisson B a une odeur fortement intense par apport à l'échantillon A. et les autres caractéristique (couleur, gout sucré, arôme identifié, arôme dattes, et arrière-gout) sont en blanc, donc elle ne diffère pas vraiment des caractéristiques de l'échantillon A et sont aussi proche à la moyenne des juges.
- ✚ L'odeur intense identifié dans la boisson (B) est due à la torréfaction des amandes utilise dans la formulation de cette boisson ce qui a donné une odeur remarquable et intense que celle dans la boisson (A).

II.2.3. Moyenne ajusté par produit :

Tableau VII : Moyenne ajusté par produit.

	Gout sucré	Arrière-gout	Odeur	Acidité	Texture	Arôme identifié	Arôme dattes	Couleur
Ech B	3,400	2,400	3,000	1,100	4,200	3,100	1,400	2,400
Ech A	3,100	1,700	1,900	1,100	4,200	3,200	1,600	3,700

Ce tableau correspond aux moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit. Les couleurs correspondent, pour le bleu, à un effet significativement positif du descripteur sur le produit et pour le rouge, à un effet significativement négatif du descripteur sur le produit. Le tableau permet de récapituler toute les caractéristique et de calculé la moyenne des notes attribué par les juges pour chaque descripteur caractérisons les deux produit.

Cela implique que pour :

- ✚ La boisson B : une cellule bleu est affiché pour cette échantillon donc il est fortement caractérisée par une odeur assez intense, avec une moyenne de 3.
- ✚ par contre pour La boisson A la cellule de l'odeur et en rouge donc l'intensité de l'odeur est différente dans cette échantillon et qu'elle est faible.
- ✚ Les autre caractéristique ne change pas vraiment entre l'échantillon (A) et (B), car les cellules de ces caractéristiques ne sont pas colorées ce qui montre que les deux produits se ressemblent à l'exception de l'odeur qui caractérise beaucoup plus le produit (B). Tel que les deux boissons sont définie comme sucré et ayant arrière-gout moyen, l'intensité de l'arôme de dattes été faible et pour la texture les deux sont caractérisé par une texture lisse et une absence d'acidité.

II.3. Cartographie des préférences (Préférence MAPPING PREFMAP) :

Le Preference Mapping (Prefmap) ou cartographie des préférences a pour but de construire des cartes de préférence. Une carte de préférence représente une aide à la décision importante dans toutes les études mettant en relation les préférences exprimées par les juges aux caractéristiques physico-chimiques, sensorielles des produits. Cette approche est essentielle car ce n'est que sur cette base que les équipes marketing pourront adapter les produits aux goûts des consommateurs.

La préférence MAPPING permet de visualiser sur une même représentation graphique d'une part des objets, et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence de juges en certains points de l'espace de représentation.

II.3.1 Analyse en composant principales (ACP) :

L'ACP est une Méthodes d'analyse de données multi variées les plus utilisées. Elle permet d'explorer des données quantitative (continues ou discrètes) dans les quelle les observations (individus, produit) sont décrit par p variables (descripteurs, attributs, mesures) et que l'on dispose dans un tableau. Elle est largement utilisée en plusieurs domaines. Elle permet l'étude et la visualisation des corrélations entre les caractéristiques, afin d'identifier des groupes homogènes d'observations, ou au contraire des observations atypique.

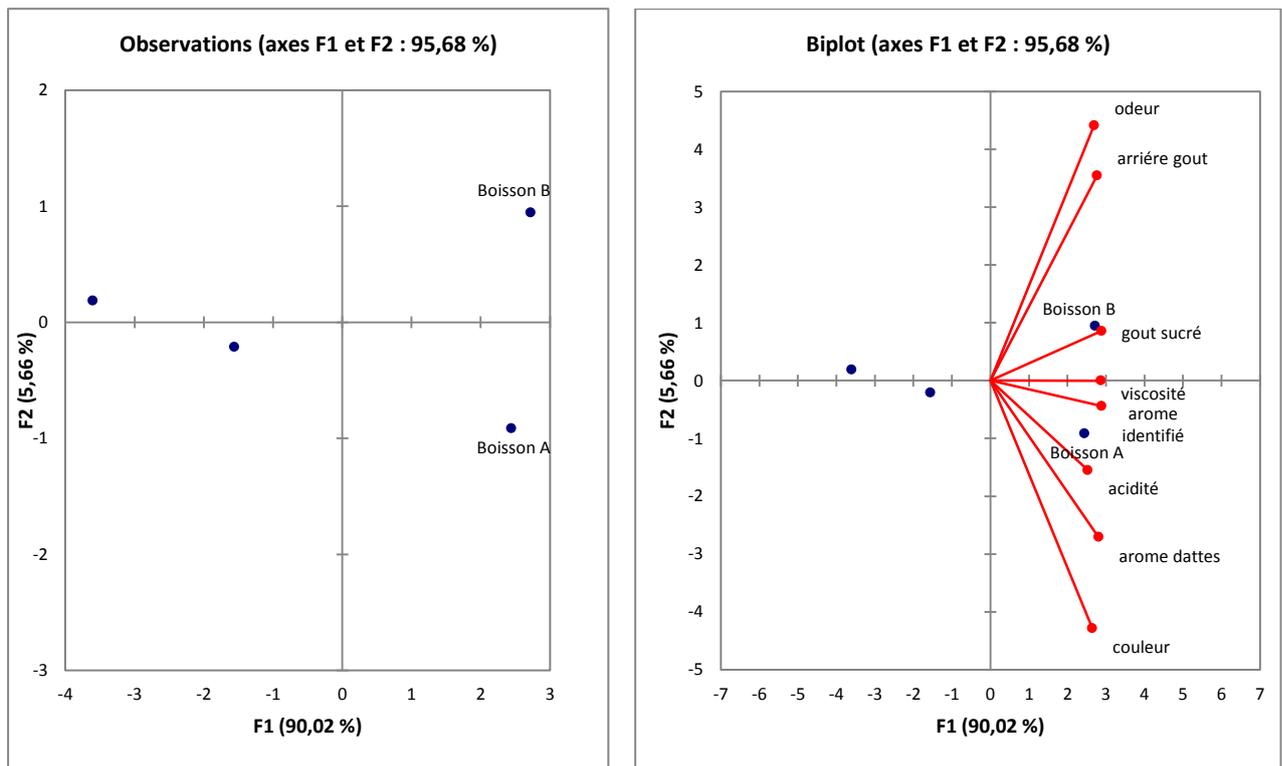


Figure 57: corrélation entre les variables et les facteurs

La qualité de la figure est assez bonne, puisqu'elle permet de représenter 90,02 % de la variabilité et de l'observation. Étant donné que cette figure montre que tous les descripteurs sont présentés dans le graphe.

Les descripteurs odeur, l'arrière-gout sont significativement positivement corrélés puisque elles sont proches les unes par rapport aux autres donc elles sont dépendante les unes des autres, le gout sucré, arôme identifié, viscosité se chevauche aussi ce qui indique que le gout sucré augmente avec l'augmentation de l'arôme identifié et la viscosité, la même chose pour les 03 autres caractéristiques acidités, arôme de dattes et couleur.

La carte obtenue permet de constater que les produits ont été perçus par les experts comme assez différent.

II.3 .2 Classification ascendante hiérarchique (CAH) :

La classification ascendante hiérarchique utilisée pour constituer des regroupements successifs homogènes d'objets (classes) regroupant l'ensemble des individus sur la base de leur description par un ensemble de variables, ou à partir d'une matrice décrivant la similarité Ou la dissimilarité entre les objets. Dans notre cas le nombre de classe est fixé à 5, chaque classe de sujets ont des préférences pour les produits A ou B comme présenté dans la figure :

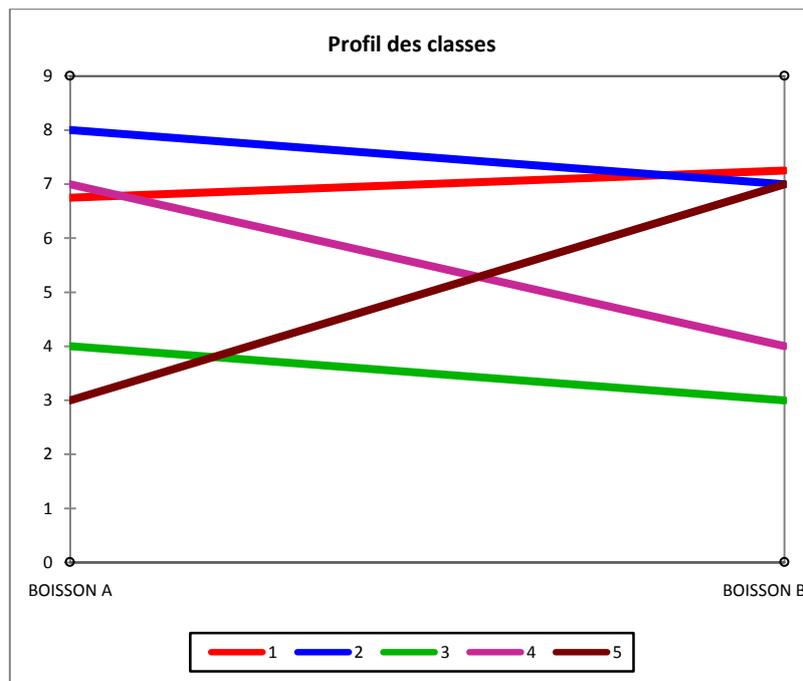


Figure 58 : profil des différentes classes

L'application de l'analyse des données CAH génère plusieurs tableaux et graphes. Le graphe du profil des classes (réalisé à partir des données de préférences) permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes créées.

- ✚ La classe 1 et la classe 5 : Préfèrent en première position la boisson B suivi par la boisson A
- ✚ La classe 2 et la classe 3 et 4 : par contre préfèrent la boisson A suivie par la boisson B.

II.3.3. Synthèse de mapping des préférences :

La Figure définit la courbe des niveaux et la carte de la préférence, elle représente la superposition des résultats de l'ACP et de la CAH .elle permet de faire le lien entre les préférences des différentes classes avec les caractéristiques des produits.

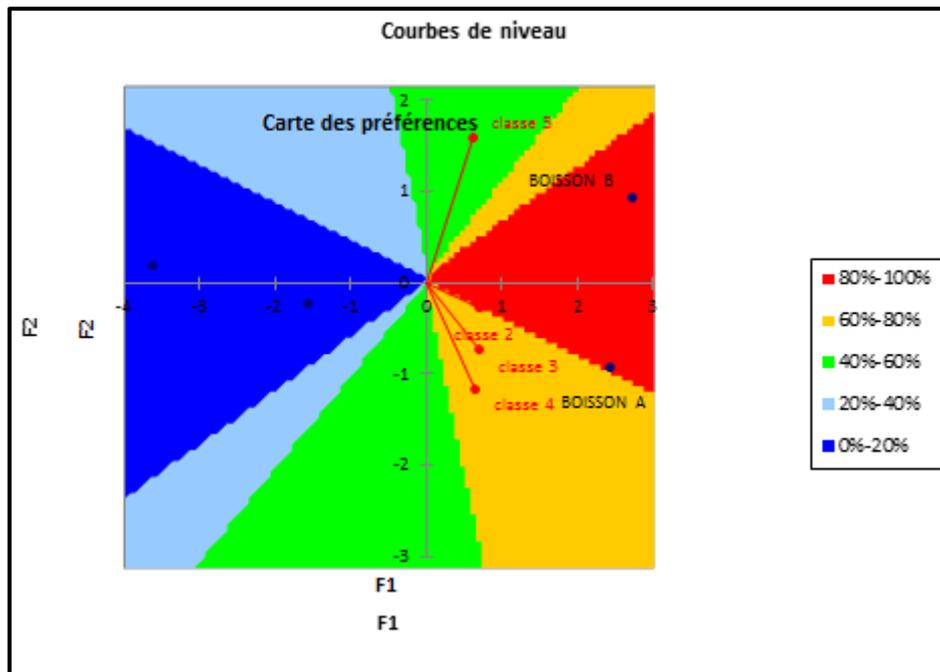


Figure 59 : courbe de niveau et carte de préférences

D'après les résultats obtenus, il apparaît que les deux boissons sont présentes dans la zone rouge appréciées avec un pourcentage de 80 % pour A et de 100% pour B. Cette figure montre aussi que le groupe des classes 1et 5 ont aimé la boisson B et le groupe des classes 2, 3,4 ont aimé la boisson A.

Conclusion

Conclusion

Conclusion :

L'objectif de la présente étude est de formuler une boisson végétale à base d'amande et de sirop de datte alternative au lait animal pour quatre raisons principales : allergie, intolérance, opinion (par exemple végétalisme) ou méfiance par rapport au lait animal (et surtout de vache).

Les tests réalisés au niveau de laboratoire d'université de Bejaia ont permis d'élaborer deux types de boisson d'amande au sirop de datte, une à base d'amandes torréfiées et l'autre à base d'amandes non torréfiées.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées montrent que la composition en protéine, sucre réducteur et taux d'humidité de boisson d'amande non torréfiée au sirop de datte sont supérieurs à ceux à base d'amandes torréfiées, par contre cette dernière nous donne des résultats supérieurs pour le Brix, le saccharose, la matière grasse et la viscosité.

Cependant, aucune différence significative n'a été notée pour le PH, la densité, les cendres, le sucre totaux et l'acidité entre les deux boissons.

L'analyse microbiologique des deux boissons formulées est satisfaisante et ne présente aucun danger pour la consommation (absence de levures, moisissures, coliformes fécaux (*E. coli*), et salmonelle).

Les résultats de l'analyse sensorielle révèle que les deux boissons sont définies comme sucrées et ayant un arrière-goût moyen, et une intensité d'arôme de dattes est faible, les deux sont caractérisés par une texture lisse et une absence d'acidité, l'odeur de (B) est plus intense, la boisson A est appréciée avec un pourcentage de 80 % et la boisson B avec 100%.

Au vu des résultats obtenus, la formulation d'une boisson d'amande au sirop de datte s'avère possible, mais il serait intéressant pour les études futures de :

- ✚ Faire un suivi de la variation des caractéristiques physico-chimiques, nutritionnelles et organoleptiques de ce type de boisson après un traitement thermique
- ✚ De faire des mélanges avec d'autres ingrédients disponibles (grain de sésame, riz,...) pour formuler des boissons de meilleure qualité nutritionnelles, puisque c'est une réelle solution aux personnes souffrant d'intolérance au lactose particulièrement des enfants dont l'aliment principal durant les premières années de leur croissance est le lait.

Références bibliographiques

Référence bibliographique :

A

1. **ABBÈS F., ALI BOUAZIZ M., BLECKER C., MASMOUDI M., ATTIA H, ET BESBES S., 2011** : Date syrup: Effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulase) on physicochemical characteristics, sensory and functional properties. *LWT - Food Science and Technology*.
2. **ABOUTAYEB R., 2009** : Technologie du lait et dérivés laitiers, [en ligne] disponible sur l'adresse : <http://www.azaquar.com>.
3. **ACOURENE S., BUELGUEDJ M., TAMA M et TALEB B., 2001** : Caractérisation et évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban, *Revue Recherché Agronomique*. Ed INRA
4. **AFNOR., 1982** : Recueil de Normes Françaises des produits dérivés des fruits et légumes et jus de fruits. Ed. AFNOR.
5. **ALANAZI F., 2010**:Utilisation of date syrup as a tablet binder, comparative study, *Saudi Pharmaceutical Journal*.
6. **ALCOVER A., BAMEULE M., FRAISSR F., LHEUREUX., F., MILLAN M., MONTAGNON J.,ROUVIER J ., 2016** :Référentiel technique pour la culture de l'amandier en PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR,
7. **ALIYAS., 1984** : Sciences du lait, principes des techniques laitiers, Edition SEPAIC Paris,.
8. **Al-SHAHIB W ., MARSHALL R ., 2002**:Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera L*, *International Journal of Food Science and Technology*
9. **AMANZOUGARENE M., 2019** : « Caractérisation physico-chimique des deux variétés de l'amandier algérien (Bejaia, Bouira et Sétif) :prunusamygdalusamaris et prunusamygdalusdulcis », (pour l'obtention du diplôme de master-université Ibn Badis-Mostaganem), (Consulté le 02juin 2021)
10. **AMIRAT A., BENSACI I., 2017** :Classification de quelques cultivars de dattes molles algériennes selon leurs index glycémiques, (Master Académique UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA), (consulte le 04 juin 2021).
11. **AMROUCHE F.,2020** : Les laits végétaux ou véganes , samedi 1er février 2020, [en ligne] Disponible à l'adresse : <https://genie-alimentaire.com> (consulté le 15 mai 2021).
12. **ANONYME 01** : « Tout savoir (ou presque) sur le lait végétal », [en ligne].Disponible à l'adresse : <https://www.bioconsomacteurs.org>. (Consulté le 16 mai 2021).
13. **ANONYME 02** : Amande, [en ligne], disponible sur l'adresse <https://www.futura-sciences.com/planete>.
14. **ANONYME 03 ., 2019** : Amandier (amande) : botanique, composition et bienfaits , [en ligne] <https://www.bio-enligne.com/>, consulté le 26 juil. 2021.
15. **ANONYME 04., 2018** : National institutes of health ,vitamin and mineral supplement factsheets ,[en ligne], disponible sur l'adresse: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/list-VitaminsMinerals> (consulté le 23 mai 2021).

16. **ANONYME 05 ., 2009** : Traite des vaches laitière. (1° Ed). Edition : France agricole.
17. **APIFEL (Agence pour la recherche et l'information en fruit et légumes),,2020** :fiche nutritionnel amande, [en ligne], disponible à l'adresse <https://www.aprifel.com/fr/> (consulté 14juillet 2021).
18. **AUBRY M ., 2013** : Détermination de la teneur en cendres. Agence fédérale pour la sécurité de la Chaîne alimentaire MET-LFSAL-006, revue : Cendres brutes
19. **AUBURTIN C., 2017** : Les laits végétaux sont-ils bonne alternative en termes de sécurité sanitaire par rapport aux laits animaux ? , (pour l'obtention de diplôme de Master 02- université de Lille 02). (Consulté le 18 mai 2021)

B

20. **BALIGA M., BALIGA B ., KANDATHIL S., BHAT H et VAYALIL P., 2011**:A review of the chemistry and pharmqology of the date fruits (Phoenix dactylifra L. Food Research International,44,1812-1822.
21. **BELAID D., 2016** : ALGERIE : la culture de l'amandier.
22. **BELMI N., TREFFAS I ., 2017** : Valorisation et caractérisation des méthodes d'extraction de sirop des dattes à partir des variétés communes, En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences Biologiques.
23. **BEN MBAREK S ., DEBOUB I .,2015** : Valorisation des sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations, ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED, FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE DEPARTEMENT DE BIOLOGIE.
24. **BENGUELENAB R, 2020** : Effets des températures de torréfaction sur les compositions biochimiques des amandes, (Pour l'obtention du diplôme de Master- Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem), (consulté le 03juin 2021).
25. **BENOIT R., 2021** : Le succès des jus végétaux face au lait présente de fortes variations géographiques,[en ligne] disponible sur l'adresse <https://www.reussir.fr/lait/le-succes-des-jus-vegetaux-face-au-lait-presente-de-fortes-variations-geographiques>,(consulté le 01 septembre 2021).
26. **BERTHIAUME L., 2020** : « Lait d'amandes : Les meilleurs options pour 2021 » [en linge] disponible sur l'adresse<https://www.guidedusupplement.fr/lait/amandes>, (Consulté le 05 juin 2021).
27. **BJORG., 2018** : boisson végétal bio (lait d'amande), [en ligne] disponible à l'adresse <http://www.bjorg.fr/> (consulté 16juillet 2021).
28. **BORREL M., 2012** : Huile d'olive et autres huiles végétales : un concentré de bienfaits pour votre santé, votre beauté et votre maison, Editions Eyrolles.
29. **BOUJEBEL S., 2020** : «Sirop de dattes», [en ligne] .Disponible sur l'adresse : <https://www.boudjebeldates.com> consulté le 04 juin 2021
30. **BOUSDIRA K., 2002** : Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes de cultivars les plus connus de la région du Mزاب, classification et évaluation de la qualité , Thèse Magister Département Technologie alimentaire. Université Boumerdès.
31. **BOUZAHEUR N., 2016** : Étude comparative entre deux produits à base de datte : miel de datte traditionnel sirop de datte, diplôme d'ingénieur d'état en technologie alimentaire Université Batna-1-.

32. **BRADFORD ., 1976:**A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*.
33. **BUCKHOLZ L., DAUN H., STIER E.,1980:** Influence of roasting time on sensory attributes of fresh roasted peanuts. *Journal of Food Science*.
34. **BUKHTYYAROVA L.,** De la fleur aux écrous Croissance d'amande, [en ligne], disponible sur l'adresse <https://fr.dreamstime.com/photo-stock-fleur-aux-%C3%A9crous-croissance-d-amande-image70852056>, consulté le 25 mai 2021.

C

35. **CACHAU-HERREILLAT D., 2009 :** Des expériences de la famille Acide-Base. (3^eEd).
36. **CAMILLE A.,2017 :**Les laits végétaux sont-ils une bonne alternative en termes de sécurité sanitaire par rapport aux laits animaux ?, Master Nutrition, Sciences des Aliments, Qualité et Sécurité Alimentaires Spécialité Qualité et Sécurité Alimentaires, Université de Lille 2 Faculté Ingénierie et Management de la Santé (ILIS).
37. **CHNITI S. ,2015 :** Optimisation de la bio production d'éthanol par valorisation des refus de l'industrie de conditionnement des dattes, Université de RENNES.
38. **CRAES-CRIPS Rhône-Alpes., 2006 :** Nutrition des Personnes Agées - Synthèse documentaire.
39. **CULINAIRE A., 2017 :** Mélasse des dattes, [en ligne] disponible sur l'adresse [http : //cuisine .journal des femmes.fr//](http://cuisine.journal-des-femmes.fr/), consulté 29 juin 2021.

D

40. **DAVID A., 2011 :** Index glycémique et fructose de fruit : une spécificité validée.
41. **DJERBI M., 1994 :** Précis de phoeniculteurs , FAO.

E

42. **ESPIARD E., 2002 :** Introduction à la transformation industrielle des fruits, Ed. Tech et Doc-Lavoisier.

G

43. **GOMEZ A., NAADAN J., 2020 :** Irrigation L'amande : une culture intéressante pour la zone méditerranéenne, [enligne]<https://www.irrigazette.com/>consulté le (27 juil 2021).
44. **GREIBY I., 2013:**Overview of Date Fruit Production Postharvest handling Processing and Nutrition, <https://www.researchgate.net/publication/277697362>

H

45. **HOULBERT A., 2020 :**« Les boissons végétales : des alternatives, mais pas seulement.. », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.biolineaires.com>. (Consulté le 20 mai 2021).

I

46. **ISPED.,2017** : La composition des différents laits de mammifères, boissons végétales et préparations pour nourrissons.

J

47. **JORA (journal officielle algérien) ., 2017** :Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires Légumes, fruits, végétaux et produits à base de végétaux.
48. **JFST (Journal of Food Science and Technology),,2018** : Soya, amande, riz, coco : quel lait végétal est le plus nutritif?[en ligne] disponible sur l'adresse : <http://www.psychomedia.qc.ca/sante/2018-01-29/laits-vegetaux-apports-nutritionnels>, (consulté le 31 aout 2021).
49. **JULVE Ph., 1998** : ff - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 23 avril 2004. [en ligne] disponible à l'adresse <https://www.techno-science.net/> , (consulté 26juillet2021).

K

50. **KAHINDE B., PANGHALB A., GARGB M., SHARMAC Pet GHHIKARAD N., 2020**: Vegetable milk as probioticand prebiotic foods, Advances in Food and Nutrition Research.
51. **KATZ A.,2018** : milk nutrition and perceptions, (Soumis en exécution partielle de les exigences pour le titre de boursier universitaire spécialisé à l'Université Johnson & Wales), https://scholarsarchive.jwu.edu/student_scholarship.(Consulté le23mai2021).

L

52. **LAGIERE M., 1996** : Physique industriel des fluides : Notion fondamentales et applications numériques. Edition : Technip, Paris
53. **LATHAM MC., 2001** : La nutrition : dans les pays en développement, Edition : FAO.
54. **LEYRZ G ., VIERLING E., 2007** : Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaire (collection biosciences et techniques ,séries : sciences des aliments, 4°Ed). Edition : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, Bordeaux.
55. **LIN J ., LIU S ., HU C., SHYU Y et YANG D.,2015**:Effects of roasting temperature and duration on fatty acid composition, phenolic composition, Maillard reaction degree and antioxidant attribute of almond (*Prunusdulcis*) kernel

M

56. **MADANI R., SEDDIKI R., 2019** :« comparaison des différents types d'extraction de sirop de datte», (université ouargla pour obtenir le diplôme de Master), (consulté le 10 juin 2021).
57. **MASCLEF A.,1891** :Atlas des plantes de France,[en ligne] disponible sur l'adresse : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/94_Amygdalus_communis_L.jpg consulté le 25/05/2021.

58. **MEHMET MUSA OZCANA, AHMET UNVERA, ESINERKANB, DERYA ARSLANA.,2010:** characteristics of some almond kernel and oils, article history, university of selc, uk, 42031 konya, turkey.
59. **MESSAOUDI A., TOUAHAR N ., 2019 :** Planification de la récolte le stockage et la distribution dans la chaine logistique dédiée à la production des dattes, Université Abou BekrBelkaid – Tlemcen, pour l’obtention de diplôme de master ,(consulté juin 2021).
60. **MEYER A., DEIANA J., BERNARD A., 2004 :**Biosciences et techniques : cours de microbiologie général avec problèmes et exercices corrigés (2° Ed). Edition : Doin Editeurs,
61. **MIMOUNI Y., 2015 :** Développement de produits diététiques hypoglycémiant à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla, Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université Kasdi Marbah Ouargla
62. **MIMOUNI Y., 2009 :** « Mise au point d’une technique d’extraction de sirops de dattes Comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l’amidonnerie », MAGISTER, UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA.
63. **Mouyal A., 2021 :** Lait d'amande : est-il compatible avec les régimes minceur ? [en ligne] disponible sur l’adresse <https://www.femmeactuelle.fr/> (consulté le 29juillet 2021)
64. **MULLER K ., BAUER W ., 1990:** Detection and kinetics of chemical reactions during the drying process. In Preservation processes and related techniques, London: Elsevier Science LTD.
65. **MZALI M., RHOUMA A., 2002 :** Le palmier dattier l’arboriculture fruitière en Tunisie.

N

66. **NAGDEVE M.,2020 :** «Health Benefits : Almond Milk », [En ligne], Disponible sur l’adresse: www.organicfacts.net/health-benefits/almond-milk.html (Consulté le 20 mai 2021).
67. **NODIGA E., 2018 :** «zoom sur le sirop de datte», [en ligne], disponible sur l’adresse <https://www.topsante.com/nutrition-et-recettes/equilibre-alimentaire/manger-moins-sucre/sucre-zoom-sur-le-sirop-de-datte-627717>, (consulté le 05 juin 2021).

O

68. **OAKLANDER M.,2015 :** «Almond Milk : Nutrition Facts and Benefits of Almond Milk» , [En ligne], Disponible à l’adresse:<http://time.com/3677300/almond-milk-nutrition> , (consulté le 23 mai 2021).
69. **OMARI C., 2019 :** « Datte : une production de 12 millions de quintaux en 2019 », [en ligne] disponible sur l’adresse <https://www.aps.dz /économie /98328-datte-une-production-de-12-millions-de-quintaux-en-2019>, consulté 5 juin 2021.

P

70. **PAULIGNAN B., 2009 :** Mise en place et évaluation d’une méthodologie pour intégrer les aspects sensoriels des légumes dans la sélection pour l’Agriculture Biologique(AB), Institut Technique de l’Agriculture Biologique.

R

71. **RAHMOUNI Z., 2020** :Algérie :le blues des producteurs de dattes, <https://www.jeuneafrique.com/1043343/societe/algerie-le-blues-des-producteurs-de-datte/>,(consulté le5 juin 2021).

S

72. **SAKLAR S., 1999**: Optimization of hazelnut roasting process by using response surface methodology,. PhD thesis, Metu, Ankara.
73. **SHIMODA M., NAKADA Y., NAKASHIMA M et OSAJAMA Y., 1997**: Quantitative comparison of volatile flavor compounds in deep-roasted and light roasted sesame seed oil. Journal of Agriculture and Food Chemistry.
74. **SILBERFELD T., REEB C., TROUILLAS P., CALLISTE C., ALLAIS D., SIMON A .,2013** : Guide des plantes mellifères: 200 plantes de France et d'Europe. Ed. De la chaux et Niestlé.
75. **SIMON B.,2020** : Quels sont les avantages du lait végétal ? [en ligne] disponible sur l'adresse <https://www.passionsante.be/> consulté 29 juillet 2021

T

76. **TOURQUI I., ZANE D.,2018** : « Étude cinétique de la réaction de la fermentation des dattes pour les transformer en bioéthanol », université El- oued.
77. **TOZANLI S., 2018** : Étude du marché algérien intérieur et import/export de la pistache, de la cêpre, de l'amande amère et du safran. Expert chaîne globale de valeur, PAP.ENPARD.
78. **TRACHI M., 2015** : Caractérisation physicochimique des amandes amères : possibilité de valorisation. Thèse, Université M'hamed Bougara-Boumèdes, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Sétif.

V

79. **VAYALIL P., 2011**:A review of the chemistry and pharmqcology of the date
80. **VIANNEY P., 2020** : Focus sur l'amandier [en ligne] <https://ecotree.green/> (consulté 29 juil. 2021)
81. **VOSGES M., 2020** : Les laits végétaux sont-ils vraiment bons pour la santé ? [en ligne] disponible sur l'adresse : <https://www.vosgesmatin.fr/magazine-lifestyle/2020/01/13/les-laits-vegetaux-sont-ils-vraiment-bons-pour-la-sante>

Y

82. **YAACOUB R., 2009** : impact nutritionnel et sanitaire de la torréfaction des fruit et grains oléagineux intérêt de la fluorescence comme outil de contrôle de composé , thèse doctorat l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement(Agro Paris Tech).
83. **YAHMI T., TIGHARGHAR D.,2016** : Incorporation de la poudre de Dattes (Degla-Beida) dans la fabrication d'un aliment fonctionnel(Sablé), Diplôme Master en Sciences Agronomiques, Université

MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques Département d'agronomie.

84. **YOUB Y., BOUDRAA F., 2018** : Essais d'ajout de sirop de datte (Rob) sur la qualité d'un lait fermenté alicament (type yaourt étuvé), diplôme de master- université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem, (Consulté le 27 mai 2021).

Z

85. **ZUBIRIA L., 2021** : Amande, [En ligne], Disponible à l'adresse : www.passeportsante.net. (Consulté le 04 juin 2021).

Annexes

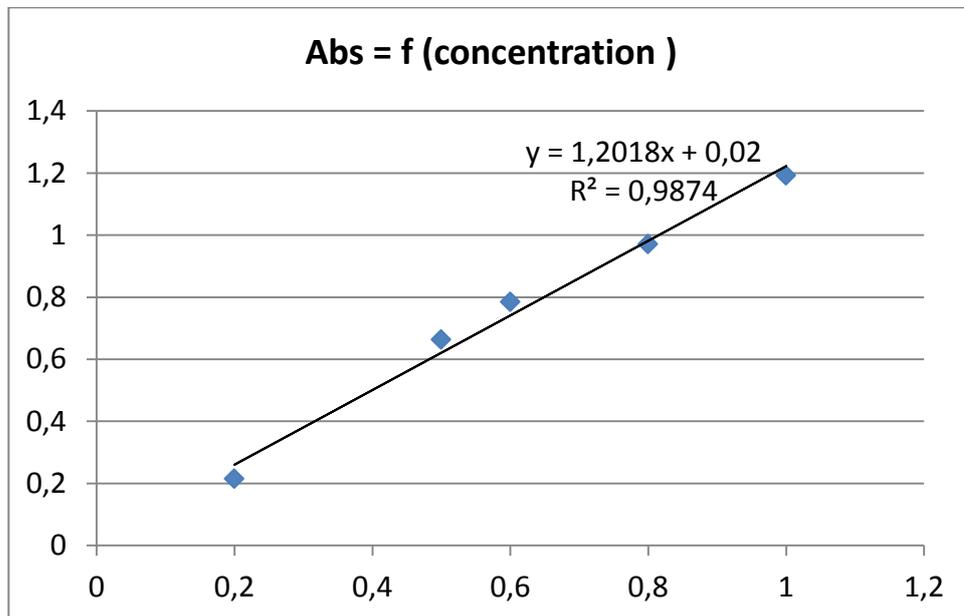
ANNEXES

Annexe I : Matériels et réactifs utilisés pendant les analyses

Matériels utilisé	Produits
1. Étuve / Creusets	1. Eau distillé
2. Balance /Béchers	2. Alcool
3. Erlenmeyers/ Fioles jugé	3. NaOH
4. Burette Pipettes	4. Phénolphtaléine
5. Paires /Entonnoirs	5. Bleu de Coomassie
6. Papiers filtre /Tubes à essai	6. Albumine de sérum bovin
7. Dessiccateur /Four à moufle	7. Eau physiologique
8. Éprouvettes graduée	8. Acide sulfurique
9. Agitateur magnétique	9. alcool iso amylique
10. Barreaux magnétique	10. HCL
11. Plaque chauffante	11. FEHLING A
12. Bain marie	12. FEHLING B
13. Pycnomètre	13. Acétate de zinc
14. Butyromètre	14. Bleu de méthylène
15. Réfractomètre	
16. Centrifuge	
17. PH mètre	
18. Viscosimètre	

ANNEXES

Annexe II : courbe d'étalonnage du dosage des protéines de BSA



Annexe III : matériels et produits utilisé dans les analyses microbiologiques

Matériels utilisé	Les milieux utilisés
<ol style="list-style-type: none">1. Boîtes de pétris2. bec bunsen3. Étuve4. Bain marie5. Micropipette6. Tube à essais	<ol style="list-style-type: none">1. Eau peptone tamponnée2. Gélose EMB3. Gélose SFP4. Gélose Sabouraud5. Gélose SS

ANNEXES

Annexe IV : Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires Légumes, fruits, végétaux et produits à base de végétaux (JORA. ,2017)

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Graines germées prêtes à être consommées	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Bacillus cereus</i>	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Germes ⁽³⁾	<i>Escherichia coli</i> producteurs de shiga-toxines (STEC) 0157,026, 0111, 0103, 0145 et 0104 : H4	5	0	Absence dans 25 g	
Fruits secs (figues, dattes, pruneaux, raisins secs...)	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10	10 ²
	Moisissures	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Graines oléagineuses (noix, amandes, arachides...)	<i>Escherichia coli</i>	5	2	2	20
	Moisissures	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

ANNEXES

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

Nom : _____ prénom : _____ Age : _____

Masculin féminin Date .../.../... Heure :h ...min

Deux échantillons de boissons végétales codées A, B vous sont présentés. Lisez attentivement les instructions. Effectuer les évaluations dans l'ordre demandé, prenez votre temps pour apprécier les attributs énumérés. Prenez à chaque fois une quantité suffisante et consistante de la boisson lactée. Rincez la bouche à l'eau avant d'évaluez chaque attribut. Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés :

1. Couleur

- 1 → Rose cancan
- 2 → Rose cerisier
- 3 → Rose lunaire
- 4 → Rose caraline
- 5 → Beige massai



Échantillon A



Échantillon B

ANNEXES

2. Odeur

- 1 —————> Absente
- 2 —————> Faible
- 3 —————> Moyen
- 4 —————> Forte
- 5 —————> Très forte

Échantillon A

Échantillon B

3. Gout

➤ Gout sucré

- 1 —————> Pas du tout sucré
- 2 —————> Faiblement sucré
- 3 —————> Sucré
- 4 —————> Fortement sucré
- 5 —————> Très fortement sucré

Échantillon A

Échantillon B

➤ Arome identifié

- 1 —————> Absence
- 2 —————> Arome caramel
- 3 —————> Arome dattes
- 4 —————> Arome vanille
- 5 —————> Arome chocolat

Échantillon A

Échantillon B

ANNEXES

➤ Arome dattes

- 1 —————> Absent
- 2 —————> Faible
- 3 —————> Moyen
- 4 —————> Fort
- 5 —————> Très fort

Échantillon A

Échantillon B

➤ Arrière-gout

- 1 —————> Absent
- 2 —————> Faible
- 3 —————> Moyen
- 4 —————> Fort
- 5 —————> Très fort

Échantillon A

Échantillon B

4. Acidité

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

Échantillon A

Échantillon B

ANNEXES

5. Texture (viscosité)

- 1 —————> Fortement granuleuse
- 2 —————> granuleuse
- 3 —————> faiblement granuleuse
- 4 —————> lisse
- 5 —————> fortement lisse



Échantillon A



Échantillon B

6. Préférence :

Attribuer une note de 1 à 9 à chaque échantillon selon votre préférence, sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et 9 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



Échantillon A



Échantillon B

Résumé :

L'objectif de ce travail est la formulation et la caractérisation d'une boisson végétale à base d'amande enrichi au sirop de datte , une alternative au lait animal pour les personnes souffrants d'intolérance au lactose ou d'une allergie aux protéines du lait animal, et pour ceux qui ont choisi un mode de consommation végétarien.

Nous avons formulé deux types de boissons ; une à base d'amandes torréfiées (B) et l'autre à base d'amandes non torréfiées (A).Elles sont par la suite analysées pour déterminer leur propriété physico-chimiques, leur qualité microbiologiques (levures et moisissures ,E-coli ,salmonella) et leur propriétés organoleptiques (le gout, l'odeur, la saveur...).

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux produits (A) et (B) pour le PH, la densité, l'acidité, la viscosité, et le taux de sucres totaux. Toutefois, une différence significative a été noté pour le Brix, le taux d'humidité, de cendres, de matière grasse, de protéine, de sucre réducteur et non réducteurs. Cette différence est due à l'effet de la torréfaction sur les amandes. L'absence d'Escherichia. Coli, des levures et moisissures, et l'absence des salmonelles est un témoignage de la qualité satisfaisante de notre produit. L'analyse sensorielle a révélé que la boisson d'amande est appréciée par les experts avec un pourcentage de 80% pour A et 100% pour B.

Mot clés : lait végétal, boisson d'amande, amande, sirop de datte, analyses physico-chimique, microbiologique, analyse sensorielle

Abstract:

The objective of this work is the formulation and characterization of an almond-based vegetable drink enriched with date syrup, an alternative to animal milk for people suffering from lactose intolerance or an allergy to proteins from the animal milk, and for those who have chosen a vegetarian mode of consumption.

We have formulated two types of drinks; one based on roasted almonds (B) and the other based on unroasted almonds (A). They are then analyzed to determine their physicochemical property, their microbiological quality (yeasts and molds, E-coli , salmonella) and their organoleptic properties (taste, smell, flavor, etc.).

The results show that there is no significant difference between the two products (A) and (B) for pH, density, acidity, viscosity, and total sugar content. However, a significant difference was noted for Brix, moisture, ash, fat, protein, reducing and non-reducing sugar. This difference is due to the effect of roasting on the almonds. The absence of Escherichia. Coli, yeasts and molds, and the absence of salmonella is a testament to the satisfactory quality of our product. Sensory analysis revealed that the almond drink is appreciated by experts with a percentage of 80% for A and 100% for B.

Keywords: vegetable milk, almond drink, almond, date syrup, physico-chemical, microbiological analyzes, sensory analysis

