

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/FSNVST/DSA/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

SAOUDI AMEL & MESRANE NASSIM

Thème

Essai de formulation d'une boisson naturelle sans sucre ajouté.

Soutenu le: 07 / 07 /2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
Mr BEN CHIKH.CH	MAA	Univ. Bouira	Président
MmeCHEKROUNE.M	MCB	Univ. Bouira	Promoteur
Mr MOUSSA. H	DOCT	Univ. Bouira	Co-Promoteur
Mme AMMOUCHE. Z	MAA	Univ. Bouira	Examineur

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Louange à Allah le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et la patience de réaliser ce travail.

*Nous Exprimons nos sincères remerciements à **Mme CHEKROUNE M** notre promotrice, pour nous avoir accordé sa confiance en acceptant de diriger ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de nos reconnaissances et nos profonds respects.*

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce travail.

*Nos remerciements les plus cordiaux à doctorante **Mlle KASSOUAR S.** qui nous a aidés dans ce projet avec plein de sagesse et de générosité.*

*Nos remerciements les plus cordiaux à Doctorant **MOUSSA HAMZA.** qui nous a aidé dans ce projet avec plein de Sagesse et de générosité.*

Merci à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail ainsi que ceux qui nous ont encouragés et soutenu à tout moment ; qu'ils trouvent ici le témoignage de notre profonde gratitude.

Dédicace

*Je tiens tout d'abord à remercier Allah le toutpuissant
qui m'a donné la force et la
patience d'accomplir ce modeste travail.*

Je dédie ce travail à:

*Mes PARENTS avec tous mes
sentiments de respect, d'amour et de
reconnaissance pour tous les sacrifices déployés
pour m'élever dignement et assurer mon
éducation dans les meilleures conditions.*

A ma grand-mère adorée

A mes sœurs LYNDA, LILA et Wafa

Mes deux frères HAMZA et

FARHAT sur qui je peux compter.

*A tous mes amis et amies qui m'ont aidé dans mon
parcours universitaire : NORA, SABRINA, ANTAR,
YAGHMOUR, FARES*

A mon cher binôme NASSIM

AMEL

Dédicace

*Je Dédié cet événement marquant de ma vie à la
mémoire de mon père disparu trop tôt.*

*J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il
apprécie cet humble geste comme preuve de
reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prie
pour le salut de son âme.*

*Puisse dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte
miséricorde.*

*A ma chère maman qui vielle toujours
Sur moi et qui recouvre ma vie de joie que dieu la garde
pour nous.*

*A mes chers frères et sœurs qui m'entourent de l'amour
et de la confiance*

*A mes chers ami(e)s avec les qu'ils je partage tous les
moments de ma vie.*

NASSIM

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Chapitre I: Fruits et légumes (betterave, date et fraise)

I.1. Généralité sur la betterave.....3

I.1.1. Définition.....3

I.1.2. Différentes variétés de la betterave rouge.....3

I.1.3. Composition de betterave.....3

I.1.4. Composition nutritionnelle.....5

I.1.5. Les bien faits de la betterave.....6

I.2. Généralités sur le palmier dattier.....7

I.2.1. Définition.....7

I.2.3.Taxonomie.....8

I.2.4. Classification.....8

I.2.5. Composition biochimique.....8

I.2.6. Les composés phénoliques.....11

I.2.7. Valeur nutritionnelle de la datte.....12

I.2.8. Transformation de la datte.....13

I.3. Généralités sur les fraises.....13

I.3.1. Définition.....14

I.3.2. Structure et composition.....14

I.3.3. Classification botanique.....14

I.3.4. Variété de la fraise.....14

I.3.5. Composition et valeur nutritionnelle de la fraise.....15

I.3.6. Intérêts thérapeutiques.....15

II.1. Jus de fruits et légumes.....17

II.1.1. Définitions.....17

Chapitre II: jus de fruits et légumes

II.1.1.1.	Jus de fruits.....	17
II.1.1.2.	Jus de légume	17
II.1.1.3.	Cocktail	17
II.1.1.4.	Nectar de fruits	17
II.1.2.	Qualité nutritionnelle et thérapeutique des jus.....	17
II.1.3.	Stabilité des jus	18
II.1.3.1.	L'altération chimique	18
II.1.3.2.	Dégradation de La vitamine C.....	18
II.1.4.	Différents types de boissons	18
II.1.4.1.	Les purs jus de fruits	18
II.1.4.2.	Les jus à base de jus concentrés	18
II.1.4.3.	Jus de fruits obtenus par extraction hydrique.....	19
II.1.4.4.	Purée de fruits.....	19
II.1.4.5.	Les boissons aux fruits	19
II.1.4.6.	Concentré de purée de fruits.....	19
II.1.4.7.	Concentré de fruits.....	19
II.1.4.8.	Nectars de fruits.....	20
II.1.4.9.	Eaux fruitées.....	20
II.1.4.10.	Les jus de légumes.....	20
II.1.5.	Bienfaits des boissons sur la santé	20
II.1.6.	Consommation des boissons en Algérie	21
II.2.	Le plan d'expériences	21
II.2.1.	Forme générale.....	21
II.2.2.	Plan d'expérimentation.....	22
II.2.3.	Les principaux types de plans d'expériences.....	22
II.2.4.	Plans D-optimaux.....	23
II.2.5.	Définitions.....	23

Matériel et méthodes

1.	Matériel et méthodes	25
2.	Matériel végétal.....	25
3.	Préparation de purées La fraise	25
4.	Méthodes d'analyses	26

Sommaire

5.	Détermination des paramètres physico-chimiques.....	26
6.	Détermination du taux de l'humidité (teneur en eau).....	27
7.	Préparation de l'extrait	28
8.	Détermination de l'acidité titrable «A°»selon NFV-05-101[AFNOR, 1974]	28
9.	Détermination du taux de cendres selon NFV-05-113[AFNOR.,1972].....	29
10.	Dosage des sucres totaux	30
11.	Dosage des protéines.....	31
12.	Dosage des flavonoïdes.....	33
13.	Préparation de la boisson	35
14.	Formulation des jus par le plan de mélange	35
15.	Essaie de formulation.....	36
16.	Les analyses réalisées sur les formulations de la matrice	37
17.	Les facteurs et les niveaux	37

Résultats et discussions

1.	Résultats des analyses physicochimiques des poudres utilisées betterave et datte.	39
2.	Résultats physicochimique du Betterave	39
3.	L'ajustement du modèle	42
4.	Optimisation des proportions de mélange et validation du model.....	45
5.	Profileur de prévision	46
	Conclusion et perspectif	48

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

NF : Norme française

EAG : Equivalent d'acide gallique

EQ : Equivalent en quercitine

H %: Humidité

MO : Matière organique

PH : potentielle hydrogène

Liste des figures

Figure 1 : Betterave rouge (<i>Beta vulgaris L.</i>)	3
Figure 2 : les dattes séchées (<i>Mech Degla</i>).....	7
Figure 3 : les fraises.....	14
Figure 4 : Les étapes de traitement des échantillons de betterave et datte.	26
Figure 5 : Organigramme représentant la méthode d'extraction. [AFNOR, 1970]	28
Figure 6: Organigramme représentant le dosage des glucides totaux par la méthode de [Duchateau et Florquin (1959)].....	30
Figure 7: Organigramme représentent le dosage des protéines par la méthode de [Bradford,1976].....	31
Figure 8: Organigramme représentant le dosage des polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu [Saravanan et Dahmoune et al.,(2014)]......	33
Figure 9: Organigramme représentant le dosage des flavonoïdes totaux [Saravananet Dahmoune et al.,(2014)].avec une légère modification.....	34
Figure 10: Les étapes de préparation de boisson.....	35
Figure 11: La corrélation entre les réponses prédits et expérimentaux, A : corrélation entre la couleur expérimentale prédit, B : corrélation entre le gout expérimental et prédits, et C : corrélation entre la viscosité expérimentale et prédits.....	43
Figure 12: Représenté profileur de mélangé.	47

Liste des tableaux

Tableau 1 : des polyphénols (mg) pour 100 g de betterave rouge (<i>Beta vulgaris L.</i>). (Kujalaet al., 2002 ; Waldron et al., 1997)	4
Tableau 2 : Table de composition nutritionnelle des aliments (Betterave). Ciqual (2013) – ANSES.....	5
Tableau 3: place du palmier dattier dans le règne végétal (Feldman, 1976).	8
Tableau 4: Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en % (Noui, 2007).....	9
Tableau 5: Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans, en % de matière sèche (Acourene et Tama, 1997).....	9
Tableau 6: Composition minérale de quelques variétés de dattes molles algériennes, en mg/100 g de la partie comestible (Siboukeur, 1997).....	10
Tableau 7: Composition vitaminique moyenne d la datte sèche (Favier et al., 1995).	11
Tableau 8:teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes Algériennes (Mansouri et al., 2005).....	12
Tableau 9:Matrice obtenue par le plan de mélange.....	36
Tableau 10:Les facteurs et leurs niveaux utilisés dans le plan de mélange (D-optimale).....	38
Tableau 11:Matrice utilisée dans le criblage des effets des fruits et légume sur la couleur, la viscosité et le gout.	38
Tableau 12: les résultats des analyses physicochimiques des poudres de betterave et datte. ...	39
Tableau 13 : les valeurs des polyphénols et des flavénoïdes dans la poudre de betterave rouge et poudre de datte	41
Tableau 14: Le teneur en couleur, viscosité et gout des différentes formulations de fruits et légumes générer par le plan de mélange (D-optimale).....	42
Tableau 15:Les effets des légumes et fruits sur la teneur de viscosité, couleur et gout.	45

Introduction

Introduction

Actuellement, la filière des fruits et légumes occupe une place très importante dans le secteur agricole Algérien et par la même dans le secteur agroalimentaire. L'approvisionnement de ce dernier par les matières premières destinées à la transformation, encourage les industriels à investir davantage dans la transformation des fruits et légumes en boissons et en jus.

Ils constituent un groupe d'aliments végétaux possédant de meilleures propriétés gastronomiques (Nouet *al.*, 2008). Du point de vue botanique, les fruits sont des parties de la plante qui, au stade de maturité, contiennent pour la plupart des graines (PAPA, 2014). Ils se différencient des légumes par leur richesse en sucre, leur acidité relativement élevée, leur arôme prononcé et leur consommation à l'état cru (Nouet *a.l.*, 2008).

Les fruits sont reconnus pour leur rôle dans l'entretien des fonctions vitales de l'organisme humain, grâce à leur teneur élevée en divers micronutriments tels que les composés phénoliques (reconnu pour leur fort pouvoir antioxydant), les minéraux, les vitamines et les fibres (CIRAD, 2009 ; Grégoras, 2012), leur effet protecteur contre les grandes pathologies chroniques que sont les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives métaboliques et les cancers.

Il faut signaler que les nutritionnistes recommandent de manger au moins cinq fruits et légumes par jour afin de se protéger au maximum contre l'apparition de diverses pathologies chroniques (maladies cardiovasculaires, cancer...) (*CHRISTIAN et al.*, 2007).

Les jus de fruits dont la composition est identique à celle des fruits ont un rôle important dans l'alimentation humaine par leur valeur gustative, nutritionnelle et thérapeutique très élevée, ils sont une source de sucres, de vitamine C, de minéraux et des fibres (*ESPIARD, 2002*).

Le problème lié aux fruits est la durée de conservation au cours du stockage qui est relativement courte et la disponibilité pendant toute l'année. La valorisation la plus intéressante pour les producteurs est la commercialisation en frais sur les lieux de production .mais cela ne permet pas d'absorber toute la production. (**RAKOTOVAO, 2009**). Une bonne partie de ces fruits pourrit dans les champs, lors du transport et sur les lieux de vente par défaut de méthode adéquate de conservation et surtout de transformation, d'où il s'avère nécessaire de trouver des moyens de les conserver. Les nouvelles tendances de consommation amènent à proposer aux consommateurs (qui sont de plus en plus informés sur la nécessité de veiller à leur santé par l'adoption d'une alimentation saine), des produits tels que les cocktails

Introduction

de jus de fruits naturels, aussi il convient de participer à l'effort de réduction des pertes post-récoltes qui grèvent le revenus des producteurs agricoles.

En Algérie, l'industrie des jus et des boissons à base de fruits, s'est développée considérablement ces dernières années. La fabrication des jus utilise comme matière de base des concentrés ou pulpe de fruits qui sont souvent importés, en y rajoutant des substances synthétiques afin de garder l'arôme et les éléments nutritifs et prolongé la durée de vie des fruits (**BLOTTEE, 2003**).

L'Algérien consomme près de 57,4 litres de boissons par an, dont 22,2 litres pour les boissons gazeuses. Des limonades, boissons plates, jus de fruits et nectars, bières et alcools, une multitude de boissons dont la consommation double en mois de ramadhan (Larbi, 2017).

L'organisme a besoin d'énergie pour construire, nourrir, renouveler et entretenir les cellules qui le constituent. Ces besoins sont couverts par les aliments qui sont la source devitamines, antioxydants, minéraux, protéines, lipides et glucides. Les jus de fruits sont des aliments à part entière contenant des éléments nutritifs essentiels à notre corps. Outre leurs bienfaits réhydratants, ils couvrent de nombreux besoins de l'organisme et présentent des qualités communes même si chaque jus de fruits a ses atouts nutritionnels spécifiques(**Vierling E., 2008**).

C'est dans ce contexte que notre travail de fin d'étude s'inscrit. dont l'objectif est l'essaie de formulation une boisson naturelle par un plan de mélange à base de poudre de betterave, poudre de datte et purée de fraise

***Chapitre I : Fruit et
légumes (betterave, datte
et fraise)***



I.1. Généralité sur la betterave

La betterave est un légume connu depuis l'antiquité. On retrouve sa trace dans des écrits grecs datant du V^{ème} siècle avant J-C. Son histoire culinaire fut plus tardive puisque ce n'est qu'à la renaissance que son usage se fit connaître en Italie. Dans les années 1750, un allemand parvient pour la première fois à extraire le sucre de la betterave se dernier décline en plusieurs variétés : rouges, jaunes et blanches. (Orchina, 2013).

La betterave rouge, la plus connue, a une couleur si prononcée qu'on en fait des colorants en industrie. La betterave blanche est notamment utilisée pour la fabrication de sucre; on la nomme d'ailleurs «betterave à sucre».



Figure 1 : Betterave rouge (*Beta vulgaris L.*)

I.1.1. Définition

La betterave rouge potagère (*Beta vulgaris L.*) est une plante bisannuelle à racines charnues (partie consommée) de la famille des Chénopodiacées. Elle existe sous différentes couleurs et formes de racines : longue, demi-longues, rondes et aplaties. Les plus communes sur le marché sont rondes avec une teinte rouge très foncée (Denis, 2010).

I.1.2. Différentes variétés de la betterave rouge

- ✓ Crapaudine : excellente betterave, la plus consommée, à la chair rouge, sucrée et ferme.
- ✓ Rouge Noir d'Égypte : variété précoce, idéal pour la récolte d'été.
- ✓ Bolivar : Variété ronde à la chair tendre, rouge foncé.
- ✓ Mono gram: avec cette variété mono germe génétique, la graine ne produit qu'un germe, à la différence des autres variétés qui fournissent plusieurs germes par graine. (Benoît, 2006).

I.1.3. Composition de betterave

❖ Bétalaines

La betterave est l'un des rares végétaux qui contiennent des bétalaïnes (**Kujalaet al.,2002**), composés principalement de bétanine (E162) qui est largement utilisée comme colorant naturel dans de nombreux produits laitiers (lait, crèmes glacées, yogourt et kéfir), les boissons (par exemple, des jus et des kvas Burakovyi), bonbons (par exemple, les cookies et desserts) et bovins (produits cuits, fumés, semi-secs ou saucisses fermentées) (**Azeredo,2009;Martinezetal.,2006**).

Bétalaïnes possèdent plusieurs activités biologiques souhaitables, y compris antioxydant, anti-inflammatoire, hépato-protecteur, et des propriétés anti-tumorales (**Escribanoetal.,1998 ; Winkleret al., 2005**). La biodisponibilité de bétalaïne est signalée élevée chez les humains et reste stable dans le tractus gastro-intestinal sans aucune perte significative des propriétés antioxydantes, ce qui augmente leur valeur comme additifs alimentaires de santé (**Franketal.,2005;Pavlov etal.,2005**).

❖ Composés phénoliques

La betterave contient des composés phénoliques, dont les flavonoïdes (tableau 01). (**Kujalaet al.,2002 ;Waldron et al., 1997**).

Ces composés procurent à la betterave un pouvoir antioxydant qui demeurerait constant, même après la cuisson de la betterave (**Jiratanan et Liu., 2004**).

La pelure de la betterave contient deux au moins trois fois plus de composés phénoliques que la chair (**Kujalaet al.,2000**). Ses feuilles en sont également très riches. Une étude a démontré que le contenu en composés phénoliques du jus de feuille de betterave fraîche est le plus élevé parmi plusieurs végétaux, dépassant le contenu du jus d'épinard et de brocoli (**NinfalietBacchiocca, 2003**).

Tableau 1 : des polyphénols (mg) pour 100 g de betterave rouge (*Beta vulgaris L.*). (**Kujalaet al.,2002 ;Waldron et al., 1997**).

Polyphénols	Quantité
Flavonoïdes	0.5mg
Lignanes	0.00708mg
Polyphénolstotaux	0.507mg

❖ Lutéine et zéaxanthine

Les feuilles de betterave (cruës ou cuites) contiennent de la lutéine et de la

zéaxanthine, deux composés antioxydants de la famille des caroténoïdes (**Ribaya-Mercado et Blumberg, 2004**) ces composés auraient des effets bénéfiques sur certains cancers et sur la santé oculaire. En effet, ils se concentrent particulièrement dans la macula et la rétine (**Ribaya-Mercado et Blumberg, 2004 ; Boneet al., 1988**) . protégeant ainsi l'œil d'un stress oxydatif (**Roberts et al., 2009**) . qui pour rai t lui causer des dommages.

I.1.4. Composition nutritionnelle

- ✓ Betterave cuite apportée moyenne 43,40Kcal pour 100g soit <183 kJ. Une betterave pèse en moyenne 125g, soit 54,25kcal.

Le tableau résume la composition de la betterave en différents nutriments.

Composition moyenne est donnée à titre indicatif. Les valeurs sont à considérer comme des ordres de grandeur, susceptibles de varier selon les variétés, la saison, le degré de maturité, les conditions de culture, etc

Toutes les autres données sont issues de la Table de composition nutritionnelle des aliments (tableau 2) . **Ciquel (2013) – ANSES** ., excepté celles de l'équivalent vitamine A qui correspond à la division de la teneur en bêta-carotène par six.

Tableau 2 : Table de composition nutritionnelle des aliments (Betterave). **Ciquel (2013) – ANSES**.

Composants	Quantité	Min –Max
Eau	87.2g	82.4- 91.9g
Protéines	2.3g	0.9-NCg
Lipides	0.1g	NC -0.3g
Acides gras saturés	0.0223g	NC -0.05g
Glucides	7.17g	-
Sucre	6.68g	NC -8.4g
Fibres	2.3g	1.9- 2.5g
Minéraux et oligo-éléments	Quantité.	Min –Max
Calcium	18.4mg	8.94-30.4mg
Cuivre	0.059mg	0.03-0.78mg
Fer	0.668mg	0.29-1.82mg
Iode	0.325µg	0.1-1µg
Magnésium	16.3mg	6.54-25 mg
Manganèse	0.46mg	0.23 -1 mg

Phosphore	31.1mg	7.35-87 mg
Potassium	266mg	138 -510mg
Sélénium	0.3µg	0.2- 0.7µg
Sodium	54.1mg	9.3-285 mg
Zinc	0.312mg	0.17-0.5mg
Vitamines	Quantité	Min –Max
ProvitamineA	21µg	-
Béta-carotène		
Equivalent Vitamine A	3.5µg	-
VitamineB1	0.01mg	NC-0.03mg
VitamineB2	0.01mg	NC-0.04mg
VitamineB3	0.1mg	NC-0.33mg
VitamineB5	0.1mg	NC-0.14mg
VitamineB6	0.04mg	NC-0.06mg
VitamineB9	74µg	37-110µg
VitamineC	5mg	3.6 -6 mg

I.1.5. Les bien faits de la betterave

❖ Cancer

Une étude a démontré que la consommation de bétanine, un des pigments donnant à la betterave sa couleur caractéristique, diminuait l'apparition de cancers de la peau, du foie et du poumon chez l'animal (**Kapadia *et al.*, 2003 ; Kapadia *et al.*, 1996**). De plus, des recherches indiquent que les caroténoïdes des feuilles de betterave pourraient contribuer à prévenir certains cancers, notamment le cancer du sein et le cancer du poumon (**Ribaya-Mercado *et Blumberg*, 2004**).

❖ Pouvoir antioxydant

Betterave est un des légumes ayant le meilleur pouvoir antioxydant (**Stintzing *et Carle*, 2004**). Les antioxydants sont des composés qui protègent les cellules du corps des dommages causés par les radicaux libres. Ces derniers sont des molécules très réactives qui seraient impliquées dans l'apparition de maladies cardiovasculaires (**He *et al.*, 2007**), de certains cancers (**Soerjomataram *et al.*, 2010**) et d'autres maladies chroniques (**Harding *et al.*, 2008**).

❖ Santé oculaire

Selon plusieurs études, un apport régulier de lutéine et de zéaxanthine, des caroténoïdes

contenus dans les feuilles de betterave, serait associé à un risque plus faible de dégénérescence maculaire, de cataracte (Ribaya Mercado et Blumberg, 2004) et de rétinite pigmentaire (Maet Lin, 2010). toutefois, d'avantage études de plus grandes envergures sont nécessaires pour confirmer ces effets (Maet Lin, 2010).

❖ Performance sportive

Certaines études ont démontré que le jus de betterave, riche en nitrates, aurait des effets bénéfiques sur les performances sportives en diminuant le coût en oxygène lors d'efforts continus (Peeling et al., 2015 ; Lansley et al., 2011). La consommation d'une dose de jus de betterave aurait également des effets bénéfiques sur la performance cardiovasculaire en altitude (Muggeridge et al., 2014).

D'autres études n'ont démontré aucun effet, mais il semblerait que certains sujets répondent de manière plus marquée à la supplémentation en jus de betterave que d'autres (Boorsma et al., 2014).

I.2. Généralité sur le palmier dattier

Le palmier dattier : *Phoenix dactylifera L.*, provient du mot "*Phœnix* " 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 à son origine du golfe persique, il est cultivé dans les régions chaudes et humides. C'est une espèce dioïque, monocotylédone arborescente, appartenant à une grande famille d'arbres à palmes et produites dattes (Gilles, 2000; Mazoyer, 2002).



Figure 2 : les dattes séchées (Mech Degla).

I.2.1. Définition

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de sa forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair, la partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de :

- ✓ Un péricarpe 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 clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane par cheminée entourant le noyau (**Espiard, 2002**).

I.2.3. Taxonomie

Tableau 3: place du palmier dattier dans le règne végétal (**Feldman, 1976**).

Groupe	Ordre	Famille	Sousfamille
Spadiciflores	Palmale	Palmacées	Coryphoïdées

Tribu	Genre	Espèce
Phoenicées	Phoenix	DactyliferaL

Le genre *Phoenix* comporte au moins douze espèces, la plus connue est le dactylifera, dont les fruits "dattes" font l'objet d'un commerce international important (**Espiard, 2002**).

I.2.4. Classification

D'après **Espiard (2002)**, la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories:

- ✓ **Dattes molles:** Ahmar (Mauritanie), Kashramet Miskani (Egypte, Arabie-Saoudite).
- ✓ **Dattes demi-molles :** Deglet-Nour (Tunisie, Algérie), Mehjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi (Arabie-Saoudite).
- ✓ **Dattes sèches de consistance dure :** Degla-Beïda et Mec Degla (Tunisie et Algérie), Amersi (Mauritanie).

I.2.5. Composition biochimique

❖ L'eau

La teneur en eau est en fonction des variétés (tableau 4), du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30% du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19 % (**Noui, 2007**).

Tableau 4: Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en % (Noui, 2007).

Variétés	Consistance	Teneur en eau
Deglet-Nour	Demi-molle	22,60
Mech-Degla	Sèche	13,70
Ghars	Molle	25,40

❖ **Les sucres**

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (Estanove, 1990; Acourene et Tama, 1997). Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, le xylose et le sorbitol (Favier *et al.*, 1993; Siboukeur, 1997).

La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60 et 80% du poids de la pulpe fraîche (Siboukeur, 1997).

Le tableau (5) montre la teneur en sucres dans les dattes, signalons une grande variabilité des teneurs pour le saccharose et les sucres réducteurs.

La teneur en saccharose varie entre 0,8 et 52,4 %, celle des sucres réducteurs est de 20 à 94 % de matière sèche.

Tableau 5: Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans, en % de matière sèche (Acourene et Tama, 1997).

Variétés	Consistance	Sucres totaux	Saccharose	Sucres réducteurs
Chars		87,42	5,00	82,12
Tantboucht	Molle	79,80	0,90	78,80
Deglet-Ziane		84,00	2,45	81,45
Ltima		78,51	4,29	73,40
Safraia	Demi-molle	79,00	1,31	77,61
El-Ghazi		94,90	0,80	94,00

Mech-Degla		75,10	52,40	20,00
Kenta	Sèche	72,30	40,55	36,80
Horra		82,46	50,00	29,86

❖ **Les acides aminés**

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines .Elle varie entre 0,38 et 2,5 % du poids sec. malgré cette faible teneur, les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement (**Yahiaoui,1998**).

❖ **Les acides gras**

La datte renferme une faible quantité de lipides .Leur taux varie entre 0,43et1,9% du poids frais (**Djouab, 2007**). Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation.

Selon **Yahiaoui (1998)**, la teneur en lipides passe de 1,25 % au stade Hababouk à 6,33 % au stade Kimiri.Cette teneur diminue progressivement au stade Routab pouratteindreune valeur de 1.97% dematièresèche au stade Tamar

❖ **Les éléments minéraux**

L'étude de 58 variétés de dattes cultivées dans la région des Zibans faite par **Acoureneetal., (2001)**, montre que le taux de cendres est compris entre 1,10 et 3,69 % du poids sec.

La datte est l'un des fruits les plus riches en éléments minéraux essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium.

Le tableau 6 ci-dessous, donne la teneur en éléments minéraux de quelques variétés de dattes molles Algériennes.

Tableau 6:Composition minérale de quelques variétés de dattes molles algériennes, en mg/100 g de la partie comestible (**Siboukeur, 1997**).

Eléments minéraux	Variétés		
	Chars	Tanslit	Litm
Potassium(K)	664	435	452
Chlore(Cl)	256	176	157
Calcium(Ca)	80,50	60,10	61,20
Magnésium(Mg)	17,38	20,61	20,20

Fer(Fe)	2,03	0,83	1,30
Sodium(Na)	2,03	0,83	1,30
Cuivre (Cu)	1,92	0,99	1,10
Manganèse(Mn)	2,10	1,20	1,50

❖ Les vitamines

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables de vitamines du groupe B (tableau 7). Ce sont des précurseurs immédiats des coenzymes indispensables à presque toutes les cellules vivantes et jouent un rôle primordial (Vilkas, 1993).

Tableau 7:Composition vitaminique moyenne d la datte sèche (Favier et al., 1995).

Vitamines	Teneur moyenne pour 100g
Vitamine C	2,00mg
Thiamine(B ₁)	0,06mg
Riboflavine(B ₂)	0,10mg
Niacine(B ₃)	1,70mg
Acide pantothénique(B ₅)	0,80 mg
Vitamine(B ₆)	0,15mg
Folates(B ₉)	28,00µg

❖ Les fibres

La datte est riche en fibres, elle en apporte 8,1 à 12,7 % du poids sec (Al-Shahib et Marshall, 2002).

Selon Ben chabane (1996) les constituants pariétaux de la datte sont :

La pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

Du fait de leur pouvoir hydrophile, les fibres facilitent le transit intestinal et exercent un rôle préventif des cancers colorectaux, des appendicites, de la diverticulose, des varices et des hémorroïdes. elles ont également un effet hypocholestérolémiant (Albert, 1998; Jaccot et Campillo, 2003).

I.2.6. Les composés phénoliques

La datte renferme des substrats dits composés phénoliques (Mansouri et al., 2005).

Tableau 8: teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes Algériennes (Mansouri et al., 2005).

Variétés	Teneur en mg/100g de poids frais
Tazizaout	2,49
Ougherous	2,84
Akerbouch	3,55
Tazarzait	3,91
Tafiziouine	4,59
Deglet–Nour	6,73
Tantboucht	8,36

L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélée la présence des acides cinnamiques, des flavones ,des flavanones et des flavonols(Mansouriet *al.*,2005).

Selon **Henk et al., (2003)**, les polyphénols jouent un rôle important dans le corps : ils ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire.

I.2.7. Valeur nutritionnelle de la datte

La datte constitue un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (Toutain,1979;Gilles,2000).

- ✓ La forte teneur en sucres confère à ces fruits une grande valeur énergétique.
- ✓ Une teneur intéressante en sucres réducteurs facilement assimilables par l'organisme.
- ✓ Les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement, mais en faible quantité.-
- ✓ Un apport important en éléments minéraux. Les dattes sont riches en minéraux plastiques Ca, Mg, P, S et en minéraux catalytiques : Fe, Mn. Elles sont reminéralisantes et renforcent notablement le système immunitaire(Albert,1998).
- ✓ Le profil vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B. Ce complexe vitaminique participe au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (Tortora et Anagnostakos,1987).

I.2.8. Transformation de la datte

- ✓ Confiseries à base de datte
- ✓ La pâte de datte
- ✓ La farine de datte
- ✓ Les sirops, les crèmes et les confitures de dattes
- ✓ La mise en valeur des déchets
- ✓ La biomasse et protéines unicellulaires
- ✓ Les alcools
- ✓ Le vinaigre

I.3. Généralités sur les fraises

Les fraises poussaient dès la plus haute antiquité à l'état sauvage en Amérique et en Asie ainsi que dans les zones subalpines d'Europe occidentale (**Darrow, 1966**).

Nos ancêtres connaissaient et utilisaient les fraises des bois, mais ne les cultivaient pas. La culture de la fraise n'a véritablement commencé qu'autour de l'an 1300 où les Européens transplantaient des fraisiers des bois dans leurs jardins, l'histoire n'est pas unanime sur le sujet, car certains disent que ce serait Jacques Cartier qui aurait été le premier à les rapporter en Europe, cependant, d'autres témoignent que ce serait Francis Drake qui aurait rapporté des fraisiers des colonies de Virginie jusqu'en Angleterre en premier.

Les fraisiers sauvages ou cultivés appartiennent tous au genre *Fragaria* de la famille des Rosacées (**Darrow, 1966**). Depuis l'obtention des fraisiers à gros fruits, les améliorateurs génétiques travaillent sur les croisements entre des différentes variétés afin d'en obtenir les critères désirés (**Darrow, 1966**). Ils existent actuellement environ 600 variétés différentes de fraisiers et ils varient entre eux selon plusieurs critères dont la taille, la texture, la saveur, la couleur, la résistance aux maladies, la période de production, le niveau en éléments nutritifs... etc. (**Hebbache et al., 2013**).



Figure 3 : les fraises

I.3.1. Définition

La Fraise (*Fragaria ananassa* Duch.) est le fruit (en réalité un faux fruit) des fraisiers, de plantes herbacées. Elle a une couleur rouge ou jaune blanchâtre selon les variétés, et une forme ovoïde oblongue plus ou moins arrondie (**Risser et Navatel, 1997**). La fraise est un fruit non-climactérique de la consommation humaine fréquente (**da Silva Pinto et al., 2008**). C'est un fruit peu calorique et qui fournit un apport conséquent en vitamine C (**Lucas et Vincenot, 2006**). Et d'autres composés antioxydants, tels que les flavonoïdes et les composés phénoliques (**Robards et al., 1999**).

I.3.2. Structure et composition

La structure de la fraise comporte de nombreux petits carpelles individuels (akène), portés sur un réceptacle hémisphérique ou conique qui s'accroît jusqu'à devenir à la maturité une masse pulpeuse, juteuse, délicieuse au goût (**Hebbache et al., 2013**).

I.3.3. Classification botanique

Règne : Plante

Embranchement : Trachéophyte

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Rosales

Famille : Rosacée

Genre : *Fragaria*

Espèce : *Fragaria ananassa* Duché

I.3.4. Variété de la fraise

D'après **Espiard (2002)**, on distingue deux groupes de fraise :

- ✓ Les fraises à petits fruits, *Fragaria vesca*, en Europe, fleurissent de mai à octobre et donne des fruits pendant six mois

- ✓ Les fraises à gros fruits, *fragariagrandiflora*, sont remontants ou non fructifient en deux ou une seule fois et dont la saison de fructification est plus ou moins précoce ou Parmi les nombreuses variétés existantes dans le monde (plus de 600).

I.3.5. Composition et valeur nutritionnelle de la fraise

La fraise est un fruit très riche en eau 90% et relativement peu chargé en glucide (Garcia et al., 2002).

De plus, elle est peu calorique et aussi riche en vitamine, la plus intéressante est la vitamine C qui intervient dans les fonctions de l'organisme, ainsi que les vitamines de classe B (B8 biotine qui joue un rôle contre la chute des cheveux, B9 acide folique qui agit sur la croissance et la division cellulaire) de plus un apport en oligo-éléments et macronutriments, (Souci et al., 1981). Elle figure parmi les fruits les plus riches en fibres ses petits grains étant composés de pectine et de cellulose ces fibres bénéfiques pour le transit et le fonctionnement du système digestif, ce fruit contient aussi une quantité importante de l'acide éllagique (Souci et al., 1981).

Les flavonoïdes sont les principaux composés phénoliques présents dans la fraise (Tulipani et al., 2009), et sont parmi les composés qui contribuent le plus à sa capacité antioxydante (Meyers et al., 2003).

Les anthocyanines sont responsables de la couleur rouge- orange des fraises, qui aurait un effet protecteur contre le cancer (Hannum, 2004).

I.3.6. Intérêts thérapeutiques

La fraise est dépurative et diurétique. À une grande dose, elle stimule et équilibre les fonctions hépatiques, les fonctions nerveuses, endocriniennes et tous les émonctoires (élimination). Elle reminéralise l'ensemble des organes, tonifie, alcalinise le sang et renforce l'immunité naturelle (par augmentation du tonus). Elle aide à la digestion grâce à sa richesse en cellulose et peut guérir les cas de constipation. En naturopathie on l'utilise dans beaucoup d'affection, car elle est très efficace en mono- diètes dans beaucoup de domaines comme :

Macro-nutriments g/100g
Protéines 0.75
Glucides 4.06
Sucre 4.05
Fibre 1.87
Lipides 0.26
Cholestérol 7.

La plupart des dermatoses, à cause de l'action sur la fonction hépatique et sur

- ✓ Toutes sortes de tuberculoses, osseuse, pulmonaire, ganglionnaire. Action très nette
- ✓ L'élimination. Pour éliminer toute sorte de toxines et poisons accumulés dans l'organisme

- ✓ L'hypertension.
- ✓ Toute la cohorte des maladies rhumatismales, arthrite, arthrose et goutte
- ✓ Les maladies de vessie.
- ✓ Les maladies comme néphrite, lithiase rénale et aussi lithiase biliaire.
- ✓ Sur la minéralisation.

On note aussi que la fraise est un excellent produit de beauté naturel. En masque, mélangée à d'autres produits naturels, elle redonne à la peau tout l'éclat et la douceur d'une peau de bébé (**Anonyme, 2011**).

Chapitre II : jus de fruits et légumes



II.1. Jus de fruits et légumes

II.1.1. Définitions

II.1.1.1. Jus de fruits

Un jus de fruit est un produit fermentescible mais non fermenté, obtenu à partir de fruits sains et mûrs, frais ou conservés par le froid, prévenant d'une ou de plusieurs espèces en mélange, possédant la couleur, l'arôme et le goût caractéristique du jus des fruits dont il provient. **(Brat et Cuq, 2007).**

II.1.1.2. Jus de légume

Le jus de légume est le produit naturel provenant de la pression des légumes frais, sains et mûrs, non fermentés **(CODEX STAN 179-1991).**

II.1.1.3. Cocktail

La dénomination de cocktail désigne le produit préparé à partir d'un mélange de petits fruits et de petits morceaux de fruits, que les fruits soient frais, congelés ou en conserve. **(CODEX STAN 78-1981).**

II.1.1.4. Nectar de fruits

C'est le produit fermentescible mais non fermenté, obtenu en ajoutant de l'eau et de sucre et/ou du miel au jus de fruits concentrés, au jus de fruits déshydratés, à la purée de fruits, à la purée de fruits concentrée ou à un mélange de ces produits.

L'addition de sucre et/ou de miel est autorisée dans une quantité non supérieure à 20% en poids par rapport au poids total du produit fini.

Dans le cas de la fabrication de nectars de fruits sans addition de sucres ou à faible valeur énergétique, les sucres peuvent être remplacés totalement ou partiellement par des édulcorants **(Brat et Cuq, 2007).**

II.1.2. Qualité nutritionnelle et thérapeutique des jus

La consommation de jus de fruits et légumes est recommandée pour une alimentation saine et plusieurs bienfaits sur la santé. Les jus de fruits et légumes présentent un grand intérêt nutritionnel grâce aux sels minéraux (potassium, calcium, magnésium) et aux vitamines (exemple : vit C) qu'ils contiennent. Les jus de fruits et légumes sont nutritifs et rafraichissants. Coupés d'eau fraîche, ils sont plus désaltérants **(Arthur, 1986).** de fruits et
Qualité et stabilité 14 La teneur élevée des jus de légumes en substances minérales et en vitamines, détermine la croissance continue de leur production et de leur consommation **(Benamara et a., 2003).** Les jus de fruits participent à la couverture des besoins hydriques et

nutritionnels (en certains minéraux et vitamines) du corps humain. Ce sont des boissons rafraîchissantes qui apportent de l'énergie (**Lecerf, 2001**).

II.1.3. Stabilité des jus

Dès le début de sa formulation jusqu'à ce qu'elle atteigne la table du consommateur, la boisson fruitée subit différents types d'altérations qui influent directement sur ses qualités nutritionnelles et organoleptiques, parmi lesquelles on distingue

II.1.3.1. L'altération chimique

L'altération des aliments se traduit par un changement d'apparence, d'odeur ou de goût qui les rendent impropres à la consommation.

II.1.3.2. Dégradation de La vitamine C

La vitamine C ou acide L-ascorbique est une vitamine hydrosoluble, sensible à la chaleur et à la lumière. Elle est composée de 6 atomes de carbone, 6 atomes d'oxygène et 8 atomes d'hydrogène (C₆H₈O₆) (**Billiau et al., 2010**).

- ✓ Leurs apports en minéraux : les boissons participent à la couverture de certains minéraux tels que le calcium, le fer, le magnésium, le fluor ou le cuivre (**FREDOT, 2005**).

Les jus de fruits frais et les purs jus de fruits sont exclusivement obtenus par des moyens mécaniques et sont donc des aliments qui contiennent tous les éléments nutritifs des fruits excepté les fibres qui sont le plus souvent en teneur réduite. Les boissons et les jus apportent donc l'eau, les glucides, les vitamines, les minéraux et les constituants « non nutritifs » des fruits (polyphénols, caroténoïdes, flavonoïdes, limonènes, terpènes...)

II.1.4. Différents types de boissons

Il existe plusieurs types des jus de fruits

Les jus de fruits et de légumes Le jus de fruits est un suc naturel d'un fruit obtenu par plusieurs méthodes, pour faire la distinction entre ces boissons on peut donner les particularités suivantes.

II.1.4.1. Les purs jus de fruits

Ce sont des jus obtenus à partir de fruits par des procédés mécaniques (**Boidin et al, 2005**).

II.1.4.2. Les jus à base de jus concentrés

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruits concentré, après restitution de la proportion d'eau extraite du jus lors de la concentration, l'eau ajoutée présentant

des caractéristiques appropriées, notamment de point de vue chimique, microbiologique et organoleptique de façon à garantir les qualités essentielles du jus.

La restitution de son arôme se fait au moyen des substances aromatisants, récupérées lors de la concentration de jus de fruits dont il s'agit ou de jus de fruits de la même espèce et qui présente des caractéristiques organoleptiques et analytiques équivalentes (**Leyral, 2008**).

II.1.4.3. Jus de fruits obtenus par extraction hydrique

Le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution.

La restitution des composants aromatiques est obligatoires (**Boidin et al., 2005**). Pour les jus de fruits déshydratés, le qualificatif "déshydraté" peut être accompagné ou remplacé par le qualificatif "lyophilisé" ou toute autre mention analogue selon le procédé de déshydratation utilisé (**Vierling, 2008**).

II.1.4.4. Purée de fruits

Produit obtenu par des procédés appropriés par exemple en passant au tamis ou en broyant la partie comestible du fruit entier ou pelé sans en prélever le jus. Le fruit doit être sain, parvenu à un degré de maturation approprié et frais ou bien conserver par des moyens physiques ou par un ou plusieurs des traitements appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la commission du (**Codex Alimentarius, 2005**).

II.1.4.5. Les boissons aux fruits

Sont composées de jus de fruits concentrés ou non, d'eau et de sucre et contiennent au moins 25% de jus de fruits, dans le cas des boissons plate. Dans les boissons gazeuses aux fruits cette teneur est d'au moins 10% (**Boiron, 2008**).

II.1.4.6. Concentré de purée de fruits

Produit obtenu par élimination physique de l'eau de la purée de fruits en quantité suffisante pour accroître la valeur Brix d'au moins 50% par rapport à la valeur Brix établie pour le jus reconstitué du même fruit (**Codex Alimentarius, 2005**).

II.1.4.7. Concentré de fruits

Le concentré de jus de fruit est un produit obtenu par élimination physique de l'eau en quantité suffisante pour porter la valeur Brix à un niveau supérieur à 50% de la valeur Brix établie pour le jus reconstitué du même fruit.

Le jus obtenu à partir d'un concentré est défini comme le produit de reconstitution de l'eau, des arômes, et de la pulpe perdue lors de la concentration (extraction) (**Codex Alimentarius, 2005**).

L'eau ajoutée doit présenter des caractéristiques appropriées, notamment du point de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus (**Prolongeau et Renaudin, 2009**).

II.1.4.8. Nectars de fruits

Le nectar de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible, obtenu en ajoutant de l'eau, sucres et/ou miel aux jus de fruits frais ou reconstitué (concentré, jus déshydratés, purée de fruits ou un mélange de ces produits). L'addition de sucres ou de miel est autorisée dans une quantité n'excédant pas 20% en poids par rapport au produit fini (**Codex Alimentarius, 2005**).

II.1.4.9. Eaux fruitées

La dénomination « eaux fruitées », « boisson à la pulpe de fruits » ou « eau au jus de fruits » est réservée aux boissons préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits dans une proportion égale ou supérieure à 12% (**Lecerf, 2003**). Elles sont composées de jus de fruit, d'eau et de sucre, ils contiennent au moins 25% de jus de fruits, dans le cas des boissons plates (non gazeuses) et 10% dans les boissons gazeuses aux fruits (**Boiron, 2008**).

II.1.4.10. Les jus de légumes

La dénomination et les caractéristiques “ Frais ” : le jus n'a subi aucun traitement, ni physique, ni thermique. “ pur ” : le jus n'a subi aucune addition d'un produit quelconque. “ salé ” : le jus de légumes est additionné de sel (chlorure de sodium) avec indication de la quantité de sel en g/L si elle dépasse 1 g/L (**Kucharski, 2016**).

II.1.5. Bienfaits des boissons sur la santé

La consommation de jus de fruit et légume est recommandée pour une alimentation saine et pour plusieurs bienfaits sur la santé. Les jus de fruits et légumes présentent un grand intérêt nutritionnel grâce aux sels minéraux (potassium, calcium, magnésium) et aux vitamines (exemple : vit C) qu'ils contiennent, malgré la pasteurisation qu'il est nécessaire de leur faire subir pour leurs assurer une bonne conservation. Les jus de fruits et légumes sont nutritifs et rafraichissants. Coupés d'eau fraîche, ils sont plus désaltérants (**Arthur, 1986**). La haute teneur des jus de légume en substances minérales et en vitamine détermine la croissance continue de leur production et de leur consommation (**Benamara et al, 2003**).

Les jus de fruits participent à la couverture des besoins hydriques du corps humain et des besoins en certains minéraux et certaines vitamines. Ce sont des boissons rafraichissantes qui apportent de l'énergie (**Lecerf, 2001**).

II.1.6. Consommation des boissons en Algérie

L'Algérien consomme près de 57,4 litres de boissons par an, dont 22,2 litres pour les boissons gazeuses. Des limonades, boissons plates, jus de fruits et nectars, bières et alcools, une multitude de boissons dont la consommation double en mois de ramadhan (Larbi, 2017). Brat P. et Cuq B. (2007). Transformation et conservation des fruits. Aspects économiques et réglementaires.

Codex Alimentarius. Norme Général Codex pour les jus et les Nectars de fruits (Codex -Stan 247-2005).

II.2. Le plan d'expériences

II.2.1. Forme générale

Formellement, le plan d'expériences lui-même, noté ω , est un objet mathématique caractérisable par deux composantes :

une matrice d'expériences X dont chaque ligne i , $i = 1; \dots; NS$, représente les p coordonnées d'un point de support x_i dans le domaine expérimental, continu ou non. Les éléments des p colonnes de X sont les niveaux des p facteurs étudiés, un schéma de répétition $frg = fr_1; \dots; fr_{NS}$ indiquant les nombres r_i de répétitions de chaque expérience en chacun des NS points de support, le nombre total d'expériences à réaliser est $N = \sum_{i=1}^{NS} r_i$.

On note alors le plan sous une forme très générale comme :

$\omega_{N;NS;frg} = \omega$

$x_1; \dots; x_i; \dots; x_{Ns}$

$r_1; \dots; r_i; \dots; r_{Ns}$

avec : $x_{Ti} = (X_{i1}; \dots; X_{ij}; \dots; X_{ip})$

où X_{ij} représente le niveau i pris par le facteur X_j .

Construire un plan d'expériences est donc déterminer la structure de $\omega_{N;NS;frg}$,

C'est-à-dire que n'importe quel nombre et les valeurs de ses éléments.

On démontrera dans les chapitres suivants que la qualité du modèle estimé \hat{y} dépend fortement des coordonnées des points de support x_i dans ω , selon les types de plans envisagés et du schéma de répétition frg .

La construction de $\omega_{N;NS;frg}$ va être gouvernée par un critère d'optimalité.

Le plus simple et le plus usuel quand il est possible de l'appliquer est le critère d'orthogonalité qui revient à faire des plans à facteurs tels que les colonnes

10 de la matrice X soient des vecteurs orthogonaux.

Les facteurs varieront donc de façon dépendante dans le plan d'expériences.

Cependant, certaines contraintes techniques peuvent parfois compliquer beaucoup la construction du plan d'expériences. Ce sont :

- ✓ Certaines expériences du domaine expérimental qui sont impossibles à réaliser car trop dangereuses, ou physiquement irréalisables, ou éthiquement non envisageables, impliquant ainsi un domaine expérimental non symétrique.
- ✓ une évolution dans le temps des matières premières de l'étude,
- ✓ des facteurs de bruit difficilement contrôlables,
- ✓ des modèles polynomiaux incomplets,
- ✓ des modèles non linéaires en les paramètres.

II.2.2. Plan d'expérimentation

Le plan d'expérimentation est la forme opérationnelle (dans le monde réel ou sur ordinateur) du plan d'expériences, caractérisée par :

- ✓ La description du mode opératoire expérimental,
- ✓ La description du système de mesure des réponses,
- ✓ Les niveaux (ou modalités) des facteurs dans leurs unités physiques, l'ordre de
- ✓ Réalisation des expériences, aléatoire (en général), ou par blocs (eux-mêmes randomisés),
- ✓ Un rajout d'expériences tests pour valider le futur modèle,
- ✓ Un protocole de contrôle des facteurs de bruit pendant la durée de réalisation du plan,
- ✓ Une (ou plusieurs) mesure(s) de la réponse à chaque expérience (elle-même répétée ou non).

II.2.3. Les principaux types de plans d'expériences

Il n'existe pas de nomenclature mais on trouve les types suivants dont on traitera certains dans le détail dans ce polycopié :

- ✓ Les plans factoriels complets à même nombre de niveaux par facteur ou non,
- ✓ Les plans factoriels fractionnaires issus d'un fractionnement judicieux des plans
- ✓ Précédents,
- ✓ Les plans factoriels en blocs.
- ✓ Les plans factoriels de criblage (matrices d. hadamard).
- ✓ Les plans en blocs complets (carrés latins et dérivés).
- ✓ Les plans en blocs incomplets (blocs incomplets équilibrés ou partiellement équilibrés,

Lattices, ...).

- ✓ Les plans de surface de réponse.
- ✓ Les plans de mélange(plans spécialisés pour formulations chimiques,
- ✓ Pharmaceutiques, cosmétiques, ...).
- ✓ Les plans optimaux pour modèles de régression linéaire pour les situations à contraintes sur le modèle et/ou le domaine expérimental.

II.2.4. Plans D-optimaux

II.2.5. Définitions

Dans le cas continu une mesure π qui est D -optimale est notée π_D , et est définie comme :

Dans le cas continu une mesure π qui est D -optimale est notée π_D , et est définie comme :

$$\pi_D = \text{Arg} \left\{ \max_{\pi \in \mathcal{D}} \left[\det \left(\int_{\mathcal{X}} \lambda(\mathbf{x}) \mathbf{f}(\mathbf{x}) \mathbf{f}(\mathbf{x})^T \pi(d\mathbf{x}) \right) \right] \right\} \quad (11.21)$$

Dans le cas discret-exact un plan D -optimal est défini comme :

$$\xi_{N,N_S,\{r\}}^D = \text{Arg} \left\{ \max_{\xi_{N,N_S,\{r\}} \in \mathcal{X}} \left[\det (\mathbf{X}_N^T \mathbf{X}_N) \right] \right\} \quad (11.22)$$

ou de façon équivalente :

$$\xi_{N,N_S,\{r\}}^D = \text{Arg} \left\{ \min_{\xi_{N,N_S,\{r\}} \in \mathcal{X}} \left[\det (\mathbf{X}_N^T \mathbf{X}_N)^{-1} \right] \right\} \quad (11.23)$$

D -efficacité d'un plan discret-exact

$$D - \text{efficacité} = 100 \times \left[\frac{\det (\mathbf{X}_N^T \mathbf{X}_N) / N^P}{\det (\mathbf{M}_F (\pi_D))} \right]^{1/P} \quad (11.24)$$

Exemple

Soit le modèle $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$ et les 2 plans possibles (avec $\lambda(\cdot) \equiv 1$) :

$$\xi_{3,3,\{r\}}^1 = \left\{ \begin{array}{ccc} -1 & 0 & +1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array} \right\} \quad \xi_{3,2,\{r\}}^2 = \left\{ \begin{array}{ccc} -1 & -1 & +1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array} \right\}$$

On trouve :

$$\det (\mathbf{X}_3^T \mathbf{X}_3) = 6 \text{ pour } \xi_{3,3,\{r\}}^1 \text{ et } \det (\mathbf{X}_3^T \mathbf{X}_3) = 8 \text{ pour } \xi_{3,2,\{r\}}^2$$

$$\implies \text{DONC} : \xi_{3,2,\{r\}}^2 \text{ est D-meilleur.}$$

Dans le cas continu une mesure π qui est D -optimale est notée π_D , et est définie comme :

$$\pi_D = \text{Arg} \left\{ \max_{\pi \in \mathcal{D}} \left[\det \left(\int_{\mathcal{X}} \lambda(\mathbf{x}) \mathbf{f}(\mathbf{x}) \mathbf{f}(\mathbf{x})^T \pi(d\mathbf{x}) \right) \right] \right\} \quad (11.21)$$

Dans le cas discret-exact un plan D -optimal est défini comme :

$$\xi_{N,N_S,\{r\}}^D = \text{Arg} \left\{ \max_{\xi_{N,N_S,\{r\}} \in \mathcal{X}} \left[\det (\mathbf{X}_N^T \mathbf{X}_N) \right] \right\} \quad (11.22)$$

ou de façon équivalente :

$$\xi_{N,N_S,\{r\}}^D = \text{Arg} \left\{ \min_{\xi_{N,N_S,\{r\}} \in \mathcal{X}} \left[\det (\mathbf{X}_N^T \mathbf{X}_N)^{-1} \right] \right\} \quad (11.23)$$

D -efficacité d'un plan discret-exact

$$D - \text{efficacité} = 100 \times \left[\frac{\det (\mathbf{X}_N^T \mathbf{X}_N) / N^P}{\det (\mathbf{M}_F (\pi_D))} \right]^{1/P} \quad (11.24)$$

Exemple

Soit le modèle $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$ et les 2 plans possibles (avec $\lambda(\cdot) \equiv 1$) :

$$\xi_{3,3,\{r\}}^1 = \left\{ \begin{array}{ccc} -1 & 0 & +1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array} \right\} \quad \xi_{3,2,\{r\}}^2 = \left\{ \begin{array}{ccc} -1 & -1 & +1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array} \right\}$$

On trouve :

$$\det (\mathbf{X}_3^T \mathbf{X}_3) = 6 \text{ pour } \xi_{3,3,\{r\}}^1 \text{ et } \det (\mathbf{X}_3^T \mathbf{X}_3) = 8 \text{ pour } \xi_{3,2,\{r\}}^2$$

$$\Rightarrow \text{DONC} : \xi_{3,2,\{r\}}^2 \text{ est } D\text{-meilleur.}$$

Matériel et méthodes



1. Matériel et méthodes

Notre travail expérimental consiste à formuler des boissons fruitées à base de légumes et de fruits: poudre de betterave, poudre de datte, purée de fraise.

Ce choix a été fait après une étude préliminaire basée sur un test de dégustation réalisé par nous-même.

Dans notre travail, nous avons essayé de formuler une boisson, sélectionnée par le plan de mélange.

2. Matériel végétal

La boisson est obtenue à partir des fruits (datte et fraise.) et légume (betterave).

- ✓ Betterave : sous forme d'une poudre.
 - ✓ Fraise : sous forme d'une purée.
 - ✓ Datte : sous forme d'une poudre.
- } : proviennent des marchés locaux.
} Wilaya de Bouira

3. Préparation de purées La fraise

Ont été lavés, pelés et découpés. Ensuite broyés à l'aide d'un mixeur jusqu'à l'obtention d'une purée homogène.

Les étapes de préparation des poudres des dattes et poudre de betteraves représentées sur le schéma suivant :

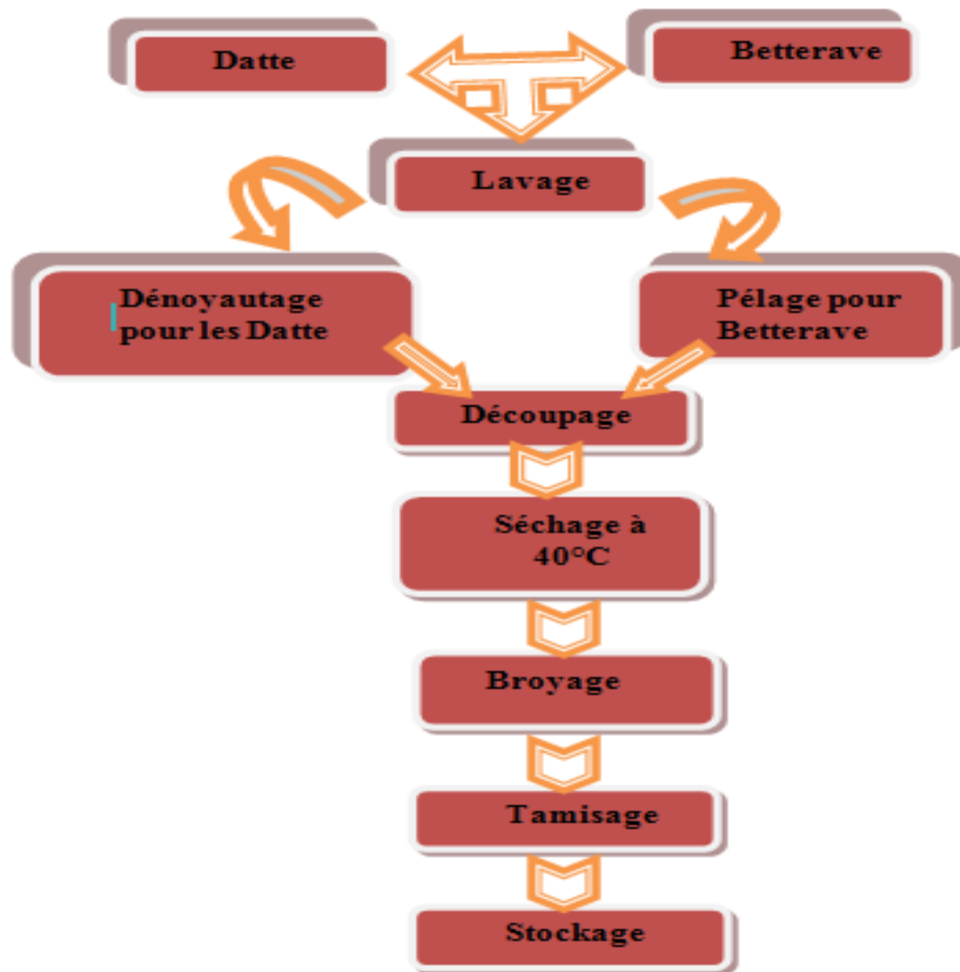


Figure 4 : Les étapes de traitement des échantillons de betterave et datte.

4. Méthodes d'analyses

Les différentes analyses des poudres ont été effectuées *au sein de la Faculté SNV-ST (Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira) pendant une période d'un mois et demi (du 15 mars au 30 mai 2022).*

- ✓ **Matériels utilisés**
- ✓ **Appareillage et réactifs utilisés (Annexe 1).**

5. Détermination des paramètres physico-chimiques

Ces analyses ont porté sur la détermination de la teneur en eau et de la détermination du potentiel d'hydrogène, l'acidité titrable, la teneur totale en sucres et protéines, les taux de cendres.

6. Détermination du taux de l'humidité (teneur en eau)

❖ Principe

La teneur en eau est définie comme étant la perte de poids subie lors de la dessiccation de 2 g de (poudre de betterave et de datte) dans des capsules propres dans l'étuve à 103°C±2 jusqu'à l'obtention d'un poids constant. [Chalabi, 2018]

La teneur en eau est calculée par la relation suivante:

D'où

H%: l'humidité.

M1: masse en g avant étuvage (échantillon+capsules).

M2: masse en g de l'ensemble après étuvage.

P: masse en g de la prise d'essai

$$H\% = (M1 - M2) / P \times 100$$

Mode opératoire [Chalabi, 2018]

Sécher une capsule vide à l'étuve durant 15 mn à 103±2°C

Tarer la capsule après refroidissement dans un dessiccateur

Peser 2 g de l'échantillon et le placer dans l'étuve réglée à 103±2°C pendant 3h.

Retirer la capsule de l'étuve, la placer dans le dessiccateur et après refroidissement, la peser.

L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30min) pour éviter la caramélisation.

7. Préparation de l'extrait

- ✓ Méthode d'extraction des poudres végétale on utilisant la technique de macération.

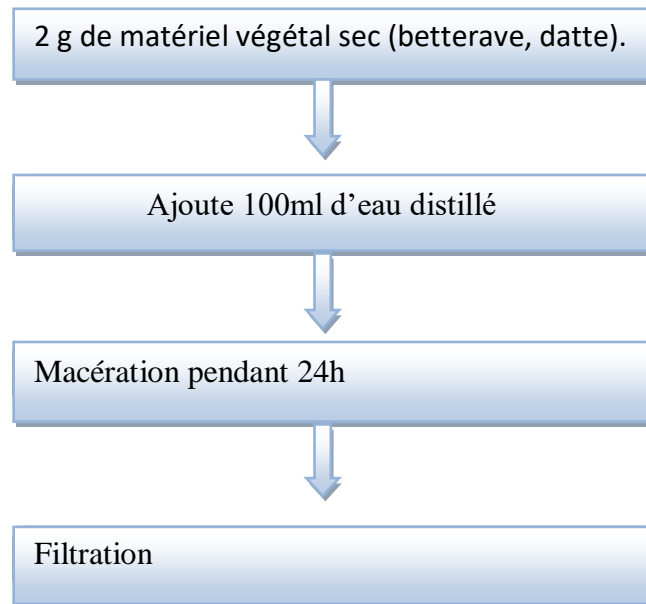


Figure 5 : Organigramme représentant la méthode d'extraction. [AFNOR, 1970]

Détermination du potentiel d'hydrogène «PH» selon NFV-05-108[AFNOR, 1970]

❖ Principe

La mesure du ph est réalisée avec un PH-mètre en introduisant la sonde à l'intérieur de l'échantillon, le résultat est directement lu sur l'écran de l'appareil.

❖ Mode opératoire

- ✓ Une quantité de l'extrait (betterave et datte) est introduite dans un bicher.
- ✓ La sonde de PH-mètre est immergée dans le contenu du bicher.
- ✓ La valeur de PH est lue sur l'écran de PH-mètre.
- ✓ La sonde est rincée avec l'eau distillée.
- ✓ On réalise trois essais pour chaque extrait.

8. Détermination de l'acidité titrable «A°»selon NFV-05-101[AFNOR, 1974]

❖ Principe

L'acidité d'une solution correspond principalement à la présence d'acide citrique. Le principe de la méthode consiste en un titrage de l'acidité de 10 ml de l'échantillon avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1N en présence d'un indicateur coloré qui est la

phénophtaléine à 1%. Le point d'équivalence est déterminé lors du virage de la couleur de l'échantillon vers le rose clair ou lorsque le PH de la solution à titrer atteint 8,2.

La quantité d'acide citrique est obtenue par la formule suivante:

D'où

V: volume de NaOH versé (ml).

6,4: l'indice d'acidité.

P: prise d'essai(g).

$$\left[\text{La quantité d'acide dans l'échantillon (g/l)} = (\text{normalité de NaOH} \times 6,4 \times V) / P \right]$$

9. Détermination du taux de cendres selon NFV-05-113[AFNOR.,1972]

❖ Principe

La teneur en cendres est conventionnellement le résidu de l'échantillon après destruction de la matière organique par incinération. Le principe consiste en une incinération dans un four à moufle à une température de 600 C° pendant 5 heures jusqu'à ce que les résidus deviennent blanc sa refroidissement.

Le taux de cendres est calculé par la formule suivante:

MO%: matière organique.

$$\begin{array}{l} \mathbf{M1} : \text{ poids de la capsule et de l'échantillon avant calcination (g).} \\ \mathbf{M2} : \text{ poids de la capsule et de l'échantillon après calcination (g).} \\ \mathbf{PE:} \text{ poids de la prise d'essai (g).} \end{array} \left[\begin{array}{l} \mathbf{MO\%} = (M1 - M2) / PE \\ \mathbf{\%cendres} = 100 - MO \end{array} \right]$$

❖ Mode opératoire

- ✓ Mettre 2 g de poudre de betteraves et de dattes dans des capsules.
- ✓ Noter le poids des capsules et l'échantillon (M1).
- ✓ Les capsules sont introduites dans le four à moufle pendant 5h à 600°C.
- ✓ Retirer les capsules du four.
- ✓ Laisser refroidir les capsules et les peser (M2).

10. Dosage des sucres totaux

Le dosage des sucres totaux à été réalisé selon la méthode de **Duchateau et florkin (1959)**.

❖ Principe

En présence de l'acide sulfurique et réactif de l'onthrone.

Les sucres totaux est hydrolyser les polysaccharides et de déshydrate les monomères.

La digestion de l'acide sulfurique additionné et par traitement thermique.

Lorsque l'onthrone (un compose aromatique) se réagit avec ces produits de dégitions, il donne un compose colore .la quantité de carbohydrates totaux dans l'échantillon est suite estimée par lecteur des absorbances de solution résultants contre une cuve contenant le glucose comme standard.

❖ Mode opératoire

✓ Extractions

Peser un 1g de la poudre de (betterave, datte) dissoudre dans 16 ml de éthanol 80%.Chauffer l'extrait à 50 °C pendant 2h, après refroidissement et filtrés.

Extrait obtenu conserve à +4°C jusqu'a a l'analyse .

✓ Préparation du réactif d'anthrone (Annexe 2)

- Méthode de dosage des sucres totaux.

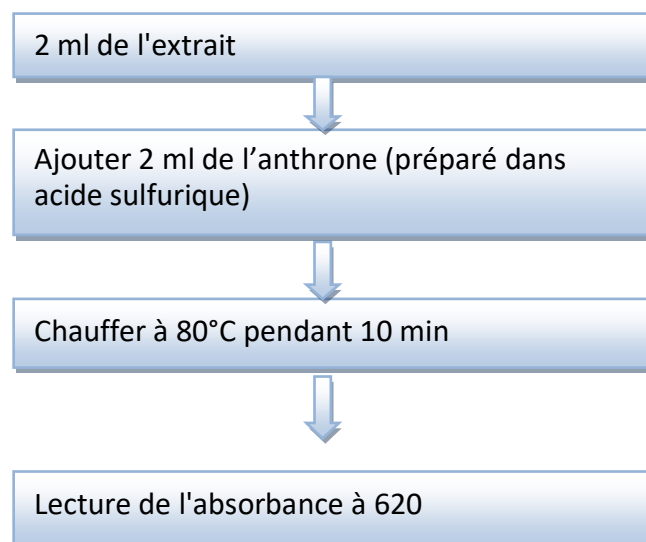


Figure 6: Organigramme représentant le dosage des glucides totaux par la méthode de **[Duchateau et Florkin (1959)]**.

11. Dosage des protéines

L'estimation de quantité des protéines de chaque échantillon est réalisée selon méthode de (Bradford ,1976)

❖ Principe

La méthode de Bradford est une méthode de mesure de concentration protéiques base sur une réaction colorimétrique entre les protéines et un colorant, bleu de commise G250.

Ce réactif rouge brun à état libre, prend une teinte bleue quand il est lie aux protéines par conséquence possède un coefficient d'extinction molaire élevé dans le visible à (595 nm) qui permet un dosage protéique sensible (Bradford, 1976).

❖ Mode opératoire

✓ Extraction

- Peser 1 g de poudre de (datte, betterave), mélanger avec 10 ml de PBS.
- Incubation de 2 heures avec une agitation.
- Filtration est conserve à 4°C.

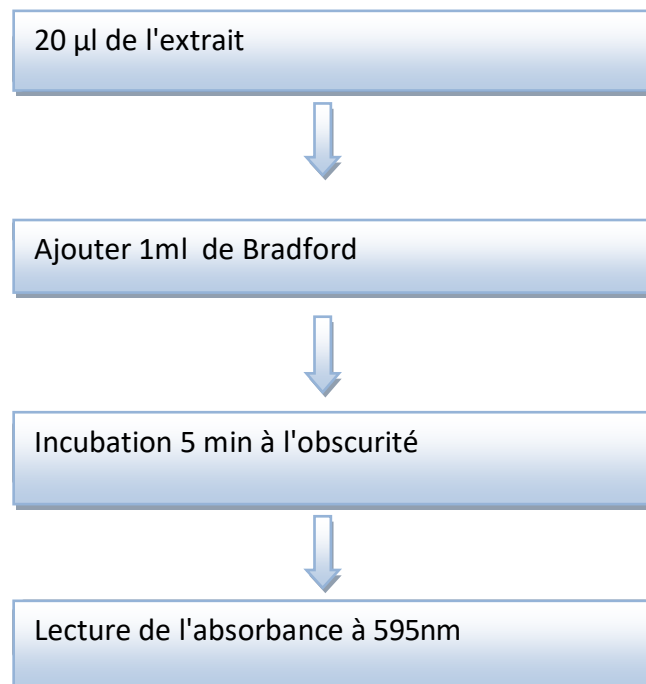


Figure 7: Organigramme représentant le dosage des protéines par la méthode de [Bradford,1976].

❖ Dosages des composés phénoliques

✓ Dosage des poly phénols totaux

✓ Principe

La détermination des polyphénols totaux est basée sur la méthode utilisant Folin-Ciocalteu.

Ce dernier est un réactif composé d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phospho molybdique (H₃PMo₁₂O₄₀), ils réduit par les composés phénoliques en milieu alcalin en un mélange d'oxydes de tungstène bleu (W₈O₂₃) et demolybdène (Mo₈O₂₃). L'intensité de la coloration bleu produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait [Boizot et Charpentier,2006].

✓ **Mode opératoire**

Le contenu en phénols totaux des extrait son été déterminée n'utilisant le protocole de [SaravananetDahmouneetal.,(2014)].avec une légère modification.

- ✓ Le dosage des polyphenols totaux contenus dans les extraits éthanoliques est illustré dans la figure suivant :

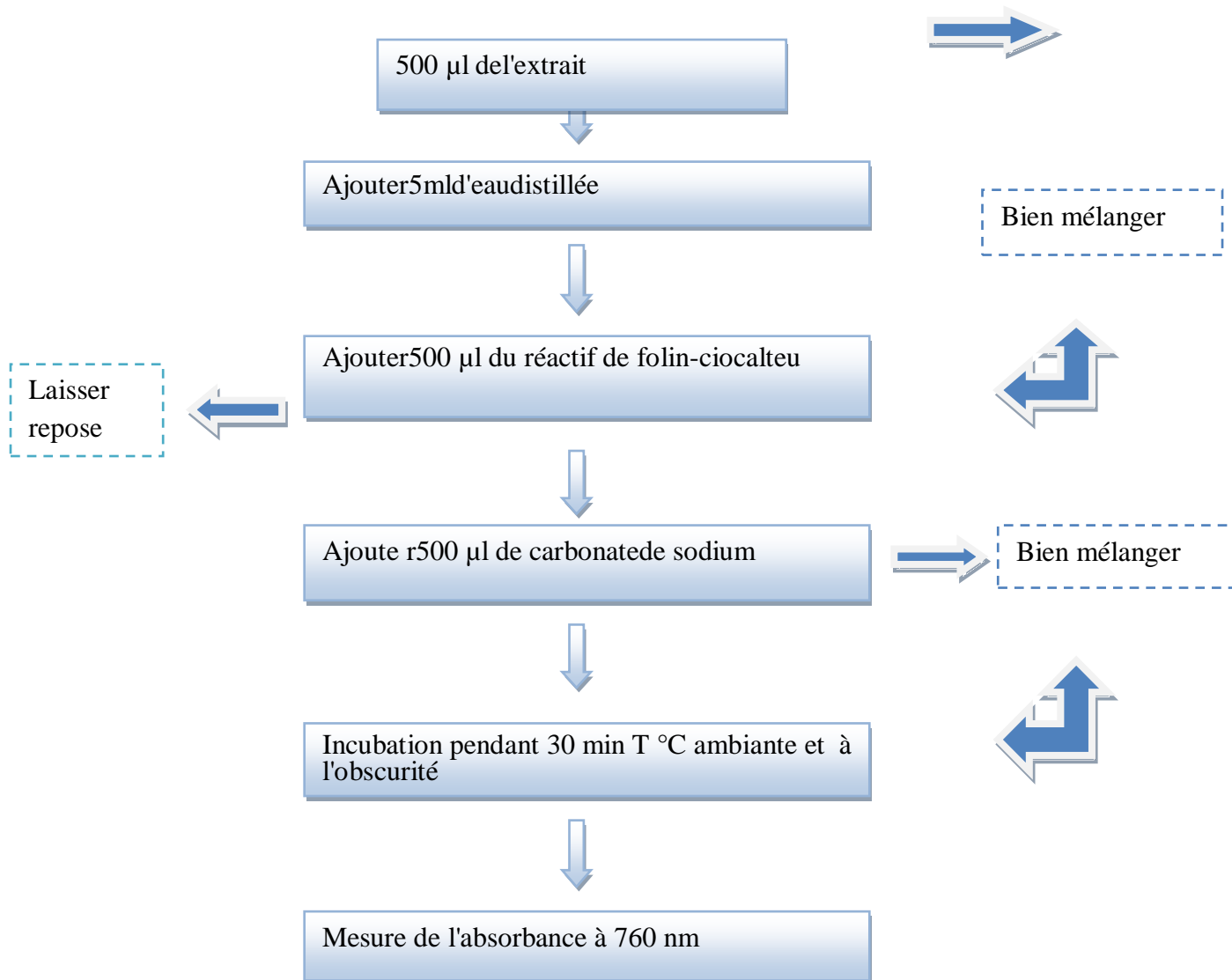


Figure 8: Organigramme représentant le dosage des polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu [Saravanan et Dahmoune et al.,(2014)].

Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique (EAG) par g de poudre végétale en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (0,02 à 0,2mg/ml).Annexe 3

12. Dosage des flavonoïdes

La quantification du contenu flavonoïdes des différents extraits est estimée par la méthode du trichlorure d'aluminium($AlCl_3$) [Ribéreau-gayon,1968].

❖ Principe

La méthode repose sur le principe du dosage direct par le chlorure de l'aluminium. En effet, les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle libre en position 5 susceptible de donner, en présence de chlorure d'aluminium, un complexe jaunâtre par chélation de l'ion Al^{+3} . La coloration jaune produite est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente

dans l'extrait [Ibrahim et hegazy., 2012].

❖ **Mode opératoire**

La teneur en flavonoïde de chaque extrait éthanolique a été déterminée selon la méthode de Saravananet Dahmoune et al, (2014).avec quelques modifications

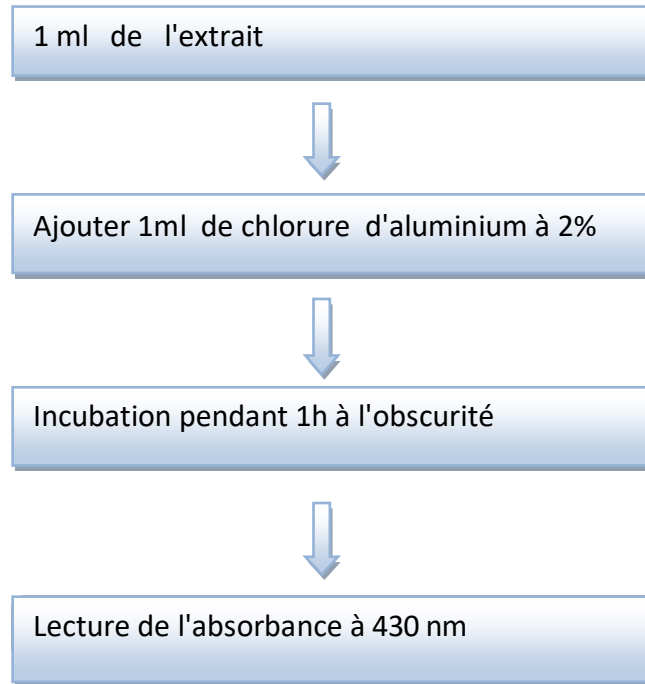


Figure 9: Organigramme représentant le dosage des flavonoïdes totaux [SaravananetDahmoune et al.,(2014)].avec une légère modification

La concentration des flavonoïdes contenus dans nos extraits est calculée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard.

La courbe d'étalonnage ($Y=aX+b$) obtenue avec la quercétine à différentes concentrations pratiquée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons servira à la quantification des flavonoïdes (exprimés en mg EQ par 1 ml d'extrait).Annexe 3.

13. Préparation de la boisson

❖ Les étapes de préparation de la boisson formulée

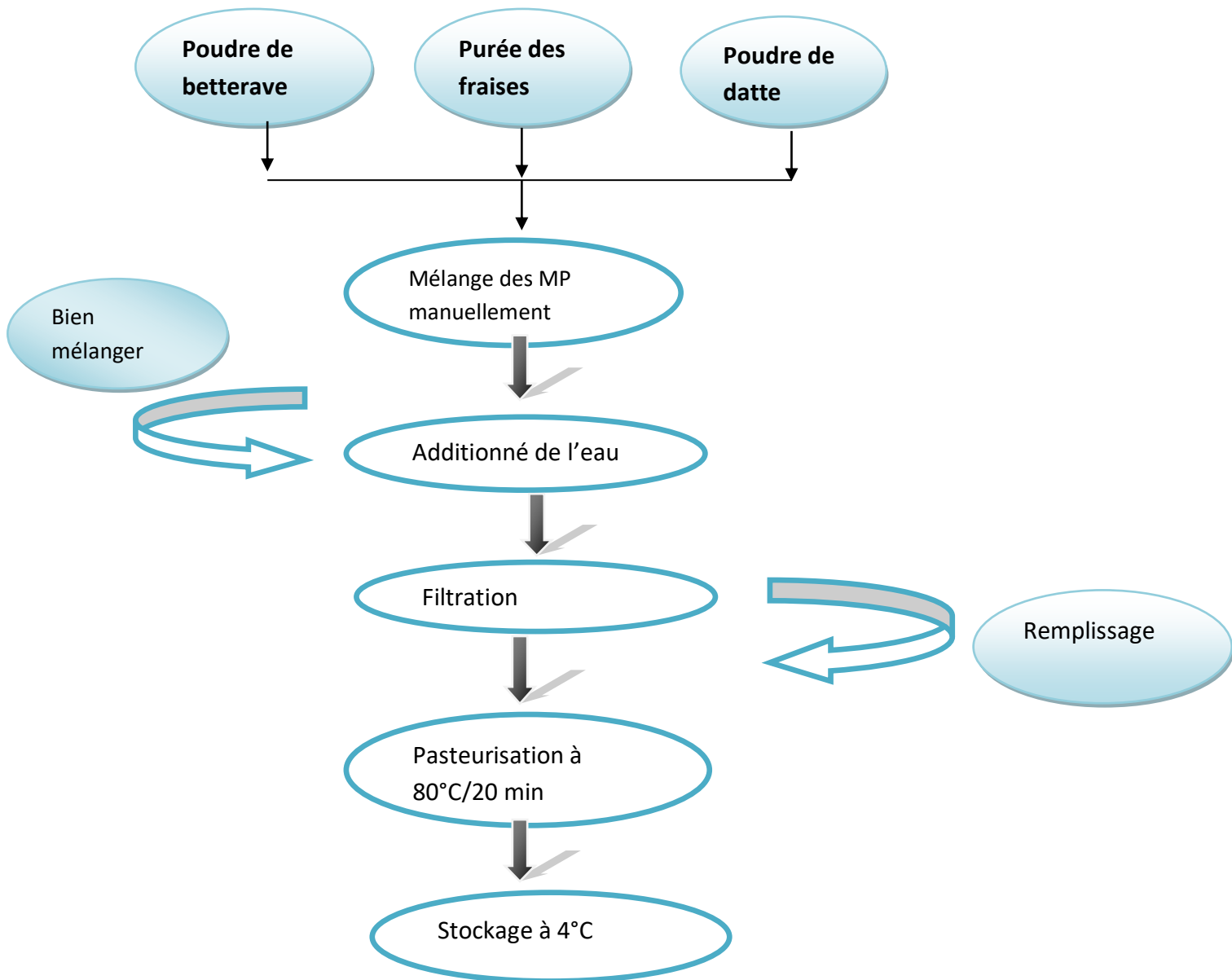


Figure 10: Les étapes de préparation de boisson.

Remarque : notre boisson est naturelle sans additifs alimentaires, sans colorants et sans conservateurs sans sucre ajouté.

14. Formulation des jus par le plan de mélange

En général un plan d'expérience pour mélanges, réalisé par le JMP 13, SAS, est un type particulier de plan dont les facteurs, expliquant certaines propriétés du mélange, sont les ingrédients qui le composent. On suppose que la réponse à modéliser dépend uniquement des

proportions des composants (Hanan , H et Tinsson , W., 2009).

Un mélange classique de q composants, avec x_i la proportion du composant i, est défini par le point (x_1, x_2, \dots, x_q) de R_q satisfaisant les contraintes suivantes :

$i = 1, \dots, q, x_i \geq 0$ (1) $\sum x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1$ et \sum Après avoir effectué plusieurs essais préliminaires, un plan de mélange à deux niveaux haut et bas a été développée pour étudier l'effet des trois variables indépendantes, X1poudre de betterave, (JD), X2-poudre de datte, (JO) et X3-purée des fraises, sur les caractéristiques organoleptiques à savoir la couleur, la viscosité, degré de brix (le gout).

15. Essai de formulation

Les différentes boissons obtenues sont les suivantes (Tableau) :

Tableau 9:Matrice obtenue par le plan de mélange.

N°épx	Betterave	Fraise	Datte
01	0,25	0,35	0,4
02	0,25	0,5	0,25
03	0,35	0,25	0,4
04	0,35	0,25	0,4
05	0,35	0,5	0,15
06	0,35	0,5	0,15
07	0,366667	0,366667	0,266667
08	0,366667	0,366667	0,266667
09	0,366667	0,366667	0,266667
10	0,5	0,25	0,25
11	0,5	0,35	0,15
12	0,5	0,35	0,15



16. Les analyses réalisées sur les formulations de la matrice

❖ **Analyse de couleur**

✓ **Analyse spectrophotométrie des couleurs.**

L'absorbance a été effectuées sur un spectrophotomètre. La couleur totale du jus des pigments a également été déterminée en ajoutant 9mL de HCl 0,1N à 1 ml de jus pour obtenir un pH inférieur à 1 et en mesurant l'absorbance à 520 nm après 45 min et en mesurant l'absorbance à 520nm après 4-5 h (**Mayen, 1993 ; Somers et Evans, 1986**).

❖ **Analyse de gout (degré de brix)**

✓ **Principe**

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix ($^{\circ}\text{B}$ ou $^{\circ}\text{Bx}$) la fraction du saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage en matière sèche soluble. Plus le $^{\circ}\text{Brix}$ est élevé, plus l'échantillon est sucré.

L'appareil utilisé pour la mesure du degré Brix est un réfractomètre qui sert à déterminer l'indice de réfractométrie (**NF V 05-109, 1970**).

✓ **Mode opératoire**

Cela consiste à déposer sur le prisme du réfractomètre quelques ml de l'échantillon à analyser puis faire la lecture des résultats). . (**NF V 05-109, 1970**)

❖ **Viscosité**

✓ **Principe**

Elle est mesurée par le biais d'un viscosimètre rotatif modèle SMART, qui détermine la viscosité d'un fluide a un gradient de vitesse donné.

Le principe de fonctionnement consiste à appliquer une force de mouvement exercé sur un axe central qui est un mobile de taille fixe à vitesse constante.

La plage de mesure est déterminée par la vitesse de rotation du mobile, la taille et la forme du mobile, couple torsion du ressort calibré. La résistance au mouvement de rotation du mobile est enregistrée à l'aide d'un ressort spirale interne puis convertis en unité viscosimétriquecenti-poise ou (milli-pascal seconde) (**Decodts et Flamarion, 1985**)

17. Les facteurs et les niveaux

Les domaine d'étude des paramètre (fruits et légumes) pour le plan de mélange (D-optimale) ont été préparé à l'aide du logiciel JMP pro 13,comme indiqué dans le tableau n°09.Trois facteurs indépendants ont été étudié : proportion de betterave, proportion de datte, proportion de fraise .

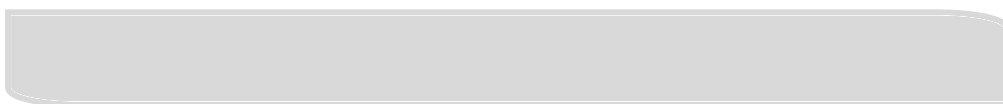
Tableau 10: Les facteurs et leurs niveaux utilisés dans le plan de mélange (D-optimale)

	Niveaux codés	
	0	1
Betterave	0,25	0,5
Datte	0,15	0,4
Fraise	0,25	0,5

Tableau 11: Matrice utilisée dans le criblage des effets des fruits et légume sur la couleur, la viscosité et le gout.

Betterave	Fraise	Datte
0,25	0,35	0,4
0,25	0,5	0,25
0,35	0,25	0,4
0,35	0,25	0,4
0,35	0,5	0,15
0,35	0,5	0,15
0,366667	0,366667	0,266667
0,366667	0,366667	0,266667
0,366667	0,366667	0,266667
0,5	0,25	0,25
0,5	0,35	0,15
0,5	0,35	0,15

Résultats et discussions



1. Résultats des analyses physicochimiques des poudres utilisées betterave et datte.

Tableau 12: les résultats des analyses physicochimiques des poudres de betterave et datte.

Paramètres	Poudre de betterave	Poudre de datte
Humidité	84 ±0,08	11 ±0.02
PH	5,98 ±0,01	6,05 ±0,11
Acidité titrable (mg / g)	0 ,32	0,15
Le taux de cendres (%)	5%	1 ,5%
Les sucres totaux (mg / g)	5,72±0,38	6,43 ±0,039
Les protéines (mg / g)	0,251 ±0,06	0,207 ±0,04

2. Résultats physicochimique du Betterave

❖ **Humidité**

Nous avons trouvé une humidité de (84 ±0 ,08) ce qui explique la betterave est très riche en eau.

❖ **Acidité et PH**

Concernant le pH et l'acidité nous avons trouvé (5,98 et 0,32) respectivement ces résultats sont proches a ceux trouvés dans l'article Sanchez-Mata et al. , (2011) (pH= 5.7, acidité =1.5) ce qui explique que la poudre de betterave légèrement acidulé.

❖ **Taux de cendres**

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents. La valeur trouvée dans la betterave est de 5%

❖ **Les sucres totaux**

Nous avons trouve une quantité impotente de sucre dans la poudre de betterave avec une valeur de 5,72±0,38mg/g ce qui indique qu'elle est riche en sucre.

La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60et 80%.

❖ **Les protéines**

La teneur en protéines de notre poudre de betterave est de 0,25 ±0,06 mg/g cette valeur est très proche de la valeur apportée par a celle donne par table de composition nutritionnelle des aliment **Ciqua**(2013)qui est 0,23mg/g.

❖ **DATTE**

Les valeurs de l'humidité de la dattes étudié (mechdegl) ,est de $11\pm 0,02$ cette valeur est inférieure a celle donne par **ait ameur (2001)** .avec une valeur de 14 % pour même variété aussi avec **Açourene et al., (2001)** qui sont de l'ordre 14 ,75% .notre datte présente une taux de humidité de 11% de poids frais cette limite est favorable a une bonne conservation **PH**

Les valeurs du pH sont comprises entre 5.1, pour RotbetN'hal, et 7.2 pour le cultivar Lokzi(**Açourene et al., 2001**). Dans notre étude le PH trouvé est de 6,05, cette valeur est presque identique à celle cité par **Boutaida (2004)** qui est de 6 pour la même variété Les dattes des cultivars ayant un pH acide présentent un substrat défavorable au développement des bactéries, mais peut être aussi favorable à la prolifération des levures et moisissures.

Selon **Acourene et al. (2002)** une datte ayant un pH inférieur à 5.5 est de mauvaise qualité.

❖ **Acidité titrable**

Une forte acidité est souvent associée à une mauvaise qualité (**Benahmed Djilali, 2012**). Comme il a été rapporté par **Booij et al. (1992)** que le taux de l'acidité de la datte est proportionnel à la teneur en eau et donc inversement proportionnel au degré de maturité.

La datte étudiée présente une acidité de 0,15 % de matière sèche, cette valeur est légèrement inférieure à celles rapportées par **Khalil et al. (2002)** qui est de 0,18 et 0,22 % du poids sec pour les deux variétés égyptiennes : Siwi et Amhat, respectivement. Par contre elle est analogue à celle donné par **Benhmed Djilali, (2012)** pour la même variété

❖ **Teneur en cendres**

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents. La valeur trouvée dans la datte en question est de 1,5 % du poids sec. Cette valeur est très proche de la valeur apportée par **Boudrâa (2004)**, qui donne une valeur de 1,74 % de matière sèche pour la même variété, et elle est légèrement inférieure à celle donné par **Acourene et al., (2001)** qui est de l'ordre de 1.8% et 2,9 % du poids sec dans les dattes sèches qu'ils ont étudiées.

La faible teneur en eau de la datte Mech-Degla protège le fruit contre le développement des microorganismes ce qui favorise sa longue durée de conservation.

❖ **Les sucres totaux**

La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 70 et 90 % du poids de la matière sèche (**Belguedj, 2001**).

❖ **Protéines**

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines, généralement inférieur à 3% (MS) (**Khallil et al., 2002 ; Besbes et al., 2009**). La pulpe des variétés algériennes renferme une faible quantité de protéines variant entre 0.38 et 2.5% (**Noui, 2001**).

✓ Les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement, mais en faible quantité.

Tableau 13 : les valeurs des polyphénols et des flavonoïdes dans la poudre de betterave rouge et poudre de datte

Paramètre	Betterave	Datte
Polyphénols (mg EAG/g)	83,62±6,67	60,09±8,41
Flavonoïdes (mg EQ/g)	0,010±0.001	9,2± 0,61

Le tableau (13) a montré que les valeurs des polyphénols et des flavonoïdes dans la poudre de betterave rouge étaient de 83,62±6,67.mg EAG/g, 0,010±0,01 respectivement. Ces résultats indiquent que la poudre de betterave rouge a de bonnes propriétés antioxydants. Ces données sont en bon accord avec celles précédemment rapportées par **Kapadia et al. 2011** qui ont prouvé que l'extrait de betterave rouge présentait des propriétés chimio préventives et antioxydants. Ces effets 'est manifesté par une réduction significative de l'incidence et de la multiplicité des tumeurs, ainsi que par un retard dans la période de latence des tumeurs. **Váliet al. (2007)** ont signalé que la betterave de table contient des agents bioactifs importants (bétaine et polyphénols), qui ont un large éventail d'effets physiologiques. **Palet al. 2010** et **Georgiev et al. 2010** ont signalé la présence de flavonoïdes, de glucides, de bétaine, de

néobétaïne et de pigments anthocyaniques dans la betterave *Beta vulgaris* lors d'études phytochimiques.

❖ **Datte**

Selon **Henk et al., (2003)**, les polyphénols jouent un rôle important dans le corps : ils ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire.

Le taux de polyphénols et flavonoïdes trouvé respectivement dans la datte étudié est de $60,05 \pm 8,41$ mg EAG/g, $60,09,20 \pm 0,61$ mg EQ/g cette valeur est supérieure à celles trouvées par **Mansouri et al., (2005)** sur des variétés algériennes (Tazizaout, Ougherouss, Akerbouche, Tazerzait, Tafiziouine, DegletNour, Tantbouchte) qui varient entre 2 et 8 mg EAG/ g MF, $07,67$ mg EQ/g Ce pendant le résultat trouvé est en accord avec celui cité par **Amellal, (2008)** qui est $19,73$ mg EAG/g , et à celui trouvé par **Khalil et al., (2002)**, qui donnent des valeurs de 1,8 et 2,35 % (MF) de polyphénols totaux pour les variétés Egyptiennes Siwi (sèche) et Amhat (molle). **Barreveled, (1993)**, quant à lui, cite des valeurs atteignant les 3 % de la pulpe pour différentes variétés de dattes provenant des différentes parties du monde. Nour, Tantbouchte) qui varient entre 2 et 8 mg EAG/100 g MF. Cependant le résultat trouvé

3. L'ajustement du modèle

Le plan du mélange (D-optimale) avec 12 essais expérimentaux a été utilisé pour cribler l'effet de chaque ingrédient (les légumes, fruits.) sur le gout, la couleur et la viscosité, le tableau (.) illustre la variation des concentration à travers la variation de la quantité de légumes et fruits en utilisant le plan mélange (D-optimale). La meilleure combinaison des légumes et fruit qui donne le maximum de la couleur (78.08) était l'essai 7 et la meilleure formulation a été choisie selon le brix le plus élevé (11,36 %) du test 10 et la viscosité dans l'essai 7 avec une valeur 1490 mpa.s.

Tableau 14:Le teneur en couleur, viscosité et gout des différentes formulations de fruits et légumes générés par le plan de mélange (D-optimale).

N° d'EXP	Betterave	Fraise	Datte	Couleur	Gout (%)	Viscosité (mPa.s)
01	0,25	0,35	0,4	53,84	8,4	1169
02	0,25	0,5	0,25	66,964	8,06	1490,3
03	0,35	0,25	0,4	53,14	10,53	1497
04	0,35	0,25	0,4	53,14	10,53	1209,33
05	0,35	0,5	0,15	31,5	8,53	1209,33

06	0,35	0,5	0,15	31,5	8,53	1473,9
07	0,366667	0,366667	0,266667	78,08	9,4	1473,9
08	0,366667	0,366667	0,266667	78,08	9,4	1473,9
09	0,366667	0,366667	0,266667	78,08	9,4	1473,9
10	0,5	0,25	0,25	53,16	11,36	1201,66
11	0,5	0,35	0,15	51,69	10,36	861
12	0,5	0,35	0,15	51,69	10,36	861

L'ajustement du plan de mélange (D-optimale) pour la couleur, la viscosité et le gout a été évalué (tableau14), à l'aide de l'analyse de la variance (ANOVA) et du manque d'ajustement, R au carré (R^2), R- au carré ajusté ($R_{ajusté}^2$) ; et le coefficient de variation (CV). Dans le plan mélange (D-optimale), un bon ajustement a été obtenu avec des valeurs R^2 de 0,92, pour le gout , la couleur et R^2 de 0,88 pour la viscosité (figure 6), ces valeurs R^2 élevées ont révélé que 92 % et 90 % de la variance expliquée par le modèle de régression avec un coefficient de variance (CV) inférieur à 2 % pour toutes les réponses (teneur en phénols et en flavonoïdes) (tableau 4). Plusieurs travaux montrent que le modèle de régression avec R^2 élevé, plus la variance expliquée par le modèle de régression est important, plus les points de données ne se rapprocheront de la ligne de régression ajustée.

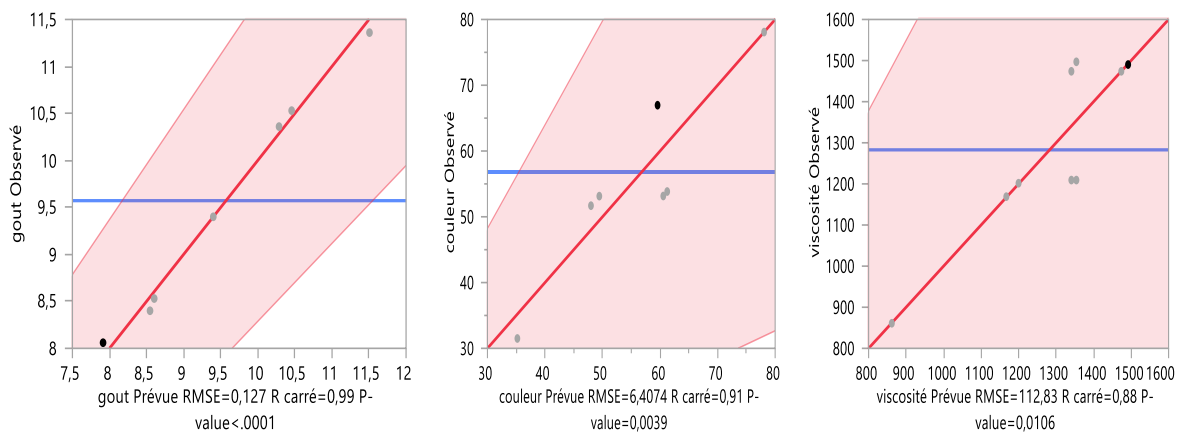


Figure 11: La corrélation entre les réponses prédits et expérimentaux, **A** : corrélation entre la couleur expérimentale prédit, **B** : corrélation entre le gout expérimental et prédits, et **C** : corrélation entre la viscosité expérimentale et prédits.

De plus, un $R_{ajusté}^2$ plus élevé indique que 84 %, 98 % ,77% de la variation s'expliquent uniquement par les ingrédients qui affectent la couleur le gout la viscosité respectivement (tableau 4). De plus, l'ANOVA montre que le plan de mélange (D-optimale)

est significatif avec une valeur de $p < 0,0001$, ainsi qu'avec un manque d'ajustement non significatif (valeur de $p > 0,05$) pour chaque réponse (la couleur, le gout et la viscosité).

De plus, tous les coefficients estimés positifs sont présentés dans le tableau 4 et l'équation 00, confirment que tous les ingrédients (betterave, fraise, datte) ont présenté des effets linéaires significatifs sur la couleur, le gout et la viscosité respectivement

❖ **La couleur**

$$Y = -75435,1x_1 - 132712,68x_2 - 234562,05x_3 + 134982,76x_1x_2 + 278509,5x_1x_3 + 659798,79x_2x_3 + 43598,86.$$

❖ **Le gout**

$$Y = 19,03x_1 + 3x_2 + 10,88x_3 + 50,55x_1x_2 + 16,16x_1x_3 + 48,58x_2x_3 - 12,72.$$

❖ **La viscosité**

$$Y = -17125722,44x_1 - 2954235,45x_2 - 28492769,15x_3 + 597653,66x_1x_2 + 102417,75x_1x_3 + 9762000,3x_2x_3 + 4646116,74.$$

Tableau 15: Les effets des légumes et fruits sur la teneur de viscosité, couleur et gout.

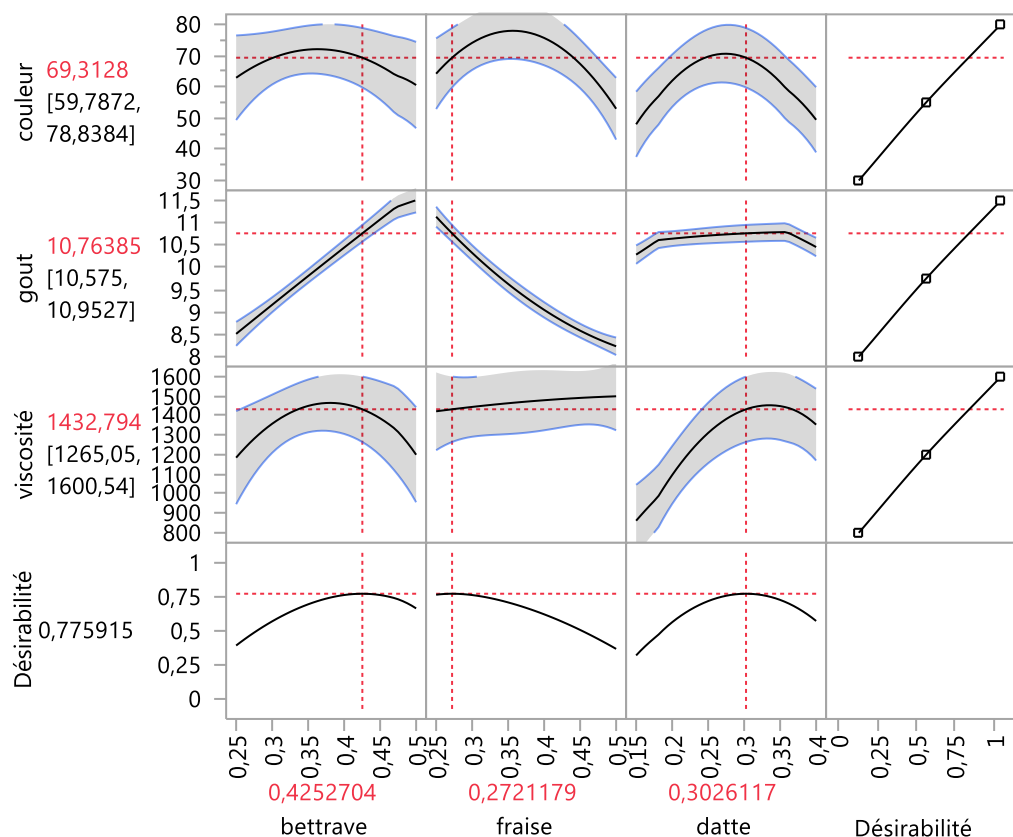
Parameters	Couleur		Gout		Viscosité	
	CE	ρ -value	CE	ρ -value	CE	ρ -value
Testé par rapport à un modèle réduit : Y=moyenne						
(Betterave-0.25)/0,35	30,27	< 0.0001 ^a	11,91	< 0.0001 ^a	367,98	< 0.0001 ^a
(Datte-0.15)/0,35	0,42	< 0.0001 ^a	7,99	< 0.0001 ^a	1485,37	< 0.0001 ^a
(fraise-0.25)/0,35	4,33	< 0.0001 ^a	9,46	< 0.0001 ^a	727,57	< 0.0001 ^a
(Betterave-0.25)/0,35× (fraise – 0.25)/0,35	128,59	< 0.0001 ^a	-2,49	< 0.0001 ^a	855,66	< 0.0001 ^a
(Betterave-0.25)/0,35× (Datte – 0.15)/0,35	184,71	< 0.0001 ^a	1,41	< 0.0001 ^a	3573,05	< 0.0001 ^a
(fraise-0.25)/0,35×(Datte-0.15)/0,35	284,30	< 0.0001 ^a	-2,44	< 0.0001 ^a	1093,55	< 0.0001 ^a
R^2	0,91		0,99		0,87	
R^2_{Adj}	0,84		0,98		0,77	
RMSE	6,40		0,12		112,83	
ANOVA (Model)	< 0.0001 ^a		< 0.0001 ^a		< 0.0001 ^a	
Manqued'ajustement	0.3972 ^b		0,214^b			

4. Optimisation des proportions de mélange et validation du model

La formulation optimale a été obtenue en maximisant La Couleur, le gout et la viscosité. En utilisant cette approche, un ensemble de combinaisons de betterave, de fraise, de datte, d'un mélange de légumes et de fruits a été trouvé. Dans cette étude, la formulation était de 42 % betterave, 27 % de fraise, 30 % de datte, où le maximum de la couleur, le gout, la

viscosité était de 78,08 et 11,36 ET 1497 respectivement comme le montrent dans le profil de prédiction et de mélange (figures 7 et 8). De plus, les résultats expérimentaux obtenus basé sur la formulation optimale étaient proches des valeurs prédites, où la couleur, le goût, la viscosité était $10,29 \pm 0,06$ mg EAG/g $1,38 \pm 0,013$ mg EQ/g respectivement.

5. Profil de prévision



Profil de mélange

H	G	D	Facteur	X	Lim. inf.	Lim. sup.	
●	○	○	bettrave	0,375	0,25	0,5	
○	●	○	fraise	0,3666667	0,25	0,5	
○	○	●	datte	0,2583333	0,15	0,4	
Réponse			Isoréponses	Y calculé	Lim. inf.	Lim. sup.	
—	—	—	couleur	55	77,357143	.	.
—	—	—	gout	9,75	9,457144	.	.
—	—	—	viscosité	1200	1461,4248	.	.

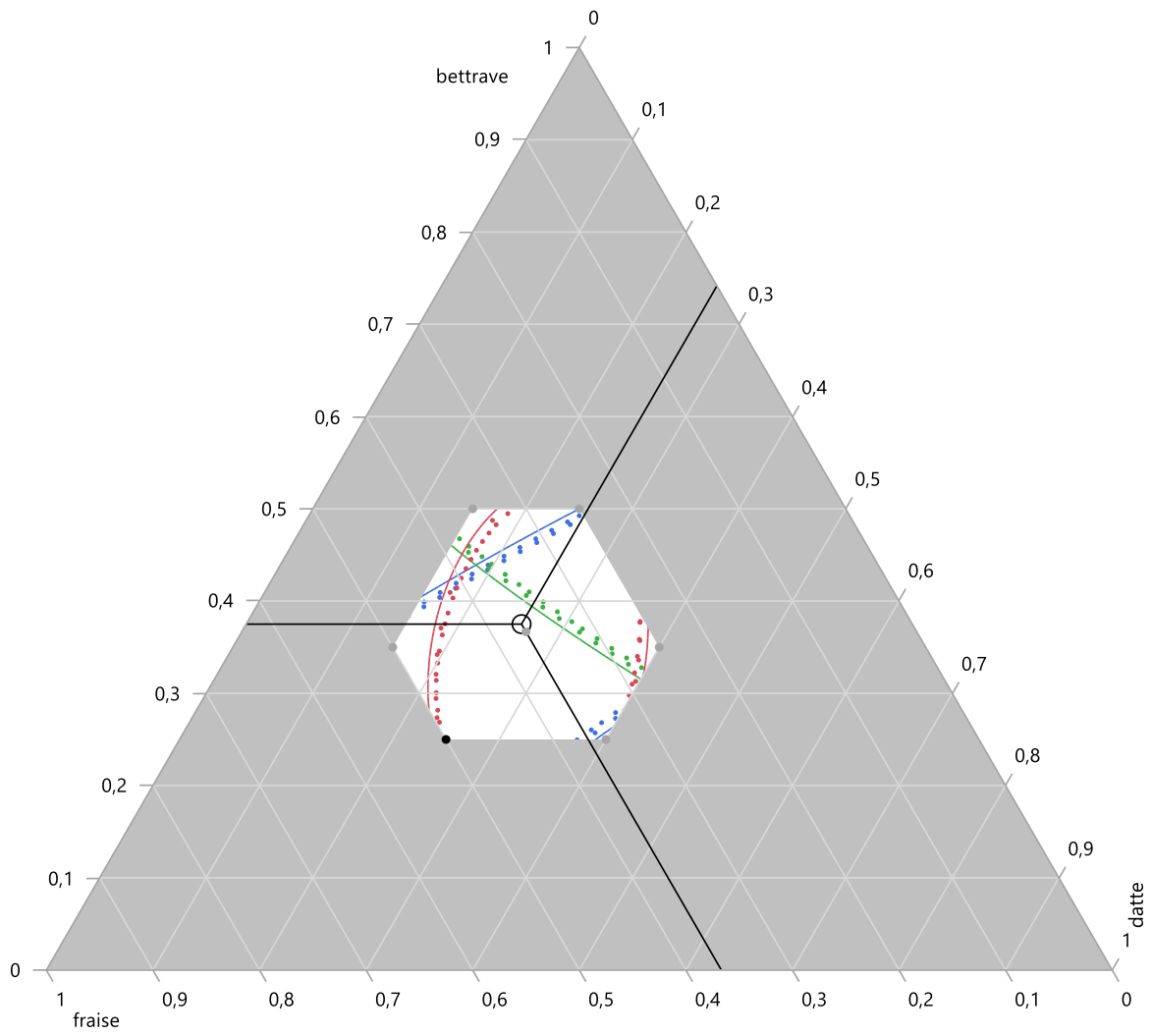


Figure 12: Représenté profileur de mélangé.

Conclusion

Conclusion

Au terme de cette étude expérimentale, nous avons testé la possibilité de fabriquer une nouvelle boisson naturel sans sucre ajouté a base de poudre de betterave, poudre de datte et purée de fraise présentant des qualités organoleptiques satisfaisantes.

La boisson est composée d'ingrédients divers à savoir la pulpe de melon, le saccharose, l'acide citrique, le benzoate de sodium et les β carotènes. Cette composition confère à ce produit une valeur nutritionnelle intéressante.

La valeur nutritionnelle de la boisson est directement liée à la composition chimique des fruits et légumes au-même. Les analyses physicochimiques des poudres ont révélé :

- ✓ Taux d'humidité allant de 80 % à $\pm 0,08$ pour la betterave, $11 \% \pm 0,02$ pour la poudre de datte ce qui les rend très rafraichissantes et hydratantes, et gorgées d'eau (juteuses) comme boisson
- ✓ Riches en vitamine (C,B.K), en antioxydant, en protéine ,qui participe à la synthèse du collagène, facilite l'absorption du fer alimentaire, nécessaire aux défenses immunitaires, etc.
- ✓ Une teneur moyenne en sucre de $5,72 \pm 0,38 \text{g}/100\text{ml}$. pour la poudre de betterave et $6,43 \pm 0,039 \text{g}/100\text{ml}$.
- ✓ Le taux de cendres qui varie de 4,5% à 5 % pour la poudre de betterave, 1 % à 1,5 % constitue une bonne source de minéraux ;
- ✓ L'activité antioxydant et des composés phénoliques : polyphénol ($83,62 \pm 6,67 \text{ mg EAG}/100\text{ml}$) flavonoïde ($0,010 \pm 0,001 \text{ mg EAG}/100\text{ml}$): polyphénol ($60,09 \pm 8,41 \text{ mg EAG}/100\text{ml}$) flavonoïde ($9,2 \pm 0,61 \text{ mg EAG}/100\text{ml}$), qui sont des composants protecteurs particulièrement vis-à-vis des maladies cardiovasculaires et du cancer.

Aucour de notre travail, nous avons élaboré 12 boisson

L'ensemble des analyses physico-chimiques effectuées montrent la conformité de nos boissons aux normes décrites par le Journal Officiel

Dans cette étude on a validé 3 réponses : la couleur, le gout et la viscosité qui sont validé selon les normes.

***Références
bibliographiques***



Références bibliographiques

A

Acourene, S., Buelguedj, M., Tama, M., Taleb, B., 2001. Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Zibans .*Recherche Agronomique* ,N°8.Ed.INRAA,19-39.

Acourene, S., Tama, M., 1997. Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. *Recherche Agronomique* ,N°1.Ed. INRAA,59-66.

Alara, O. R., Abdurahman, N. H., Ukaegbu, C. I., & A zhari, N. H. (2018). Veroniciacinerea leaves as the source of phynolic compounds, antioxidants, and anti-diabetic activity using microwave-assisted extraction technique. *Industrial Crops and products*, 122, 533-544.

Al-Shahib,W.,Marshall,R.J.,2002.Dietary fiber content of dates from13 varieties of date palm.

Arthur W. (1986). Le livre des produits alimentaires. Ed.MAX BREZOL, paris.

Azeredo, HMC., (2009). Bétalaïnes : propriétés, sources, les applications et la stabilité d'un examen. *International journal of Food science & technology*.44(12): 2365-2376.

B

Benamara S., Agougou A. (2003).Production du jus alimentaire technologie des industries agro-alimentation offices de publication universitaires.

Benchabane, A., 1996. Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". InOptions méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza,Spain,205-210.

Billiau L., Constant M., Mattaigne A., Nzeza R., Vanhamme. (2011) La vitamine C porte ses fruits.

Boorsma, RK., Whitfield,J., Spriet,L.L.(2014).Beetroot Juice Supplementation Does Not Improve Performance in Elite1500-m Runners. Department of Human Health and Nutritional Sciences,University of Guelph,Guelph,ON,Canada .*American College of Sports Medicine*.

Brat P. et Cuq B. (2007). Transformation et conservation des fruits. Aspects économiques et réglementaires. F6274.

Caractérisation de l'activité anti radicalaire de bétalaines de *Beta vulgaris* L. *Phytochemical analysis*.9:124-127.

C

Chalabi, N. (2018). Caractéristiques physico-chimiques de quelques extraits d'une plante (Doctoral dissertation, 14-01-2018).

Codex Alimentarius. Norme Général Codex pour les jus et les Nectars de fruits (Codex -Stan 247-2005).

Cornell University, Ithaca, New York 14853. *Journal Agricultural and Food Chemistry*; **52(9):2659-2670.**

D

Djerbi, M., 1994. Précis de phoeniciculture. FAO, 192p.

Djouab, A., 2007. Essai de formulation d'une margarine allégée à base d'un extrait de dates Mech-degla. Thèse de Magister, spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès. 102p

E

Escribano, J., Pedreno, MA., Garcia-Carmona, F., Munoz, R., (1998).

Espiard, E., 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc-La voiser, 360p.

Estanove, P., 1990. Note technique: Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systems agricoles oasiens. Ed. CIHEAM, 301-318.

F

Favier, A. 1993. Curren taspect a bout ther oleof zin cin nutrition. *Revue Pratique*, 43:146-151.

Favier, J.C., Ireland, R.J., Laussucq, C., Feinberg, M., 1993. Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Tome III, Ed. ORSTOM Edition, La Voisier, INRAE ditons, 27-28.

Feldman, M. 1976. Taxonomie classification and names of wild, cul and moderne cultivated wheats. *Evolution of plants*. Longman, London, 120-128.

Frank, T., Stintzing, F.C., Carle, R., Bitsch, I., Quaas, D., Strass, G., Bitsch, R., Netzel, M., (2005). Pharmacocinétique urinaire de bétalaïnes après la consommation de jus de betterave rouge chez l'homme sain. *Pharmacological Research*. 52:290-297.

G

Gilles, P., 2000. Cultiver le palmier dattier. Ed. CIRAS, 110p.

H

Harding, A.H., Wareham, N.J., Bingham, S.A., Khaw, K.T., Luben, R., Welch, A., Forouhi, N.G., (2008). Plasma vitamin C level, fruit and vegetable consumption, and the risk of new-onset type II diabetes mellitus: the European prospective investigation of cancer: Norfolk prospective study. *Arch Intern Med*. 168(14):1493-1499.

He, F.J., Nowson, C.A., Lucas, M., MacGregor, G.A., (2007). Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: meta-analysis of cohort studies. *Journal of Human Hypertension*. 21:717-728

J

Jiratanan, T., Liu, R.H. (2004). Antioxidant activity of processed table beets (*Beta vulgaris* var, *conditiva*) and green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Department of Food Science and Institute of Comparative and Environmental Toxicology, Stocking Hall,

Jiratanan, T., Liu, R.H. (2004). Antioxidant activity of processed table beets (*Beta vulgaris* var, *conditiva*) and green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Department of Food Science and Institute of Comparative and Environmental Toxicology, Stocking Hall.

K

Kapadia, G.J., Tokuda, H., Konoshima, T., Nishino, H. (1996). Chemoprevention of

lungandskincancerby Beta vulgaris (beet)rootextract. *Cancer Letters*.100(1-2):211-214.

Kujala,T.S.,Loponen,J.M., Pihlaja,K.,Klika,K.D.(2000). Phenolicsandbetacyanins in red beetroot (Beta vulgaris) root: distribution and effect of cold storageon thecontentof total phenolicsandthreeindividual compounds. DepartmentofChemistry, University of Turku, FIN-20014 Turku, Finland.*Journal Agricultural andFoodChemistry*.48(11):5338-5342.

Kujala,T.S.,Vienola,M.S., Klika,K.D.,Loponen,J.M.,Pihlaja,K.(2002).*Betalain and phenolic compositions of four beetroot (Beta vulgaris) cultivars.*European Food Research and Technology.214(6):505-510.

L

LA France ,D.,(2010).La culture biologique des légumes (la science agricole).Edition S Berger A.C .Inc.525p.

Lecerf J-M. (2001). Santé des enfants et jus de fruits. Union Nationale Interprofessionnelle des jus de fruits, publication UNIJUS, Institut Pasteur de Lille.

Mansouri,A.,Embare

M

k,G.,Kokkalou,E.,Kefalas,P.,2005.PhenolicprofileandantioxydantactivityoftheAlgerianrippedat epalmfruit(*Phoenixdactylifera*).*Foodchemistry*,89,411-426.

Mroczek,A., Kapusta,L.,Janda, B., Janiszowska,W.2012.Triterpene saponincontent in the roots of red beet (Beta vulgaris L.) cultivars. *Journal Agricultural andFoodChemistry*.60(50):12397-12402.

N

NFV05-101(1974).Produits de l'agriculture et produits dérivés des fruits et légumes. Détermination de l'acidité titrable mixtures.Fleurus,64p.

NFV05-108(1970).Produits de l'agriculture et produits dérivés des fruits et légumes-Mesure du pH.

NFV05-113(1972).Produits de l'agriculture et produits dérivés des fruits et légumes-Minéralisation des matières organiques-Méthode par incinération.

Neddar,L.,&Flazi, S. (2022). Electrical impedance's of flying insects on selectivity of electrical insecticides. Internationl journal of Electrical & Computer Engineering (2088-

8708),12(3).

Ninfali, P., Angelino, D. (2013). Nutritional and functional potential of Beta vulgaris cv. claudia and rubra. *Fitoterapia*.89:188-199.

Ninfali,P.,Bacchiocca,M. (2003). Polyphenols and antioxidant capacity of vegetables under fresh and frozen conditions. *Journal Agricultural and Food Chemistry*.**(2013).** Diététicienne au Réseau Santé Diabète de Bruxelles-Décembre.

Norziah,M.H.,Kong,S.S.,AbdKarim,A.,Seow,C.C.2001. Pectin-sucrose-Ca²⁺ interactions: effects on rheological properties. *Food Hydrocolloids*,15,491-498.-
ToutainG.,1979. Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement . Ed. JOUVE, Paris, 276p.

O

OrchinaHanna.(2013). Diététicienne au Réseau Santé Diabète de Bruxelles-Décembre.

Phoenix dactylifera L. International Journal of Food Science and Technology,37,719-721.

R

Ribaya-Mercado,J.D.,Blumberg,J.B. (2004). Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *Journal of the American College of Nutrition*.23(6):567S-587S.

Roberts, R.L., Green, J., Lewis, B. (2009). Lutein and zeaxanthin in eye and skin health. *Clinics in Dermatology*.27(2):195-201.

Soerjomataram, I., Oomen, D., Valery Lemmens, V., Oenema, A., Benetou, V., Trichopoulos, A., Coebergh, J.W., Barendregt, J., de Vries, E. (2010). Increased consumption of fruit and vegetables and future cancer incidence in selected European countries. *European Journal of Cancer*.46(14):2563-2580.

S

Stintzing, FC., Carle, R. (2004). Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*. 15(1):19-38.

T

Tortora G.J. et Anagnostakos, N.P., 1987. Principes d'anatomie et physiologie. Ed. INC, 5^{ème} édition, 688-693.

Toutain G., 1996. Rapport synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier". In Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. Ed. IAM ,Zaragoza,Spain,201-205.

Y

VilkasM.,1993. Vitamines. Ed. Hermann, 158p.

Y

Yahiaoui,K.,1998. Caractérisation physico-chimique Et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nourau cours de la maturation. Thèse Magister, INA. El-Harrach, Alger, 103p.






Annexes



Annexes

<p>Etuve de type Venticell</p>

Annexes

Centrifugeuse de type Sigma 3- 16L	 A photograph of a Sigma 3-16L centrifuge, a large white laboratory machine with a circular lid and a control panel on the right side.
Viscosimètre de type Visco- Atago	 A photograph of a Visco-Atago viscosimeter, a cylindrical stainless steel instrument used for measuring the viscosity of liquids.
Densimètre de type Kyoto Electronics DA-130N	 A photograph of a hand holding a Kyoto Electronics DA-130N densimeter, a handheld digital density measurement device.
Spectromètre de type Lab	 A photograph of a Lab spectrometer, a laboratory instrument used for measuring the intensity of light at different wavelengths.
La haute de type Cruma	 A photograph of a Cruma high-pressure cell, a specialized laboratory instrument used for studying materials under high pressure.

Equipementsutilisés

Lesequipment's de laboratoires

- Agitateur
- Balance
- Barreaumagnétique.
- Bécher.
- Burettes.
- Dissicateur
- Entonnoir.
- Eprouvettesgraduées.
- Filtre.
- Fiolejuge (50,100,250,500ml).
- Fiolesgraduées
- Flaconsde250ml.
- L'Erlenmeyer.
- Micropipette.
- Papieraluminuim
- Papier filter
- Papier. Pipettes graduées. (1.2.5.10ml).
- PipettesPasteur.
- Portetube
- Spatule.
- Tubesàessays.
- Verre a montre

Annexe 2

❖ **Préparation des solutions**

Solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N (NaOH)

0, 4g de la poudre de soude caustique sont mis dans une fiole de 100 ml. Le volume est ensuite ajusté avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Phénolphthaléine à 1%→ 0.1g de la poudre de phénolphthaléine est mise dans une fiole jaugé de 100ml puis 60 ml de l'éthanol sont ajoutés et ensuite ajusté de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Réactif d'Anthrone 150mg d'Anthrone sont mis avec une quantité d'eau distillée de 25ml en agitation à fin de faire dissoudre l'anthrone , ensuite 75ml d'acide sulfurique ont été versé dans une fiole entouré de glace déposé dans la hôte ,une fois l'anthrone est dissout ce dernier à été versé dans la fiole.

Carbonate de sodium à 10%

7,5 g de NaCO₃ dans 100ml d'eau distillé

Folin-ciocalteu (1/2)

Mélanger 1ml de folin avec 9ml d'eau distillé

Chlorure d'Aluminium à 2%

Faire dissoudre 2 g de chlorure dans 100 ml d'éthanol

Acide gallique

0.2mg d'acide gallique dans 1ml d'éthanol Quercetine→ 1mg de quercetine dans 10ml d'éthanol

Annexes 3 :

Courbed'etalonnagedespolyphenols

- ❖ Préparationdelagammeetalon
- ✓ **Lesréactifs**
 - Solutionmèred'acidegalliqueavecuneconcentrationde1mg/mL;
 - RéactifdeFolin-Ciocalteu's;
 - Solutiondecarbonatede sodiumà10%.
- ✓ **Lagammeetalon**

Àpartirdelasolutionmère, préparerlagammed'etalonnagecommelemontreletableau3.

Tableau3. Gammeetalondel'acidegalliquepourledosagedespolyphenolstotaux

Solutionmèred'acidegallique(mL)	0	0,025	0,05	0,075	0,10
éthanol(mL)	0,50	0,475	0,45	0,425	0,40
Concentration(mg/mL)	0,00	0,025	0,05	0,075	0,10
Volumepàprélever(mL)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Eaudistillée(mL)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
RéactifdeFolin-Ciocalteu (mL)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Carbonatedesodiumà10 %(mL)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

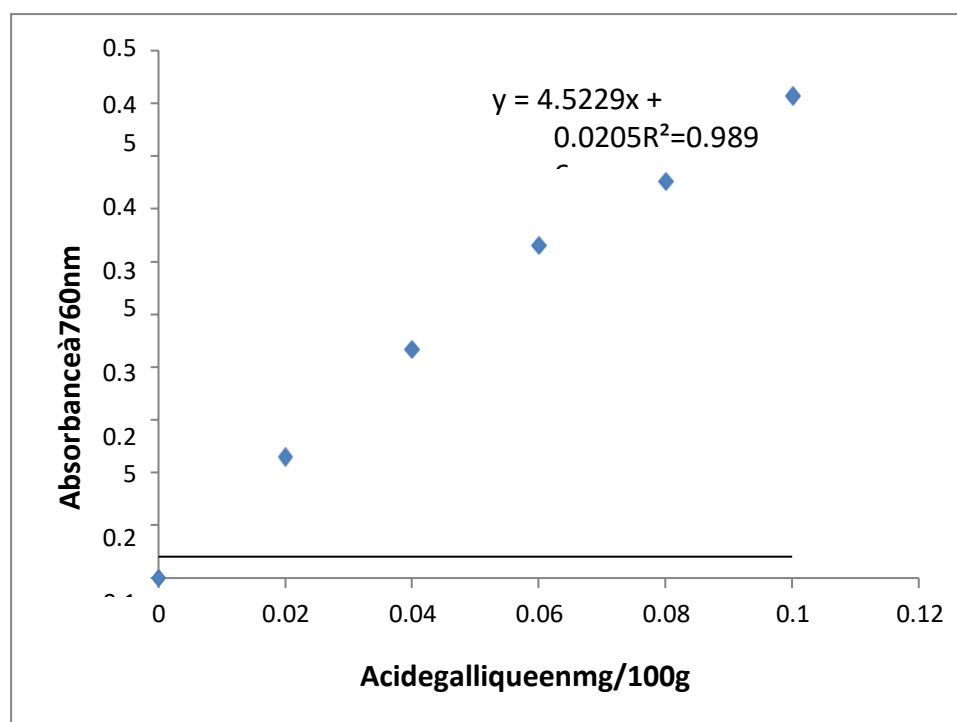


Figure01: Courbed'etalonnage despolyphenols

1. Dosagedesflavonoïdes

- ✓ Préparationdelagammeétalon
- ❖ Lesréactifs:
 - Solutiondequercétine(25µg/mL) ;
 - éthanolpur;
 - Solutiondechlorured'aluminium($AlCl_3$),à2%.
- ❖ Lagammeétalon

Àpartirdelasolutionmère,

préparerlagammed'étalonnagecommeilestmentionnédansle tableau2.

Tableau2.Gammeétalondelaquercétinepourle dosagedesflavonoïdes

Solutionmèredequercétine(mL)	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
Volumedeéthanol(mL)	1,0	0,80	0,60	0,40	0,20	0,00
Concentration(µg/mL)	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00
Solutionde $AlCl_3$ (mL)	01,00	01,00	01,00	01,00	01,00	01,00

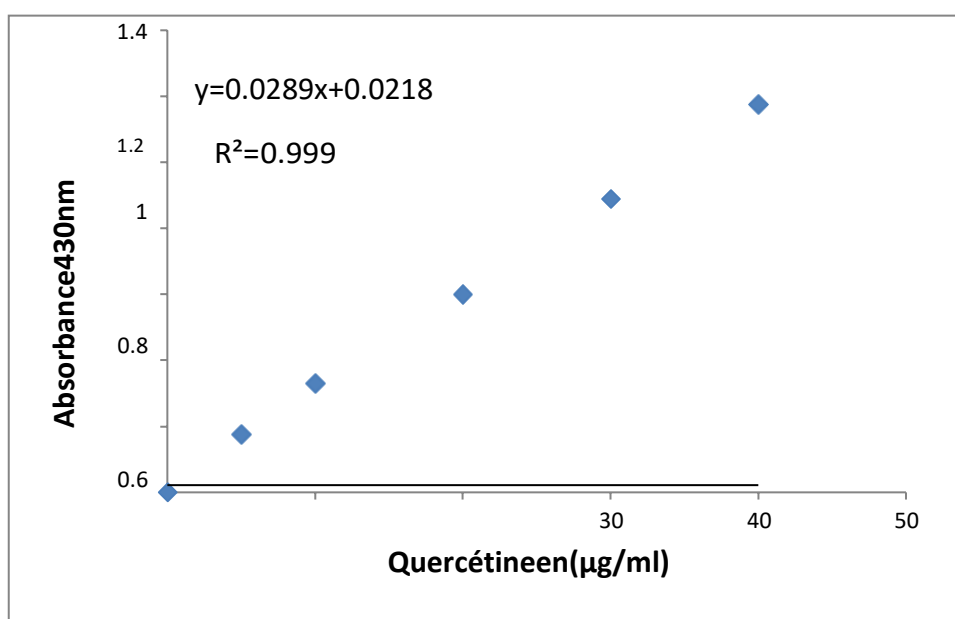


Figure02:Courbed'étalonnagedesflavonoïdes

2. Dosage des sucres totaux

- ✓ Préparation de la gamme étalon
- ❖ Les réactifs
 - Solution mère de glucose: une concentration de 1 mg/mL ;
 - Solution d'Anthrone
- ❖ La gamme étalon
 - À partir de la solution mère,

préparer la gamme d'étalonnage comme il est indiqué dans le tableau 4.

Tableau 4. Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres totaux

Glucose à 1 mg/mL (µl)	0	25	50	100	150	200
Eau distillée (µl)	200	150	100	50	25	0
Réactif d'Anthrone (mL)	4					

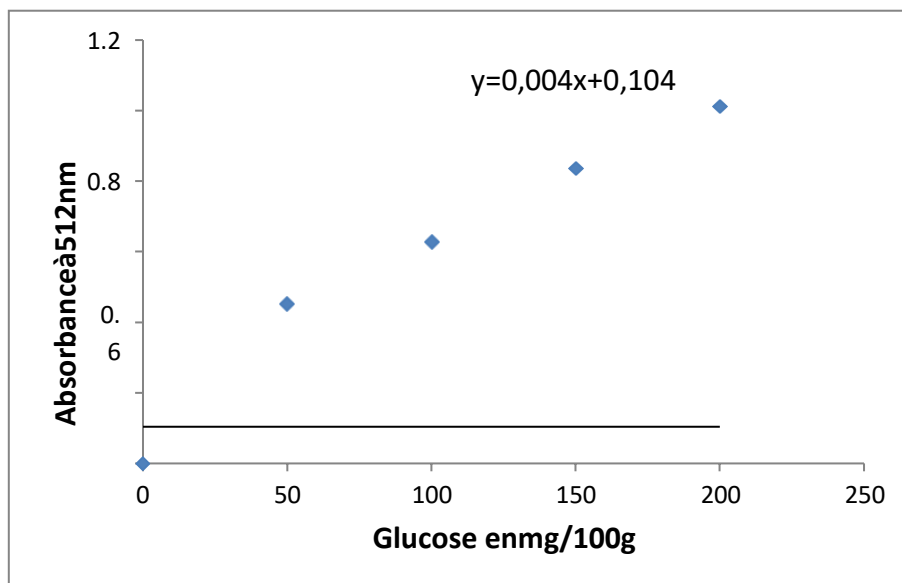


Figure 03: courbe d'étalonnage du glucose en mg/100g

Annexes 4

Préparations des fruits et légumes



Figure 04: Les étapes de traitement des échantillons de betterave et datte.



Figure 05 : préparation de purée des fraises.

Remarque :

Dans le cas de betteraves (la couleur rouge) on à utilisé le charbon actif pour décoloré notre extrait pour voir le point d'équivalence.

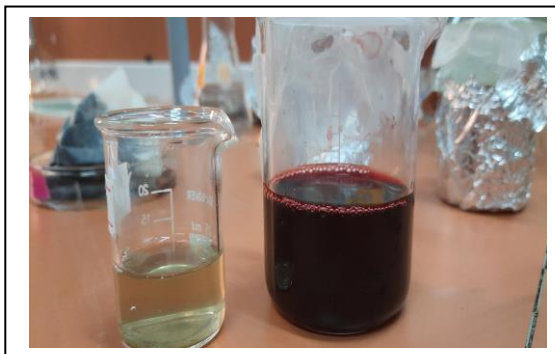
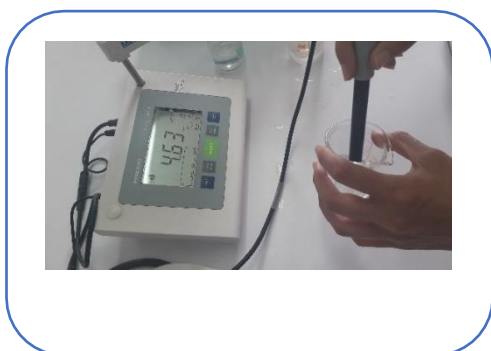


Figure : décoloration de l'extrait de betterave par le charbon



Résumé

Dans ce travail une boisson naturelle à base de poudre de datte, poudre de betterave ainsi que la purée de fraise a été préparée. La poudre de datte a été utilisée comme source de sucre. La poudre de betterave a été utilisée comme colorant de la boisson. L'objectif est de substituer le sucre blanc et les colorants artificiels dans l'industrie agro-alimentaire. La boisson a été formulée en utilisant le plan des mélanges. Les analyses physico-chimiques et l'activité anti-oxydante des constituants de base : poudre de datte et poudre de betterave ont été effectués. Les résultats trouvés ont montré que la teneur en polyphénols de la poudre de datte est de 60,09 mgEAG/g alors que la poudre de betterave contient 83,6 mg EAG/g. La teneur en flavonoïdes de la poudre de datte étudiée est de 9,2 mg EQ/g. Le plan de mélange utilisé pour optimiser la composition de la boisson a permis d'aboutir à un modèle mathématique valide.

Mot clé : datte, betterave, poudre, boisson, sucre, colorant

Abstract

In this work a natural drink based on date powder, beet powder and strawberry puree was prepared. Date powder was used as a source of sugar. The beet powder was used as a coloring agent for the drink. The objective is to substitute white sugar and artificial coloring in the food industry. The beverage was formulated using the blending plan. The physicochemical analysis and antioxidant activity of the basic constituents: date powder and beet powder were carried out. The results found showed that the polyphenol content of date powder is 60.09 mgEAG/g while beet powder contains 83.6 mg EAG/g. The flavonoid content of the studied date powder is 9.2 mg EQ/g. The mixing plan used to optimize the composition of the beverage allowed to obtain a valid mathematical model.

Key word : date, beet, powder, drink, sugar, coloring

ملخص

في هذا العمل تم تحضير مشروب طبيعي يتكون من: مسحوق التمر، مسحوق الشمندر وهريس الفراولة. أستخدم مسحوق التمر كمصدر أساسي للسكر، مسحوق الشمندر لتلوين المشروب، أما هريس الفراولة كذوق للمشروب. الهدف من العملية هو استبدال السكر الأبيض والألوان الغذائية من مصدر اصطناعي في الصناعات الغذائية. تم تحضير المشروب بناء على مقادير الخلطة بعد تحضير المشروب تم إجراء التحاليل الفيزيوكيميائية وحساب النشاط المضاد للأكسدة للمكونات الأساسية محلاً لدراسة أي مسحوق التمر ومسحوق الشمندر.

أظهرت النتائج المخبرية أن:

- مسحوق التمر يحتوي على البوليفينول بمقدار 60,9 ملغ/غ.

- مسحوق الشمندر يحتوي على البوليفينول بمقدار 83,6 ملغ/غ.

- مسحوق التمر يحتوي على الفلافونويد بمقدار 9,2 ملغ.

كانت نتيجة العملية أن المواد الطبيعية البديلة للاصطناعية أدت إلى تحسين تركيبة المشروب كنموذج رياضي صحيح.

الكلمات المفتاحية: التمر، الشمندر، المسحوق، العصير، السكر، ملون.