



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

Département : Technologie Alimentaire

Spécialité :

Elaboration et qualité des aliments

القسم: تكنولوجيا التغذية

التخصص :

اعداد و نوعية الأطعمة

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

## ***THEME***

**Élaboration et caractérisation d'une boisson gazeuse diététique à base  
d'extrait de roselle (*Hibiscus sabdariffa*)**

Présenté par :

Soutenu publiquement le 19/09/2023

**BENYOUCEF Manel**

**MOHAMMEDI Cherifa Amira**

Devant le jury composé de :

**Mémoire dirigé par : Mme.A.AOUIR**

MCA

Promotrice

**Mr.S.ASSASSI**

MCA

Co-promoteur

**Président :**

**Mr. A. BENCHABANE**

Professeur à l'ENSA

**Examineurs :**

**Mr. M. HAZZIT**

Professeur à l'ENSA

**Mme. M. NECHAR**

MCA

**Invitée :**

**Mme. J. BRAHMIA**

Représentante socio-économique

*Promotion : 2018-2023*

# Liste des matières :

<b>Introduction :</b> .....	<b>1</b>
<b>Partie I : Etude bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : Généralités sur la plante d'<i>Hibiscus sabdariffa</i> .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Origine et répartition géographique de la plante: .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Classification : .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Culture :.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Description botanique de la plante :.....</b>	<b>4</b>
4.1 Tiges : .....	5
4.2 Feuilles : .....	5
4.3 Fleurs : .....	6
4.4 Graines : .....	6
4.5 Calices : .....	7
4.6 Fruit : .....	7
<b>5. Composition nutritionnelle des différentes parties :.....</b>	<b>8</b>
5.1. Calices : .....	8
5.2. Graines: .....	9
5.3. Les Feuilles : .....	10
<b>6. Intérêt nutritionnel : .....</b>	<b>10</b>
<b>7. Principales utilisations : .....</b>	<b>11</b>
7.1. Utilisation alimentaire : .....	11
7.2. Utilisations médicinales : .....	11
7.2.1. Activité antidiabétique : .....	11
7.2.2. Activité antianémique : .....	12
7.2.3. Activité anti-obésité : .....	12
7.2.4. Activité anti-hypertensive : .....	12
<b>7.2.5. Activité antimicrobienne :</b> .....	<b>12</b>
7.2.6. Activité anticancéreuse : .....	13
<b>8. Méthodes d'extractions de l'<i>Hibiscus sabdariffa</i> : .....</b>	<b>13</b>
<b>Chapitre II: Généralités sur les boissons gazeuses .....</b>	<b>16</b>
<b>1. Définition : .....</b>	<b>16</b>
<b>2. Les différents types des boissons gazeuses :.....</b>	<b>16</b>
2.1. Eau minérale gazéifiée : .....	16

2.2.	Boissons sucrées et aromatisées :	16
2.2.1.	Limonades :	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2.	Sodas:	17
2.3.	Boissons sucrées aux légumes :	17
2.4.	Boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses :	17
2.5.	Boissons énergisantes :	17
2.6.	Boissons gazeuses aux édulcorants de synthèse :	18
<b>3.</b>	<b>Composition des boissons gazeuses</b> .....	<b>18</b>
3.1.	L'eau :	18
3.2.	Le sucre :	19
3.2.1.	Le saccharose :	19
3.2.2.	Les édulcorants :	19
3.3.	Les fruits, les jus de fruits et les concentrés :	20
3.4.	Le gaz carbonique CO <sub>2</sub> :	20
3.5.	Les additifs alimentaires :	20
3.5.1.	Les colorants :	20
3.5.2.	Les régulateurs d'acidité :	20
3.5.3.	Les agents conservateurs :	21
3.5.4.	Les arômes :	21
3.5.5.	Les émulsifiants :	22
<b>4.</b>	<b>Processus de production des boissons gazeuses</b> : .....	<b>22</b>
4.1.	Le traitement de l'eau .....	22
4.2.	Le mélange des ingrédients : .....	22
4.3.	La gazéification du produit : .....	23
4.4.	Le conditionnement : .....	23
<b>5.</b>	<b>La consommation des boissons gazeuses en Algérie</b> : .....	<b>23</b>
<b>6.</b>	<b>Valeur notionnelle des boissons</b> : .....	<b>24</b>
<b>Chapitre III: Généralités sur les colorants</b> .....		<b>25</b>
<b>1.</b>	<b>Définition du colorant</b> : .....	<b>25</b>
<b>2.</b>	<b>Types de colorants alimentaires</b> : .....	<b>25</b>
2.1.	Les colorants naturels : .....	25
2.1.1.	<b>Flavonoïdes</b> : .....	26
2.1.2.	Caroténoïdes : .....	26
2.1.3.	Bétalaïne : .....	27
2.3.4.	Chlorophylles : .....	27

2.2.	Les colorants identiques au naturel :.....	27
2.2.1.	<b>Chlorophylline :</b> .....	27
2.2.2.	<b>Le bêta-carotène de synthèse :</b> .....	28
2.3.	Les colorants de synthèse :.....	28
2.3.1.	La tartrazine (E102) :.....	28
2.3.2.	Le jaune orange S (E 110) :.....	29
2.3.3.	La chrysoïne S (E 103) :.....	29
2.3.4.	Le jaune solide (E 105) :.....	29
<b>3.</b>	<b>Les effets nocifs des Colorants alimentaires sur la santé:</b> .....	<b>29</b>
<b>4.</b>	<b>Classification des différents colorants :</b> .....	<b>31</b>
<b>5.</b>	<b>Rôle et applications du colorant alimentaire :</b> .....	<b>32</b>

## **Partie II : Etude expérimentale**

<b>Chapitre I :</b>	<b>Matériels et Méthodes.....</b>	<b>33</b>
<b>1.</b>	<b>Matériel végétal :.....</b>	<b>33</b>
<b>2.</b>	<b>Méthodes d'extractions des anthocyanes.....</b>	<b>33</b>
2.1.	Extraction par sonication :.....	33
2.2.	Extraction par congélation/ décongélation :.....	34
<b>3.</b>	<b>Elaboration colorant à base de roselle :.....</b>	<b>35</b>
<b>4.</b>	<b>Analyses physicochimiques:.....</b>	<b>36</b>
4.1.	Analyses physicochimiques des calices séchés :.....	36
4.1.1.	Détermination de la teneur en matière sèche.....	36
4.1.2.	Taux de cendres :.....	36
4.1.3.	Teneur en minéraux (Sodium, Potassium, Calcium) :.....	37
4.1.4.	Teneur en protéine :.....	38
4.1.5.	Dosage de la matière grasse.....	39
4.1.6.	Dosage des sucres totaux :.....	41
4.2.	Analyses physicochimiques de l'extrait aqueux et du colorant :.....	43
4.2.1.	Dosage acido-basique :.....	43
4.2.2.	Dosage par spectrométrie :.....	45
4.2.3.	Teneur en protéine du colorant :.....	47
<b>5.</b>	<b>Analyses phytochimiques :.....</b>	<b>47</b>
5.1.	Analyses phytochimiques de l'extrait aqueux <i>d'Hibiscus sabdariffa</i> :.....	47
5.1.1.	Dosage des composés phénoliques :.....	47
5.1.1.	Dosage de la vitamine C de l'extrait aqueux :.....	49

5.2 Analyses phytochimiques de l'extrait lyophilisé (colorant) :	51
5.1.1. Evaluation de l'activité antiradicalaire par le test de DPPH :	51
5.1.2. Dosage de la vitamine C de l'extrait lyophilisé (colorant):	53
<b>1. Présentation de l'entreprise Ramy TAIBA FOOD COMPANY :</b>	<b>54</b>
<b>2. Processus de fabrication des boissons gazeuses chez Ramy :</b>	<b>544</b>
<b>3. Préparation de concentré à base d'<i>Hibiscus sabdariffa</i> :</b>	<b>555</b>
3.1. Processus de fabrication du concentré d'HB :	55
3.1.1. Infusion des calices :	55
3.1.2. Filtration :	56
3.1.3. Formulation du concentré :	56
3.1.4. Pasteurisation :	57
<b>4. Préparation de la boisson :</b>	<b>58</b>
<b>Formulations des boissons :</b>	<b>58</b>
<b>5. Analyses physico-chimiques:</b>	<b>58</b>
5.1. Eau de procès :	58
5.1.1. Détermination de potentiel d'hydrogène (pH) :	58
5.1.2. Détermination de titre hydrotimétrique (TH) :	58
5.1.3. Mesure des ions chlorures :	58
5.1.4. Détermination de l'alcalinité des eaux" Titre alcalimétrique simple et titre Alcalimétrique Complet" :	59
5.2. Boissons gazeuses et concentrés :	59
5.2.1. Détermination du Degré Brix :	59
5.2.2. Détermination du pH et de l'acidité :	59
5.2.3. Détermination de du CO <sub>2</sub> :	60
5.2.4. Dosage de la vitamine C :	60
5.2.5. Test de stabilité :	611
<b>6. Analyses microbiologiques :</b>	<b>611</b>
6.1. Sur le concentré :	611
6.1.1. Préparation des dilutions décimales :	622
6.1.2. Recherche et dénombrement des germes totaux :	622
6.1.3 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :	633
6.1.4 Rechercher et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :	64
6.1.5 Recherche et dénombrement des levures et moisissures.	65
6.2. Sur l'eau de procès :	66
Recherche des Streptocoques :	67

6.3. Sur les boissons :	67
<b>7. Analyse sensorielle :</b>	<b>67</b>
<b>8. Analyses statistiques :</b>	<b>68</b>
<b>Chapitre II: Résultats et discussions.....</b>	<b>69</b>
<b>1. Résultats des analyses physicochimiques des calices séchés :</b>	<b>69</b>
1.1. Teneur en matière sèche :	69
1.2. Teneur en protéine :	69
1.3. Teneur en matière grasse :	69
1.4. Teneurs en sucres totaux :	69
<b>2. L'analyse de la matière grasse par la chromatographie phase gazeuse.....</b>	<b>70</b>
<b>3. Teneur en minéraux des calices :</b>	<b>71</b>
<b>4. Dosage acido-basique de l'extrait :</b>	<b>72</b>
4.1. Selon la méthode d'extraction :	73
a-Extraction par Congélation/décongélation :	73
b-Extraction par sonication :	73
4.2. Calcul du rendement de l'extraction :	75
a-Méthode de congélation/décongélation :	75
b-Méthode de sonication :	75
<b>5. Résultats du dosage de l'extrait par spectrométrie :</b>	<b>77</b>
<b>6. Production de colorant :</b>	<b>78</b>
6.1. La teneur en protéines du colorant :	79
<b>7. Analyses phytochimiques :</b>	<b>79</b>
7.1. Dosage de la vitamine C :	79
7.2. Evaluation de l'activité antiradicalaire par le test de DPPH de l'extrait lyophilisé :	81
7.3. Teneur en phénols totaux et en flavonoïdes dans les calices et l'extrait lyophilisé:	84
<b>I. Boisson gazeuse à base d'HB :</b>	<b>85</b>
<b>1. Résultats des analyses physico-chimiques:</b>	<b>85</b>
1.1. Eau traitée :	85
1.2. Concentré à base d'HB :	85
1.3. Boissons à base d'HB :	86
<b>2. Résultats des analyses microbiologiques :</b>	<b>88</b>
2.1. Le concentré :	88
2.2. Eau de process :	90
2.3. Boisson :	90

<b>3. Evolution des paramètres physico – chimiques du concentré et de la boisson au cours du stockage :</b> .....	<b>91</b>
3.1. Résultats microbiologiques après le test de stabilité pendant 21 jours du concentré et de la boisson : .....	92
<b>4. Résultats du test de dégustation :</b> .....	<b>93</b>
4.1. Analyses statistiques : .....	93
4.1.1. Analyse hiérarchique ascendante AHC : .....	98
4.1.2. Analyse en composante principale (ACP) : .....	99
4.2. Validation de la formulation du concentré : .....	101

### **Partie III: Startup**

<b>Carte d'information :</b> .....	<b>102</b>
<b>Chapitre I : Présentation du projet</b> .....	<b>103</b>
<b>1. L'idée du projet (solution proposée) :</b> .....	<b>103</b>
<b>2. Les valeurs proposées :</b> .....	<b>106</b>
<b>3. Équipe de travail :</b> .....	<b>106</b>
<b>4. Objectifs du projet :</b> .....	<b>108</b>
<b>5. Calendrier de réalisation du projet :</b> .....	<b>108</b>
<b>Chapitre II : Aspects innovants</b> .....	<b>110</b>
<b>1. Nature des innovations :</b> .....	<b>110</b>
<b>2. Domaines d'innovation :</b> .....	<b>110</b>
<b>Chapitre III : Analyse stratégique du marché</b> .....	<b>111</b>
<b>1. Le segment du marché</b> .....	<b>111</b>
<b>2. Mesure de l'intensité de la concurrence :</b> .....	<b>111</b>
<b>3. La stratégie marketing :</b> .....	<b>112</b>
<b>Chapitre IV : Plan de production et d'organisation</b> .....	<b>113</b>
<b>1. Le Processus de production</b> .....	<b>113</b>
1.1. Processus en schéma : .....	113
<b>2. L'approvisionnement</b> .....	<b>114</b>
<b>3. Risques d'approvisionnements :</b> .....	<b>115</b>
<b>4. La main d'œuvre :</b> .....	<b>115</b>
<b>5. Les Principaux partenaires :</b> .....	<b>116</b>
<b>Chapitre V : Plan financier</b> .....	<b>117</b>
<b>1. Investissements et financements :</b> .....	<b>117</b>
<b>2. Salaires et charges sociales:</b> .....	<b>118</b>
<b>3. Détail des amortissements :</b> .....	<b>119</b>

<b>4. Compte de résultats prévisionnel sur 3 ans :</b>	<b>120</b>
<b>5. Soldes intermédiaires de gestion :</b>	<b>122</b>
<b>6. Capacité d'autofinancement :</b>	<b>123</b>
<b>7. Seuil de rentabilité économique :</b>	<b>123</b>
<b>8. Besoin en fonds de roulement :</b>	<b>124</b>
<b>9. Plan de financement à trois ans :</b>	<b>125</b>
<b>10. Budget prévisionnel de trésorerie :</b>	<b>126</b>
<b>Chapitre VI : Prototype expérimental</b>	<b>128</b>
<b>1. Etapes de réalisation du prototype (du concentré) :</b>	<b>128</b>
1.1. Infusion des calices :	128
1.2. Filtration :	128
1.3. Formulation du concentré :	129
1.4. Pasteurisation :	129
<b>2. Le travail réalisé :</b>	<b>130</b>
2.1. Les analyses physicochimiques :	130
2.2. Les analyses microbiologiques :	130
2.3. Test de stabilité :	131
<b>3. Les résultats :</b>	<b>131</b>
3.1. Les résultats des analyses physicochimiques :	131
3.2. Les résultats microbiologiques :	132
3.3. Test de stabilité :	133
<b>Conclusion</b>	<b>134</b>
Références bibliographiques	
Annexe	
Résumé	

## Résumé:

Ce travail consiste en un essai d'élaboration d'une boisson gazeuse diététique à base de concentré d'Hibiscus sabdariffa contenant l'extrait d'HB obtenu par une extraction aqueuse à froid des calices (pour préserver au maximum les éléments nutritifs), un sirop de poudre de dattes et d'aspartame (substitut de sucre blanc) et le benzoate de sodium comme conservateur. Des analyses physicochimiques, photochimiques, phytochimiques et microbiologiques ainsi qu'un test de stabilité ont été effectués sur l'extrait, le concentré et la boisson gazeuse.

Les résultats phytochimiques de l'extrait ont révélé une teneur en polyphénols de  $34,77 \pm 0,48$  mg EAG /g extrait, de  $2,06 \pm 0,34$  mg EQ /g extrait en flavonoïdes et une teneur de 2818 mg/100ml en vitamine C. L'évaluation de son activité antioxydante sur les radicaux libres DPPH a donné une concentration inhibitrice 50% (IC<sub>50</sub>) de  $228 \pm 0,98$  mg/l.

Des essais d'élaboration des boissons gazeuses à base de concentré d'HB à différentes concentrations ont été réalisés au niveau de l'industrie Ramy, suivie d'une analyse sensorielle pour déterminer le niveau d'acceptabilité.

D'après les résultats de l'analyse sensorielle et les résultats statistiques (ANOVA, ACP, AHC) il ressort que la boisson E<sub>3</sub> (50g d'HB + 0,792g d'aspartame + 37g de poudre de dattes + 1550 ml d'eau gazeifiée + 0,112 g benzoate de sodium) est la meilleure formulation.

**Mots clés :** boisson gazeuse diététique, Hibiscus sabdariffa, extraction aqueuse, des calices, sirop de poudre de dattes et d'aspartame, polyphénols, flavonoïdes, vitamine C, DPPH, analyse sensorielle, concentré d'HB

## Abstract:

This work consists of an attempt to develop a dietetic soft drink based on Hibiscus sabdariffa concentrate containing the HB extract obtained by cold aqueous extraction of the chalice (to preserve the nutrients as much as possible), a syrup of date powder and aspartame (a white sugar substitute) and sodium benzoate as a preservative. Physicochemical, photochemical, phytochemical and microbiological analyzes as well as a stability test were carried out on the extract, the concentrate and the soft drink.

The phytochemical results of the extract revealed a polyphenol content of  $34.77 \pm 0.48$  mg EAG / g extract,  $2.06 \pm 0.34$  mg EQ / g extract in flavonoids and a content of 2818 mg/100ml in vitamin C. Evaluation of its antioxidant activity on DPPH free radicals gave a 50% inhibitory concentration (IC<sub>50</sub>) of  $228 \pm 0.98$  mg/l.

Development trials of soft drinks based on HB concentrate at different concentrations were carried out at the Ramy industry, followed by a sensory analysis to determine the level of acceptability.

According to the results of the sensory analysis and the statistical results (ANOVA, ACP, AHC) it appears that the E<sub>3</sub> drink (50g of HB + 0.792g of aspartame + 37g of date powder + 1550 ml of water carbonated + 0.112 g sodium benzoate) is the best formulation.

**Key words:** dietetic soft drink, Hibiscus sabdariffa, cold aqueous extraction, the chalice, syrup of date powder and aspartame, polyphenol, flavonoids, vitamin C, DPPH, sensory analysis, HB concentrate

## ملخص

يتمثل هذا العمل في محاولة لتطوير مشروب غازي غذائي دايت يعتمد على مركز الكركديه الذي بدوره يحتوي على مستخلص الكركديه الذي تم الحصول عليه عن طريق الاستخلاص المائي البارد للكؤوس (للحفاظ على العناصر الغذائية قدر الإمكان)، و شراب مسحوق التمر و الأسبارتام (كبديل السكر الأبيض) و بنزوات الصوديوم كمادة حافظة. تم إجراء التحاليل الفيزيوكيميائية و الضوئية و الكيميائية النباتية و الميكروبيولوجية بالإضافة الى اختبار الثبات على المستخلص و المركز و المشروبات الغازية.

أظهرت النتائج الكيميائية النباتية للمستخلص انه يحتوي على  $0.48 \pm 34.77$  ملجم مكافئ /جم مستخلص من البوليفينول ، و  $2.06 \pm 0.34$  ملجم مكافئ / جم مستخلص من الفلافونويد و 2818 ملجم / 100 مل في فيتامين س . اما بالنسبة للنشاط المضاد للاكسدة فكانت النتيجة  $0.98 \pm 228$  ملغم/لتر تم إجراء تجارب تطوير المشروبات الغازية بتركيزات مختلفة في شركة طيبة فوود رامى، تلاها تحليل حسي لتحديد مستوى المقبولية.

وبناء على نتائج التحليل الحسي و النتائج الإحصائية تبين أن مشروب (50 جرام من الكركديه ، 0,792 جرام اسبارتام ، 37 جرام مسحوق التمر، 1550 مل ماء غازي ، 0,112 جرام بنزوات الصوديوم ) هو افضل صياغة .

**المصطلحات العلمية :** مشروب غازي غذائي دايت ، الكركديه ، الاستخلاص المائي البارد للكؤوس، شراب مسحوق التمر و الأسبارتام ، البوليفينول ، الفلافونويد، فيتامين س ، مركز الكركديه.