



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCEM



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE

Laboratoire des substances naturelles et bioactives

(LASNABIO)

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité : Chimie des Produits Naturels

Par :

Mlle MEDIENE Nawal

Sur le thème

Étude de la stabilité des colorants alimentaires dans les boissons, les bonbons et la pâtisserie

Soutenu publiquement le 28 septembre 2020 à Tlemcen devant le jury composé de :

Mr BENSALD Okkacha
Mr TABTI Boufeldja
Mme MELIANI Nawel

Professeur
Professeur
Docteur

Université de Tlemcen
Université de Tlemcen
Université de Tlemcen

Président
Encadreur
Examinatrice

Année Universitaire : 2019 ~ 2020

Remerciement

Premièrement, je remercie mon Dieu le clément et miséricordieux, de m'avoir donné la force, la patience, et l'audace pour dépasser toutes les difficultés et accomplir ce travail.

Ce travail a été effectué au Laboratoire de substances Naturelles et Activités Biologiques (LASNABIO) de l'université de Tlemcen, sous l'encadrement de Monsieur TABTI Boufeldja, professeur au département de Chimie de l'université de Tlemcen à qui j'exprime mes remerciements et ma reconnaissance grâce à son aide, sa patience, encouragement, conseils et son accompagnement durant le réalisation de ce mémoire.

Je remercie Monsieur BENSALD Oukacha professeur au département de Chimie de l'université de Tlemcen, pour m'avoir fait l'honneur de présider mon Jury.

Je remercie également madame MELIANI Nawel, Docteur au département de Chimie de l'université de Tlemcen pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je n'oublie pas de remercier spécifiquement toute l'équipe de formation de master Chimie des Produits Naturels et généralement tous les professeurs de la faculté des sciences.

Enfin, Je remercie tous mes collègues de la promotion "Chimie des Produits Naturels 2020".

Dédicace

A mes chères parents : Tahar et Nacira

Pour leur sacrifice, patience et orientations.

A mon très cher frère : Mohamed Wail

A mes très chère sœurs : Amal, Souad et Selma

Pour leurs conseils, encouragements et soutien.

A mon cousin : Nabil

Pour son soutien moral et sa gentillesse sans égal.

A mes adorables nièces et neveux : Joury-Jinane, Jomana-

Jihane, Mohamed Wassim et Ahmed Nassim.

A mes très chères amies adorables : Fatima, Meriem, Fadia,

Djamila et Amira.

Pour leurs amitiés sincères qui nous a liés, et pour tous les bons

moments qu'on a passé ensemble.

A tous ceux qui m'ont aidée et contribué de près ou de loin à la

réalisation de ce travail.

Sommaire

Liste des Abréviations	i
Liste des figures	ii
Liste des tableaux	iii
Introduction générale	1

Partie théorique

I .Introduction	3
II. les colorants	3
II.1. Historique	3
II.2. Définition	3
II.3. Applications	4
III. les colorants alimentaires	5
III.1.Définition	5
III.2.Historique	5
III.3.Relation structure-couleur	6
III.4.Origines des colorants alimentaires	7
III.4.1.Les colorants naturels	7
III.4.2.Les colorants synthétiques	10
III.5.Rôle des colorants alimentaires	12
III.6.Codification	12
III.7. Stabilité des colorants alimentaires	13
III.8.Toxicité	15
III.9.Réglementation	16
IV. Techniques analytiques des colorants alimentaires	16
IV.1. Méthode d'extraction des colorants alimentaires	17
IV.1.1.Extraction par fixation sur la laine	17
IV.1.2.Extraction du β -carotène	17

IV.2.Analyse qualitative et quantitative	18
IV.2.1.Méthodes chromatographiques.....	18
IV.2.1.a) <i>Chromatographie sur couche mince (CCM)</i>	18
IV.2.1.b) <i>Chromatographie sur colonne</i>	19
IV.2.2.Méthode spectrophotométrique	19
IV.2.2. a) <i>Spectroscopie UV-visible</i>	19

Partie expérimentale

Matériels et méthodes	
I. Extraction des colorants alimentaires	21
I.1.Extraction des colorants des boissons	22
II. Analyse des colorants par CCM	23
III. Détermination de concentration des colorants	24
III.1. Courbes d'étalonnage	24
III.2. Analyse des colorants par UV-Visible	24
IV. Extraction et purification du β-carotène	24
Résultats et discussions	
I. Extraction des colorants des boissons	26
II. Identification des colorants par CCM.....	27
III. Détermination de concentration des colorants	28
Conclusion générale	31
Références bibliographiques ...	

Liste des Abréviations

DJA : Dose journalière admissible

SIN : Système international de numérotation

E : Europe

CEE : Communauté économique européenne

CCFA : Codex Committee of Food Additive

CCFAC : Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants

CCM : Chromatographie sur couche mince

UV : Ultraviolet

SO₂ : Dioxyde de soufre

Liste des figures

Partie théorique

Figure 1: Structures de chlorophylle (a) ($R_1 = \text{CH}_3$, $R_2 = \text{phytyl}$) et chlorophylle (b) ($R_1 = \text{CHO}$, $R_2 = \text{phytyl}$).

Figure 2 : structure du β -carotène.

Figure 3 : structure de la curcumine.

Figure 4 : structure de Paprika.

Figure 5 : structure chimique de la tartrazine.

Figure 6 : Structure chimique de L'érythrosine.

Figure 7 : structure chimique de La litholrubine BK.

Figure 8 : structure chimique de L'azorubine.

Figure 9 : Appareillage de la chromatographie sur couche mince.

Figure 10 : fonctionnement d'un spectrophotomètre.

Partie expérimentale

Figure 1 : Fixation du colorant sur la laine.

Figure 2 : Fixation des colorants des sirops sur la laine.

Figure 3 : les colorants extraits des sirops.

Figure 4 : solutions mères des colorants étalons.

Figure 5 : Montage d'extraction du β -carotène.

Liste des tableaux

Partie théorique

Tableau1 : Principaux groupes chromophores et auxochromes, classés par intensité croissante.

Tableau 2 : Index des couleurs des colorants : E1xx.

Tableau 3 : Les facteurs qui influencé sur les colorants alimentaires.

Tableau 4 : les effets indésirables de quelques colorants.

Partie expérimentale

Tableau 1: Répartition des boissons étudiées.

Tableau 2: Échantillonnages des colorants.

Tableau 3 : Les absorbances en fonction des concentrations du jaune de Tartrazine.

Tableau 4: Les absorbances en fonction des concentrations du Bleu patenté.

Tableau 5 : Les absorbances en fonction des concentrations du colorant rouge de Ponceau 4R.

Tableau 6 : Concentration des colorants dans les jus et les sirops.

Introduction générale

Introduction générale

L'alimentation est la source d'énergie pour le bon fonctionnement et le bien-être de l'Homme. Cependant cette nourriture est, soit naturelle c'est à dire sans aucune transformation chimique par la cuisson ou l'ajout des substances de synthèses, soit industrielle, c'est à dire additionnée d'une quantité non négligeable d'additifs alimentaires.

L'utilisation de ces substances n'est pas datée d'aujourd'hui, mais ça fait très longtemps même plusieurs siècles avant notre ère, les pharaons étaient les premiers à ajouter le sel comme additif pour la conservation des aliments et d'autres épices pour améliorer l'aspect et la saveur.

L'additif est toute substance chimique qui a une valeur nutritionnelle ou non, soit synthétique, soit naturelle (isolée par extraction des produits naturels). Ces additifs sont ajoutés aux aliments selon des réglementations des autorités d'Hygiène et de Médecine ^[1,2]. Ces additifs sont employés pour préserver ou améliorer le goût, la valeur nutritive, l'aspect, la conservation et la stabilité des aliments ^[2,3].

L'origine des additifs peut être naturelle, minérale (sulfites, nitrites, etc...), végétale (épaississants extraits de graines, d'algues, etc...), animale (colorants : le carmin de cochenille) ou artificielle : produits de transformation de substances naturelles (amidon transformés comme agents de texture, etc...), de fermentation (enzymes, gommex xanthane, etc...), ou encore être un colorant de synthèse (érythrosine, indigotine) ^[1].

Les aliments qui contiennent les additifs alimentaires sont soumis à des exigences de sécurité ; la dose journalière admissible (DJA) ainsi que le bon étiquetage doivent être inscrit sur l'emballage.

Les additifs sont signalés sur l'emballage selon deux systèmes, Système International de Numérotation (SIN) qui est utilisé en Algérie et le système Européen (E).

Les additifs alimentaires sont classés selon leur catégorie en ^[4] :

- | | | |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| - Acidifiant | - Agent de rétention de la | - Émulsifiant |
| - Affermissant | couleur | - Épaississant |
| - Agent de charge | - Agent de traitement de | - Exaltateur d'arôme |
| - Agent de conservation | la farine | - Gélifiant |
| - Agent d'enrobage | - Antiagglomérant | - Humectant |
| - Agent de levuration | - Anti-moussant | - Régulateur de l'acidité |
| - Agent moussant | - Anti-oxygène | - Sel émulsifiant |
| - Agent propulseur | - Colorant | - Stabilisant |
| | - Édulcorant | |

Parmi ces additifs : les colorants alimentaires qui sont les plus utilisés; il est sûr et certain que la couleur joue un rôle essentiel dans l'attrait des consommateurs vers les aliments.

Le proverbe traduit de l'arabe dit que «l'œil mange avant la bouche» cela veut dire que le consommateur s'intéresse aux couleurs en croyant que c'est elles qui donnent le goût et la saveur, mais au contraire elles donnent la couleur au aliments incolores ou la renforcent si elle existe.

Les aliments colorés passent par plusieurs étapes: industrie, emballage, stockage et distribution avant qu'ils soient consommés par l'Homme; cela nous pousse à poser la question : Est-ce que les colorants restent stables ou changent de structure après toutes ces étapes ?

Pour cela, nous allons étudier quelques échantillons alimentaires tels que les sirops, les jus et éventuellement, l'étude pourra être appliquée à d'autres aliments comme les bonbons et la pâtisserie.

Ce travail comporte deux parties, la partie théorique et la partie expérimentale.

La partie théorique contient quelques généralités sur les colorants alimentaires, leurs classifications, leurs applications et leur toxicité ainsi que la réglementation et les techniques analytiques.

La partie expérimentale présente les réactifs, le matériel utilisé, les modes opératoires suivis lors de ce travail et les différents résultats expérimentaux obtenus.

Partie théorique

I. Introduction

La couleur est toujours l'origine de joie, de gaieté et de bien-être. L'Homme a mis des couleurs dans sa vie dès le début de son aventure. Tout qui nous entoure est coloré : le ciel, la terre et surtout en printemps, nos vêtements, nos moyens de transport et nos aliments aussi.

II. Les colorants

II.1. Historique

L'utilisation des colorants date de très longtemps même 1500 avant JC. Depuis l'ère des pharaons les égyptiens réalisaient les teintures avec le safran (jaune), le pastel (bleu) et la garance (rouge), pour teindre la peau, le papier, le textile et même aussi pour la peinture murale.

Jusqu'à la moitié du 19^{ème} siècle, les colorants appliqués étaient d'origine naturelle : végétale, animale et minérale :

- Végétale : les plantes (racines, feuilles, fleurs...), des algues et des champignons.
- Animale : les insectes et chenilles.
- Minérale : (oxydes de fer pour les jaunes, oxydes de manganèse pour les bruns, etc...).

En 1856 était le début de la coloration de synthèse, après que le chimiste anglais William Henry Perkin a découvert accidentellement le « mauve » (aniline), dans une tentative de synthèse de la quinine artificielle pour soigner la malaria. Donc, Perkin a installé une chaîne de production, qui serait bientôt suivie par d'autres. De nouveaux colorants synthétiques commencent à paraître sur le marché surtout après la découverte de la structure moléculaire du benzène en 1865 par Kékulé.

Au début du 20^{ème} siècle, les colorants synthétiques ont presque complètement supplantés les colorants naturels. La production mondiale des colorants synthétiques a été estimée à 700 000 tonnes/an en 1991 ^[5,6].

II.2. Définition

On appelle colorant toute substance qui, mise au contact de façon appropriée avec un support (matière textile, plastique, aliment etc...), se fixe ou se dissout dans ce dernier de façon durable, en lui conférant une nouvelle propriété : la couleur ^[7].

En chimie, on appelle colorant la substance capable d'absorber des rayonnements lumineux dans le spectre visible (de 380 à 750 nm) qui est fixée dans d'autres substances et qui confère une couleur stable sous certains facteurs physiques ou chimiques tels que la lumière et les agents oxydants.

II.3. Applications

Depuis très longtemps l'Homme a toujours essayé d'inclure des colorants dans de nombreux industries dans le but d'améliorer l'aspect des produits mis en marché, et parmi ces domaines industriels on trouve : le textile, la papeterie, les cosmétiques, l'impression et l'alimentation ^[8].

En teinturerie

Les colorants sont utilisés pour teindre des tissus et fibres textiles.

En chimie

Les colorants sont utilisés comme indicateurs colorés pour suivre, à l'œil nu ou en utilisant un spectrophotomètre, l'évolution d'une réaction chimique ou d'un dosage: indicateur de pH, indicateur rédox, indicateur de complexométrie, etc...

En biologie

Les colorants sont utilisés lors d'observations microscopiques pour révéler les constituants particuliers d'une cellule. Des colorants sensibles au potentiel sont utilisés en neurobiologie afin de suivre l'activité électrique du neurone.

En pharmacie

Les colorants sont aussi employés dans l'industrie pharmaceutique pour colorer les gélules, certains sirops, y compris ceux destinés aux enfants.

En cosmétique

Les colorants sont indispensables dans les cosmétiques : dans les fards à paupières, les vernis à ongles, et les rouges à lèvres, etc... Ils donnent une dimension unique au visage grâce à leurs nuances subtiles et couleurs envoûtantes.

En peinture

Les colorants sont utilisés dans les peintures de décoration, bâtiment et automobile.

En alimentation

Les colorants sont utilisés pour ajouter la couleur à une denrée alimentaire, ou pour en rétablir la couleur originale. Aussi, ils sont utilisés pour colorer les pâtisseries, les produits laitiers, les boissons et les confiseries.

A noter que la couleur est un facteur important dans l'acceptabilité d'un produit alimentaire ^[9].

III. les colorants alimentaires

La couleur joue un rôle très important dans l'acceptabilité des nourritures, et elle se considère comme un constituant vital des aliments car elle est l'une des premières caractéristiques perçues par les sens et utilisées par les consommateurs pour l'identification rapide et l'acceptation ultime des aliments.

Les consommateurs jugent d'abord la qualité d'un produit alimentaire par sa couleur, c'est pour cela l'industrie alimentaire a utilisé les colorants qui sont des additifs alimentaires pour améliorer ou restaurer l'apparence d'origine des aliments ou pour assurer l'uniformité, comme indicateur de la qualité des aliments ^[10, 11].

III.1.Définition

Les colorants alimentaires sont des substances ajoutées aux aliments pour leurs offrir ou restaurer un aspect coloré et original sans altérer le goût. Parfois, certains d'entre eux peuvent toutefois renforcer la saveur d'un ingrédient. C'est par exemple le cas des colorants utilisés en pâtisserie. Mais ces colorants alimentaires ne sont pas des additifs indispensables, car le seul but de leur emploi est d'agir sur la couleur, ce qui n'a aucun intérêt nutritif connu autre que « esthétique »^[12].

Ces colorants apportent ou redonnent de la couleur aux aliments :

- En colorant la masse et la surface.
- En colorant la surface seulement.
- Par un usage spécifique (coloration de la croûte de fromage par exemple) ^[1].

III.2.Historique

Historiquement, la couleur a été ajoutée aux aliments depuis 1500 avant JC pour améliorer son attractivité visuelle pour les consommateurs, masquer la variation de couleur naturelle, donner de la couleur aux aliments incolores et pour compenser les pertes causées

par la transformation des aliments.

Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les colorants utilisés dans les aliments étaient d'origine naturelle, mais l'évolution de la science a aidé l'Homme à synthétiser le premier colorant qui est la mauvéine.

Le perfectionnement d'industrie des colorants en Europe, notamment en Allemagne a produit une myriade de colorants qui a rapidement trouvé une application dans l'industrie alimentaire et continue de le faire même aujourd'hui dans une certaine mesure ^[13].

III.3.Relation structure-couleur

La structure joue un rôle important dans la détermination des propriétés colorantes des composés. Les matières colorantes se caractérisent par leur capacité à absorber les rayonnements lumineux dans le spectre visible (de 380 à 750 nm) ^[7,14].

Les colorants consistent en un assemblage de deux groupements :

Groupes chromophores: sont des groupements aromatiques (systèmes π), conjugués (liaison π), comportant des liaisons non liantes (électron n) ou des complexes de métaux de transition. Ce sont les groupes qui absorbent les radiations et sont responsables de la couleur du composé ^[6].

Groupes auxochromes: L'auxochrome est la partie influençant sur l'intensité de la coloration et il fixe avec efficacité le colorant sur le support. L'auxochrome est la partie ayant la capacité d'enrichir ou d'appauvrir le chromophore en électrons. De ce fait, il peut modifier la longueur d'onde (donc la couleur) de la radiation absorbée par le groupement chromophore et/ou modifier l'intensité de l'absorption ^[7].

Le tableau (1) présente quelques groupes chromophores et auxochromes ^[14].

Tableau 1: Principaux groupes chromophores et auxochromes, classés par intensité croissante.

Groupes chromophores	Groupes auxochromes
Azo (-N=N-)	Amino (-NH ₂)
Nitroso (-N=O)	Méthylamino (-NHCH ₃)
Carbonyle (>C=O)	Diméthylamino [-N(CH ₃) ₂]
Vinyle (-C=CH ₂) ou méthine (>C=)	Hydroxyle (-OH)
Nitro (-NO ₂)	Alkoxy (-OR)
Thiocarbonyle (>C=S)	

III.4.Origines des colorants alimentaires

Jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle, les colorants utilisés dans l'alimentation étaient obtenus à partir de sources naturelles :

- Sources végétales: bois, racines, graines, fleurs et fruits (indigo, garance, roucou, safran, orseille, curcuma).
- Sources animales : insectes, chenilles ([Carmin de cochenille] colorant naturel extrait du corps de la cochenille femelle)
- Minérale : oxyde de fer, bleu de Prusse, graphite ...

À partir de 1856 sont apparus les colorants synthétiques. Par hasard, William Henry Perkin a découvert le premier colorant organique de synthèse la mauvéine ^[15].

III.4.1.Les colorants naturels

Les colorants alimentaires naturels, comme l'indique leur nom provient de la nature, sont généralement extraits de divers sources : minérale, végétale et animale, mais en petites quantités ; c'est pour cela qu'ils sont très coûteux et en plus sont très sensibles. Pour ces conditions l'utilisation de ces colorants dans les aliments est minime.

Exemples :

Chlorophylle (E140)

L'obtention d'un colorant alimentaire vert naturel est limitée aux dérivés de la chlorophylle, les pigments de plantes vertes, algues et certaines bactéries sont essentiels dans

la photosynthèse ^[16].

La chlorophylle est extraite à l'aide de divers solvants.

Actuellement, nous pouvons distinguer plus de 50 chlorophylles différentes. Toutefois, les chlorophylles a et b restent majoritaires et dominent le marché des colorants alimentaires ^[17].

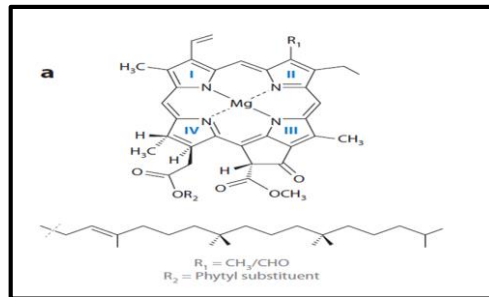


Figure 1: Structures de chlorophylle (a) ($R_1 = \text{CH}_3$, $R_2 = \text{phytyl}$) et chlorophylle (b) ($R_1 = \text{CHO}$, $R_2 = \text{phytyl}$).

Bêta-carotène (E160a)

Les caroténoïdes sont un groupe important de pigments liposolubles dont les couleurs vont du jaune au orange à rouge, sont répandus chez de très nombreux organismes vivants : les plantes supérieures, les bactéries, les champignons, les levures, les oiseaux, et les insectes. L'un des caroténoïdes le plus connu est le β -carotène ^[18].

Le β -carotène (précurseur de la vitamine A) est un pigment jaune présent dans toutes les plantes contenant de la chlorophylle. Il est aussi présent dans un grand nombre de fruits et de légumes comme le brocoli, les épinards, le chou frisé, la betterave, la poire, le cardon, les carottes, les citrouilles, les patates douces, les abricots, les pêches, les papayes, les cantaloups et les melons ^[17].

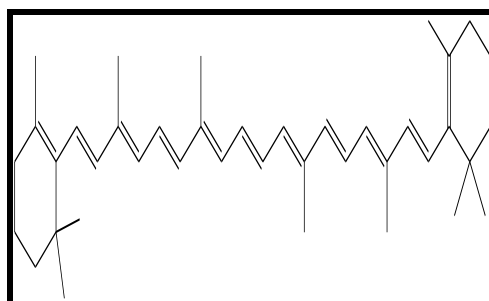


Figure 2 : structure du β -carotène

Curcumine (E100)

La curcumine est un composé naturel présent dans la plante *Curcuma longa*. Elle a une couleur jaune intense, insoluble dans l'eau, se dégrade en solution alcaline, et instable à la lumière. Ces facteurs limitent généralement son application ^[19].

Elle est utilisée dans la moutarde, potages, produits de charcuterie, produits laitiers et boissons.

La curcumine a été décrite comme un puissant antioxydant et anti-inflammatoire ^[16].

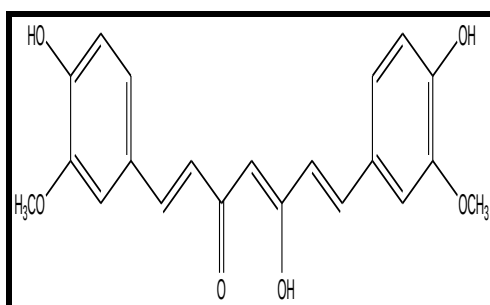


Figure 3 : structure de la curcumine

Paprika(E160c)

Le paprika est un colorant naturel de couleur rouge et orange provenant du piment doux ou de la cosse du poivron de la sorte *capsicum annum*, il appartient à la famille des caroténoïdes et il est liposoluble et sensible à la lumière et à la chaleur ^[10].

Il est utilisé dans les Confiseries, pâtisseries, fruits et légumes en conserve, certaines charcuteries, poisson fumé, produits laitiers, produits transformés à base de pomme de terre, confitures, gelées, marmelades, certaines céréales du petit déjeuner.

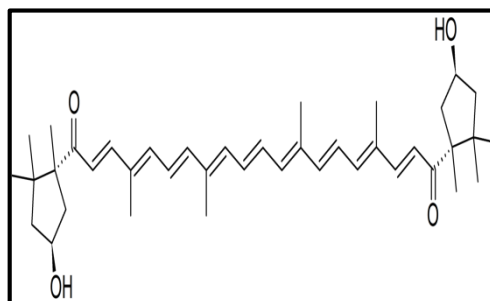


Figure 4 : structure de Paprika

III.4.2. Les colorants synthétiques

Les colorants synthétiques sont obtenus industriellement par synthèse chimique. Ces colorants sont, soit des copies conformes des colorants naturels, soit créés sans similaires naturels.

Ils ont pris une place importante dans l'industrie alimentaire et ont fini par remplacer les colorants naturels.

Exemples :

Tartrazine (E102)

La tartrazine est un colorant azoïque jaune (E102) de synthèse. Ce colorant est utilisé pour colorer les denrées alimentaires. On peut retrouver cet additif alimentaire dans les boissons effervescentes jaunes, les gâteaux, les fruits et légumes en conserve, le beurre et dans le lait écrémé.

La tartrazine se présente sous forme de poudre ou granulé facilement accessible en commerce. Interdite dans certains pays (Autriche, Finlande, Norvège, Tunisie, USA), sa présence doit être mentionnée sur les étiquetages dans les autres pays ^[20].

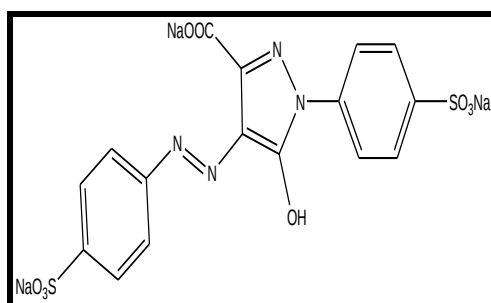


Figure 5 : structure chimique de la tartrazine

Érythrosine (E127)

L'érythrosine est un colorant artificiel variant du rose au rouge cerise, à base d'iode ^[20]. Il est utilisé pour colorer les aliments, pour teinter les préparations microscopiques et les médicaments.

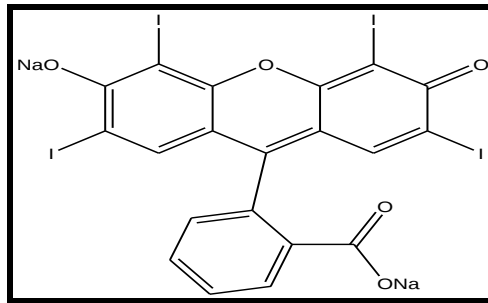


Figure 6 : Structure chimique de L'érythrosine

Litholrubine BK (E180)

La litholrubine BK est le dernier colorant azoïque actuellement autorisé en Europe de teinte rougeâtre. Il est uniquement autorisé pour une utilisation dans la croûte de fromage comestible. Par conséquent, l'exposition à cette couleur est assez faible car la croûte de fromage est rarement consommée ^[13].

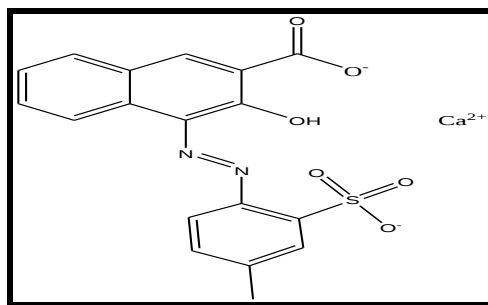


Figure 7 : structure chimique de La litholrubine BK

L'azorubine ou carmoisine (E122)

L'azorubine est un colorant alimentaire rouge identifié sous le numéro E122^[13], il est utilisé dans les produits pharmaceutiques, et les produits alimentaires : sirops de fruits, limonades, sodas, fruits confits, produits pâtisseries...

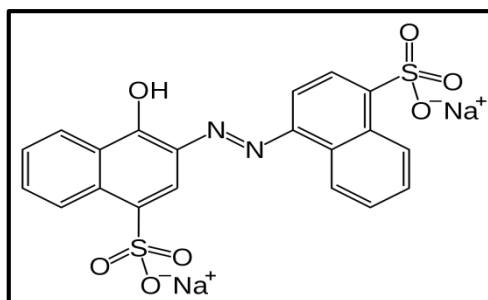


Figure 8 : structure chimique de L'azorubine

III.5.Rôle des colorants alimentaires

Le consommateur est convaincu que la couleur renforce toujours le goût donc il préfère consommer les aliments bien colorés, c'est pour cela les industriels évaluent et abusent dans l'utilisation des colorants, alors que ces derniers ont un rôle très réduit :

- Restaurer l'aspect extérieur d'origine des aliments dont la couleur a changé à la suite de transformation, de stockage, d'emballage et de distribution.
- Pour améliorer l'attractivité visuelle des aliments.
- Ajouter de la couleur à des aliments incolores ^[21].

III.6.Codification

Les colorants alimentaires naturels ou synthétiques sont connus par des codes déterminés par la Communauté économique européenne (CEE). Un autre système de numérotation, Système international de numérotation (SIN), est apparu ultérieurement. Il a été mis au point par la Codex Committee of Food Additive (CCFA) ^[17].

- **Code E :**

Un additif alimentaire autorisé au niveau européen bénéficie d'un code du type Exxx : « E » pour Europe ^[20].

Les additifs alimentaires sont signalés sur les emballages par un indicatif numéroté de E 100 à E 1500. La catégorie E100 correspondant à celle des colorants (allant de E100 à E180), qui peuvent être soit naturels, soit artificiels, soit minéraux. Le chiffre de la dizaine correspond à la couleur, de 0 à 8 (Tableau 2).

Tableau 2 : Index des couleurs des colorants : E1xx ^[10].

Chiffre de la dizaine	Couleur
0	Jaune
1	Orange
2	Rouge
3	Bleu
4	Vert
5	Brun
6	Noir
7	Colorants minéraux
8	Colorants spéciaux

- **Code SIN :**

Le Système International de Numérotation pour les additifs alimentaires (SIN) a été mis au point par le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants (CCFAC) en vue de fournir un système numérique, internationalement reconnu, permettant l'identification des additifs alimentaires dans les listes d'ingrédients, au lieu de la déclaration du nom spécifique qui est souvent assez long et d'une structure chimique complexe. Il s'est inspiré du système restreint déjà introduit avec succès dans la CEE ^[4].

La catégorie SIN100 correspondant à celle des colorants, et ce système est adopté en Algérie.

III.7. Stabilité des colorants alimentaires

Les colorants ont plusieurs caractéristiques : le pouvoir colorant, la stabilité, la solubilité et l'aptitude à se fixer aux molécules des aliments.

Malheureusement, ces caractéristiques ont des inconvénients et peuvent causer des problèmes. Le problème majeur lié à l'introduction d'un colorant dans un aliment est sa stabilité chimique (perte de couleur). Elle dépend entièrement de la réaction de la substance par rapport à l'environnement ^[22].

Les colorants alimentaires les plus sensibles sont les pigments naturels car leur stabilité dépend de la composition de l'aliment, le procédé de fabrication utilisé, l'emballage et la date limite de consommation. Les principaux facteurs intervenant sont donnés dans le tableau (3) ^[23] :

Tableau 3 : Les facteurs influençant la stabilité des colorants alimentaires

Facteurs	Effets
Lumière	Décoloration
pH	Dépôts à pH bas Changement de couleur
Chaleur	Changement de couleur
Oxydations	Dégradations, décolorations
Métaux	Dégradation

	Dépôts de calcium
SO ₂	Décoloration

- **Effets de la lumière**

Les effets de la lumière visible (et des UV) se manifestent par des décolorations importantes, correspondant à des altérations de la molécule (caroténoïdes, chlorophylles, bétanine, curcumine, etc...). L'effet est souvent constaté sur les boissons et les jus de fruits ; il est étroitement lié à la conception de l'emballage ^[23].

- **Effets du pH**

La couleur des colorants dépend toujours du pH de la matière à colorer, comme le rouge de betterave et les anthocyanes qui changent de teinte : de rouge en milieu acide au bleu quand le pH dépasse 3. Un autre effet est l'apparition de dépôts à pH bas, due à la précipitation des colorants ^[23].

- **Effets de la chaleur**

Les colorants les plus instables sont les pigments naturels tels que le rouge de betterave, les chlorophylles qui brunissent, les anthocyanes qui se condensent en composés bruns de haut poids moléculaire. Les caroténoïdes, le rouge de cochenille et la curcumine sont stables jusqu'à 100°C ^[23].

- **Effets des oxydations enzymatiques**

Les enzymes dégradent aisément un certain nombre de pigments sensibles : anthocyanes, caroténoïdes, chlorophylles, bétanines. Ces oxydations sont assez souvent catalysées par des ions métalliques divalents (fer, cuivre, etc...). L'action des enzymes peut être limitée par un traitement thermique ou un emballage à l'abri de l'oxygène. Le recours à des antioxydants chimiques est également possible ^[23].

- **Effets des ions métalliques**

Les ions issus des métaux de transition peuvent avoir un effet sur l'oxydation des antioxydants. Certains colorants peuvent également former avec des ions métalliques des combinaisons insolubles, se traduisant par des dépôts le plus souvent de couleur très

différente de l'origine ^[23].

- **Effets de SO₂**

Les sulfites sont des agents antioxydants qui paradoxalement, peuvent provoquer des effets similaires à ceux de l'oxydation avec certains pigments. Dans les autres cas, ils exercent plutôt une action protectrice ^[23].

III.8.Toxicité

Dès l'apparition des effets indésirables liés à l'utilisation incontrôlable des colorants les associations de défenseurs de consommateurs ont tiré la sonnette d'alarme et ont pris sur eux d'informer et de donner tous les méfaits des additifs alimentaires et surtout les colorants au public dans les actions de sensibilisation.

La toxicité de ces additifs est dû toujours à la forte dose et à l'usage intensif pris a longue durée.^[2]

Le tableau ci-dessous montre quelques effets indésirables de quelques colorants.^[22]

Tableau 4 : les effets indésirables de quelques colorants

Colorants Naturels/Artificiels	Risques et dangers	Usage
<i>Tartrazine, E102</i> Colorant artificiel, jaune	hyperactivité, asthme, troubles de la vue, insomnies, pourrait être cancérigène, résistance microbienne aux antibiotiques.	les boissons, merguez, bonbons, gâteaux, médicaments,
<i>Cochenille, acide carminique, E120</i> Colorant naturel, rouge	Hyperactivité, asthme, eczéma, pourrait être cancérigène et mutagène, fabriqué à partir d'insectes écrasés ou chimiquement	les boissons sucrées, les yaourts, les chewing-gums
<i>Amarante, E123</i> Colorant artificiel, rouge	Hyperactivité, réactions cutanées, allergies, rhinites, asthme, insomnies, œdème, cancérigène	les vins, spiritueux, oeufs de poisson
<i>Erythrosine, E127</i> Colorant artificiel, rouge	Hyperactivité, asthme, insomnies, problème de thyroïdes, risque de cancer	les cerises confites, bonbons, sirop aux fruits
<i>Bleu patenté V, E131</i> Colorant artificiel,	Hyperactivité, asthme, nausées, tension artérielle, tremblements, cancer	nombreux aliments

bleu		
Aluminium, E173 Colorant artificiel, gris,	Neurotoxique, Alzheimer, risques rénaux	Décoration de gâteaux et bonbons
Argent, E174 Colorant naturel, minéral argenté	Empoisonnement, coloration de la peau, dur à éliminer de l'organisme	Décoration de gâteaux et bonbons

III.9.Réglementation

Pour protéger le consommateur, les premières lois alimentaires ont été promulguées. Ces lois ont été développées dans le monde par différents pays et ont évolué principalement comme des listes positives qui définissent les substances qui peuvent être ajoutées pour colorer les aliments et les quantités maximales qui peuvent être ajoutées, selon des spécifications de pureté strictes ^[13]. Ce qui signifie que tout ce qui n'est pas autorisé est interdit.

Avant de pouvoir mettre un nouveau colorant alimentaire sur le marché, l'industriel doit obligatoirement passer par un organisme public de contrôle. Toute demande doit fournir des preuves convaincantes que le colorant proposé est utile et satisfait son but prévu. S'il est autorisé, il lui sera remis un nom de code et un domaine d'utilisation spécifique. Des études sur animaux sont ensuite réalisées pour déterminer si l'additif est sans danger pour l'Homme.

La sécurité absolue d'une substance n'est jamais prouvée, c'est pourquoi la législation peut être modifiée en fonction de l'évolution des connaissances. Si la substance est dangereuse à fortes doses, une dose journalière admissible (DJA) est fixée, son unité se mesure en milligramme par kilogramme de masse corporelle.

On peut donc dire que les colorants alimentaires ne sont dangereux que lorsqu'ils sont consommés à forte dose. Seule une minorité est admise sans DJA ^[17].

IV. Techniques analytiques des colorants alimentaires

Les produits alimentaires industriels subissent plusieurs transformations en leur ajoutant quelques additifs pour améliorer le goût, l'aspect, et la couleur. Parmi ces additifs, on trouve les colorants qui sont ajoutés avec des réglementations et c'est pour cela que ces

aliments industrialisés passent par un contrôle de qualité avant d'être commercialisés.

Les laboratoires de contrôle de qualité utilisent plusieurs méthodes mais la plus utilisée est la chromatographie.

Avant de passer à ces procédés de contrôle, il faut d'abord extraire les colorants à partir des aliments.

IV.1. Méthode d'extraction des colorants alimentaires

La méthode utilisée pour l'extraction des colorants alimentaires dépend toujours de la nature du colorant (hydrosoluble ou liposoluble, acide ou basique) et la constitution de l'aliment (protides, glucides, lipides) ^[24].

L'une des méthodes utilisées est la fixation des matières colorantes sur des floches de laine blanche (méthode dite au mouchet de laine) ^[24].

IV.1.1.Extraction par fixation sur la laine

La laine est un matériau d'origine animale qui est constitué de fibres kératiniques. Ce produit a la capacité de bien fixer les colorants, c'est pour cela qu'il est utilisé pour extraire les colorants alimentaires puis les analyser par chromatographie sur couche mince (CCM).

Cette méthode est basée sur trois étapes :

- Préparation de la laine
- Fixation des colorants
- Extraction des colorants.

IV.1.2.Extraction du β -carotène

Le terme «caroténoïdes» fait référence à une famille de plus de 600 pigments végétaux différents, qui donnent de nombreuses couleurs (rouge, orange et jaune, etc...) aux feuilles, aux fruits et aux fleurs des plantes, ainsi que des couleurs de certains oiseaux, insectes, poissons et crustacés.

On trouve les caroténoïdes, généralement dans les plantes, les algues, les bactéries photosynthétiques, les bactéries non photosynthétiques, les levures et les moisissures.

Le β -carotène est le plus connu des caroténoïdes, et il est très abondant dans l'alimentation ^[25].

Le β -carotène est un additif alimentaire précieux, son importance industrielle résulte également de ses propriétés colorantes. Le β -carotène est utilisé dans l'industrie alimentaire, comme pigment rouge orangé dans de nombreux produits, telles que les boissons non alcoolisées non traitées thermiquement, les graisses comestibles, le fromage, la pâtisserie et la glace crème. Dans l'industrie pharmaceutique, il est ajouté pour colorer les comprimés, et dans l'industrie cosmétique, il est utilisé comme ingrédient bioactif de crèmes, qui protège les lésions cutanées contre l'oxydation et l'exposition aux rayons UV ^[26].

Les carottes constituent l'une des meilleures sources de β -carotène. La teneur en carotène des carottes varie de 60–120 mg / 100 g, mais certaines variétés peuvent contenir jusqu'à à 300 mg / 100 g ^[27].

L'extraction du β -carotène est faite par des solvants organiques apolaires tels que le méthanol, l'éthanol, le propan-2-ol, l'hexane, le dichlorométhane et le dioxyde de carbone, à partir des souches naturelles des plantes comestibles, carotte(*Daucus carota*), tomates(*Solanum lycopersicum*), luzernes(*Medicago sativa*) et orties(*Urtica*) ^[17].

L'intérêt de cette partie réside dans la mise en œuvre d'un protocole d'extraction et de purification du β -carotène. A noter que le colorant β -carotène est utilisé comme antioxydant dans beaucoup de préparation et son prix est excessivement cher.

IV.2. Analyse qualitative et quantitative

IV.2.1 Méthode chromatographique

La chromatographie est une méthode physique de séparation basée sur les différences d'affinité des substances à analyser à l'égard de deux phases, l'une stationnaire ou fixe, l'autre mobile. Selon la technique chromatographique mise en jeu, la séparation des composants entraînés par la phase mobile, résulte soit de leur adsorption et de leur désorption successive sur la phase stationnaire, soit de leur solubilité différente dans chaque phase.

IV.2.1.a) La chromatographie sur couche mince

La chromatographie sur couche mince (CCM) repose principalement sur des phénomènes d'adsorption, la phase mobile est un solvants ou un mélange de solvants qui

progresses le long d'une phase stationnaire fixée sur une plaque de verre ou sur une feuille semi-rigide de matière plastique ou d'aluminium. Après que l'échantillon est déposé sur la phase stationnaire, les substances migrent à une vitesse qui dépend de leur nature et de celle du solvant.

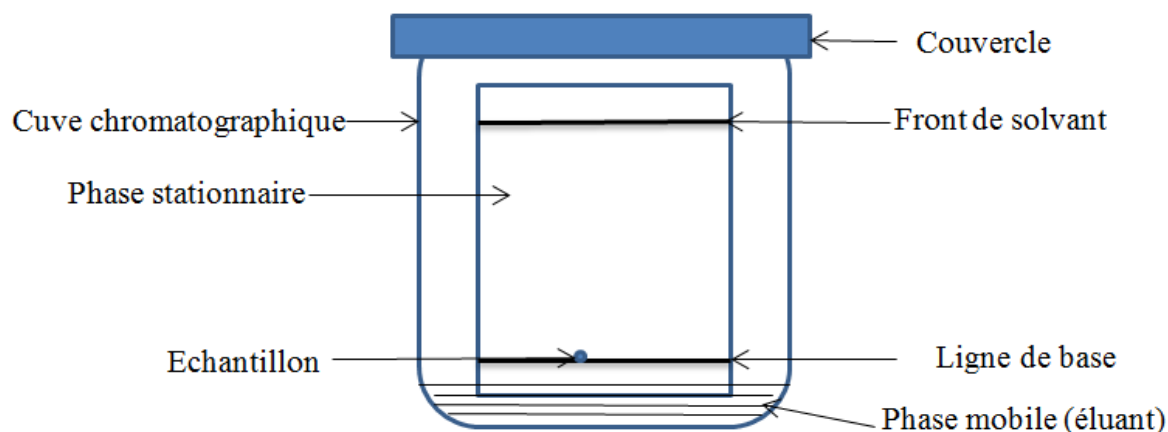


Figure 9 : Appareillage de la chromatographie sur couche mince.

IV.2.1.b) La chromatographie sur colonne

La chromatographie sur colonne est une méthode physique quantitative qui permet la séparation des constituants d'un mélange et leur isolement.

La phase stationnaire est un solide, le plus souvent l'alumine ou la silice, remplie dans une colonne de longueur et de section variables.

La phase mobile (l'éluant) est un liquide constitué d'un solvant pur ou d'un mélange de solvants.

L'échantillon à séparer est une solution concentrée, déposée en tête de la colonne et la séparation des composants résulte de l'écoulement continu de l'éluant, traversant la colonne par gravité.

IV.2.2.Méthode spectrophotométrique

IV.2.2.a) Analyse par spectrométrie UV-visible

La spectrométrie UV-visible est une méthode d'analyse qualitative et quantitative des espèces chimiques colorés et fortement conjugués.

Un spectre UV-visible est le tracé de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde de la radiation lumineuse traversant l'échantillon.

Le montage pour réaliser un spectre UV-visible pour une substance peut se schématiser comme suit ^[28] :

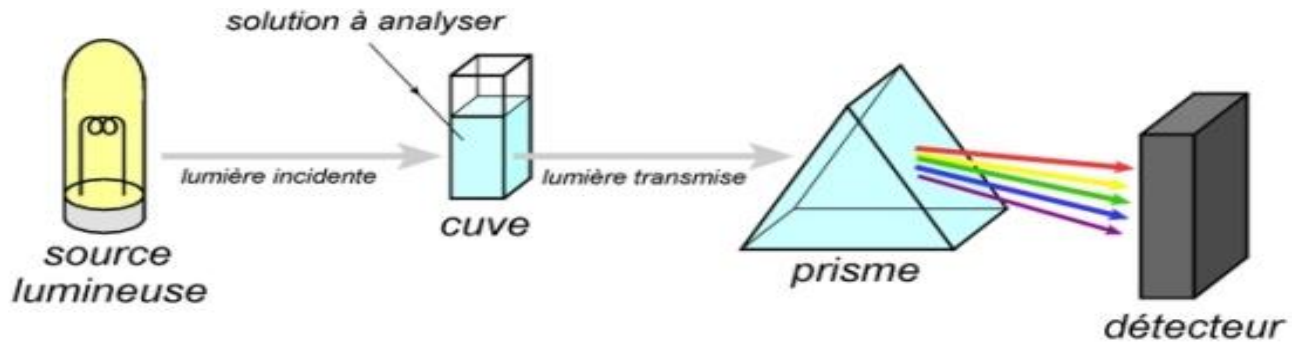


Figure 10 : fonctionnement d'un spectrophotomètre

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

Dans cette partie, nous présentons les échantillons, les colorants, les réactifs et le matériel utilisé, ainsi que les méthodes expérimentales et analytiques (chromatographie, la spectrophotométrie, et l'extraction des colorants par la méthode de mouchet de laine).

I. Extraction des colorants alimentaires

✓ Principe

Dans cette étude, nous avons choisis une méthode simple qui permet l'extraction des colorants avec un grand degré de pureté. C'est la méthode de mouchet de laine naturelle qui est développée par THALER et SOMMER (1953) citée par MACEK (1972). Ce procédé se base sur l'affinité des colorants pour les fibres textiles.

Elle consiste à fixer sur la laine des colorants anioniques en milieu acide et à les relarguer, après lavage en milieu ammoniacal.

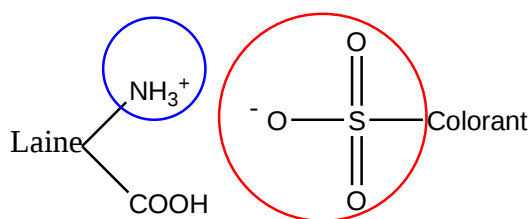
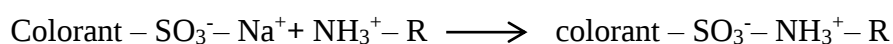


Figure 1 : Fixation du colorant sur la laine

Les boissons étudiées et les colorants de références sont indiqués dans les tableaux ci-dessous:

Tableau 1: Répartition des boissons étudiées.

Boissons	Sirop de menthe
	Sirop de grenadine
	Sirop de citron
	Sirop de fraise
	Jus de kiwi
	Jus d'orange

Tableau 2: Échantillonnages des colorants.

Colorants	Aspect	Origine	Code
Bleu	Poudre	Algérie	SIN 131
Jaune	Poudre	Algérie	SIN 102
Rouge	Poudre	Algérie	SIN 124

1. Préparation de solutions

- **Solution d'ammoniaque 10%**

Mesurer 35 mL d'une solution d'ammoniaque commerciale (28%) à l'aide d'une éprouvette. Verser le volume prélevé dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

- **Solution d'acide acétique 10%**

Prélever à l'aide d'une pipette un volume de 10 mL d'acide acétique (98%) et le transvaser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

2. Préparation de la laine

20g de laine de mouton bien nettoyée et lavée sont mises en contact avec 200 mL de solution d'ammoniaque 10% pendant 1h, puis essorées et lavées plusieurs fois à l'eau de robinet, et rincées avec l'eau distillée.

I.1.Extraction des colorants des boissons

- **Sirop**

1. Fixation des colorants sur la laine

Dans un ballon de 250 mL, muni d'un réfrigérant, introduit 4g de laine préalablement lavée, dégraissés et séchés, 50 mL de sirop et 4 ml d'acide acétique 10%. Le tout est porté à reflux pendant 45min.

Après refroidissement, la laine est retirée du ballon par une pince métallique et lavée soigneusement à l'eau de robinet puis rincée avec l'eau distillée.

2. Extraction des colorants

Après le lavage, la laine colorée est placée dans un bécher contenant une solution d'ammoniaque 10%.

Une ébullition très douce est opérée jusqu'à ce que la solution se colore. Retirer la laine à l'aide de pince et concentrer la solution obtenue à l'évaporateur rotatif jusqu'à l'obtention d'un volume de 25 mL.

En milieu basique, les colorants repassent en solution en s'accrochant à la molécule d'ammoniaque (basique).

La solution concentrée est soumise aux analyses chromatographiques et UV-visible.

- **Jus**

Dans un ballon de 1L mettre 330 mL de jus, puis le concentrer à l'aide d'un évaporateur rotatif jusqu'à l'obtention d'un volume de 25 mL. Après l'extraction des colorants est faite de la même manière que celle des sirops.

II. Analyse des colorants par CCM

La chromatographie sur couche mince (CCM) est une technique couramment utilisée pour séparer des composants dans le but de faire une analyse.

Les colorants étalons utilisés dans cette analyse sont les suivants : Le jaune tartrazine E102, Le rouge ponceau 4R E124, le bleu patenté E131.

La chromatographie est réalisée avec l'éluant Butanol/éthanol/ammoniaque (3/1/1).

- ✓ **Mode opératoire**

Les colorants extraits ainsi que les colorants de références sont déposés à l'aide d'une micropipette à environ 1 cm du bord de la plaque CCM, puis cette dernière est placée dans une cuve contenant l'éluant. Le niveau de l'éluant devant être en dessous du puit déposé. La cuve de chromatographie est ensuite refermée par un couvercle.

- Laisser migrer le solvant le plus haut possible.
- Retirer la plaque avant que le solvant atteigne la hauteur de la plaque de 1 cm.
- Sécher à l'air et procéder à l'identification.

III. Détermination de concentration des colorants

Pour la détermination de concentration des colorants dans les échantillons étudiés, on trace la courbe d'étalonnage en mesurant l'absorbance de solutions de concentrations connues puis on mesure l'absorbance de la solution à doser.

III.1. Courbes d'étalonnage

- **Jaune de Tartrazine (E 102)**

On prépare une solution mère de concentration massique de 25mg.L^{-1} à partir de laquelle on prépare 5 solutions filles (5, 10, 12.5, 15 et 20 mg.L^{-1}), (Tableau 3 voir résultats et discussions).



Figure 4 : solutions mères des colorants étalons

- **Bleu patenté (E 131)**

On se basant sur une solution mère de concentration massique $CM = 10\text{ mg.L}^{-1}$, on prépare 5 solutions filles de bleu patenté (Tableau 4 voir résultats et discussions).

- **Rouge de Ponceau 4R**

On prépare une solution mère de concentration massique de 25mg.L^{-1} . À partir de laquelle on prépare 5 solutions filles (5, 10, 12.5, 15 et 20 mg.L^{-1}). (Tableau 5 voir résultats et discussions).

III.2. Analyse des colorants par UV-Visible

Pour mesurer l'absorbance des échantillons étudiés on fait une dilution de 10 fois, après les solutions obtenus sont placées dans la cuve de spectrophotomètre.

Les valeurs d'absorbance sont projetées sur la courbe d'étalonnage et par une simple lecture graphique on détermine la concentration des colorants.

IV. Extraction et purification du β -carotène

L'extraction du β -carotène est faite à partir de 95g de carottes coupées en rondelles séchées à l'ombre et placées dans une cartouche et extraites au soxhlet avec l'éthanol pendant 2 heures. L'étape suivante consiste à une purification sur colonne de gel de silice.

L'intérêt de cette partie réside dans la mise en œuvre d'un protocole d'extraction et de purification du β -carotène. A titre d'indication, cette molécule est utilisée dans les tests de pouvoir oxydant et son prix dépasse les 20 000 DA pour 100 mg.



Figure 5 : Montage d'extraction du β -carotène.

Résultats et discussions

I. Extraction des colorants des boissons

Dans la partie de fixation des colorants sur la laine on remarque bien que La laine se colore et la solution de sirop se décolore cela la est dû à la création de liaison entre le colorant par leur groupement SO_3^- et le groupement NH_3^+ de la laine.

Les résultats de fixation des colorants sur la laine sont illustrés dans les figures ci-dessous :



Figure 2 : Fixation des colorants des sirops sur la laine.

Dans la deuxième partie d'extraction, en milieu basique, les colorants repassent en solution en s'accrochant à la molécule d'ammoniaque (basique), donc la laine perd la couleur et la solution ammoniacale se colore.

Les colorants obtenus sont illustrés dans les figures ci-dessous :



Figure 3 : les colorants extraits des sirops.

✓ Remarque

Le résultat de l'extraction des colorants des jus n'est pas identique à celle des sirops parce que dans ce cas la décoloration de solution de jus n'est pas totale.

Ce comportement, peut-être, est dû à la nature et la composition du jus qui est différente de celle des sirops.

II. Identification des colorants par CCM

✓ Résultats

-Pour le sirop de menthe on observe deux taches une bleu avec un $R_f = 0.67$, et l'autre jaune avec un $R_f = 0.31$. On comparent ces résultats avec les données de la littérature on remarque que le sirop de menthe contient deux colorants le jaune de tartrazine (E 102) et le bleu patenté (E 131).

-Le sirop de grenadine contient deux colorant : le rouge avec $R_f = 0.45$, c'est le colorant E 120-129 et le marron avec un $R_f = 0.32$ qui est le E150.

-L'analyse de sirop de fraise nous a donné deux taches couleurs : une de couleur rouge prépondérante avec un $R_f = 0.45$, correspondant au colorant rouge, E 120-129. Et une autre de couleur marron moins intense avec un $R_f = 0.32$, qui correspondant au colorant marron E 150.

-Le sirop de citron est constitué d'un seule colorant qui est le marron E150 avec un $R_f = 0.32$.

-Le jus d'orange est constitué d'un seul colorant marron avec un $R_f = 0.32$, qui est E150.

-le jus de kiwi est composé de trois colorants : le jaune de tartrazine (E 102) avec un $R_f = 0.31$ et les deux autres ne sont pas identifiés.

✓ Remarque

D'après la plaque CCM, on observe une bonne séparation entre les différents constituants des solutions à analyser, et on n'a pas pu identifier tous les colorants constituants dans les boissons parce qu'on n'a pas tous les étalons et les R_f de tous les couleurs.

Et d'après cette analyse on a vérifié la présence de quelques colorants mentionnés sur l'emballage des sirops.

III. Détermination de concentration des colorants

III.1. Courbes d'étalonnage

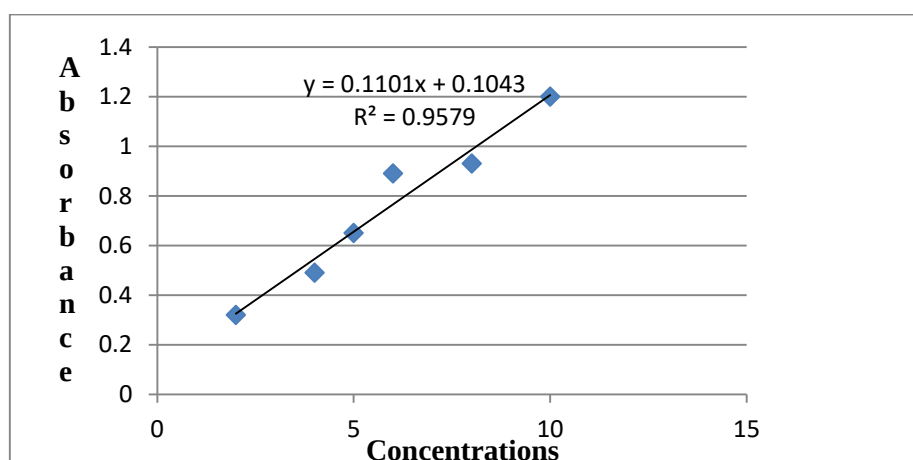
Pour faire une **gamme d'étalonnage**, on fait plusieurs concentrations des colorants étalons E131 : Le bleu patenté V, E124 : Le rouge de Ponceau 4R et E102 : le jaune de tartrazine dans différents tubes qu'on a placé dans le spectrophotomètre afin de lire leur valeur d'absorbance. Ensuite on trace une **droite d'étalonnage** $A = f(C)$.

Les résultats obtenus des absorbances des trois colorants sont indiqués dans les tableaux ci-dessous :

- **Jaune de Tartrazine (E 102)**

Tableau 3 : Les absorbances en fonction des concentrations du jaune de Tartrazine

Solutions	1	2	3	4	5	6
Concentration (mg /L)	5	10	12.5	15	20	25
Absorbance	0.22	0.38	0.52	0.69	0.83	0.98

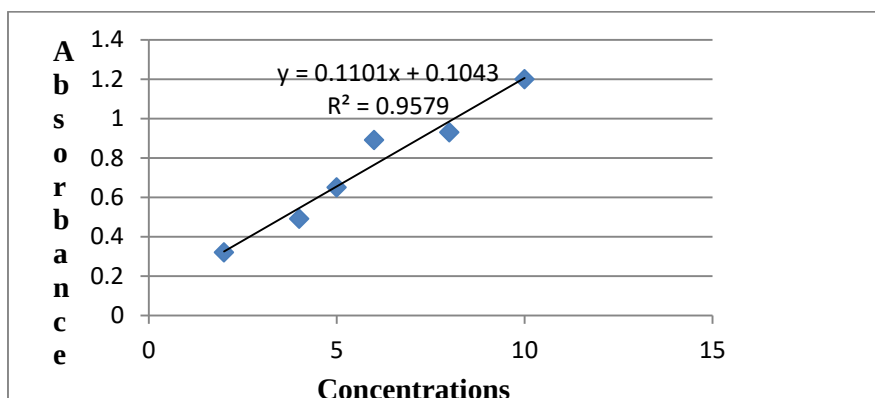


Courbe 1 : Droite d'étalonnage du colorant "jaune de Tartrazine "

- **Bleu patenté (E 131)**

Tableau 4 : Les absorbances en fonction des concentrations du Bleu patenté

Solutions	1	2	3	4	5	6
Concentration (mg.L ⁻¹)	2	4	5	6	8	10
Absorbance	0.32	0.49	0.65	0.89	0.93	1.2

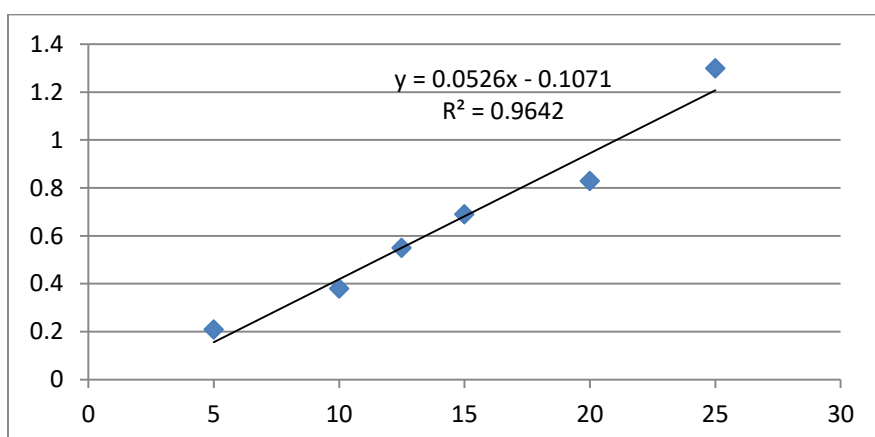


Courbe 2 : Droite d'étalonnage du colorant "Bleu patenté "

• Rouge de Ponceau 4R

Tableau 5 : Les absorbances en fonction des concentrations du colorant rouge de Ponceau 4R.

Solutions	1	2	3	4	5	6
Concentration (mg.L ⁻¹)	5	10	12.5	15	20	25
Absorbance	0.21	0.38	0.55	0.69	0.83	1.3



Courbe 3 : Droite d'étalonnage du colorant "Rouge de Ponceau 4R "

III.2. Analyse des colorants par UV-Visible

Les résultats obtenus des graphes UV-Visible sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Concentration des colorants dans les jus et les sirops

Echantillons	Colorants	Longueur d'onde	Concentration mg/L	DJA (mg/kg de poids corporel) [22]
Sirop de menthe	E 102	425	12.5	0-7.5
	E 131	630	7.5	0-2.5

Sirop de fraise	Colorant rouge	520	2.9	0-5
Sirop de citron	Colorant jaune	/	/	/
Sirop grenadine	Colorant rouge	520	14.8	0-5
	Colorant jaune	/	/	/
Jus d'orange	Colorant jaune	/	/	/
Jus de kiwi	E102	425	08.4	0-7.5

✓ Remarque

Selon les résultats obtenus, on constate que :

- le colorant jaune présent dans le sirop de menthe est le jaune de tartrazine qui est caractérisé par une absorbance maximale dans la longueur d'onde 425nm.
- le bleu patenté a une absorbance maximale dans la longueur d'onde 630nm.
- le rouge de Ponceau 4R a une absorbance maximale dans la longueur d'onde 520nm.
- En tenant compte des valeurs de la dose journalière admise (DJA) fixées par l'union européenne, pour les trois colorants de (Tableau 6), nous pouvons confirmer que les concentrations en colorant trouvées dans les différentes boissons sont loin de présenter un danger sur la santé du consommateur.
- En effet, à titre d'exemple, pour qu'une personne de 60 kg atteigne le DJA en jaune de tartrazine, le volume de sirop de menthe concentré pouvant être consommé par jour est de 36L, et cette quantité est loin d'être consommée par une personne normale.

D'après les résultats de chromatographie sur couche mince et les analyses UV-visible, on conclut que les colorants identifiés sont stables parce qu'ils ont le même R_f des colorants étalons, la même couleur, et ont la même longueur d'onde qui correspond à la longueur d'onde maximale.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but de ce travail est d'étudier la stabilité des colorants alimentaires, qui sont la catégorie la plus utilisée des additifs dans nos aliments, et essai d'extraction d'un colorant naturel et coûteux qui est le β -carotène.

Dans notre étude nous avons pris six boissons (4 sirops, et 2 jus) qui sont consommées dans la wilaya de Tlemcen. Pour l'extraction nous avons utilisé une technique simple qui est la double teinture sur laine dite au mouchet de laine qui n'a besoin, ni de matériel, ni des réactifs spéciaux et qui permet l'extraction des colorants avec un grand degré de pureté.

Les colorants obtenus sont soumis à des analyses par spectrophotométrie UV-Visible et par comparaison avec les colorants de référence : le bleu patenté E131, le rouge de ponceau 4R E124, et le jaune de tartrazine E102.

D'après les résultats de chromatographie sur couche mince et les analyses UV-visible, des colorants identifiés, nous pouvons conclure que les colorants dans ces boissons sont stables. Néanmoins, si le fabricant ne respecte pas les normes autorisées, la consommation abusive de ces boissons pourrait avoir des effets néfastes sur la santé.

En perspective, on a mené un travail sur les colorants alimentaires, mais n'est pas achevé, donc il est intéressant de compléter l'étude sur la stabilité des colorants dans les bonbons et la pâtisserie, et terminer aussi l'étude de l'extraction du β -carotène pour valoriser ce produit naturel et coûteux, et il est très indispensable que les services de fraude et de contrôle de qualité jouent leur rôle. Aussi, les associations de consommateurs doivent lancer des campagnes de sensibilisation auprès de la population afin de réduire la consommation des boissons riches en colorants en précisant que ces derniers n'ont aucun apport énergétique. L'industriel, quant à lui, il doit respecter les exigences d'utilisation et de stockage des colorants et des produits colorés.

Références bibliographiques

Références bibliographique

- [1].Bourrier, T. « Intolérances et allergies aux colorants et additifs ». *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique* 46, n° 2 (mars **2006**): 68-79.
- [2].Clémens, Stéphane. « Les additifs alimentaires: législation et problèmes liés à leur utilisation », **1995**, 92.
- [3].Vobecky, Jitka S. « Les additifs alimentaires: La controverse » 28 (**1982**): 6.
- [4].Document «SECTION 5.2 SYSTEME INTERNATIONAL DE NUMEROTATION DES ADDITIFS ALIMENTAIRES».Codex Alimentarius numérotation *Volume 1A – 1995*.
- [5]MERAD BOUDIA, S. « Préparation de composites Bentonite/P4VP -Application à l'adsorption de colorants ». Mémoire de Master de l'Université de Tlemcen, **2018**, 80.
- [6].Hammami, Samiha. « Étude de dégradation des colorants de textile par les procédés d'oxydation avancée. Application à la dépollution des rejets industriels ». **2008**, 208.
- [7].Sophie De Reguardati et William Barthe. « Les colorants organiques utilisés en teinturerie : aspects physico-chimiques». **2012**, 13.
- [8].Boumchita, S, A Lahrichi, Y Benjelloun, S Lairini, V Nenov, et F Zerrouq. « Elimination d'un colorant cationique dans une solution aqueuse par un déchet alimentaire : Epluchure de pomme de terre [Removal of cationic dye from aqueous solution by a food waste: Potato peel] ». **2016**, 12.
- [9].Alexandra Pazmiño-Durán, E., M. Mónica Giusti, Ronald E. Wrolstad, et M.Beatriz A. Glória. « Anthocyanins from Oxalis Triangularis as Potential Food Colorants ». *Food Chemistry* 75, n° 2 (novembre **2001**): 211-16.
- [10]. A. Lemoine, P. Tounian. « Allergie aux colorants alimentaires : une pathologie à évoquer avec parcimonie». *Revue française d'allergologie*, Elsevier, 2018, 58.
- [11].Giusti, M.Mónica, et Ronald E. Wrolstad. « Acylated Anthocyanins from Edible Sources and Their Applications in Food Systems ». *Biochemical Engineering Journal* 14, n° 3 (juin **2003**): 217-25.
- [12].Abdellah EL ALLAOUI, Fouzia RHAZI FILALI, Bouchra OUMOKHTAR et Jamal IBIJBIJEN. « Evaluation de la toxicité aigue du colorant (RhodamineB) utilisé dans la fabrication des saucisses traditionnelles dans la ville de Meknès au Maroc». ScienceLib Editions Mersenne:Volume3, n°111116 ISSN2111-4706, **2011**.
- [13].Asimakopoulos,A.G, Barrows. J.N. « Colour Additives for Foods and Beverages». Michael J. Scotter, n°279,**2015**.
- [14].Mansour, Hedi Ben, Oualid Boughzala, dorra Dridi, Daniel Barillier, Leila Chekir-

Ghedira, et Ridha Mosrati. « Les colorants textiles sources de contamination de l'eau : CRIBLAGE de la toxicité et des méthodes de traitement ». *Revue des sciences de l'eau* 24, n° 3 (28 novembre **2011**): 209-38.

[15].Audrin, A. Löliger, J. et Bauer, W. « AROMES ET COLORANTS ».

[16].Wrolstad, Ronald E., et Catherine A. Culver. « Alternatives to Those Artificial FD&C Food Colorants ». *Annual Review of Food Science and Technology* 3, n° 1 (10 avril **2012**): 59-77.

[17].Ben Mansour, H., et L. Latrach Tlemcani. « Les colorants naturels sont-ils de bons additifs alimentaires ? ». *Phytothérapie* 7, n° 4 (août **2009**): 202-10.

[18].Sigurdson, Gregory T., Peipei Tang, et M. Mónica Giusti. « Natural Colorants: Food Colorants from Natural Sources ». *Annual Review of Food Science and Technology* 8, n° 1 (28 février **2017**): 261-80.

[19].Marcolino, Vanessa Aparecida, Gisella Maria Zanin, Lucia Regina Durrant, Marta De Toledo Benassi, et Graciette Matioli. « Interaction of Curcumin and Bixin with β -Cyclodextrin: Complexation Methods, Stability, and Applications in Food ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, n° 7 (13 avril **2011**): 3348-57.

[20].Gallen, C., et J. Pla. « Allergie et intolérance aux additifs alimentaires ». *Revue Française d'Allergologie* 53 (novembre **2013**): 9-18.

[21].Emilia Janiszewska-Turak, Agata Pisarska, et Jolanta B. Królczyk. « Natural Food Pigments Application in Food Products ». *Nauka Przyroda Technologie* 10, n° 4 (30 décembre **2016**).

[22].Beutler, Chloé. « LES COLORANTS ARTIFICIELS DANS LES DENREES ALIMENTAIRES DESTINEES AUX ENFANTS ». **2011**, 58.

[23].BENHADJI, S, M. « L'amélioration de la qualité organoleptique des boissons gazeuses par addition des dérivés de la bêta-cyclodextrine ». Mémoire de Master de l'Université de Tlemcen, **2011**, 74.

[24].Paris, R. « RECHERCHE DES COLORANTS NATURELS ET ARTIFICIELS DANS LES ALIMENTS À L'AIDE DE LA CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE ». **1967**, 245-252.

[25].Karnjanawipagul, P, W Nittayanuntawech, P Rojsanga, et L Suntornsuk. « Analysis of β -Carotene in Carrot by Spectrophotometry ». **2010** : 8-16.

[26].Bogacz-Radomska, Ludmila, et Joanna Harasym. « β -Carotene—Properties and Production Methods ». *Food Quality and Safety* 2, n° 2 (20 juin **2018**): 69-74.

[27].Fikselová, M., S. Šilhár, J. Mareček, et H. Frančáková. « Extraction of Carrot (*Daucus*

Carota L.) Carotenes under Different Conditions ». *Czech Journal of Food Sciences* 26, n° No. 4 (22 août **2008**): 268-74.

[28].MAXICOURS.com :«[https://www.maxicours.com/se/cours/spectres-ultraviolet--visible/#](https://www.maxicours.com/se/cours/spectres-ultraviolet-visible/#)» .consulté le 22/01/2020.